

(19)



(11)

EP 2 796 242 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.10.2014 Patentblatt 2014/44

(51) Int Cl.:
B24B 27/033 (2006.01) **B24B 29/00** (2006.01)
B24B 49/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13191614.0**

(22) Anmeldetag: **05.11.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Arku Maschinenbau GmbH**
76532 Baden-Baden (DE)

(72) Erfinder: **Sauerbeck, Sebastian**
76137 Karlsruhe (DE)

(74) Vertreter: **Durm & Partner**
Patentanwälte
Moltkestrasse 45
76133 Karlsruhe (DE)

(30) Priorität: **22.04.2013 EP 13164644**

(54) Maschine zum Entgraten und Verfahren zu ihrer Einstellung

(57) Eine Maschine (1) zum Entgraten von aus ebenem Blech gefertigten Werkstücken mittels Bürsten oder Schleifen umfasst:

einen Maschinenständer (2) und mindestens eine Bürsteneinheit (4, 5), die relativ zu dem Maschinenständer (2) vertikal verfahrbar ist.

Die Bürsteneinheit (4, 5) umfasst einen endlos umlaufenden Antriebsriemen (8), eine Vielzahl von an dem Antriebsriemen (8) befestigten Bürstenträgern (9) sowie verschleißende Bürsten (10).

Eine drehbar gelagerte Referenzdrehzscheibe (13) ist in den Arbeitsbereich der Bürsten (10) einfahrbar, wobei eine Oberseite (14) und/oder Unterseite (15) der Re-

ferenzdrehzscheibe (13) eine Referenzebene (16, 17) für die Bürsten (10) bildet. Die Bürsteneinheit (4, 5) wird vertikal in eine Referenzlage verfahren, bei der die Bürsten (10) die Referenzebene (16, 17) berühren und einen bestimmten Druck auf die Referenzdrehzscheibe (14) ausüben, wodurch eine Reibkraft zwischen Referenzdrehzscheibe (13) und Bürsten (10) erzeugt wird und sich die Referenzdrehzscheibe (13) dreht. Eine Messeinrichtung (11) erfasst die Referenzlage der Bürsteneinheit (4, 5). Die erfasste Referenzlage ist vom Verschleiß der Bürsten (10) abhängig und ist Grundlage für die Einstellung der Maschine (1) für den Produktionsbetrieb.

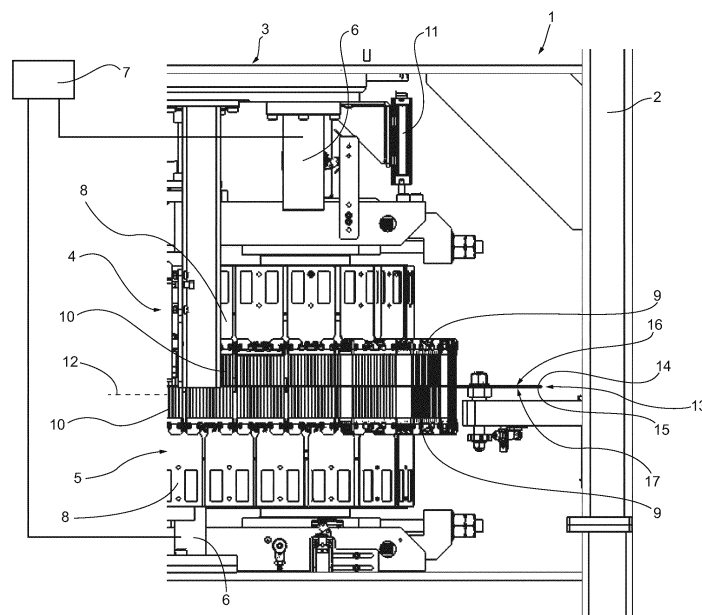


Fig. 1

EP 2 796 242 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Maschine zum Entgraten von Werkstücken, welche vorzugsweise aus ebenem Stahlblech gefertigt sind. Die Dicke der Werkstücke kann einige Millimeter oder sogar noch mehr betragen.

[0002] Beim Einbringen von Löchern, Ausnehmungen und dergleichen in Stahlblech, insbesondere durch Stanzen, bilden sich störende Grate. Diese können mittels spezieller Bürsten abgeschliffen werden.

[0003] Bekannte Entgratmaschinen haben horizontal umlaufende Treibriemen, welche eine Vielzahl nebeneinander angeordneter Bürsten tragen. Diese Bürsten bestehen üblicherweise aus einem fächerartigen Paket von Schleifpapier oder Schleifvlies. Das zu entgratende Werkstück wird unter oder über die Bürsten geführt, wobei die Bewegungsrichtung der Bürsten quer zur Vorschubrichtung des Werkstücks verläuft. Die freiliegenden Ränder der Schleifpapiere bzw. Schleifvliese streichen über die Oberseite bzw. Unterseite des Werkstücks und entfernen dabei die überstehenden Grate. Wichtig ist ein gewisser Druck, mit dem die flexiblen Bürsten über die Oberfläche des Werkstücks streichen, so dass die Bürsten eine gewisse Reibkraft auf das Werkstück und insbesondere auf die zu entfernenden Grate ausüben.

[0004] Aufgrund des hohen mechanischen Abriebs verschleßen die Bürsten relativ schnell. Dadurch werden sie kürzer. Es besteht also die Gefahr, dass bei fortschreitendem Verschleiß der Anpressdruck der Bürsten immer kleiner wird, bis am Ende gar kein Kontakt mehr zwischen Bürste und Werkstück besteht. Die Bürsten müssen deshalb nicht nur in regelmäßigen Abständen erneuert werden; vor allem muss während des Betriebs dafür gesorgt werden, dass der Anpressdruck der Bürsten möglichst konstant bleibt.

[0005] Um den fortschreitenden Verschleiß und insbesondere die zunehmende Verkürzung der Bürsten zu ermitteln und auszugleichen, schlägt die Erfindung eine spezielle Methode sowie eine entsprechend ausgebildete Maschine vor, die es ermöglichen, den Verschleiß messtechnisch zu erfassen und den Anpressdruck der Bürsten konstant zu halten, indem diese nachgestellt werden.

[0006] Eine erfindungsgemäße Maschine zum Entgraten von Werkstücken, insbesondere von aus ebenem Blech gefertigten Werkstücken, mittels Bürsten oder Schleifen, umfasst folgende Teile:

einen Maschinenständer, an dem die beweglichen Bauteile der Maschine befestigt sind;

mindestens eine Bürsteneinheit, die relativ zu dem Maschinenständer vertikal verfahrbar angeordnet ist, umfassend: einen antreibbaren endlos umlaufenden Antriebsriemen und eine Vielzahl von an dem Antriebsriemen befestigten Bürstenträgern und Bürsten zum Entgraten der Werkstücke, insbesondere in Form von paketartig angeordneten Lagen

von Schleifpapier bzw. Schleifvlies, welche auf den Bürstenträgern sitzen.

[0007] Die Maschine weist erfindungsgemäß folgende Merkmale auf:

eine drehbar gelagerte Referenzdrehzscheibe, die in den Arbeitsbereich der Bürsten einfahrbar ist, wobei eine Oberseite und/oder Unterseite der Referenzdrehzscheibe eine Referenzebene für die Bürsten bildet;

eine Einrichtung zum vertikalen Verfahren der Bürsteneinheit in eine Referenzlage, bei der die Bürsten die Referenzebene berühren und einen bestimmten Druck auf die Referenzdrehzscheibe ausüben, wodurch eine Reibkraft zwischen Referenzdrehzscheibe und Bürsten erzeugt wird und sich die Referenzdrehzscheibe infolge der Reibkraft dreht;

eine Messeinrichtung, die die Referenzlage der Bürsteneinheit bei sich drehender Referenzdrehzscheibe erfasst.

[0008] Der Anpressdruck der Bürsten bzw. das Erreichen der kritischen Bürstenlänge wird durch Feststellung von Gleitreibung zwischen den Bürsten und der Referenzdrehzscheibe ermittelt. Die Referenzdrehzscheibe ist zentrisch drehbar gelagert und wird zur Messung in den Arbeitsbereich der umlaufenden Bürsten eingefahren und nach erfolgter Messung wieder ausgefahren. Ziel der Messung ist es, die Lage der Bürsteneinheit in vertikaler Richtung zu bestimmen, wenn deren Bürsten mit der Referenzdrehzscheibe in Berührung kommen und eine gewisse Reibkraft auf diese ausüben, so dass sich die Referenzdrehzscheibe dreht. Diese Lage der Bürsteneinheit ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Referenzlage definiert. Da die Referenzlage der Bürsteneinheit direkt vom Verschleiß der Bürsten abhängt, kann so auf die aktuelle Länge der Bürsten geschlossen werden.

[0009] Für die Messung werden - bei eingeschwenkter Referenzdrehzscheibe - die Bürsten so lange langsam auf die Referenzscheibe heruntergefahren (zugestellt), bis die infolge des Anpressdrucks von den Bürsten auf die Referenzdrehzscheibe ausgeübten Reibungskräfte groß genug sind, um die Referenzdrehzscheibe in Drehung um ihre Achse zu versetzen. Die Bürsteneinheit befindet sich nun in der Referenzlage. Während dieser Verfahrbewegung wird der Antriebsriemen und damit die Bürsten angetrieben, so dass diese eine horizontal umlaufende Bewegung ausführen. Der Antrieb des Antriebsriemens erfolgt beispielsweise über ein Riemenrad. Bevorzugt wird die Referenzlage der Bürsteneinheit mithilfe der Messeinrichtung relativ zu dem Maschinenständer gemessen. Wird eine solche Messung mehrmals, d.h. mit unterschiedlich stark verschlissenen Bürsten durchgeführt, kann durch Vergleichen der ermittelten Lagen (der Re-

ferenzlage) auf den Bürstenverschleiß und die verbleibende Bürstenlänge geschlossen werden. Beispielsweise wird nach Bestücken der Maschine mit neuen, unverschlissenen Bürsten eine erste Lageerfassung der Bürsteneinheit bei sich hinreichend schnell drehender Referenzdrehzscheibe durchgeführt. Die Lageerfassung kann nach einer bestimmten vorgegebener Einsatzdauer der Bürsten wiederholt werden. Es können kritische Werte für die Referenzlage vorgegeben werden, bei deren Überschreitung ein baldiger oder ein sofortiger Bürstenwechsel signalisiert wird.

[0010] Nach Beendigung der Messung fährt die Referenzdrehzscheibe wieder aus dem Arbeitsbereich der Bürsten aus, d.h. sie schwenkt seitlich weg. Die Maschine ist nun bereit für das Entgraten von Werkstücken.

[0011] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird mit dem Begriff "Referenzdrehzscheibe" ein Bauteil bezeichnet, dessen Dicke im Vergleich zu seiner Breite und Länge bzw. im Vergleich zu seinem Radius gering ist. Die Ober- und/oder Unterseite der Referenzdrehzscheibe spannen jeweils eine Referenzebene auf, mit der die Bürsten zumindest teilweise in Berührung kommen. Die Referenzdrehzscheibe ist bevorzugt kreisförmig und vollflächig. Es ist aber auch denkbar, die Referenzdrehzscheibe eckig, beispielsweise als Quadrat oder Vieleck, und gegebenenfalls mit Aussparungen auszubilden.

[0012] Mit dem Begriff "Referenzfahrt" wird hier das Verfahren bezeichnet, eine Bürsteneinheit in Richtung der Referenzdrehzscheibe zu verfahren, bis sich diese dreht, das Erfassen der Referenzlage der Bürsteneinheit und das anschließende Zurückfahren der Bürsteneinheit von der Referenzdrehzscheibe weg. Bevorzugt ist die Einrichtung so ausgebildet, dass sie die Bürsteneinheit in eine Bearbeitungsposition verfährt, in welcher das Werkstück entgratet wird, wobei diese Bearbeitungsposition in Abhängigkeit der zuvor erfassten Referenzlage bestimmt ist. In der Bearbeitungsposition sind die Bürsten der Bürsteneinheit vertikal zu dem Werkstück derart positioniert, dass durch horizontales Bewegen der Bürsten relativ zu dem Werkstück sämtliche Grate auf der zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks entfernt werden können.

[0013] Damit die Bürsteneinheit in die Bearbeitungsposition verfahren werden kann, teilt der Bediener der Einrichtung bevorzugt die Höhe eines in der Maschine befindlichen Werkzeugs und einen zusätzlichen Zustellweg mit. Einer oder beide Werte können aber auch in der Einrichtung hinterlegt sein. Der zusätzliche Zustellweg definiert, wie weit auf einer zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks aufliegende Bürsten weiter in Richtung des Werkstücks vertikal verfahren werden, um einen für die Werkstückbearbeitung notwendigen Anpressdruck bzw. eine notwendige Reibkraft zu erzeugen.

[0014] Das Verfahren der Bürsteneinheit in die Bearbeitungsposition wird im Folgenden beschrieben.

[0015] Die Einrichtung ist ausgebildet, die Bürsteneinheit in Abhängigkeit ihrer erfassten Referenzlage derart in Richtung einer zu entgratende Oberfläche eines in der

Maschine befindlichen Werkstücks zu verfahren, so dass die Bürsten den gleichen Druck auf die zu entgratende Oberfläche ausüben wie zuvor auf die Referenzdrehzscheibe. Der entsprechende Abstand zwischen einem nicht vom Verschleiß betroffenen Teil der Bürsteneinheit und der Oberfläche des zu entgratenden Werkstücks kann unter Benutzung der erfassten Referenzlage der Bürsteneinheit eingestellt werden. Dies ist möglich, da die Referenzlage der Bürsteneinheit, die Höhe des Werkstücks und konstruktionsbedingt auch die Position der Referenzdrehzscheibe relativ zum Werkstück bekannt sind.

[0016] Zur Bearbeitung des Werkstücks wird die Bürsteneinheit weiter vertikal in die Bearbeitungsposition gebracht. Dies erfolgt, indem die Bürsteneinheit um den zuvor der Einrichtung mitgeteilten zusätzlichen Zustellweg in Richtung der zu bearbeitenden Oberfläche verfahren wird. Der vorgegebene Zustellweg wurde im Rahmen von Versuchen ermittelt und beträgt bevorzugt mehrere Millimeter. Der in der Bearbeitungsposition zwischen Bürsten und Werkstück nun anliegende Anpressdruck ist deutlich höher als der Bürstendruck, der auf eine sich drehende Referenzdrehzscheibe in der Referenzlage der Bürsteneinheit wirkt.

[0017] Durch wiederholtes Ermitteln der Referenzlage der Bürsteneinheit, beispielsweise nach einer vorgegebenen Anzahl an Maschinenstunden, und durch anschließendes Verfahren der Bürsteneinheit in die Bearbeitungsposition in Abhängigkeit der erfassten Referenzlage ist ein annähernd gleich bleibender Anpressdruck der Bürsten auf dem Werkstück gewährleistet.

[0018] Die Einrichtung kann u.a. eine Steuerung und mindestens eine motorisch angetriebene Spindel umfassen. Die angetriebene Spindel bewirkt ein Verfahren der Bürsteneinheit. Der für den Antrieb der Spindel zuständige Motor wird von der Steuerung gesteuert. Die der Einrichtung mitgeteilten Werte wie beispielsweise die Werkstückhöhe oder der zusätzliche Zustellweg werden bevorzugt von der Steuerung verarbeitet.

[0019] Die Maschine weist eine Durchlaufhöhe auf, in der die zu entgratenden Werkstücke durch die Maschine laufen. Vorzugsweise ist die Referenzdrehzscheibe auf dieser Durchlaufhöhe der Maschine angeordnet. Unter "Durchlaufhöhe" wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Höhe einer Auflagefläche für das zu bearbeitende Werkstück gegenüber dem Boden verstanden, auf dem die Maschine steht. Das zu bearbeitende Werkstück liegt auf der Auflagefläche auf und wird auf dieser durch die Maschine gefahren. Die Durchlaufhöhe verändert sich während des Betriebs der Maschine nicht. Bevorzugt liegt die neutrale Faser der Referenzdrehzscheibe auf Durchlaufhöhe der Maschine. Verfügt die Maschine beispielsweise über zwei Bürsteneinheiten, die oberhalb und unterhalb der Durchlaufhöhe angeordnet sind, so kann die Referenzdrehzscheibe von beiden Bürsteneinheiten angefahren werden.

[0020] Die Messeinrichtung ist bevorzugt ausgebildet, den Abstand zwischen der Bürsteneinheit und dem Ma-

schinenständer kontinuierlich zu messen. Dadurch ist der Steuerung jede beliebige vertikale Position der Bürsteneinheit relativ zu dem Maschinenständer bekannt. Die Steuerung kann somit Verfahrbewegungen der Bürsteneinheit nachvollziehen.

[0021] Die Lage der Bürsteneinheit relativ zu dem Maschinenständer kann auch in Bezug auf eine andere Bezugsebene, beispielsweise in Bezug auf die Durchlaufhöhe, angegeben werden. Bei der ersten Inbetriebnahme der Maschine wird der elektronischen Steuerung mitgeteilt, wie weit ein vom Bürstenverschleiß unabhängiger Teil der Bürsteneinheit von der Durchlaufhöhe entfernt ist. Ein solches vom Bürstenverschleiß unabhängiges Bauteil ist beispielsweise der Bürstenträger, an dem die Bürsten befestigt sind. Andere Bauteile der Bürsteneinheit sind ebenfalls denkbar. Gleichzeitig ist der Steuerung aufgrund der Messeinrichtung die Lage der Bürsteneinheit relativ zu dem Maschinenständer bekannt. Durch Verknüpfung der Daten der Messeinrichtung und der mitgeteilten Lage der Bürsteneinheit relativ zu der Durchlaufhöhe kann die Steuerung die Daten der Messeinrichtung mit der Lage der Bürsteneinheit relativ zu der Durchlaufhöhe in Bezug setzen und ineinander umwandeln. Es ist denkbar, die Position der Bürsteneinheit visuell auf einem Display anzuzeigen. Die Positionsangabe kann dabei relativ zu dem Maschinenständer oder in Bezug auf die Durchlaufhöhe angezeigt werden. Dadurch kann der Bediener den Verfahrensweg der Bürsteneinheit leicht überwachen.

[0022] Der Bediener ist darüber hinaus auch selbst in der Lage, die Entgratmaschine zu eichen. Dies erfolgt bevorzugt nach dem Einsetzen von neuen Bürsten, indem der Bediener die Bürsteneinheit manuell in Richtung der Durchlaufhöhe verfährt bis die unteren Bürstenenden die Durchlaufhöhe erreicht haben. Danach teilt er der elektronischen Steuerung die vertikale Position des Bürstenträgers, relativ zu der Durchlaufhöhe mit. Diese vertikale Position relativ zu der Durchlaufhöhe entspricht der Länge der unverschlissenen Bürsten. Es versteht sich, dass der Verfahrensweg der Bürsteneinheit als Position des Bürstenträgers relativ zu der Durchlaufhöhe dem Bediener ebenfalls auf einem Display angezeigt werden kann.

[0023] Das Eichen der Entgratmaschine bei unverschlissenen Bürsten ist besonders vorteilhaft, da so nach einer bestimmten Maschinenlaufzeit die verbleibende Bürstenlänge ermittelt werden kann. Hierzu wird eine Referenzfahrt durchgeführt. Da durch die vorherige Eichung der Maschine die Position des Bürstenträgers relativ zu der Durchlaufhöhe bekannt ist, kann auch die Lage des Bürstenträgers bei Referenzlage der Bürsteneinheit relativ zu der Durchlaufhöhe angegeben werden. Gleichzeitig ist konstruktionsbedingt der Abstand zwischen der Referenzdrehzscheibe und der Durchlaufhöhe bekannt. Die Differenz zwischen der vertikalen Position des Bürstenträgers relativ zu der Durchlaufhöhe bei Referenzlage der Bürsteneinheit und dem Abstand zwischen der Referenzdrehzscheibe und der Durchlaufhöhe ergibt die ver-

bleibende Bürstenlänge. Eine solche Berechnung kann von der Steuerung durchgeführt und ggfs. visualisiert werden. Ebenso kann die Steuerung die Länge der unverbrauchten frischen Bürsten und die Länge der verschlissenen Bürsten vergleichen und somit die verschlissene Bürstenlänge berechnen. Bevorzugt ist ein Speicher vorgesehen, in dem die berechneten Werte, insbesondere die verbleibende Bürstenlänge, gespeichert werden. Dieser Speicher ist dann vom Bediener auslesbar. So sieht der Bediener immer, welche Restbürstenlänge bei der letzten Referenzfahrt ermittelt wurde.

[0024] Es ist auch denkbar, dass die Steuerung die verbleibende Bürstenlänge mit zuvor definierten kritischen Werten vergleicht und bei Unterschreiten der kritischen Werten einen baldigen oder sofortigen Bürstenwechsel signalisiert.

[0025] Ebenso ist es aufgrund der Eichung der Entgratmaschine möglich, die zu erwartende restliche Maschinenlaufzeit anzugeben, nach der die montierten Bürsten ausgetauscht werden müssen. Hierzu benötigt die Steuerung die verschlissene Bürstenlänge und die Maschinenzeit, in der dieser Verschleiß auftrat. Sind der Steuerung beide Werte bekannt sind, kann diese durch Extrapolation bestimmen, wann eine kritische Bürstenlänge bei gleichbleibendem Verschleiß erreicht wird. Die bis dahin verstrichene Maschinenzeit ist dann gleich der Restlebensdauer der Bürsten.

[0026] Es ist zweckmäßig, dass die Bürsteneinheit exakt senkrecht zur Referenzdrehzscheibe verfahrbar ist. Die Referenzdrehzscheibe erstreckt sich bevorzugt quer zu den Bürsten. Die Referenzdrehzscheibe bietet so eine möglichst große Auflagefläche für die Bürsten, wenn diese in Richtung der Referenzdrehzscheibe verfahren werden. Somit wird die Länge aller Schleifvliese einer Bürste und deren gesamte Breite berücksichtigt, wenn die Schleifvliese die Referenzdrehzscheibe berühren.

[0027] Bevorzugt ist ferner eine Ausführungsform, bei der ein Sensor vorgesehen ist, der erkennt, ob und optional wie schnell sich die Referenzdrehzscheibe infolge der Reibung zwischen Bürsten und Referenzdrehzscheibe dreht. Wird ein Drehen der Referenzdrehzscheibe erkannt, wird die Verfahrbewegung der Bürsteneinheit gestoppt. Die Bürsteneinheit befindet sich jetzt in der Referenzlage. Bevorzugt ist der Sensor auch in der Lage, die Drehgeschwindigkeit der Referenzdrehzscheibe zu erkennen. Dies ermöglicht es, die Differenz zwischen der Geschwindigkeit des angetriebenen Antriebsriemens bzw. der daran befestigten Bürsten und der Geschwindigkeit der sich drehenden Referenzdrehzscheibe zu ermitteln. Beispielsweise streichen die Bürsten mit einer Geschwindigkeit von 9 m/s über die Referenzdrehzscheibe. Wird mittels des Sensors eine annähernd ähnliche Drehgeschwindigkeit der Referenzdrehzscheibe über einen vorbestimmten Zeitraum erfasst, ist gewährleistet, dass ein ausreichend großer Druck der Bürsten auf die Referenzdrehzscheibe erreicht ist. Die Verfahrbewegung der Bürsteneinheit in Richtung der Referenzdrehzscheibe wird daraufhin automatisch gestoppt.

[0028] Ziel ist es, die Verbahrbewegung bei einer möglichst geringen Differenzgeschwindigkeit zwischen Bürsten und Referenzdrehzscheibe zu stoppen. Dadurch ist gewährleistet, dass nicht nur einzelne Bürsten auf die Referenzdrehzscheibe wirken, sondern ein Großteil der Bürsten eine Reibkraft auf die Referenzdrehzscheibe ausübt. Dies ist von Bedeutung, da der Verschleiß an den einzelnen Bürsten unterschiedlich ausgeprägt sein kann und die einzelnen Bürsten daher unterschiedliche Bürstenlängen aufweisen können. Indem auf eine möglichst geringe Differenzgeschwindigkeit geachtet wird, kann auf die mittlere Bürstenlänge geschlossen werden. Der Sensor kann als induktiver Sensor ausgebildet sein. Es ist aber auch denkbar, andere Sensortypen zu verwenden.

[0029] Besonders bevorzugt ist die Referenzdrehzscheibe mittels eines motorischen Antriebs in den Arbeitsbereich der Bürsten einfahrbar und wieder ausfahrbar. Ein Ein- und Ausfahren der Referenzdrehzscheibe kann beispielsweise über ein Ein- und Ausschwenken derselben erfolgen. Mithilfe des Antriebs ist es möglich, die Referenzdrehzscheibe automatisch gesteuert in den Arbeitsbereich der Bürsten ein- und auszuschwenken. Ein manuelles Bewegen der Referenzdrehzscheibe und damit ein Unterbrechen des Maschinenbetriebs kann somit vermieden werden.

[0030] Vorteilhafterweise ist der Antrieb der Referenzdrehzscheibe als elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch angetriebener Hubzylinder mit einer Kolbenstange ausgebildet, die mit einem Drehlager der Referenzdrehzscheibe derart verbunden ist, dass die Referenzdrehzscheibe in den Arbeitsbereich der Bürsten ein- und ausschwenkt. Hubzylinder sind wartungsarm und weisen einen hohen Wirkungsgrad auf. Bevorzugt wird durch Ausfahren der Kolbenstange die Referenzdrehzscheibe in den Arbeitsbereich der Bürsten eingefahren bzw. eingeschwenkt. Durch Einfahren der Kolbenstange kann die Referenzdrehzscheibe aus dem Arbeitsbereich der Bürsten ausgefahren bzw. ausgeschwenkt werden.

[0031] Weist die Maschine zwei Bürsteneinheiten auf, kann ein Werkstück gleichzeitig beidseitig bearbeitet werden. Allerdings unterliegen sowohl die Bürsten der oberen wie auch die Bürsten der unteren Bürsteneinheit einem gewissen Verschleiß.

[0032] In eine besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist oberhalb der Referenzdrehzscheibe eine obere Bürsteneinheit und unterhalb der Referenzdrehzscheibe eine untere Bürsteneinheit angeordnet. Die Einrichtung ist ausgebildet, die Bürsteneinheiten zeitlich versetzt zueinander in die jeweilige Referenzlage zu verfahren. Um den Verschleiß der Bürsten beider Bürsteneinheiten bestimmen zu können, wird die Referenzlage beider Bürsteneinheiten jeweils gesondert erfasst. Da die Referenzlagen der Bürsteneinheiten immer nur einzeln bei sich drehender Referenzdrehzscheibe erfasst werden können, werden die beiden Bürsteneinheiten zeitlich versetzt in Richtung der eingeschwenkten Referenzdrehzscheibe verfahren. Dabei bildet die Oberseite

der Referenzdrehzscheibe eine Referenzebene für die obere Bürsteneinheit während die Unterseite der Referenzdrehzscheibe eine Referenzebene für die untere Bürsteneinheit darstellt. Es ist unerheblich, für welche Bürsteneinheiten zuerst eine Referenzfahrt durchgeführt wird.

[0033] In den Rahmen der Erfindung fällt auch ein Verfahren zur Messung und zum Einstellen des Anpressdrucks der Bürsten bei einer erfindungsgemäßen Maschine. Dieses Verfahren umfasst mindestens folgende Schritte:

- a) Einschwenken einer drehbar gelagerten Referenzdrehzscheibe in den Arbeitsbereich der Bürsten;
- b) langsames vertikales Verfahren der Bürsteneinheit in eine Referenzlage, bei der die Bürsten die Referenzdrehzscheibe berühren und einen bestimmten Druck auf diese ausüben, wodurch die Referenzdrehzscheibe in Drehung versetzt wird;
- c) Erfassen der Drehung, insbesondere der Drehzahl der Referenzdrehzscheibe;
- d) Erfassen der Referenzlage der Bürsteneinheit;
- e) Zurückfahren der Bürsten von der Referenzdrehzscheibe weg nach Beendigung der Lageerfassung;
- f) Ausschwenken der Dreshcheibe aus dem Arbeitsbereich der Bürsten.

[0034] Die Verfahrensschritte b) bis e) werden als "Referenzfahrt" bezeichnet. Die Verfahrensschritte a) und f) werden automatisch zeitlich vor bzw. nach der Referenzfahrt durchgeführt. Eine Referenzfahrt erfolgt bevorzugt nach einer bestimmten Einsatzdauer der Bürsten, wenn diese also einen gewissen Verschleiß aufweisen. Die Einsatzdauer, nach der eine Referenzfahrt erneut durchgeführt wird, sollte derart gewählt sein, dass das Bearbeitungsergebnis gerade noch akzeptabel ist. Nach Ablauf der zulässigen Einsatzdauer und Erreichen der Verschleißgrenze kann ein Hinweis an der Maschine angezeigt werden.

[0035] Es ist ebenfalls denkbar, eine Referenzfahrt durchzuführen, wenn die Maschine mit neuen, noch nicht verschlissenen Bürsten bestückt wurde. Die Lage der Bürsteneinheit mit neuen Bürsten bei sich hinreichend drehender Referenzdrehzscheibe kann somit ermittelt und die Steuerung dadurch eingemessen werden.

[0036] Um sicher zu stellen, dass keine Referenzfahrt ausgelöst wird, wenn sich noch ein zu bearbeitendes Werkstück in der Maschine befindet, erfolgt die Referenzfahrt erst nach vorherigem Abschalten und erneutem Einschalten der Maschine. Das Werkstück wird nach seiner Bearbeitung aus der Maschine ausgefahren. Eine Bedienperson schaltet danach die Maschine ab. Bei erneutem Einschalten befindet sich somit sicher kein Werk-

stück in der Maschine. Eine Referenzfahrt kann dann problemlos durchgeführt werden. Es ist vorteilhaft, eine spezielle Sicherheitsschaltung vorzusehen, die überprüft, ob sich ein Werkstück in der Maschine befindet, bevor eine Referenzfahrt durchgeführt wird.

[0037] Unabhängig von den vorgegebenen Intervallen kann ein Arbeiter eine Referenzfahrt auch manuell starten, wenn das Bearbeitungsergebnis nicht mehr akzeptabel ist.

[0038] Die im Rahmen einer Referenzfahrt ermittelte Referenzlage der Bürsteneinheit wird dann bevorzugt für die Positionierung der Bürsteneinheit relativ zu dem zu bearbeitenden Werkstück verwendet.

[0039] Bevorzugt gibt ein Bearbeiter nach Beendigung einer Referenzfahrt die Dicke des zu bearbeitenden Werkstücks und den zusätzlichen Zustellweg in die elektronische Steuerung ein. Der zusätzliche Zustellweg definiert, wie weit auf einer zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks aufliegende Bürsten weiter in Richtung des Werkstücks verfahren werden, um einen für die Werkstückbearbeitung notwendigen Anpressdruck bzw. eine notwendige Reibkraft zu erzeugen. Die Steuerung bestimmt dann in Abhängigkeit der Referenzlage die Bearbeitungsposition der Bürsteneinheit. In dieser Bearbeitungsposition sind die Bürsten der Bürsteneinheit vertikal zu dem Werkstück derart positioniert, dass durch horizontales Bewegen der Bürsten relativ zu dem Werkstück sämtliche Grate auf der zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks entfernt werden können. Daraufhin wird die Bürsteneinheit vollautomatisch aus einer Ruheposition in die Bearbeitungsposition verfahren. Der zur Bearbeitung des Werkstücks benötigte Anpressdruck liegt dann zwischen den Bürsten und der zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks an. Die Bearbeitung des Werkstücks kann beginnen.

[0040] Um die Bürsteneinheit in die Bearbeitungsposition zu überführen wird wie schon in Bezug auf die erfindungsgemäße Maschine beschrieben vorgegangen. Die Bürsteneinheit wird aus einer Ruheposition heraus in Richtung einer zu entgratenden Oberfläche des Werkstücks in Abhängigkeit der Referenzlage der Bürsteneinheit verfahren. Die Höhenlage der Referenzdreh Scheibe relativ zur Durchlaufhöhe - und damit auch zur Position der zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks - ist bekannt. Somit kann die Bürsteneinheit genau so weit auf die zu bearbeitende Oberfläche herunter gefahren werden wie bei der Referenzfahrt relativ zu der Referenzdreh Scheibe. Die Bürsten üben dann den gleichen Druck auf das zu bearbeitende Werkstück aus wie zuvor auf die Referenzdreh Scheibe.

[0041] Die Bürsteneinheit wird daraufhin um den zuvor eingegebenen zusätzlichen Zustellweg weiter in die Bearbeitungsposition verfahren, um eine optimale Bearbeitung der Werkstückoberfläche zu gewährleisten. Wie groß der zusätzliche Verfahrensweg ist wurde in Versuchen ermittelt bzw. ist aus Erfahrungswerten bekannt.

[0042] Wie schon in Bezug auf die Entgratmaschine beschrieben kann der Verfahrensweg der Bürsteneinheit für

den Bediener visuell dargestellt werden. Der Verfahrensweg kann wahlweise in Bezug auf den Maschinenständer, in Bezug auf die Durchlaufhöhe oder als Abstand des Bürstenträgers zu der Durchlaufhöhe angegeben werden.

[0043] Bei einer Entgratmaschine mit oberer und unterer Bürsteneinheit ist es zweckmäßig, die Verfahrensschritte b) bis e) für die obere Bürsteneinheit als ein erster Zyklus und die Verfahrensschritte b) bis e) für die untere Bürsteneinheit als ein zweiter Zyklus durchzuführen, wobei diese beiden Zyklen zeitlich versetzt zueinander ausgeführt werden. Jeder Zyklus umfasst eine Referenzfahrt. Die Schritte a) und f) erfolgen vor Beginn der ersten Referenzfahrt bzw. nach Ende der zweiten Referenzfahrt. Es ist unerheblich, in welcher Reihenfolge die Referenzfahrten der beiden Bürsteneinheiten durchgeführt werden. Beispielsweise kommt die obere Bürsteneinheit während ihrer Referenzfahrt mit der Oberseite der Referenzdreh Scheibe und die untere Bürsteneinheit mit der Unterseite der Referenzdreh Scheibe in Kontakt.

[0044] Es ist zweckmäßig, die Notwendigkeit eines baldigen Bürstenwechsels zu signalisieren, wenn die Bürsteneinheit in der Referenzlage relativ zu dem Maschinenständer einen vorbestimmten kritischen Wert überschreitet. Das Signalisieren kann optisch oder akustisch erfolgen. Es ist denkbar, die Maschine mit einem Display auszustatten, an dem ein solches Signal optisch angezeigt wird.

[0045] Die Position der Referenzdreh Scheibe relativ zu dem Maschinenständer ist unveränderlich. Ausgehend von einer durchgeführten Referenzfahrt mit neuen, noch nicht verschlissenen Bürsten, kann also leicht ein kritischer Wert für die vertikale Lage relativ zu dem Maschinenständer definiert werden, bei dessen Überschreiten ein Warnhinweis angegeben wird. Beispielsweise wird bei einer später durchgeführten Referenzfahrt dieser kritische Wert mit der aktuell relativ zu dem Maschinenständer gemessenen Referenzlage der Bürsteneinheit verglichen. Der kritische Wert kann auch in der Steuerung hinterlegt sein, so dass keine Referenzfahrt mit unverschlissenen Bürsten notwendig ist. Es ist gleichbedeutend, die Kriterien zum Auslösen eines Warnhinweises in Bezug zu der Durchlaufhöhe anzugeben. In diesem Fall wird ein baldiger Bürstenwechsel signalisiert, wenn die Lage der Bürsteneinheit relativ zu der Durchlaufhöhe einen kritischen Weg unterschreitet.

[0046] Bei einem anderen optionalen Verfahrensschritt wird die Notwendigkeit eines Bürstenwechsels signalisiert, wenn die Referenzlage der Bürsteneinheit relativ zu dem Maschinenständer einen vorbestimmten maximalen Wert überschreitet. Somit wird ein ungenügendes Bearbeitungsergebnis des zu entgratenden Werkstücks ausgeschlossen. Es ist gleichbedeutend, die Kriterien zum Auslösen eines Warnhinweises in Bezug zu der Durchlaufhöhe anzugeben. In diesem Fall wird ein baldiger Bürstenwechsel signalisiert, wenn die Referenzlage der Bürsteneinheit relativ zu der Durchlaufhöhe einen vorbestimmten minimalen Weg unterschreitet.

[0047] Es ist ebenfalls denkbar, die verbleibende Bürs-

tenlänge der montierten Bürsten, wie schon in Bezug auf die erfindungsgemäße Maschine beschrieben, zu berechnen und die ermittelte Bürstenlänge mit zuvor definierten Grenzwerten für einen baldigen Bürstenwechsel und/oder für einen sofortigen Bürstenwechsel zu vergleichen. Es versteht sich, dass der baldige oder sofortige Bürstenwechsel in diesem Fall ebenfalls dem Bediener optisch oder akustisch mitgeteilt werden kann.

[0048] Die beigefügten Abbildungen Fig. 1 bis Fig. 4 erläutern ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Es zeigen:

- Figur 1 eine Maschine zum Entgraten, in Vorderansicht;
- Figur 2 eine Referenzdrehzscheibe der Maschine von Fig. 1, in einer perspektivischen Darstellung;
- Figur 3, 4 eine Referenzfahrt zur Einstellung der Maschine, schematisch.

[0049] Die Maschine 1 von Figur 1 dient zum Entgraten von Werkstücken, insbesondere von aus ebenem Blech gefertigten Werkstücken. Die Maschine 1 umfasst einen ortsfesten Maschinenständer 2, der bewegliche Bauteile 3 trägt.

[0050] Die Maschine 1 umfasst weiter eine obere Bürsteneinheit 4 und eine untere Bürsteneinheit 5, die über motorisch angetriebene mechanische Spindeln 6 relativ zu dem Maschinenständer 2 vertikal verfahrbar angeordnet sind. Es ist eine elektronisch programmierbare Steuerung 7 vorgesehen, welche die Verfahrbewegungen der beiden Bürsteneinheiten 4, 5 steuert. Die Spindeln 6 und die Steuerung 7 bilden somit eine Einrichtung zum Verfahren der Bürsteneinheiten 4, 5.

[0051] Jede der Bürsteneinheiten 4, 5 verfügt über einen endlos umlaufenden Antriebsriemen 8, der durch ein Riemenrad (nicht dargestellt) angetrieben wird. An dem Antriebsriemen 8 sind eine Vielzahl von Bürstenträgern 9 befestigt, auf denen jeweils eine Bürste 10 zum Entgraten der Werkstücke sitzen. Die Bürsten 10 sind als paketartig angeordneten Lagen von Schleifpapier bzw. Schleifvlies ausgebildet.

[0052] Es ist eine Messeinrichtung 11 vorgesehen, welche die vertikale Lage der oberen Bürsteneinheit 4 relativ zu dem Maschinenständer 2 erfasst. Das gleiche gilt auch für die untere Bürsteneinheit 5, deren Höhenlage relativ zu dem Maschinenständer 2 über eine zweite Messeinrichtung (nicht dargestellt) gemessen wird.

[0053] Die Maschine 1 hat eine Durchlaufhöhe 12, auf der zu bearbeitende Werkstücke durch die Maschine 1 hindurch laufen. Oberhalb der Durchlaufhöhe 12 ist die obere Bürsteneinheit 4, unterhalb der Durchlaufhöhe 12 die untere Bürsteneinheit 5 angeordnet.

[0054] Ebenfalls auf Durchlaufhöhe 12 der Maschine 1 ist eine Referenzdrehzscheibe 13 vorgesehen, die in den Arbeitsbereich der Bürsten 10 einfahrbar ist. Die Re-

ferenzdrehzscheibe 13 weist eine Oberseite 14 und eine Unterseite 15 auf. Die Oberseite 14 bildet eine erste Referenzebene 16 für die Bürsten 10 der oberen Bürsteneinheit 4, die Unterseite 15 bildet eine zweite Referenzebene 17 für die Bürsten 10 der unteren Bürsteneinheit 5.

[0055] Um auf die aktuelle Länge der Bürsten 10 schließen zu können, werden die Bürsteneinheiten 4, 5 senkrecht zur Referenzdrehzscheibe 13 vertikal so weit auf die Referenzdrehzscheibe 13 zugefahren, bis die Bürsteneinheit eine Referenzlage erreicht hat. In der Referenzlage berühren die Bürsten 10 die Ober- bzw. Unterseite 14 bzw. 15 der Referenzdrehzscheibe 13 und üben einen bestimmten Druck auf die Referenzdrehzscheibe 13 aus. Diese Verfahrbewegung der Bürsteneinheiten 4, 5 erfolgt bei angetriebenem Antriebsriemen 8, dass heißt bei umlaufenden Bürsten 10. Durch den Druck und die Bewegung der Bürsten 10 quer zur Referenzdrehzscheibe 13 wird eine Reibkraft zwischen Referenzdrehzscheibe 13 und Bürsten 10 erzeugt, welche die Referenzdrehzscheibe 13 in Drehung versetzt. Bevorzugt bewegen sich die Bürsten 10 horizontal mit einer Geschwindigkeit von ca. 9 m/s.

[0056] In dieser Position der Bürsteneinheiten 4, 5, dass heißt dann, wenn sich die Referenzdrehzscheibe langsam dreht, erfasst die Messeinrichtung 11 die vertikale Lage der Bürsteneinheiten 4, 5, also die Referenzlage der Bürsteneinheit 4, 5 relativ zu dem Maschinenständer 2.

[0057] Es versteht sich, dass die Referenzdrehzscheibe 13 immer nur von einer Bürsteneinheit 4, 5 in Drehung versetzt werden kann. Daher erfolgt die Steuerung so, dass die Bürsteneinheiten 4, 5 zeitlich nacheinander auf die Referenzdrehzscheibe 13 zufahren, bis die jeweilige Referenzlage erreicht ist.

[0058] In Figur 2 ist die Referenzdrehzscheibe 13 im Detail dargestellt. Sie ist mittels einer Welle 18 an einem Arm 19 drehbar gelagert und kann sich um eine Drehachse 20 drehen. Somit bildet der Arm 19 ein Drehlager für die Referenzdrehzscheibe 13.

[0059] Die Welle 18 weist an einem der Referenzdrehzscheibe 13 abgewandten Ende 21 einen Rotor 22 auf, der mit der Welle 18 fest verbunden ist. Bei einer Drehung der Referenzdrehzscheibe 13 um die Drehachse 20 dreht sich der Rotor 22 mit. Ein induktiver Sensor 23 ist mithilfe eines Sensorhalters 24 ebenfalls an dem Arm 19 befestigt. Der Sensor 23 erfasst die Drehbewegung des Rotors 22 und erkennt dadurch, ob und wie schnell sich die Referenzdrehzscheibe 13 infolge der Reibung zwischen Bürsten 10 (Figur 1) und der Referenzdrehzscheibe 13 dreht.

[0060] Der Arm 19 ist über eine Lagerstütze 25 mit einer Grundplatte 26 drehbeweglich verbunden. Er kann relativ zu der Grundplatte 26 um eine Schwenkachse 27 verschwenkt werden. Die Grundplatte 26 ist mithilfe von Befestigungsmitteln 28 an dem Maschinenständer 2 (Figur 1) befestigt.

[0061] Ebenfalls mit der Grundplatte 26 drehbar ver-

bunden ist eine Aufnahme 29. Sie ist relativ zu der Grundplatte 26 um eine Schwenkachse 30 drehbar. An einem oberen Ende 31 der Aufnahme 29 ist ein als Zylinder 32 ausgebildeter Antrieb mit einer Kolbenstange 33 angeordnet. Der Zylinder 32 ist pneumatisch betätigbar. Es versteht sich, dass es sich bei dem Zylinder 32 auch um einen elektrisch oder hydraulisch betätigbaren Zylinder handeln kann.

[0062] Die Kolbenstange 33 des Zylinders 32 ist über ein Winkelstück 34 mit dem Arm 19 und damit mit dem Drehlager der Referenzdrehzscheibe 13 derart verbunden, dass die Referenzdrehzscheibe 13 durch Betätigung des Zylinders 32 in den Arbeitsbereich der Bürsten 10 (Figur 1) ein- und ausgeschwenkt werden kann.

[0063] Es ist denkbar, die Lagerstütze 25 und die Aufnahme 29 auch direkt mit dem Maschinenständer 2 zu verbinden. In diesem Fall entfällt die Grundplatte 26.

[0064] Im Folgenden wird das Verfahren zur Messung und zum Einstellen des Anpressdrucks der Bürsten 10 (Figur 1) anhand der Figuren 1 bis 4 erläutert.

[0065] In einem ersten Schritt wird die drehbar gelagerte Referenzdrehzscheibe 13 in den Arbeitsbereich der Bürsten 10 eingeschwenkt. Dies erfolgt, indem der Zylinder 32 betätigt wird und die Kolbenstange 33 aus dem Zylinder 32 ausfährt. Dadurch schwenkt der Zylinder 32 den Arm 19 mitsamt der Referenzdrehzscheibe 13 um ihre Schwenkachse 27 in Richtung der Bürsten 10.

[0066] Im zweiten Schritt wird die obere Bürsteneinheit 4 auf die Oberseite 14 der Referenzdrehzscheibe 13 und damit auf die Referenzebene 16 zu verfahren, bis die Referenzlage erreicht ist. In der Referenzlage berühren die Bürsten 10 die Referenzdrehzscheibe 13 und üben einen bestimmten Druck auf diese aus. Die Verfahrbewegung der oberen Bürsteneinheit 4 erfolgt senkrecht zur Referenzdrehzscheibe 13. Während der Verfahrbewegung ist der Antriebsriemen 8 der oberen Bürsteneinheit 4 angetrieben, weshalb sich die Bürsten 10 der oberen Bürsteneinheit 4 parallel zur Oberseite 14 der Referenzdrehzscheibe 13 bewegen. Durch den Druck, den die Bürsten 10 auf die Referenzdrehzscheibe 13 ausüben, und durch die parallele Bewegung der Bürsten 10 wird die Referenzdrehzscheibe 13 in Drehung versetzt.

[0067] In einem dritten Schritt wird die Drehung erfasst und die Drehgeschwindigkeit der Referenzdrehzscheibe 13 gemessen. Diese erfolgt mithilfe des induktiven Sensors 23, der die Drehung des Rotors 22 und damit die Drehung der Referenzdrehzscheibe 13 misst.

[0068] Erreicht die Rotationsgeschwindigkeit der Referenzdrehzscheibe 13 einen vorbestimmten Wert, wird in einem vierten Schritt die Höhenlage der oberen Bürsteneinheit 4, also die Referenzlage der Bürsteneinheit 4, relativ zum Maschinenständer 2 gemessen. Dies erfolgt mithilfe der Messeinrichtung 11. Basierend auf den Daten der Messeinrichtung 11 kann die Höhenlage der Bürsteneinheit 4 auch in Bezug auf die Durchlaufhöhe der Maschine 1 angegeben werden. Hierfür wurde der Steuerung 7 bei der ersten Inbetriebnahme der Maschine 1 mitgeteilt, wie weit ein nicht verschleißender Teil der

Bürsteneinheit 4, beispielsweise der Bürstenträger 9, von der Durchlaufhöhe 12 entfernt ist. Basierend auf dieser Information ist die Steuerung 7 in der Lage, die von der Messeinrichtung 11 gelieferten Werte in solche mit Bezug auf die Durchlaufhöhe 12 umzurechnen.

[0069] Die Lage der Bürsteneinheit 4 bei sich hinreichend schnell drehender Referenzdrehzscheibe 13 wird in Bezug auf die Durchlaufhöhe 12 mithilfe der Referenzhöhe R (Figur 3) angegeben. Die Referenzhöhe R erstreckt sich von der Durchlaufhöhe 12 zu einem Bezugspunkt, der sich an einem nicht vom Verschleiß betroffenen Teil der Bürsteneinheit 4, 5 befindet. Ein solcher nicht vom Verschleiß betroffener Teil der Bürsteneinheit 4, 5 kann der Bürstenträger 9 sein.

[0070] Die Maschine 1 hat ein Display, auf dem die Lage der oberen Bürsteneinheit 4 angezeigt wird. Dabei ist es gleichbedeutend, ob die Lage der Bürsteneinheit 4 relativ zu dem Maschinenständer 2 oder relativ zu der Durchlaufhöhe 12 angegeben wird.

[0071] Im nächsten Schritt werden die Bürsten 10 wieder von der Referenzdrehzscheibe 13 entfernt, nachdem die Messfahrt beendet ist. Dadurch wird die Referenzdrehzscheibe 13 freigegeben.

[0072] Die Steuerung 7 ist nun in der Lage, die optimale Arbeitsposition der Bürsten 10 zu errechnen und einzustellen.

[0073] Die eben beschriebenen Verfahrensschritte b) bis e) werden sodann in gleicher Weise mit der unteren Bürsteneinheit 5 durchgeführt. Allerdings wird in Schritt b) abweichend die untere Bürsteneinheit 5 gegen die Unterseite 15 der Referenzdrehzscheibe 13 als Referenzebene 17 verfahren, bis die Bürsten 10 die Referenzdrehzscheibe 13 berühren und einen bestimmten Druck auf diese ausüben.

[0074] Abschließend wird die Referenzdrehzscheibe 13 aus dem Arbeitsbereich der Bürsten 10 ausgeschwenkt. Dies erfolgt durch erneutes Betätigen des Zylinders 32. Es folgt nun die optimale Einstellung der Bürsten 10.

[0075] Die im Folgenden erläuterten Verfahrensschritte beziehen sich auf beide Bürsteneinheiten 4, 5.

[0076] Der Bediener gibt die Höhe s eines in der Maschine 1 befindlichen Werkstücks 36 und einen zusätzlichen Zustellweg in die Steuerung 7 ein. Der zusätzliche Zustellweg definiert, wie weit auf einer zu bearbeitenden Oberfläche 37 des Werkstücks 36 aufliegende Bürsten 10 weiter in Richtung des Werkstücks 36 vertikal verfahren werden, um einen für die Werkstückbearbeitung notwendigen Anpressdruck bzw. eine notwendige Reibkraft zu erzeugen.

[0077] Nach Eingabe der Werte durch den Bediener verfährt die Bürsteneinheit 4, 5 in einem Verfahrensschritt in eine Bearbeitungsposition, in welcher die Bürsten 10 der Bürsteneinheit 4, 5 vertikal zu dem Werkstück 36 derart positioniert sind, dass durch horizontales Bewegen der Bürsten 10 relativ zu dem Werkstück 36 sämtliche Grate auf der zu bearbeitenden Oberfläche 37 des Werkstücks 37 entfernt werden können. Die Bearbeitungsposition wird in Abhängigkeit der zuvor erfassten

Referenzlage der Bürsteneinheit 4, 5 durch die Steuerung 7 bestimmt. Wie dies durch die Maschine 1 im Detail umgesetzt wird, soll im Folgenden erläutert werden.

[0078] Nach Eingabe der Werkstückhöhe s und des zusätzlichen Zustellwegs werden die Bürsteneinheiten 4, 5 in Richtung der zu entgratenden Oberflächen 37 des Werkstücks 36 verfahren, bis die Bürsten 10 den gleichen Druck auf die zu entgratenden Oberflächen 37 ausüben wie zuvor auf die Referenzdrehzscheibe in der Referenzlage der Bürsteneinheit 4, 5. Indem die Steuerung 7 die zuvor ermittelte Referenzlage der Bürsteneinheit 4, 5, die Position der Referenzdrehzscheibe 13 relativ zu der Durchlaufhöhe 12 und die Höhe s des Werkstücks 36 kennt, kann sie den hierfür notwendigen Verfahrensweg der Bürsteneinheiten 4, 5 berechnen. Dabei ist es gleichwertig, ob die Berechnung des Zustellwegs der Bürsteneinheiten 4, 5 relativ zu dem Maschinenständer 2 oder in Bezug auf die Durchlaufhöhe 12 erfolgt.

[0079] Um die Bearbeitungsposition zu erreichen und, um damit eine optimale Bearbeitung des Werkstücks 36 zu ermöglichen, müssen die Bürsteneinheiten 4, 5 noch mehrere Millimeter weiter, nämlich um den zusätzlichen Zustellweg, in Richtung des zu entgratenden Werkstücks 36 verfahren werden. Der zusätzliche Zustellweg ist unabhängig vom Verschleiß der Bürsten 10 und wurde anhand von Versuchen und/oder Erfahrungswerten ermittelt. Durch die zusätzliche Zustellung üben die Bürsten 10 in der Bearbeitungsposition auf die zu bearbeitenden Oberfläche 37 des Werkstücks 36 ein Anpressdruck aus, der deutlich höher ist als der Druck, der zuvor in der Referenzlage der Bürsteneinheit 4, 5 auf die Referenzdrehzscheibe 13 wirkte. Durch den mithilfe der zusätzlichen Zustellung aufgebauten Druck und die dadurch bedingten Reibkraft können sämtliche auf der zu bearbeitenden Oberfläche 37 befindlichen Grate entfernt werden.

[0080] In Figur 4 ist eine Bürste 10 der oberen Bürsteneinheit 4 in der Bearbeitungsposition, bereit zur Bearbeitung des Werkstücks 36, dargestellt. Das Werkstück 36 mit der Höhe s befindet sich auf der Durchlaufhöhe 12 der Maschine 1. Die obere Bürsteneinheit 4 ist so weit verfahren, dass das untere Ende 35 der Bürste 10 etwas unterhalb der zu bearbeitenden Oberfläche 37 des Werkstücks 36 liegt. Streicht die Bürste 10 nun über die Oberfläche 37, wirkt der gewünschte Anpressdruck bzw. die gewünschte Reibkraft auf das Werkstück 36. Die Bearbeitungsposition der oberen Bürsteneinheit 4 und damit der Bürste 10 wurde in Abhängigkeit der Referenzhöhe R , des Abstands R_s und der Werkstückhöhe s berechnet. Darüber hinaus wurde die durch den Bediener vorgegebene Zustellung ebenfalls berücksichtigt.

[0081] Die Maschine 1 zeigt die Notwendigkeit eines baldigen Bürstenwechsels an, wenn bei einer Referenzfahrt die Lage der Bürsteneinheiten 4, 5 relativ zu dem Maschinenständer 2 einen vorbestimmten kritischen Wert überschreitet.

[0082] Die Notwendigkeit eines sofortigen Bürstenwechsels wird signalisiert, wenn die Referenzlage der Bürsteneinheiten 4, 5 relativ zu dem Maschinenständer

2 einen zweiten kritischen Wert überschreitet.

Bezugszeichen

5 **[0083]**

1	Maschine
2	Maschinenständer
3	Bauteil (Maschine)
10	4 obere Bürsteneinheit
5	5 untere Bürsteneinheit
6	Spindeln
7	Steuerung
8	Antriebsriemen
15	9 Bürstenträger
10	10 Bürsten
11	Messeinrichtung
12	Durchlaufhöhe
13	Referenzdrehzscheibe
20	14 Oberseite (Referenzdrehzscheibe)
15	15 Unterseite (Referenzdrehzscheibe)
16	16 Erste Referenzebene (Oberseite)
17	17 Zweite Referenzebene (Unterseite)
18	18 Welle (Referenzdrehzscheibe)
25	19 Arm (Referenzdrehzscheibe)
20	20 Drehachse (Referenzdrehzscheibe)
21	21 Ende (Achse)
22	22 Rotor
23	23 Sensor
30	24 Sensorhalter
25	25 Lagerstütze
26	26 Grundplatte
27	27 Schwenkachse (Arm)
28	28 Befestigungsmittel
35	29 Aufnahme
30	30 Schwenkachse (Aufnahme)
31	31 oberes Ende (Aufnahme)
32	32 Zylinder
33	33 Kolbenstange
40	34 Winkelstück
R	Referenzhöhe
35	unteres Ende (Bürste)
R_s	Abstand
36	Werkstück
45	37 Oberfläche (Werkstück)
s	Höhe (Werkstück)

Patentansprüche

1. Maschine zum Entgraten von Werkstücken (36), insbesondere von aus ebenem Blech gefertigten Werkstücken (36), mittels Bürsten oder Schleifen, umfassend:

einen ortsfesten Maschinenständer (2);
mindestens eine Bürsteneinheit (4, 5), die relativ zu dem Maschinenständer (2) vertikal verfahr-

bar ist, umfassend:

einen endlos umlaufenden Antriebsriemen (8);
eine Vielzahl von an dem Antriebsriemen (8) befestigten Bürstenträgern (9);
Bürsten (10) zum Entgraten der Werkstücke (36), insbesondere in Form von paketartig angeordneten Lagen von Schleifpapier bzw. Schleifvlies, welche auf den Bürstenträgern (9) sitzen;

gekennzeichnet durch:

eine drehbar gelagerte Referenzdrehzscheibe (13), die in den Arbeitsbereich der Bürsten (10) einfahrbar ist, wobei eine Oberseite (14) und/oder Unterseite (15) der Referenzdrehzscheibe (13) eine Referenzebene (16, 17) für die Bürsten (10) bildet;
eine Einrichtung (6, 7) zum vertikalen Verfahren der Bürsteneinheit (4, 5) in eine Referenzlage, bei der die Bürsten (10) die Referenzebene (16, 17) berühren und einen bestimmten Druck auf die Referenzdrehzscheibe (13) ausüben, wodurch eine Reibkraft zwischen Referenzdrehzscheibe (13) und Bürsten (10) erzeugt wird, welche die Referenzdrehzscheibe (13) in Drehung versetzt;
eine Messeinrichtung (11), welche die Referenzlage der Bürsteneinheit (4, 5) erfasst.

2. Maschine nach Anspruch 1, mit folgendem weiteren Merkmal:

die Einrichtung (6, 7) ist so ausgebildet, dass sie die Bürsteneinheit (4, 5) in eine Bearbeitungsposition verfährt, in welcher das Werkstück (36) entgratet wird, wobei diese Bearbeitungsposition in Abhängigkeit der zuvor erfassten Referenzlage bestimmt ist.

3. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgendem weiteren Merkmal:

die Referenzdrehzscheibe (13) ist in Durchlaufhöhe (12) der zu entgratenden Werkstücke (36) angeordnet.

4. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgendem weiteren Merkmal:

die Bürsteneinheit (4, 5) ist senkrecht zur Referenzdrehzscheibe (13) verfahrbar.

5. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgendem weiteren Merkmal:

ein Sensor (23), der erkennt, ob und optional wie schnell sich die Referenzdrehzscheibe (13) dreht infolge der Reibung zwischen der Bürsten (10) und der Referenzdrehzscheibe (13).

6. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgendem weiteren Merkmal:

die Referenzdrehzscheibe (13) ist mittels eines Antriebs (32) in den Arbeitsbereich der Bürsten (10) einfahrbar und wieder ausfahrbar.

7. Maschine nach Anspruch 6, mit folgendem weiteren Merkmal:

der Antrieb ist ein elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch angetriebener Zylinder (32) mit einer Kolbenstange (33), die mit einem Drehlager (19) der Referenzdrehzscheibe (13) verbunden ist, um die Referenzdrehzscheibe (13) in den Arbeitsbereich der Bürsten (10) ein- und auszuschnenken.

8. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgendem weiteren Merkmal:

eine oberhalb der Referenzdrehzscheibe (13) angeordnete obere Bürsteneinheit (4) und eine unterhalb der Referenzdrehzscheibe (13) angeordnete untere Bürsteneinheit (5), wobei die Einrichtung ausgebildet ist, die beiden Bürsteneinheiten (4, 5) zeitlich nacheinander in die jeweilige Referenzlage zu verfahren.

9. Verfahren zur Messung und zum Einstellen des Anpressdrucks der Bürsten einer Entgratmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten:

a) Einschwenken einer drehbar gelagerten Referenzdrehzscheibe (13) in den Arbeitsbereich der laufenden Bürsten (10);
b) langsames vertikales Verfahren der Bürsteneinheit (4, 5) in eine Referenzlage, bei der die Bürsten (10) die Referenzdrehzscheibe (13) berühren und einen bestimmten Druck auf diese ausüben, wodurch die Referenzdrehzscheibe (13) in Drehung versetzt wird;
c) Erfassen der Drehung, der Referenzdrehzscheibe (13);
d) Erfassen der Referenzlage der Bürsteneinheit (4, 5);
e) Zurückfahren der Bürsten (10) von der Referenzdrehzscheibe (13) weg;
f) Ausschwenken der Referenzdrehzscheibe (13) aus dem Arbeitsbereich der Bürsten (10) nach Beendigung der Messfahrt;

10. Verfahren nach Anspruch 9 mit folgendem weiteren Schritt:

g) Verfahren der Bürsteneinheit (4, 5) in eine Bearbeitungsposition, in welcher das Werkstück (36) bearbeitet wird, wobei die Bearbeitungsposition in Abhängigkeit der zuvor erfassten Referenzlage bestimmt wird. 5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei in Schritt c) die Drehgeschwindigkeit der Referenzdrehzscheibe (13) gemessen wird. 10

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei zuerst die Verfahrensschritte b) bis e) mit der einen Bürsteneinheit (4) als erster Zyklus und anschließend die Verfahrensschritte b) bis e) mit der anderen Bürsteneinheit (5) als zweiter Zyklus, ausgeführt werden. 15

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Schritt d) die Referenzlage der Bürsteneinheit (4, 5) relativ zu dem Maschinenständer gemessen wird. 20

14. Verfahren nach Anspruch 13 mit folgendem weiteren Schritt: 25

h) Signalisieren der Notwendigkeit eines baldigen Bürstenwechsels, wenn in Schritt d) die Referenzlage der Bürsteneinheit (4, 5) relativ zu dem Maschinenständer (2) einen vorbestimmten kritischen Wert überschreitet. 30

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14 mit folgendem weiteren Schritt: 35

i) Signalisieren der Notwendigkeit eines sofortigen Bürstenwechsels, wenn in Schritt d) die Referenzlage der Bürsteneinheit (4, 5) relativ zu dem Maschinenständer (2) einen zweiten kritischen Wert überschreitet. 40

45

50

55

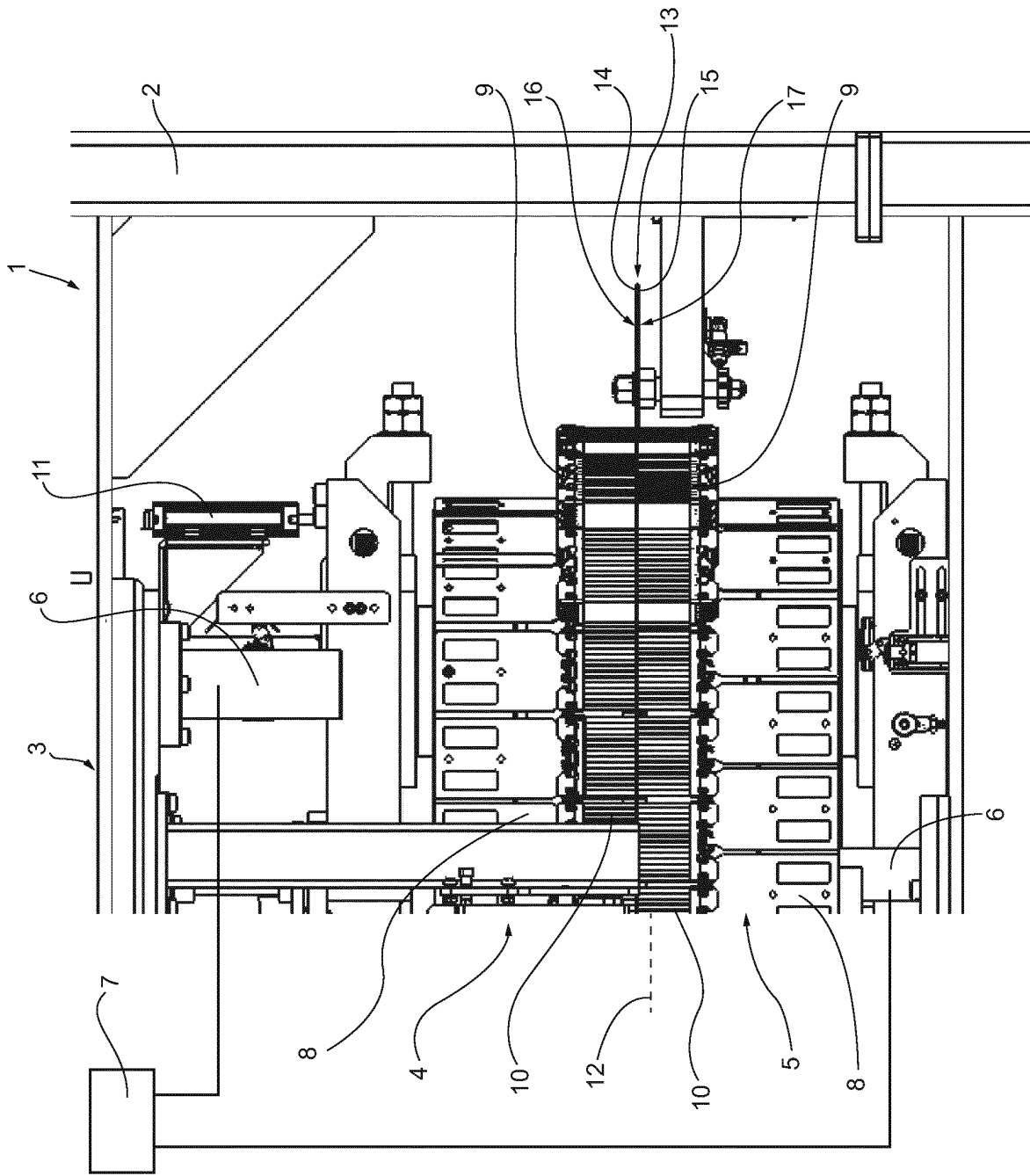


Fig. 1

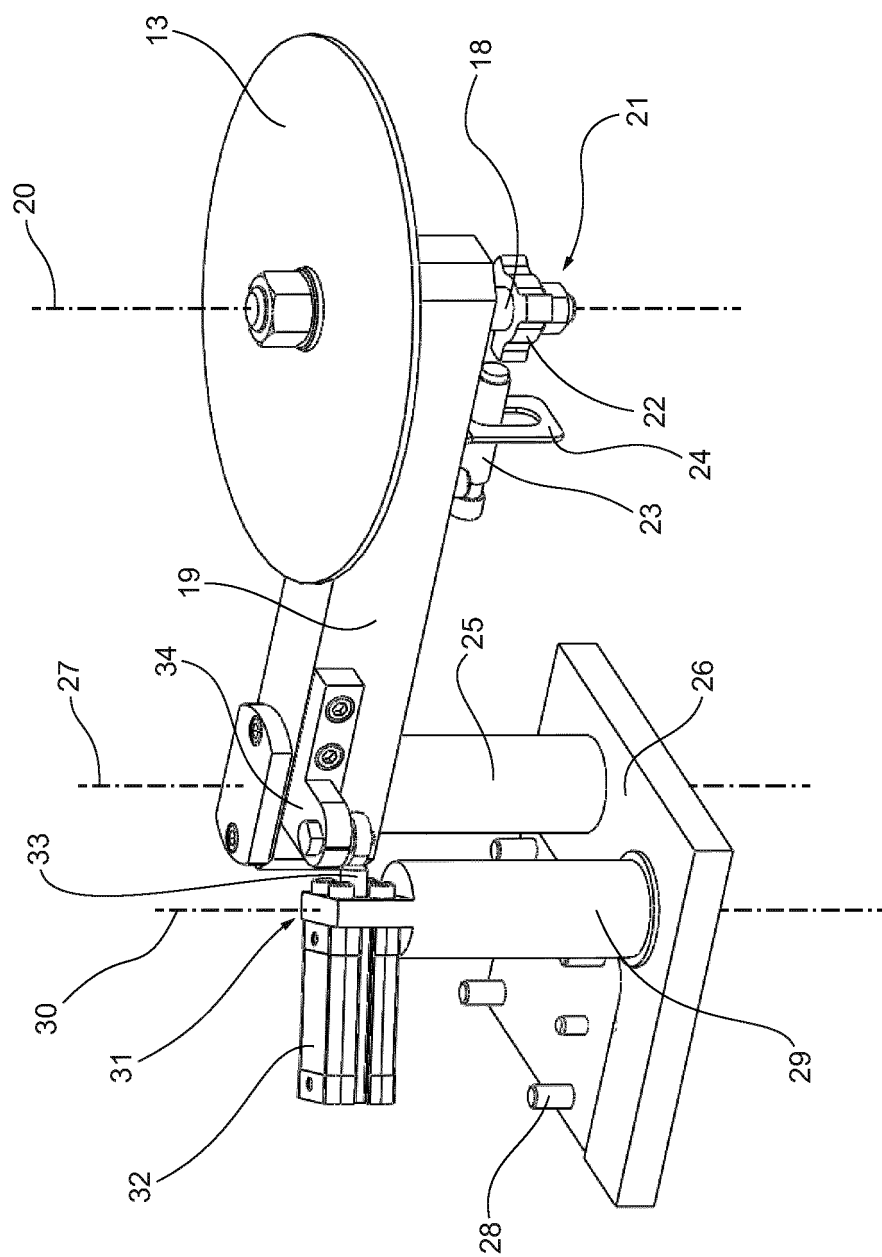


Fig. 2

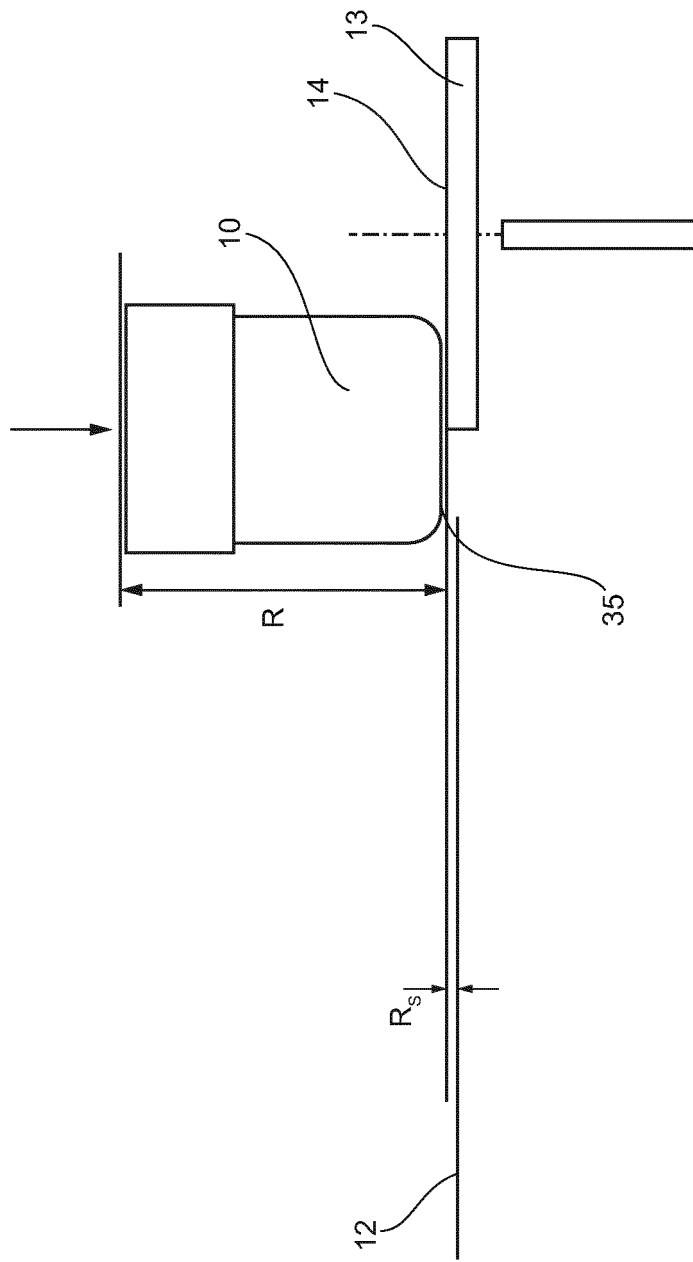


Fig. 3

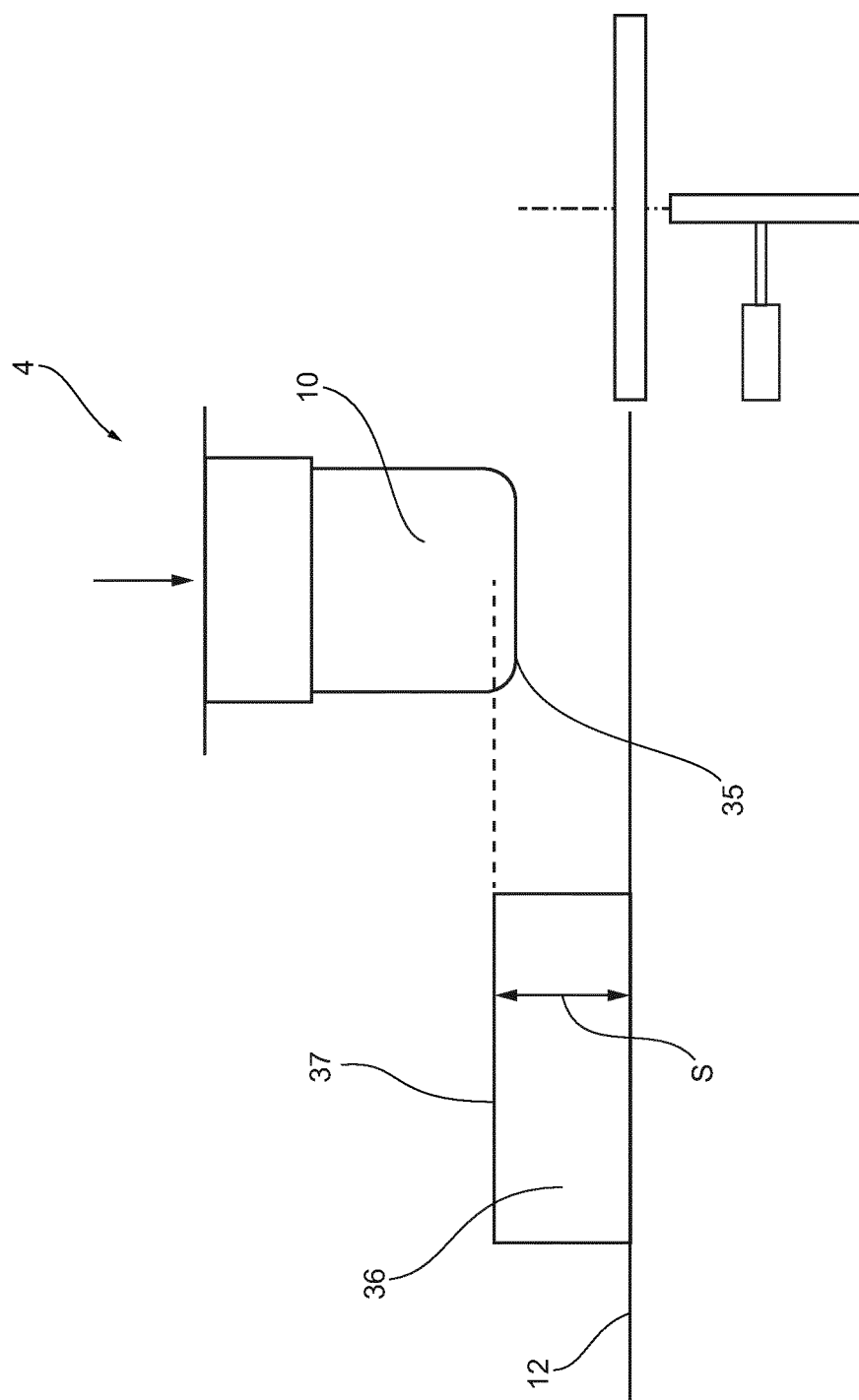


Fig. 4