



(10) **DE 10 2018 204 266 A1** 2018.09.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 204 266.7**

(22) Anmeldetag: **20.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **27.09.2018**

(51) Int Cl.: **H01T 21/02 (2006.01)**

**H01T 13/58 (2011.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2017-054839**      **21.03.2017**      **JP**

(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG  
mbB, 80802 München, DE**

(71) Anmelder:  
**NGK SPARK PLUG CO., LTD., Nagoya-shi, Aichi,  
JP**

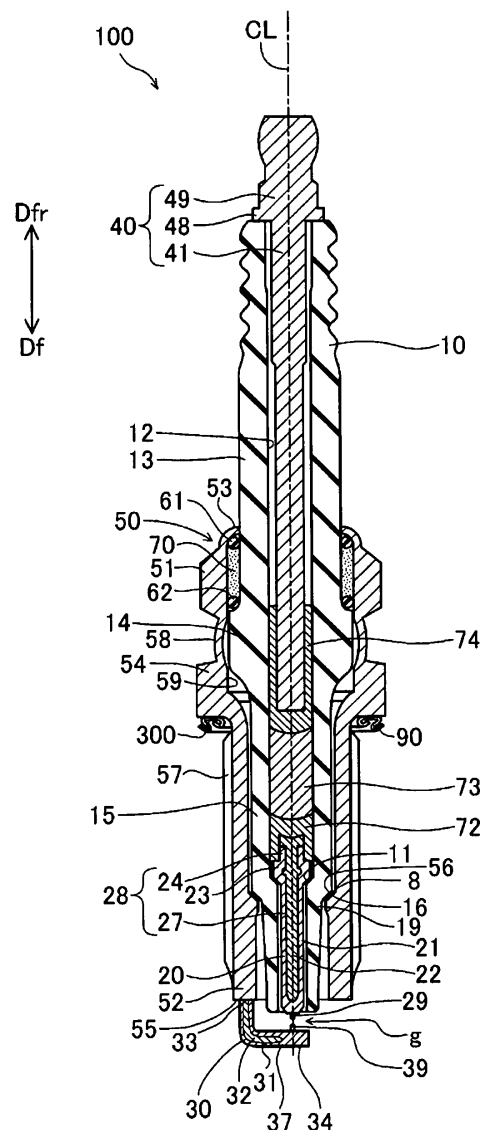
(72) Erfinder:  
**Shimamura, Takuya, Nagoya-shi, Aichi, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer Zündkerze**

(57) Zusammenfassung: Eine Zündkerze hat eine Elektrode, mit einem Basisabschnitt und einer Spitze, die mit einer spezifischen Oberfläche verbunden ist, die eine spezifische äußere Oberfläche des Basisabschnitts ist, wobei die Spitze eine Funkenentladungsoberfläche bildet. Es werden jeweilige relative Positionen einer Mehrzahl von Punkten auf einer äußeren Oberfläche eines Zielabschnitts der Elektrode einschließlich des Basisabschnitts und der Spitze, die mit dem Basisabschnitt verbunden sind, wobei dies ein Abschnitt ist, der mindestens einen Abschnitt der spezifischen Oberfläche des Basisabschnitts und die Spitze umfasst, um dreidimensionale Koordinatendaten zu erzeugen, die die dreidimensionale Form des Zielabschnitts darstellen.

Die Koordinatendaten werden analysiert, um zu bestimmen, ob der Zielabschnitt der Elektrode einen vorbestimmten unbeabsichtigten Abschnitt enthält, der ein nicht beabsichtigter Abschnitt ist. Eine Elektrode, die den unbeabsichtigten Abschnitt enthält, wird von den herzustellenden Objekten ausgeschlossen, und eine Elektrode, die den nicht beabsichtigten Abschnitt nicht enthält, wird zum Zusammenbau der Zündkerze verwendet.



**Beschreibung**

[Anwendungsbeispiel 1]

## TECHNISCHEN BEREICH

**[0001]** Diese Beschreibung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Zündkerze, die mit einer Elektrode versehen ist, die eine Spitze aufweist.

## HINTERGRUND

**[0002]** Zündkerzen die mit einer Elektrode mit einer Spitze versehen sind werden konventionell verwendet. Die Spitze der Elektrode ist mit einem Basisabschnitt, der ein Element ist, das die Spitze trägt, durch Schweißen oder dergleichen verbunden. Während des Schweißens haftet in einigen Fällen ein Metallstück, das auch als Spritzer bezeichnet wird, an einem Verbindungsabschnitt, um einen vorstehenden Abschnitt zu bilden. Es wurden Techniken zum Detektieren eines solchen vorstehenden Teils unter Verwendung eines aufgenommenen Bildes vorgeschlagen (siehe zum Beispiel die offengelegte japanische Patentanmeldung Nr. 2004-214218). Insbesondere wird ein Bild eines Verbindungsarbeitsteils unter Verwendung einer Bildaufnahmeeinrichtung aufgenommen, um ein aufgenommenes Bild zu erhalten. Ein Umriss einer äußeren Oberfläche des Verbindungsarbeitsteils in dem aufgenommenen Bild und ein Referenzumriss werden verwendet, um zu überprüfen, ob der Umriss des Verbindungsarbeitsteils in einem nicht erlaubten Bereich eines Referenzumrisses vorhanden ist. Wenn bestätigt wird, dass der Umriss des Verbindungsarbeitsteils innerhalb des nicht erlaubten Bereichs ist, wird bestimmt, dass ein vorstehender Teil vorhanden ist.

**[0003]** Eine Oberfläche eines zu schweißenden Elements, wie beispielsweise einer Spitze, kann einen nicht beabsichtigten Farbabschnitt wie einen Abschnitt mit Flecken, einen Abschnitt mit Kratzern oder einen oxidierten Abschnitt enthalten. Ein solcher Abschnitt kann dazu führen, dass in dem aufgenommenen Bild ein falscher Umriss identifiziert wird, was in einigen Fällen zu einer Verringerung der Erkennungsgenauigkeit führt. Dieses Problem ist ein Problem, das nicht spezifisch ist, wenn ein vorstehender Abschnitt unter Verwendung des Umrisses erkannt wird, sondern ist üblich wenn das Vorhandensein oder Fehlen eines Verbindungsmangels der Elektrode bestimmt wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

**[0004]** Diese Beschreibung offenbart eine Technik, die eine geeignete Bestimmung ermöglicht, ob ein Verbindungsfehler zwischen einem Basisabschnitt einer Elektrode und einer Spitze besteht.

**[0005]** Diese Beschreibung offenbart zum Beispiel die folgenden Anwendungsbeispiele.

**[0006]** Verfahren zur Herstellung einer Zündkerze mit einer Elektrode, wobei die Elektrode einen Basisabschnitt und eine Spitze umfasst, die mit einer spezifischen Oberfläche verbunden ist, die eine spezifische äußere Oberfläche des Basisabschnitts ist, wobei die Spitze eine Funkenentladungsoberfläche bildet, wobei das Verfahren umfasst:

Erzeugen dreidimensionaler Koordinatendaten, die eine dreidimensionale Form eines Zielabschnitts der Elektrode einschließlich des Basisabschnitts und der mit dem Basisabschnitt verbundenen Spitze darstellen, durch Identifizieren jeweiliger relativer Positionen einer Mehrzahl von Punkten auf einer äußeren Oberfläche des Zielabschnitts, wobei der Zielabschnitt ein Abschnitt ist, der mindestens einen Abschnitt der spezifischen Oberfläche des Basisabschnitts und der Spitze enthält;

Bestimmen, ob der Zielabschnitt der Elektrode einen vorbestimmten unbeabsichtigten Abschnitt enthält, der ein unbeabsichtigter Abschnitt ist, durch Analysieren der Koordinatendaten;

Ausschließen der Elektrode, die den unbeabsichtigten Abschnitt enthält, von den herzustellenden Gegenständen; und

Montieren der Zündkerze unter Verwendung der Elektrode, die den unbeabsichtigten Teil nicht enthält.

**[0007]** Gemäß dieser Konfiguration wird die Bestimmung, ob der Zielabschnitt der Elektrode einen vorbestimmten unbeabsichtigten Abschnitt enthält, der ein nicht beabsichtigter Abschnitt ist, unter Verwendung dreidimensionaler Koordinatendaten durchgeführt, die die dreidimensionale Form des Zielabschnitts darstellen. Somit kann in geeigneter Weise bestimmt werden, ob ein Verbindungsdefizit zwischen dem Basisabschnitt der Elektrode und der Spitze besteht.

[Anwendungsbeispiel 2]

**[0008]** Verfahren nach Anwendungsbeispiel 1, wobei

der Schritt des Erzeugens der dreidimensionalen Koordinatendaten einen Schritt des Erzeugens von mindestens einen von einem ersten Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten umfasst, die relative Koordinaten basierend auf der spezifischen Oberfläche des Basisabschnitts darstellen, und von einem zweiten Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten die relative Koordinaten basierend auf der Funkenentladungsoberfläche der Spitze darstellen.

**[0009]** Gemäß dieser Konfiguration wird die Analyse durch Verwendung zumindest eines ersten Typs von dreidimensionalen Koordinatendaten basierend auf der spezifischen Oberfläche des Basisabschnitts und eines zweiten Typs von dreidimensionalen Koordinatendaten basierend auf der Funkenentladungsoberfläche von der Spitze erleichtert. Somit kann eine geeignete Bestimmung durchgeführt werden.

[Anwendungsbeispiel 3]

**[0010]** Verfahren nach Anwendungsbeispiel 1 oder 2, wobei

in dem Schritt des Bestimmens, ob der Zielabschnitt den unbeabsichtigten Abschnitt enthält,

auf der Grundlage eines Ergebnisses der Analyse der Koordinatendaten, wird bestimmt,

dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Teil enthält; wenn der Zielabschnitt der Elektrode einen ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts aufweist, der ein Abschnitt ist, der sich auf einer der beiden Seiten der spezifischen Oberfläche gegenüber der Basisabschnittsseite befindet, wenn der Zielabschnitt in einer Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche des Basisabschnittes betrachtet wird, und außerhalb einer Kante der spezifischen Oberfläche angeordnet ist, wenn der Zielabschnitt in einer Richtung senkrecht zu der spezifischen Oberfläche betrachtet wird.

**[0011]** Gemäß dieser Konfiguration kann in geeigneter Weise bestimmt werden, dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Abschnitt umfasst, wenn ein Abschnitt, an dem der Basisabschnitt und die Spitze miteinander verbunden sind, aus einer Kante der spezifischen Oberfläche des Basisabschnittes herausragt.

[Anwendungsbeispiel 4]

**[0012]** Verfahren nach einem der Anwendungsbeispiele 1 bis 3, wobei

in dem Schritt des Bestimmens, ob der Zielabschnitt den unbeabsichtigten Teil enthält,

auf der Grundlage eines Ergebnisses der Analyse der Koordinatendaten, wird bestimmt,

dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Abschnitt enthält, wenn der Zielabschnitt der Elektrode einen gegenüberliegenden Abschnitt aufweist, der ein Abschnitt ist, der auf einer der zwei Seiten der spezifischen Oberfläche gegenüber der Basisabschnittsseite angeordnet ist, wenn der Zielabschnitt in einer Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche des Basisabschnittes betrachtet wird, und

wenn der gegenüberliegende Abschnitt einen zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält, der ein Abschnitt ist, der lokal in der Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche vorsteht.

**[0013]** Gemäß dieser Konfiguration kann in geeigneter Weise bestimmt werden, dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Abschnitt umfasst, wenn ein Abschnitt, an dem der Basisabschnitt und die Spitze miteinander verbunden sind, einen lokal vorstehenden Abschnitt aufweist.

[Anwendungsbeispiel 5]

**[0014]** Verfahren nach einem der Anwendungsbeispiele 1 bis 4, wobei

in dem Schritt des Bestimmens, ob der Zielabschnitt den unbeabsichtigten Teil enthält, auf der Grundlage eines Ergebnisses der Analyse der Koordinatendaten, wird bestimmt, dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Abschnitt enthält,

wenn der Zielabschnitt der Elektrode einen dritten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält, der ein Abschnitt ist, der sich auf einer der zwei Seiten der Funkenentladungsoberfläche gegenüber der Spitzenseite befindet, wenn der Zielabschnitt in einer Richtung parallel zu der Funkenentladungsoberfläche der Spitze betrachtet wird.

**[0015]** Gemäß dieser Konfiguration kann in geeigneter Weise bestimmt werden, dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Abschnitt umfasst, wenn ein Abschnitt, an dem der Basisabschnitt und die Spitze miteinander verbunden sind, von der Funkenentladungsoberfläche vorsteht.

**[0016]** Es ist anzumerken, dass die in dieser Beschreibung offenbarte Technik unter Verwendung verschiedener Aspekte realisiert werden kann und in Formen wie einem Verfahren zum Herstellen einer Elektrode mit einem Basisabschnitt und einer mit dem Basisabschnitt verbundenen Spitze, einer mit Verfahren hergestellte Elektrode, ein Verfahren zum Herstellen einer Zündkerze, die mit einer Elektrode versehen ist, die einen Basisabschnitt und eine mit dem Basisabschnitt verbundene Spitze enthält, eine durch das Verfahren hergestellte Zündkerze, ein Verfahren zum Prüfen einer Elektrode und ein Verfahren zum Prüfen einer Zündkerze mit einer Elektrode.

## Figurenliste

**Fig. 1** ist eine Schnittansicht einer Zündkerze 100 gemäß einer Ausführungsform.

**Fig. 2** ist ein Flussdiagramm, das ein Beispiel eines Verfahrens zum Herstellen der Zündkerze 100 darstellt.

Fig. 3A bis **Fig. 3E** sind erläuternde Diagramme eines Körperabschnitts 37 und einer zweiten Spitze 39.

Fig. 4A und **Fig. 4B** sind Flussdiagramme, das ein Beispiel eines Verfahrens zum Vorbereiten einer Masselektrode darstellt.

**Fig. 5** ist ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel eines Messsystems 1000 darstellt.

**Fig. 6A** und **Fig. 6B** sind erläuternde Diagramme eines Koordinatensystems, das dreidimensionale Koordinaten darstellt.

Fig. 7A und **Fig. 7B** sind erläuternde Diagramme eines ersten Typs eines unbeabsichtigten Abschnittes.

Fig. 8A bis **Fig. 8C** sind erläuternde Diagramme eines zweiten Typs eines unbeabsichtigten Abschnittes.

**Fig. 9A** und **Fig. 9B** sind erläuternde Diagramme eines dritten Typs eines unbeabsichtigten Abschnittes.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

Erste Ausführungsform:

Konfiguration der Zündkerze 100:

**[0017]** **Fig. 1** ist eine Schnittansicht einer Zündkerze 100 gemäß einer Ausführungsform. In der Figur sind eine Mittelachse **CL** (auch als „Axiallinie CL“ bezeichnet) der Zündkerze 100 und ein flacher Querschnitt der Zündkerze 100 einschließlich der Mittelachse **CL** dargestellt. Im Folgenden wird eine Richtung parallel zur Mittelachse **CL** auch als „Richtung der Axiallinie **CL**“ oder einfach als „Axiallinienrichtung“ oder „Front-Rück-Richtung“ bezeichnet. Eine radiale Richtung eines auf die Axiallinie **CL** zentrierten Kreises wird auch als „radiale Richtung“ bezeichnet. Die radiale Richtung ist eine Richtung vertikal zu der Axiallinie **CL**. Eine Richtung des Umfangs eines Kreises, der auf der Axiallinie **CL** zentriert ist, wird auch als „Umfangsrichtung“ bezeichnet.

**[0018]** Von Richtungen parallel zu der Mittelachse **CL** wird die Abwärtsrichtung in **Fig. 1** als eine Frontendrichtung **Df** oder eine Frontrichtung **Df** bezeichnet, und die Aufwärtsrichtung wird auch als eine Rückendrichtung **Dfr** oder eine Rückrichtung **Dfr** bezeichnet. Die Frontendrichtung **Df** ist eine Richtung,

die von einem Metallanschluss 40 zu einer nachstehend beschriebenen Mittelelektrode 20 gerichtet ist. Ferner wird die Seite der Frontendrichtung **Df** in **Fig. 1** als eine Frontendseite der Zündkerze 100 bezeichnet, und die Seite der Rückendrichtung **Dfr** in **Fig. 1** wird als eine Rückendseite der Zündkerze 100 bezeichnet.

**[0019]** Die Zündkerze 100 umfasst einen zylindrischen Isolator 10 mit einem Durchgangsloch 12 (auch als ein Axialloch 12 bezeichnet), das sich entlang der Axiallinie **CL** erstreckt, eine Mittelelektrode 20 die an der Frontendseite des Durchgangslochs 12 gehalten ist, einen Metallanschluss 40, der an der Rückendseite des Durchgangslochs 12 gehalten ist, einen Widerstand 73, der in dem Durchgangsloch 12 zwischen der Mittelelektrode 20 und dem Metallanschluss 40 angeordnet ist, einen leitenden ersten Dichtungsabschnitt 72, der in Kontakt mit der Mittelelektrode 20 und dem Widerstand 73 steht, um die Elemente 20 und 73 elektrisch miteinander zu verbinden, einen leitfähigen zweiten Dichtungsabschnitt 74, der in Kontakt mit dem Widerstand 73 und dem Metallanschluss 40 steht, um die Elemente 73 und 40 elektrisch miteinander zu verbinden, eine zylindrische Metallhülse 50, die an der äußeren Umfangsseite des Isolators 10 befestigt ist, und eine Masselektrode 30 mit einem Ende, das mit einer vorderen Endfläche 55 der Metallhülse 50 verbunden ist, und einem anderen Ende, das der Mittelelektrode 20 mit einer Spalt g dazwischen zugewandt ist.

**[0020]** Ein Abschnitt 14 mit großem Durchmesser, der den größten Außendurchmesser aufweist, ist im Wesentlichen in der Mitte des Isolators 10 in der Axiallinienrichtung ausgebildet. Ein hinterer Rumpfabschnitt 13 ist näher an der hinteren Endseite als der Abschnitt 14 mit großem Durchmesser ausgebildet. Ein vorderer Rumpfabschnitt 15 mit einem kleineren Außendurchmesser als der hintere Rumpfabschnitt 13 ist näher an der vorderen Endseite als der Abschnitt 14 mit großem Durchmesser ausgebildet. Ein Abschnitt 16 mit reduziertem Außendurchmesser und ein Schenkelabschnitt 19 sind zudem näher an der Frontendseite als der vordere Rumpfabschnitt 15 derart ausgebildet, dass sie in dieser Reihenfolge zur Frontendseite hin angeordnet sind. Der Abschnitt 16 mit reduziertem Außendurchmesser hat einen Außendurchmesser, der sich in Richtung der Frontrichtung **Df** verjüngt. Ein Abschnitt 11 mit verringertem Innendurchmesser, der einen Innendurchmesser aufweist, der sich in Richtung der Frontrichtung **Df** verjüngt, ist in der Nähe des Abschnitts 16 mit reduziertem Außendurchmesser (in dem Beispiel in **Fig. 1** der vordere Rumpfabschnitt 15) ausgebildet. Der Isolator 10 wird vorzugsweise unter Berücksichtigung der mechanischen Festigkeit, der thermischen Festigkeit und der elektrischen Festigkeit gebildet. Zum Beispiel wird der Isolator 10 durch Sintern von Aluminiumoxid

gebildet (jedes andere isolierende Material kann verwendet werden).

**[0021]** Die Mittelelektrode **20** ist ein Metallelement und ist in dem Durchgangsloch **12** des Isolators **10** an ihrem Ende auf der Seite der Frontrichtung **Df** angeordnet. Die Mittelelektrode **20** hat einen im Wesentlichen zylindrischen Stababschnitt **28** und eine erste Spitze **29**, die mit dem vorderen Ende des Stababschnitts **28** verbunden ist (z. B. Laserstrahl geschweißt). Der Stababschnitt **28** weist einen Kopfabschnitt **24** auf, der ein Abschnitt auf der Seite der Rückrichtung **Dfr** ist, und einem axialen Abschnitt **27**, der mit der Seite der Frontrichtung **Df** des Kopfabschnitts **24** verbunden ist. Der axiale Abschnitt **27** erstreckt sich zu der Frontrichtung **Df** parallel zu der Axiallinie **CL**. Ein Abschnitt des Kopfabschnitts **24**, der sich auf der Seite der Frontrichtung **Df** befindet, weist einen Kragenabschnitt **23** mit einem größeren Außendurchmesser als der äußere Durchmesser des axialen Abschnitts **27** auf. Eine Oberfläche des Kragenabschnitts **23** auf der der Frontrichtungsseite **Df** wird von dem Abschnitt **11** mit verringertem Durchmesser des Isolators **10** gestützt. Der axiale Abschnitt **27** ist mit der Seite der Frontrichtung **Df** des Kragenabschnitts **23** verbunden. Die erste Spitze **29** ist mit dem vorderen Ende des axialen Abschnitts **27** verbunden.

**[0022]** Der Stababschnitt **28** weist eine äußere Schicht **21** und einen Kernabschnitt **22** auf, der an der inneren Umfangsseite der äußeren Schicht **21** angeordnet ist. Die äußere Schicht **21** ist aus einem Material mit höherer Oxidationsbeständigkeit als der Kernabschnitt **22** gebildet (z. B. eine Legierung, die Nickel als Hauptkomponente enthält). Hier bedeutet die Hauptkomponente eine Komponente mit dem höchsten prozentualen Gehalt (Gewichtsprozent (Gew.-%)). Der Kernabschnitt **22** ist aus einem Material gebildet, das eine höhere Wärmeleitfähigkeit als die äußere Schicht **21** aufweist (wie etwa reines Kupfer oder eine Legierung, die Kupfer als Hauptkomponente enthält).

**[0023]** Die erste Spitze **29** ist durch Verwendung eines Materials mit höherer Beständigkeit gegen Entladung als der axiale Abschnitt **27** (z. B. ein Edelmetall wie Iridium (Ir) oder Platin (Pt)) gebildet. Ein Abschnitt der Mittelelektrode **20** an der Frontendseite, einschließlich der ersten Spitze **29**, ist von der axialen Öffnung **12** in dem Isolator **10** zu der Seite der Frontrichtung **Df** freigelegt. Der Kernabschnitt **22** kann weggelassen werden. Ferner kann die erste Spitze **29** weggelassen werden.

**[0024]** Der Metallanschluss **40** ist ein stabförmiges Element, das sich parallel zu der Axiallinie **CL** erstreckt. Der Metallanschluss **40** wird unter Verwendung eines Materials mit Leitfähigkeit (z. B. ein Metall, das Eisen als Hauptkomponente enthält) gebildet.

Der Metallanschluss **40** weist einen Kappenbefestigungsabschnitt **49**, einen Kragenabschnitt **48** und einen axialen Abschnitt **41** auf, die in der Reihenfolge in der Frontrichtung **Df** angeordnet sind. Der axiale Abschnitt **41** ist in einen Abschnitt auf der Rückrichtungsseite **Dfr** des axialen Lochs **12** in dem Isolator **10** eingesetzt. Der Kappenbefestigungsabschnitt **49** ist an der Rückendseite des Isolators **10** angeordnet und ist von der Außenseite des Axialloches **12** freigelegt.

**[0025]** Innerhalb des axialen Lochs **12** in dem Isolator **10** ist der Widerstand **73** zwischen dem Metallanschluss **40** und der Mittelelektrode **20** angeordnet, um elektrisches Rauschen zu unterdrücken. Der Widerstand **73** wird unter Verwendung eines Materials mit Leitfähigkeit (z. B. einer Mischung aus Glas, Kohlenstoffpartikeln und Keramikpartikeln) gebildet. Der erste Dichtungsabschnitt **72** ist zwischen dem Widerstand **73** und der Mittelelektrode **20** angeordnet, und der zweite Dichtungsabschnitt **74** ist zwischen dem Widerstand **73** und dem Metallanschluss **40** angeordnet. Die Dichtungsabschnitte **72** und **74** sind unter Verwendung eines Materials mit Leitfähigkeit (z. B. eine Mischung aus Metallpartikeln und Glas, die die gleiche ist wie diejenige des Materials des Widerstands **73**) enthalten ist. Die Mittelelektrode **20** ist unter Verwendung des ersten Dichtungsabschnitts **72**, des Widerstands **73** und des zweiten Dichtungsabschnitts **74** elektrisch mit dem Metallanschluss **40** verbunden.

**[0026]** Die Metallhülse **50** ist ein zylindrisches Element mit einem Durchgangsloch **59**, das sich entlang der Axiallinie **CL** erstreckt. Der Isolator **10** ist in das Durchgangsloch **59** der Metallhülse **50** eingesetzt, und die Metallhülse **50** ist an dem Außenumfang des Isolators **10** befestigt. Die Metallhülse **50** ist unter Verwendung eines leitenden Materials (z. B. eines Metalls, das Eisen als Hauptkomponente enthält, wie Kohlenstoffstahl) gebildet. Ein Abschnitt des Isolators **10**, der sich auf der Seite der Frontrichtung **Df** befindet, ist von dem Durchgangsloch **59** nach außen freigelegt. Ferner ist ein Abschnitt auf der Seite der Rückrichtung des Isolators **10** von dem Durchgangsloch **59** nach außen freigelegt.

**[0027]** Die Metallhülse **50** weist einen Werkzeugeingriffsabschnitt **51** und einen vorderen Rumpfabschnitt **52** auf. Der Werkzeugeingriffsabschnitt **51** ist ein Abschnitt, über den ein Schraubenschlüssel (nicht dargestellt) für eine Zündkerze angebracht ist. Der vordere Rumpfabschnitt **52** ist ein Abschnitt, der die vordere Endfläche **55** der Metallhülse **50** umfasst. Der vordere Rumpfabschnitt **52** hat an seiner Außenumfangsfläche einen Schraubenabschnitt **57** zum Einschrauben in ein Installationsloch in einem Verbrennungsmotor (z. B. einem Benzinmotor). Der Schraubenabschnitt **57** ist ein Abschnitt, an dem ein

Außengewinde ausgebildet ist, das sich in Richtung der Axiallinie **CL** erstreckt.

**[0028]** Die Metallhülse **50** hat an ihrer äußeren Umfangsfläche zwischen dem Werkzeugangriffsabschnitt **51** und dem vorderen Rumpfabschnitt **52** einen flanschförmigen mittleren Rumpfabschnitt **54** ausgebildet, der in radialer Richtung nach außen vorsteht. Der mittlere Rumpfabschnitt **54** hat einen größeren Außendurchmesser als der maximale Außendurchmesser des Schraubenabschnitts **57** (d. h. der Außendurchmesser der Oberseite des Gewingegangs). Eine Oberfläche **300** auf der Seite der Frontrichtung **Df** des mittleren Rumpfabschnitts **54** ist ein Sitzabschnitt, der eine Dichtung mit einem Installationsabschnitt (z. B. einem Motorkopf) bildet, der ein Abschnitt ist, der das Installationsloch in dem Verbrennungsmotor bildet.

**[0029]** Eine ringförmige Dichtung **90** ist zwischen dem Schraubenabschnitt **57** des vorderen Rumpfabschnitts **52** und dem Sitzabschnitt **300** des mittleren Rumpfabschnitts **54** angeordnet. Die Dichtung **90** wird zusammengedrückt und verformt, wenn die Zündkerze **100** in den interne Verbrennungsmotor eingebaut wird, um den Zwischenraum zwischen dem Sitzabschnitt **300** des mittleren Rumpfabschnitts **54** der Zündkerze **100** und dem Installationsabschnitt (z. B. dem Motorkopf) der (nicht dargestellten) Brennkraftmaschine abzudichten. Die Dichtung **90** kann weggelassen werden. In diesem Fall wird der Sitzabschnitt **300** des mittleren Rumpfabschnitts **54** in direkten Kontakt mit dem Installationsabschnitt des Verbrennungsmotors gebracht, wodurch der Zwischenraum zwischen dem Sitzabschnitt **300** und dem Installationsabschnitt des Verbrennungsmotors abgedichtet wird.

**[0030]** Der vordere Rumpfabschnitt **52** der Metallhülse **50** weist einen Abschnitt **56** mit reduziertem Innendurchmesser auf, der einen Innendurchmesser aufweist, der sich zur Frontendseite hin verjüngt. Eine Frontendseitendichtung **8** wird zwischen dem Abschnitt **56** mit reduziertem Innendurchmesser der Metallhülse **50** und dem Abschnitt **16** mit reduziertem Außendurchmesser des Isolators **10** gehalten. Bei dieser Ausführungsform ist die Frontendseitendichtung **8** zum Beispiel ein plattenförmiger Ring aus Eisen (jedes andere Material (z. B. ein Metallmaterial wie Kupfer) kann verwendet werden).

**[0031]** Ein Crimpabschnitt **53**, der ein dünner Abschnitt ist, ist näher an der Rückendseite als der Werkzeugeingriffsabschnitt **51** der Metallhülse **50** ausgebildet (der Crimpabschnitt **53** ist ein Rückendabschnitt, der das hintere Ende der Metallhülse **50** bildet). Ferner ist ein Ausbeulungsabschnitt **58**, der ein dünner Abschnitt ist, zwischen dem mittleren Rumpfabschnitt **54** und dem Werkzeugangriffsabschnitt **51** ausgebildet. Ringförmige Ringelemente **61** und **62**

sind zwischen einer Innenumfangsfläche der Metallhülse **50** von dem Werkzeugangriffsabschnitt **51** zu dem Crimpabschnitt **53** und einer äußeren Umfangsoberfläche des hinteren Rumpfabschnitts **13** des Isolators **10** eingesetzt. Ferner ist ein Raum zwischen den Ringelementen **61** und **62** mit einem Talkpulver **70** gefüllt.

**[0032]** Wenn der Crimpabschnitt **53** nach innen gebogen und gecrimpt ist in dem Herstellungsprozess der Zündkerze **100**, wird der Ausbeulungsabschnitt **58** nach Maßgabe der Ausübung einer Druckkraft nach außen (ausgebeult) verformt, was dazu führt, dass die Metallhülse **50** und der Isolator **10** fixiert werden. Der Talk **70** wird in dem Crimpvorgang komprimiert, und die Luftdichtigkeit zwischen der Metallhülse **50** und dem Isolator **10** wird erhöht. Zusätzlich wird die Dichtung **8** zwischen dem Abschnitt **16** mit reduziertem Außendurchmesser des Isolators **10** und dem Abschnitt **56** mit reduziertem Innendurchmesser der Metallhülse **50** gedrückt und dichtet dann zwischen der Metallhülse **50** und dem Isolator **10** ab.

**[0033]** Die Masseelektrode **30** ist ein Metallelement und weist einen stabförmigen Körperabschnitt **37** und eine zweite Spitze **39** auf, die an einem vorderen Endabschnitt **34** des Körperabschnitts **37** angebracht ist. Der Körperabschnitt **37** weist einen weiteren Endabschnitt **33** auf (auch bezeichnet als ein Basisendabschnitt **33**), der mit der vorderen Endoberfläche **55** der Metallhülse **50** verbunden (z. B. widerstandsgeschweißt) ist. Der Körperabschnitt **37** erstreckt sich in der Frontendrichtung **Df** von dem Basisendabschnitt **33**, der mit der Metallhülse **50** verbunden ist, biegt sich in Richtung der Mittelachse **CL** und erreicht den Frontendabschnitt **34**. Die zweite Spitze **39** ist an einem Abschnitt auf der Rückrichtungsseite **Dfr** des vorderen Endabschnitts **34** befestigt (z. B. durch Widerstandsschweißen oder Laserstrahlschweißen). Der Abschnitt **37** entspricht einem Basisabschnitt, mit dem die Spitze **39** verbunden ist. Die zweite Spitze **39** der Masseelektrode **30** und die erste Spitze **29** der Mittelelektrode **20** definieren den Zwischenraum **g** dazwischen.

**[0034]** Das heißt, die zweite Spitze **39** der Masseelektrode **30** ist auf der Seite der Frontrichtung **Df** der ersten Spitze **29** der Mittelelektrode **20** angeordnet und liegt der ersten Spitze **29** mit dem Zwischenraum **g** dazwischen gegenüber.

**[0035]** Die zweite Spitze **39** wird unter Verwendung eines Materials mit höherer Beständigkeit gegen Entladung als der Körperabschnitt **37** (z. B. ein Edelmetall wie Iridium (Ir) oder Platin (Pt)) gebildet. Die zweite Spitze **39** kann weggelassen werden.

**[0036]** Der Körperabschnitt **37** hat eine äußere Schicht **31** und eine innere Schicht **32**, die an der inneren Umfangsseite der äußeren Schicht **31** ange-

ordnet ist. Die äußere Schicht **31** ist aus einem Material gebildet, das eine höhere Oxidationsbeständigkeit als die innere Schicht **32** aufweist (z. B. eine Legierung, die Nickel als Hauptkomponente enthält). Die innere Schicht **32** ist aus einem Material gebildet, das eine höhere Wärmeleitfähigkeit als die äußere Schicht **31** aufweist (wie etwa reines Kupfer oder eine Legierung, die Kupfer als Hauptkomponente enthält). Die innere Schicht **32** kann weggelassen werden.

Herstellungsverfahren:

**[0037]** Fig. 2 ist ein Flussdiagramm, das ein Beispiel eines Verfahrens zum Herstellen der Zündkerze **100** zeigt. In S100 wird die stabförmige Masseelektrode **30** vorbereitet. In dieser Ausführungsform werden der stabförmige Körperabschnitt **37**, der nicht gebogen ist, und die zweite Spitze **39** vorbereitet. Irgend eines von verschiedenen wohlbekannten Verfahren kann als ein Verfahren zur Herstellung dieser Elemente verwendet werden (die detaillierte Beschreibung davon wird weggelassen). Dann wird die zweite Spitze **39** durch Widerstandsschweißen mit dem vorderen Endabschnitt **34** des Körperabschnitts **37** verbunden. Fig. 3A zeigt eine perspektivische Ansicht des Körperabschnitts **37** und der zweiten Spitze **39**, bevor sie miteinander verbunden werden, und Fig. 3B zeigt den Körperabschnitt **37** und die zweite Spitze **39**, nachdem sie miteinander verbunden worden sind. In den Figuren stellen die Mittelachse **CL** und die Richtungen **Df** und **Dfr** die Mittelachse **CL** und die Richtungen **Df** und **Dfr** dar, wenn sie von dem vorderen Endabschnitt **34** des Körperabschnitts **37** und der zweiten Spitze **39** in der fertigen Zündkerze **100** aus betrachtet werden (Fig. 1). Im Folgenden wird eine Positionsbeziehung unter Verwendung der Axiallinie **CL** und der Richtungen **Df** und **Dfr** beschrieben.

**[0038]** Wie in den Figuren dargestellt, ist die zweite Spitze **39** mit einer Oberfläche **S1** auf der Rückrichtungsseite **Dfr** des vorderen Endabschnitts **34** des Körperabschnitts **37** verbunden (nachfolgend auch als eine spezifische Oberfläche **S1** bezeichnet). Eine Oberfläche **S2** auf der Rückrichtungsseite **Dfr** der zweiten Spitze **39** ist eine Funkenentladungsoberfläche (nachfolgend auch als Funkenentladungsoberfläche **S2** bezeichnet). In den Figuren sind die Kanten **E1**, **E2** und **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** ebenfalls dargestellt.

**[0039]** Die Kante **E1** ist eine Kante, die das vordere Ende der spezifischen Oberfläche **S1** angibt. Die Kante **E1** zeigt einen Abschnitt an, der die spezifische Oberfläche **S1** und eine vordere Endoberfläche **37e** des Körperabschnitts **37** miteinander verbindet. Die Kanten **E2** und **E3** stellen Kanten des vorderen Endabschnitts **34** in einer Richtung senkrecht zu einer Richtung **D37** dar, in der sich der vordere Endabschnitt **34** zu der vorderen Endfläche **37e** erstreckt (die Richtung **D37** wird auch als eine Erstreckungs-

richtung **D37** bezeichnet). In dieser Ausführungsform ist die Erstreckungsrichtung **D37** eine Richtung, die zu der vorderen Endfläche **37e** und vertikal zu der Axiallinie **CL** gerichtet ist.

**[0040]** Fig. 3C bis Fig. 3E sind erläuternde Diagramme, wie der vordere Endabschnitt **34** und die zweite Spitze **39** miteinander verbunden sind. Jede Figur zeigt eine äußere Erscheinung des Körperabschnitts **37** und der zweiten Spitze **39**, in einer Richtung senkrecht zu der Frontrichtung **Df** betrachtet. Zuerst wird, wie in Fig. 3C dargestellt, die zweite Spitze **39** auf der spezifischen Oberfläche **S1** auf der Rückrichtungsseite **Dfr** des vorderen Endabschnitts **34** platziert. Dann wird, wie in Fig. 3D dargestellt, ein erster Stützabschnitt **410** gegen eine Oberfläche auf der Rückrichtungsseite **Dfr** der zweiten Spitze **39** gedrückt, und ein zweiter Stützabschnitt **420** wird gegen eine Oberfläche auf der Frontrichtungsseite **Df** des vorderen Endabschnitts **34** gedrückt. Die Stützabschnitte **410** und **420** sind aus einem leitfähigen Material gebildet (z.B. Edelstahl). Dann wird eine Spannung zum Widerstandsschweißen zwischen den Stützabschnitten **410** und **420** angelegt. Somit fließt Strom durch den vorderen Endabschnitt **34** und die zweite Spitze **39**. Der Stromfluss führt zu einem Schmelzen eines Abschnitts, wo die spezifische Oberfläche **S1** auf der Rückrichtungsseite **Dfr** des vorderen Endabschnitts **34** und der Frontrichtungsseite **Df** der zweiten Spitze **39** in Kontakt miteinander stehen, was dazu führt, dass der vordere Endabschnitt **34** und die zweite Spitze **39** miteinander verbunden werden.

**[0041]** Fig. 3E zeigt das äußere Erscheinungsbild nach dem Schweißen. Wie in der Figur dargestellt, ist ein Verbindungsabschnitt **200** in einem Grenzabschnitt des vorderen Endabschnitts **34** und der zweiten Spitze **39** ausgebildet.

**[0042]** Wie in Fig. 3B dargestellt, ist der Verbindungsabschnitt **200** um den gesamten Umfang eines Grenzabschnitts zwischen der spezifischen Oberfläche **S1** des vorderen Endabschnitts **34** und einer äußeren Umfangsfläche **S3** der zweiten Spitze **39** ausgebildet. Der Verbindungsabschnitt **200** ist ein Abschnitt, wo der vordere Endabschnitt **34** und die zweite Spitze **39** miteinander verbunden sind. Der Verbindungsabschnitt **200** ist ein Abschnitt, der als Folge eines geschmolzenen Abschnitts des vorderen Endabschnitts **34** und der zweiten Spitze **39**, der während des Schweißens gekühlt und verfestigt wird (auch als der geschmolzene Abschnitt **200** bezeichnet), hergestellt wird. Der Verbindungsabschnitt **200** umfasst die Komponenten des vorderen Endabschnitts **34** und die Komponenten der zweiten Spitze **39**. Mit anderen Worten ist der Verbindungsabschnitt **200** eine Legierungsschicht der Komponenten des vorderen Endabschnitts **34** und der Komponenten der zweiten Spitze **39**. Der Verbindungsabschnitt **200** ist auch ein Ab-

schnitt, wo der vordere Endabschnitt **34** und die zweite Spitze **39** in einer einzigen Einheit integriert sind.

**[0043]** Es sei angemerkt, dass die Form des Verbindungsabschnitts **200** sich unter einer Mehrzahl von Masseelektroden **30** unterscheiden kann. In **Fig. 3B** ist der Verbindungsabschnitt **200** mit einer geeigneten Form dargestellt. In dieser Ausführungsform ist der geeignete Verbindungsabschnitt **200** innerhalb der Kanten **E1**, **E2** und **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** des vorderen Endabschnitts **34** und innerhalb eines Bereichs auf der Seite des Körperabschnitts **37** und nicht auf der Funkenentladungsoberfläche **S2** der zweiten Spitze **39** ausgebildet. Ferner weist der Verbindungsabschnitt **200** eine Oberfläche auf, die eine glatte gekrümmte Oberfläche definiert. Selbst wenn jedoch der Körperabschnitt **37** und die zweite Spitze **39** unter Verwendung desselben Verfahrens miteinander verbunden werden, kann ein unbeabsichtigter Abschnitt in einem Verbindungsabschnitt gebildet werden. In einigen Fällen kann sich beispielsweise ein Verbindungsabschnitt über die spezifische Oberfläche **S1** des vorderen Endabschnitts **34** ausdehnen und von der Kante **E1**, **E2** oder **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** nach außen vorstehen. In anderen Fällen kann aufgrund des Vorhandenseins von Spritzern ein langer, schmaler, dornartiger Vorsprungsabschnitt in einem Verbindungsabschnitt gebildet werden. In noch anderen Fällen kann sich ein Verbindungsabschnitt zu der Rückrichtungsseite **Dfr** über die Funkenentladungsfläche **S2** der zweiten Spitze **39** hinaus ausdehnen. Wenn ein solcher unbeabsichtigter Abschnitt in einem Verbindungsabschnitt gebildet wird, kann ein Mangel auftreten. Zum Beispiel kann eine Entladung an einem Verbindungsabschnitt anstatt an der Funkenentladungsfläche **S2** auftreten. Alternativ kann während des Transports von Zündkerzen ein vorstehender Abschnitt eines Verbindungsabschnitts mit anderen Elementen in Kontakt kommen und eine Masseelektrode kann beschädigt werden.

**[0044]** In dieser Ausführungsform wird dementsprechend, in **S100** in **Fig. 2**, die dreidimensionale Form eines Verbindungsabschnitts identifiziert und es wird bestimmt, ob der Verbindungsabschnitt einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält. Wenn bestimmt wird, dass der Verbindungsabschnitt keinen unbeabsichtigten Abschnitt enthält, wird eine Masseelektrode als ein Element zum Herstellen der Zündkerze **100** verwendet. Wenn bestimmt wird, dass der Verbindungsabschnitt einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält, wird die Masseelektrode von den herzustellenden Objekten ausgeschlossen. Die Einzelheiten dieser Prozesse werden nachstehend beschrieben.

**[0045]** In **S110** in **Fig. 2** werden andere Elemente als die Masseelektrode **30** vorbereitet. Insbesondere werden Elemente einschließlich der Metallhülse **50**, dem Isolator **10**, der Mittelelektrode **20**, der jeweiligen

Pulvermaterialien der Abdichtungsabschnitte **72** und **74** und des Widerstands **73** und des Metallanschlusses **40** vorbereitet. Irgendeines von verschiedenen wohlbekanntem Verfahren kann als ein Verfahren zur Herstellung dieser Elemente übernommen werden (die detaillierte Beschreibung davon wird weggelassen). Die Herstellung der Masseelektrode (**S100**) und die Herstellung der anderen Elemente (**S110**) werden unabhängig voneinander durchgeführt.

**[0046]** In **S120** wird die Zündkerze **100** unter Verwendung der vorbereiteten Elemente zusammengebaut. Zum Beispiel wird zuerst eine Baugruppe mit dem Isolator **10**, der Mittelelektrode **20** und dem Metallanschluss **40** erzeugt. Zum Beispiel wird die Mittelelektrode **20** in eine Öffnung auf der Rückseite **Dfr** des Isolators **10** eingeführt. Die Mittelelektrode **20** wird durch den Abschnitt **11** mit verringertem Innendurchmesser des Isolators **10** unterstützt und ist somit in dem Durchgangsloch **12** in einer vorbestimmten Position angeordnet. Dann werden die jeweiligen Materialpulver des ersten Dichtungsabschnitts **72**, des Widerstands **73** und des zweiten Dichtungsabschnitts **74** eingeführt, und die eingebrachten Pulvermaterialien werden in der Reihenfolge der Elemente **72**, **73** und **74** geformt. Die Pulvermaterialien werden in das Durchgangsloch **12** von der Öffnung auf der Rückrichtungsseite des Isolators **10** eingeführt.

**[0047]** Dann wird der Isolator **10** auf eine vorbestimmte Temperatur erhitzt, die höher als der Erweichungspunkt der Glaskomponente ist, die in den Materialpulvern der Elemente **72**, **73** und **74** enthalten ist, und der axiale Abschnitt **41** des Metallanschlusses **40** wird in das Durchgangsloch **12** von der Öffnung Rückrichtungsseite **Dfr** des Isolators **10** eingeführt, wobei der Isolator **10** auf die vorbestimmte Temperatur erwärmt wird. Als ein Ergebnis werden die Materialpulver der Elemente **72**, **73** und **74** komprimiert und gesintert, um die Elemente **72**, **73** und **74** zu bilden. Dann wird der Metallanschluss **40** an dem Isolator **10** befestigt.

**[0048]** Dann wird die Masseelektrode **30** mit der Metallhülse **50** verbunden (z. B. widerstandsgeschweißt).

**[0049]** Dann wird die oben beschriebene Anordnung, die den Isolator **10** enthält, an der Metallhülse **50** befestigt. Insbesondere die vorderseitige Dichtung **8**, die Baugruppe, das Ringelement **62**, der Talk **70** und das Ringelement **61** werden in dem Durchgangsloch **59** der Metallhülse **50** angeordnet, und dann wird der Crimpabschnitt **53** der Metallhülse **50** gequetscht, um sich nach innen zu biegen, wodurch ermöglicht wird, dass der Isolator **10** an der Metallhülse **50** befestigt wird. Dann wird die stabförmige Masseelektrode **30** gebogen, um den Abstand des Spalts **g** einzu-



stellen. Dementsprechend ist die Zündkerze **100** fertiggestellt.

**[0050]** Fig. 4A und Fig. 4B sind Flussdiagramme, das ein Beispiel des Verfahrens zum Vorbereiten einer Masseelektrode in S100 in Fig. 2 darstellen. In S200 werden der stabförmige Körperabschnitt **37** und die zweite Spitze **39** vorbereitet. In S210 ist die zweite Spitze **39** mit dem Körperabschnitt **37** verbunden. Die Schritte S200 und S210 wurden unter Bezugnahme auf Fig. 3A bis Fig. 3E beschrieben. In S220 werden jeweilige relative Positionen einer Vielzahl von Punkten auf einer Außenfläche eines Zielabschnitts der Masseelektrode **30**, einschließlich der zweiten Spitze **39**, unter Verwendung einer Abstandsmessvorrichtung identifiziert.

**[0051]** Fig. 5 ist ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel eines Messsystems **1000** darstellt. In dieser Ausführungsform umfasst das Messsystem **1000** ein Entfernungsmesssystem **700** und eine Steuervorrichtung **800**, die das Entfernungsmesssystem **700** steuert. Das Entfernungsmesssystem **700** umfasst eine Abstandsmessvorrichtung **710** und eine Stützvorrichtung **720**, die die Abstandsmessvorrichtung **710** trägt und die Abstandsmessvorrichtung **710** bewegen kann. Die Abstandsmessvorrichtung **710** ist eine Vorrichtung, die einen Abstand zwischen der Abstandsmessvorrichtung **710** und einem Messziel misst. Jede Konfiguration kann als eine Konfiguration der Abstandsmessvorrichtung **710** verwendet werden. In dieser Ausführungsform ist die Abstandsmessvorrichtung **710** ein Laserentfernungsmesser. Die Abstandsmessvorrichtung **710** legt einen Laserstrahl **Lz1** auf das Messobjekt in einer vorbestimmten Bestrahlungsrichtung **LD** an und empfängt einen reflektierten Strahl **Lz2** von dem Messobjekt. Dann identifiziert die Abstandsmessvorrichtung **710** den Abstand zwischen der Abstandsmessvorrichtung **710** und dem Messziel in der Bestrahlungsrichtung **LD** unter Verwendung des Laserstrahls **Lz1** und des reflektierten Strahls **Lz2** (z. B. unter Verwendung einer Phasendifferenz). Die Entfernungsauflösung ist beispielsweise kleiner oder gleich 20 µm.

**[0052]** In dieser Ausführungsform ist ferner die Abstandsmessvorrichtung **710** in der Lage, einen Abstand zwischen jedem einer Vielzahl von Messpositionen mit unterschiedlichen Positionen in einer Abtastrichtung **SD** und der Abstandsmessvorrichtung **710** in der Einstrahlungsrichtung **LD** zu messen (die Abtastrichtung **SD** ist eine vorbestimmte Richtung senkrecht zur Bestrahlungsrichtung **LD**). Zum Beispiel bewegt die Abstandsmessvorrichtung **710** ein optisches System (wie etwa eine Linse), das in der Abstandsmessvorrichtung **710** enthalten ist, um die Ausgangsposition oder Bestrahlungsrichtung des Laserstrahls **Lz1** zu bewegen, um eine Messposition in der Abtastrichtung **SD** zu ändern.

**[0053]** In dieser Ausführungsform ist die Masseelektrode **30** an einer Position um eine vorbestimmte Distanz in der Bestrahlungsrichtung **LD** entfernt von der Abstandsmessvorrichtung **710** angeordnet.

**[0054]** Die Ausrichtung der Masseelektrode **30** zu der Abstandsmessvorrichtung **710** ist so eingestellt, dass die Funkenentladungsfläche **S2** der zweiten Spitze **39** zu der Abstandsmessvorrichtung **710** gerichtet ist und die Erstreckungsrichtung **D37** des vorderen Endabschnitts **34** ungefähr mit einer vorbestimmte Zielrichtung **Dt37** übereinstimmt. In diesem Zustand ist die Bestrahlungsrichtung **LD** ungefähr senkrecht zu der spezifischen Oberfläche **S1** der Masseelektrode **30**, ungefähr vertikal zu der Funkenentladungsfläche **S2** und ungefähr gleich der Frontichtung **Df** relativ zu der Masseelektrode **30**. Die Abtastrichtung **SD** ist ungefähr senkrecht zur Erstreckungsrichtung **D37**.

**[0055]** Die Haltevorrichtung **720** umfasst einen Arm **722**, der die Abstandsmessvorrichtung **710** trägt, und eine Antriebsquelle **724** (z. B. einen Elektromotor), die den Arm **722** bewegt. Die Haltevorrichtung **720** kann die Position der Abstandsmessvorrichtung **710** in einer Bewegungsrichtung **MD** bewegen, die eine Richtung ist, die die Abtastrichtung **SD** schneidet. In dieser Ausführungsform ist die Bewegungsrichtung **MD** eine Richtung senkrecht zu der Abtastrichtung **SD** und der Bestrahlungsrichtung **LD**.

**[0056]** In der Figur repräsentieren mehrere Punkte **Mp** Messpositionen, in denen Distanzen durch das Entfernungsmesssystem **700** gemessen werden (auch als Messpositionen **Mp** bezeichnet).

**[0057]** Wie in der Figur dargestellt ist, ist die Vielzahl von Messpositionen **Mp** über eine Oberfläche auf der Rückwärtsrichtungsseite eines Zielabschnitts **30t** der Masseelektrode **30** verteilt. Der Zielabschnitt **30t** ist ein Abschnitt, der die zweite Spitze **39** und einen Abschnitt der spezifische Oberfläche **S1**, der die zweite Spitze **39** umgibt, enthält.

**[0058]** Der Zielabschnitt **30t** enthält den Verbindungsabschnitt **200**, die Kante **E1**, einen Abschnitt der Kante **E2**, der in der Erstreckungsrichtung **D37** ausgerichtet ist, und einen Abschnitt der Kante **E3**, der in Erstreckungsrichtung **D37** ausgerichtet ist. Die Vielzahl von Messpositionen **Mp** ist derart angeordnet, dass sie ungefähr gleichmäßig über die Oberfläche auf der Rückrichtungsseite **Dfr** des Zielabschnitts **30t** verteilt sind. Die Vielzahl von Messpositionen **Mp** ist auch außerhalb der Masseelektrode **30** angeordnet (der Grund dafür wird nachstehend beschrieben). In dieser Ausführungsform sind die mehreren Messpositionen **Mp** in einem gitterartigen Muster angeordnet.

[0059] Die Steuerungsvorrichtung **800** ist beispielsweise ein Personal Computer (z. B. ein Desktop-Computer oder ein Tablet-Computer). Die Steuerungsvorrichtung **800** umfasst einen Prozessor **810**, eine Speichervorrichtung **815**, eine Anzeigeeinheit **840**, die ein Bild anzeigt, eine Operationseinheit **850**, die eine von einem Benutzer durchgeführte Operation akzeptiert, und eine Schnittstelle **870**. Die Speichervorrichtung **815** umfasst eine flüchtige Speichervorrichtung **820** und eine nicht flüchtige Speichervorrichtung **830**. Die Elemente der Steuerungsvorrichtung **800** sind über einen Bus miteinander verbunden.

[0060] Der Prozessor **810** ist eine Vorrichtung, die Datenverarbeitung durchführt und beispielsweise eine CPU ist. Die flüchtige Speichervorrichtung **820** ist beispielsweise ein DRAM und die nichtflüchtige Speichervorrichtung **830** ist beispielsweise ein Flash-Speicher. Die nichtflüchtige Speichervorrichtung **830** speichert ein Programm **832**. Der Prozessor **810** führt das Programm **832** aus, um das Abstandsmesssystem **700** zu steuern, um den Verbindungsabschnitt **200** zu prüfen (die Details davon werden nachstehend beschrieben). Der Prozessor **810** speichert vorübergehend in der Speichervorrichtung **815** (z. B. irgendeine der flüchtigen Speichervorrichtung **820** und der nichtflüchtigen Speichervorrichtung **830**) verschiedene Teile von Zwischendaten, die verwendet werden, um das Programm **832** auszuführen.

[0061] Die Anzeigeeinheit **840** ist eine Vorrichtung, die ein Bild anzeigt und beispielsweise eine Flüssigkristallanzeige ist. Die Betriebseinheit **850** ist eine Vorrichtung, die eine von einem Benutzer ausgeführte Operation empfängt und beispielsweise ein Berührungsfeld ist, das der Anzeigeeinheit **840** überlagert ist. Der Benutzer kann die Betriebseinheit **850** betätigen, um verschiedene Anweisungen an die Steuerungsvorrichtung **800** einzugeben. Die Schnittstelle **870** ist eine Schnittstelle (z. B. eine USB-Schnittstelle) zum Kommunizieren mit anderen Vorrichtungen. Das Entfernungsmesssystem **700** (insbesondere die Entfernungsmessvorrichtung **710** und die Unterstützungsvorrichtung **720**) ist mit der Schnittstelle **870** verbunden.

[0062] In **S220** in **Fig. 4A** betreibt der Benutzer die Operationseinheit **850** der Steuerungsvorrichtung **800**, um einen Befehl zum Starten eines Inspektionsprozesses einzugeben. Als Reaktion auf die Anweisung startet der Prozessor **810** einen Prüfprozess gemäß dem Programm **832**. Insbesondere steuert der Prozessor **810** in **S220** die Abstandsmessvorrichtung **710**, um zu bewirken, dass die Abstandsmessvorrichtung **710** die jeweiligen Abstände bei der Mehrzahl von Messpositionen **Mp** in unterschiedlichen Positionen in der Abtastrichtung **SD** misst und Abstandsinformationen erhält, die die Abstände von der Abstandsmessvorrichtung **710** angeben. Ferner steuert der Prozessor **810** die Unterstützungsvorrich-

tung **720**, um die Position der Abstandsmessvorrichtung **710** in der Bewegungsrichtung **MD** zu bewegen. Der Prozessor **810** wiederholt abwechselnd die Messung einer Entfernung und die Bewegung der Abstandsmessvorrichtung **710**, um Abstandsinformationen über jede der mehreren Messpositionen **Mp** zu erhalten.

[0063] Die Abstände an den Messpositionen **Mp** ändern sich entsprechend den Positionen auf der äußeren Oberfläche des Zielabschnitts **30t** der Masselektrode **30**. Zum Beispiel ist die Funkenentladungsoberfläche **S2** auf der Seite der Abstandsmessvorrichtung **710** der spezifischen Oberfläche **S1** positioniert. Somit sind die Abstände an den Messpositionen **Mp** auf der Funkenentladungsfläche **S2** kürzer als die Abstände an den Messpositionen **Mp** auf der spezifischen Oberfläche **S1**.

[0064] Der Prozessor **810** steuert die Unterstützungsvorrichtung **720** und ist somit in der Lage, jede von mehreren Positionen der Abstandsmessvorrichtung **710** in der Bewegungsrichtung **MD** zu identifizieren, die durch die Unterstützungsvorrichtung **720** bewegt wird.

[0065] In **S220** erhält der Prozessor **810** Geometrieinformationen, die Korrespondenzbeziehungen zwischen den Positionen der Abstandsmessvorrichtung **710** in der Bewegungsrichtung **MD**, den Positionen der Messpositionen **Mp** in der Abtastrichtung **SD** und den gemessenen Entfernungen angeben. Eine Korrespondenzbeziehung repräsentiert eine Messposition **Mp**.

[0066] Die Geometrieinformation gibt die jeweiligen Korrespondenzbeziehungen für die Vielzahl von Messpositionen **Mp** an. Es sei angemerkt, dass die Bestrahlungsrichtung **LD** des Laserstrahls **Lz1** im Voraus bestimmt wird. Dementsprechend zeigt die Geometrieinformation die jeweiligen relativen dreidimensionalen Orte der Mehrzahl von Messpositionen **Mp** auf der äußeren Oberfläche auf der Rückrichtungssseite **Dfr** des Zielteils **30t** der Masselektrode **30** an. Mit anderen Worten, der Prozessor **810** erhält die Geometrie Informationen auf diese Weise, wodurch der relative dreidimensionale Ort jeder der Mehrzahl von Messpositionen **Mp** identifiziert wird.

[0067] In **Fig. 5** sind die mehreren Meßpositionen **Mp** in einfacher Form dargestellt. Tatsächlich werden die jeweiligen Abstände an mehreren Messpositionen **Mp** gemessen, die in höherer Dichte angeordnet sind. Zusätzlich sind die mehreren Messpositionen **Mp** weit außerhalb der Kanten **E1**, **E2** und **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** verteilt. Wenn der Verbindungsabschnitt **200** sich außerhalb der Kante **E1**, **E2** oder **E3** erstreckt, wie nachstehend beschrieben, werden auch Abstände an den Messpositionen **Mp** in dem Erstreckungsabschnitt gemessen.

[0068] An einer Messposition **Mp** außerhalb des Zielabschnitts **30t** wird ein Abstand gemessen, der signifikant größer ist als der Abstand zwischen der Abstandsmessvorrichtung **710** und der Masselektrode **30**. Wenn somit ein Abstand einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, kann die Messposition **Mp**, die dem Abstand entspricht, als außerhalb des Zielabschnitts **30t** liegend bestimmt werden. Der Entfernungsschwellenwert ist auf einen größeren Wert als ein Bereich eingestellt, innerhalb dessen die Abstände an den Messpositionen **Mp** in dem Zielabschnitt **30t** gemessen werden können.

[0069] In S230 in Fig. 4A erzeugt der Prozessor **810** dreidimensionale Koordinatendaten, die die dreidimensionale Form des Zielabschnitts **30t** der Masselektrode **30** (auch einfach als dreidimensionale Daten bezeichnet) unter Verwendung der Geometrieinformation die in S220 erhalten wurden. Die dreidimensionalen Daten sind Daten, die die Koordinaten jeder der Mehrzahl von Messpositionen **Mp** anzeigen, die in S220 gemessen wurden. Im Folgenden wird ein durch dreidimensionale Koordinaten repräsentierter Punkt auch als Koordinatenpunkt bezeichnet.

[0070] Fig. 6A und Fig. 6B sind erläuternde Diagramme eines Koordinatensystems, das dreidimensionale Koordinaten darstellt. In einem ersten Koordinatensystem **CS1** in Fig. 6A ist ein Ursprung **Oa** auf der spezifischen Oberfläche **S1** angeordnet. Drei Koordinatenachsen **Xa**, **Ya** und **Za**, die zueinander senkrecht sind, erstrecken sich vom Ursprung **Oa**. Eine erste Achse **Xa** und eine zweite Achse **Ya** sind Koordinatenachsen, die ungefähr parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** sind, und eine dritte Achse **Za** ist eine Koordinatenachse, die ungefähr vertikal zu der spezifischen Oberfläche **S1** ist. Die erste Achse **Xa** weist eine positive Richtung auf, die ungefähr mit der Erstreckungsrichtung **D37** des Frontendabschnitts **34** des Körperabschnitts **37** übereinstimmt. Die zweite Achse **Ya** ist ungefähr vertikal zur Erstreckungsrichtung **D37**. Die dritte Achse **Za** hat eine positive Richtung, die ungefähr mit der Rückrichtung **Dfr** übereinstimmt.

[0071] Wenn Koordinaten, die durch das erste Koordinatensystem **CS1** angegeben sind, verwendet werden, kann leicht identifiziert werden, ob ein Koordinatenpunkt auf der Rückrichtungsseite **Dfr** und nicht auf der spezifischen Oberfläche **S1** liegt, indem auf die Koordinaten in der dritten Achse **Za** Bezug genommen ohne auf die Koordinaten in der ersten Achse **Xa** und der zweiten Achse **Ya** Bezug zu nehmen.

[0072] Zusätzlich kann leicht identifiziert werden, ob eine Position eines Koordinatenpunkts in einer Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** außerhalb der Kanten **E1**, **E2** und **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** ist, indem auf die Koordinate in der

ersten Achse **Xa** und auf die Koordinate in der zweiten Achse **Ya** Bezug genommen wird ohne dass auf die Koordinate in der dritten Achse **Za** Bezug genommen wird.

[0073] In einem zweiten Koordinatensystem **CS2** in Fig. 6B ist ein Ursprung **Ob** auf der Funkenentladungsfläche **S2** angeordnet. Drei Koordinatenachsen **Xb**, **Yb** und **Zb**, die zueinander senkrecht sind, erstrecken sich vom Ursprung **Ob**. Eine erste Achse **Xb** und eine zweite Achse **Yb** sind Koordinatenachsen, die ungefähr parallel zu der Funkenentladungsfläche **S2** sind, und eine dritte Achse **Zb** ist eine Koordinatenachse, die ungefähr senkrecht zur Funkenentladungsfläche **S2** ist. Die erste Achse **Xb** hat eine positive Richtung, die ungefähr mit der Erstreckungsrichtung **D37** des vorderen Endabschnitts **34** des Körperabschnitts **37** übereinstimmt. Die zweite Achse **Yb** ist ungefähr vertikal zu der Erstreckungsrichtung **D37**. Die dritte Achse **Zb** hat eine positive Richtung, die ungefähr mit der Rückrichtung **Dfr** übereinstimmt. Wenn durch das zweite Koordinatensystem **CS2** angezeigte Koordinaten verwendet werden, kann leicht unter Bezugnahme auf die Koordinaten in der dritten Achse **Zb** ohne Bezugnahme auf die Koordinaten der ersten Achse **Xb** und der zweiten Achse **Yb** identifiziert werden, ob ein Koordinatenpunkt auf der Rückrichtungsseite **Dfr** jenseits der Funkenentladungsfläche **S2** liegt.

[0074] Im Folgenden wird die positive Richtung der ersten Achse **Xa** auch als eine + **Xa**-Richtung bezeichnet, und die negative Richtung der ersten Achse **Xa** wird auch als eine -**Xa**-Richtung bezeichnet. Ähnliche Zeichen werden für die positiven Richtungen und negativen Richtungen der anderen Achsen **Ya**, **Za**, **Xb**, **Yb** und **Zb** verwendet.

[0075] In S230 in Fig. 4A erzeugt der Prozessor **810** sowohl einen ersten Typ von dreidimensionalen Daten, die in dem ersten Koordinatensystem **CS1** dargestellt sind, als auch einen zweiten Typ von dreidimensionalen Daten, die in dem zweiten Koordinatensystem **CS2** dargestellt sind. Solche dreidimensionalen Daten werden durch Analysieren der Geometrieinformationen erzeugt. Zum Beispiel erzeugt der Prozessor **810** dreidimensionale Daten gemäß der folgenden Prozedur.

[0076] Der Prozessor **810** berechnet Koordinaten von jeder der Mehrzahl von Messpositionen **Mp** aus der Geometrieinformation, d.h. von den Positionen der Abstandsmessvorrichtung **710** in der Bewegungsrichtung **MD** (Fig. 5), die den Messpositionen **Mp** zugeordnet sind, die Orte der Messpositionen **Mp** in der Abtastrichtung **SD** und die Abstände in der Bestrahlungsrichtung **LD**. Die zu berechnenden Koordinaten werden in einem vorbestimmten Referenzkoordinatensystem (z. B. einem Koordinatensystem, dessen Ursprung eine spezifische Position der Abstands-

messvorrichtung **710** ist) dargestellt. Dann wandelt der Prozessor **810** die Koordinaten jeder der Mehrzahl von Messpositionen **Mp** in Koordinaten in dem ersten Koordinatensystem **CS1** um, um eine erste Art von dreidimensionalen Daten zu erzeugen.

**[0077]** Die erste Art von dreidimensionalen Daten sind Daten, die relative Koordinaten auf der Grundlage der spezifischen Oberfläche **S1** angeben und die dreidimensionale Form der Oberfläche auf der Rückrichtungsseite Dfr des Zielteils **30t** darstellen.

**[0078]** Der Prozessor **810** wandelt ferner die Koordinaten jeder der Mehrzahl von Messpositionen **Mp** in Koordinaten in dem zweiten Koordinatensystem **CS2** um, um eine zweite Art von dreidimensionalen Daten zu erzeugen. Die zweite Art von dreidimensionalen Daten sind Daten, die relative Koordinaten auf der Grundlage der Funkenentladungsfläche **S2** angeben und die dreidimensionale Form der Oberfläche auf der Rückrichtungsseite Dfr des Zielabschnitts **30t** darstellen.

**[0079]** Jedes der verschiedenen Verfahren kann als ein Verfahren zum Identifizieren einer ersten Korrespondenzbeziehung zwischen dem Referenzkoordinatensystem und dem ersten Koordinatensystem **CS1** und einer zweiten Korrespondenzbeziehung zwischen dem Referenzkoordinatensystem und dem zweiten Koordinatensystem **CS2** verwendet werden. Zum Beispiel identifiziert der Prozessor **810** die erste Korrespondenzbeziehung und die zweite Korrespondenzbeziehung gemäß der folgenden Prozedur.

**[0080]** Der Prozessor **810** extrahiert Messpositionen **Mp** in dem Zielabschnitt **30t** aus der Mehrzahl von Messpositionen **Mp**. Zum Beispiel extrahiert der Prozessor **810** Messpositionen **Mp**, bei denen die Abstände kleiner oder gleich einem vorbestimmten Schwellenwert sind, als Messpositionen **Mp** in dem Zielabschnitt **30t**.

**[0081]** Im Folgenden werden die extrahierten Messpositionen **Mp** auch als Zielpositionen Mpt bezeichnet (**Fig. 5**). Ferner werden die Messpositionen **Mp**, die nicht extrahiert werden (d.h. die Messpositionen **Mp** außerhalb des Zielabschnitts **30t**), auch als Außenpositionen Mpo bezeichnet.

**[0082]** Der Prozessor **810** extrahiert eine spezifische Oberflächengruppe, die durch Zielpositionen Mpt in der spezifischen Oberfläche **S1** gebildet wird, und eine Funkenentladungsoberflächengruppe, die durch Zielpositionen Mpt auf der Funkenentladungsoberfläche **S2** aus der Vielzahl von Zielpositionen Mpt gebildet wird. Die Abstände für die spezifische Oberflächengruppe sind länger als die Abstände für die Funkenentladungsoberflächengruppe. Ferner sind die Unterschiede zwischen den Abständen für die spezifische Oberflächengruppe und die Abstände

für die Funkenentladungsoberflächengruppe ungefähr gleich einer Referenzdistanz, die ein Standardabstand zwischen der spezifischen Oberfläche **S1** der Masselektrode **30** und der Funkenentladungsoberfläche **S2** ist. Jedes der verschiedenen Verfahren kann als ein Verfahren zum Extrahieren der spezifischen Oberflächengruppe und der Funkenentladungsoberflächengruppe verwendet werden. Zum Beispiel erzeugt der Prozessor **810** ein Histogramm der Entfernungen an der Mehrzahl von Zielpositionen Mpt und identifiziert eine Mehrzahl von Spitzen in dem Histogramm. Dann durchsucht der Prozessor **810** die Vielzahl von Spitzen nach zwei Spitzen, für die die Distanzdifferenz die Referenzdistanz ist. Wenn mehrere Kandidaten für zwei Peaks gefunden werden, werden zwei Peaks verwendet, in denen die Gesamtzahl der Zielpositionen Mpt am größten ist.

**[0083]** Der Prozessor **810** verwendet unter den gefundenen zwei Spitzen eine Gruppe von Zielpositionen Mpt, die die Spitzen mit der längeren Entfernung bilden als eine spezifische Oberflächengruppe, und eine Gruppe von Zielpositionen Mpt, die die Spitzen mit der kürzeren Entfernung bilden als Funkenentladungsoberflächengruppe.

**[0084]** Der Prozessor **810** approximiert die Koordinaten der Mehrzahl von Zielpositionen Mpt in der spezifischen Oberflächengruppe mit einer Ebene, um eine Annäherungsebene zu berechnen, die die spezifische Oberfläche **S1** darstellt. Dann ordnet der Prozessor **810** den Ursprung Oa auf der berechneten Annäherungsebene an.

**[0085]** Der Prozessor **810** verwendet als die dritte Achse Za eine Achse, die sich durch den Ursprung Oa und vertikal zu der Annäherungsebene erstreckt. Der Prozessor **810** berechnet ferner eine Richtung, die parallel zu der Annäherungsebene ist und die der vorbestimmten Zielrichtung Dt37 am nächsten ist (**Fig. 5**). Dann verwendet der Prozessor **810** als die erste Achse Xa eine Achse, die sich durch den Ursprung Oa und parallel zu der berechneten Richtung erstreckt. Der Prozessor **810** verwendet ferner als die zweite Achse Ya eine Achse, die sich durch den Ursprung Oa und vertikal zu der ersten Achse Xa und der dritten Achse Za erstreckt. Dementsprechend wird das erste Koordinatensystem **CS1** bestimmt. Dann identifiziert der Prozessor **810** die Korrespondenzbeziehung zwischen dem Referenzkoordinatensystem und dem ersten Koordinatensystem **CS1** unter Verwendung des bestimmten ersten Koordinatensystems **CS1**.

**[0086]** Der Prozessor **810** identifiziert auch die Korrespondenzbeziehung zwischen dem Referenzkoordinatensystem und dem zweiten Koordinatensystem **CS2** auf ähnliche Weise.

**[0087]** Die Koordinaten der Mehrzahl von Zielpositionen Mpt in der Funkenentladungsoberflächengruppe werden mit einer Ebene angenähert, um eine Annäherungsebene zu berechnen, die die Funkenentladungsoberfläche **S2** darstellt. Der Ursprung **Ob** ist auf der berechneten Approximationsebene angeordnet. Eine Achse, die sich durch den Ursprung **Ob** und vertikal zu der Annäherungsebene erstreckt, wird als die dritte Achse Zb verwendet. Eine Richtung, die parallel zu der Annäherungsebene ist und die der vorbestimmten Zielrichtung Dt37 (**Fig. 5**) am nächsten ist, wird berechnet, und eine Achse, die sich durch den Ursprung Oa und parallel zu der berechneten Richtung erstreckt, wird als die erste Achse Xb verwendet. Eine Achse, die sich durch den Ursprung **Ob** und vertikal zu der ersten Achse Xb und der dritten Achse Zb erstreckt, wird als die zweite Achse Yb verwendet. Dementsprechend wird das zweite Koordinatensystem **CS2** bestimmt. Dann identifiziert der Prozessor **810** die Korrespondenzbeziehung zwischen dem Referenzkoordinatensystem und dem ersten Koordinatensystem **CS1** unter Verwendung des bestimmten zweiten Koordinatensystems **CS2**.

**[0088]** In S240 in **Fig. 4A** analysiert der Prozessor **810** den ersten Typ von drei-dimensionalen Daten, um nach einem ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnittes zu suchen. **Fig. 7A** und **Fig. 7B** sind erläuternde Diagramme des ersten Typs eines unbeabsichtigten Abschnittes. **Fig. 7A** zeigt eine Masseelektrode **30a**, wie sie gesehen wird, wenn man der Frontrichtung **Df** zugewandt ist (d.h. in der -Za-Richtung), und **Fig. 7B** zeigt die Masseelektrode **30a**, wie sie betrachtet wird, wenn man in entgegengesetzter Richtung zu Erstreckungsrichtung **D37** schaut (d.h. in der -Xa-Richtung). In den Figuren bezeichnen die Richtungen Xa, Ya und Za die positiven Richtungen der Koordinatenachsen Xa, Ya bzw. Za unabhängig von der Position des Ursprungs Oa. Im Folgenden wird die Beschreibung unter Bezugnahme auf die Masseelektrode 30a in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** gegeben.

**[0089]** In der Masseelektrode **30a**, die in den Figuren dargestellt ist, erstreckt sich ein Verbindungsabschnitt 200a über und außerhalb der Kante **E3** der spezifischen Oberfläche **S1**. Ein solcher unbeabsichtigter Verbindungsabschnitt, der sich außerhalb der Kante **E1**, **E2** oder **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** erstreckt, kann aufgrund einer Vielzahl von Faktoren gebildet werden. Ein unbeabsichtigter vorstehender Abschnitt des Verbindungsabschnitts **200a** kann während des Transports von Zündkerzen mit anderen Elementen (z. B. anderen Zündkerzen) in Kontakt kommen, und ein solcher Kontakt kann die Masseelektrode **30a** beschädigen (es kann z. B. die zweite Spitze **39** von dem Körperteil **37** entfernt werden). Ein solcher Verbindungsabschnitt umfasst einen ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts, der ein Abschnitt außerhalb der Kante **E1**, **E2** oder **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** ist und ein Abschnitt auf der

Seite der zweiten Spitze **39** und nicht auf der spezifischen Oberfläche **S1**. In dem Beispiel in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** ist ein Abschnitt P1, der schraffiert ist, der erste Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts.

**[0090]** Der Prozessor **810** analysiert den ersten Typ von dreidimensionalen Daten, um jeweilige Linien zu identifizieren, die die Kanten **E1**, **E2** und **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** auf der Annäherungsebene, die die spezifische Oberfläche **S1** darstellt, annähern. Irgendeines von verschiedenen Verfahren kann als ein Verfahren zum Berechnen von Linien verwendet werden, die die Kanten **E1**, **E2** und **E3** annähern. Zum Beispiel extrahiert der Prozessor 810 eine Mehrzahl von Zielpositionen Mpt, die ein Ende auf der + Xa-Richtungsseite eines Gebiets bilden, wo die Mehrzahl von Zielpositionen Mpt (**Fig. 5**) in der die spezifische Oberfläche **S1** repräsentierenden Gruppe verteilt sind. Jedes der verschiedenen Verfahren kann als ein Verfahren zum Extrahieren der Zielpositionen Mpt, die das Ende bilden, verwendet werden. Beispielsweise können Zielpositionen Mpt, die benachbart dazu auf der + Xa-Seite Messpositionen **Mp** aufweisen, die Außenpositionen Mpo sind, als Zielpositionen Mpt extrahiert werden, die das Ende auf der + Xa-Richtungsseite bilden. Die extrahierte Mehrzahl von Zielpositionen Mpt ist eine Vielzahl von Zielpositionen Mpt, die entlang der Kante **E1** angeordnet sind.

**[0091]** Der Prozessor **810** berechnet Linien, die eine Mehrzahl von Koordinatenpunkten annähern, die die extrahierte Mehrzahl von Zielpositionen Mpt repräsentieren (hier Koordinatenpunkte, die durch zweidimensionale Koordinaten in der ersten Achse Xa und der zweiten Achse Ya dargestellt sind). Eine Linie, die für die Form der Kante **E1** geeignet ist, wird als eine Näherungslinie verwendet. Wenn die Kante **E1** linear ist, wird eine Approximationsgerade berechnet. Wenn die Kante **E1** gekrümmt ist, wird eine Näherungskurve (z. B. eine durch eine Spline-Funktion dargestellte Kurve) berechnet. Eine Linie, die die Kante **E2** annähert, und eine Linie, die die Kante **E3** annähert, werden ebenfalls in ähnlicher Weise berechnet.

**[0092]** Der Prozessor **810** durchsucht die mehreren Zielpositionen Mpt, die den Zielabschnitt **30t** repräsentieren, nach einer Zielposition Mpt, die die folgenden Bedingungen **1A** und **1B** erfüllt.

**[0093]** <Bedingung 1A> Die zweidimensionalen Koordinaten in der ersten Achse Xa und der zweiten Achse Ya sind Koordinaten außerhalb eines Bereichs, der von den Näherungslinien der Kanten **E1**, **E2** und **E3** umgeben ist.

**[0094]** <Bedingung 1B> Die Koordinate in der dritten Achse Za ist eine Koordinate auf der Seite der zweiten Spitze **39** und nicht auf der spezifischen Ober-

fläche **S1** (genauer gesagt, der Näherungsebene der spezifischen Oberfläche **S1**).

**[0095]** Eine Zielposition Mpt, die die Bedingungen **1A** und **1B** erfüllt, repräsentiert eine der Messpositionen **Mp** in dem ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts, wie beispielsweise den Abschnitt **P1** in **Fig. 7A** und **Fig. 7B**.

**[0096]** In **S250** in **Fig. 4B** bestimmt der Prozessor **810**, ob irgendeine Zielposition Mpt, die die Bedingungen **1A** und **1B** erfüllt, gefunden wird. Die Tatsache, dass irgendeine Zielposition Mpt gefunden wird, die die Bedingungen **1A** und **1B** erfüllt, zeigt an, dass ein Zielabschnitt einer Masseelektrode, wie z. B. ein Zielabschnitt **30a** der Masseelektrode **30a** wie in **Fig. 7A** und **7B**, die erste Art des unbeabsichtigten Abschnitts enthält. Wenn eine Zielposition Mpt, die die Bedingungen **1A** und **1B** erfüllt, gefunden wird, das heißt, wenn bestimmt wird, dass der Zielabschnitt den ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält (**S250**: Ja), wird die Masseelektrode zurückgewiesen und von den zu fertigenden Objekten ausgeschlossen (**S298**). In **S298** gibt der Prozessor **810** Ergebnisinformation, die ein Bestimmungsergebnis angibt, an eine Vorrichtung aus, die die Ergebnisinformation annimmt. Zum Beispiel gibt der Prozessor **810** die Ergebnisinformation an die Anzeigeeinheit **840** aus und veranlasst die Anzeigeeinheit **840**, das Bestimmungsergebnis anzuzeigen. Der Benutzer kann das Bestimmungsergebnis durch Beobachten der Anzeigeeinheit **840** identifizieren. Alternativ kann der Prozessor **810** die Ergebnisinformation an eine Speichervorrichtung (z. B. die nichtflüchtige Speichervorrichtung **830**) ausgeben (d.h. die Ergebnisinformation kann in einem Speichermedium gespeichert werden). Der Benutzer kann das Bestimmungsergebnis durch Bezugnahme auf die Ergebnisinformation in dem Speichergerät identifizieren. Dann endet der Prozess in **Fig. 4A** und **Fig. 4B**.

**[0097]** Wenn keine Zielposition Mpt gefunden wird, die die Bedingungen **1A** und **1B** erfüllt (**S250**: Nein), dann analysiert der Prozessor **810** in **S260** den ersten Typ von dreidimensionalen Daten, um nach einem zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts zu suchen. **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** sind erläuternde Diagramme des zweiten Typs eines unbeabsichtigten Abschnitts. **Fig. 8A** zeigt eine Masseelektrode **30b**, wie sie gesehen wird, wenn man der Frontrichtung **Df** zugewandt ist (d.h. in der -Za-Richtung), und **Fig. 8B** zeigt die Masseelektrode **30b**, wie sie gesehen wird, wenn man in eine entgegengesetzte Richtung zu Erstreckungsrichtung **D37** schaut (d.h. in der Xa-Richtung). In den Figuren bezeichnen die Richtungen Xa, Ya und Za die positiven Richtungen der Koordinatenachsen Xa, Ya bzw. Za unabhängig von der Position des Ursprungs Oa. Im Folgenden wird eine Beschreibung unter Bezugnahme auf die Masseelektrode **30b** in **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** gegeben.

**[0098]** In der in den Figuren dargestellten Masseelektrode **30b** weist ein Verbindungsabschnitt **200b** einen vorspringenden Abschnitt **P2**, wie einen Dorn auf. Ein solcher lokal vorstehender unbeabsichtigter Vorsprungsabschnitt **P2** kann aufgrund einer Vielzahl von Faktoren gebildet werden. Wenn beispielsweise Spritzer auftreten, wird auch der Vorsprungsabschnitt **P2** gebildet. Wie der erste Typ des unbeabsichtigten Abschnitts **P1** in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** kann der Vorsprungsabschnitt **P2** während des Transports von Zündkerzen einen Mangel verursachen. Zusätzlich kann eine Entladung von dem schmalen spitzen Vorsprungsteil **P2** statt von der Funkenentladungsfläche **S2** ausgehen.

**[0099]** Irgendeines von verschiedenen Verfahren kann als ein Verfahren zum Detektieren eines solchen Vorsprungsabschnitts (d. h. des zweiten Typs eines unbeabsichtigten Abschnitts) verwendet werden. Zum Beispiel erfasst der Prozessor **810** eine zweite Art eines unbeabsichtigten Abschnitts durch Verwenden der Kontur eines Gebiets in einem Zielteil **30b**, wo eine Vielzahl von Zielpositionen Mpt auf der Seite der zweiten Spitze **39** anstatt auf der spezifischen Oberfläche **S1** verteilt sind.

**[0100]** **Fig. 8C** ist ein erläuterndes Diagramm der Mehrzahl von Zielpositionen Mpt in dem Verbindungsabschnitt **200b**. In der Figur ist eine beispielhafte Anordnung der Mehrzahl von Zielpositionen Mpt auf einer zweidimensionalen Ebene die durch die erste Achse Xa und die zweite Achse Ya repräsentiert wird, dargestellt. In der Figur ist ein Abschnitt mit dem vorstehenden Abschnitt **P2** dargestellt. Zielpositionen Mpt, die durch weiße Kreise dargestellt sind, sind Zielpositionen Mpt, die die Kontur eines Bereichs bilden, in dem die Vielzahl von Zielpositionen Mpt verteilt sind, und stellen die Kontur des Verbindungsabschnitts **200b** dar (auch als Konturpositionen Mpe bezeichnet). Eine Näherungskurve AO, die durch eine fette Linie angezeigt ist, ist eine Kurve, die die Anordnung der Vielzahl von Konturpositionen Mpe (auch als Näherungskonturlinie AO bezeichnet) annähert. Da die Kontur eines entsprechenden Verbindungsabschnitts eine sanfte Kurve zeichnet, ist die Annäherungskonturlinie AO, die der Kontur eines Verbindungsabschnitts entspricht, so ausgebildet, dass der Krümmungsradius nicht zu klein ist. Zum Beispiel wird die Annäherungskonturlinie AO als ein Kreis, eine Ellipse, ein Polynom niedrigen Grades oder dergleichen ausgedrückt. Die Annäherungskonturlinie AO wird berechnet, anstatt einem Pfad von Konturpositionen Mpe in einem schmalen Vorsprungsabschnitt wie dem Vorsprungsabschnitt **P2** folgen, einen Weg einer Vielzahl von Konturpositionen Mpe in einem anderen Abschnitt als dem Vorsprungsabschnitt **P2** unter der Vielzahl von Konturpositionen Mpe in dem Verbindungsabschnitt **200b** sanft folgen. In dieser Ausführungsform wird eine schleifenförmige Linie, die die Kontur eines Verbindungsabschnitts

über den gesamten Umfang verfolgt, als Näherungskonturlinie **AO** berechnet.

**[0101]** Es sei angemerkt, dass eine Annäherungskonturlinie, die die Kontur von nur einem Abschnitt einschließlich eines Vorsprungsabschnitts eines Verbindungsabschnitts, wie beispielsweise des Vorsprungsabschnitts **P2** darstellt, berechnet werden kann.

**[0102]** In der Figur ist eine Zielposition  $M_{phx}$  eine Messposition **Mp** in dem vorstehenden Abschnitt **P2**. Ein Abstand  $d_m$  ist der kürzeste Abstand zwischen der Zielposition  $M_{phx}$  und der Annäherungskonturlinie **AO**. Der Abstand  $d_m$  ist groß, da der vorstehende Abschnitt **P2** von der Annäherungskonturlinie **AO** nach außen vorsteht. Wenn auf diese Weise Zielpositionen  $M_{pt}$  in dem Verbindungsabschnitt **200b** an Positionen außerhalb der Annäherungskonturlinie **AO** und weg von der Näherungskonturlinie **AO** erfasst werden, wird geschätzt, dass die erfassten Zielpositionen  $M_{pt}$  einen schmalen Projektionsabschnitt darstellen (z.B. der vorstehende Abschnitt **P2** in **Fig. 8C**). Wenn solche Zielpositionen  $M_{pt}$ , die von der Annäherungskonturlinie **AO** entfernt sind, außerhalb der Näherungskonturlinie **AO** erfasst werden, bestimmt der Prozessor **810**, dass der Verbindungsabschnitt den zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält.

**[0103]** Insbesondere extrahiert der Prozessor **810** aus der Vielzahl von Zielpositionen  $M_{pt}$  Zielpositionen  $M_{pt}$ , deren Koordinaten in der dritten Achse  $Z_a$  Koordinaten auf der Seite der zweiten Spitze **39** und nicht auf der spezifischen Oberfläche **S1** sind (genauer gesagt der Annäherungsebene der spezifischen Oberfläche **S1**). Die extrahierten Zielpositionen  $M_{pt}$  enthalten keine Zielpositionen  $M_{pt}$  in der spezifischen Oberfläche **S1**, sondern umfassen Zielpositionen  $M_{pt}$  auf der äußeren Oberfläche eines Abschnitts, der höher als die spezifische Oberfläche **S1** ist (d.h. dem Verbindungsabschnitt und der zweite Spitze) (auf als hohe Zielpositionen  $M_{ph}$  bezeichnet). Der Prozessor **810** identifiziert aus der extrahierten Mehrzahl von hohen Zielpositionen  $M_{ph}$  Konturpositionen  $M_{pe}$ , die die Kontur eines Bereichs bilden, wo die zweidimensionalen Koordinaten der Mehrzahl von hohen Zielpositionen  $M_{ph}$  in der ersten Achse  $X_a$  und der zweiten Achse  $Y_a$  (d.h. die Koordinaten in den Richtungen parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1**) verteilt sind.

**[0104]** Irgendeines von verschiedenen Verfahren kann als ein Verfahren zum Identifizieren von Konturpositionen  $M_{pe}$  genommen werden. Zum Beispiel wird die Gesamtanzahl von Messpositionen **Mp**, die sich von hohen Zielpositionen  $M_{ph}$  unterscheiden, unter acht Messpositionen **Mp**, die eine interessierende hohe Zielposition  $M_{ph}$  umgeben, gezählt (als die gesamte externe Anzahl bezeichnet). Die von den

hohen Zielpositionen  $M_{ph}$  verschiedenen Messpositionen **Mp** sind beispielsweise Messpositionen **Mp** auf der spezifischen Oberfläche **S1** oder Messpositionen **Mp** außerhalb des Zielabschnitts **30bt**.

**[0105]** Die Tatsache, dass die gesamte externe Zahl groß ist, zeigt an, dass die interessierende hohe Zielposition  $M_{ph}$  in Kontakt mit einem Bereich außerhalb des Bereichs ist, in dem die Mehrzahl von hohen Zielpositionen  $M_{ph}$  verteilt sind. Wenn somit die gesamte externe Zahl größer oder gleich einer vorbestimmten Schwelle  $N$  ist, kann die interessierende obere Zielposition  $M_{ph}$  als eine der Konturpositionen  $M_{pe}$  bestimmt werden. Der Schwellenwert  $N$  ist eine ganze Zahl größer als oder gleich 1 und kleiner als oder gleich 7. In dem Beispiel in **Fig. 8C** ist der Schwellenwert  $N$  gleich 3.

**[0106]** Der Prozessor **810** berechnet die Annäherungskonturlinie **AO**, die sich der identifizierten Vielzahl von Konturpositionen  $M_{pe}$  annähert. Die Annäherungskonturlinie **AO** ist konfiguriert, um eine sanft gekrümmte Kontur eines geeigneten Verbindungsabschnitts zu verfolgen, ohne einen Pfad von Konturpositionen  $M_{pe}$  in einem lokal vorspringenden Abschnitt wie etwa dem vorspringenden Abschnitt **P2** zu verfolgen. Zum Beispiel werden die mehreren Konturpositionen  $M_{pe}$  durch einen Kreis, eine Ellipse, ein Polynom niedrigen Grades oder dergleichen angenähert.

**[0107]** Der Prozessor **810** berechnet für jede der hohen Zielpositionen  $M_{ph}$  außerhalb der berechneten Annäherungskonturlinie **AO** den kürzesten Abstand zwischen der hohen Zielposition  $M_{ph}$  und der Näherungskonturlinie **AO**. Dann sucht der Prozessor **810** nach einer beliebigen hohen Zielposition  $M_{ph}$ , bei der die berechnete kürzeste Entfernung größer oder gleich einer vorbestimmten Distanzschwelle  $D_t$  ist. Das heißt, der Prozessor **810** sucht nach irgendeiner Zielposition  $M_{pt}$ , die die folgenden Bedingungen **2A**, **2B** und **2C** erfüllt.

**[0108]** <Bedingung 2A> Die Koordinate in der dritten Achse  $Z_a$  ist eine Koordinate auf der Seite der zweiten Spitze **39** und nicht auf der spezifischen Oberfläche **S1** (genauer gesagt der Annäherungsebene der spezifischen Oberfläche **S1**).

**[0109]** <Bedingung 2B> Die zweidimensionalen Koordinaten in der ersten Achse  $X_a$  und der zweiten Achse  $Y_a$  sind Koordinaten außerhalb der Näherungskonturlinie **AO**.

**[0110]** <Bedingung 2C> Die kürzeste Entfernung ist größer oder gleich der Distanzschwelle  $D_t$ .

**[0111]** Hier wird der Abstandsschwellenwert  $D_t$  auf einen Wert eingestellt, der ausreichend größer ist als die Werte, die der kürzeste Abstand bei hohen Zielpositionen  $M_{ph}$ , die außerhalb der Annäherungskon-

turlinie **AO** erfasst werden, annehmen kann, wenn der Verbindungsabschnitt eine geeignete Form aufweist. Eine Zielposition Mpt, die die Bedingungen **2A**, **2B** und **2C** erfüllt, repräsentiert eine Messposition **Mp** in einem lokal vorspringenden Abschnitt (d. h. dem zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts), wie etwa den vorspringenden Abschnitt **P2** in 8A bis 8C.

**[0112]** In S270 in **Fig. 4B** bestimmt der Prozessor **810**, ob irgendeine Zielposition Mpt, die die Bedingungen 2A bis 2C erfüllt, gefunden wurde. Die Tatsache, dass irgendeine Zielposition Mpt gefunden wird, die die Bedingungen **2A** bis **2C** erfüllt, zeigt an, dass ein Zielabschnitt einer Masseelektrode, wie z. B. der Zielabschnitt 30bt der Masseelektrode **30b** in Fig. 8A und 8B, den zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält. Wenn eine Zielposition Mpt, die die Bedingungen **2A** bis **2C** erfüllt, gefunden wird, das heißt, wenn bestimmt wird, dass der Zielabschnitt den zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält (S270: Ja), wird die Masseelektrode zurückgewiesen und von den zu fertigenden Objekten ausgeschlossen (S298). Dann endet der Prozess in **Fig. 4A** und **Fig. 4B**.

**[0113]** Wenn keine Zielposition Mpt gefunden wird, die die Bedingungen **2A** bis **2C** erfüllt (S270: Nein), dann analysiert der Prozessor **810** in S280 den zweiten Typ von dreidimensionalen Daten, um nach einem dritten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts zu suchen.

**[0114]** Fig. 9A und **Fig. 9B** sind erläuternde Diagramme des dritten Typs eines unbeabsichtigten Abschnitts. **Fig. 9A** zeigt eine Masseelektrode **30c**, wie sie gesehen wird, wenn man der Frontrichtung **Df** zugewandt ist (d.h. in der -Zb-Richtung), und **Fig. 9B** zeigt die Masseelektrode **30c**, wenn man in eine entgegengesetzte Richtung der Erstreckungsrichtung **D37** blickt (d.h. in der -Xb-Richtung). In den Figuren geben die Richtungen Xb, Yb und Zb die positiven Richtungen der Koordinatenachsen Xb, Yb bzw. Zb unabhängig von der Position des Ursprungs **Ob** an. Im Folgenden wird die Beschreibung unter Bezugnahme auf die Masseelektrode 30c in Fig. 9A und **Fig. 9B** gegeben.

**[0115]** In der Masseelektrode **30c**, die in den Figuren dargestellt ist, weist ein Verbindungsabschnitt **200c** einen Abschnitt P3 auf, der sich über die Funkenentladungsfläche **S2** hinaus in Richtung der Rückrichtung **Dfr** erstreckt. Ein solcher unbeabsichtigter Verbindungsabschnitt, der sich über die Funkenentladungsfläche **S2** hinaus bis zur Rückrichtungsseite **Dfr** erstreckt, kann aufgrund einer Vielzahl von Faktoren gebildet werden. Eine Entladung kann an einem unbeabsichtigt vorstehenden Abschnitt des Verbindungsabschnitts **200c** statt an der Funkenentladungsfläche **S2** entstehen. Ein solcher Verbindungsabschnitt umfasst einen dritten Typ eines unbeab-

sichtigten Abschnitts, der ein Abschnitt auf einer der zwei Seiten der Funkenentladungsfläche **S2** ist, die der Seite der zweiten Spitze **39** gegenüberliegt. In dem Beispiel in Fig. 9A und **Fig. 9B** ist der Abschnitt P3, der durch Schraffierung angezeigt ist, der dritte Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts.

**[0116]** Der Prozessor **810** analysiert den zweiten Typ von dreidimensionalen Daten, die analysiert werden, um eine Mehrzahl von Zielpositionen Mpt zu identifizieren, die einen Zielabschnitt **30ct** der Masseelektrode **30c** darstellen. Dann durchsucht der Prozessor **810** die Vielzahl von Zielpositionen Mpt nach einer beliebigen Zielposition Mpt, die die folgende Bedingung 3A erfüllt.

**[0117]** <Bedingung 3A> Die Koordinate in der dritten Achse Zb ist eine Koordinate auf der Seite der Funkenentladungsfläche **S2** (genauer gesagt der Annäherungsebene der Funkenentladungsfläche **S2**) gegenüberliegend der Seite der zweiten Spitze **39**.

**[0118]** Eine Zielposition Mpt, die die Bedingung **3A** erfüllt, repräsentiert eine Zielposition Mpt in der dritten Art eines unbeabsichtigten Abschnitts, wie zum Beispiel den Abschnitt P3 in **Fig. 9A** und **Fig. 9B**.

**[0119]** In S290 in **Fig. 4B** bestimmt der Prozessor **810**, ob irgendeine Zielposition Mpt, die die Bedingung 3A erfüllt, gefunden wird. Die Tatsache, dass irgendeine Zielposition Mpt gefunden wird, die die Bedingung **3A** erfüllt, zeigt an, dass ein Zielabschnitt einer Masseelektrode, wie etwa der Zielabschnitt **30ct** der Masseelektrode **30c** in Fig. 9A und 9B, den dritten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält. Wenn eine Zielposition Mpt, die die Bedingung **3A** erfüllt, gefunden wird, das heißt, wenn bestimmt wird, dass der Zielabschnitt den dritten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält (S290: Ja), wird die Masseelektrode zurückgewiesen und von den zu fertigenden Objekten ausgeschlossen (S298). Dann endet der Prozess in **Fig. 4A** und **Fig. 4B**.

**[0120]** Wenn bestimmt wird, dass der Zielabschnitt der Masseelektrode keine der ersten Art von unbeabsichtigten Abschnitten, die zweite Art von unbeabsichtigten Abschnitten und die dritte Art von unbeabsichtigten Abschnitten enthält (**S250**: Nein, S270: Nein, S290: Nein) wird die Masseelektrode als ein zu fertigendes Objekt verwendet (S294). In S294, wie in S298 gibt der Prozessor **810** Ergebnisinformation, die ein Bestimmungsergebnis angibt, an eine Vorrichtung aus, die die Ergebnisinformation annimmt. Dann endet der Prozess in **Fig. 4A** und **Fig. 4B**. In dem Prozess in **Fig. 2** wird die Zündkerze **100** unter Verwendung einer Masseelektrode hergestellt, die als ein zu fertigendes Objekt verwendet wird.

**[0121]** Wie es oben in S220 in **Fig. 4A** beschrieben ist, identifiziert der Prozessor **810** (**Fig. 5**) die jeweili-



gen relativen Positionen einer Mehrzahl von Messpositionen **Mp** auf der Außenfläche des Zielabschnitts **30t** der Masseelektrode **30** einschließlich des Körperabschnitts **37** und der zweiten Spitze **39**, die mit der spezifischen Oberfläche **S1** des Körperabschnitts **37** verbunden ist, wobei der Zielabschnitt **30t** einen Abschnitt der spezifischen Oberfläche **S1** des Körperabschnitts **37** und der zweiten Spitze **39** umfasst. In **S230** erzeugt der Prozessor **810** dreidimensionale Koordinatendaten, die die dreidimensionale Form eines Zielabschnitts anzeigen. In jedem von **S240** bis **S250**, **S260** bis **S270** und **S280** bis **S290** analysiert der Prozessor **810** Koordinatendaten, um zu bestimmen, ob der Zielabschnitt einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält. In **S298** wird eine Masseelektrode, die den unbeabsichtigten Abschnitt enthält, von den zu fertigenden Gegenständen ausgeschlossen. In **S294** wird die Masseelektrode **30**, die so bestimmt ist, dass sie keinen unbeabsichtigten Abschnitt enthält, als ein zu fertigendes Element verwendet, und die Zündkerze **100** wird zusammengebaut (**Fig. 2**). Auf diese Weise werden dreidimensionale Koordinatendaten verwendet, um zu bestimmen, ob ein Zielabschnitt einer Masseelektrode einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält. Dies kann den Einfluss von Flecken oder dergleichen auf einer Masseelektrode reduzieren und ermöglicht eine geeignete Bestimmung, ob ein Verbindungsmangel zwischen einem Körperabschnitt einer Masseelektrode und der Spitze **39** besteht.

**[0122]** Wie unter Bezugnahme auf **S230** in **Fig. 4A** und **Fig. 6A** und **Fig. 6B** beschrieben, umfasst das Erzeugen dreidimensionaler Koordinatendaten außerdem das Erzeugen eines ersten Typs von dreidimensionalen Koordinatendaten, die Koordinaten in dem ersten Koordinatensystem **CS1** repräsentieren (d.h. relative Koordinaten basierend auf der spezifischen Oberfläche **S1** des Körperabschnitts **37**) und eine zweite Art von dreidimensionalen Koordinatendaten, die Koordinaten in dem zweiten Koordinatensystem **CS2** repräsentieren (d.h. relative Koordinaten basierend auf der Funkenentladungsoberfläche **S2** des zweiten Spitze **39**). Wie unter Bezugnahme auf **S240** in **Fig. 4A** und **S260** in **Fig. 4B** beschrieben, wird, wenn der erste Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten verwendet wird, eine Analyse basierend auf der spezifischen Oberfläche **S1** erleichtert. Zum Beispiel kann die Bestimmung, ob eine Zielposition **Mpt** auf der Seite der Spitze **39** und nicht auf der spezifischen Oberfläche **S1** lokalisiert ist, unter Verwendung nur der Koordinaten der dritten Achse **Za** durchgeführt werden. Zusätzlich kann die Bestimmung, ob eine Zielposition **Mpt** außerhalb der Kanten **E1**, **E2** und **E3** liegt, unter Verwendung von nur den zwei Koordinaten in der ersten Achse **Xa** und der zweiten Achse **Ya** durchgeführt werden. Wie unter Bezugnahme auf **S280** in **Fig. 4B** beschrieben, wird ferner, wenn der zweite Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten verwendet wird, eine Analy-

se basierend auf der Funkenentladungsfläche **S2** erleichtert. Zum Beispiel kann eine Bestimmung, ob eine Zielposition **Mpt** auf der Seite der Funkenentladungsfläche **S2** gegenüberliegend der Spitze **39** angeordnet ist, unter Verwendung nur der Koordinaten in der dritten Achse **Zb** durchgeführt werden. Auf diese Weise wird die Analyse unter Verwendung des ersten Typs von dreidimensionalen Koordinatendaten und des zweiten Typs von dreidimensionalen Koordinatendaten erleichtert.

**[0123]** Wie unter Bezugnahme auf **S240** in **Fig. 4A** und **S250** in **Fig. 4B** und **Fig. 7A** und **Fig. 7B** beschrieben ist, wird auf der Basis des Ergebnisses der Analyse von Koordinatendaten, bestimmt, dass der Zielabschnitt **30at** der Masseelektrode **30a** einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält, wenn der Zielabschnitt **30at** der die Masseelektrode **30a** den ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts **P1** umfasst, welcher ein Abschnitt ist, der auf einer der zwei Seiten der spezifischen Oberfläche **S1** gegenüberliegend der Seite des Körperabschnitts **37** (d.h. auf der Seite der Spitze **39**) angeordnet ist, wenn der Zielabschnitt **30at** in einer Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** des Körperabschnitts **37** (die Koordinate in der ersten Achse **Xa** oder die Koordinate in der zweiten Achse **Ya**) betrachtet wird und außerhalb der Kanten **E1**, **E2** und **E3** der spezifischen Oberfläche **S1**, wenn der Zielabschnitt **30a** in einer Richtung senkrecht zu der spezifischen Oberfläche **S1** (die Koordinate in der dritten Achse **Za**) betrachtet wird. Wenn somit der Verbindungsabschnitt **200a** aus der Kante **E1**, **E2** oder **E3** des Körperabschnitts **37** herausragt, kann in geeigneter Weise bestimmt werden, dass der Zielabschnitt **30at** der Masseelektrode **30a** einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält.

**[0124]** Wie unter Bezugnahme auf **S260** und **S270** in **Fig. 4B** und **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** beschrieben wird, weist der Zielabschnitt **30bt** der Masseelektrode **30b** auf der Grundlage des Ergebnisses der Analyse von Koordinatendaten einen Gegenabschnitt auf (insbesondere einen Abschnitt einschließlich des Verbindungsabschnitts **200b** und der Spitze **39**), der ein Abschnitt ist, der auf einer der beiden Seiten der spezifischen Oberfläche **S1** gegenüber der Seite des Körperabschnitts **37** (d.h. auf der Seite der Spitze **39**) angeordnet ist, wenn der Zielabschnitt **30bt** in einer Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** des Körperabschnitts **37** betrachtet wird (die Koordinate in der ersten Achse **Xa** oder die Koordinate in der zweiten Achse **Ya**).

**[0125]** Wie unter Bezugnahme auf **Fig. 8C** beschrieben, ist der gegenüberliegende Abschnitt durch eine Vielzahl von hohen Zielpositionen **Mph** angezeigt. Dann wird, wenn eine hohe Zielposition **Mph**, bei der der kürzeste Abstand zu der Annäherungskonturlinie **AO** größer oder gleich dem Entfernungsschwellenwert **Dt** ist, außerhalb der Annäherungskonturlinie

**AO** detektiert, das heißt, wenn der gegenüberliegende Abschnitt den zweiten Typ enthält B. des unbeabsichtigten Abschnitts **P2**, der ein Abschnitt ist, der lokal in der Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** vorsteht, wird der Zielabschnitt 30bt der Masseelektrode **30b** so bestimmt, dass er den unbeabsichtigten Abschnitt **P2** enthält. Wenn somit der Verbindungsabschnitt **200b** den lokal vorstehenden Abschnitt **P2** enthält, kann in geeigneter Weise bestimmt werden, dass der Zielabschnitt 30bt der Masseelektrode **30b** einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält.

**[0126]** Wie unter Bezugnahme auf S280 und " S290 in Fig. 4B und Fig. 9A und **Fig. 9B** beschrieben, wird auf der Basis des Ergebnisses der Analyse von Koordinatendaten, bestimmt, dass der Zielabschnitt 30 at der Masseelektrode **30a** einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält, wenn der Zielabschnitt **30ct** der Masseelektrode **30c** zusätzlich den dritten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts P3 enthält, der ein Abschnitt ist, der sich auf einer der zwei Seiten der Funkenentladungsfläche **S2** gegenüberliegend der Spitze **39** befindet, wenn der Zielabschnitt **30ct** in einer Richtung parallel zu der Funkenentladungsfläche **S2** der Spitze **39** betrachtet wird (die Koordinate in der ersten Achse Xb oder die Koordinate in der zweiten Achse Yb). Demnach kann, wenn der Verbindungsabschnitt **200c** in Rückrichtungsseite Dfr jenseits der Funkenentladungsfläche **S2** vorsteht, in geeigneter Weise bestimmt werden, dass der Zielabschnitt **30ct** der Masseelektrode **30c** einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält.

Modifikationen:

**[0127]** (1) Beliebige von verschiedenen Abschnitten einschließlich zumindest eines Teils der spezifischen Oberfläche **S1** des Körperabschnitts **37** und der Spitze **39** können als ein Zielabschnitt der Masseelektrode **30** (**Fig. 5**) verwendet werden, der durch die dreidimensionalen Koordinatendaten angezeigt wird. Zum Beispiel können, wie gewünscht ausgewählt, eine oder mehrere Kanten, von den drei Kanten **E1**, **E2** und **E3** in der Nähe eines Abschnitts der spezifischen Oberfläche **S1**, mit der die Spitze **39** verbunden ist, aus dem Zielabschnitt weggelassen werden.

**[0128]** Wie bei dem ersten Typ des unbeabsichtigten Abschnitts **P1** in Fig. 8A bis **Fig. 8C** ist zur Suche nach einem ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts, der außerhalb einer Kante der spezifischen Oberfläche **S1** angeordnet ist, der Zielabschnitt vorzugsweise mindestens einen Abschnitt der Kante der spezifischen Oberfläche **S1**.

**[0129]** (2) Anstelle des Verfahrens in der oben beschriebenen Ausführungsform kann irgendeines von verschiedenen anderen Verfahren als ein Verfahren zum Bestimmen verwendet werden, ob der Ver-

bindungsabschnitt **200** des Körperabschnitts **37** der Masseelektrode **30** und der Spitze 39 einen vorbestimmten unbeabsichtigten Abschnitt enthält, der ein unbeabsichtigten Abschnitt darstellt.

**[0130]** Zum Beispiel kann in dem Prozess von S240 in Fig. 4A und S260 in **Fig. 4B** die Annäherungsebene, die die spezifische Oberfläche **S1** darstellt, kann anstatt alle der Mehrzahl von Zielpositionen Mpt in der spezifischen Oberflächengruppe zu verwenden, durch Verwendung von mindestens einer Zielposition Mpt unter der Vielzahl von Zielpositionen Mpt in der spezifischen Oberflächengruppe berechnet werden.

**[0131]** Zum Beispiel kann eine Ebene, die die Zielposition Mpt mit der kürzesten Entfernung zwischen der Vielzahl von Zielpositionen Mpt in der spezifischen Oberflächengruppe (d.h. die Zielposition Mpt, die der Abstandsmessvorrichtung **710** am nächsten ist) und vertikal zu der Einstrahlungsrichtung **LD** aufweist, als eine Ebene verwendet werden, die die spezifische Oberfläche **S1** annähert. Die Annäherungsebene, die die Funkenentladungsfläche **S2** darstellt, die bei dem Prozess von S280 in **Fig. 4B** verwendet wird, kann auch unter Verwendung verschiedener Verfahren berechnet werden.

**[0132]** Zusätzlich können bei dem Prozess von S240 in **Fig. 4A** die Linien, die die Kanten **E1**, **E2** und **E3** der spezifischen Oberfläche **S1** anzeigen, durch Verwenden eines anderen Verfahrens anstelle eines Verfahrens zum Annähern der Koordinatenpunkte von einer Mehrzahl von Zielpositionen Mpt, die die Enden unter der Vielzahl von Zielpositionen Mpt in der spezifischen Oberflächengruppe bilden, identifiziert werden. Zum Beispiel kann der Prozessor **810** ein aufgenommenes Bild analysieren, das durch Erfassen eines Bildes der spezifischen Oberfläche **S1** erhalten wurde, indem eine Digitalkamera verwendet wird, um die Kanten der spezifischen Oberfläche **S1** zu identifizieren und das Ergebnis der Analyse des aufgenommenen Bildes mit dem ersten Typ dreidimensionaler Koordinatendaten zum Bestimmen der Kanten in dem ersten Koordinatensystem **CS1** zu kombinieren, die den ersten Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten darstellen.

**[0133]** (3) Bei dem Prozess von S260 in **Fig. 4B** kann anstelle des unter Bezugnahme auf **Fig. 8C** beschriebenen Verfahrens irgendeines von verschiedenen anderen Verfahren als ein Verfahren zum Detektieren eines lokal vorspringenden zweiten Typs eines unbeabsichtigten Abschnitts **P2** verwendet werden. Zum Beispiel kann ein zweiter Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts unter Verwendung der Dichte von Konturpositionen Mpe erfasst werden. **Fig. 8C** zeigt zwei Bereiche Aj1 und Aj2 mit der gleichen Form und Größe wie eine vorbestimmte Form und Größe (in dem Beispiel in **Fig. 8C** sind die Bereiche Aj1 und Aj2 quadratische Bereiche). Der erste Be-

reich Aj1 ist an einer Position angeordnet, die über dem vorspringenden Abschnitt **P2** liegt, und der zweite Bereich Aj2 ist an einer Position angeordnet, die über einem Abschnitt der Kontur des Verbindungsabschnitts **200b** liegt, der sich von dem vorspringenden Abschnitt **P2** unterscheidet. Die Bereiche Aj1 und Aj2 sind Bereiche, die größer sind als die Breite eines langen, schmalen Vorsprungsabschnitts, der zu erfassen ist, und ausreichend kleiner als der Verbindungsabschnitt 200b.

**[0134]** Der erste Bereich Aj1 überlappt den vorderen Endabschnitt des vorspringenden Abschnitts **P2**. Da ein vorspringender Abschnitt typischerweise einen schmalen vorderen Endabschnitt aufweist, ist der Umfang des vorderen Endabschnitts von Messpositionen **Mp** umgeben, die sich von hohen Zielpositionen Mph unterscheiden. Somit werden wahrscheinlich mehrere hohe Zielpositionen Mph, die den vorderen Endabschnitt bilden, als Konturpositionen Mpe identifiziert. Als ein Ergebnis ist die Gesamtanzahl von Konturpositionen Mpe innerhalb des Bereichs Aj1 groß.

**[0135]** Im Gegensatz dazu überlappt der zweite Bereich Aj2 einen Abschnitt der Kontur des Verbindungsabschnitts 200b, der sich von dem vorstehenden Abschnitt **P2** unterscheidet. Da ein Abschnitt der Kontur, der sich von einem vorstehenden Abschnitt unterscheidet, durch eine sanfte Kurve dargestellt ist, können nur hohe Zielpositionen Mph, die über einer einzelnen Linie innerhalb des zweiten Bereichs Aj2 liegen, als Konturpositionen Mpe identifiziert werden. Als ein Ergebnis ist die Gesamtanzahl von Konturpositionen Mpe innerhalb des Bereichs Aj2 klein.

**[0136]** Wie oben beschrieben, ist die Gesamtanzahl von Konturpositionen Mpe innerhalb des ersten Bereichs Aj1 größer als die Gesamtanzahl von Konturpositionen Mpe innerhalb des zweiten Bereichs Aj2. Das heißt, in dem lokal vorstehenden Abschnitt **P2** des Verbindungsabschnitts 200b ist die Dichte der Konturpositionen Mpe größer als in anderen Abschnitten des Verbindungsabschnitts **200b**. Somit kann ein Abschnitt mit einer Dichte von Konturpositionen Mpe, die größer als oder gleich einer vorbestimmten Grenzdichte ist, als eine zweite Art von unbeabsichtigtem Abschnitt erfasst werden. Bei diesem Verfahren kann ein zweiter Typ eines unbeabsichtigten Teils detektiert werden, ohne die Annäherungskonturlinie **AO** zu verwenden. Man beachte, dass die Dichte der Konturpositionen Mpe eine Dichte ist, die unter Verwendung eines Bereichs mit einer vorbestimmten Form und Größe berechnet wird und eine lokale Dichte ist. Die Schwellendichte wird auf einen ausreichend größeren Wert als die Dichte der Konturpositionen Mpe eingestellt, die erfasst werden kann, wenn der Verbindungsabschnitt eine geeignete Form aufweist.

**[0137]** Im Allgemeinen können verschiedene Verfahren wie folgt angenommen werden.

**[0138]** Das heißt, eine Mehrzahl von hohen Zielpositionen Mph, deren Orte in der Richtung senkrecht zu der spezifischen Oberfläche **S1** auf der Seite der Spitze **39** liegen und nicht auf der spezifischen Oberfläche **S1** (d.h. auf der dem Körperabschnitt **37** der als Basis dient gegenüberliegenden Seite) identifiziert werden. Konturpositionen Mpe, die die Kontur eines Bereichs darstellen, in dem die Orte der identifizierten Vielzahl von hohen Zielpositionen Mph in der Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** verteilt sind, werden identifiziert. Die identifizierten Konturpositionen Mpe werden analysiert, um zu bestimmen, ob der Bereich, in dem die hohen Zielpositionen Mph verteilt sind, einen Abschnitt enthält, der lokal in der Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** hervorspringt. Wenn der Bereich, in dem die hohen Zielpositionen Mph verteilt sind, einen vorstehenden Abschnitt aufweist, kann bestimmt werden, dass der Zielabschnitt der Elektrode einen zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält.

**[0139]** (4) Anstelle der drei Arten von unbeabsichtigten Abschnitten, die unter Bezugnahme auf Fig. 7A bis Fig. 9B beschrieben wurden, kann jeder der verschiedenen unbeabsichtigten Abschnitte als ein unbeabsichtigter Abschnitt verwendet werden, bei dem bestimmt wird, dass er in einem Zielabschnitt einer Elektrode enthalten ist oder nicht. Zum Beispiel kann die Bestimmung von einer oder zwei Arten von unbeabsichtigten Abschnitten, die im Voraus aus den drei oben beschriebenen Arten von unbeabsichtigten Abschnitten ausgewählt wurden, weggelassen werden.

**[0140]** Das heißt, einer oder zwei von „S240 bis S250“, „S260 bis S270“ und „S280 bis S290“ in Fig. 4A und Fig. 4B können weggelassen werden.

**[0141]** Alternativ kann die Bestimmung durchgeführt werden, ob ein anderer Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts, der sich von den drei Arten von unbeabsichtigten Abschnitten unterscheidet, die oben beschrieben wurden, in einem Zielabschnitt einer Elektrode enthalten ist.

**[0142]** Es ist zu beachten, dass die drei Arten von unbeabsichtigten Abschnitten in Fig. 7A bis Fig. 9B einen Mangel verursachen können. Somit wird vorzugsweise bestimmt, ob mindestens ein Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts von den drei Arten von unbeabsichtigten Abschnitten in einem Zielabschnitt einer Elektrode enthalten ist.

**[0143]** (5) Als dreidimensionale Koordinatendaten kann nur einer von dem ersten Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten, der in dem ersten Koordinatensystem **CS1** dargestellt ist, basierend auf der spe-

zifischen Oberfläche **S1**, die in **Fig. 6A** dargestellt ist, und dem zweiten Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten, der in dem zweiten Koordinatensystem **CS2** dargestellt ist, basierend auf der Funkenentladungsfläche **S2**, die in **Fig. 6B** dargestellt ist, erzeugt werden.

**[0144]** Alternativ können dreidimensionale Koordinatendaten, die in einem Koordinatensystem dargestellt werden, das sich von sowohl dem ersten Koordinatensystem **CS1** als auch dem zweiten Koordinatensystem **CS2** unterscheidet, erzeugt werden (z. B. einem vorbestimmten Koordinatensystem). In jedem Fall kann der Prozessor **810** durch Analysieren dreidimensionaler Koordinatendaten unter Verwendung eines Verfahrens, das dem oben beschriebenen Bestimmungsverfahren ähnlich ist, bestimmen, ob ein unbeabsichtigter Abschnitt in einem Zielabschnitt einer Elektrode enthalten ist.

**[0145]** Es ist anzumerken, dass jedes der verschiedenen Koordinatensysteme, die eine Koordinatenachse senkrecht zu der spezifischen Oberfläche **S1** aufweisen, als ein Koordinatensystem verwendet werden kann, das relative Koordinaten basierend auf der spezifischen Oberfläche **S1** darstellt. Zum Beispiel kann eine Koordinatenachse unter drei orthogonalen Koordinatenachsen vertikal zu der spezifischen Oberfläche **S1** sein und die zwei Koordinatenachsen können parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** sein.

**[0146]** Hier kann der Ursprung an einer Position angeordnet sein, die von der spezifischen Oberfläche **S1** entfernt ist. Alternativ kann eine Position in der Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche **S1** in einem Polarkoordinatensystem dargestellt werden.

**[0147]** Gleichermaßen kann irgendeines von verschiedenen Koordinatensystemen mit einer Koordinatenachse senkrecht zu der Funkenentladungsfläche **S2** als ein Koordinatensystem übernommen werden, das relative Koordinaten basierend auf der Funkenentladungsfläche **S2** darstellt. Zum Beispiel kann eine Koordinatenachse unter drei orthogonalen Koordinatenachsen vertikal zu der Funkenentladungsfläche **S2** sein und die zwei Koordinatenachsen können parallel zu der Funkenentladungsfläche **S2** sein. Hier kann der Ursprung an einer Position entfernt von der Funkenentladungsfläche **S2** angeordnet sein. Alternativ kann eine Position in der Richtung parallel zur Funkenentladungsfläche **S2** in einem Polarkoordinatensystem dargestellt werden.

**[0148]** Es ist zu beachten, dass, wenn die Ausrichtung der Masseelektrode **30** relativ zu der Abstandsmessvorrichtung **710** (**Fig. 5**) so eingestellt ist, dass die spezifische Oberfläche **S1** ungefähr senkrecht zu der Einstrahlungsrichtung **LD** ist (und daher die Richtung eines Abstandes durch die Abstandsmess-

vorrichtung **710** gemessen wird) ein durch die Abstandsmessvorrichtung **710** gemessener Abstand direkt als die Koordinate in der Richtung senkrecht zu der spezifischen Oberfläche **S1** verwendet werden kann. Gleiches gilt für die Koordinate in Richtung senkrecht zur Funkenentladungsfläche **S2**.

**[0149]** (6) Eine Messvorrichtung, die verwendet wird, um die jeweiligen relativen Positionen einer Mehrzahl von Punkten auf der äußeren Oberfläche eines Zielabschnitts einer Elektrode zu identifizieren, kann irgendeine Vorrichtung sein, die eine dreidimensionale Positionsbeziehung zwischen einer Vielzahl von Punkten in dem Ziel messen kann, anstelle einer Entfernungsmeßvorrichtung **710**, die unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben wurde.

**[0150]** Beispielsweise kann eine Vorrichtung die eine Berührungssonde umfasst, die mit jedem einer Vielzahl von Punkten in einem Zielabschnitt einer Elektrode in Berührung kommt, um eine dreidimensionale Positionsbeziehung zwischen den mehreren Punkten zu messen, verwendet werden. Man beachte, dass eine berührungslose dreidimensionale Koordinatenmessvorrichtung vorzugsweise für eine hochgenaue Messung einer dreidimensionalen Positionsbeziehung verwendet wird.

**[0151]** (7) Anstelle des Widerstandsschweißens kann irgendeines von verschiedenen anderen Verfahren als ein Verfahren zum Verbinden des Körperabschnitts **37** und der Spitze **39** miteinander verwendet werden. Zum Beispiel kann die zweite Spitze **39** durch Laserstrahlschweißen mit dem Körperabschnitt **37** verbunden werden. In jedem Fall ist es vorzuziehen, die Masseelektrode **30** unter Verwendung des Ergebnisses der Bestimmung vorzubereiten, ob ein Verbindungsabschnitt, an dem der Körperabschnitt **37** und die Spitze **39** miteinander verbunden sind, einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält.

**[0152]** (8) Die unter Verwendung des Ergebnisses der Bestimmung, ob ein unbeabsichtigter Abschnitt enthalten ist, hergestellte Elektrode kann die Mittelelektrode **20** anstelle der Masseelektrode **30** sein. In diesem Fall ist es vorzuziehen, die Mittelelektrode **20** unter Verwendung des Ergebnisses der Bestimmung, ob ein Verbindungsabschnitt des Stangenabschnitts **28** und der ersten Spitze **29** einen unbeabsichtigten Abschnitt enthält, zu präparieren.

**[0153]** (9) Anstelle der Konfiguration jeder oben beschriebenen Ausführungsform kann irgendeine von verschiedenen anderen Konfigurationen als eine Konfiguration einer Zündkerze angenommen werden.

**[0154]** Zum Beispiel kann die vorderseitige Dichtung **8** (**Fig. 1**) weggelassen werden. In diesem Fall trägt der Abschnitt **56** mit reduziertem Innendurchmesser

der Metallhülse direkt den Abschnitt **16** mit reduziertem Außendurchmesser des Isolators.

**[0155]** Alternativ können anstelle einer vorderen Endfläche eines vorderen Endabschnitts einer Mittelelektrode (z. B. einer Oberfläche auf der Frontrichtungsseite **Df** der ersten Spitze **29** in **Fig. 1**), Seitenflächen des vorderen Endabschnitts der Mittelelektrode (Oberflächen, die in einer Richtung senkrecht zu der Axiallinie **CL** orientiert sind) und eine Masselektrode eine Entladungslücke bilden. Die Gesamtzahl der Entladungslücken kann zwei oder mehr betragen. Der Widerstand **73** kann weggelassen werden. Ein Magnetkörper kann zwischen einer Mittelelektrode in einem Durchgangsloch eines Isolators und einem Metallanschluss angeordnet sein.

**[0156]** (10) Die Steuervorrichtung **800** in **Fig. 5** kann eine Vorrichtung eines Typs sein, der sich von dem eines Personal Computers unterscheidet. Zum Beispiel kann die Steuervorrichtung **800** in der Abstandsmessvorrichtung **710** enthalten sein. Alternativ kann eine Mehrzahl von Vorrichtungen (z. B. Computern), die miteinander über ein Netzwerk kommunizieren können, jeweils einige der Datenverarbeitungsfunktionen einer Steuervorrichtung aufweisen und kann die Funktionen der Steuervorrichtung in ihrer Gesamtheit bereitstellen (ein System, das diese Vorrichtungen enthält, entspricht der Steuervorrichtung).

**[0157]** In jeder oben beschriebenen Ausführungsform kann ein Teil der Konfiguration, die durch Hardware implementiert wird, stattdessen durch Software implementiert werden, oder umgekehrt kann die gesamte oder ein Teil der Konfiguration, die durch Software implementiert wird, stattdessen durch Hardware implementiert werden. Zum Beispiel kann die Funktion von **S230** in **Fig. 4A** durch eine dedizierte Hardwareanordnung implementiert werden.

**[0158]** Wenn einige oder alle der Funktionen in der vorliegenden Erfindung durch ein Computerprogramm implementiert werden, kann das Programm ferner derart bereitgestellt werden, dass es in einem computerlesbaren Aufzeichnungsmedium (z. B. einem nichtflüchtigen Aufzeichnungsmedium) gespeichert wird. Das Programm kann in einem Zustand verwendet werden, in dem das Programm auf einem Aufzeichnungsmedium (computerlesbares Aufzeichnungsmedium) gespeichert ist, das mit demjenigen übereinstimmt oder davon verschieden ist, wenn es bereitgestellt wird. Beispiele für das „computerlesbare Aufzeichnungsmedium“ können nicht nur tragbare Aufzeichnungsmedien, wie eine Speicherkarte und eine CD-ROM, sondern auch interne Speichervorrichtungen in einem Computer, wie z. B. verschiedene ROMs, und externe Speichervorrichtungen, die mit dem Computer verbunden sind, wie eine Festplatte umfassen.

**[0159]** Während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf eine Ausführungsform und Modifikationen beschrieben wurde, soll die oben beschriebene Ausführungsform der Erfindung die vorliegende Erfindung leicht verständlich machen, soll jedoch die vorliegende Erfindung nicht beschränken. Die vorliegende Erfindung kann modifiziert oder verbessert werden, ohne von ihrem Kern und dem durch die Ansprüche definierten Umfang abzuweichen, und Äquivalente solcher Modifikationen oder Verbesserungen sind ebenfalls in der vorliegenden Erfindung enthalten.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2004214218 [0002]

**Patentansprüche**

. Was beansprucht wird:

1. Verfahren zur Herstellung einer Zündkerze mit einer Elektrode, wobei die Elektrode einen Basisabschnitt und eine Spitze umfasst, die mit einer spezifischen Oberfläche verbunden ist, die eine spezifische äußere Oberfläche des Basisabschnitts ist, wobei die Spitze eine Funkenentladungsoberfläche bildet, wobei das Verfahren umfasst:

Erzeugen dreidimensionaler Koordinatendaten, die eine dreidimensionale Form eines Zielabschnitts der Elektrode einschließlich des Basisabschnitts und der mit dem Basisabschnitt verbundenen Spitze darstellen, durch Identifizieren jeweiliger relativer Positionen einer Mehrzahl von Punkten auf einer äußeren Oberfläche des Zielabschnitts, wobei der Zielabschnitt ein Abschnitt ist, der mindestens einen Abschnitt der spezifischen Oberfläche des Basisabschnitts und der Spitze enthält;

Bestimmen, ob der Zielabschnitt der Elektrode einen vorbestimmten unbeabsichtigten Abschnitt enthält, der ein unbeabsichtigter Abschnitt ist, durch Analysieren der Koordinatendaten;

Ausschließen der Elektrode, die den unbeabsichtigten Abschnitt enthält, von den herzustellenden Gegenständen; und

Montieren der Zündkerze unter Verwendung der Elektrode, die den unbeabsichtigten Teil nicht enthält.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Erzeugens der dreidimensionalen Koordinatendaten einen Schritt des Erzeugens von mindestens einen von einem ersten Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten umfasst, die relative Koordinaten basierend auf der spezifischen Oberfläche des Basisabschnitts darstellen, und von einem zweiten Typ von dreidimensionalen Koordinatendaten die relative Koordinaten basierend auf der Funkenentladungsoberfläche der Spitze darstellen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei in dem Schritt des Bestimmens, ob der Zielabschnitt den unbeabsichtigten Abschnitt enthält, auf der Grundlage eines Ergebnisses der Analyse der Koordinatendaten, wird bestimmt, dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Teil enthält; wenn der Zielabschnitt der Elektrode einen ersten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts aufweist, der ein Abschnitt ist, der sich auf einer der beiden Seiten der spezifischen Oberfläche gegenüber der Basisabschnittsseite befindet, wenn der Zielabschnitt in einer Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche des Basisabschnittes betrachtet wird, und außerhalb einer Kante der spezifischen Oberfläche angeordnet ist, wenn der Zielabschnitt in einer

Richtung senkrecht zu der spezifischen Oberfläche betrachtet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei in dem Schritt des Bestimmens, ob der Zielabschnitt den unbeabsichtigten Teil enthält, auf der Grundlage eines Ergebnisses der Analyse der Koordinatendaten, wird bestimmt, dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Abschnitt enthält,

wenn der Zielabschnitt der Elektrode einen gegenüberliegenden Abschnitt aufweist, der ein Abschnitt ist, der auf einer der zwei Seiten der spezifischen Oberfläche gegenüber der Basisabschnittsseite angeordnet ist, wenn der Zielabschnitt in einer Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche des Basisabschnitts betrachtet wird, und

wenn der gegenüberliegende Abschnitt einen zweiten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält, der ein Abschnitt ist, der lokal in der Richtung parallel zu der spezifischen Oberfläche vorsteht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in dem Schritt des Bestimmens, ob der Zielabschnitt den unbeabsichtigten Teil enthält, auf der Grundlage eines Ergebnisses der Analyse der Koordinatendaten, wird bestimmt, dass der Zielabschnitt der Elektrode den unbeabsichtigten Abschnitt enthält, wenn der Zielabschnitt der Elektrode einen dritten Typ eines unbeabsichtigten Abschnitts enthält, der ein Abschnitt ist, der sich auf einer der zwei Seiten der Funkenentladungsoberfläche gegenüber der Spitzenseite befindet, wenn der Zielabschnitt in einer Richtung parallel zu der Funkenentladungsoberfläche der Spitze betrachtet.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

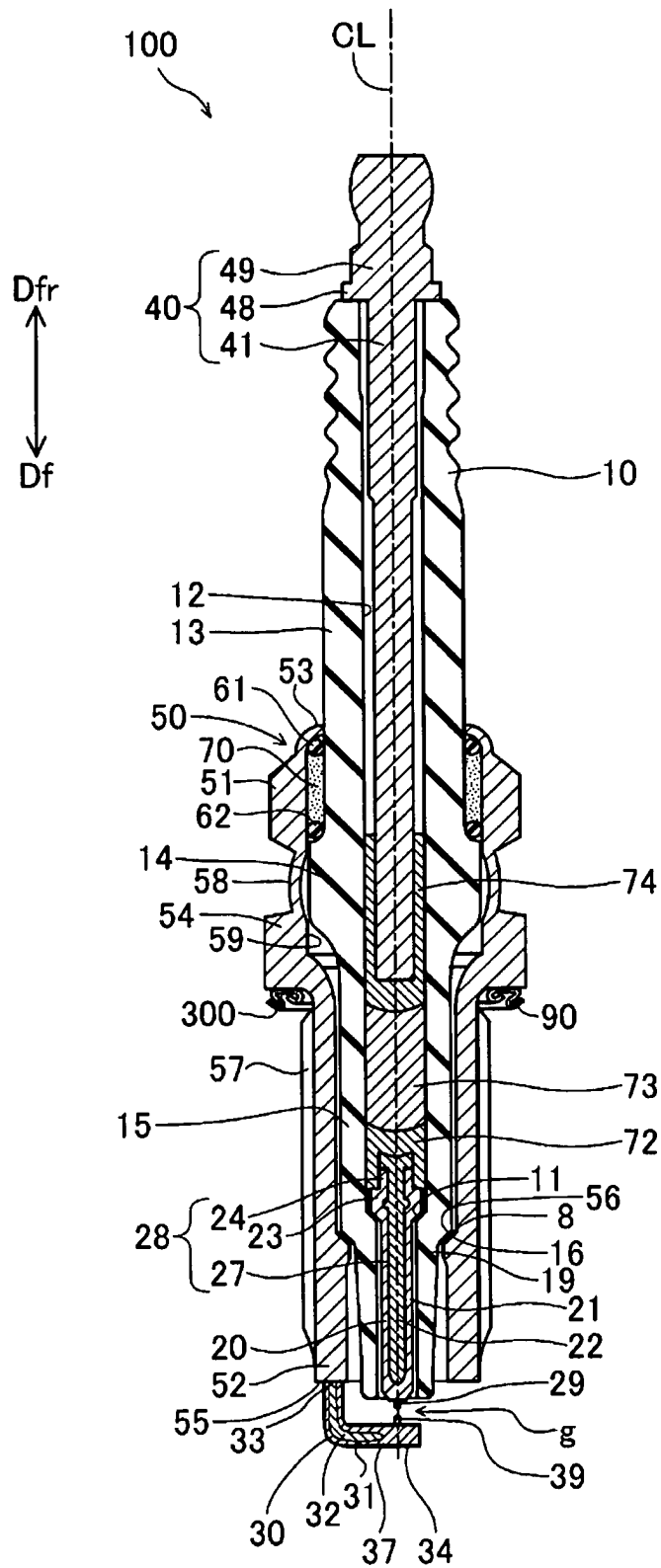




FIG. 2

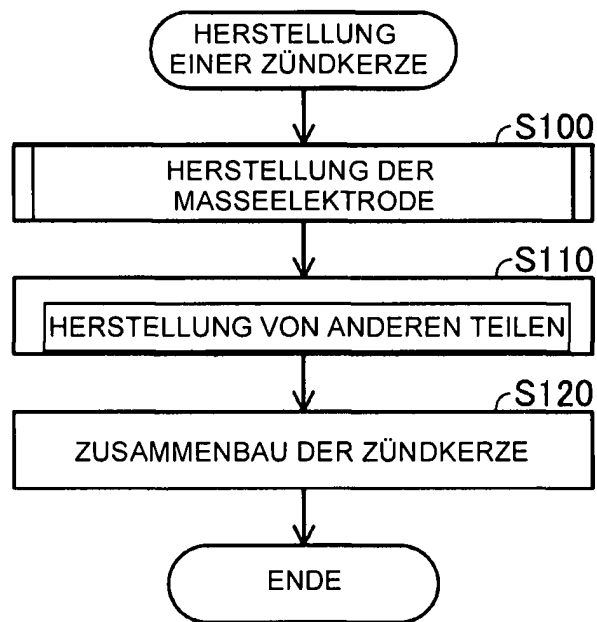


FIG. 3A

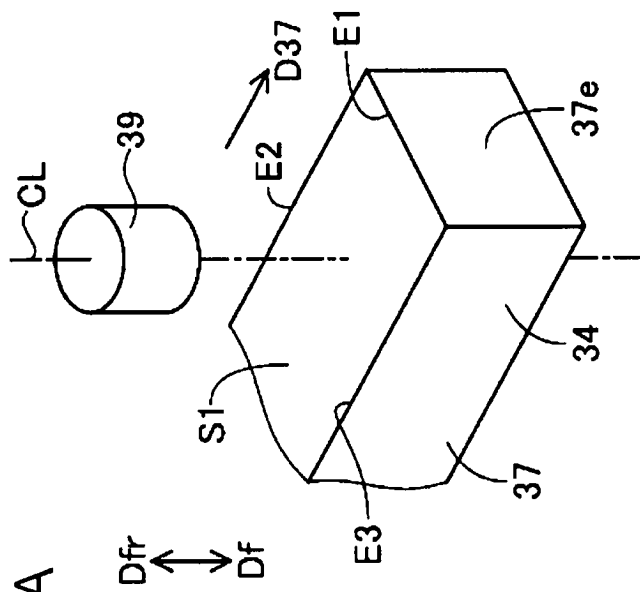


FIG. 3B

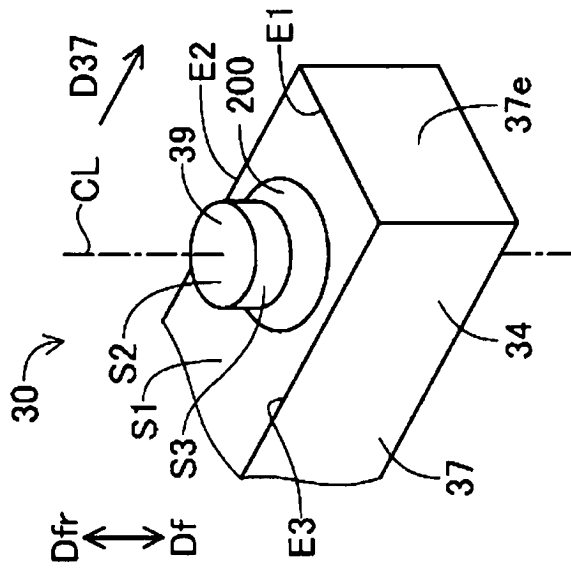


FIG. 3C

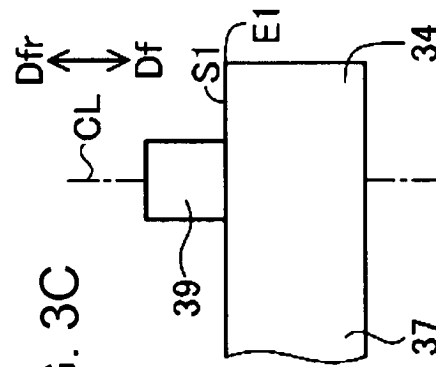


FIG. 3D

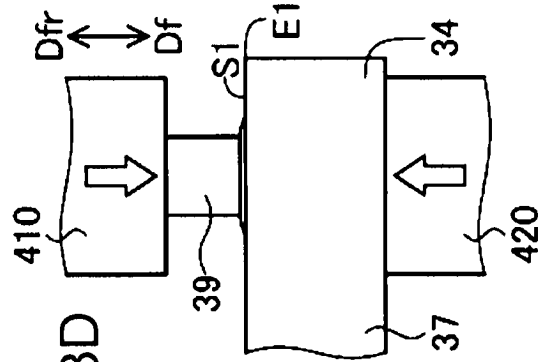


FIG. 3E

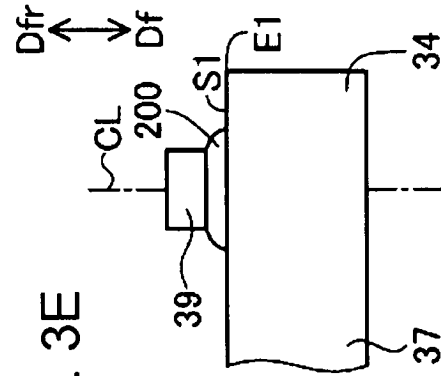


FIG. 4A

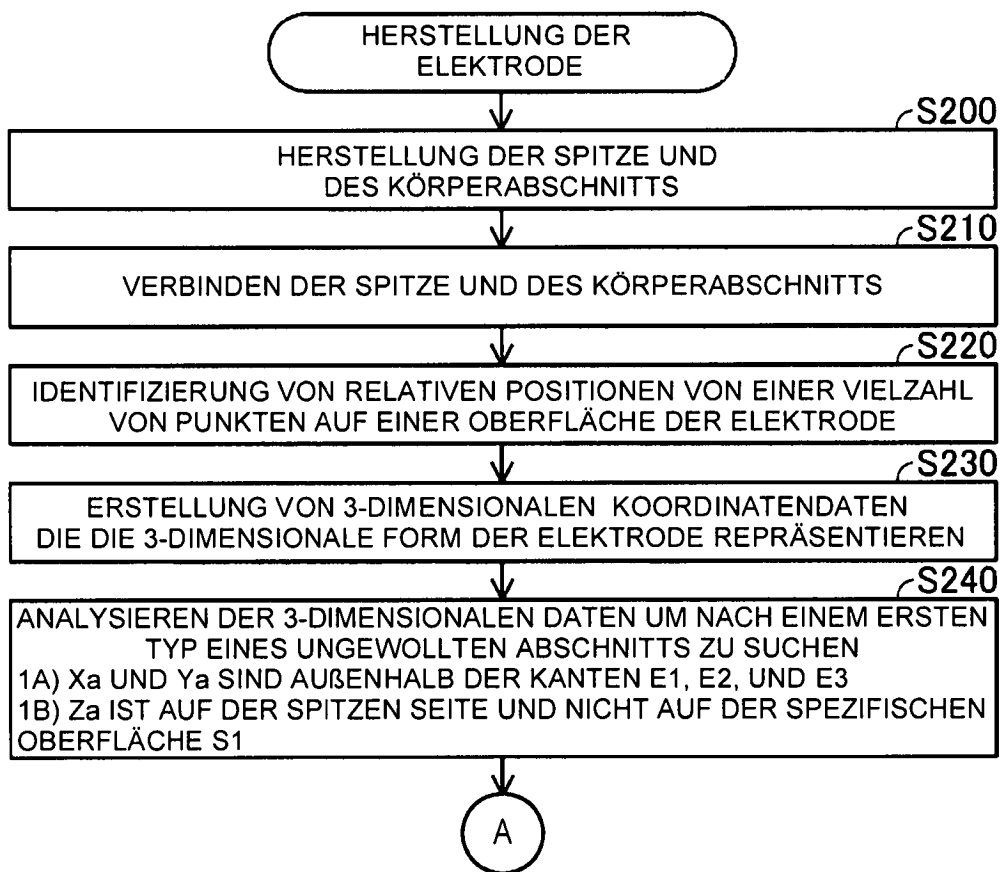


FIG. 4B

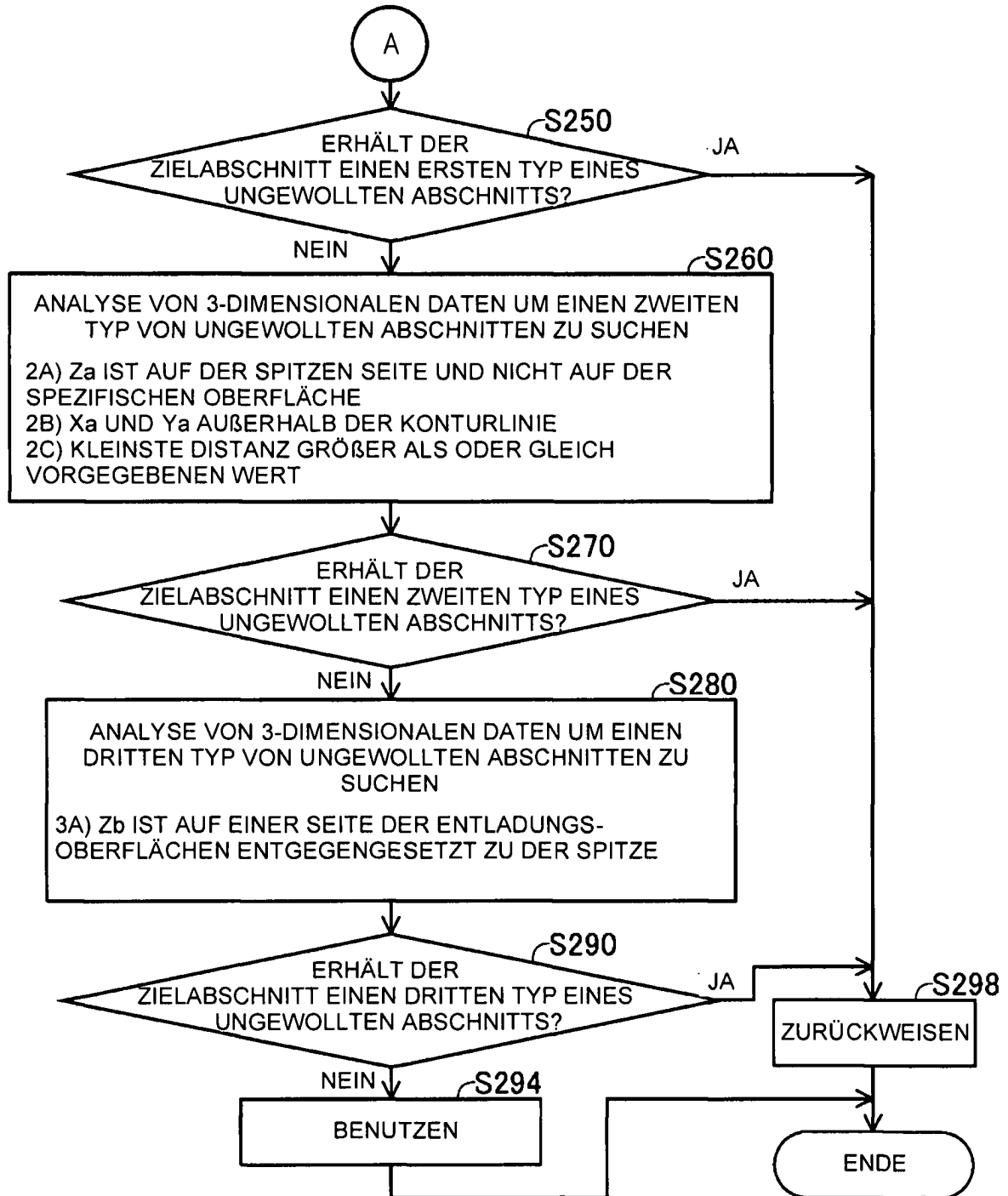


FIG. 5

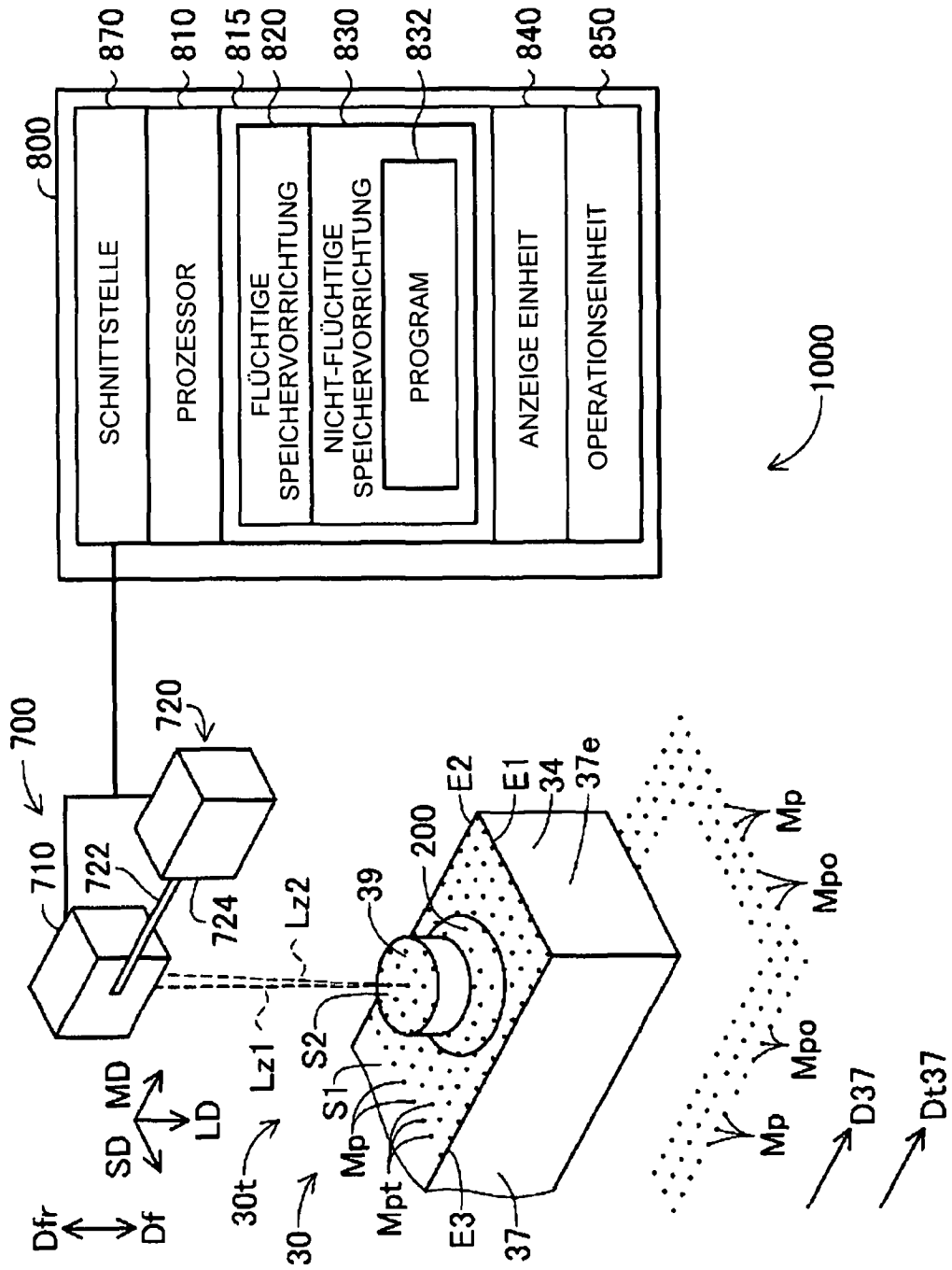


FIG. 6A

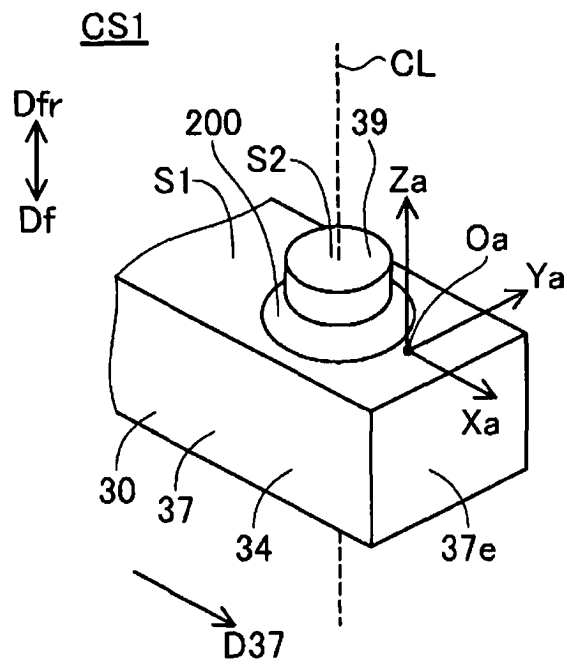


FIG. 6B

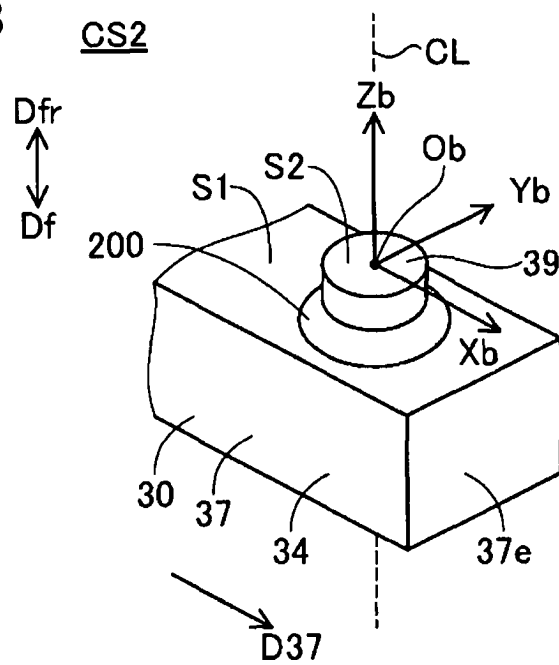


FIG. 7A

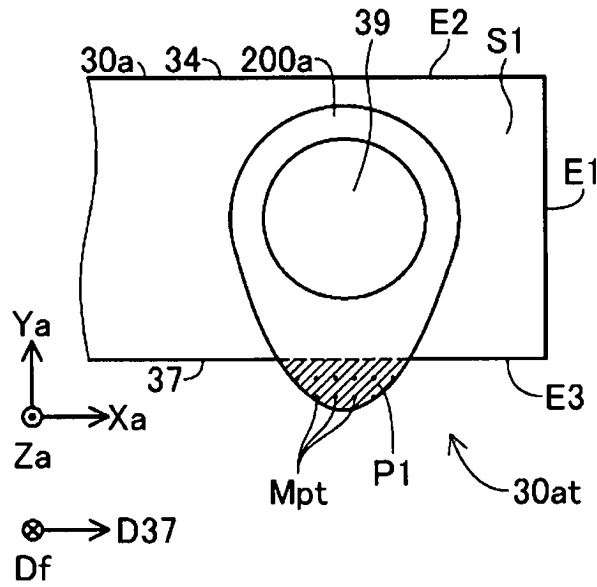


FIG. 7B

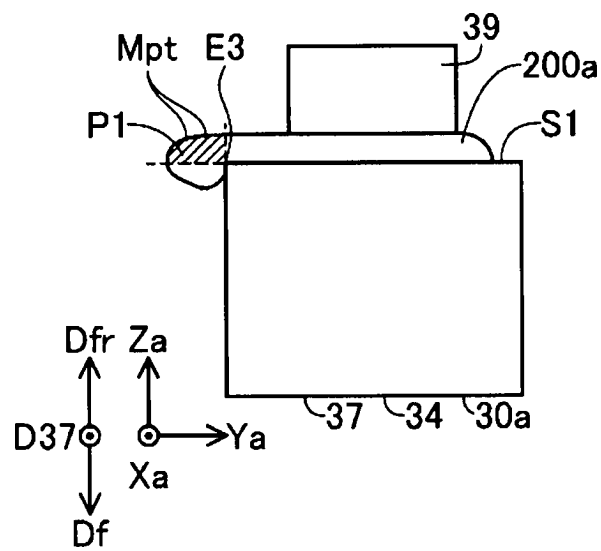


FIG. 8A

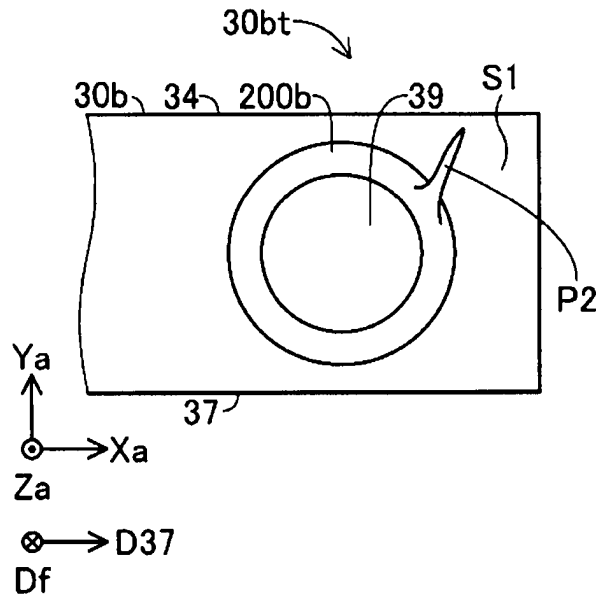


FIG. 8B

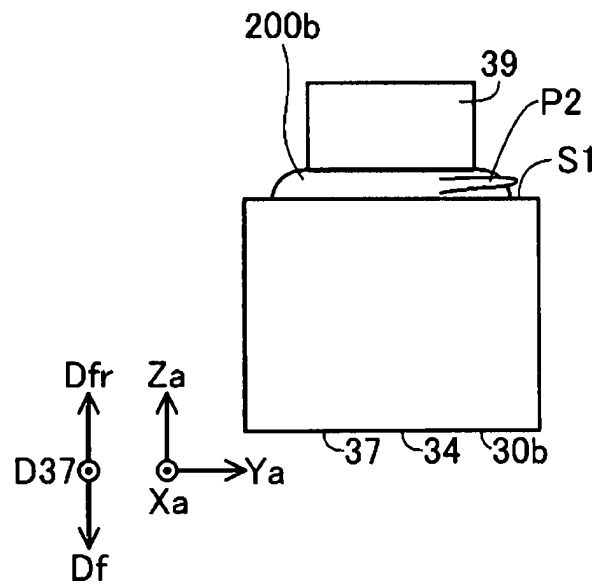




FIG. 8C

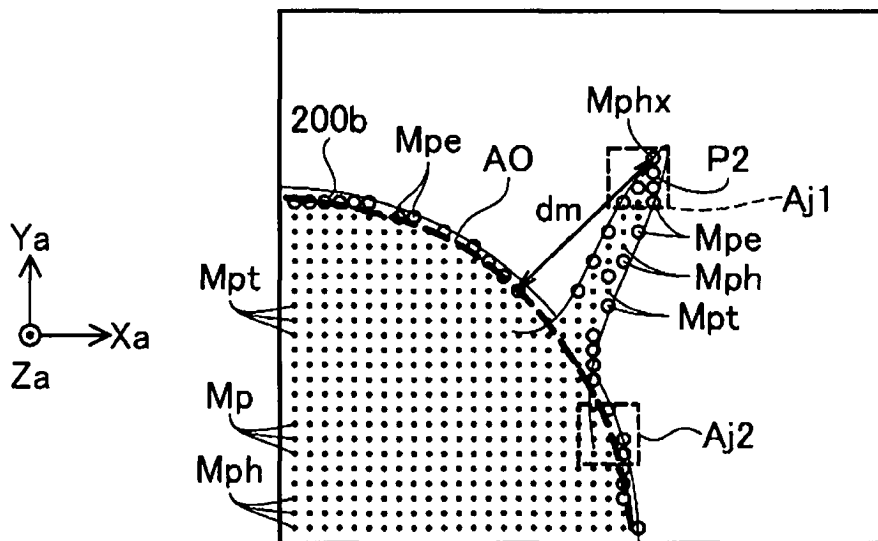


FIG. 9A

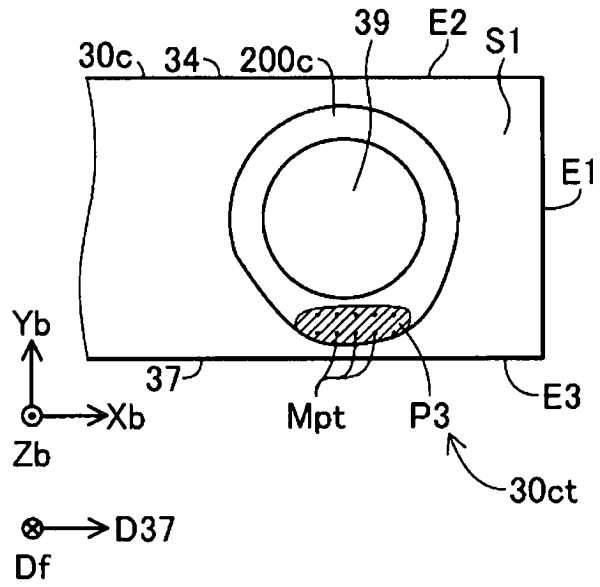


FIG. 9B

