

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 51133/2019
(22) Anmeldetag: 19.12.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2022

(51) Int. Cl.: **B21D 5/02** (2006.01)

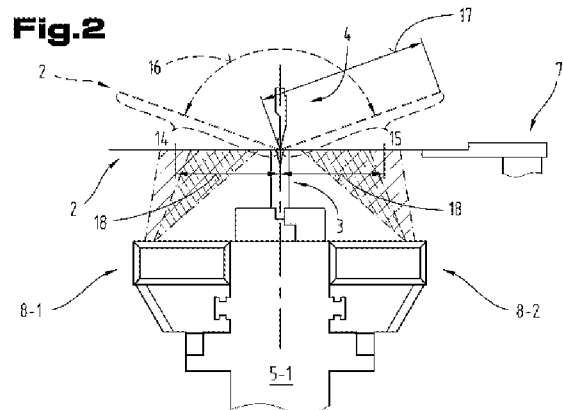
(56) Entgegenhaltungen:
EP 1961502 A2
DE 202010006391 U1
DE 3441113 A1

(73) Patentinhaber:
TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.
4061 Pasching (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) Biegemaschine und Kontrolleinrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks (2) aus Blech mit einer Biegemaschine (1) und mit einer Kamera (12) zur Aufnahme von Bildern (25) eines Bearbeitungsbereichs (13) zwischen den Biegewerkzeugen (3, 4), und mit einer Anzeigevorrichtung (11) zur Darstellung von Bildern (25) der Kamera (12), und mit einer Steuervorrichtung (9) mit einem Fertigungsprogramm (21) zum Betreiben der Biegemaschine (1), und mit einer Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2), wobei die Steuervorrichtung (9) einen Speicher (23) mit Werten einer minimalen Schenkellänge (18) umfasst, und wobei die Steuervorrichtung (9) ein Programm (20) zur Bearbeitung von Bildinformationen umfasst, das ein grafisches Längensymbol (24), das dem Wert der minimalen Schenkellänge (18) entspricht, erzeugt und dieses gemeinsam mit dem Bild (25) des Bearbeitungsbereichs (13) maßstabsgetreu an der auszubildenden Biegekante (28) auf der Anzeigevorrichtung (11) darstellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks aus Blech nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 7.

[0002] Bei der Fertigung von Bauteilen auf modernen Biegemaschinen bzw. Biegepressen ist auch bekannt, den Biegevorgang durch Einrichtungen zur Messung des Biegewinkels automatisiert zu überwachen und abhängig davon - durch ein Fertigungsprogramm der Steuervorrichtung - auch die Bewegung der Biegewerkzeuge zu steuern. So kann auch das Erreichen des gewünschten (End-)Biegewinkels an der Biegekante des Werkstücks automatisch festgestellt und der Biegevorgang dann von dem Fertigungsprogramm gestoppt werden. Für das Erfassen der räumlichen Lage der beiden Schenkel an der herzustellenden Biegekante werden vorteilhafterweise optisch bzw. berührungslos arbeitende Biegewinkel-Messvorrichtungen eingesetzt. Um mit diesen die Ausrichtung der Schenkel des Werkstücks mit ausreichender Genauigkeit detektieren zu können, ist eine ausreichend große Schenkellänge Voraussetzung. Der Bediener einer Biegemaschine muss sich also vor Beginn der Biegeumformung vergewissern, dass die optisch abtastende Biegewinkel-Messvorrichtung auch zuverlässig verwendet werden kann, d.h. dass die zu fertigende Schenkellänge nicht kleiner ist als der Wert einer minimalen Schenkellänge. Andernfalls muss er auf eine alternative Biegewinkel-Messmethode ausweichen. Die Werte der minimalen Schenkellängen zu unterschiedlichen Fertigungssituationen sind üblicherweise in Tabellen festgehalten und müssen von dem Bediener nachgelesen werden. Dabei kann es leicht zu Irrtümern und in weiterer Folge zum Anfall von Ausschussteilen kommen.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, die/das einem Benutzer eine einfachere und weniger fehleranfällige Bedienung der Biegemaschine ermöglicht.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks aus Blech mit einer Biegemaschine mit zwei parallel zueinander ausgerichteten Pressbalken und mit einem unteren Biegewerkzeug und einem oberen Biegewerkzeug, die an den Pressbalken einander gegenüber liegend befestigt sind, gelöst. Diese Vorrichtung umfasst eine Kamera zur Aufnahme von Bildern eines Bearbeitungsbereichs zwischen den Biegewerkzeugen, eine Anzeigevorrichtung zur Darstellung von Bildern der Kamera, eine Steuervorrichtung mit einem Fertigungsprogramm zum Betreiben der Biegemaschine und eine Biegewinkel-Messvorrichtung, wobei die Steuervorrichtung einen Speicher mit Werten einer minimalen Schenkellänge zu unterschiedlichen Werten eines an dem Werkstück herzustellenden Biegewinkels und zu unterschiedlichen Biegewerkzeugen umfasst, und wobei die minimale Schenkellänge derjenige kleinste Wert einer rechtwinkelig bezüglich einer auszubildenden Biegekante gemessenen Schenkellänge des herzustellenden Bauteils ist, dessen Biegewinkel während der Umformung unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtung gemessen werden kann, und wobei die Steuervorrichtung ein Programm zur Bearbeitung von Bildinformationen umfasst, wobei das Programm zur Bearbeitung von Bildinformationen dazu ausgebildet ist, ein grafisches Längensymbol der dem Wert der minimalen Schenkellänge entsprechenden Länge zu erzeugen und gemeinsam mit dem Bild des Bearbeitungsbereichs maßstabsgetreu an der auszubildenden Biegekante auf der Anzeigevorrichtung darzustellen. Dies hat den Vorteil, dass für den Bediener, sobald das Werkstück an den Hinteranschlüssen der Biegemaschine zur Anlage gekommen ist, unmittelbar erkennbar ist, ob die Biegeumformung unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtungen zuverlässig durchgeführt werden kann. Eine gesonderte Überlegung durch Vergleich irgendwelcher numerischer Längenangaben, die erst in Tabellen nachzuschlagen sind, ist nicht mehr erforderlich.

[0005] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Vorrichtung ist die Kamera - aus Sicht eines vor der Biegemaschine stehenden Beobachters - in einem hinter den Biegewerkzeugen liegenden Bereich der Biegemaschine angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass dem Beobachter das für eine genaue Fertigung besonders wichtige Anliegen der Hinterkante des Werkstücks an den Hinteranschlüssen auf einem Bildschirm gut sichtbar dargestellt werden kann.

[0006] Von Vorteil ist auch, wenn in dem vor den Biegewerkzeugen liegenden Bereich und in dem hinter den Biegewerkzeugen liegenden Bereich eine Kamera angeordnet ist, da dadurch der Bearbeitungsbereich zwischen den Biegewerkzeugen umfassend dargestellt werden kann.

[0007] Von Vorteil ist auch, wenn die Biegewinkel-Messvorrichtung der Vorrichtung ein berührungslos oder optisch arbeitendes Winkelmesssystem umfasst.

[0008] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung umfasst die Steuervorrichtung ein Auswerteprogramm zur Berechnung des Biegewinkels aus Messsignalen der Biegewinkel-Messvorrichtung.

[0009] Vorteilhaft ist auch die Weiterbildung, wonach die Biegewinkel-Messvorrichtung einen Laser zur Projektion einer Lichtlinie auf eine Oberfläche des Werkstücks und eine Kamera zur Erfassung der projizierten Lichtlinie umfasst, da damit die räumliche Lage und Ausrichtung der Werkstückschenkel mit großer Genauigkeit bestimmt werden kann.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird eigenständig auch durch ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks aus Blech mit einer Biegemaschine mit zwei parallel zueinander ausgerichteten Pressbalken und mit einem unteren Biegewerkzeug und einem oberen Biegewerkzeug, die an den Pressbalken einander gegenüber liegend befestigt sind, wobei das Werkstück mit Hilfe eines Fertigungsprogramms und einer Steuervorrichtung bearbeitet wird, und wobei mit einer Biegewinkel-Messvorrichtung ein sich im Bereich einer Biegekante ausbildender Biegewinkel des Werkstücks gemessen wird, und wobei von einer Kamera Bilder eines Bearbeitungsbereichs zwischen den Biegewerkzeugen aufgezeichnet und die Bilder auf einer Anzeigevorrichtung dargestellt werden, gelöst. Dabei ist vorgesehen, dass durch ein Programm zur Bearbeitung von Bildinformationen ein graphisches Längensymbol erzeugt wird, das dem Wert einer minimalen Schenkellänge entspricht, wobei die minimale Schenkellänge denjenigen kleinsten Wert einer Schenkellänge des herzustellenden Bauteils angibt, dessen Biegewinkel unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtung gemessen und kontrolliert werden kann, wobei das graphische Längensymbol gemeinsam in dem Bild des Bearbeitungsbereichs maßstabsgetreu und rechtwinkelig zu der Biegekante angeordnet auf der Anzeigevorrichtung dargestellt wird.

[0011] Vorteilhafterweise werden die Werte der minimalen Schenkellänge aus einem Speicher entsprechend dem herzustellenden Bauteil ausgelesen.

[0012] Von Vorteil ist auch die Verfahrensweise, wonach von einer Bedienerperson durch eine Eingabe an einem Bedienterminal ein Fertigungsprogramm der Steuervorrichtung ausgewählt wird und Hinteranschlüsse zur Ausrichtung des zu bearbeitenden Werkstücks und die Biegewinkel-Messvorrichtung durch das Fertigungsprogramm positioniert werden.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Verfahrensweise ist vorgesehen, dass die Bedienerperson das Werkstück zwischen die Biegewerkzeuge einlegt und an den Hinteranschlüssen ausrichtet und daran anschließend die Bedienerperson auf der Grundlage des auf der Anzeigevorrichtung dargestellten Bildes und durch Vergleichen einer Lage einer Hinterkante des Werkstücks in dem dargestellten Bild mit dem graphischen Längensymbol feststellt, ob die Umformung unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtung ausgeführt werden kann.

[0014] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0015] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0016] Fig. 1 eine Biegemaschine in Seitenansicht, teilweise geschnitten dargestellt;

[0017] Fig. 2 ein Detail der Biegemaschine gemäß Fig. 1;

[0018] Fig. 3 eine Steuerung der Biegemaschine in schematisierter Darstellung;

[0019] Fig. 4 ein Bild des Bearbeitungsbereichs der Biegemaschine wie am Bildschirm dargestellt;

- [0020] Fig. 5 das Bild des Bearbeitungsbereichs mit einem auf dem unteren Biegewerkzeug aufgelegten Werkstück;
- [0021] Fig. 6 das Bild des Bearbeitungsbereichs mit einem Werkstück mit kleiner Schenkel-
länge;
- [0022] Fig. 7 ein Detail des Bearbeitungsbereichs gemäß Fig. 1 mit einer alternativen Biege-
winkel-Messvorrichtung.

[0023] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsfor-
men gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen
werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf
gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen wer-
den können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten,
seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese
Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0024] Die Fig. 1 zeigt exemplarisch eine Biegemaschine 1 in Seitenansicht und in schematisch
vereinfachter Darstellung. Die Ansicht entspricht einem Schnitt durch die Biegemaschine 1, so-
dass der Blick auf deren innere Komponenten frei gegeben ist. Die Biegemaschine 1 ist geeignet
zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks 2 aus Blech. Dazu weist die
Biegemaschine 1 ein unteres Biegewerkzeug 3 und ein oberes Biegewerkzeug 4 auf, die an zwei
parallel zueinander ausgerichteten Pressbalken 5-1, 5-2 befestigt sind. In dem gezeigten Ausfüh-
rungsbeispiel handelt es sich bei der Biegemaschine 1 um eine solche zum sogenannten Ges-
senkbiegen. Die beiden einander gegenüberliegend angeordneten Biegewerkzeuge 3, 4 werden
durch Gegeneinanderbewegen der beiden Pressbalken 5-1, 5-2 beidseitig gegen das Werkstück
2 gedrückt und wird dabei eine Biegeumformung an dem Werkstück 2 ausgeführt. Dazu wird das
Werkstück 2 von einer Bedienperson 6 auf das untere Biegewerkzeug 3 aufgelegt und durch
Anlegen an zuvor geeignet positionierten Hinteranschlügen 7 ausgerichtet. Danach kann die Be-
dienperson 6 der Biegemaschine 1 den Startbefehl zum Absenken des oberen Pressbalkens 5-2
in Richtung auf den unteren Pressbalken 5-1 erteilen.

[0025] Das Ausmaß der Biegeumformung an dem Werkstück 2 wird vorzugsweise begleitend
durch eine Biegewinkel-Messvorrichtung 8 überwacht.

[0026] Zum Betreiben der Biegemaschine 1 weist diese außerdem eine Steuervorrichtung 9 auf.
Mit der Steuervorrichtung 9 stehen außerdem ein Bedienterminal 10 und ein Bildschirm 11 in
Verbindung. Die Steuerung des Ablaufs einer Biegebearbeitung durch die Steuervorrichtung 9
erfolgt auf der Grundlage eines in der Steuervorrichtung 9 gespeicherten Fertigungsprogramms
21 für das herzustellende Bauteil. Die Bedienperson 6 kann dazu an dem Bedienterminal 10 das
gewünschte Fertigungsprogramm 21 auswählen und somit der Steuervorrichtung 9 zu dessen
Ausführung vorgeben. Darüber hinaus kann die Bedienperson an dem Bedienterminal 10 zusätz-
liche für die Ausführung der Biegebearbeitung erforderliche Parameter, wie beispielsweise die
Dicke des zu bearbeitenden Werkstücks 2 eingegeben. An dem Bildschirm 11 können anderer-
seits der Bedienperson 6 Mitteilungen über den Ablauf der Biegeumformung angezeigt werden.
Die Biegemaschine 1 umfasst dazu insbesondere eine Kamera 12, durch die Bilder eines Bear-
beitungsbereichs 13 aufgezeichnet werden. Die Kamera 12 ist dazu in einem - aus Sicht eines
vor der Biegemaschine 1 stehenden Beobachters - hinter den Biegewerkzeugen 3, 4 liegenden
Bereich bzw. im Inneren der Biegemaschine 1 angeordnet. Durch die Anzeige der von der Ka-
mera 12 aufgezeichneten Bilder an dem Bildschirm 11 wird der Bedienperson 6 insbesondere die
Kontrolle bei dem Einlegen des Werkstücks 2 zwischen die Biegewerkzeuge 3, 4 und beim Anle-
gen an den Hinteranschlügen 7 wesentlich erleichtert. Zusätzlich oder alternativ kann auch an
der Vorderseite der Biegemaschine 1 eine Kamera angeordnet und auf den Bearbeitungsbe-
reichs 13 gerichtet sein.

[0027] In einer Variante des Ausführungsbeispiels kann die Biegemaschine 1 auch jeweils mit
zwei oder mehreren Kameras 12 ausgestattet sein, um so einen größeren Bearbeitungsbereich
13 erfassen und auf dem Bildschirm 11 darstellen zu können.

[0028] Die Fig. 2 zeigt ein Detail der Biegemaschine 1 gemäß Fig. 1 mit einer Seitenansicht auf den Bearbeitungsbereich 13. Das zunächst unverformte Werkstück 2 (als durchgezogene Linie dargestellt) ist an dem Hinteranschlag 7 anliegend ausgerichtet. Das in einer Biegeumformung befindliche und somit schon teilweise gebogene Werkstück 2 ist durch strichlierte Linien dargestellt.

[0029] Bei den beiden Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 handelt es sich um berührungslos bzw. optisch arbeitende Winkelmesssysteme - einer vorderen Biegewinkel-Messvorrichtung 8-1 und einer hinteren Biegewinkel-Messvorrichtung 8-2 - die auf eine Unterseite eines vorderen Schenkels 14 des Werkstücks 2 bzw. auf eine Unterseite eines hinteren Schenkels 15 des Werkstücks 2 gerichtet sind und mit deren Hilfe die räumlichen Lagen der beiden Schenkel 14, 15 vermessen werden können. Aus einem Vergleich der durch die Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 ermittelten Messwerte kann sodann in der Steuervorrichtung 9 mit einem entsprechenden Auswerteprogramm 22 ein Biegewinkel 16 zwischen den beiden Schenkeln 14, 15 des Werkstücks 2 berechnet werden. Während der fortschreitenden Biegeumformung des Werkstücks 2 kommt es an diesem zur Ausbildung einer Biegekante 28.

[0030] Die beiden Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 sind vorzugsweise mit einem Laser zur Projektion einer Lichtlinie auf eine Oberfläche und mit einem Detektor bzw. mit einer Kamera zur Erfassung dieser projizierten Lichtlinie ausgebildet. Bei einem Verschwenken der Schenkel 14, 15 des Werkstücks 2 verändert sich die relative Lage der Lichtlinie in den aufgezeichneten Bildern und kann daraus die Winkeländerung der Schenkel 14, 15 bestimmt werden.

[0031] Eine ausreichend zuverlässige Bestimmung des Biegewinkels 16 ist nur dann gewährleistet, wenn die zur Projektion einer Lichtlinie zur Verfügung stehende Schenkellänge 17 des Schenkels 15 des Werkstücks 2 ausreichend groß ist. Das heißt nur wenn die entsprechende Schenkellänge 17 - in Bezug auf die sich bildende Biegekante 28 - größer ist als der Wert einer minimalen Schenkellänge 18 kann eine Messung der Verformung des Werkstücks 2 mit Hilfe der Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 zuverlässig erfolgen.

[0032] Der Wert der minimalen Schenkellänge 18 ist vor allem abhängig von der Anordnung und Positionierung der Biegewinkel-Messvorrichtung 8-1, 8-2 relativ zu dem unteren Biegewerkzeug 3. Der Wert der minimalen Schenkellänge 18 wird aber auch noch mitbestimmt durch den Wert des an dem Werkstück 2 herzustellenden Biegewinkels 16 und im geringeren Maße auch noch durch die Bauart des unteren Biegewerkzeugs 3, das heißt vor allem durch die Breite der der Auflage des Werkstücks 2 dienenden oberen Stirnseite des unteren Biegewerkzeugs 3.

[0033] Bei der Vorbereitung einer Biegebearbeitung an dem Werkstück 2 stehen der Bedienerperson 6 üblicherweise tabellarische Auflistungen von Werten der minimalen Schenkellänge 18 in Abhängigkeit von den genannten Parametern zur Verfügung. Die Bedienerperson 6 muss also vor Beginn der Durchführung einer Biegeumformung anhand der für das herzustellende Bauteil zu erzielenden Schenkellänge 17 und dem Biegewinkel 16 kontrollieren, ob die Biegeumformung unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 ausgeführt werden kann. Kommt die Bedienerperson 6 dabei zu dem Ergebnis, dass für eine solche der Wert der zu erreichenden Schenkellänge 17 geringer ist als der Wert der minimalen Schenkellänge 18, so wird sie für die Überwachung der Herstellung des gewünschten Biegewinkels 16 zu einer anderen Messmethode wechseln. Die Bedienerperson könnte sich beispielsweise dazu entscheiden - so sie über ausreichende Erfahrung beim Umgang bzw. bei der Arbeit mit der Biegemaschine 1 verfügt - alleine durch visuelle Überwachung die Biegeumformung durchzuführen. Dabei kann es erforderlich sein, das Werkstück 2 nach einer manuellen Vermessung des Biegewinkels durch die Bedienerperson 6 neuerlich zwischen die Biegewerkzeuge 3, 4 einzulegen und sich so schrittweise an den gewünschten Wert des Biegewinkels 16 heran zu tasten. Wesentlich effizienter und weniger zeitaufwändig wird es allerdings sein, wenn sich die Bedienerperson 6 dazu entschließt, auf ein anderes Winkelmessverfahren auszuweichen, das ebenfalls geeignet ist, den erreichten Wert des Biegewinkels 16 während des Biegevorgangs selbst kontinuierlich überwachen zu können. Eine solche Messmethode wird nachstehend anhand der Fig. 7 beschrieben.

[0034] Die Fig. 3 zeigt eine schematisierte Darstellung der Steuervorrichtung 9 der Biege-

schine 1, die wichtigsten Elemente der Steuervorrichtung 9 als auch weitere Komponenten der Biegemaschine 1, mit der die Steuervorrichtung 9 in Signalverbindung steht. Die Steuervorrichtung 9 umfasst neben einer Zentralrecheneinheit 19 (CPU) ein Bilddatenverarbeitungsprogramm 20 für die Auswertung und die Darstellung der Bilder der Kamera 12 an dem Bildschirm 11. Das Fertigungsprogramm 21 und das Auswerteprogramm 22 für die von den Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 erhaltenen Messdaten stehen der Steuervorrichtung 9 ebenso zur Verfügung. In einem Speicher 23 sind schließlich auch Werte der minimalen Schenkellänge 18 abgespeichert.

[0035] Erfindungsgemäß ist bei der Biegemaschine 1 vorgesehen, dass die Steuervorrichtung 9 das Bilddatenverarbeitungsprogramm 20 zur Bearbeitung von Bildinformationen umfasst, wobei dieses dazu ausgebildet ist, eine grafische Repräsentanz bzw. ein graphisches Längensymbol 24 der dem Wert der minimalen Schenkellänge 18 entsprechenden Länge zu erzeugen und gemeinsam mit dem Bild der Kamera von dem Bearbeitungsbereich 13 auf der Anzeigevorrichtung 11 darzustellen.

[0036] Lediglich der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Steuervorrichtung 9 selbstverständlich auch mit dem motorischen Antrieb des oberen Pressbalken 5-2 in Wirkverbindung steht (Fig. 1) und auf Grundlage des Fertigungsprogramms 21 zumindest halbautomatisch die Erzeugung der erforderlichen Presskraft bzw. der Eindringtiefe des oberen Biegewerkzeugs 4 in die entsprechende Vertiefung des unteren Biegewerkzeugs 3 veranlasst. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass auch der bzw. die Hinteranschlätze 7 auf Grundlage des entsprechenden Fertigungsprogramms 21 für das herzustellende Bauteil motorisch verfahrbar eingestellt werden. Dies trifft auch auf die Positionierung der Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 zu.

[0037] In Vorbereitung einer Biegebearbeitung wird die Bedienperson 6 zunächst an der Tastatur bzw. dem Terminal 10 die erforderlichen Eingaben tätigen, um das für die Herstellung des gewünschten Bauteils erforderliche Fertigungsprogramm 21 aufzurufen. Das Fertigungsprogramm 21 enthält auch die Daten der erforderlichen Positionen der Hinteranschlätze 7 und werden auf Grundlage dessen durch die Steuervorrichtung 9 die entsprechenden Positionierungen der Hinteranschlätze 7 automatisch vorgenommen. Alternativ könnte die Bedienperson 6 die entsprechenden Eingaben an dem Terminal 10 auch einzeln vornehmen, indem Sie die Werte der gewünschten Schenkellänge 15, des gewünschten Biegewinkels 16 als auch der Dicke des Werkstücks 2 manuell eingibt.

[0038] Sobald die nötigen Einstellungen, insbesondere die Positionierung der Hinteranschlätze 7 an der Biegemaschine 1 erfolgt sind, kann die Bedienperson 6 das Werkstück 2 in den Bearbeitungsbereich 13, das heißt auf das untere Biegewerkzeug 3, auflegen und an den Hinteranschlätzen 7 ausrichten. Das Einlegen des Werkstücks 2 kann zusätzlich auch auf dem Bildschirm 11 beobachtet werden. Mit Hilfe des Bilddatenverarbeitungsprogramms 20 wird dabei durch die Steuervorrichtung 9 den Bildern 25 von der Kamera 12 das grafische Längensymbol 24 der minimalen Schenkellänge 18 überlagert und auf der Anzeigevorrichtung 11 maßstabsgetreu dargestellt.

[0039] Die Fig. 4 zeigt ein solches von der Kamera 12 auf dem Bildschirm 11 dargestelltes Bild 25 gemeinsam mit der eingeblendeten, grafischen Repräsentanz 24 der minimalen Schenkellänge 18. Das grafische Längensymbol 24 ist dabei symmetrisch zu einer Längsachse des unteren Biegewerkzeugs 3 bzw. des unteren Pressbalkens 5-1 dargestellt (entspricht einer auszubildenden Biegekante 28 des Werkstücks 2). Das heißt das in diesem Ausführungsbeispiel durch einen einfachen Balken gebildete, grafische Längensymbol 24 zeigt das Ausmaß der minimalen Schenkellänge 18 sich nach beiden Seiten, symmetrisch zu dem unteren Biegewerkzeug 3 erstreckend an, wie es auch in Fig. 2 dargestellt ist. In der im Bild 25 gezeigten Situation ist das Werkstück 2 jedoch noch nicht in den Bearbeitungsbereich 13 eingelegt, sondern sind lediglich die Hinteranschlätze 7 und die Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 geeignet positioniert gezeigt.

[0040] Ein auf dem unteren Biegewerkzeug 3 aufgelegtes Werkstück 2 wird in dem Bild 25 der Kamera 12, gemäß Fig. 5 gezeigt. Das Werkstück 2 befindet sich dabei bereits in einer an die

Hinteranschlüsse 7 anliegenden Position und ist somit bereits ausgerichtet. Durch das Einblenden des grafischen Längensymbols 24 in das Bild 25 gemäß Fig. 5 ist es der Bedienerperson 6 leicht möglich zu erkennen, dass eine Hinterkante 26 des Werkstücks 2 über den Bereich der minimalen Schenkellänge 18 nach hinten ausreichend übersteht und somit ein Wert der Schenkellänge 17 in diesem Fall größer ist als der Wert der minimalen Schenkellänge 18. Die Bedienerperson 6 kann somit ohne weitere Verzögerung sofort der Steuervorrichtung 9 den Startbefehl zur Ausführung der Biegeumformung erteilen. Alleine die Überlagerung des grafischen Längensymbols 24 der minimalen Schenkellänge 18 in dem Bild 25 ist für die Bedienerperson 6 ausreichend, um erkennen zu können, dass die begleitende Kontrolle und Bestimmung des Biegewinkels 16 in diesem Anwendungsfall alleine durch die beiden Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 zuverlässig überwacht werden kann.

[0041] Die Berechnung bzw. Dimensionierung und auch maßstabgerechnete Einblendung der grafischen Repräsentanz bzw. des grafischen Längensymbols 24 in das Bild 25 der Kamera 12 kann von der Steuervorrichtung 9 auf Grundlage der in dem Speicher 23 bereitgehaltenen Daten bzw. Werte der minimalen Schenkellängen 18 zu unterschiedlichen Biegewinkeln 16, mit Hilfe des Bilddatenverarbeitungsprogramms 20 automatisch durchgeführt werden. So das richtige Fertigungsprogramm 21 durch die Bedienerperson ausgewählt worden ist bzw. die entsprechenden Daten für das gewünschte Bauteil an dem Bedienterminal 10 eingegeben worden sind, besteht für die Bedienerperson 6 keine weitere Notwendigkeit sonstige eigene Berechnungen oder Kontrollarbeiten hinsichtlich einer ausreichenden Schenkellänge 17 vorzunehmen.

[0042] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Biegemaschine 1 können auch mehrere solche grafischen Längensymbole 24 - entlang der Biegekante 28 versetzt - den Bildern überlagert und auf dem Bildschirm 11 dargestellt werden.

[0043] Im Unterschied zu dem anhand der Fig. 5 beschriebenen Anwendungsfall zeigt die Fig. 6 ein Bild 25 bei der Herstellung bzw. Biegeumformung eines anderen Bauteils aus einem Werkstück 2. Die Bedienerperson 6 hat das entsprechende Werkstück 2 bereits in den Bearbeitungsbereich 13 eingelegt und durch Anlegen an die Hinteranschlüsse 7 ausgerichtet. Der in das Bild 25 eingeblendete Balken bzw. das grafische Längensymbol 24 lässt die Bedienerperson 6 nun leicht erkennen, dass in diesem Fall die Schenkellänge 17 kleiner ist als die erforderliche minimale Schenkellänge 18 und somit die Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtungen 8-1, 8-2 für eine zuverlässige Durchführung der Beabsichtigten Biegeumformung nicht ausreichend ist. Die Bedienerperson 6 wird in diesem Anwendungsfall auf eine alternative Methode zur Kontrolle der Herstellung des gewünschten Biegewinkels 16 ausweichen. Eine solche alternative Methode ist beispielsweise die Anwendung eines taktilen Verfahrens mit zwei Tastscheiben 27-1, 27-2, die an dem oberen Biegewerkzeug 4 vorgesehen sind, wie nachfolgend anhand der Fig. 7 beschrieben wird.

[0044] Die Fig. 7 zeigt ein Detail des Bearbeitungsbereichs 13 gemäß Fig. 1 mit einer mechanischen Biegewinkel-Messvorrichtung, in Seitenansicht dargestellt. Dabei sind an dem oberen Biegewerkzeug 4 beidseitig seitlich hervorstehende Tastscheiben 27-1, 27-2 vorgesehen, die jeweils gegen einen der beiden Schenkel 14, 15 des sich verformenden Werkstücks 2 federelastisch andrücken. In Folge des sich während der Biegeumformung verändernden Biegewinkels werden die beiden Tastscheiben 27-1, 27-2 mehr und mehr in das Innere des oberen Biegewerkzeugs 4 gedrückt. Die Verstellbewegung der Tastscheiben 27-1, 27-2 wird von entsprechenden Detektoren aufgezeichnet und kann aus den dabei erhaltenen Messsignalen der Biegewinkel 16 berechnet werden. Basierend auf dem so gemessenen Wert des Biegewinkels 16 kann die Steuervorrichtung 9 das Erreichen des gewünschten Endwerts des Biegewinkels 16 automatisch überwachen.

[0045] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen

Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

[0046] Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

[0047] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

[0048] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Biegemaschine
- 2 Werkstück
- 3 Biegewerkzeug
- 4 Biegewerkzeug
- 5 Pressbalken
- 6 Bedienperson
- 7 Hinteranschlag
- 8 Biegewinkel-Messvorrichtung
- 9 Steuervorrichtung
- 10 Bedienterminal
- 11 Bildschirm
- 12 Kamera
- 13 Bearbeitungsbereich
- 14 Schenkel
- 15 Schenkel
- 16 Biegewinkel
- 17 Schenkellänge
- 18 minimale Schenkellänge
- 19 Zentralrecheneinheit
- 20 Bilddatenverarbeitungsprogramm
- 21 Fertigungsprogramm
- 22 Auswerteprogramm
- 23 Speicher
- 24 graphisches Längensymbol
- 25 Bild
- 26 Hinterkante
- 27 Tastscheibe
- 28 Biegekante

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks (2) aus Blech mit einer Biegemaschine (1) mit zwei parallel zueinander ausgerichteten Pressbalken (5-1, 5-2) und mit einem unteren Biegewerkzeug (3) und einem oberen Biegewerkzeug (4), die an den Pressbalken (5-1, 5-2) einander gegenüber liegend befestigt sind, und mit einer Kamera (12) zur Aufnahme von Bildern (25) eines Bearbeitungsbereichs (13) zwischen den Biegewerkzeugen (3, 4), und mit einer Anzeigevorrichtung (11) zur Darstellung von Bildern (25) der Kamera (12), und mit einer Steuervorrichtung (9) mit einem Fertigungsprogramm (21) zum Betreiben der Biegemaschine (1), und mit einer Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (9) einen Speicher (23) mit Werten einer minimalen Schenkellänge (18) zu unterschiedlichen Werten eines an dem Werkstück (2) herzustellenden Biegewinkels (16) und zu unterschiedlichen Biegewerkzeugen (3, 4) umfasst, wobei die minimale Schenkellänge (18) derjenige kleinste Wert einer rechtwinklig bezüglich einer auszubildenden Biegekante (28) gemessenen Schenkellänge (17) des herzustellenden Bauteils ist, dessen Biegewinkel (16) zu einem jeden Zeitpunkt der Umformung unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) gemessen werden kann, und dass die Steuervorrichtung (9) ein Programm (20) zur Bearbeitung von Bildinformationen umfasst, wobei das Programm (20) zur Bearbeitung von Bildinformationen dazu ausgebildet ist, ein grafisches Längensymbol (24) der dem Wert der minimalen Schenkellänge (18) entsprechenden Länge zu erzeugen und gemeinsam mit dem Bild (25) des Bearbeitungsbereichs (13) maßstabsgetreu an der auszubildenden Biegekante (28) auf der Anzeigevorrichtung (11) darzustellen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kamera (12) aus Sicht eines vor der Biegemaschine (1) stehenden Beobachters (6) in einem hinter den Biegewerkzeugen (3, 4) liegenden Bereich der Biegemaschine (1) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem vor den Biegewerkzeugen (3, 4) liegenden Bereich und in dem hinter den Biegewerkzeugen (3, 4) liegenden Bereich eine Kamera (12) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) ein berührungslos oder optisch arbeitendes Winkelmesssystem umfasst.
5. Vorrichtung nach einen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (9) ein Auswerteprogramm (22) zur Berechnung des Biegewinkels (16) aus Messsignalen der Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) umfasst.
6. Vorrichtung nach einen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) einen Laser zur Projektion einer Lichtlinie auf eine Oberfläche des Werkstücks (2) und eine Kamera zur Erfassung der projizierten Lichtlinie umfasst.
7. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks (2) aus Blech mit einer Biegemaschine (1) mit zwei parallel zueinander ausgerichteten Pressbalken (5-1, 5-2) und mit einem unteren Biegewerkzeug (3) und einem oberen Biegewerkzeug (4), die an den Pressbalken (5-1, 5-2) einander gegenüber liegend befestigt sind, wobei das Werkstück (2) mit Hilfe eines Fertigungsprogramms (21) und einer Steuervorrichtung (9) bearbeitet wird, und wobei mit einer Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) ein sich im Bereich einer Biegekante (28) ausbildender Biegewinkel (16) des Werkstücks (2) gemessen wird, und wobei von einer Kamera (12) Bilder (25) eines Bearbeitungsbereichs (13) zwischen den Biegewerkzeugen (3, 4) aufgezeichnet und die Bilder (25) auf einer Anzeigevorrichtung (11) dargestellt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch ein Programm (20) zur Bearbeitung von Bildinformationen ein graphisches Längensymbol (24) erzeugt wird, das dem Wert einer minimalen Schenkellänge (18) entspricht, wobei die minimale Schenkellänge (18) denjenigen kleinsten Wert einer Schenkellänge (17) des herzustellenden Bauteils angibt, dessen Biege-

winkel (16) unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) gemessen und kontrolliert werden kann, und dass das graphische Längensymbol (24) gemeinsam in dem Bild (25) des Bearbeitungsbereichs (13) maßstabsgetreu und rechtwinkelig zu der Biegekante (28) angeordnet auf der Anzeigevorrichtung (11) dargestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass Werte der minimalen Schenkellänge (18) aus einem Speicher (23) entsprechend dem herzustellenden Bauteil ausgelesen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass von einer Bedienerperson (6) durch eine Eingabe an einem Bedienterminal (10) ein Fertigungsprogramm (21) der Steuervorrichtung (9) ausgewählt wird und Hinteranschlüge (7) zur Ausrichtung des zu bearbeitenden Werkstücks (2) und die Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) durch das Fertigungsprogramm (21) positioniert werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bedienerperson (6) das Werkstück (2) zwischen die Biegewerkzeuge (3, 4) einlegt und an den Hinteranschlügen (7) ausrichtet, und daran anschließend die Bedienerperson (6) auf der Grundlage des auf der Anzeigevorrichtung (11) dargestellten Bildes (25) und durch Vergleichen einer Lage einer Hinterkante (26) des Werkstücks (2) in dem dargestellten Bild (25) mit dem graphischen Längensymbol (24) feststellt, ob die Umformung unter Verwendung der Biegewinkel-Messvorrichtung (8-1, 8-2) ausgeführt werden kann.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

Fig.1

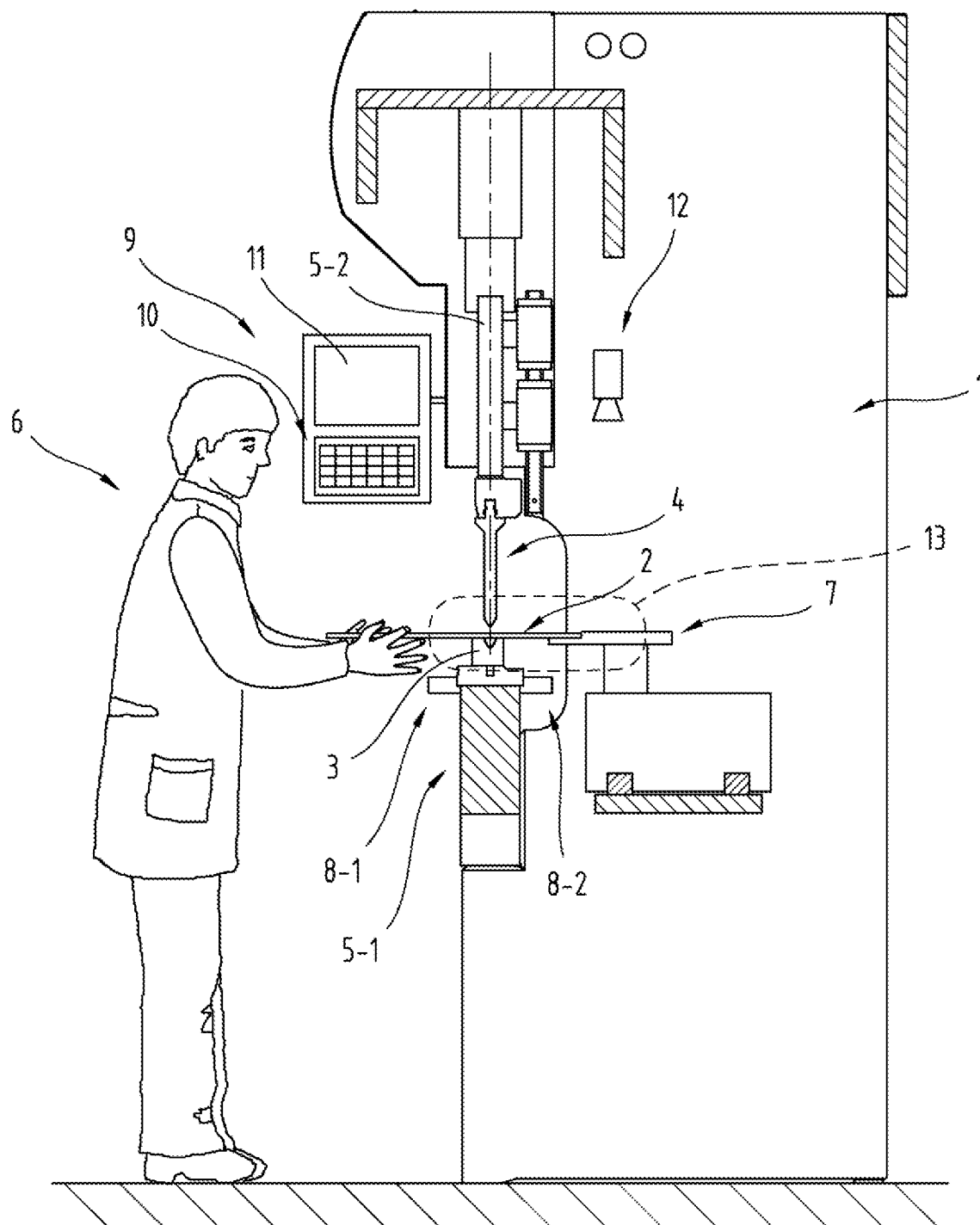


Fig.2

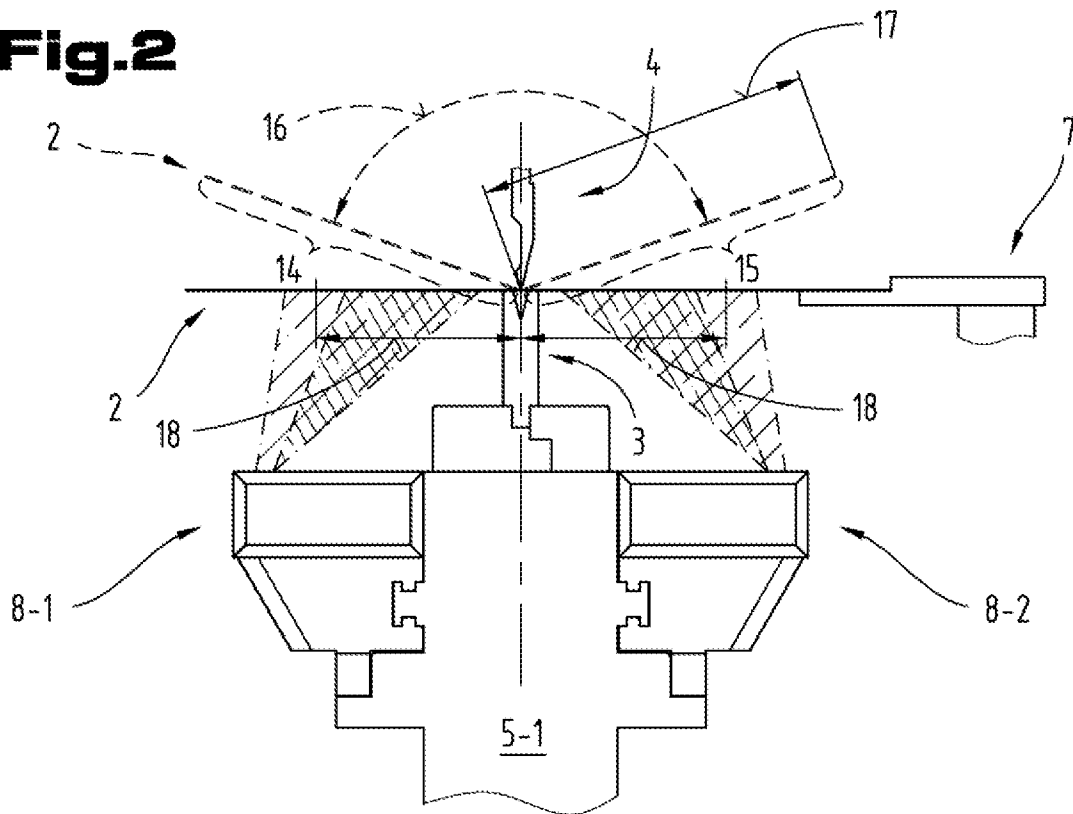


Fig.3

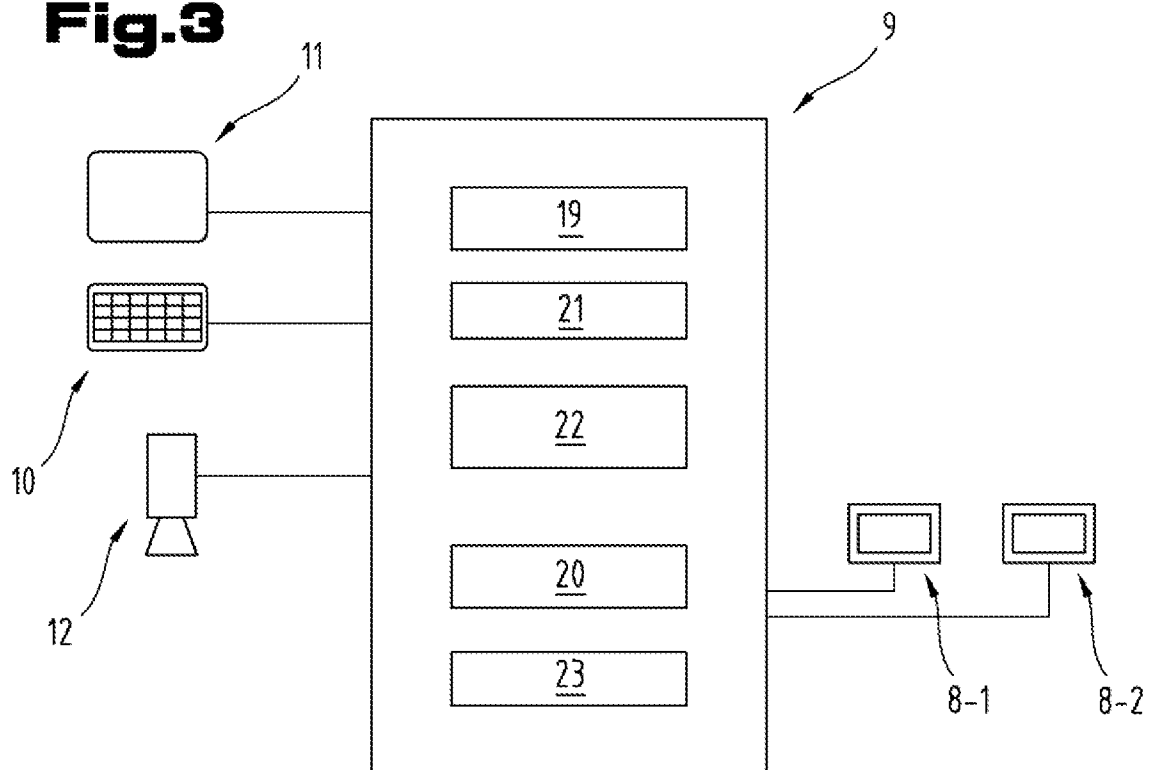


Fig.4

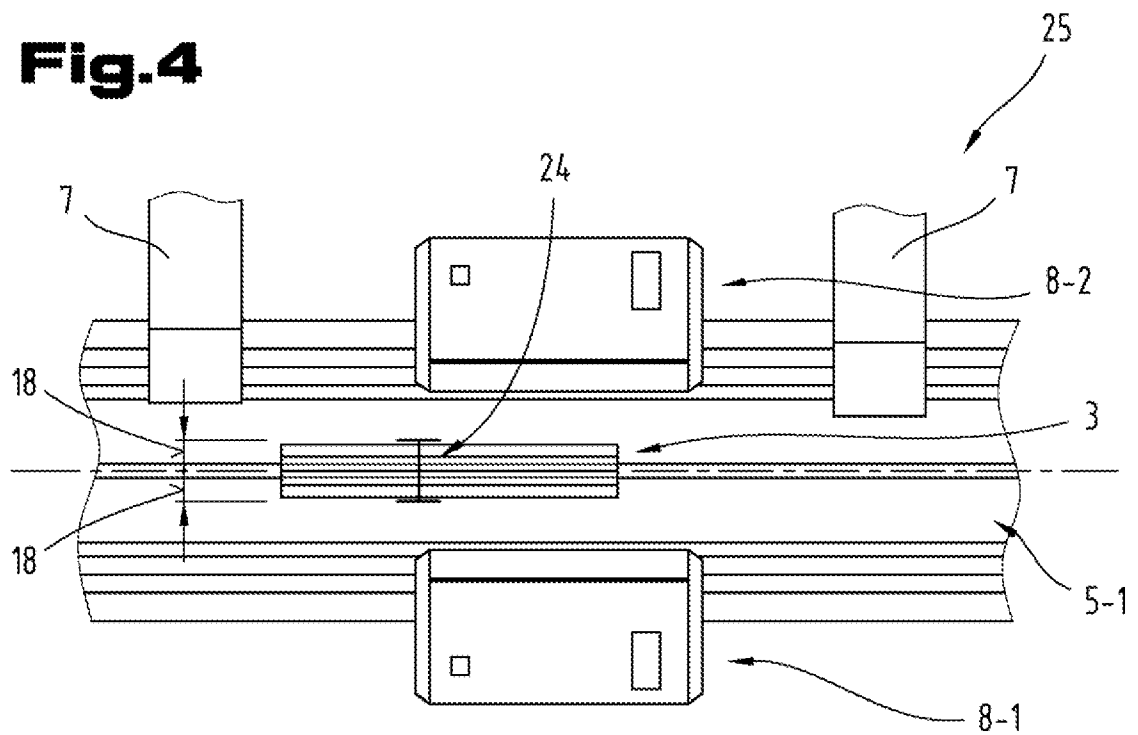


Fig.5

