



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 127 403.6**

(22) Anmeldetag: **21.10.2021**

(43) Offenlegungstag: **28.04.2022**

(51) Int Cl.: **G01N 21/88 (2006.01)**

**G01N 21/95 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**17/078,768**                      **23.10.2020**      **US**

(71) Anmelder:  
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, MI, US**

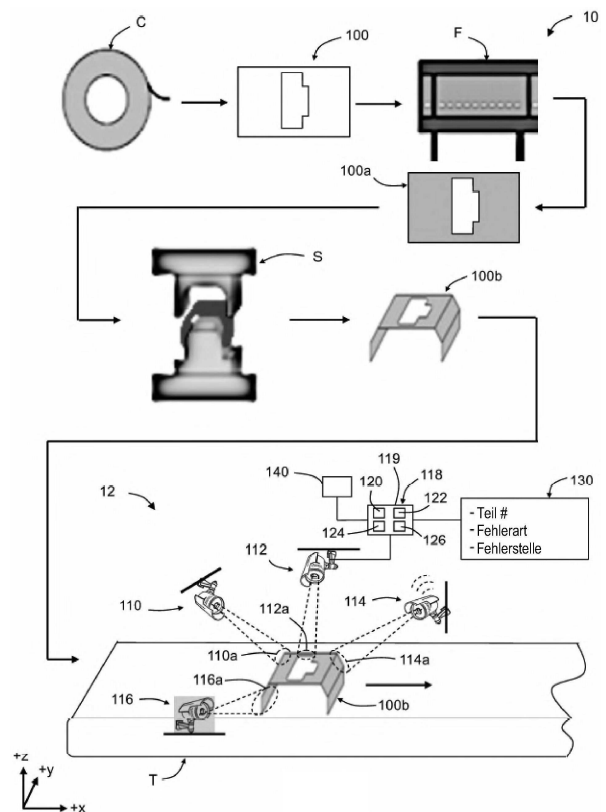
(74) Vertreter:  
**Neidl-Stippler und Kollegen, 81679 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Sohmshetty, Raj, Canton, MI, US; Shaik, Tanveer, Farmington Hills, MI, US; Bullard, Elizabeth, Royal Oak, MI, US; Maslar, Francis, Grosse Ile, MI, US; Schultz, Brodie, Royal Oak, MI, US**

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

(54) Bezeichnung: **QUALITÄTSÜBERWACHUNGSSYSTEM FÜR STANZSTRECKENFEHLER UND VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN VON STANZSTRECKENFEHLERN**

(57) Zusammenfassung: Diese Offenbarung stellt Qualitätsüberwachungssysteme für Stanzstreckenfehler und Verfahren zum Überwachen von Stanzstreckenfehlern bereit. Ein Verfahren zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke beinhaltet das Identifizieren mindestens einer Zielfehlerstelle für eine gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration, wobei jeder der mindestens einen Zielfehlerstelle eine eindeutige Fehlerart zugeordnet ist. Ein oder mehrere Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle an Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden, werden mit einer oder mehreren Kameras, die jeder der identifizierten Zielfehlerstellen zugeordnet sind, erfasst. Das Verfahren beinhaltet das Analysieren des einen oder der mehreren Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle und das Erkennen, ob die eindeutige Fehlerart, die jeder der mindestens einen Zielfehlerstelle zugeordnet ist, vorhanden ist. Außerdem wird jede eindeutige Fehlerart mit einem entsprechenden Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung identifiziert.



**Beschreibung**

## GEBIET DER TECHNIK

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft das Metallstanzen und insbesondere das Erkennen von Defekten an Metallstanzteilen an einer Metallstanzstrecke.

## ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

**[0002]** Die Aussagen in diesem Abschnitt stellen lediglich Hintergrundinformationen in Bezug auf die vorliegende Offenbarung bereit und stellen möglicherweise nicht den Stand der Technik dar.

**[0003]** Das Stanzen von Metallblechmaterial (üblicherweise als „Rohlinge“ bezeichnet) stellt einen wirtschaftlichen Prozess zum Bilden von Teilen und Komponenten bereit, die unter anderem für die Montage von Luftfahrzeugen, landwirtschaftlichen Geräten, kleinen und großen Haushaltsgeräten, Elektrowerkzeugen und Kraftfahrzeugen verwendet werden. Und gestanzte Rohlinge werden typischerweise auf Fehler, wie etwa unter anderem Trennkantenfehler, Faltenfehler, Rückfederungsfehler und Fehler aufgrund von Nichteinhaltung von Abmessungen, untersucht.

**[0004]** Die vorliegende Offenbarung befasst sich mit den Problemen des Untersuchens gestanzter Rohlinge auf Fehler neben anderen Problemen im Zusammenhang mit Stanzrohlingen.

## KURZDARSTELLUNG

**[0005]** Dieser Abschnitt stellt eine allgemeine Kurzdarstellung der Offenbarung bereit und ist keine umfassende Offenbarung ihres vollständigen Umfangs oder all ihrer Merkmale.

**[0006]** In einer Form der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Verfahren zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke das Identifizieren von mindestens einer Zielfehlerstelle für eine gegebene Konfiguration eines gestanzten Rohlings, wobei jeder der mindesten einen Zielfehlerstelle eine eindeutige Fehlerart zugeordnet ist, und das Erfassen eines oder mehrerer Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle an Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte wurden. Das eine oder die mehreren Bilder werden mit einer oder mehreren Kameras erfasst, die jeder der identifizierten Zielfehlerstellen zugewiesen sind, und während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke bewegen. Das Verfahren beinhaltet das Analysieren des einen oder der mehreren Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle und das Erkennen, ob die eindeutige Fehlerart, die jeder

der mindestens einen Zielfehlerstelle zugeordnet ist, vorhanden ist. Außerdem wird jede eindeutige Fehlerart mit einem entsprechenden Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung identifiziert.

**[0007]** In einigen Variationen beinhaltet das Identifizieren von Zielfehlerstellen für die gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration das Identifizieren der Zielfehlerstellen basierend auf einem Datensatz, der Daten, die aus mindestens einer von computer-gestützten Konstruktionssimulationen stammen, Daten, die aus Prototyp-Stanzversuchen von Rohlingen stammen, die gemäß der gegebenen gestanzte Rohlingskonfiguration gestanzte wurden, Daten, die von Echtzeitsensoren während des Stanzens von Rohlingen gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration empfangen werden, und Daten umfasst, die physikalische Eigenschaften von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte werden, mechanische Eigenschaften von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte werden, und geometrische Abmessungen der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration angeben.

**[0008]** In mindestens einer Variation beinhaltet das Verfahren ferner das Zuweisen der einen oder mehreren Kameras zu den identifizierten Zielfehlerstellen in Abhängigkeit von Informationen über eine Vielzahl von Kameras, die der Stanzstrecke zugewiesen sind. Zum Beispiel beinhalten in einigen Variationen die Informationen über die Vielzahl von Kameras Standorte und Spezifikationen bezüglich der Vielzahl von Kameras an der Stanzstrecke.

**[0009]** In mindestens einer Variation beinhaltet das Verfahren ferner das Festlegen eines Kamerawinkels, einer Brennweite und eines Zooms für jede der zugewiesenen einen oder mehreren Kameras. Und in einigen Variationen beinhaltet das Verfahren ferner das Anzeigen der Fehler, die an der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle erkannt wurden, auf einem Anzeigebildschirm.

**[0010]** In mindestens einer Variation beinhaltet das Verfahren ferner das Aktualisieren einer Fehlerdatenbank. Und in einigen Variationen beinhaltet das Verfahren ferner das Identifizieren einer Fehlerart und einer Fehlerstelle an Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte wurden und mindestens einen Fehler aufweisen.

**[0011]** In mindestens einer Variation umfassen die identifizierten Zielfehlerstellen eine erste Fehlerstelle mit einer ersten Fehlerart und eine zweite Fehlerstelle, die sich von der ersten Stelle unterscheidet, mit einer zweiten Fehlerart, die sich von der ersten Fehlerart unterscheidet. In derartigen Variationen können die eine oder die mehreren Kameras mindes-

tens zwei Kameras beinhalten, wobei eine erste Kamera der ersten Fehlerstelle zugewiesen ist und Bilder von dieser aufnimmt, und eine zweite Kamera der zweiten Fehlerstelle zugewiesen ist und Bilder von dieser aufnimmt. Außerdem kann das Verfahren ferner ein erstes Fehlerartidentifizierungsteilsystem, das der ersten Fehlerstelle zugewiesen ist, und ein zweites Fehlerartidentifizierungsteilsystem, das der zweiten Fehlerstelle zugeordnet ist, beinhalten. Und das erste Fehlerartidentifizierungsteilsystem beinhaltet die erste Kamera und einen ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung und das zweite Fehlerartidentifizierungsteilsystem beinhaltet die zweite Kamera und einen zweiten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung, der sich von dem ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung unterscheidet.

**[0012]** In einigen Variationen beinhaltet das Verfahren ferner das Trainieren jedes Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung für die entsprechende eindeutige Fehlerart. Zum Beispiel beinhaltet das Verfahren in mindestens einer Variation das Trainieren eines ersten Algorithmus für eine Trennkantenfehlerart, die der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle zugeordnet ist, welche einer Trennkantenzielstelle entspricht, und das Trainieren eines zweiten Algorithmus für eine Faltenfehlerart, die einer Zielstelle zugeordnet ist, welche sich von der Trennkantenzielstelle unterscheidet.

**[0013]** In mindestens einer Variation beinhaltet das Verfahren ferner einen Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung, der dazu konfiguriert ist, eine Vielzahl von Schritten an einem erfassten Bild der Trennkantenzielstelle auszuführen. In derartigen Variationen kann der Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung die Schritte des beidseitigen Glättens, der Bildentrauschung, der Extraktion der Sättigungsdimension, der binären Schwellenwertbestimmung, der morphologischen Transformation und/oder der Kanten- und Konturidentifizierung ausführen. Außerdem beinhaltet das Verfahren in derartigen Variationen das Identifizieren eines Trennkantenfehlers an einem der gestanzten Rohlinge, der sich entlang der Stanzstrecke bewegt, das Aktualisieren einer Fehlerdatenbank mit einer Stelle des identifizierten Trennkantenfehlers an dem gestanzten Rohling und das Anzeigen der Stelle des identifizierten Trennkantenfehlers an dem gestanzten Rohling auf einem Anzeigebildschirm an der Stanzstrecke.

**[0014]** In einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Verfahren zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke das Identifizieren einer Zieltrennkantenfehlerstelle für gestanzte Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß einer gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte werden. Außerdem

werden ein oder mehrere Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle an mindestens einem Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung einer oder mehrerer Kameras, die der identifizierten Zieltrennkantenfehlerstelle zugeordnet sind, erfasst, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der einen oder der mehreren Kameras bewegen. Dann werden das eine oder die mehreren Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle analysiert, und ein Trennkantenfehler an einer Zieltrennkantenfehlerstelle an einem der gestanzten Rohlinge wird unter Verwendung eines Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung erkannt.

**[0015]** In einigen Variationen ist der Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung dazu konfiguriert, den Trennkantenfehler durch das Ausführen einer Vielzahl von Schritten an einem erfassten Bild zu erkennen. In mindestens einer Variation beinhaltet die Vielzahl von ausgeführten Schritten an dem erfassten Bild beidseitiges Glätten, Bildentrauschung, Extraktion der Sättigungsdimension, binäre Schwellenwertbestimmung, morphologische Transformation und/oder Kanten- und Konturidentifikation. Und in mindestens einer Variation beinhaltet das Verfahren ferner das Identifizieren einer Zielfaltenfehlerstelle für die gestanzten Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte wurden. Außerdem werden ein oder mehrere Bilder der Zielfaltenfehlerstelle an mindestens einem anderen Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung anderer Kameras, die der identifizierten Zielfaltenfehlerstelle zugeordnet sind, erfasst und analysiert, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der anderen Kameras bewegen. Insbesondere das eine oder die mehreren Bilder der Zielfaltenfehlerstelle werden analysiert, und in einigen Variationen wird eine Faltenfehlerstelle an einer Zielfaltenstelle an einem der gestanzten Rohlinge unter Verwendung eines Algorithmus zur Faltenfehleridentifizierung erkannt, der sich von dem Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung unterscheidet.

**[0016]** In noch einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Verfahren zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke das Identifizieren einer Zieltrennkantenfehlerstelle für gestanzte Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß einer gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte werden, und das Erfassen eines oder mehrerer Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle an mindestens einem Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung einer oder mehrerer Kameras, die der identifizierten Zieltrennkantenfehlerstelle zugeordnet sind, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der einen oder der mehreren Kameras bewegen. In einigen Variationen werden

das eine oder die mehreren Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle analysiert, und ein Trennkantenfehler an einer Zieltrennfehlerstelle an einem der gestanzten Rohlinge wird unter Verwendung eines Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung erkannt.

**[0017]** In einigen Variationen erkennt der Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung den Trennkantenfehler durch das Ausführen einer Vielzahl von Schritten an dem erfassten Bild. Zum Beispiel führt in mindestens einer Variation der Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung ein beidseitiges Glätten, eine Bildentrauschung, eine Extraktion der Sättigungsdimension, eine binäre Schwellenwertbestimmung, eine morphologische Transformation und/oder eine Kanten- und Konturidentifizierung an dem erfassten Bild aus.

**[0018]** In mindestens einer Variation beinhaltet das Verfahren ferner das Identifizieren einer Zielfaltenfehlerstelle für die gestanzten Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden. In einer derartigen Variation kann das Verfahren das Erfassen eines oder mehrerer Bilder der Zielfaltenfehlerstelle an mindestens einem anderen Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung anderer Kameras, die der identifizierten Zielfaltenfehlerstelle zugeordnet sind, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der anderen Kameras bewegen, beinhalten. Das eine oder die mehreren Bilder der Zielfaltenfehlerstelle werden analysiert, und eine Faltenfehlerstelle an einer Zielfaltenstelle an einem der gestanzten Rohlinge wird unter Verwendung eines Algorithmus zur Faltenfehleridentifizierung erkannt, der sich von dem Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung unterscheidet.

**[0019]** Weitere Geltungsbereiche werden aus der in dieser Schrift bereitgestellten Beschreibung ersichtlich. Es versteht sich, dass die Beschreibung und konkrete Beispiele lediglich der Veranschaulichung dienen und den Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung nicht einschränken sollen.

#### Figurenliste

**[0020]** Für ein umfassendes Verständnis der Offenbarung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen verschiedene beispielhafte Formen davon beschrieben, wobei Folgendes gilt:

**Fig. 1** zeigt eine Stanzstrecke zum Stanzen von Metallrohlingen mit einem Fehlerüberwachungssystem für gestanzte Rohlinge gemäß den Lehren der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 1A** zeigt eine Fehlerart, die durch das System in **Fig. 1** überwacht wird;

**Fig. 1B** zeigt eine andere Fehlerart, die durch das System in **Fig. 1** überwacht wird;

**Fig. 2** ist ein Systemdiagramm für eine Prüfstation gemäß den Lehren der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 3** ist ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zum Überwachen von Fehlern in gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 4** ist ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zum Überwachen von Fehlern in gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke gemäß einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 5** ist ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zum Überwachen von Trennkantenfehlern in gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 6A** ist ein erfasstes Bild eines gestanzten Rohlings;

**Fig. 6B** ist das erfasste Bild in **Fig. 6A**, nachdem es einem bilateralen Filter ausgesetzt wurde;

**Fig. 6C** ist eine vergrößerte Ansicht des Bereiches 6C in **Fig. 6B**;

**Fig. 6D** ist das Bild in **Fig. 6C**, nachdem es einem Glättungsfilter ausgesetzt wurde;

**Fig. 7A** ist eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts des erfassten Bildes in **Fig. 6A**;

**Fig. 7B** ist das Bild in **Fig. 7A**, nachdem es einem Bildentrauschungsfilter ausgesetzt wurde;

**Fig. 8A** ist das erfasste Bild in **Fig. 6A**, nachdem es einem Farbtonfilter ausgesetzt wurde;

**Fig. 8B** ist das erfasste Bild in **Fig. 6A**, nachdem es einem Sättigungsfilter ausgesetzt wurde;

**Fig. 8C** ist das erfasste Bild in **Fig. 6A**, nachdem es einem Wertefilter ausgesetzt wurde;

**Fig. 9A** ist das erfasste Bild in **Fig. 6A**, nachdem es einem binären Filter ausgesetzt wurde;

**Fig. 9B** ist das Bild in **Fig. 9A**, nachdem es einem morphologischen Transformationsfilter ausgesetzt wurde;

**Fig. 10** ist das Bild in **Fig. 9B**, nachdem es einem Kanten- und Konturalgorithmus ausgesetzt wurde;

**Fig. 11A** ist ein erfasstes Bild eines gestanzten Rohlings mit einer Trennkante;

**Fig. 11B** ist das erfasste Bild in **Fig. 11A** nach der Verarbeitung mit einem bilateralen Filter, einem Glättungsfilter, einem Glättungsfilter, einem Entrauschungsfilter, einem Sättigungsdi-

mensionfilter, einem morphologischen Transformationsfilter und einem Kanten- und Konturalgorithmus.

**[0021]** Die in dieser Schrift beschriebenen Zeichnungen dienen lediglich Veranschaulichungszwecken und sollen den Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung in keiner Weise einschränken.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0022]** Die folgende Beschreibung ist lediglich beispielhafter Natur und soll die vorliegende(n) Offenbarung, Anwendung oder Verwendungen nicht einschränken. Es versteht sich, dass über alle Zeichnungen hinweg entsprechende Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile und Merkmale angeben.

**[0023]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** ist eine Stanzstrecke 10 mit einer Fehlerüberwachungsstation 12 (in dieser Schrift auch als „Fehlerprüfstation 12“ oder einfach als „Prüfstation 12“ bezeichnet) gezeigt. Die Stanzstrecke beinhaltet eine Spule ‚C‘ aus einem metallischen Material (z. B. Stahl), aus dem Metallrohlinge 100 gebildet werden. In mindestens einer Variation werden die Metallrohlinge 100 in einem Ofen ‚F‘ erwärmt, um erwärmte Rohlinge 100a zu bilden, bevor sie gemäß einer gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration mit einer Stanzpresse ‚S‘ gestanzt (z. B. heißgeprägt) werden, um gestanzte Rohlinge 100b (gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration) zu bilden. In anderen Variationen werden die Metallrohlinge 100 nicht in dem Ofen F erwärmt, bevor sie gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration zu dem gestanzten Rohling 100b gestanzt werden. Die gestanzten Rohlinge 100b werden zur Fehlerprüfstation 12 zur Überwachung oder Prüfung auf Fehler befördert.

**[0024]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** und **Fig. 2** beinhaltet die Prüfstation 12 mindestens eine Kamera, zum Beispiel eine Vielzahl von Kameras 110, 112, 114, 116 (in dieser Schrift zusammenfassend als „Kameras 110-116“ bezeichnet), die mit mindestens einem Computer 118 in Verbindung steht, der mindestens einen Prozessor 119 und ein nichttransistorisches computerlesbares Medium mit Anweisungen (Algorithmen) aufweist, die durch den Prozessor ausführbar sind. In einigen Variationen ist der Computer 119 ein Edge-Computer, der Bilder derart verarbeitet, dass die Bilder nicht in der „Cloud“ verarbeitet werden. Jedoch und im Gegensatz zu herkömmlichen Überwachungs- oder Prüfsystemen, die Bilder einer gesamten freiliegenden Fläche eines gestanzten Rohlings 100b erfassen und dann die erfassten Bilder auf zahlreiche Fehler analysieren, ist jede der Kameras 110-116 auf eine spezifische Stelle oder einem spezifischen Bereich an den gestanzten Rohlingen 100b gerichtet, von

der/dem bekannt ist, dass eine bestimmte Fehlerart dort auftritt (In dieser Schrift als „Zielfehlerstelle“ bezeichnet). Das heißt, es kann unter Verwendung unter anderem von Informationen und/oder Daten aus computergestützten Konstruktionssimulationen (computer-aided engineering simulations - CAE-Simulationen), Prototypversuchen, Daten von Echtzeitsensoren und/oder dem Teil selbst, bestimmt werden, wo eine bestimmte Fehlerart (in dieser Schrift auch als „eindeutige Fehlerart“ bezeichnet) auf einem gestanzten Rohling vorhanden sein wird (d. h., sofern vorhanden).

**[0025]** Zum Beispiel ist die Kamera 110 in **Fig. 1** auf eine Zielfehlerstelle 110a gerichtet und erfasst ein oder mehrere Bilder von dieser, von der bekannt ist, dass eine erste eindeutige Fehlerart (z. B. ein Ausdünnungsfehler) dort auftritt, während sich der gestanzte Rohling 100b an dem Sichtfeld der Kamera 110 vorbei oder innerhalb dieses bewegt, die Kamera 112 ist auf eine Zielfehlerstelle 112a gerichtet und erfasst ein oder mehrere Bilder von dieser, von der bekannt ist, dass eine zweite Fehlerart (z. B. ein Trennkantenfehler) dort auftritt, die Kamera 114 ist eine Zielfehlerstelle 114a gerichtet und erfasst ein oder mehrere Bilder von dieser, von der bekannt ist, dass eine dritte Fehlerart (z. B. ein Faltenfehler) dort auftritt, und die Kamera 116 ist auf eine Zielfehlerstelle 116a gerichtet und erfasst ein oder mehrere Bilder von dieser, von der bekannt ist, dass eine vierte Fehlerart (z. B. ein Rückfederungsfehler) dort auftritt. Alternativ oder zusätzlich dazu können sich zwei oder mehr der beispielhaften Zielfehlerstellen 110a-116a an der Stelle befinden, von der bekannt ist, dass dort die gleiche Fehlerart auftritt, und/oder eine oder mehrere der Kameras 110-116 können mehrere (zwei oder mehr) Zielfehlerstellen 110a-116a abtasten und ein oder mehrere Bilder von diesen erfassen. In einigen Varianten wird der gestanzte Rohling 110b auf einem Förderband ‚T‘ an dem Sichtfeld der Kameras 110-116 vorbei oder innerhalb dieses transportiert, während in anderen Varianten ein Roboter den gestanzten Rohling 110b an dem Sichtfeld der Kameras 110-116 vorbei oder innerhalb dieses transportiert.

**[0026]** Unter jetziger Bezugnahme auf **Fig. 1A-1B** ist ein Beispiel für einen Trennkantenfehler 2 benachbart zu oder sich erstreckend von einer Kante 102 des gestanzten Rohlings 100b in **Fig. 1** an der Zielfehlerstelle 112a (d. h. der Zieltrennkantenfehlerstelle 112a) in **Fig. 1A** gezeigt und ist ein Beispiel für einen Faltenfehler 4 in der Nähe einer Ecke des gestanzten Rohlings 100b an der Zielfehlerstelle 114a (d. h., der Zielfaltenfehlerstelle 114a) in **Fig. 1B** gezeigt. Andere nicht einschränkende Beispiele für Fehlerarten beinhalten Oberflächenanomalien, unregelmäßige Kanten (z. B. unter anderem gebogene Kanten, Grate) und Nichteinhaltung von Abmessungen (z. B. Position und/oder Abmessung

unter anderem von Löchern, Schlitzern, Biegungen/Konturen).

**[0027]** Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 1** steht jede der Kameras 110-116 mit dem mindestens einen Prozessor 119 in Kommunikation und überträgt erfasste Bilder für eine eindeutige Fehlerart an diesen. Der mindestens eine Prozessor 119 ist dazu konfiguriert, die erfassten Bilder von den Kameras 110-116 zu empfangen und die Bilder zu analysieren, indem ein Algorithmus für einen bestimmten oder eindeutigen Fehler an einem Bild und in Abhängigkeit davon, an welcher Zielfehlerstelle das Bild erfasst wurde, ausgeführt wird. Zum Beispiel und unter Bezugnahme auf die vorstehend erwähnten eindeutigen Fehlerarten und Zielfehlerstellen steht die Kamera 110 in Kommunikation mit dem Computer 118 und werden die durch die Kamera 110 erfassten Bilder einem Algorithmus 120 zugewiesen und durch diesen analysiert, der dazu konfiguriert ist, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 110a zur Erkennung von Ausdünnungsfehlern zu analysieren, und die Kamera 112 steht in Kommunikation mit dem Computer 118 und durch die Kamera 112 erfasste Bilder werden einem Algorithmus 122 zugewiesen und durch diesen analysiert, der dazu konfiguriert ist, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 112a zur Erkennung von Trennkantenfehlern zu analysieren. Außerdem steht die Kamera 114 in Kommunikation mit dem Computer 118 und werden die durch die Kamera 110 erfassten Bilder einem Algorithmus 124 zugewiesen und durch diesen analysiert, der dazu konfiguriert ist, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 114a zur Erkennung von Faltenfehlern zu analysieren, und die Kamera 116 steht in Kommunikation mit dem Computer 118 und durch die Kamera 110 erfasste Bilder werden einem Algorithmus 126 zugewiesen und durch diesen analysiert, der dazu konfiguriert ist, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 116a zur Erkennung von Rückfederungsfehlern zu analysieren. In einigen Variationen sind die Algorithmen 120-126 jeweils eindeutig konfiguriert, um die erfassten Bilder auf eine bestimmte oder eindeutige Fehlerart zu analysieren. Zum Beispiel ist der Algorithmus 120 besonders oder eindeutig dazu konfiguriert, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 110a zur Erkennung von Ausdünnungsfehlern zu analysieren, ist der Algorithmus 122 eindeutig dazu konfiguriert, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 112a zur Erkennung von Trennkantenfehlern zu analysieren, ist der Algorithmus 124 eindeutig dazu konfiguriert, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 114a zu analysieren, und/oder ist der Algorithmus 126 eindeutig dazu konfiguriert, erfasste Bilder von der Zielfehlerstelle 116a zur Erkennung von Rückfederungsfehlern zu analysieren.

**[0028]** Für den Fall, dass ein Fehler durch einen der Algorithmen 120-126 identifiziert wird, wird ein Bericht der Analyse erzeugt und auf einer Anzeige

130 bereitgestellt. Und in einigen Variationen der vorliegenden Offenbarung wird eine Fehlerdatenbank 140, die unter anderem Daten zu Fehlerarten, Fehlerstellen, Fehlerarten pro gegebener gestanzter Rohlingskonfiguration, Fehlerstellen pro gegebener gestanzter Rohlingskonfiguration enthält, aktualisiert. Und im Gegensatz zu herkömmlichen Überwachungs- oder Prüfsystemen, die für einen bestimmten gestanzten Rohling (d. h. eine gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration) eines gestanzten Rohlings 100b konfiguriert und/oder trainiert sind, ist jeder der Algorithmen 120-126 für eine eindeutige Fehlerart konfiguriert und/oder trainiert, nicht für eine gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration.

**[0029]** Es versteht sich, dass eine derartige Verschiebung oder ein derartiger Unterschied in der Fehlerprüfungsmethodik (d. h. Fokussieren, Trainieren und Prüfen auf eine Fehlerart anstatt Fokussieren, Trainieren und Prüfen eines gesamten gestanzten Rohlings) eine Reihe von Vorzügen und Vorteilen bereitstellt. Zum Beispiel beinhaltet das Trainieren herkömmlicher Überwachungs- oder Prüfsysteme das Bereitstellen von gestanzten Rohlingsproben (für die gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration), die alle möglichen Fehler aufweisen, und das Erlangen derartiger Proben kann sich als schwierig erweisen. Im Gegensatz dazu sind die Prüfsysteme gemäß den Lehren der vorliegenden Offenbarung auf eindeutige Fehlerarten (z. B. einen Trennkantenfehler) trainiert und können, sobald sie trainiert sind, an einer Vielzahl von unterschiedlichen gestanzten Rohlingskonfigurationen verwendet werden, um auf die eindeutigen Fehlerarten zu prüfen und diese zu identifizieren. Außerdem fehlt es herkömmlichen Überwachungs- oder Prüfsystemen an Transportfähigkeit, d. h., ein derartiges System kann nicht einfach von einer Stanzstrecke zu einer anderen Stanzstrecke bewegt werden, und dennoch kann es sein, dass eine gegebene Stanzstrecke, an der ein derartiges System installiert ist, nicht ständig überwacht werden muss. Im Gegensatz dazu können, da die Prüfsysteme gemäß den Lehren der vorliegenden Offenbarung nicht für eine bestimmte gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration trainiert sind, leicht von einer Stanzstrecke zu einer anderen Stanzstrecke bewegt und verwendet werden. Und herkömmliche Überwachungs- oder Prüfsysteme werden typischerweise von einem einzelnen Anbieter bereitgestellt und weisen hohe anfängliche Investitionskosten auf, die einer Ausrüstung, wie etwa unter anderem proprietären 2D-Kameras, 3D-Kameras, Laserscannern und Hochleistungscomputern, zugeordnet sind. Im Gegensatz dazu können das Austauschen und die Entscheidung, ein anderes System zu verwenden, kostspielig sein. Im Gegensatz dazu können die Prüfsysteme gemäß den Lehren der vorliegenden Offenbarung Ausrüstung (z. B. Kameras und/oder Computer) verwenden, die bereits an einer Stanzstrecke verfügbar ist.

**[0030]** Unter jetziger Bezugnahme auf **Fig. 3** ist ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren 20 zum Verwenden des Prüfsystems 12 gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung gezeigt. Insbesondere beinhaltet ein Verfahren 20 zum Prüfen gestanzter Rohlinge auf einer Stanzstrecke das Identifizieren von Zielfehlerstellen für eine gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration bei 200 und das Zuweisen einer oder mehrerer Kameras zu den identifizierten Zielfehlerstellen bei 210. Die eine oder die mehreren Kameras erfassen bei 220 Bilder an den identifizierten Fehlerstellen von gestanzten Rohlingen, die sich an dem Sichtfeld der einen oder mehreren Kameras vorbei oder innerhalb dieses bewegen, die erfassten Bilder werden bei 230 mit einem oder mehreren Algorithmen zur Fehleridentifizierung analysiert und bei 240 wird ein Bericht der Ergebnisse der Analyse erzeugt.

**[0031]** Unter jetziger Bezugnahme auf **Fig. 4** beinhaltet ein Verfahren 22 zum Prüfen gestanzter Rohlinge auf einer Stanzstrecke gemäß einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung das Identifizieren von Zielfehlerstellen für eine gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration wie bei 200 in dem Verfahren 20. Darüber hinaus werden die Zielfehlerstellen in Abhängigkeit von Eingaben aus mindestens einem von CAE-Simulationen einer gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration bei 202, Prototypversuchen von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte wurden, bei 204, Echtzeitsensoren an der Stanzstrecke bei 206 und Informationen über das Teil selbst bei 208 identifiziert. Nicht einschränkende Beispiele für Echtzeitsensordaten oder -eingaben beinhalten unter anderem Schwingungssensoren und Sensoren, welche die Produktionsausrüstung (z. B. die Stanzpresse S) überwachen, und nicht einschränkende Beispiele für Informationen über das Teil selbst beinhalten unter anderem Fehlerdaten von ähnlich geformten gestanzten Rohlingen, die aus einem anderen Material gefertigt sind, und Fehlerdaten über ähnlich geformte Teile, die aus einem ähnlichen Material gefertigt sind.

**[0032]** Basierend auf der Anzahl und Position der identifizierten Zielfehlerstellen für die gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration werden bei 210 eine oder mehrere Kameras jeder der identifizierten Zielfehlerstellen zugewiesen. Darüber hinaus hängt die Anzahl und Art von Kameras, die den identifizierten Zielfehlerstellen zugewiesen wird, von Informationen ab, die bei 205 von einer Kamerabankdatenbank bereitgestellt werden. Die Kamerabankdatenbank beinhaltet Informationen über Kameras, die zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf der Stanzstrecke verfügbar sind, wie etwa unter anderem Kameraart (z. B. unter anderem 2D-Flächenabtastkamera, 2D-Zeilenabtastkamera, 3D-Kamera, Laserscanner-Kamera) von jeder verfügbaren

Kamera, Spezifikationen jeder verfügbaren Kamera, wobei sich jede verfügbare Kamera an der Stanzstrecke befindet.

**[0033]** Die eine oder die mehreren Kameras sind für die identifizierte Zielfehlerstelle konfiguriert, der sie bei 215 zugewiesen wurden. In einigen Variationen kann die Konfiguration der einen oder der mehreren Kameras das Festlegen von Kameraparametern, wie etwa unter anderem Winkel, Brennweite und/oder Zoom, für jede der einen oder der mehreren Kameras beinhalten. Während sich Rohlinge, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzte wurden, an einem Sichtfeld der einen oder der mehreren Kameras vorbei oder innerhalb dieses bewegen, werden bei 220 Bilder von den zugewiesenen identifizierten Fehlerstellen erfasst und werden die Bilder bei 230 mit Algorithmen zur eindeutigen Fehleridentifizierung analysiert, um zu bestimmen, ob ein Fehler an jeder der identifizierten Zielfehlerstellen an jedem der gestanzten Rohlinge vorhanden (erkannt) ist oder nicht. Ein Bericht der Ergebnisse der Analyse wird bei 240 erzeugt und der Bericht beinhaltet bei 242 das Anzeigen der Ergebnisse und bei 244 das Aktualisieren einer Fehlerdatenbank. In einigen Variationen beinhaltet das Anzeigen der Ergebnisse bei 242 das Anzeigen eines Ergebnisses „Bestanden“ bei 246, wenn keine Fehler an einem gegebenen gestanzten Rohling erkannt werden, und eines Ergebnisses „Nicht bestanden“ bei 248, wenn mindestens ein Fehler an einem gegebenen gestanzten Rohling erkannt wird. In mindestens einer Variation beinhaltet das Anzeigen des Ergebnisses „Nicht bestanden“ bei 248 das Anzeigen von Informationen über den Fehler oder den gestanzten Rohling, wie etwa unter anderem die Nummer der Nummer des gestanzten Rohlings (d. h., welcher gestanzte Rohling, der sich entlang der Stanzstrecke bewegt, den Fehler aufweist), die Art des erkannten Fehlers und die Stelle des Fehlers an dem gestanzten Rohling.

**[0034]** Unter jetziger Bezugnahme auf **Fig. 5** und **Fig. 6A-10B** ist in **Fig. 5** ein Verfahren 24 zum Prüfen gestanzter Rohlinge auf einer Stanzstrecke gemäß noch einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung gezeigt und sind beispielhafte Bilder, die sich aus der Ausführung des Verfahrens 24 ergeben, in **Fig. 6A-10B** gezeigt. Insbesondere dienen das Verfahren 24 und die in **Fig. 6A-10B** gezeigten Bilder zum Prüfen und/oder Überwachen gestanzter Rohlinge auf Trennkantenfehler unter Verwendung eines Algorithmus für Trennkanteneffekte.

**[0035]** Das Verfahren 24 beinhaltet das Identifizieren einer Zielfehlerstelle in Form einer Trennkantenfehlerstelle bei 200a und für einen gestanzten Rohling, der eine wie in **Fig. 6A** gezeigte gestanzte Rohlingskonfiguration aufweist. Wie vorstehend in Bezug auf **Fig. 4** erörtert, wird die Zielfehlerstelle in einigen

Variationen in Abhängigkeit von Eingaben aus mindestens einem von CAE-Simulationen einer gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration (202), Prototypversuchen von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden (204), Echtzeitsensoren an der Stanzstrecke und während eines aktuellen Betriebs oder Zyklus der Stanzstrecke (206) und Informationen über den gestanzten Rohling (208) identifiziert. Basierend auf der Tatsache, dass bei 200a eine Trennkantenfehlerstelle identifiziert wurde, werden bei 210 eine oder mehrere Kameras (z. B. eine Kamera) der Trennkantenfehlerstelle zugewiesen, und die Auswahl der einen oder der mehreren Kameras hängt von Informationen ab, die von der Kamerabankdatenbank bei 205 bereitgestellt werden.

**[0036]** Der Winkel, die Brennweite und der Zoom der zugewiesenen Kamera(s) werden bei 215 festgelegt. Es versteht sich, dass für das Verfahren 24 die Parameter der Kamera, wie etwa unter anderem der Winkel, die Brennweite und der Zoom, festgelegt werden, um die Erkennung von Trennkantenfehlern aus Bildern, die durch die Kamera(s) erfasst werden, zu verbessern. Während sich gestanzte Metallrohlinge an dem Sichtfeld der Kamera(s) vorbei oder innerhalb dieses bewegen, erfasst/erfassen die Kamera(s) bei 220a Bilder der Trennkantenfehlerstelle(n) an jedem gestanzten Rohling und analysiert/analysieren bei 230a das erfasste mindestens eine Bild für jeden gestanzten Rohling unter Verwendung eines Algorithmus für Trennkantenfehler. Ein Beispiel für ein Bild einer Trennkantenfehlerstelle eines gestanzten Rohlings ist in **Fig. 6A** gezeigt. Das in **Fig. 6A** ist ein RGB-Bild, und obwohl es sich um ein Bild einer gesamten Seite des gestanzten Rohlings handelt, versteht es sich, dass das Bild in Abhängigkeit von oder für den Zweck des Identifizierens, ob ein Trennkantenfehler vorhanden ist und oder nicht, aufgenommen und somit ein Bild der Kante des gestanzten Rohlings erfasst wird. Es versteht sich zudem, dass in einigen Variationen eine Trennkantenfehlerstelle nur einen Abschnitt der Kante des gestanzten Rohlings beinhalten würde. Die Analyse 230a (d. h. der Algorithmus für Trennkantenfehler) beginnt mit dem Aussetzen des in **Fig. 6A** gezeigten Bildes gegenüber einem bilateralen Glättungsfilter bei 231a, um die Kanten des gestanzten Rohlings zu verbessern. Das Bild in **Fig. 6A**, das dem bilateralen Glättungsfilter ausgesetzt wurde, ist in **Fig. 6B** gezeigt. Zum Vergleich ist eine vergrößerte Ansicht des in **Fig. 6B** mit ‚A‘ gekennzeichneten Abschnitts in **Fig. 6C**, wobei keine beidseitige Glättung durchgeführt wurde, und in **Fig. 6D** gezeigt, wobei eine beidseitige Glättung durchgeführt wurde. Und wie durch das Bild in **Fig. 6D** gezeigt, verbessert das Glätten die Bildkontur oder -form, sodass künstliche Fehler an der Kante entfernt werden. Die Analyse 230a geht zu 232a über, wo eine Bildentrauschung durchgeführt wird,

um ein „wahres“ Bild der Trennkantenfehlerstelle durch Unterdrücken von Rauschen in dem Bild zu verbessern oder zu schätzen. In einigen Variationen bedeutet nicht lokal, dass eine Entrauschungsfiltrierung verwendet wird, um eine Farbe eines Pixels durch einen Durchschnitt der Farben ähnlicher Pixel in dem gesamten Bild zu ersetzen. **Fig. 7A** zeigt ein Bild eines Abschnitts des Bildes in **Fig. 6A** vor der Bildentrauschung und **Fig. 7B** zeigt ein Bild des gleichen Abschnitts nach der Bildentrauschung. Ein Vergleich der Bilder in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** zeigt, dass die meisten der „helleren“ Farbpixel in **Fig. 7A** durch die „dunklere“ Farbe des Rests des Bildes ersetzt wurden.

**[0037]** Die Analyse 230a geht zu 233a über, wo das RGB-Bild in **Fig. 6A** in ein HSV-Bild (hue, saturation, value - Farbton, Sättigung, Wert) umgewandelt und die Sättigungsdimension aus dem HSV-Bild extrahiert wird. **Fig. 8A** zeigt die Farbtondimension des HSV-Bildes, **Fig. 8B** zeigt die Sättigungsdimension des HSV-Bildes und **Fig. 8C** zeigt die Wertedimension des HSV-Bildes. Die Analyse 230a geht zu 234a über, wo das bei 233a erlangte Bild einer binären Schwellenwertumwandlung unterzogen wird, sodass Regionen des Bildes, die zu analysierenden Objekten entsprechen, von umgebenden Regionen getrennt werden. Die Trennung basiert auf der Variation der Intensität zwischen Pixeln des zu analysierenden Objektes (d. h. Pixeln einer Zielfehlerstelle) und Pixeln des Hintergrunds. **Fig. 9A** zeigt ein Bild der binären Schwellenwertumwandlung. In einigen Bildern bleiben Artefakte, wie etwa kleine „Löcher“, in dem binären Bild, eingekreist in **Fig. 9A**. Dementsprechend wird bei 235a eine morphologische Transformation durchgeführt, bei der ein struktureller Kern auf das Bild in **Fig. 9A** angewendet wird, um das Bild in **Fig. 9B** bereitzustellen. Die Analyse 230a geht zu 236a über, wo das bei 235a erlangte Bild einem Algorithmus zur Kanten- und Konturerkennung unterzogen wird, um das in **Fig. 10** gezeigte Bild bereitzustellen. Für das in **Fig. 10** gezeigte Bild wurde ein einfacher Canny-Erkennungsalgorithmus verwendet, um die Kanten des Bildes in **Fig. 9B** zu finden. Konturen werden für ein Objekt identifiziert und zur kontinuierlichen, dickeren und klaren Darstellung von Kanten angewendet. Und optional kann ein „Verbindungslinien“-Algorithmus angewendet werden, um Diskontinuitäten entlang einer Außenkante auszufüllen oder zu vervollständigen. Die Analyse 230a geht zu 237a über, wo bestimmt wird, ob das bei 236a erlangte Bild einen Trennkantenfehler zeigt oder nicht, wonach das Ergebnis bei 242 angezeigt wird. Wie in **Fig. 10** gezeigt, wird ein klares Bild der Kante des gestanzten Rohlings durch die Analyse 230a bereitgestellt und es ist kein Trennkantenfehler an dem gestanzten Rohling vorhanden, für den das Bild erfasst wurde. Jedoch und unter Bezugnahme auf **Fig. 11A-11B** ist ein Beispiel für eine Erkennung von Trennkantenfehlern gezeigt.



Insbesondere ist ein aufgenommenes Bild eines Metallblechstückes mit einem Trennkantenfehler in **Fig. 11A** gezeigt ist, und die Verarbeitung des Bildes gemäß den vorstehend in Bezug auf die Analyse 230a erörterten Schritten, stellte das in **Fig. 11B** gezeigte Bild bereit. Wie in FIG. 11119B gezeigt, wurde der Trennkantenfehler 2 bei 237a des Verfahrens 24 erkannt.

**[0038]** Sofern in dieser Schrift nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, sind alle numerischen Werte, die mechanische/thermische Eigenschaften, Prozentanteile von Zusammensetzungen, Abmessungen und/oder Toleranzen oder andere Eigenschaften angeben, so zu verstehen, dass sie durch das Wort „etwa“ oder „ungefähr“ modifiziert sind, wenn sie den Umfang der vorliegenden Offenbarung beschreiben. Diese Modifikation ist aus verschiedenen Gründen wünschenswert, einschließlich industrieller Praxis, Material, Fertigung und Montagetoleranzen sowie Prüffähigkeit. Wie in dieser Schrift verwendet, sollte der Ausdruck mindestens eines von A, B und C dahingehend ausgelegt werden, dass er ein logisches (A ODER B ODER C) bedeutet, wobei ein nicht ausschließendes logisches ODER verwendet wird, und er sollte nicht dahingehend ausgelegt werden, dass er „mindestens eines von A, mindestens eines von B und mindestens eines von C“ bedeutet. In den Figuren zeigt die durch die Pfeilspitze angegebene Richtung eines Pfeils im Allgemeinen den Fluss von Informationen (wie etwa Daten oder Anweisungen) an, der für die Veranschaulichung von Interesse ist. Wenn zum Beispiel Element A und Element B eine Vielfalt von Informationen austauschen, aber Informationen, die von Element A an Element B übertragen werden, für die Veranschaulichung relevant sind, kann der Pfeil von Element A auf Element B zeigen. Dieser unidirektionale Pfeil impliziert nicht, dass keine andere Informationen von Element B an Element A übertragen werden. Ferner kann Element B für Informationen, die von Element A an Element B gesendet werden, Anforderungen oder Empfangsbestätigungen für die Informationen an Element A senden. Die Algorithmen beinhalten prozessorausführbare Anweisungen, die auf mindestens einem nichttransistorischen, greifbaren computerlesbaren Medium gespeichert sind. Die Algorithmen können zudem gespeicherte Daten beinhalten oder darauf zurückgreifen. Die Algorithmen können ein grundlegendes Eingabe-/Ausgabesystem (basic input/output system - BIOS), das mit Hardware des Spezialcomputers interagiert, Vorrichtungstreiber, die mit bestimmten Vorrichtungen des Spezialcomputers interagieren, ein oder mehrere Betriebssysteme, Benutzeranwendungen, Hintergrunddienste, Hintergrundanwendungen usw. umfassen. Der Ausdruck Speicher ist eine Untergruppe des Ausdrucks computerlesbares Medium. Der Ausdruck computerlesbares Medium umfasst im vorliegenden Zusammenhang keine transistorischen elektrischen oder

elektromagnetischen Signale, die sich durch ein Medium (wie etwa über eine Trägerwelle) ausbreiten; der Ausdruck computerlesbares Medium kann daher als greifbar und nichttransitorisch aufgefasst werden. Nicht einschränkende Beispiele für ein nichttransitorisches, physisches computerlesbares Medium sind nichtflüchtige Speicherschaltungen (wie etwa eine Flash-Speicherschaltung, eine löschrare programmierbare Festwertspeicherschaltung oder eine Masken-Festwert-Schaltung), flüchtige Speicherschaltungen (wie etwa eine statische Direktzugriffsspeicherschaltung oder eine dynamische Direktzugriffsspeicherschaltung), magnetische Speichermedien (wie etwa ein analoges oder digitales Magnetband oder ein Festplattenlaufwerk) und optische Speichermedien (wie etwa eine CD, eine DVD oder eine Blu-Ray Disc). Die in dieser Anmeldung beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren können teilweise oder vollständig durch einen Spezialcomputer umgesetzt sein, der durch Konfigurieren eines Universalcomputers zum Ausführen einer oder mehrerer bestimmter Funktionen, die in Computerprogrammen verkörpert sind, erstellt wird. Die vorstehend beschriebenen Funktionsblöcke, Ablaufdiagrammkomponenten und anderen Elemente dienen als Softwarespezifikationen, die durch die Routinearbeit eines erfahrenen Technikers oder Programmierers in die Computerprogramme übersetzt werden können. Die Beschreibung der Offenbarung ist rein beispielhafter Natur und somit ist beabsichtigt, dass Variationen, die nicht vom Inhalt der Offenbarung abweichen, innerhalb des Umfangs der Offenbarung liegen. Derartige Variationen sind nicht als Abweichung vom Wesen und Umfang der Offenbarung zu betrachten. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke bereitgestellt, wobei das Verfahren Folgendes beinhaltet: Identifizieren von mindestens einer Zielfehlerstelle für eine gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration, wobei jeder des mindesten einen Zielfehlerstelle eine eindeutige Fehlerart zugeordnet ist; Erfassen eines oder mehrerer Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle an Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden, mit einer oder mehreren Kameras, die jeder der identifizierten Zielfehlerstellen zugewiesen sind und während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke bewegen; und Analysieren des einen oder der mehreren Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle und Erkennen, ob die eindeutige Fehlerart, die jeder der mindestens einen Zielfehlerstelle zugeordnet ist, vorhanden ist, wobei jede eindeutige Fehlerart mit einem entsprechenden Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung identifiziert wird. In einem Aspekt der Erfindung umfasst das Identifizieren von Zielfehlerstellen für die gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration das Identifizieren der Zielfehlerstellen an einem Datensatz, der Folgendes umfasst:

Daten, die aus mindestens einer von computergestützten Konstruktionssimulationen stammen; Daten, die aus Prototyp-Stanzversuchen von Rohlingen stammen, die gemäß der gegebenen gestanzte Rohlingskonfiguration gestanzt wurden; Daten, die von Echtzeitsensoren während des Stanzens von Rohlingen gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration empfangen werden; und Daten, die physikalische Eigenschaften von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden, mechanische Eigenschaften von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden, und geometrische Abmessungen der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration angeben. In mindestens einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren das Zuweisen der einen oder der mehreren Kameras zu den identifizierten Zielfehlerstellen basierend auf Informationen, die für eine Vielzahl von Kameras, die der Stanzstrecke zugewiesen sind, relevant sind. In einem Aspekt der Erfindung umfassen die Informationen über die Vielzahl von Kameras Standorte und Spezifikationen bezüglich der Vielzahl von Kameras an der Stanzstrecke. In mindestens einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren das Festlegen eines Kamerawinkels, einer Brennweite und eines Zooms für jede der zugewiesenen einen oder mehreren Kameras. In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren das Anzeigen der Fehler, die an der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle erkannt wurden, auf einem Anzeigebildschirm. In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren das Aktualisieren einer Fehlerdatenbank.

**[0039]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren das Identifizieren einer Fehlerart und einer Fehlerstelle an Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden und mindestens einen Fehler aufweisen.

**[0040]** In einem Aspekt der Erfindung umfassen die identifizierten Zielfehlerstellen eine erste Fehlerstelle mit einer ersten Fehlerart und eine zweite Fehlerstelle, die sich von der ersten Stelle unterscheidet, mit einer zweiten Fehlerart, die sich von der ersten Fehlerart unterscheidet.

**[0041]** In einem Aspekt der Erfindung umfassen die eine oder die mehreren Kameras mindestens zwei Kameras, wobei eine erste Kamera der ersten Fehlerstelle zugewiesen ist und Bilder von dieser aufnimmt, und eine zweite Kamera der zweiten Fehlerstelle zugewiesen ist und Bilder von dieser aufnimmt.

**[0042]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren ein erstes Fehlerartidentifizierungsteilsystem, das der ersten Fehlerstelle zugewiesen ist, und ein zweites Fehlerartidentifizierungsteilsystem, das der zweiten Fehlerstelle zugewiesen ist, wobei das

erste Fehlerartidentifizierungsteilsystem die erste Kamera und einen ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung umfasst und das zweite Fehlerartidentifizierungsteilsystem die zweite Kamera und einen zweiten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung umfasst, der sich von dem ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung unterscheidet.

**[0043]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren das Trainieren, dass jeder Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung für die entsprechende eindeutige Fehlerart trainiert wird.

**[0044]** In einem Aspekt der Erfindung umfasst das Trainieren jedes Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung ferner Folgendes: Trainieren eines ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung für eine Trennkantenfehlerart, die einer Trennkantenzielstelle zugeordnet ist; und Trainieren eines zweiten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung für einen Faltenfehlertyp, der einer Faltenfehlerzielstelle zugeordnet ist.

**[0045]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren einen Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung, der dazu konfiguriert ist, die folgenden Schritte an einem erfassten Bild der Trennkantenzielstelle auszuführen: a) beidseitiges Glätten; b) Bildentrauschung, c) Extraktion der Sättigungsdimension, d) binäre Schwellenwertbestimmung; e) morphologische Transformation; und g) Kanten- und Konturidentifizierung.

**[0046]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren das Identifizieren eines Trennkantenfehlers an einem der gestanzten Rohlinge, der sich entlang der Stanzstrecke bewegt, das Aktualisieren einer Fehlerdatenbank mit einer Stelle des identifizierten Trennkantenfehlers an dem gestanzten Rohling und das Anzeigen der Stelle des identifizierten Trennkantenfehlers an dem gestanzten Rohling auf einem Anzeigebildschirm an der Stanzstrecke.

**[0047]** Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Verfahren zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke Folgendes: Identifizieren einer Zieltrennkantenfehlerstelle für gestanzte Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß einer gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden; Erfassen eines oder mehrerer Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle an mindestens einem Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung einer oder mehrerer Kameras, die der identifizierten Zieltrennkantenfehlerstelle zugeordnet sind, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der einen oder der mehreren Kameras bewegen; und Analysieren des einen oder der mehreren Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle und Erkennen eines

Trennkantenfehlers an einer Zieltrennkantenfehlerstelle an einem der gestanzten Rohlinge unter Verwendung eines Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung.

**[0048]** In einem Aspekt der Erfindung ist der Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung dazu konfiguriert, den Trennkantenfehler zu erkennen, indem die folgenden Schritte an einem erfassten Bild ausgeführt werden: a) beidseitiges Glätten; b) Bildentrauschung; c) Extraktion der Sättigungsdimension; d) binäre Schwellenwertbestimmung; e) morphologische Transformation; und g) Kanten- und Konturidentifizierung.

**[0049]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren Folgendes: Identifizieren einer Zielfaltenfehlerstelle für die gestanzten Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden; Erfassen eines oder mehrerer Bilder der Zielfaltenfehlerstelle an mindestens einem anderen Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung anderer Kameras, die der identifizierten Zielfaltenfehlerstelle zugeordnet sind, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der anderen Kameras bewegen; und Analysieren des einen oder der mehreren Bilder der Zielfaltenfehlerstelle und Erkennen eines Faltenfehlers an einer Zielfaltenstelle an einem der gestanzten Rohlinge unter Verwendung eines Algorithmus zur Faltenfehleridentifizierung, der sich von dem Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung unterscheidet.

**[0050]** Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Verfahren zum Prüfen von gestanzten Rohlingen auf einer Stanzstrecke Folgendes: Identifizieren einer Zieltrennkantenfehlerstelle für gestanzte Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß einer gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden; Erfassen eines oder mehrerer Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle an mindestens einem Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung einer oder mehrerer Kameras, die der identifizierten Zieltrennkantenfehlerstelle zugeordnet sind, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der einen oder der mehreren Kameras bewegen; und Analysieren des einen oder der mehreren Bilder der Zieltrennkantenfehlerstelle und Erkennen eines Trennkantenfehlers an einer Zieltrennkantenfehlerstelle an einem der gestanzten Rohlinge unter Verwendung eines Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung, wobei der Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung den Trennkantenfehler erkennt, indem die folgenden Schritte an dem erfassten Bild ausgeführt werden: a) binäres Glätten; b) Bildentrauschung; c) Extraktion der Sättigungsdimension; d) binäre Schwellenwertbildung; e) morphologi-

sche Transformation; und g) Kanten- und Konturidentifizierung.

**[0051]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren Folgendes: Identifizieren einer Zielfaltenfehlerstelle für die gestanzten Rohlinge, die sich auf der Stanzstrecke bewegen und gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden; Erfassen eines oder mehrerer Bilder der Zielfaltenfehlerstelle an mindestens einem anderen Teilsatz der gestanzten Rohlinge unter Verwendung anderer Kameras, die der identifizierten Zielfaltenfehlerstelle zugeordnet sind, während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke und durch ein Sichtfeld der anderen Kameras bewegen; und Analysieren des einen oder der mehreren Bilder der Zielfaltenfehlerstelle und Erkennen eines Faltenfehlers an einer Zielfaltenstelle an einem der gestanzten Rohlinge unter Verwendung eines Algorithmus zur Faltenfehleridentifizierung, der sich von dem Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung unterscheidet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen gestanzter Rohlinge auf einer Stanzstrecke, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Identifizieren mindestens einer Zielfehlerstelle für eine gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration, wobei jeder der mindestens einen Zielfehlerstelle eine eindeutige Fehlerart zugeordnet ist;

Erfassen eines oder mehrerer Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle an Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden, mit einer oder mehreren Kameras, die jeder der identifizierten Zielfehlerstellen zugeordnet sind, und während sich die gestanzten Rohlinge entlang der Stanzstrecke bewegen; und

Analysieren des einen oder der mehreren Bilder von jeder der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle und Erkennen, ob die eindeutige Fehlerart, die jeder der mindestens einen Zielfehlerstelle zugeordnet ist, vorhanden ist, wobei jede eindeutige Fehlerart mit einem entsprechenden Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung identifiziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Identifizieren von Zielfehlerstellen für die gegebene gestanzte Rohlingskonfiguration das Identifizieren der Zielfehlerstellen an einem Datensatz umfasst, der Folgendes umfasst:

Daten, die aus mindestens einer von computergestützten technischen Simulationen stammen;

Daten, die aus Prototyp-Stanzversuchen von Rohlingen stammen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden; Daten, die von Echtzeitsensoren während des Stanzens von Rohlingen gemäß der gegebenen

gestanzten Rohlingskonfiguration empfangen werden; und

Daten, die physikalische Eigenschaften von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden, mechanische Eigenschaften von Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt werden, und geometrische Abmessungen der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration angeben.

3. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Zuweisen der einen oder der mehreren Kameras zu den identifizierten Zielfehlerstellen basierend auf Informationen, die für eine Vielzahl von Kameras, die der Stanzstrecke zugewiesen sind, relevant sind.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Informationen über die Vielzahl von Kameras Standorte und Spezifikationen bezüglich der Vielzahl von Kameras an der Stanzstrecke umfassen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Festlegen eines Kamerawinkels, einer Brennweite und eines Zooms für jede der zugewiesenen einen oder mehreren Kameras.

6. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Anzeigen der Fehler, die an der mindestens einen identifizierten Zielfehlerstelle erkannt wurden, auf einem Anzeigebildschirm.

7. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Aktualisieren einer Fehlerdatenbank.

8. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Identifizieren einer Fehlerart und einer Fehlerstelle an Rohlingen, die gemäß der gegebenen gestanzten Rohlingskonfiguration gestanzt wurden und mindestens einen Fehler aufweisen.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die identifizierten Zielfehlerstellen eine erste Fehlerstelle mit einer ersten Fehlerart und eine zweite Fehlerstelle, die sich von der ersten Stelle unterscheidet, mit einer zweiten Fehlerart, die sich von der ersten Fehlerart unterscheidet, umfassen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die eine oder die mehreren Kameras mindestens zwei Kameras umfassen, wobei eine erste Kamera der ersten Fehlerstelle zugewiesen ist und Bilder von dieser aufnimmt, und eine zweite Kamera der zweiten Fehlerstelle zugewiesen ist und Bilder von dieser aufnimmt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, ferner umfassend ein erstes Fehlerartidentifizierungsteilsystem, das der ersten Fehlerstelle zugewiesen ist, und ein zweites Fehlerartidentifizierungsteilsystem, das der

zweiten Fehlerstelle zugewiesen ist, wobei das erste Fehlerartidentifizierungsteilsystem die erste Kamera und einen ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung umfasst und das zweite Fehlerartidentifizierungsteilsystem die zweite Kamera und einen zweiten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung umfasst, der sich von dem ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung unterscheidet.

12. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Trainieren jedes Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung für die entsprechende eindeutige Fehlerart.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Trainieren jedes Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung ferner Folgendes umfasst: Trainieren eines ersten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung für eine Trennkantenfehlerart, die einer Trennkantenzielstelle zugeordnet ist; und Trainieren eines zweiten Algorithmus zur eindeutigen Fehleridentifizierung für eine Faltenfehlerart, die einer Faltenkantenzielstelle zugeordnet ist.

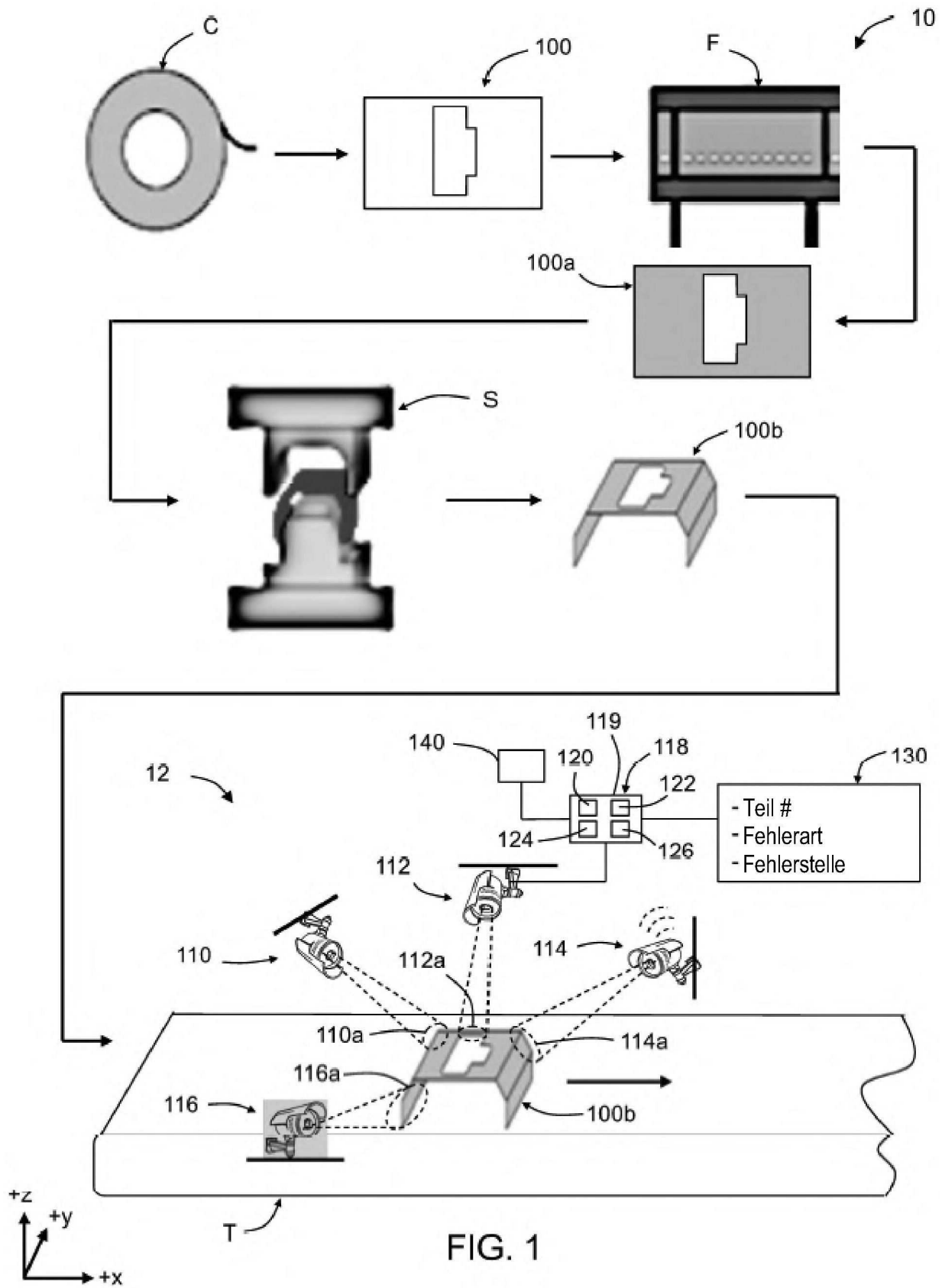
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, ferner umfassend einen Algorithmus zur Trennkantenfehleridentifizierung, der dazu konfiguriert ist, die folgenden Schritte an einem erfassten Bild der Trennkantenzielstelle auszuführen:

- a) bilaterale Glättung;
- b) Bildentrauschung;
- c) Extraktion der Sättigungsdimension;
- d) binäre Schwellenwertbestimmung;
- e) morphologische Transformation; und
- g) Kanten- und Konturidentifizierung.

15. Verfahren nach Anspruch 14, ferner umfassend das Identifizieren eines Trennkantenfehlers an einem der gestanzten Rohlinge, der sich entlang der Stanzstrecke bewegt, das Aktualisieren einer Fehlerdatenbank mit einer Stelle des identifizierten Trennkantenfehlers an dem gestanzten Rohling und das Anzeigen der Stelle des identifizierten Trennkantenfehlers an dem gestanzten Rohling auf einem Anzeigebildschirm an der Stanzstrecke.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



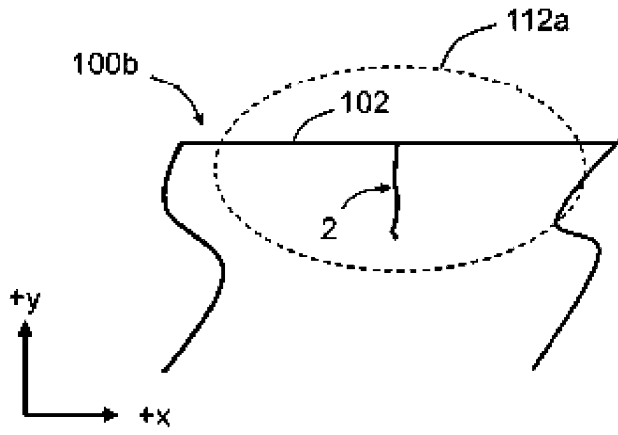


FIG. 1A

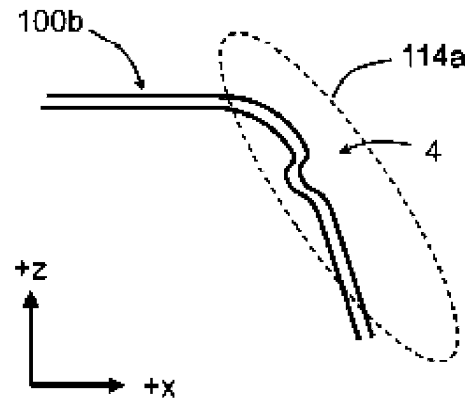


FIG. 1B

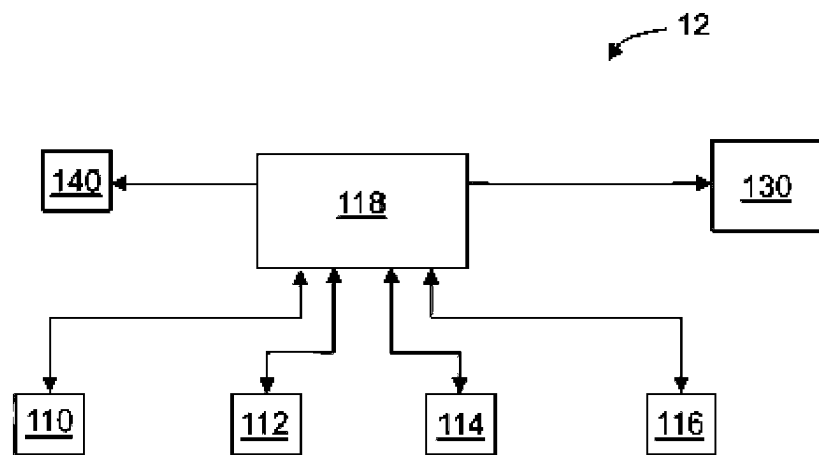


FIG. 2

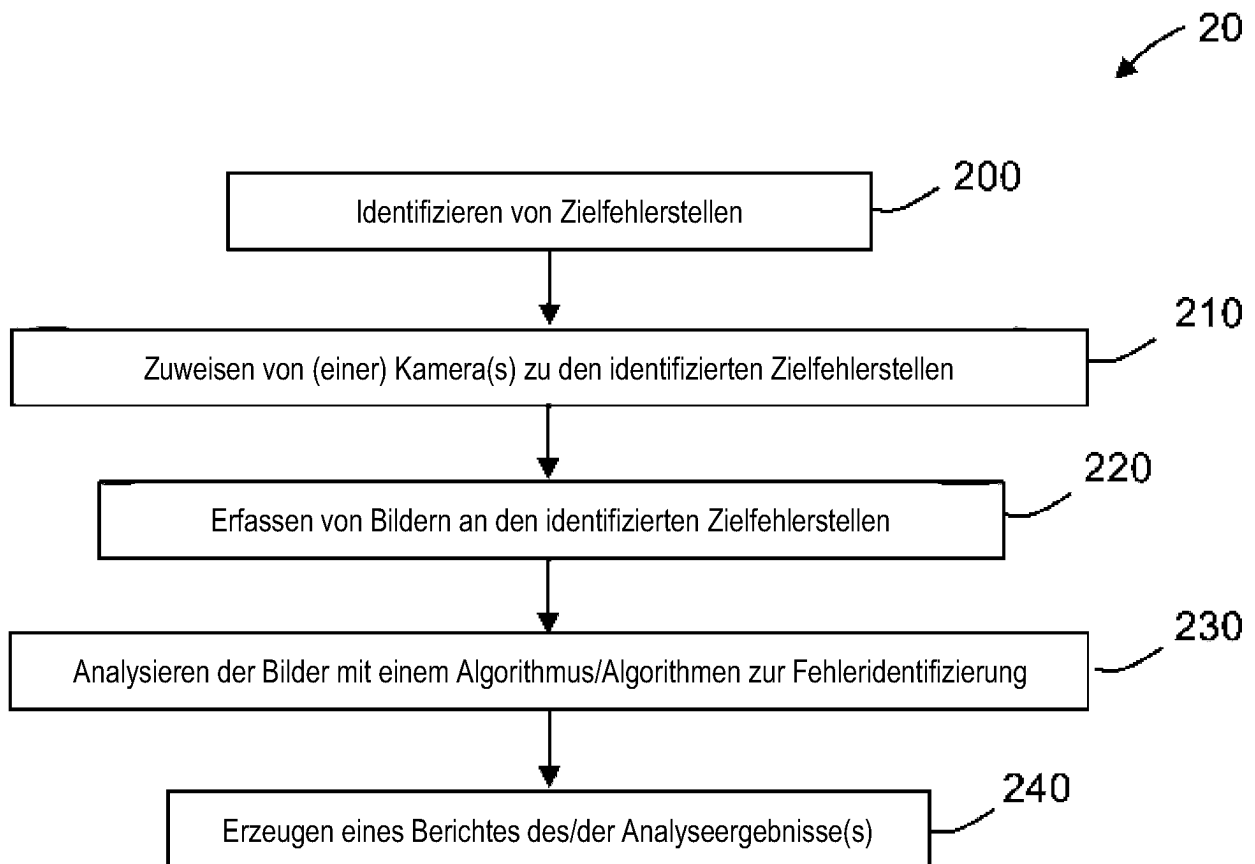


FIG. 3

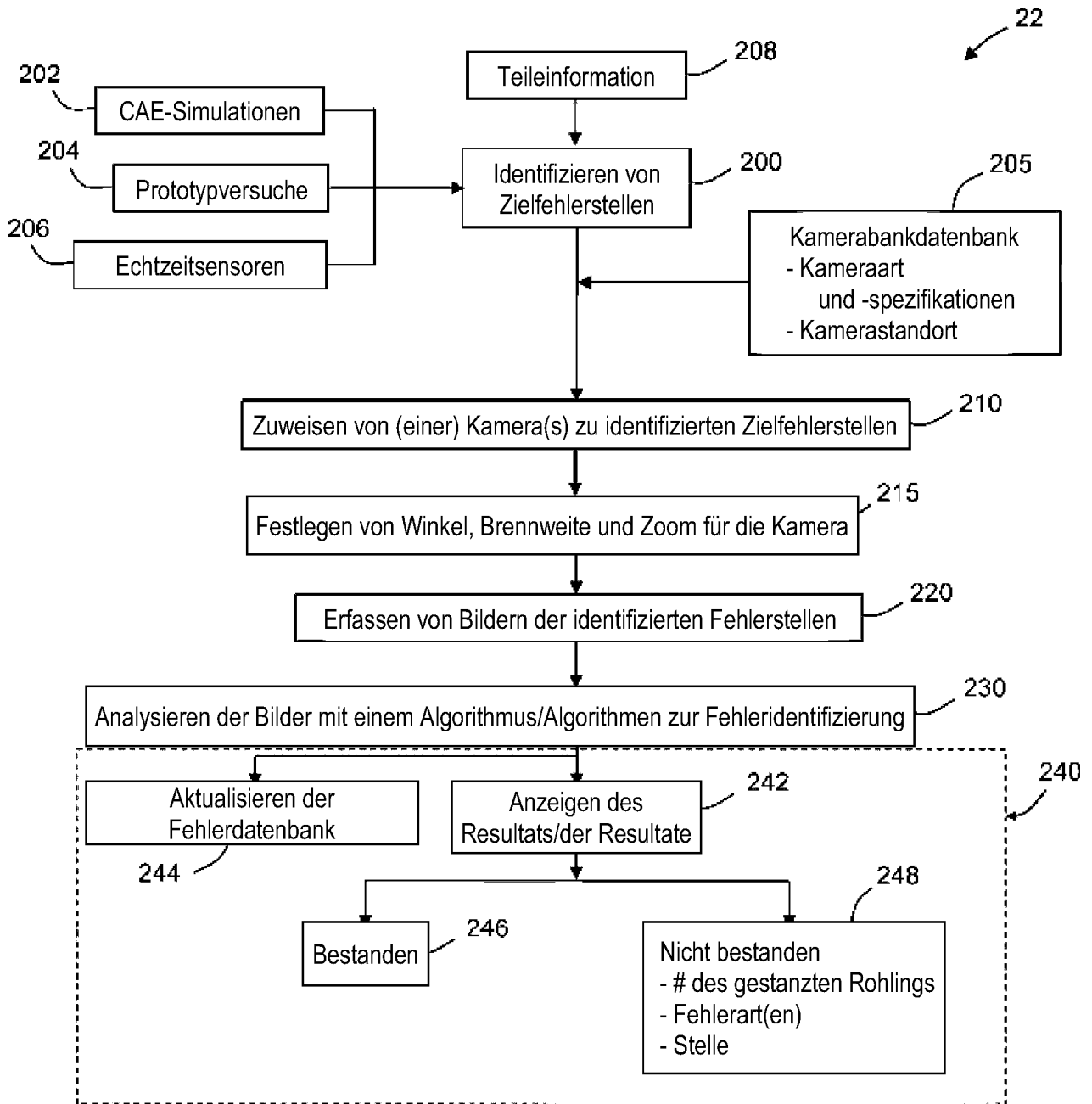


FIG. 4



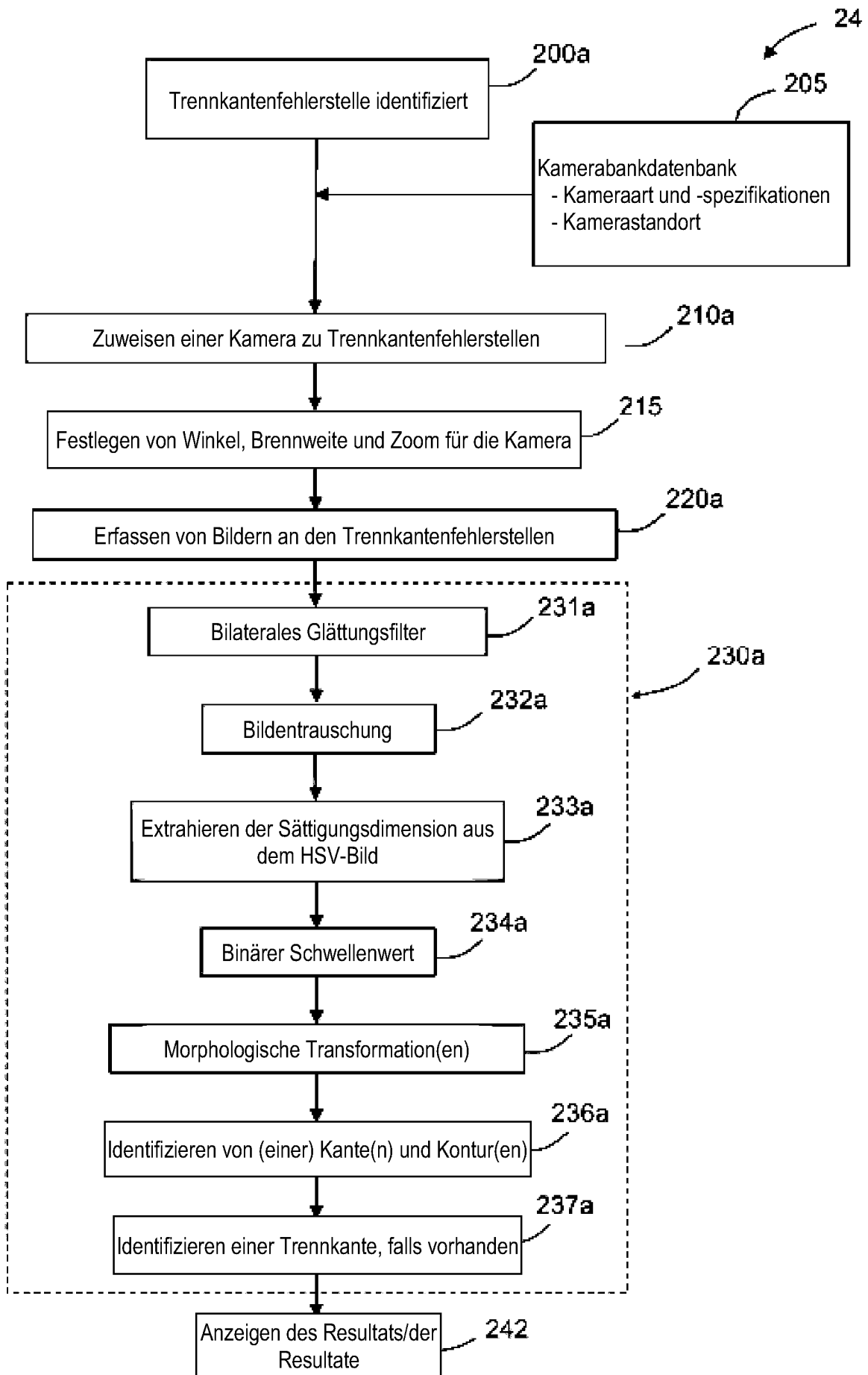


FIG. 5

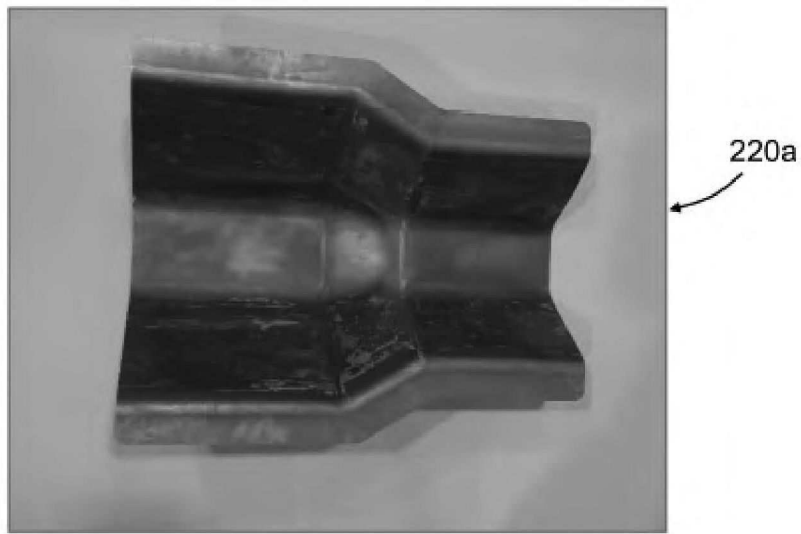


FIG. 6A

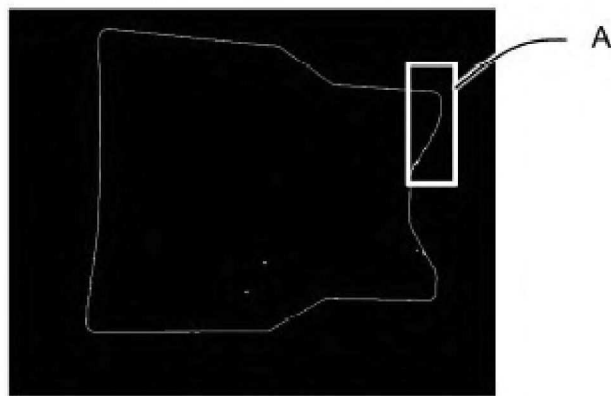


FIG. 6B

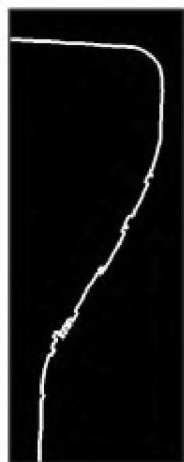


FIG. 6C

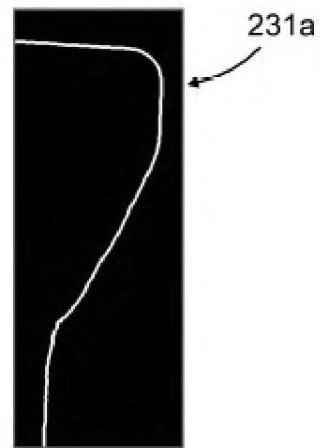


FIG. 6D

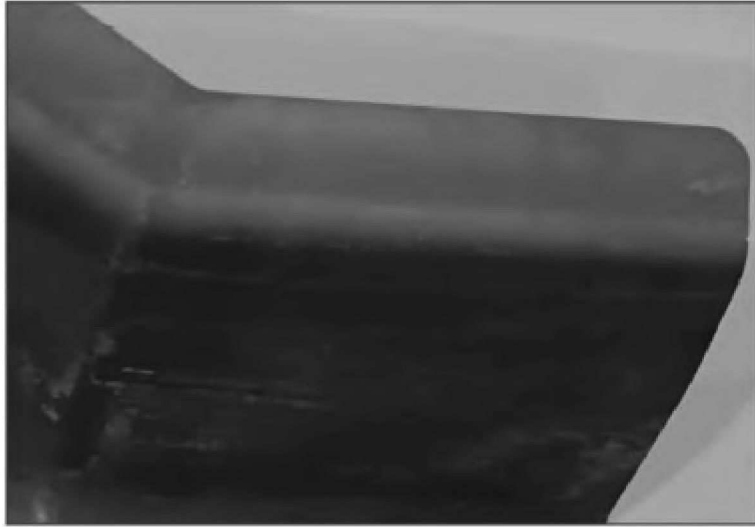


FIG. 7A



FIG. 7B

FIG. 8A

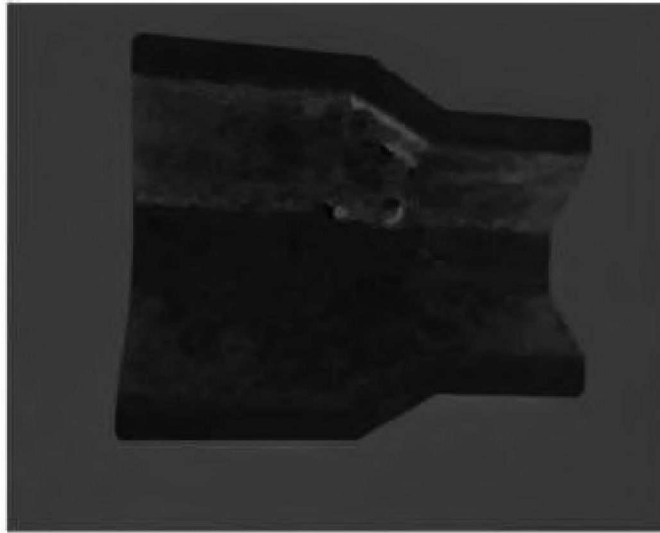


FIG. 8B

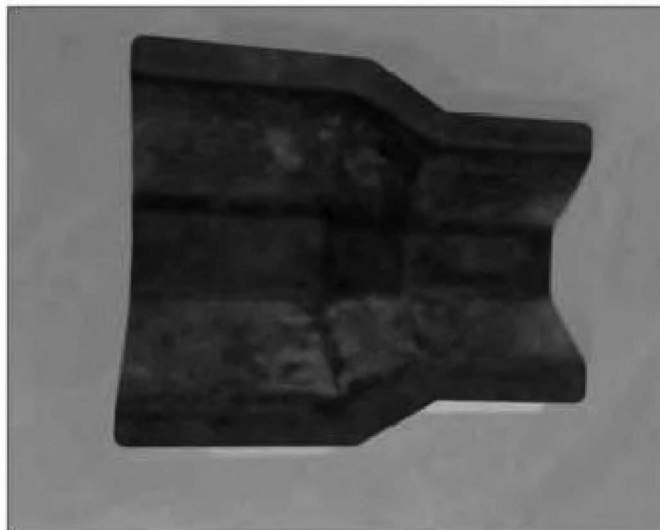


FIG. 8C

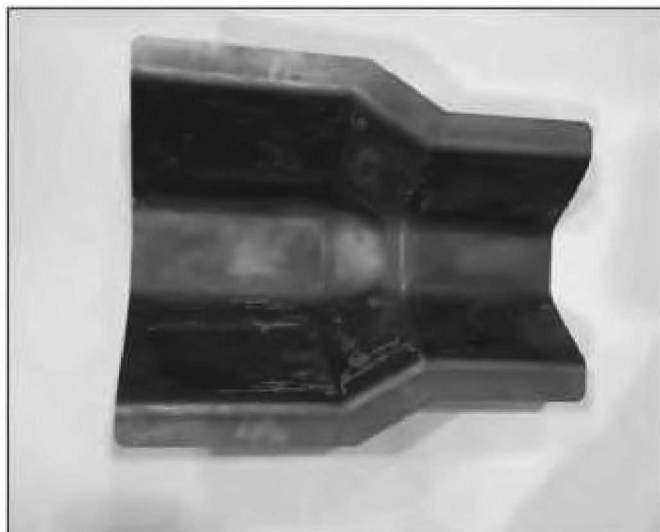


FIG. 9A

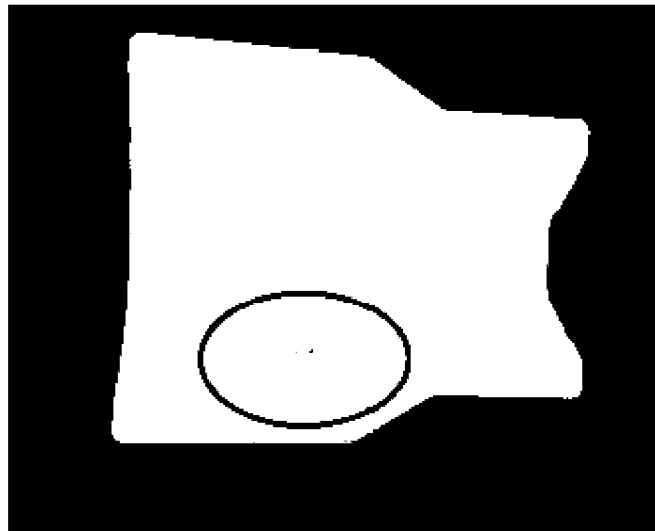
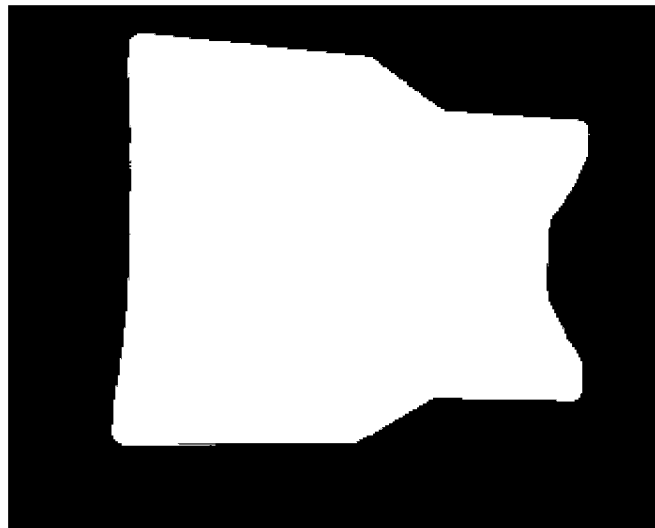


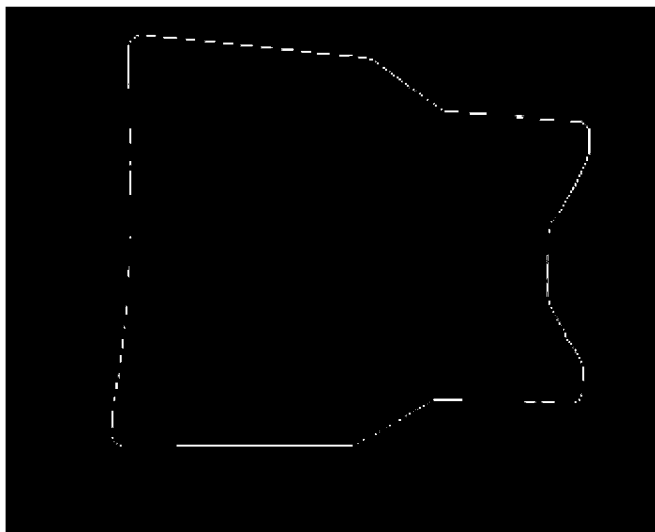
FIG. 9B



235a



FIG. 10



236a



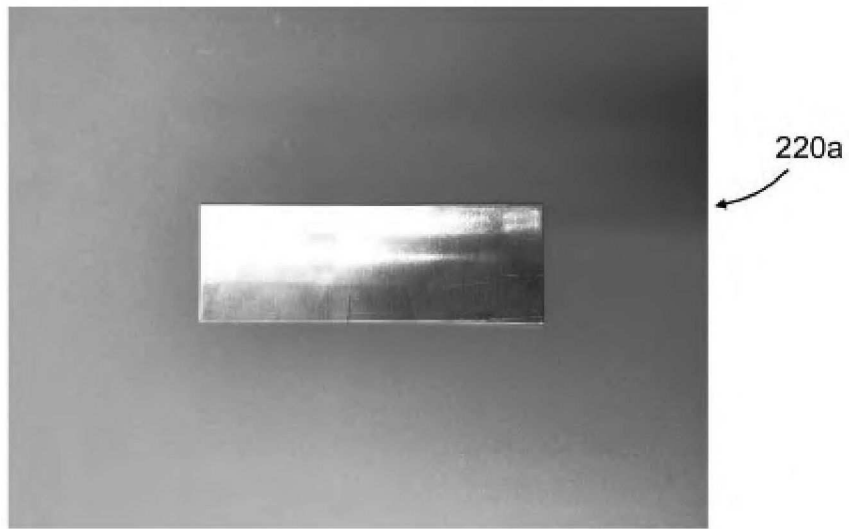


FIG. 11A

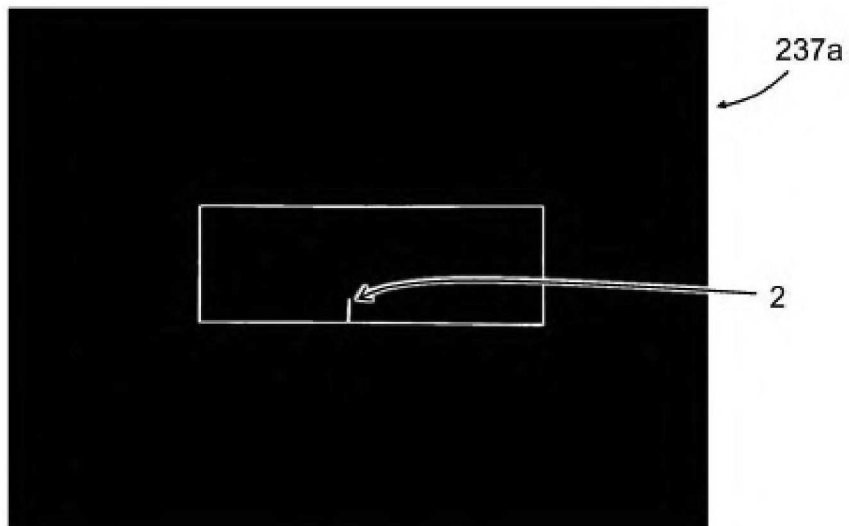


FIG. 11B