

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1155/2012
(22) Anmeldetag: 25.10.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2013

(51) Int. Cl. : **B21D 5/00** (2006.01)
B21D 5/02 (2006.01)
B21D 43/04 (2006.01)
G01B 3/00 (2006.01)
G01B 5/00 (2006.01)
B25J 15/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4008149 A1 EP 2311583 A2
DE 60204568 T2
WO 2008119090 A1
EP 1797973 A1 EP 0115602 A1
DE 3612146 A1

(73) Patentinhaber:
TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH &
CO. KG.
4061 PASCHING (AT)

(54) **Anordnung mit einer Biegepresse und einem Roboter sowie Verfahren zur Herstellung eines Biegeteils**

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Biegeteils (2) mit Hilfe einer Biegepresse (1) angegeben, bei dem das Biegeteil (2) mit Hilfe eines Greifers (40..42) eines Roboters (3) in die Biegepresse (1) zugeführt und dieses anschließend durch Betätigen der Biegepresse (1) gebogen wird. Vor dem Biegen wird die Dicke des Biegeteils (2) mittels des genannten Greifers (40..42) bestimmt. Mit Hilfe des genannten Messwerts wird beim Biegen ein Pressdruck und/oder ein Verfahrensweg und/oder ein davon abhängiger Parameter derart beeinflusst, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel (α) und einem Soll-Biegewinkel verringert wird. Weiterhin wird eine Anordnung zur Durchführung des genannten Verfahrens angegeben.

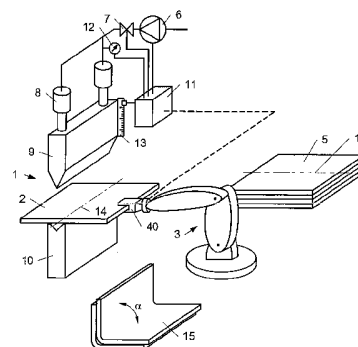


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Biegeteils mit Hilfe einer Biegepresse, wobei das Biegeteil mit Hilfe eines Greifers eines Roboters in die Biegepresse zugeführt und anschließend durch Betätigen der Biegepresse gebogen wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Anordnung mit einer Biegepresse zum Biegen eines Biegeteils und einem Roboter, welcher für das Zuführen des Biegeteils in die Biegepresse mit Hilfe eines Greifers vorbereitet ist.

[0002] Ein solches Verfahren beziehungsweise eine solche Anordnung sind prinzipiell bekannt. Dabei werden zu biegende Biegeteile von einem Roboter, welcher mit einem Greifer ausgestattet ist, aus einem Anlieferbereich entnommen, der Biegepresse zugeführt und im Anschluss gebogen. Das Biegeteil kann während des Biegevorgangs vom Roboter gehalten werden oder aber auch beispielsweise durch einen Spannmechanismus an der Biegepresse fixiert werden.

[0003] Ein generelles Problem beim Biegen eines Biegeteiles sind die Toleranzen des Rohteils. Handelt es sich beispielsweise um ein Biegeteil aus Blech, so können Dickentoleranzen des Rohmaterials zu erheblichen Abweichungen des Ist-Biegewinkels von einem erwünschten Soll-Biegewinkel führen. Das Biegeteil muss dann aufwändig nachgebogen oder überhaupt als Ausschuss entsorgt werden. Dazu ist jedenfalls eine Nachkontrolle der gebogenen Biegeteile erforderlich.

[0004] Bei vollautomatischen Fertigungsstraßen können unterschiedlich beziehungsweise schlecht gebogene Biegeteile zu erheblichen Problemen im Fertigungsablauf führen, insbesondere wenn nicht jedes Biegeteil kontrolliert wird und schlecht gebogene Biegeteile unerkant bleiben. Dadurch kann die dem Biegen nachfolgende Fertigung, bei dem beispielsweise eine größere Baueinheit aus mehreren Bauteilen zusammengebaut wird, erschwert oder sogar zum Erliegen gebracht werden.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte Anordnung mit einer Biegepresse und einem Roboter sowie ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines Biegeteils anzugeben. Insbesondere soll eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel und einem Soll-Biegewinkel klein gehalten werden, ohne dass dazu jedes Biegeteil nachkontrolliert werden muss.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem die Dicke des Biegeteils vor dem Biegen mit Hilfe des Greifers des Roboters bestimmt wird und ein Pressdruck und/oder ein Verfahrensweg und/oder ein davon abhängiger Parameter der Biegepresse beim Biegen durch den Messwert der Biegeteildicke derart beeinflusst wird, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel und einem Soll-Biegewinkel verringert wird.

[0007] Weiterhin wird die Aufgabe der Erfindung durch eine Anordnung der eingangs genannten Art gelöst, bei welcher

[0008] - der Greifer des Roboters Mittel zur Bestimmung der Dicke des Biegeteils umfasst,

[0009] - die Anordnung Mittel zur Übermittlung eines Messwerts der Biegeteildicke vom Roboter an die Biegepresse umfasst und

[0010] - die Biegepresse eine Steuerung umfasst, die für eine Beeinflussung eines Pressdrucks und/oder eines Verfahrenswegs und/oder eines davon abhängigen Parameters der Biegepresse beim Biegen durch den Messwert der Biegeteildicke eingerichtet ist, derart, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel und einem Soll-Biegewinkel verringert wird.

[0011] Insbesondere wird der Pressdruck/der Verfahrensweg der Biegepresse bei dem oben genannten Verfahren beziehungsweise bei der oben genannten Anordnung bei steigendem Messwert für die Biegeteildicke erhöht/verkürzt.

[0012] Durch die Bestimmung der Biegeteildicke vor dem Biegevorgang kann dieser dahingehend beeinflusst werden, dass der Ist-Biegewinkel einem Soll-Biegewinkel möglichst gut angenähert wird oder diesem sogar entspricht. Ein Nachbiegen ist daher nicht beziehungsweise nur in Ausnahmefällen nötig. Auch kann eine Nachkontrolle eines jeden Biegeteils entfallen, ohne dabei Störungen in einem vollautomatischen Fertigungsablauf zu riskieren.

[0013] Anstelle des Pressdrucks/des Verfahrwegs oder zusätzlich dazu kann generell ein davon abhängiger Parameter der Biegepresse für die Beeinflussung derselben verwendet werden. Beispielsweise ist die Presskraft vom Pressdruck abhängig. Wird die Biegepresse hydraulisch angetrieben, so hängt die Menge des in die Hydraulikzylinder fließenden Öls vom Verfahrweg ab. Ist ein Spindelantrieb vorgesehen, so hängt die Anzahl der Umdrehungen eines Antriebsmotors vom Verfahrweg ab. Die angeführten Parameter sind selbstverständlich nur illustrative Beispiele. Andere Parameter können ebenso zur Beeinflussung der Biegepresse herangezogen werden.

[0014] Generell eignen sich das vorgestellte Verfahren beziehungsweise die vorgestellte Anordnung zur Herstellung von Biegeteilen aller Art, insbesondere für Blechbiegeteile. Die Biegepresse kann dazu beispielsweise als Gesenkbiegepresse oder als Schwenkbiegepresse ausgebildet sein. Der Roboter kann als handelsüblicher Industrieroboter mit seriellkinematischem oder parallelkinematischem Antrieb ausgebildet sein. Natürlich ist diese Aufzählung rein illustrativ. Selbstverständlich kann die Biegepresse beziehungsweise der Roboter auch einen abweichenden Aufbau aufweisen. Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass das vorgestellte Verfahren beziehungsweise die vorgestellte Anordnung nicht auf die Herstellung von Blechbiegeteilen limitiert ist, sondern beispielsweise auch auf Rohrbiegemaschinen anwendbar ist.

[0015] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung in Zusammenschau mit den Figuren.

[0016] Günstig ist es, wenn das gebogene Biegeteil mit Hilfe des Greifers des Roboters aus der Biegepresse entnommen wird. Auf diese Weise ergibt sich ein vollautomatischer Ablauf bei der Herstellung eines Biegeteils.

[0017] Günstig ist es, wenn die Biegeteildicke aus der relativen Stellung von Greifelementen des Greifers zueinander direkt bestimmt oder errechnet wird. Beispielsweise kann der Abstand zweier zueinander verschiebbar gelagerter Greifelemente, welcher der Dicke eines im Greifer befindlichen Biegeteils entspricht, mit einem Linearmeßsystem direkt bestimmt (gemessen) werden. Denkbar ist aber auch, dass die Dicke eines im Greifer befindlichen Biegeteils basierend auf der relativen Stellung von Greifelementen des Greifers zueinander errechnet wird. Beispielsweise können die Greifelemente zueinander gedreht werden und zangenartig zupacken. Die Winkelstellung der Greifelemente zueinander kann nun darüber Aufschluss geben, wie dick das zwischen den Greifelementen positionierte Biegeteil ist.

[0018] Vorteilhaft ist es, wenn die Biegeteildicke bei einer vorgebbaren Greifkraft oder einem vorgebbaren Greifdruck ermittelt wird. Dadurch können reproduzierbare Messergebnisse für die Biegeteildicke erzielt werden, da die Deformation des Biegeteils durch den zupackenden Greifer stets im Wesentlichen die gleiche ist. Sollte die Greifkraft so groß sein, dass eine Verfälschung des Messergebnisses für die Biegeteildicke unvermeidlich ist, so kann auch ein (konstanter) Korrekturwert bestimmt werden, um das Messergebnis richtigzustellen.

[0019] Vorteilhaft ist es aber auch, wenn eine Deformation des Greifers ermittelt und für eine Korrektur des Messwerts für die Biegeteildicke herangezogen wird. Bei dieser Variante wird der Korrekturwert für die Biegeteildicke also anhand der aktuell auftretenden Deformation bestimmt. Die genannte Deformation kann dabei direkt ermittelt werden, beispielsweise mit Hilfe von Dehnmeßstreifen im Greifer, oder über die Haltekraft berechnet werden.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Dicke des Biegeteils bei jenem Greifen desselben ermittelt wird, das zum Zuführen des Biegeteils in die Biegepresse dient. Bei dieser Variante des Herstellungsverfahrens wird ein zu biegendes Teil also ergriffen, in die Biegemaschine zugeführt und anschließend gebogen, wobei die Biegeteildicke zwischen dem Ergreifen des

Biegeteils und dem Biegen desselben ermittelt wird, ohne dabei das Biegeteil loszulassen. Dadurch kann das Verfahren gut in bestehende Systeme integriert werden, da sich der Arbeitsablauf in Bezug auf die Manipulation des Biegeteils nicht ändert. Zudem ist der vorgestellte Ablauf sehr effizient, da durch das Messen der Biegeteildicke praktisch kein Zeitverlust bei der Herstellung eines Biegeteils entsteht. Insbesondere kann die Biegeteildicke auch während der Zuführebewegung des Roboters gemessen werden.

[0021] Vorteilhaft erfolgt die Messung der Biegeteildicke ohne das Biegeteil anzuheben, um eine Verfälschung des Messergebnisses durch die Belastung auf die Greifelemente zu vermeiden. Beispielsweise könnte der Greifer beim Anheben durch ein entstehendes Kippmoment geringfügig aufgeweitet werden. Alternativ ist auch denkbar, dass das Biegeteil beim Messen wenigstens einseitig abgelegt wird, um eine Verfälschung des Messergebnisses auf diese Weise weitgehend zu vermeiden.

[0022] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn die Biegeteildicke bei einem Griff ermittelt wird, welcher nur der Ermittlung der genannten Dicke dient. Bei dieser Variante des Herstellungsverfahrens wird ein eigener „Messgriff“ durchgeführt, um die Biegeteildicke festzustellen. Beispielsweise kann dies von Vorteil sein, wenn die Dicke des Biegeteils an einer Position ermittelt werden soll, die sich von jener Position unterscheidet, an der das Biegeteil angehoben wird. Vorteilhaft erfolgt auch diese Messung ohne das Biegeteil anzuheben.

[0023] Besonders vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die Biegeteildicke auf oder im Bereich einer Biegelinie ermittelt wird. Dadurch kann das Biegen des Biegeteils besonders genau erfolgen, da dessen Dicke an jener Position ermittelt wird, an der es später gebogen wird. „Im Bereich der Biegelinie“ bedeutet im Rahmen der Erfindung insbesondere 20 cm von der Biegelinie entfernt, bevorzugt 10 cm von der Biegelinie entfernt und weiter bevorzugt 5 cm von der Biegelinie entfernt.

[0024] Vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn die Abweichung des Ist-Winkels des gebogenen Biegeteils vom Soll-Winkel ermittelt wird und die Beeinflussung der Biegepresse durch den Messwert der Biegeteildicke derart adaptiert wird, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel und einem Soll-Biegewinkel verringert wird. Bei dieser Variante wird also praktisch ein Regelkreis zur möglichst guten Erreichung des Soll-Winkels aufgebaut. Dabei ist es jedoch nicht nötig, jedes Biegeteil hinsichtlich seines Ist-Biegewinkels zu überprüfen. Prinzipiell reichen stichprobenartige Messungen aus, um die Biegepresse initial beziehungsweise auch laufend nachzujustieren.

[0025] Günstig ist es schließlich, wenn die Anordnung zusätzlich umfasst:

- [0026]** - wenigstens zwei Greifelemente im Greifer, von denen wenigstens eines drehbar gelagert ist,
- [0027]** - einen mit dem zumindest einen drehbaren Greifelement gekoppelten Linearmotor zum Bewegen desselben,
- [0028]** - ein Meßsystem zum Messen einer Stellung des Linearmotors und
- [0029]** - Mittel zur Berechnung eines Abstands der Greifelemente, welcher die Dicke eines im Greifer befindlichen Biegeteils kennzeichnet, basierend auf der Stellung des Linearmotors.

[0030] Bei dieser Ausführungsform wird wenigstens ein drehbar gelagertes Greifelement (z.B. eine Greifbacke) von einem Linearmotor bewegt. Dieser kann beispielsweise als Pneumatikzylinder, Hydraulikzylinder oder aber auch als Spindelantrieb ausgebildet sein. Durch das Drehgelenk wird die lineare Bewegung des Linearmotors in eine Dreh- beziehungsweise Schwenkbewegung des Greifelements umgewandelt, wodurch der Greifer zangenartig zupackt. Selbstverständlich kann der Greifer auch mehr als ein drehbar gelagertes Greifelement aufweisen und natürlich können die Greifelemente auch von mehr als einem Linearmotor angetrieben sein. Mit Hilfe eines Meßsystems wird die Stellung des Linearmotors ermittelt. Beispielsweise kann dazu ein handelsübliches Linearmeßsystem oder im Falle eines Spindelantriebs auch ein Winkel-

meßsystem eingesetzt werden. Durch die Kopplung des Greifelements mit dem Linearmotor ist die Stellung des Greifelements abhängig von der Stellung des Linearmotors. Aus der Stellung des Linearmotors kann somit ein Abstand der Greifelemente berechnet werden, welcher die Dicke eines im Greifer befindlichen Biegeteils kennzeichnet. Durch die spezielle Bauweise kann der Greifer zudem relativ schlank gestaltet werden, sodass die Biegeteile auch bei beengten Platzverhältnissen problemlos manipuliert werden können.

[0031] An dieser Stelle wird angemerkt, dass sich die verschiedenen Ausführungsformen des präsentierten Verfahrens sowie die daraus resultierenden Vorteile sinngemäß auch auf die Anordnung angewandt werden können und umgekehrt.

[0032] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0033] Fig. 1 eine schematisch dargestellte Anordnung mit einer Biegepresse und einem Roboter;

[0034] Fig. 2 einen beispielhaften Greifer des Roboters in Detailansicht und

[0035] Fig. 3 einen weiteren beispielhaften Greifer des Roboters in Detailansicht.

[0036] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen 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 werden 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 bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematisch dargestellte Anordnung mit einer Biegepresse 1 zum Biegen eines Biegeteils 2 und einem Roboter 3, welcher für das Zuführen des Biegeteils 2 in die Biegepresse 1 mit Hilfe eines Greifers 40 vorbereitet ist.

[0038] Der Roboter 3 entnimmt bei diesem Beispiel ein ungebogenes Biegeteil 2 von einem Stapel 5 und legt es mit Hilfe seines Greifers 40 in die Biegepresse 2 ein. Durch Aktivieren der Hydraulikpumpe 6 respektive eines Ventils 7 werden die Hydraulikzylinder 8 unter Druck gesetzt, worauf sich das Schwert 9 nach unten in Richtung Matrize 10 bewegt. Durch Steuerung des Pressdrucks und/oder des Verfahrenswegs kann der Biegewinkel α beeinflusst werden. Zu diesem Zweck umfasst die Biegepresse 1 eine Steuerung 11, welche mit einem Manometer 12, einem Linearmeißsystem 13 sowie mit der Pumpe 6 respektive dem Ventil 7 verbunden ist. Damit ist es in an sich bekannter Weise möglich, einen beliebigen Pressdruck und einen beliebigen Verfahrensweg für das Schwert 9 vorzugeben/zu steuern beziehungsweise zu regeln, um so nach Möglichkeit einen geforderten Soll-Biegewinkel zu erzielen.

[0039] An dieser Stelle wird angemerkt dass die Begriffe „Steuern“ und „Regeln“ wenn nichts anders angegeben synonymisch gebraucht werden. Das heißt dass anstelle einer Steuerung auch eine Regelung vorgesehen werden kann und umgekehrt, wenn nichts anderes angegeben ist.

[0040] Günstig ist es, wenn das entlang der Biegelinie 14 gebogene Biegeteil 2 wie in diesem Beispiel dargestellt mit Hilfe des Greifers 40 aus der Biegepresse 1 entnommen und auf einem Stapel 15 oder einem weiteren Transportmittel (z.B. Förderband) abgelegt wird. Auf diese Weise ergibt sich ein vollautomatischer Ablauf bei der Herstellung des Biegeteils 2.

[0041] Um die Abweichung zwischen dem Ist-Biegewinkel α und dem Soll-Biegewinkel auch bei toleranzbedingter Variation der Dicke der Biegeteile 2 möglichst gering zu halten, wird die Dicke des Biegeteils 2 vor dem Biegen mit Hilfe des genannten Greifers 40 bestimmt und ein Pressdruck und/oder ein Verfahrensweg und/oder ein davon abhängiger Parameter der Biegepresse 1 durch den Messwert der Biegeteildicke derart beeinflusst, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel α und einem Soll-Biegewinkel verringert wird.

[0042] Dazu umfasst der Greifer 40 Mittel zur Bestimmung der Dicke des Biegeteils 2 (siehe im Detail die Fig. 2), und die gezeigte Anordnung umfasst Mittel zur Übermittlung eines Messwerts der Biegeteildicke vom Roboter 3 an die Biegepresse 1, konkret an deren Steuerung 11 (siehe strichlierte Linie). Weiterhin ist die Steuerung 11 für eine Beeinflussung des Pressdrucks und/oder des Verfahrwegs und/oder eines davon abhängigen Parameters der Biegepresse 1 durch den Messwert der Biegeteildicke eingerichtet ist, derart, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel α und einem Soll-Biegewinkel verringert wird.

[0043] Konkret wird die Dicke des Biegeteils 2 durch den Greifer 40 also ermittelt, bevor das Biegeteil 2 mit Hilfe der Biegepresse 1 gebogen wird. Dieser Messwert wird an die Steuerung 11 übermittelt (z.B. per Draht oder Funk), welche in diesem Beispiel den Pressdruck und den Verfahrweg entsprechend der ermittelten Biegeteildicke und dem zu erzielenden Soll-Biegewinkel einstellt. Im Speziellen wird der Pressdruck bei steigendem Messwert für die Biegeteildicke erhöht, der Verfahrweg entsprechend verkürzt.

[0044] Durch die genannte Maßnahme kann eine Reihe von Biegeteilen 2 mit im Wesentlichen gleichem Ist-Biegewinkel α hergestellt werden, auch wenn deren Dicke variiert. Ein Nachbiegen ist daher nicht beziehungsweise nur in Ausnahmefällen nötig. Auch kann eine Nachkontrolle eines jeden Biegeteils 2 entfallen, ohne dabei Störungen in einem vollautomatischen Fertigungsablauf zu riskieren.

[0045] Trotz der Beeinflussung der Biegepresse 1 mit dem Messwert der Biegeteildicke ist es günstig, wenn die Abweichung des Ist-Winkels α des gebogenen Biegeteils 2 vom Soll-Winkel ermittelt und die Beeinflussung der Biegepresse 1 durch den Messwert der Biegeteildicke derart adaptiert wird, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel α und einem Soll-Biegewinkel verringert wird. Im Speziellen wird der Pressdruck bei zu geringem Ist-Biegewinkel α für die zukünftig herzustellenden Biegeteile 2 erhöht, der Verfahrweg entsprechend verlängert. Dadurch wird die Biegepresse 1 laufend nachjustiert. Prinzipiell reichen dazu stichprobenartige Messungen aus, sodass der Fertigungsablauf dadurch nur wenig gestört wird.

[0046] Fig. 2 zeigt nun einen Greifer 41 im Detail, wenngleich auch wiederum in schematischer Darstellung. Der Greifer 41 umfasst ein festes Greifelement (eine feste Greifbacke) 16 und ein bewegliches Greifelement (eine bewegliche Backe) 17, welches um einen Drehpunkt 18 drehbar gelagert ist. Weiterhin umfasst der Greifer 41 einen Linearmotor 19, welcher mit der beweglichen Backe 17 gekoppelt ist und diese bewegt. Weiterhin umfasst der Greifer 41 ein Linear-meßsystem 20 zum Messen einer Stellung des Linearmotors 19. Durch das Drehgelenk 18 wird die lineare Bewegung des Linearmotors 19 in eine Dreh- beziehungsweise Schwenkbewegung der Greifbacke 17 umgewandelt, wodurch der Greifer 41 zangenartig zupackt. Durch die Kopplung der Greifbacke 17 mit dem Linearmotor 19 ist die Stellung der Greifbacke 17 abhängig von der Stellung des Linearmotors 19. Aus der Stellung des Linearmotors 19 kann somit der Abstand der Greifbacken 16, 17 berechnet werden, welcher die Dicke des im Greifer 41 befindlichen Biegeteils 2 kennzeichnet beziehungsweise diesem entspricht. Durch die spezielle Bauweise ist der Greifer 41 relativ schlank, sodass Biegeteile 2 auch bei beengten Platzverhältnissen problemlos manipuliert werden können.

[0047] Günstig ist es, wenn die Biegeteildicke bei einer vorgebbaren Greifkraft oder einem vorgebbaren Greifdruck ermittelt wird. Dadurch können reproduzierbare Messergebnisse für die Biegeteildicke erzielt werden, da die Deformation des Biegeteils 2 durch den zupackenden Greifer 41 und auch die Deformation des Greifers 41 selbst stets im Wesentlichen die gleiche ist. Denkbar ist aber auch, dass die Ermittlung der Biegeteildicke bei einer beliebigen Greifkraft ermittelt wird und aus den auftretenden Deformationen ein Korrekturwert für die Biegeteildicke bestimmt wird. Diese Deformationen können beispielsweise berechnet oder aber auch empirisch ermittelt werden.

[0048] Wenn der Linearmotor 19 als Pneumatikzylinder oder Hydraulikzylinder ausgebildet ist, kann dazu der Druck im Zylinder ermittelt werden. Ist der Linearmotor 19 als Spindelantrieb ausgebildet, so kann beispielsweise die Stromaufnahme des Motors für die Berechnung der Greifkraft herangezogen werden. Generell können auch Kraftsensoren in den Greifelementen

16, 17 verbaut sein (zum Beispiel Piezo-Drucksensoren oder Dehnmeßstreifen), um die im Greifer 41 auftretenden Haltekräfte bestimmen zu können.

[0049] Bei dem dargestellten Greifer 41 wird die Dicke des Biegeteils 2 basierend auf der relativen Stellung der Greifbacken 16, 17 zueinander errechnet. Die Winkelstellung der Greifbacken 16, 17 zueinander gibt darüber Aufschluss, wie dick das zwischen den Greifbacken 16, 17 positionierte Biegeteil 2 ist. Denkbar wäre aber auch, dass die Biegeteildicke aus der relativen Stellung der Greifbacken 16, 17 zueinander direkt bestimmt, das heißt gemessen wird. Fig. 3 zeigt dazu eine Variante eines Greifers 42, bei dem die Greifbacke 17 verschiebbar gelagert ist. Mit Hilfe eines Längenmeßsystems zwischen den Greifbacken 16, 17 kann der Abstand derselben zueinander und damit die Dicke des im Greifer 42 befindlichen Biegeteils 2 direkt gemessen werden.

[0050] Vorteilhaft ist es nun, wenn die Dicke des Biegeteils 2 bei jenem Greifen desselben ermittelt wird, das zum Zuführen des Biegeteils 2 in die Biegepresse 1 dient. Im vorliegenden Beispiel wird das Biegeteil 2 also vom Stapel 5 ergriffen und in die Biegepresse 1 eingelegt. Vor dem Biegen wird die Biegeteildicke in der bereits zuvor angegebenen Weise ermittelt. Dieser Ablauf ist sehr effizient, da durch das Messen der Biegeteildicke praktisch kein Zeitverlust bei der Herstellung eines Biegeteils 2 entsteht. Insbesondere kann die Biegeteildicke während der Zuführbewegung des Roboters 3 gemessen werden. Dadurch kann das Verfahren gut in bestehende Systeme integriert werden, da sich der Arbeitsablauf in Bezug auf die Manipulation des Biegeteils 2 nicht ändert.

[0051] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Messung der Biegeteildicke ohne das Biegeteil 2 anzuheben, um eine Verfälschung des Messergebnisses durch die Belastung auf die Greifelemente 16, 17 zu vermeiden. Konkret könnte dies im vorliegenden Beispiel vor dem Anheben des Biegeteils 2 vom Stapel 5 oder nach dem Ablegen desselben in der Biegepresse 1 erfolgen. Dadurch wird vermieden, dass der Greifer 40..42 durch das Kippmoment des Biegeteils 2 oder auch die entstehenden Beschleunigungen bei der Manipulation aufgeweitet wird und das Messergebnis verfälscht wird.

[0052] Alternativ ist auch denkbar, dass das Biegeteil 2 beim Messen einseitig abgelegt wird. Beispielsweise kann das Biegeteil 2 in der Fig.1 während der Messung an seiner Hinterkante am Stapel 5 aufliegen, um so eine Verfälschung des Messergebnisses wenigstens zu verringern.

[0053] Um die Genauigkeit des ermittelten Messwerts weiter zu steigern, kann weiterhin die Deformation des Greifers 40..42 ermittelt werden und für die Korrektur des Messwerts für die Biegeteildicke herangezogen werden. Die genannte Deformation kann dabei direkt ermittelt werden, beispielsweise mit Hilfe von Dehnmeßstreifen, oder über die Haltekraft berechnet werden.

[0054] Generell ist es von Vorteil, wenn die Biegeteildicke auf oder im Bereich der Biegelinie 14 ermittelt wird. Dadurch kann das Biegen des Biegeteils 2 besonders genau erfolgen, da dessen Dicke an jener Position ermittelt wird, an der es später gebogen wird.

[0055] Je nach Bauform des Roboters 3, der Biegepresse 2 beziehungsweise auch in Abhängigkeit der Anordnung des Zulieferbereichs (Stapel 5) und des Abtransportbereichs (Stapel 15) kann es schwer oder sogar unmöglich sein, die Biegeteildicke beim Zuführen des Biegeteils 2 in die Biegepresse 1 auf oder im Bereich der Biegelinie 14 zu ermitteln. Von Vorteil ist es daher auch, wenn die Biegeteildicke bei einem eigenen „Messgriff“ ermittelt wird, welcher nur der Ermittlung der genannten Dicke dient. Im vorliegenden Beispiel kann dies dadurch realisiert sein, dass der Roboter 3 das Biegeteil 2 am Stapel 5 seitlich an der Biegelinie 14 ergreift und die Biegeteildicke ermittelt. Danach wird das Biegeteil 2 an seiner Vorderkante ergriffen und in die Biegepresse 2 eingelegt. Denkbar wäre aber auch, dass dieser „Messgriff“ nach dem Ablegen in der Biegepresse 1 erfolgt. Beispielsweise kann das Biegeteil 2 wiederum an seiner Vorderkante gepackt und in die Biegepresse 1 eingelegt werden, woraufhin der Roboter 3 das Biegeteil 2 loslässt und an seiner Seitenkante vermisst. Denkbar wäre auch, dass das Biegeteil

2 vorerst nur ein wenig in die Biegepresse 1 eingeschoben wird, sodass der Zugang zur Biegelinie 14 frei bleibt. Erst nach dem Messen wird dieses in die Biegeposition geschoben. Selbstverständlich gilt auch für diese Variante, dass das Messen bevorzugt erfolgt, ohne das Biegeteil 2 (vollständig) anzuheben, beziehungsweise dass die Deformation des Biegeteils 2 und/oder des Greifers 40..42 bei der Ermittlung der Biegeteildicke berücksichtigt wird.

[0056] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten einer erfindungsgemäßen Anordnung beziehungsweise eines erfindungsgemäßen Greifers 40..42, wobei auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

[0057] An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die in den Figuren 2 und 3 dargestellten Greifer 40..42 rein schematisch gezeichnet sind und lediglich illustrative Beispiele darstellen. Selbstverständlich kann ein Greifer auch mehr als ein bewegliches Greifelement aufweisen und natürlich können die Greifelemente auch von mehr als einem Linearmotor angetrieben sein.

[0058] Auch die in der Fig. 1 dargestellte Anordnung ist stark schematisiert dargestellt. Auch diese kann in der Realität mehr oder auch weniger Bestandteile als dargestellt umfassen.

[0059] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass die in den Figuren gezeigten Bestandteile zum besseren Verständnis ihres Aufbaus teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Biegepresse
2	Biegeteil
3	Roboter
40..42	Greifer
5	Stapel ungebogener Biegeteile
6	Pumpe
7	Ventil
8	Hydraulikzylinder
9	Biegeschwert
10	Biegematrize
11	Steuerung
12	Manometer
13	Linearmeißsystem
14	Biegelinie
15	Stapel gebogener Biegeteile
16	feste Greifbacke
17	bewegliche Greifbacke
18	Drehgelenk
19	Linearmotor
20	Linearmeißsystem
α	Ist-Biegewinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Biegeteils (2) mit Hilfe einer Biege- presse (1), umfassend die Schritte:
 - Zuführen des Biegeteils (2) in die Biegepresse (1) mit Hilfe eines Greifers (40..42) eines Roboters (3) und
 - Biegen des Biegeteils (2) durch Betätigen der Biegepresse (1),
dadurch gekennzeichnet, dassdie Dicke des Biegeteils (2) vor dem Biegen mit Hilfe des genannten Greifers (40..42) bestimmt wird und ein Pressdruck und/oder ein Verfahrensweg und/oder ein davon abhängiger Parameter der Biegepresse (1) beim Biegen durch den Messwert der Biegeteildicke derart beeinflusst wird, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel (α) und einem Soll-Biegewinkel verringert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Pressdruck/der Verfahrensweg bei steigendem Messwert für die Biegeteildicke erhöht/verkürzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegeteildicke aus der relativen Stellung von Greifelementen (16, 17) des Greifers (40..42) zueinander direkt bestimmt oder errechnet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegeteildicke bei einer vorgebbaren Greifkraft oder einem vorgebbaren Greifdruck ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke des Biegeteils (2) bei jenem Greifen desselben ermittelt wird, das zum Zuführen des Biegeteils (2) in die Biegepresse (1) dient.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegeteildicke bei einem Griff ermittelt wird, welcher nur der Ermittlung der genannten Dicke dient.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegeteildicke auf oder im Bereich einer Biegelinie (14) ermittelt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abweichung des Ist-Winkels (α) des gebogenen Biegeteils (2) vom Soll-Winkel ermittelt und die Beeinflussung der Biegepresse (1) durch den Messwert der Biegeteildicke derart adaptiert wird, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel (α) und einem Soll-Biegewinkel verringert wird.
9. Anordnung, umfassend eine Biegepresse (1) zum Biegen eines Biegeteils (2) und einen Roboter (3), welcher für das Zuführen des Biegeteils (2) in die Biegepresse (1) mit Hilfe eines Greifers (40..42) vorbereitet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Greifer (40..42) Mittel (20) zur Bestimmung der Dicke des Biegeteils (2) umfasst,
 - die Anordnung Mittel zur Übermittlung eines Messwerts der Biegeteildicke vom Roboter (3) an die Biegepresse (1) umfasst und
 - die Biegepresse (1) eine Steuerung (11) umfasst, die für eine Beeinflussung eines Pressdrucks und/oder eines Verfahrenswegs und/oder eines davon abhängigen Parameters der Biegepresse (1) beim Biegen durch den Messwert der Biegeteildicke eingerichtet ist, derart, dass eine Abweichung zwischen einem Ist-Biegewinkel (α) und einem Soll-Biegewinkel verringert wird.

10. Anordnung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch**

- wenigstens zwei Greifelemente (16, 17) im Greifer (40..42), von denen wenigstens eines drehbar gelagert ist,
- einen mit dem zumindest einen drehbaren Greifelement (17) gekoppelten Linearmotor (19) zum Bewegen desselben,
- ein Meßsystem (20) zum Messen einer Stellung des Linearmotors (19) und
- Mittel zur Berechnung eines Abstands der Greifelemente (16, 17), welcher die Dicke eines im Greifer (40..42) befindlichen Biegeteils (2) kennzeichnet, basierend auf der Stellung des Linearmotors (19).

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

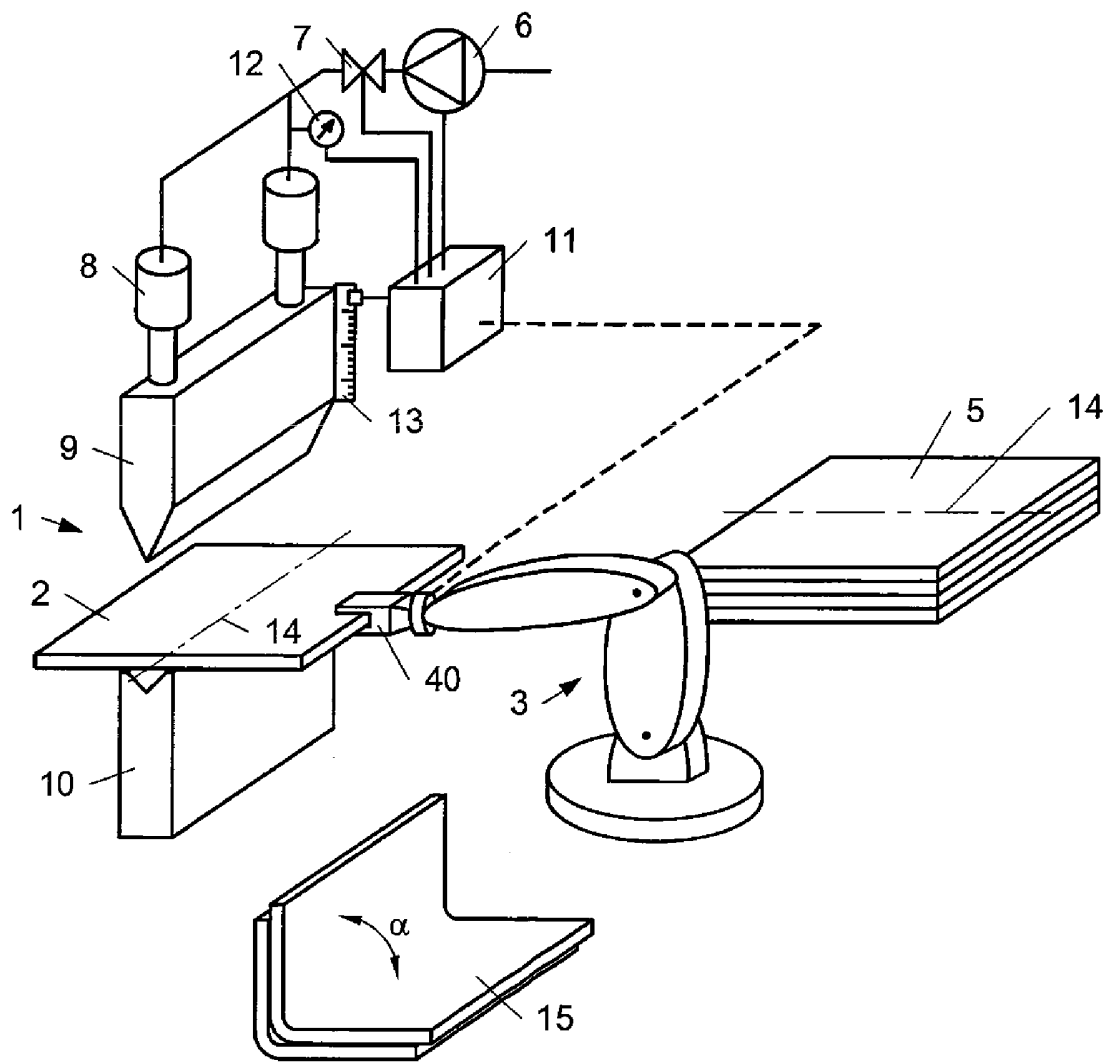


Fig. 1

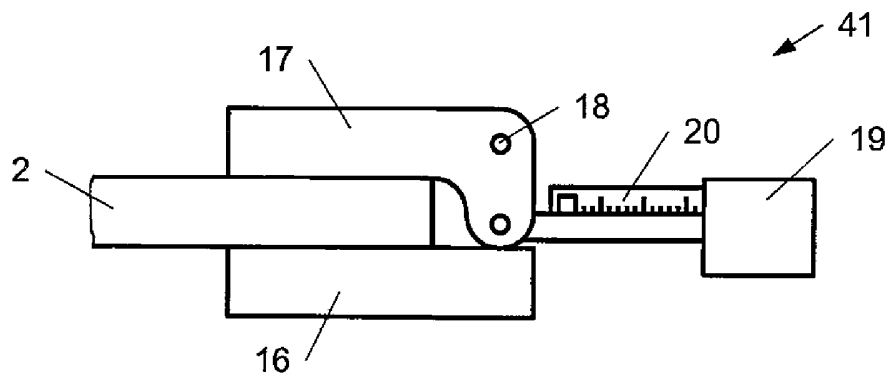


Fig. 2

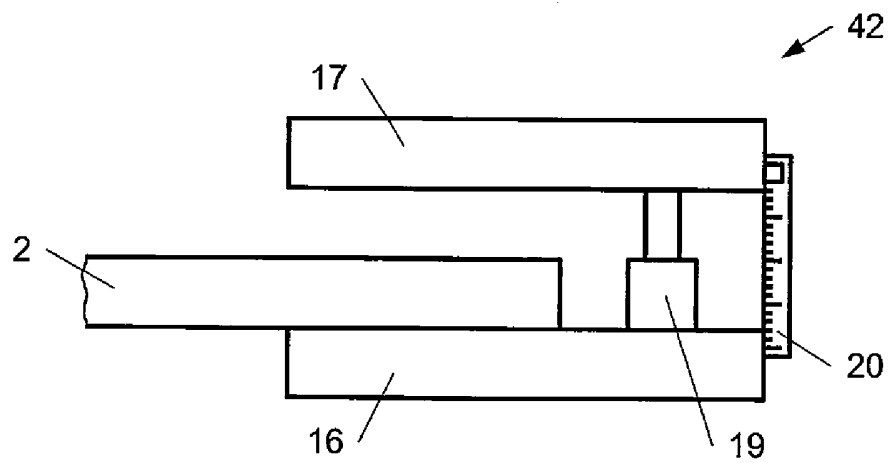


Fig. 3