



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 24 530 A1 2004.02.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 24 530.8
(22) Anmeldetag: 28.05.2003
(43) Offenlegungstag: 26.02.2004

(51) Int Cl.7: B24B 7/17

(30) Unionspriorität:
2002-228803 06.08.2002 JP

(74) Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,
50667 Köln

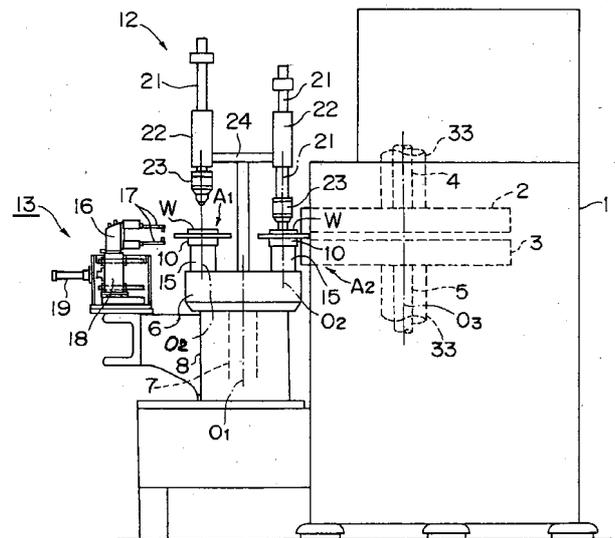
(71) Anmelder:
Daisho Seiki Corporation, Ikeda, Osaka, JP

(72) Erfinder:
Saitoh, Akiyoshi, Ikeda, Osaka, JP; Hamada,
Masahiko, Ikeda, Osaka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schleifverfahren für eine Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Doppelflächenschleifverfahren für eine Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub, bei dem eine obere und eine untere Schleiffläche eines Werkstücks wie einer Scheibenbremse gleichzeitig geschliffen werden. Der gesamte Vertikalbewegungshub der Schleifscheibe umfaßt einen Leerlauf-Vorschubhub, in dem die Scheibe sich mit einer bestimmten Leerlauf-Vorschubgeschwindigkeit aus der Warteposition in eine Detektionsstartposition bewegt, bevor sie die Schleiffläche kontaktiert, einen Detektionshub, in dem die Scheibe sich mit einer Detektionsgeschwindigkeit, welche geringer als die Leerlauf-Vorschubgeschwindigkeit ist, nach dem Kontaktieren der Schleiffläche aus der Detektionsstartposition in eine Detektionsendposition bewegt, wonach die Scheibe eine Schleifstartposition erkennt; und einen Schleifhub, in dem sich die Scheibe mit einer Schleifgeschwindigkeit aus der Schleifstartposition in eine Schleifenposition bewegt. Die Schleifstartposition wird entsprechend einem Zeitpunkt, zu dem ein während des Detektionshubs erkannter Strom des Schleifscheibendrehantriebsmotors (49) von einem Wert im Nullast-Zustand auf einen bestimmten Wert zunimmt, auf eine Position eingestellt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren für eine Einstechsystem-Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub für ein Werkstück, wie beispielsweise eine Bremsscheibe, wobei eine obere und eine untere Schleifscheibe einander vertikal gegenüberliegend angeordnet sind, diese durch Drehantriebsmotoren gedreht und durch Vertikaltriebsmotoren vertikal bewegt werden und die obere und untere Schleiffläche eines Werkstücks gleichzeitig einem Flachsleifvorgang unterzogen werden.

[0002] Üblicherweise werden bei einem Verfahren für eine Einstechsystem-Doppelflachsleifmaschine verschiedene Meßgeräte, wie beispielsweise eine Feinmeßvorrichtung usw., zum Messen einer praktischen Schleiftiefe an jedem Werkstück und zum Einstellen einer Schleiftoleranz verwendet, so daß der Schleifvorgang so ausgeführt werden kann, daß entsprechend einer Streuung einer Werkstücksabmessung beim Vorschleifen und einer Streuung der Werkstückseinstellhöhe beim Schleifen stets eine konstante Schleiftoleranz geschliffen wird.

[0003] Bei dem oben erwähnten Verfahren zum Messen einer praktischen Schleiftiefe unter Verwendung des während des Verfahrens zu verwendenden Meßgerätes ist es erforderlich, Meßteile, wie beispielsweise ein Sensor usw., einzubringen, so daß Wartung und Einstellung kompliziert werden und die Meßarbeit aufwendig wird.

[0004] Wenn ein Werkstück wie beispielsweise ein vergleichsweise dünnes Plattenteil von geringer Steifigkeit, wie beispielsweise eine Bremsscheibe, dem Doppelflächenschleifen unterzogen würde, träte außerdem zwischen der oberen und der unteren Schleifscheibe eine Schleifstartzeitverzögerung ein, und die Möglichkeiten zur Korrektur der Parallelität und des Auslaufs relativ zu einer Werkstücksreferenzfläche verschlechterten sich aufgrund der Streuung der Genauigkeit zum Zeitpunkt des Vorschleifens.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schleifverfahren für eine Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub zu schaffen, wobei eine Schleifarbeit unter Belastung einer konstanten Schleiftoleranz ausgeführt werden kann und eine gute Schleifgenauigkeit erreicht wird, ohne ein neues Meßteil, wie beispielsweise einen Sensor, zu verwenden, selbst wenn das Werkstück ein Plattenteil mit geringer Steifigkeit ist.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe werden bei einem Schleifverfahren für eine Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub eine obere und eine untere Schleifscheibe, die einander vertikal gegenüberliegen, von Schleifscheibendrehantriebsmotoren drehend angetrieben bzw. von Schleifscheibenvertikaltriebsmotoren vertikal angetrieben, und die beiden Schleifscheiben werden aus Wartepositionen, die vertikal von der oberen bzw.

unteren Schleiffläche eines Werkstücks beabstandet sind, in Schleifendpositionen überführt, um an der oberen und unteren Schleiffläche des Werkstücks gleichzeitig einen Flachsleifvorgang auszuführen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß der gesamte Vertikalbewegungshub der Schleifscheibe die folgenden Merkmale umfaßt: einen Leerlauf-Vorschubhub, in dem die Scheibe sich mit einer bestimmten Leerlauf-Vorschubgeschwindigkeit aus der Warteposition in eine Detektionsstartposition bewegt, bevor sie mit der Schleiffläche in Kontakt kommt; einen Detektionshub, in dem die Scheibe sich mit einer Detektionsgeschwindigkeit, welche geringer als die Leerlauf-Vorschubgeschwindigkeit ist, nach dem Kontaktieren der Schleiffläche aus der Detektionsstartposition in eine Detektionsendposition bewegt, wonach die Scheibe eine Schleifstartposition erkennt; und einen Schleifhub, in dem sich die Scheibe mit einer Schleifgeschwindigkeit aus der Schleifstartposition in eine Schleifendposition bewegt; und die Schleifstartposition entsprechend einem Zeitpunkt, zu dem ein während des Detektionshubs erkannter Strom des Schleifscheibendrehantriebsmotors um einen bestimmten Betrag von einem Wert im Nulllast-Zustand auf einen bestimmten Wert zunimmt, auf eine Position eingestellt wird.

[0007] Gemäß der obigen Konstruktion kann die Schleifstartposition leicht erkannt und die Schleifgenauigkeit bei jedem Werkstück verbessert werden, selbst wenn vor dem Schleifen des Werkstücks eine Genauigkeitsstreuung besteht.

[0008] Da die Schleifstartposition durch Erkennen einer Veränderung des Stromwerts des Schleifscheibendrehantriebsmotors erkannt wird, ist die Installation eines Meßinstruments, wie beispielsweise eines Sensors usw., nicht erforderlich, die aufwändige Wartung und Einstellung kann entfallen und der Mechanismus wird nicht verkompliziert im Vergleich mit dem herkömmlichen Fall, bei dem die Schleiftiefe praktisch durch Verwendung von Meßinstrumenten während des Verfahrens gemessen wird.

[0009] Wenn die obere und untere Schleifscheibe nach der Erkennung der oberen bzw. unteren Schleifstartposition durch die Stromänderung der jeweiligen Schleifscheibendrehantriebsmotoren durch einmaliges Rückführen der oberen und unteren Schleifscheibe in von den Schleifflächen beabstandete Positionen gleichzeitig in den Schleifhub geschaltet werden, können außerdem Biegungen der Schleifbereiche in vertikaler Richtung während des Schleifvorgangs zur Verbesserung der Schleifgenauigkeit minimiert werden und der Verbrauch des oberen und unteren Schleiffrads kann angeglichen werden, um eine Langzeitbeständigkeit der Schleifgenauigkeit zu erreichen, wenn der Schleifbereich des Werkstücks ein Scheibenteil von geringer Steifigkeit ist.

[0010] Außerdem läßt sich die Schleifgenauigkeit in Anpassung an die Stärke des Schleifbereichs verbessern, wenn der Schleifhub in mehrere Hubanteile mit unterschiedlichen Schleifgeschwindigkeiten un-

terteilt ist.

[0011] Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0012] **Fig. 1** eine Seitenansicht einer Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub, mit der das erfindungsgemäße Schleifverfahren ausgeführt wird,

[0013] **Fig. 2** eine Ansicht der Vertikaltriebs- und Drehantriebsmechanismen der Schleifscheiben,

[0014] **Fig. 3** eine vergrößerte Vertikalschnittansicht einer Spannvorrichtung und eines Werkstücks,

[0015] **Fig. 4** ein Wirkungserläuterungsdiagramm, welches einen Bewegungshub einer Schleifscheibe darstellt,

[0016] **Fig. 5** eine Ansicht einer Veränderung des Stromwerts eines Schleifscheibendrehantriebsmotors über die Zeit, und

[0017] **Fig. 6** ein Diagramm der Vorschublängen der Schleifscheibe bei den jeweiligen Hüben.

[0018] **Fig. 1** ist die Seitenansicht der Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub zur Durchführung des Schleifverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung. Eine obere und eine untere Schleifscheibe **2** und **3**, die einander gegenüberliegen, sind in einem Gehäuse **1** untergebracht, und die obere Schleifscheibe **2** und die untere Schleifscheibe **3** sind an einer Welle **4** für die obere Schleifscheibe und einer Welle **5** für die untere Schleifscheibe **5** befestigt, die auf derselben senkrechten Mittelachse **03** angeordnet sind. Die beiden Schleifscheibenwellen **4** und **5** sind von einem oberen und einem unteren Gleitzylinder **33,33** drehbar und vertikal bewegbar gehalten.

[0019] Ein Werkstückszufuhr Indextisch **6** ist an einem oberen Ende einervertikalen Tischantriebswelle **7** befestigt, und diese Tischantriebswelle **7** ist über ein Lager in einem zylindrischen Lagergehäuse **8** um eine Tischdrehmittelachse **01** drehbar gelagert und über einen nicht gezeigten Getriebemechanismus mit einem Antriebsmotor verbunden und gekoppelt.

[0020] Auf dem Indextisch **6** sind zwei Spannvorrichtungen **10** und eine Andrückvorrichtung **12** zum Einklemmen des Werkstücks **W** von oben installiert.

[0021] Die beiden Spannvorrichtungen **10** sind relativ zueinander mit einer Phasendifferenz von 180° um die Tischmittelachse **01** angeordnet und in einem zylindrischen Spannvorrichtungslagergehäuse **15** um eine um das Zentrum **02** frei drehbare Achse gelagert. Durch eine halbe Drehung des Indextisches **6** wird ein Positionswechsel zwischen einer schleifscheibenseitigen Schleifposition **A2** zum Schleifen von Werkstücken und einer gegenüberliegenden Löseposition zum Ein- und Ausspannen von Werkstücken möglich.

[0022] Die Andrückvorrichtung **12** besteht aus zwei Zylindern **22** mit nach unten ausfahrbaren Klemmstäben **21** und an den unteren Enden der Klemmstäbe **21** angebrachten Klemmeinheiten **23**. Die Zylinder **22**

sind jeweils auf derselben Mittelachse wie das Zentrum **02** der drehbaren Achse der Spannvorrichtung **10** zentriert und an einem Träger befestigt, der an einer Oberseite des Indextisches **6** befestigt ist, so daß diese Zylinder durch die Drehbewegung des Indextisches **6** zusammen mit den Spannvorrichtungen **10** um die Tischdrehmittelachse **01** gedreht werden.

[0023] In der Nähe der Löseposition **A1** ist ein Meßinstrument **13** zum Messen einer Abmessung des Werkstücks **W** vor dem Schleifen (Vorschleifzustand) installiert. Das Meßinstrument **13** ist ein bekanntes elektrisches Mikromeßgerät vom Differentialwandler-typ, das mit einer oberen und einer unteren hebelartigen Meßsonde **17** versehen ist. Die Meßsonden **17** sind jeweils so gelagert, daß sie sich vertikal öffnen und schließen können, und werden von einer Feder in den Schließzustand gedrückt. Eine vertikale Abweichung der Meßsonde **17** wird unter Verwendung eines in einen Meßinstrumentenkörper **16** eingebauten Differentialwandlers in einen elektrischen Wert, wie beispielsweise einen Stromwert, umgewandelt. Der elektrische Wert wird in eine Steuereinrichtung **62** (**Fig. 2**) eingegeben und auf einem Anzeigeteil einer Bedienungskonsole durch einen Verstärker mittels einer Digital- oder Zeigeranzeige angezeigt. Der Meßinstrumentenkörper **16** ist durch einen Längsschieber **18** in Längsrichtung bewegbar gelagert und wird von einem Längshydraulikzylinder **19** vor- und rückwärts bewegt.

[0024] **Fig. 3** ist die vergrößerte Vertikalschnittansicht der Spannvorrichtung **10** und des Werkstücks **W** in der Schleifposition **A2**. Das Werkstück **W** weist beispielsweise eine Scheibenbremse für ein Fahrzeug auf und besteht aus einer Nabe **26** und einer an einem oberen Endflansch der Nabe **26** befestigten Ringscheibe **27**. Sowohl die obere als auch die untere Stirnfläche der Scheibe **27** werden dem Flachsleifvorgang unterzogen.

[0025] In dem Spannvorrichtungslagergehäuse **15** ist über ein Lager **29** eine frei drehende Welle **30** drehbar gelagert, die Spannvorrichtung **10** ist an einer oberen Stirnfläche der frei drehbaren Welle **30** auf derselben Mittelachse wie das Zentrum **02** der frei drehbaren Mittelachse befestigt, und das untere Ende der automatisch drehenden Welle **30** ist über einen nicht gezeigten Getriebemechanismus mit einem Antriebsmotor verbunden und gekoppelt.

[0026] Die Spannvorrichtung **10** ist ringförmig ausgebildet, und auf der Spannvorrichtung ist koaxial ein ringförmiges Positionierstück **28** befestigt. Eine ringförmige Werkstücksreferenzfläche **32**, mit der eine Unterseite des Flansches des Werkstücks **W** in Kontakt ist, ist nach oben vorspringend ausgebildet, und eine Innenumfangsfläche **31** des Positionierstücks **28** ist auf eine der Nabe **26** des Werkstücks **W** angepaßte Größe eingestellt. Die Spannvorrichtung **10** ist mit einem nach oben ragenden Anschlagstift **37** zum Begrenzen einer Drehbewegung des Werkstücks **W** relativ zu der Spannvorrichtung **10** versehen, und der Stift ist in der Lage, an einem Paßbolzen **41** des

Werkstücks **W** in seiner Umfangsrichtung anzugreifen.

[0027] Die Klemmeinheit **23** ist mit einer Stahlkugel **46**, die einen Umfangsrand eines mittigen Lochs des Werkstücks **W** von oben kontaktiert, einem Kugelhaltezyylinder **47**, der mit der Stahlkugel **46** zusammenpaßt und diese nach unten herausragend trägt, einer Kugelkappe **48** mit einer konischen vertieften Aufnahme­fläche **48a**, die die Oberseite der Stahlkugel **46** kontaktiert, einem Lagerhalter **51**, der über das Lager **50** von dem unteren Teil des Klemmstabes **21** um das Zentrum **02** der frei drehenden Mittelachse drehbar gelagert ist, und einer unteren Abdeckung **52** ausgestattet, die an einer Unterseite des Lagerhalters **51** befestigt ist. Die Stahlkugel **46**, der Kugelhaltezyylinder **47**, die Kugelkappe **48** und der Lagerhalter **51** sind sämtlich auf derselben Mittelachse wie das Zentrum **02** der frei drehenden Mittelachse der Spannvorrichtung **10** angeordnet.

[0028] Eine Innenumfangsfläche einer unteren Hälfte des Kugelhaltezyinders **47** ist an seinem unteren Teil sich zu einem geringen Durchmesser verjüngend ausgebildet, und die Stahlkugel **46** ist von der verjüngten Form nach unten herausragend gehalten. Die Kugelkappe **48** paßt von oben in den Kugelzyylinder **47** und ist zusammen mit dem Kugelhaltezyylinder **47** nach unten abgehend mit der unteren Abdeckung **52** verbunden.

[0029] Fig. 2 ist eine schematische Seitenansicht, die ein Ausführungsbeispiel des Schleifscheibenvertikal­antriebsmechanismus, des Schleifscheibendrehantriebsmechanismus und des Steuermechanismus für dieselben zeigt.

[0030] Die Welle **4** für die obere Schleifscheibe ist über ein Lager in dem Vertikalgleitzyylinder **33** drehbar gelagert und vertikal einstückig mit dem Vertikalgleitzyylinder **33** bewegbar. Der Vertikalgleitzyylinder **33** ist an einer Fahrmutter **35** eines Kugelumlaufspindelmechanismus **34** befestigt, die Fahrmutter **35** ist über Kugeln vertikal bewegbar mit einer senkrechten Vorschubspindel **36** verschraubt, und die Vorschubspindel **36** ist über einen Schnecken­triebmechanismus **38** mit einem Vertikal­antriebswechselstromservomotor **39** für die obere Schleifscheibe verbunden und gekoppelt. Wenn nämlich der Schleifscheibenvertikal­antriebswechselstromservomotor **39** dreht, werden die Welle **4** für die obere Schleifscheibe und die obere Schleifscheibe **2** zusammen mit dem Vertikalgleitzyylinder **33** über den Schnecken­triebmechanismus **38** und den Kugelumlaufspindelmechanismus **34** auf und ab bewegt.

[0031] Mit dem Vertikal­antriebswechselstromservomotor **39** für die obere Schleifscheibe ist ein Drehcodierer **43** verbunden, und eine Vertikalposition und eine Vertikalbewegungsstrecke (nach oben oder unten) der oberen Schleifscheibe **2** kann durch Erkennen eines Drehwinkels des Vertikal­antriebswechselstromservomotors **39** für die obere Schleifscheibe mittels des Rotationsgebers **43** erkannt werden. Der

Rotationsgeber **43** hat beispielsweise die Möglichkeit des Erkennens einer Vertikalbewegungsstrecke von 0,5 µm pro Impuls.

[0032] Auf dem oberen Teil der Welle **4** für die obere Schleifscheibe **4** ist eine Keilwellennute **4a** ausgebildet, die mit einem Kettenrad **44** mit einer vertikal frei gleitend verschiebbaren inneren umlaufenden Keilwellennute zusammenpaßt; und das Kettenrad **44** ist über einen Riemenübertragungsmechanismus **45** mit einem Drehantriebsmotor **49** für die obere Schleifscheibe verbunden und gekoppelt. Mit anderen Worten, wenn der Drehantriebsmotor **49** für die obere Schleifscheibe dreht, werden die Welle **4** für die obere Schleifscheibe und die obere Schleifscheibe **2** über den Riemenübertragungsmechanismus **45**, das Kettenrad **44** und den Keilwellennutpaßteil gedreht, wobei Vertikalbewegungen der Welle **4** für die obere Schleifscheibe und der oberen Schleifscheibe **2** möglich sind. Ein oberer Stromdetektor **61** zum Erkennen des Wertes eines in dem Drehantriebsmotor **49** der oberen Schleifscheibe fließenden Stroms ist an dem Drehantriebsmotor **49** für die obere Schleifscheibe installiert, um die Schleifstartposition der oberen Schleifscheibe **2** relativ zu dem Werkstück **W** zu erkennen.

[0033] Ein Schleifscheibenvertikal­antriebsmechanismus und ein Schleifscheibendrehantriebsmechanismus für die untere Schleifscheibenwelle **5** weisen im Grunde dieselbe Konstruktion auf wie der Schleifscheibenvertikal­antriebsmechanismus und der Schleifscheibendrehantriebsmechanismus für die Welle **4** für die obere Schleifscheibe, die Mechanismen sind lediglich in vertikaler Richtung symmetrisch angeordnet. Bauteile mit derselben Funktion sind mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0034] Zur unabhängigen Steuerung von Vorgängen, wie beispielsweise dem EIN- und AUS-Schalten, dem Schalten der Drehrichtung auf Normal und Rückwärts, und den Drehgeschwindigkeiten der Schleifscheibendrehantriebsmotoren **49,49** und der Schleifscheibenvertikal­antriebswechselstromservomotoren **39,39** sind die Motoren **39,39** und **49,49** mit der einen Computer beinhaltenden Steuereinrichtung **62** verbunden und der obere und untere Stromdetektor **61,61** und der obere und untere Rotationsgeber **43,43** usw. sind mit einem Eingabeteil der Steuereinrichtung **62** verbunden. Die von den Stromdetektoren **61,61** erkannten Stromwerte der Drehantriebsmotoren **49,49** für die obere und untere Schleifscheibe und die von den Rotationsgebern **43,43** erkannten Drehwinkeldetektionssignale der Wechselstromservomotoren **39,39** werden in die Steuereinrichtung eingegeben.

[0035] In der Steuereinrichtung **62** werden die Vertikalpositionen und Bewegungsstrecken der oberen und unteren Schleifscheibe **2,3** anhand der Drehwinkel und Anzahl der Umdrehungen der Wechselstromservomotoren **39,39** berechnet, die von den Rotationsgebern **43,43** erkannt werden. Wenn die von den Stromdetektoren **61,61** eingegebenen Stromwerte

um einen vorbestimmten Wert (z.B. 0,1 Ampere) relativ zu einem Nullast-Drehwert (z.B. 20 bis 30 Ampere) zunehmen, urteilt die Steuereinrichtung, daß die Schleifscheiben **2,3** die Schleifstartposition erreichen, und wird daraufeingestellt, den Rotationsgebern **43,43** den Befehl zur Messung der Bewegungstrecken von den Schleifstartpositionen als Schleiftiefen (festgelegte Schleiftoleranzen) zu messen.

Steuerung der Vertikalbewegungslänge und Vertikalgeschwindigkeit der Schleifscheibe:

[0036] **Fig. 4** zeigt die Bewegungshübe der oberen und unteren Schleifscheibe **2,3**, und der gesamte Bewegungshub von einer Warteposition P1 in eine Schleifendposition Pe wird durch Umschalten der Vertikalgeschwindigkeit bzw. der Bewegungsrichtung in kleine Hübe #1 bis #9 aufgeteilt.

[0037] Im folgenden werden die die obere Schleifscheibe **2** betreffenden Hübe #1 bis #9 beschrieben. Der erste Hub #1 ist ein Leerlauf-Hub, der von der Warteposition P1, die ungefähr 1 mm von einer oberen Schleiffläche K des Werkstücks W beabstandet ist, bis zu der Detektionsstartposition P2 geht, die um 50 µm von der Schleiffläche K beabstandet ist. Die Geschwindigkeit der abwärts gerichteten Bewegung ist eine Hochgeschwindigkeit von etwa 2000 µm/s.

[0038] Der zweite Hub #2 ist ein Detektionshub, der von der Detektionsstartposition P2 bis zu einer Detektionsendposition P3 nach dem Kontakt mit der Schleiffläche K geht. Die Detektionsendposition P3 befindet sich an einer um ungefähr 5 bis 10 µm tiefer liegenden Position als die Schleifstartposition Ps, die durch den Kontakt mit der Schleiffläche K bei einer höheren Last als dem festgelegten Wert erkannt wird. Die Geschwindigkeit der abwärts gerichteten Bewegung in diesem zweiten Hub #2 beträgt ungefähr 50 µm/s.

[0039] Die Schleifstartposition Ps ist eine Position, in der der von dem oberen Stromdetektor **61** von **Fig. 2** erkannte Stromwert gegenüber dem Nullast-Stromwert (**20** bis **30** Ampere) um 1,0 Ampere zunimmt. Diese Schleifstartposition Ps wird eine Referenzposition einer Oberseitenschleiftiefe (Schleifbetrag) D_u des Werkstücks W.

[0040] Der dritte Hub #3 ist ein erster Rückhub, der von der Detektionsendposition P3 aus um 50 µm zu einer oberen Rückkehrposition P4 ansteigt. Die Geschwindigkeit der aufwärts gerichteten Bewegung in dem dritten Hub #3 beträgt 20 µm/s.

[0041] Der vierte Hub #4 ist ein zweiter Leerlauf-Vorschubhub, der von der Rückkehrposition P4 zu einer Position P5 in der Nähe der Schleifstartposition Ps abwärtsgeht. Die Geschwindigkeit der abwärts gerichteten Bewegung beträgt 100 µm/s. Da die Schleiffläche jedoch bereits von der Leerlauf-Vorschubendposition P5 aus in dem Detektionshub #2 auf die etwas tiefer als die Schleifstartposition Ps gelegene Detektionsendposition P3 geschliffen worden ist, kontaktiert die obere Schleifscheibe **2** in der unteren

Leerlauf-Vorschubendposition P5 des vierten Hubs #4 nicht die obere Schleiffläche K des Werkstücks.

[0042] Der fünfte Hub #5 ist ein Auslauf-Entfernungshub, der von der Leerlauf-Zufuhrendposition P5 über den Kontakt mit der Schleiffläche K bis zu einer um etwa 35 µm tiefer als die Fläche K gelegenen Auslauf-Entfernungsendposition P6 geht. Die Geschwindigkeit der abwärts gerichteten Bewegung beträgt 10 µm/s. In dem fünften Hub #5 wird die Schleiffläche K des Werkstücks W innerhalb eines vertikalen Auslaufbereichs geschliffen.

[0043] Der sechste Hub #6 entspricht einem praktischen Schleifhub und ist ein Schleifhub mittlerer Geschwindigkeit, der von der Auslauf-Entfernungsendposition P6 bis zu einer Schleifmittelposition P7 geht, die um ungefähr 50 µm tiefer liegt als die Position P6. Die Geschwindigkeit der abwärts gerichteten Bewegung beträgt 20 µm/s.

[0044] Der siebte Hub #7 ist ein Rückhub, der aus der Schleifmittelposition P7 um 40 µm in eine obere zweite Rückkehrposition P8 ansteigt. Die Geschwindigkeit der aufwärts gerichteten Bewegung im siebten Hub #7 beträgt 100 µm/s.

[0045] Der achte Hub #8 ist ein abwärtsgehender Leerlauf-Vorschubhub, der von der zweiten Rückkehrposition P8 bis zu einer oberen Fertigschleifstartposition P9 geht, die ein wenig höher (beispielsweise 5 µm) als die Schleifmittelposition P7 gelegen ist. Die Geschwindigkeit der abwärts gerichteten Bewegung beträgt 100 µm/s.

[0046] Der neunte Hub #9 entspricht einem Fertigschleifhub und ist ein Langsam-Schleifhub, der von der Fertigschleifstartposition P9 bis zu der Schleifendposition Pe geht. Die Geschwindigkeit der abwärts gerichteten Bewegung beträgt etwa 5 µm/s.

[0047] Ein Hub nach dem neunten Hub #9 ist ein Ausfeuer-Hub, in dem die Schleifscheibe die Schleifarbeit mittels eines Zeitgebers über eine bestimmte Zeit ausführt, wobei sie in der Schleifendposition Pe gestoppt wird. Nach Beendigung des Ausfeuer-Hubes bewegt sich die obere Schleifscheibe **2** nach oben in die Warteposition P1.

[0048] Die untere Schleifscheibe **3** ist ebenfalls mit neun Hüben #1 bis #9 und dem Ausfeuer-Hub in derselben Weise versehen wie die obere Schleifscheibe **2**. Abhängig von dem Vorschleifzustand deckt sich die Detektionszeitsteuerung der Schleifstartposition in dem Detektionshub #2 jedoch nicht immer mit derjenigen der oberen Schleifscheibe **2**. Wenn vom dritten Hub (Rückhub) #3 zum vierten Hub (Leerlauf-Vorschubhub) #4 geschaltet wird, werden daher die obere und die untere Schleifscheibe **2,3** einmal synchronisiert und so gesteuert, daß die obere und die untere Schleifscheibe **2,3** gleichzeitig von dem vierten Hub (Leerlauf-Vorschubhub) #4 zu dem fünften Hub (Schleifhub mittlerer Geschwindigkeit) #5 geschaltet werden.

[0049] Auch wenn die Scheiben in den neunten Hub (Schleifhub geringer Geschwindigkeit) #9 geschaltet

werden, werden die obere und die untere Schleifscheibe **2,3** einmal synchronisiert und so gesteuert, daß die obere und die untere Schleifscheibe **2,3** gleichzeitig in den neunten Hub #9 geschaltet werden; wenn der sechste Hub (Schleifhub mittlerer Geschwindigkeit) #6 in den siebten Hub (Rückhub) #7 und den achten Hub (Leerlauf-Vorschubhub) #8 geschaltet wird.

[0050] Bei den Hübten der oberen und unteren Schleifscheibe **2,3** können die Bewegungsgeschwindigkeiten (Schleifgeschwindigkeiten) in den Hübten #5, #6 und #9, die die praktischen Schleifvorgänge ausführen, für beide Scheiben auf dieselbe Geschwindigkeit eingestellt werden. Wird jedoch ein Schleifbereich mit geringer Starrheit, wie beispielsweise eine Bremmscheibe, mittels einer Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub geschliffen, neigt der Schleifbereich dazu, wie ein Teller nach oben verformt zu werden. Daher wird die Geschwindigkeit der nach unten gerichteten Bewegung der oberen Schleifscheibe **2** so gesteuert, daß sie, abhängig von der Stärke oder Form des Schleifbereichs, 60% bis 70% der Geschwindigkeit der nach oben gerichteten Bewegung der unteren Schleifscheibe **3** beträgt. Dadurch wird definitiv verhindert, daß sich der Schleifbereich des Werkstücks W während des Schleifvorgangs wie ein Teller nach oben verformt.

Einstellen der Warteposition der oberen und unteren Schleifscheibe:

[0051] Die Wartepositionen P1 für die obere und untere Schleifscheibe **2,3** werden an den jeweiligen Werkstücken auf der Basis von Werkstückabmessungen unter Vorschleifbedingungen, die von dem Abmessungsmeßinstrument **13** gemessen werden, in der Detektionsposition A1 von **Fig. 1** bestimmt und eingestellt.

[0052] Entsprechend einer Fertigschleifabmessung des Werkstücks wird das Abmessungsmeßinstrument **13** unter Verwendung einer Prüflöhre einer Nulljustierung unterzogen. In der Detektionsposition A1 werden die obere und untere Schleiffläche des ungeschliffenen Werkstücks W, das mittels der Spannvorrichtung **10** positioniert und eingeklemmt ist, von der oberen und unteren Meßsonde **17** gemessen. Auf diese Weise wird die Warteposition P1 auf der Basis des Meßwerts so eingestellt, daß die Schleifstartposition (Detektionsposition) Ps in dem zweiten Hub (Detektionshub) #2 von **Fig. 4** grob mit der oberen Schleiffläche des ungeschliffenen Werkstücks W zusammenfällt.

Erkennung der Schleifstartposition:

[0053] **Fig. 5** ist die schematische Ansicht der Stromveränderung des Schleifscheibendrehantriebsmotors **49** in den Hübten #2 bis #9. Die Ordinate A bezeichnet den Stromwert (Ampere) und die Abszisse T

bezeichnet die Zeit. Wenn die Schleifscheibe **2** in der Nähe des Endes des zweiten Hubs (Detektionshub) #2 beginnt, die Schleiffläche zu kontaktieren, steigt der Stromwert abrupt vom Nullast-Wert (**20** bis **30** Ampere) ausgehend an. Innerhalb dieses Anstiegsbereichs wird ein Zeitpunkt Ts erkannt, zu dem der Strom von dem Nullast-Stromwert ausgehend um ein Ampere ansteigt, und die dem Zeitpunkt Ts entsprechende Position der Schleifscheibe wird in die Steuereinrichtung **62** als Schleifstartposition Ps von **Fig. 4** eingeschrieben.

[0054] Übrigens nimmt der Stromwert im dritten Hub (erster Rückhub) #3 von **Fig. 5** einmal ab, und der Stromwert nimmt über den vierten Hub #4, den fünften Hub #5 und den sechsten Hub #6 um etwa 70 bis 80 Ampere zu. Im siebten Hub (zweiter Rückhub) #7 und im achten Hub (Leerlauf-Vorschubhub) #8 nimmt er ein wenig ab und nimmt im neunten Hub (Schleifhub geringer Geschwindigkeit) #9 wieder zu. Dann nimmt er im Ausfeuer-Hub bis auf den Nullast-Stromwert ab.

[0055] **Fig. 6** ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Schleifscheibenbewegungslänge oder -strecke und der Zeit in den jeweiligen Hübten #2 bis #9 zeigt. Es zeigt deutlich die Veränderung der Bewegungslänge in den Rückhübten #3 und #7 und den Leerlauf-Vorschubhübten #4 und #8.

Kurzdarstellung des Schleifverfahrens:

[0056] Einzelheiten der Schleifarbeiten an den jeweiligen Positionen sind beschrieben worden, also wird nachfolgend ein Abriß der gesamten Schleifarbeit beschrieben.

(1) In **Fig. 1** wird in der Löseposition A1 die Klemmeinheit **23** nach oben bewegt, das Werkstück W auf der Spannvorrichtung **10** plaziert und der Klemmstab **21** nach unten bewegt. Dadurch wird die Klemmeinheit **23** auf einen mittigen Bereich der Oberseite des Werkstücks W gedrückt.

(2) In **Fig. 3** paßt bei eingespanntem Werkstück die Nabe **26** des Werkstücks W in die Innenumfangsfläche **31** des Positionierstücks **28**, die Flanschunterseite der Nabe **26** kontaktiert die ringförmige Referenzaufnahmefläche **32** des Positionierstücks **28** und der Anschlagstift **37** greift an dem Paßbolzen **41** des Werkstücks W in Umfangsrichtung an. Wenn die Klemmeinheit **23** in diesem Zustand nach unten bewegt wird, kontaktiert die Stahlkugel **23** zwangsläufig den oberen Endrand der Innenumfangsfläche (mittiges Loch) der Nabe **26**, das Werkstück W wird in einer bestimmten Position positioniert und fixiert und seine Drehbewegung relativ zu der Spannvorrichtung **10** wird gestoppt.

(3) Nach Abschluß des Andrückvorgangs in der Löseposition A1 von **Fig. 1** wird das Abmessungsmeßinstrument **13** vorwärts bewegt, die obere und untere Meßsonde **17** werden zur Messung der vertikalen Positionen der oberen und der

unteren Schleiffläche der Ringscheibe **27** des ungeschliffenen Werkstücks **W** betätigt, und die Ergebnisse werden in die Steuereinrichtung **62** eingegeben. Auf der Basis der obigen Meßwerte werden Wartepositionen, die nicht unwirtschaftlich von den Schleifflächen entfernt sind, als die Wartepositionen **P1** für die obere und untere Schleifscheibe **2,3** von **Fig. 4** bestimmt.

(4) Wie in **Fig. 2** dargestellt, wechselt die Position der Spannvorrichtung **10** durch eine halbe Drehung des Indextisches **6** in die Schleifposition **A2**.
 (5) Nach dem Verschieben des Werkstücks **W** in die Schleifposition **A2** wird die Spannvorrichtung **10** automatisch gedreht, um eine Drehung des Werkstücks **W** um das Zentrum **02** der frei drehenden Mittelachse zu bewirken. Die obere Schleifscheibe **2** wird nach unten bewegt und die untere Schleifscheibe **3** wird gleichzeitig mit derselben Geschwindigkeit nach oben bewegt. Dadurch werden die obere und untere bestimmte Schleiftiefe **Du** und **Dd** durch die neun Hübe **#1** und **#9** und den Ausfeuer-Hub **S.O.** geschliffen, wie in **Fig. 4** gezeigt.

[0057] Die obere und die untere Schleifscheibe **2,3** werden nämlich mit einer hohen Bewegungsgeschwindigkeit von $2000 \mu\text{m/s}$ aus der Warteposition **P1** in die Detektionsstartposition **P2** bewegt und dann durch Verringerung der Geschwindigkeit auf $50 \mu\text{m/s}$ in der Position **P2** in die Detektionsendposition **P3** bewegt. In diesem zweiten Hub (Detektionshub) **#2** wird eine Position erkannt, in der der Stromwert um 1 Ampere zunimmt, und als Schleifstartposition **Ps** eingestellt, und die Scheiben kehren einmal mit einer Geschwindigkeit von $200 \mu\text{m/s}$ aus der Detektionsendposition **P3** in die erste Rückkehrposition **P4** zurück.

[0058] Zu einer Zeit, zu der sowohl die obere als auch die untere Schleifscheibe **2,3** in die erste Rückkehrposition **P4** zurückkehren, setzt der vierte Hub **#4** ein, um die obere und untere Schleifscheibe **2,3** gleichzeitig im Leerlaufvorschub mit einer Geschwindigkeit von $100 \mu\text{m/s}$ in die Leerlauf-Vorschubendposition **P5** (ungefähre Schleifstartposition **Ps**) zu bewegen. In der Leerlauf-Vorschubendposition **P5** (Schleifstartposition **Ps**) verändert sich die Geschwindigkeit zu $10 \mu\text{m/s}$ und der Hub wird zu dem fünften Hub **#5**, d.h. dem Auslauf-Entfernungshub, umgeschaltet.

[0059] In der Auslauf-Entfernungsendposition **P6** verändert sich die Geschwindigkeit zu $20 \mu\text{m/s}$, der Hub wird zu dem sechsten Hub **#6**, d.h. dem Schleifhub mittlerer Geschwindigkeit, geschaltet. Wenn die Scheiben die Schleifmittelposition **P7** erreichen, kehren die Scheiben einmal mit einer Geschwindigkeit von $100 \mu\text{m/s}$ in die zweite Rückkehrposition **P8** zurück. Die beiden Schleifscheiben **2,3** werden wieder synchronisiert und mit einer Geschwindigkeit von $100 \mu\text{m/s}$ im Leerlauf-Vorschub in die Fertigschleifstartposition **P9** bewegt. In der Fertigschleifstartposition

P9 wird die Geschwindigkeit zu der Fertigstellungsgeschwindigkeit von $5 \mu\text{m/s}$ verändert, und der Hub wird zu dem neunten Hub (Fertigschleifhub) **#9** geschaltet. Dadurch wird der Fertigschleifvorgang bis zu der Schleifendposition **Pe** fortgesetzt.

[0060] Die Schleifscheiben werden für drei Sekunden in der Schleifendposition **Pe** ausfeuern gelassen und kehren dann in die Warteposition **P1** zurück.

[0061] Bei der oben erwähnten Schleifarbeit werden die Flächen des an der Spannvorrichtung **10** angebrachten ungeschliffenen Werkstücks **W** für die Schleifstartposition (Kontaktierposition) **Ps**, die in Abhängigkeit von der Streuung der Genauigkeit beim Vorschleifen variiert, an jedem Werkstück erkannt, indem die Veränderungen der Stromwerte des oberen und unteren Schleifdrehantriebsmotors **49** gemessen werden. Dann wird die erforderliche Schleiftoleranz geschliffen, so daß eine stetige Schleifgenauigkeit erlangt werden kann.

[0062] Wie oben beschrieben, wird an jedem Werkstück die Schleifstartposition **Ps** erkannt, und der dritte Hub (Rückhub) **#3** und der vierte Hub (Leerlauf-Vorschubhub) **#4** werden vor dem fünften Hub (Auslauf-Entfernungshub) **#5** ausgeführt, wodurch die obere und die untere Schleifscheibe **2,3** zum Starten der Schleifarbeit synchronisiert sind. Daher werden für den Fall des Schleifens beider Flächen eines dünnen Werkstücks von geringer Starrheit, wie beispielsweise einer Bremsscheibe, die obere und die untere Schleifscheibe **2,3** gleichzeitig mit der oberen und unteren Schleiffläche des Werkstücks **W** in Kontakt gebracht, um den Start des gleichzeitigen Schleifvorgangs zu ermöglichen, so daß die Parallelität und die Auslaufverhinderungsgenauigkeit des Schleifbereichs verbessert werden können.

ANDERE AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

(1) Der Zunahmebetrag des Stromwerts, der den Einstellreferenzwert der Schleifstartposition bildet, ist bei dem vorstehenden Ausführungsbeispiel auf 1,0 Ampere eingestellt, es ist jedoch möglich, den Betrag in Abhängigkeit von der Härte des Werkstücks, der Drehgeschwindigkeit oder der Vorschubgeschwindigkeit der Schleifscheibe auf für die jeweiligen Fälle geeignete verschiedene Werte einzustellen.

Patentansprüche

1. Schleifverfahren für eine Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub für ein Werkstück, wie beispielsweise eine Bremsscheibe, bei dem eine obere (2) und eine untere Schleifscheibe (3), die einander vertikal gegenüberliegen, von Schleifscheibendrehantriebsmotoren (49) drehend angetrieben bzw. von Schleifscheibenvertikaltriebsmotoren (39) vertikal angetrieben werden und die beiden Schleifscheiben (2,3) aus Wartepositionen (P1), die vertikal von der oberen bzw. unteren Schleif-

fläche eines Werkstücks (W) beabstandet sind, in Schleifendpositionen (Pe) überführt werden, um an der oberen und unteren Schleiffläche des Werkstücks (W) gleichzeitig einen Flachsleifvorgang auszuführen,

dadurch gekennzeichnet, daß der gesamte Vertikalbewegungshub der Schleifscheibe umfaßt:
 einen Leerlauf-Vorschubhub (#1), in dem die Scheibe sich mit einer bestimmten Leerlauf-Vorschubgeschwindigkeit aus der Warteposition (P1) in eine Detektionsstartposition (P2) bewegt, bevor sie mit der Schleiffläche (K) in Kontakt kommt;
 einen Detektionshub (#2), in dem die Scheibe sich mit einer Detektionsgeschwindigkeit, welche geringer als die Leerlauf-Vorschubgeschwindigkeit ist, nach dem Kontaktieren der Schleiffläche (K) aus der Detektionsstartposition (P2) in eine Detektionsendposition (P3) bewegt, wonach die Scheibe eine Schleifstartposition erkennt; und
 einen Schleifhub (#9), in dem sich die Scheibe mit einer Schleifgeschwindigkeit aus der Schleifstartposition (P9) in eine Schleifendposition (Pe) bewegt; und
 die Schleifstartposition entsprechend einem Zeitpunkt, zu dem ein während des Detektionshubs (#2) erkannter Strom des Schleifscheibendrehantriebsmotors (49) um einen bestimmten Betrag von einem Wert im Nulllast-Zustand auf einen bestimmten Wert zunimmt, eingestellt wird.

2. Schleifverfahren für eine Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die obere und untere Schleifstartposition jeweils mittels der Veränderungen der Ströme der Drehmotoren (49) für die obere und untere Schleifscheibe (2,3) erkannt werden, und daß die obere und untere Schleifscheibe (2,3) einmal in von den Schleifflächen beabstandete Positionen zurückgeführt werden, wonach die obere und die untere Schleifscheibe (2,3) gleichzeitig in den Schleifhub geschaltet werden.

3. Schleifverfahren für eine Doppelscheibenflächenschleifmaschine mit vertikalem Vorschub nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleifhub in mehrere Hübe mit unterschiedlichen Schleifgeschwindigkeiten aufgeteilt ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

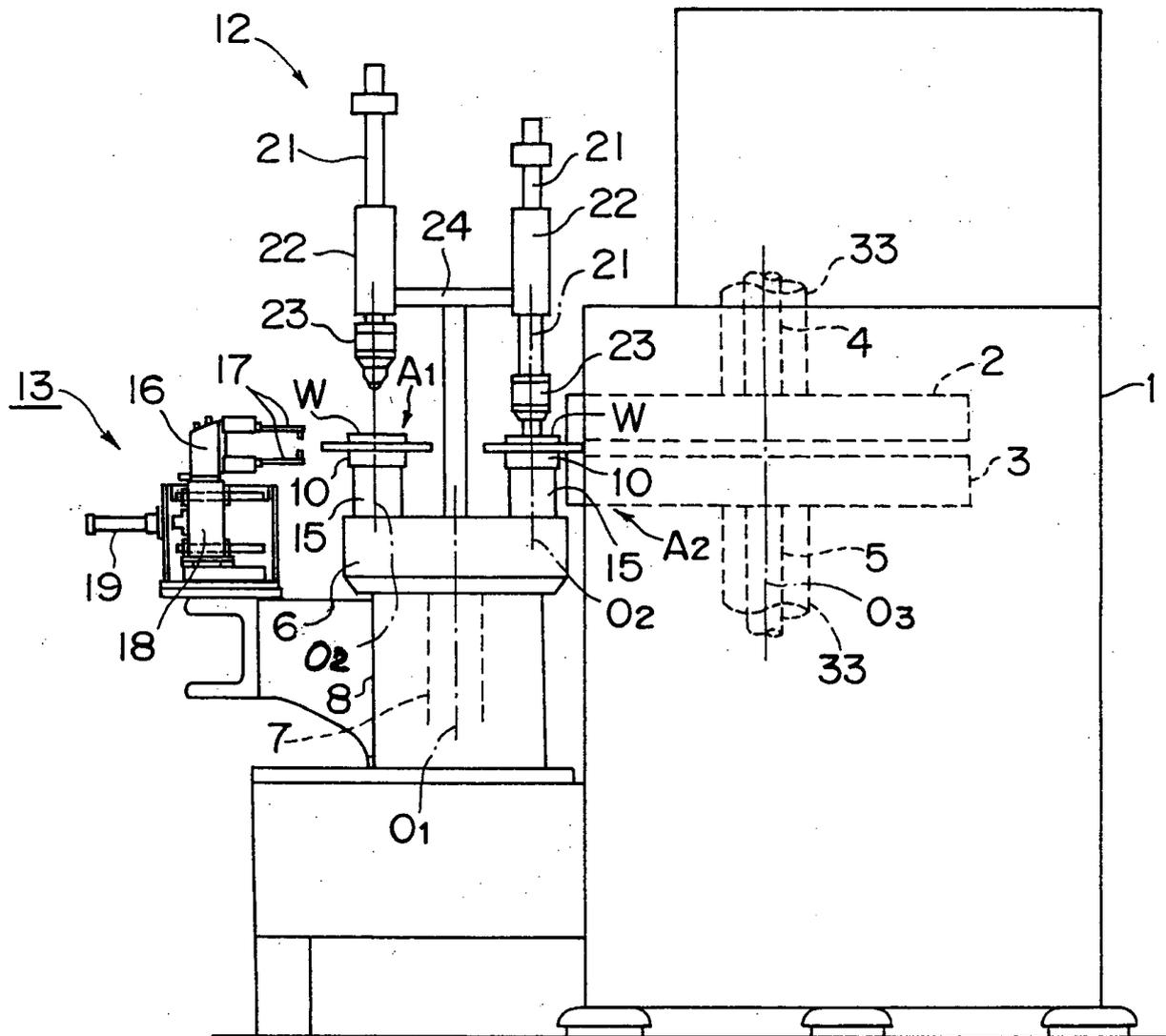


Fig. 2

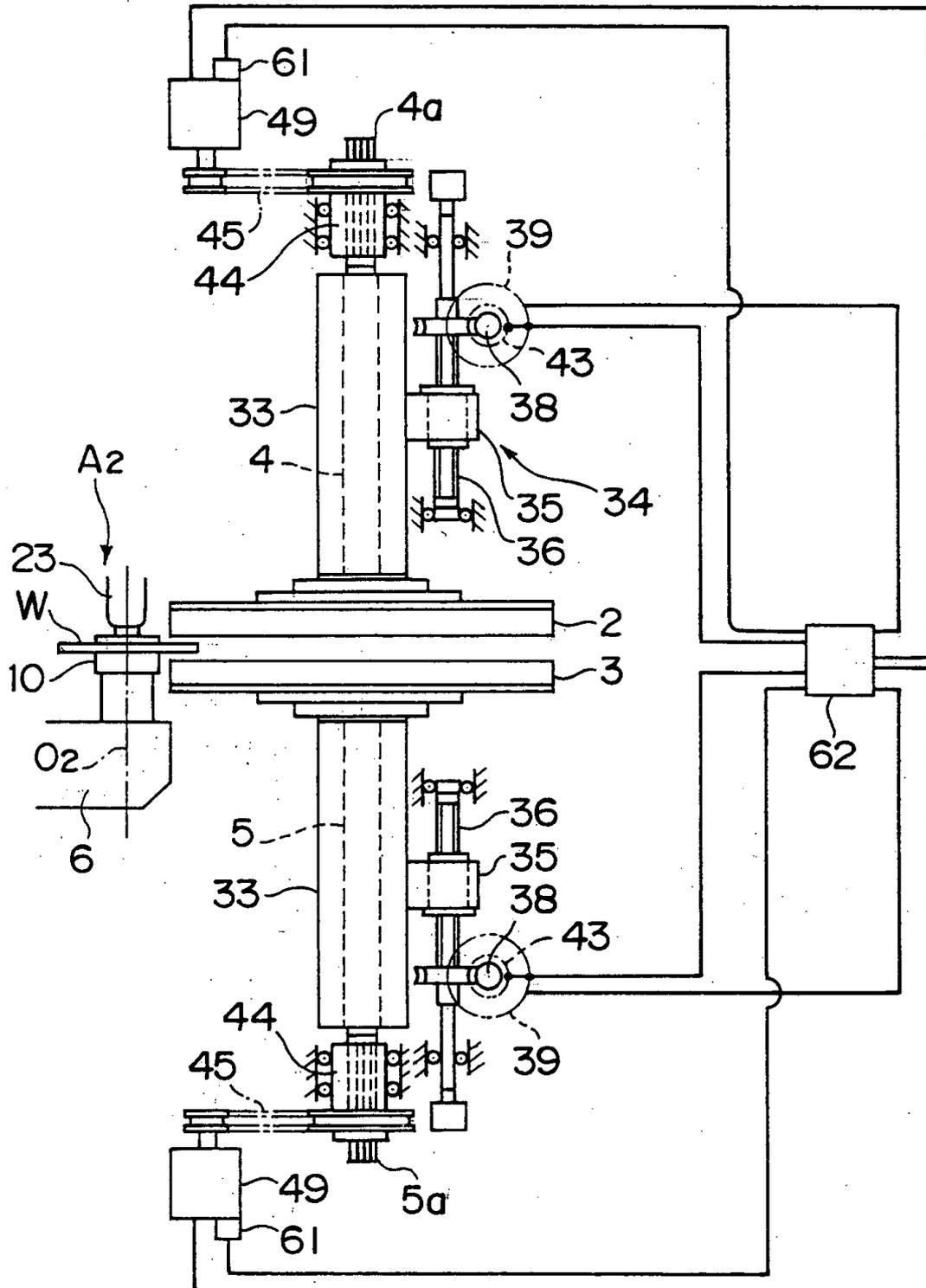


Fig.3

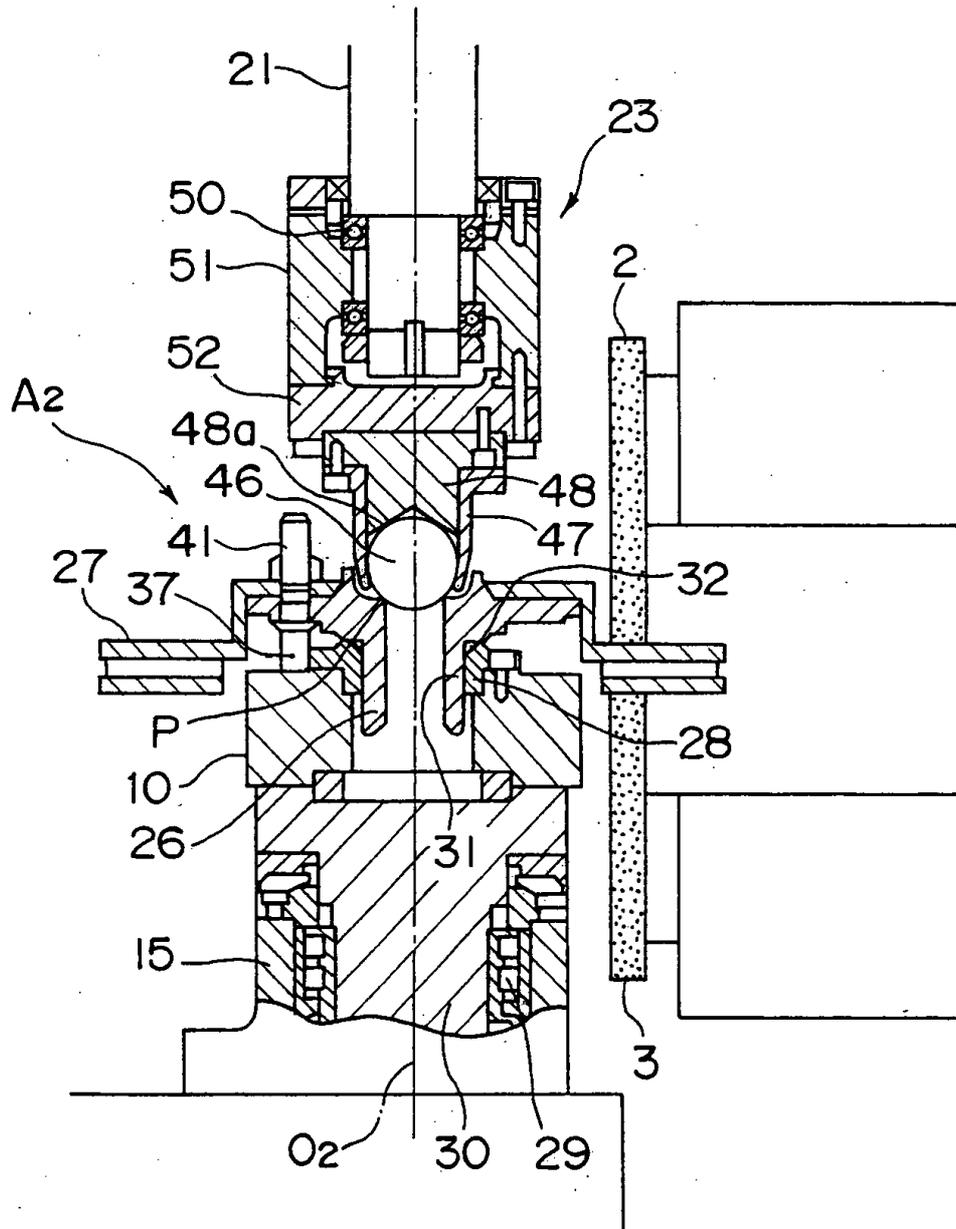


Fig.5

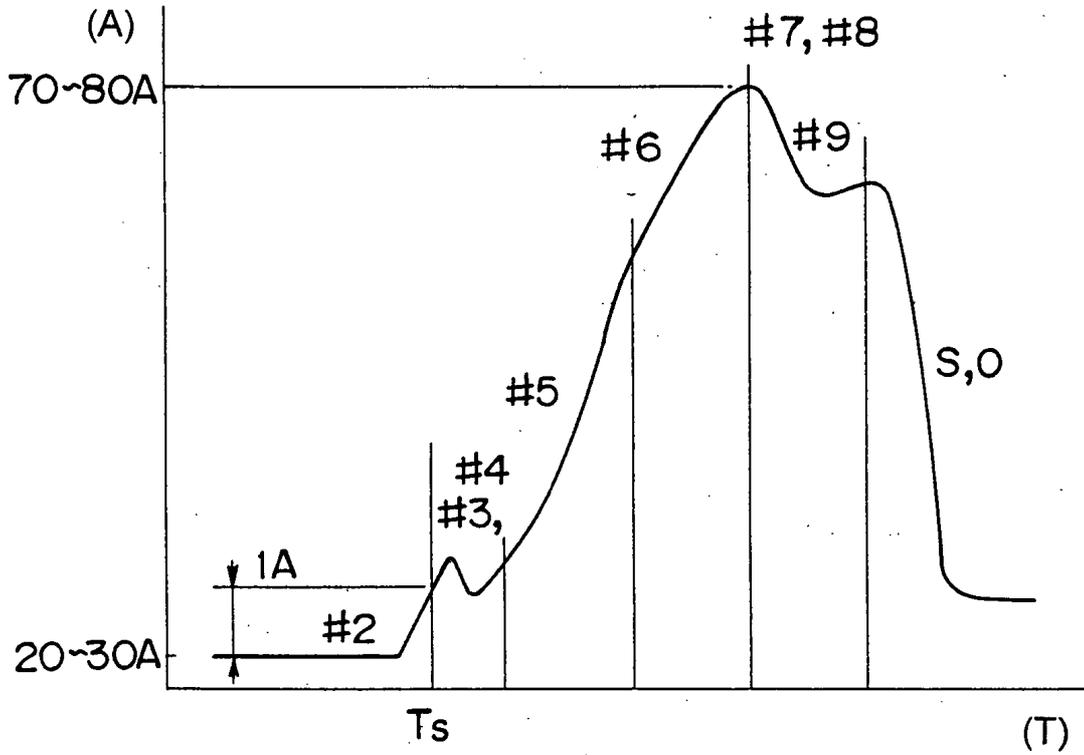


Fig.6

