

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 699/2011  
(22) Anmeldetag: 17.05.2011  
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2012

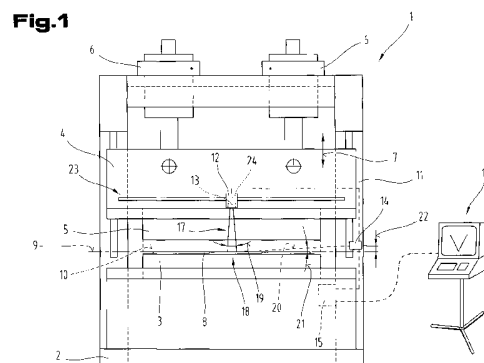
(51) Int. Cl. : **B21D 5/02** (2006.01)  
**G01B 11/26** (2006.01)

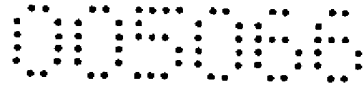
(56) Entgegenhaltungen:  
EP 2147729 A1 JP 3052717 A  
DE 29713318 U1 EP 1914019 A1  
US 4772801 A JP 3052717 A  
WO 2006135961 A1

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

(54) **WINKELMESSVORRICHTUNG FÜR EINE BIEGEPRESSE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Winkelmessvorrichtung für eine Biegepresse (1) mit einem Pressentisch (2) mit einem Biegegesenk (3) und einem, in einer Verfahr- richtung (7) relativ dazu beweglichen Pressbalken (4) mit einem Stempel (5), wobei im Biegegesenk (3) ein umzuformendes Blechteil (8) angeordnet ist, welches der Stempel (5) bei der Biegeumformung entlang einer Biegelinie (9) kontaktiert und wobei die Biegelinie (9) und die Verfahr- richtung (7) eine Arbeitsebene (10) aufspannen, umfassend eine Beleuchtungs- vorrichtung (12) mit zumindest einem Leuchtmittel (13), eine optische Bilderfassungsvor- richtung (14) mit einer optischen Achse (20) und eine datentechnische Bildauswertevorrichtung (15), wobei die Beleuchtungs- vorrichtung (12) einen Ab- schnitt (18) einer Oberfläche des Blechteils (8) auf zumindest einer Seite der Arbeitsebene (10) be- leuchtet, wobei die optische Achse (20) in der Ar- beitsebene (10) angeordnet ist, und die optische Achse (20) und die Biegelinie (9) im beleuchteten Abschnitt (18) einen Winkel (21) kleiner  $2^\circ$  ein- schließen bzw. wobei die optische Achse (20) und eine Normal-Projektionsspur (33) der optischen Achse (20) auf die Oberfläche des Blechteils (8) im beleuchteten Abschnitt (18) einen Winkel (21) kleiner  $2^\circ$  einschließen.

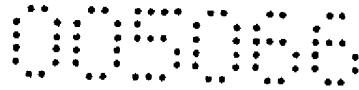




## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Winkelmessvorrichtung für eine Biegepresse (1) mit einem Pressentisch (2) mit einem Biegegesenk (3) und einem, in einer Verfahrrichtung (7) relativ dazu beweglichen Pressbalken (4) mit einem Stempel (5), wobei im Biegegesenk (3) ein umzuformendes Blechteil (8) angeordnet ist, welches der Stempel (5) bei der Biegeumformung entlang einer Biegelinie (9) kontaktiert und wobei die Biegelinie (9) und die Verfahrrichtung (7) eine Arbeitsebene (10) aufspannen, umfassend eine Beleuchtungsvorrichtung (12) mit zumindest einem Leuchtmittel (13), eine optische Bilderfassungsvorrichtung (14) mit einer optischen Achse (20) und eine datentechnische Bildauswertevorrichtung (15), wobei die Beleuchtungsvorrichtung (12) einen Abschnitt (18) einer Oberfläche des Blechteils (8) auf zumindest einer Seite der Arbeitsebene (10) beleuchtet, wobei die optische Achse (20) in der Arbeitsebene (10) angeordnet ist, und die optische Achse (20) und die Biegelinie (9) im beleuchteten Abschnitt (18) einen Winkel (21) kleiner  $2^\circ$  einschließen bzw. wobei die optische Achse (20) und eine Normal-Projektionsspur (33) der optischen Achse (20) auf die Oberfläche des Blechteils (8) im beleuchteten Abschnitt (18) einen Winkel (21) kleiner  $2^\circ$  einschließen.

Fig. 1

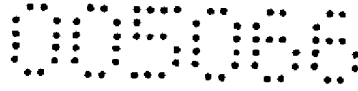


Die Erfindung betrifft eine Winkelmessvorrichtung für eine Biegepresse.

Für die Herstellung formgenauer Biegeteile ist die Einhaltung der konstruktiv geforderten Biegewinkel von ganz besonderer Bedeutung, sodass während bzw. nach dem Biegevorgang der ausgebildete Winkel ermittelt, mit dem gewünschten Sollwinkel verglichen und gegebenenfalls ein weiterer Biegevorgang vorgenommen werden muss. Dies erfordert jedoch zusätzliche Verfahrensschritte, da zur Messung des Winkels die Presse soweit geöffnet werden muss, dass der Biegeteil entlastet wird und dass ein Zugriff zum gebogenen Winkel mit Winkelmessvorrichtungen möglich ist. Insbesondere ist eine derartige Messung stets mit einer Verzögerung im Arbeitsablauf verbunden.

Zur Verringerung des Aufwands bei der Prüfung des Winkels ist aus dem Stand der Technik bekannt, die Messung des Winkels in den Biegevorgang zu integrieren, also dass ohne Zutun eines Bedieners der gebogene Winkel ermittelt werden kann. Diesbezüglich offenbart beispielsweise die DE 10 2008 038 932 A1 eine Schwenkbiegemaschine, bei der im Biegewerkzeug ein Lichtsensor angeordnet ist, der bei einer Entlastung des Biegeteils, also bei einem Zurückschwenken der Biegewange, jenen Zeitpunkt und damit jenen Winkel erfasst, bei dem Licht in den Spalt zwischen gebogenem Werkstück und Biegewange fällt. Durch Kenntnis des Schwenkwinkels der Biegewange lässt sich somit auf den gebogenen Winkel rückschließen.

Eine weitere Ausbildung ist aus der DE 43 12 565 C2 bekannt, bei der eine Lichtquelle eine Lichtspur auf die Wangen des gebogenen Werkstücks lenkt, welche Lichtspur von einer am Pressenbalken angeordneten Kamera aufgenommen wird und wobei dieses aufgenommene Bild von einer Auswertevorrichtung analysiert wird, um daraus den Biegewinkel zu berechnen. Die Lichtquelle ist dabei in den Biegestempel bzw. in das Gegenwerkzeug integriert angeordnet, sodass auch beim Zusammenfahren des Werkzeugs, eine Lichtspur auf den Blechschenkel ausgebildet werden kann. Da das Bildaufnahme-

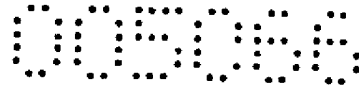


tel die Lichtspur auf den Blechwangen erfassen können muss, muss dieses unter einem entsprechenden Winkel auf den von den Lichtspuren beleuchteten Abschnitt des Biegeteils ausgerichtet sein. Beim Eindrücken des Blechteils in das Gegenwerkzeug wird der Biegestempel den Arbeitsbereich zumindest teilweise abdecken, sodass eine Erfassung durch die Kamera nicht mehr möglich ist.

Aus der JP 2-280920 A ist eine Winkelmessvorrichtung bekannt, bei der eine Bilderfassungsvorrichtung die Stirnseite eines gebogenen Blechteils erfasst und über eine Bildauswertevorrichtung den Biegewinkel ermittelt. Zur Sicherstellung einer hohen Auflösungsqualität ist offenbart, dass der Abstand zwischen der Bilderfassungsvorrichtung und der Stirnseite des Werkteils ermittelt wird und die Fokussiervorrichtung der Bildaufnahmevorrichtung entsprechend auf diesen Abstand eingestellt wird.

Beim Biegen längerer Teile besteht aufgrund der wirkenden Kräfte stets die Gefahr, dass sich beispielsweise das Maschinenbett bzw. der Pressenbalken geringfügig deformieren, so dass der Biegewinkel in der Mitte des Biegeteils im Vergleich zu den Randabschnitten unterschiedlich sein kann. Zur Bildung eines korrekten Biegewinkels ist eine Erfassung der Stirnseiten des Biegeteils daher nicht zielführend, da dadurch lediglich eine örtliche Momentaufnahme gebildet werden kann. Die aus dem Stand der Technik bekannte Ausbildung, nach der im Biegewerkzeug eine optische Erfassungsvorrichtung integriert angeordnet ist, hat jedoch den Nachteil, dass dafür sehr aufwändige und somit sehr teure Werkzeuge hergestellt werden müssen und dass ferner die Anordnung der Erfassungsvorrichtung im Werkzeug dieses strukturell schwächt, sodass zusätzlich die Gefahr einer Fehlbiegung gegeben ist. Auch ist es dafür erforderlich die Position der Winkelmessung längs der Biegelinie vor Durchführung der Biegung festzulegen, da in dem gewünschten Abschnitt die Erfassungsvorrichtung angeordnet werden muss. Eine derartige Konfiguration erfordert somit einen erheblichen Manipulationsaufwand und damit eine Verzögerung im Biegeprozess.

Die Ausbildung einer Erfassungsvorrichtung als Kamera, welche unter einem Winkel auf einen beleuchteten Abschnitt des Blechteils gerichtet ist, hat den Nachteil, dass ein herunterfahrender und die Biegung durchführender Biegestempel den Sichtbereich der Kamera auf das Werkstück einschränkt und somit der für die Erfassung des Biegewinkels wesentliche Abschnitt durch den Biegestempel verdeckt ist. Da ferner die Erfassung einer Lichtspur auf dem Biegeteil und die hernach durchgeführte Bestimmung des Winkels einen bestimmten Minimalwinkel erforderlich macht, unter dem die Kamera auf das Werkstück



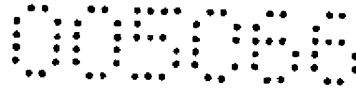
gerichtet sein muss, besteht gerade bei langen Biegeteilen die Gefahr, dass nur ein Teilabschnitt des Biegeteils mit einer derartigen Winkelmessvorrichtung ausgewertet werden kann.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen haben nun insbesondere den Nachteil, dass die Ermittlung des Biegewinkels entweder sehr aufwändige Biegewerkzeuge erforderlich macht, oder dass die Winkelbestimmung im Wesentlichen nur für die Randabschnitte des Biegeteils möglich ist.

Die Aufgabe der Erfindung liegt nun darin, eine Winkelmessvorrichtung zu schaffen, bei der kontaktlos und längs der Biegelinie der Biegewinkel ermittelt werden kann, ohne dass dafür aufwändige bzw. komplexe Biegewerkzeuge erforderlich sind. Insbesondere soll die erfindungsgemäße Winkelmessvorrichtung einfach für bestehende Biegepressen nachrüstbar sein.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Winkelmessvorrichtung gelöst, bei der eine Beleuchtungsvorrichtung mit zumindest einem Leuchtmittel einen Abschnitt der Oberfläche des Blechteils auf zumindest einer Seite der Arbeitsebene beleuchtet, wobei die Arbeitsebene durch die Verfahrrichtung des Pressenbalkens und durch die Biegelinie, als Kontaktlinie zwischen dem Pressenbalken und dem Blechteil, aufgespannt wird. Die optische Achse einer optischen Bilderfassungsvorrichtung ist erfindungsgemäß in der Arbeitsebene angeordnet und ferner schließen die optische Achse und die Biegelinie im beleuchteten Abschnitt einen Winkel kleiner  $2^\circ$  ein.

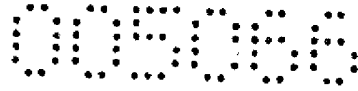
Durch diesen Winkel, der einer beinahe parallelen Anordnung der optischen Achse und der Biegelinie entspricht, ist sichergestellt, dass entlang der Biegelinie jeder beleuchtete Abschnitt von der Bilderfassungsvorrichtung aufgenommen werden kann, ohne dass der Erfassungsbereich durch den niederfahrenden und die Biegeumformung durchführenden Biegestempel vollständig abgedeckt wird. Bei der Beleuchtung eines Abschnitts des Blechteils durch ein Leuchtmittel, werden die einzelnen Strahlen des auf das Blechteil eintreffenden Strahlenbündels, aufgrund der gegebenen Oberflächenrauheit des Blechteils diffus reflektiert. Für die erfindungsgemäße Winkelmessvorrichtung sind jedoch lediglich jene reflektierten Strahlen relevant bzw. werden von der Bilderfassungsvorrichtung aufgenommen, welche den beleuchteten Abschnitt in Bezug zur Biegelinie unter einem sehr kleinen Winkel, also quasi parallel zur Biegelinie, verlassen und somit in den Erfassungsbereich der Bilderfassungsvorrichtung gelangen. Dadurch ist insbesondere ferner gewährleistet, dass keine direkten Komponenten des das Leuchtmittel verlassenden Strahlen-



bündels von der Bilderfassungsvorrichtung aufgenommen werden. Durch die Positionierung der Beleuchtungsvorrichtung längs der Biegelinie ist es mit der erfindungsgemäßen Winkelmessvorrichtung möglich, den Biegewinkel an jeder Stelle zu ermitteln, ohne durch die am Biegevorgang beteiligten Komponenten eine Einschränkung der Winkelbestimmung zu haben.

Zusätzlich zu der zuvor ausgeführten Lösung für die beschriebene Biegepresse wird die Aufgabe der Erfindung auch dadurch gelöst, dass die optische Achse und eine Normalprojektionsspur der optischen Achse auf die Oberfläche des Blechteils im beleuchteten Abschnitt einen Winkel kleiner  $2^\circ$  einschließen. Bei dieser Ausführung ist eine optische Bilderfassungsvorrichtung seitlich zum Pressenbalken angeordnet, so dass der Winkel zwischen der optischen Achse und der Biegelinie eine Komponente parallel zur Arbeitsebene und eine Komponente normal zur Arbeitsebene aufweist. Mit der Weiterbildung ist gewährleistet, dass die Bilderfassungsvorrichtung erfindungsgemäß nur jene Strahlungskomponenten erfasst, die den beleuchteten Abschnitt im Wesentlichen parallel zur Blechoberfläche verlassen. Die Bilderfassungsvorrichtung ist dabei derart angeordnet, dass sich jedenfalls bei Erreichen des gewünschten Biegewinkels, der anspruchsgemäße Winkel ausbildet. Während des Biegevorgangs wird dieser Winkel von einem Anfangswinkel aus, stetig abnehmen. Mit dieser Ausbildung wird der halbe Biegewinkel ermittelt, so dass sich, unter Annahme eines symmetrischen Verlaufs der Biegung, der gesamte Biegewinkel aus dem Doppelten ermittelten Winkel gemäß dieser Ausbildung ergibt,

Erfindungsgemäß ist die Beleuchtungsvorrichtung durch zumindest ein Leuchtmittel gebildet, welches beispielsweise zentral am Pressenbalken angeordnet sein kann und somit Abschnitte zu beiden Seiten der Arbeitsebene beleuchtet. Gemäß einer Weiterbildung kann die Beleuchtungsvorrichtung zumindest zwei Leuchtmittel aufweisen, welche Leuchtmittel zu beiden Seiten der Arbeitsebene angeordnet sind, insbesondere am Pressenbalken. Diese Ausbildung hat insbesondere den Vorteil, dass die beiden Leuchtmittel beispielsweise sehr einfach direkt am Pressenbalken angeordnet und auf den zu beleuchtenden Abschnitt ausgerichtet werden können und somit ihre Position beim Niederfahren des Pressenstempels stets korrekt ausgerichtet beibehalten. Beispielsweise können die Leuchtmittel eine magnetisch wirkende Haltevorrichtung aufweisen und sind somit sehr einfach am metallischen Pressenbalken anzubringen. Dies hat insbesondere für Service bzw. Konfigurationsaufgaben einen Vorteil und ermöglicht ferner eine sehr einfache Festlegung der Position längs der Biegelinie, an welcher die Winkelmessung erfolgen soll.

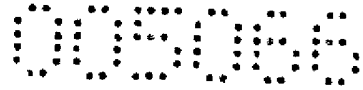


Nachdem es gerade für lange Biegeteile von besonderem Interesse ist, auch in den mittleren Bereichen der Biegelinie den Biegewinkel zu erfassen, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der das Leuchtmittel in Richtung längs zur Biegelinie verschiebbar angeordnet ist. Beispielsweise kann am Pressenbalken bzw. am Maschinengestell eine Längsführung angeordnet sein, auf welcher das Leuchtmittel angeordnet ist bzw. in welche Führungsschiene eine Führung des Leuchtmittels eingreift. Im Zuge des Rüstens der Maschine bzw. während der Biegeüberwachung kann das Leuchtmittel nun in jene Position verschoben werden, an der der Biegewinkel erfasst werden soll. Der Vorteil dieser Weiterbildung liegt ferner darin, dass die Ausrichtung des Leuchtmittels auf den zu beleuchtenden Abschnitt, unabhängig von der Anordnungsposition, zuverlässig eingehalten wird. Auch ermöglicht diese Ausbildung eine sehr rasche und einfache Anpassung der Messposition, ohne dass dafür komplexe Umbauarbeiten an der Biegepresse erforderlich sind.

Zur Vereinfachung der Messung und insbesondere im Hinblick auf eine Automatisierung der Messung ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Beleuchtungsvorrichtung ein selektiv steuerbares Antriebsmittel aufweist, welches in Wirkverbindung mit dem Leuchtmittel steht. Beispielsweise kann das Antriebsmittel durch einen Linearmotor gebildet sein, welcher von einem Steuerungsmodul, welches bevorzugt in der Bildauswertevorrichtung angeordnet ist, selektiv angesteuert wird, um das Leuchtmittel an die gewünschte Position längs der Biegelinie zu bewegen. Auch ist es möglich, dass das Antriebsmittel beispielsweise durch ein umlaufendes Seilzugsystem gebildet ist, wobei das Leuchtmittel in einer Längsführung geführt wird und von einem Positionierungsmotor mittels des Seilzugs an die gewünschte Position bewegt wird.

Zur Vereinfachung der Winkelmessung und zur Erhöhung des Durchsatzes bzw. im Hinblick auf eine möglichst gute Automatisierung ist ferner eine Weiterbildung von Vorteil, nach der mehrere Leuchtmittel in Richtung längs zur Biegelinie angeordnet sind. Bevorzugt werden die Leuchtmittel von einem Steuerungsmodul der Bildauswertevorrichtung selektiv angesteuert, um jeweils einen Blechabschnitt zu beiden Seiten der Verfahrebene zu beleuchten. Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Leuchtmittel jeweils zyklisch aktiviert werden, um somit während des Biegevorgangs kontinuierlich den aktuell gebogenen Winkel an einer Mehrzahl von Positionen längs der Biegelinie ermitteln zu können.

Da es beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Winkelmessvorrichtung immer wieder zu starken Erschütterungen kommen kann, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der das

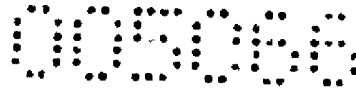


Leuchtmittel durch ein Halbleiterbauteil gebildet ist. Derartige Halbleiterbauteile sind im Hinblick auf ihre mechanische Widerstandsfähigkeit sehr vorteilhaft, da sie aufgrund ihrer baulichen Struktur große Erschütterung ohne Beschädigung überstehen können. Im Gegensatz zu thermischen Strahlern ist es auch von Vorteil, dass derartige Halbleiterbauteile eine geringere Eigenerwärmung aufweisen und somit im Umfeld von brennbaren Schmiermitteln bzw. Hydraulikölen geringere sicherheitstechnische Anforderungen erforderlich machen. Ein weiterer Vorteil ist der deutlich höhere optische Wirkungsgrad und die geringere Energieaufnahme, bei einer gleichzeitig hohen Leuchtdichte.

Gemäß einer Weiterbildung weist das Leuchtmittel eine keulenförmige Strahlungscharakteristik auf, was den Vorteil hat, dass der überwiegende vom Leuchtmittel abgegebene Lichtstrom in einer Strahlungskeule auf den zu beleuchten Abschnitt gelenkt wird und somit dort eine hohe Leuchtdichte erreicht wird, was für die in Richtung der Bilderfassungsvorrichtung diffus reflektierten Strahlungskomponenten von Vorteil ist, da somit die erfasste Lichtintensität höher ausfallen wird. Das Leuchtmittel kann beispielsweise einen Reflektor mit Fokussieroptik aufweisen, um somit die Strahlung entsprechend keulenförmig abzugeben. Durch die Keulencharakteristik ist ferner gewährleistet, dass keine direkten Strahlenkomponenten des Leuchtmittels in Richtung der Erfassungsvorrichtung gelangen. Beispielhaft kann als Leuchtmittel eine Leuchtdiode verwendet werden, welche in einer möglichen Ausbildung einen Öffnungswinkel der Strahlungscharakteristik zwischen  $45^\circ$  und  $65^\circ$  aufweist.

Nach einer Weiterbildung weist das Leuchtmittel eine gerichtete Strahlungscharakteristik mit einem Öffnungswinkel kleiner als  $10^\circ$  auf, was den Vorteil hat, dass mittels einer gerichteten Strahlungscharakteristik, wie sie beispielsweise von einem Laser abgegeben wird, der zu beleuchtende Abschnitt auf dem Blechteil eine hohe Leuchtdichte aufweisen wird, da bei einer gerichteten Strahlungscharakteristik der gesamte vom Leuchtmittel abgegebene Lichtstrom auf den zu beleuchtenden Abschnitt gelenkt wird.

Zur Erhöhung der Leuchtdichte im zu beleuchtenden Abschnitt bzw. zur Unterdrückung von Streulicht, welches gegebenenfalls direkt von der Lichtquelle auf die Bilderfassungsvorrichtung gelangen kann, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Beleuchtungsvorrichtung eine Strahlformungsvorrichtung aufweist, insbesondere um im beleuchteten Abschnitt ein Leuchtmuster zu erzeugen. Das Leuchtmuster kann beispielsweise ein Streifen mit einer bevorzugten Breite sein, welcher normal oder unter einem Winkel zur Biegelinie ausgerichtet, das Blechteil beleuchtet. Auch kann ein Linienmuster aufgebracht



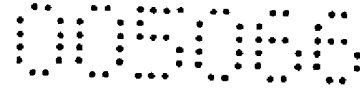
werden, um so diskrete Abschnitte am Blechteil zu beleuchten. Die Strahlformvorrichtung kann beispielsweise durch ein Blenden- bzw. Linsensystem gebildet sein, es sind jedoch auch Prismensysteme bzw. scannende Ablenkensysteme möglich.

Von Vorteil ist auch eine Weiterbildung nach der die Beleuchtungsvorrichtung im Pressenbalken oder im Stempel integriert angeordnet ist. Durch diese Ausbildung wird eine sehr nahe Anordnung der Beleuchtungsvorrichtung an der Biegelinie erreicht, was den Vorteil hat, dass ein unerwünschter Lichteinfall von der Beleuchtungsvorrichtung direkt auf die Bilderfassungsvorrichtung weitestgehend unterdrückt werden kann und dass auch noch bei einem tiefen Eintauchen des Stempels in das Biegewerkzeug, eine gute Beleuchtung des Blechteils im Bereich der Biegelinie gegeben ist.

Da erfindungsgemäß vorgesehen ist, den Biegewinkel längs der Biegelinie zu erfassen und daher die Bilderfassungsvorrichtung gut auf den jeweiligen zu erfassenden Abschnitt angepasst werden muss, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Bilderfassungsvorrichtung eine fokussierbare und/oder in der Brennweite selektiv einstellbare Optik aufweist. Durch Einstellung der Brennweite der Optik kann der Fokuspunkt genau auf den zu erfassenden Abschnitt gelegt werden, sodass für jeden zu erfassenden Abschnitt längs der Biegelinie eine angepasste Erfassungsoptik gegeben ist, insbesondere wird durch eine in der Brennweite verstellbare Optik der Bildöffnungswinkel der Optik an den Erfassungsbereich angepasst sein. Durch die selektive Fokussierung kann im Erfassungsbereich der Fokuspunkt derart gewählt werden, dass eine möglichst hohe Lichtintensität erfasst wird. Gegebenenfalls kann der Fokuspunkt geringfügig variiert werden, wobei von der Bildauswertevorrichtung eine Mittelung durchgeführt wird, um somit eine möglichst abgegrenzte und gleichzeitig hohe Intensität der erfassten Reflexion zu erfassen. Je eindeutiger die erfasste reflektierte Strahlung auf einen schmalen Abschnitt des Erfassungsbereichs beschränkt ist, desto genauer läßt sich daraus eine Linie bilden.

Im Hinblick auf eine Automatisierung ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die selektive einstellbare Optik mit einem Stellmittel der Bildauswertevorrichtung verbunden ist, da somit eine automatisierte und daher nicht vom Bediener vorzunehmende Einstellung der Optik der Bilderfassungsvorrichtung möglich ist. Bevorzugt wird diese Einstellung durch ein Steuerungsmodul der Bildauswertevorrichtung durchgeführt.

Da erfindungsgemäß die optische Achse der Bilderfassungsvorrichtung und die Biegelinie im beleuchteten Abschnitt einen Winkel einschließen, dieser Winkel jedoch sehr gering ist, sodass näherungsweise eine quasi parallele Ausrichtung der optischen Achse und der

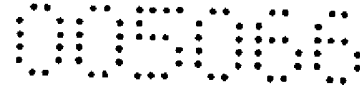


Biegelinie gegeben ist, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Bilderfassungsvorrichtung verschwenkbar angeordnet ist, insbesondere durch ein Stellmittel verschwenkbar ausgebildet ist. Da erfindungsgemäß nur das Streulicht des beleuchteten Abschnitts erfasst wird, welches Streulicht den beleuchteten Abschnitt quasi parallel zur Blechoberfläche in Richtung der Bilderfassungsvorrichtung verlässt, kommt es bei beleuchteten Abschnitten, welche längs der Biegelinie weit von der Bilderfassungsvorrichtung entfernt sind, zu sehr geringen Winkelmaßen, sodass es von Vorteil ist, wenn in diesem Fall der Betrachtungswinkel der Bilderfassungsvorrichtung auf den beleuchteten Abschnitt geändert werden kann, insbesondere vergrößert werden kann. Beispielsweise kann die Bilderfassungsvorrichtung in ihrer Position längs der Verfahrebene geändert werden, in dem ein größerer Abstand zwischen der optischen Achse und der Biegelinie gewählt wird. Zusätzlich kann die optische Achse zur Biegelinie hin geneigt werden, sodass der Betrachtungswinkel für weit entfernte, beleuchtete Abschnitte verbessert wird – es wird also der Winkel zwischen der optischen Achse und der Biegelinie geändert. Da die optische Achse der Bilderfassungsvorrichtung in der Verfahrebene angeordnet ist, wird dieser Einstellbereich sehr gering ausfallen müssen, um nicht den beleuchteten Abschnitt durch den niederfahrenden Stempel abzudecken.

Eine weitere Möglichkeit zur Verhinderung eines direkten Lichteinfalls von der Lichtquelle auf die Bilderfassungsvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang des Leuchtmittels und in der Optik der Bilderfassungsvorrichtung jeweils ein Polarisationselement angeordnet ist, wobei die Polarisations Ebenen der beiden Polarisations Elemente einen Winkel größer  $0^\circ$  einschließen. Bevorzugt wird dieser Winkel jedoch ein rechter Winkel bzw. ein annähernd rechter Winkel sein, sodass zuverlässig jene direkt von der Lichtquelle ausgehenden Strahlungskomponenten das Polarisationselement der Bilderfassungsvorrichtung nicht passieren können. Mit dieser Weiterbildung wird zwar ein Teil des im beleuchteten Abschnitt diffus reflektierten Lichtes für die Auswertung verloren, durch die Vereinfachung der Auswertung, da mit keinem unerwünschten Streulicht zu rechnen ist, lässt sich die Auswertesicherheit erhöhen.

Eine Weiterbildung besteht darin, dass zu beiden Seiten der Arbeitsebene eine optische Bilderfassungsvorrichtung angeordnet ist. Somit können gleichzeitig beide Biegeschenkel erfasst und damit der gesamte Biegewinkel ermittelt werden.

Da nach einer erfindungsgemäßen Ausbildung die Anordnung der Bilderfassungsvorrichtung an den zu erzielenden Biegewinkel angepasst werden muss, insbesondere ist die



Bilderfassungsvorrichtung derart anzuordnen, dass sich bei Erreichen des gewünschten Biegewinkels der erfindungsgemäße Winkel zwischen der optischen Achse und der Normal-Projektionsspur einstellt, ist nach einer Weiterbildung vorgesehen, dass die Bilderfassungsvorrichtung an einer Positioniervorrichtung angeordnet ist, welche Positioniervorrichtung zumindest in Richtung parallel zur Arbeitsebene verstellbar ausgebildet ist. Somit kann die Bilderfassungsvorrichtung vor dem Biegevorgang an die entsprechende Position verfahren werden, bspw. durch Verschieben entlang einer Längsführung, welche am Maschinengestell angeordnet sein kann.

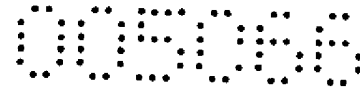
Für eine automatisierte Fertigung, insbesondere zur Vereinfachung der Einstellung, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Positioniervorrichtung mit einer Maschinensteuerung verbunden ist, da somit eine direkte und insbesondere automatisierte Einstellmöglichkeit gegeben ist. Beispielsweise kann die Positioniervorrichtung eine Längsführung aufweisen, in welcher die Bilderfassungsvorrichtung verschiebbar angeordnet ist, wobei die Verschiebbewegung durch ein, von der Maschinensteuerung angesteuertes Antriebsmittel bewerkstelligt wird.

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

Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

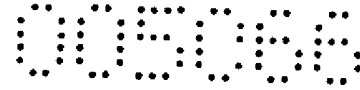
- Fig. 1 eine Darstellung einer Biegepresse mit der erfindungsgemäßen Winkelmeßvorrichtung;
- Fig. 2 eine Prinzipsdarstellung der Ermittlung des Biegewinkels;
- Fig. 3 a) bis c) eine weitere mögliche Ausführung der erfindungsgemäßen Winkelmeßvorrichtung.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Winkelmeßvorrichtung an einer Biegepresse 1, wobei die Biegepresse 1 einen Pressentisch 2 mit einem Biegegesenk 3 und einen relativ dazu beweglichen Pressenbalken 4 mit einem Stempel 5 aufweist. Der Pressenbalken 4 wird durch Antriebsmittel 6 in einer Verfahrrichtung 7 auf das Biegegesenk 3 zubewegt, wobei der Stempel 5, insbesondere die Arbeitskante des Stempels, ein umzuformendes Blechteil 8 entlang der Biegelinie 9 kontaktiert. Die Biegelinie 9 und die Verfahrrichtung 7 spannen dabei die Arbeitsebene 10 auf.



Die erfindungsgemäße Winkelmessvorrichtung weist nun eine Beleuchtungsvorrichtung 12 mit einem Leuchtmittel 13, eine optische Bilderfassungsvorrichtung 14 und eine datentechnische Bildauswertevorrichtung 15 auf. Bevorzugt sind die drei Komponenten datentechnisch bzw. kommunikativ miteinander verbunden, sodass beispielsweise ein Steuerungsmodul der Bildauswertevorrichtung 15 die Aktivierung des Leuchtmittels 13 der Beleuchtungsvorrichtung 12 steuert und gleichzeitig die Bilderfassung durch die Bilderfassungsvorrichtung 14 initiiert. Bevorzugt wird mit der Bildauswertevorrichtung 15 eine Benutzerschnittstelle 16, insbesondere eine Ein-Ausgabevorrichtung verbunden sein, um das Ergebnis der Winkelerfassung dem Bediener der Biegepresse 1 darzustellen, sodass dieser den Biegevorgang bis zum Erreichen des gewünschten Biegewinkels fortführen kann. Für eine automatisierte Biegung kann die Bildauswertevorrichtung auch direkt mit der Steuerung der Biegepresse 1 verbunden sein bzw. kann die Bildauswertevorrichtung 15 ein Teil der Steuerung der Biegepresse 1 sein, sodass automatisch und insbesondere ohne Bedienhandlung des Bedieners, der geforderte Biegewinkel hergestellt wird.

Erfindungsgemäß wird vom Leuchtmittel 13 ein Strahlenbündel 17 auf einen Abschnitt 18, auf zumindest einer Seite der Arbeitsebene 10, der Oberfläche des umzuformenden Blechteils 8 abgegeben. Das Leuchtmittel kann beispielsweise durch eine Leuchtdiode gebildet sein, welche aufgrund ihrer baulichen Ausführung bzw. aufgrund einer vorhandenen Strahlformungsvorrichtung ein Strahlenbündel 17 in Richtung des Blechteils 8 abgibt. Da die optische Achse 20 der Bilderfassungsvorrichtung 14 in der Arbeitsebene 10 und ferner näherungsweise parallel zur Biegelinie 9 angeordnet ist, werden vom Erfassungsbereich der Bilderfassungsvorrichtung 14 nur jene Strahlen des auf den Abschnitt 18 einfallenden Strahlenbündels 17 erfasst, welche aufgrund der diffusen Reflexion im Abschnitt 18, im Wesentlichen parallel zur Blechoberfläche reflektiert werden. Erfindungsgemäß schließen die optische Achse 20 und die Biegelinie 9 im beleuchteten Abschnitt 18 einen Winkel 21 kleiner  $2^\circ$  ein. Durch dieses geringe Winkelmaß ist die Angabe einer quasi parallelen Anordnung der optischen Achse 20 und der Biegelinie 9 gerechtfertigt. Um die Winkelverhältnisse darstellen zu können, wurde die Dicke des Blechteils 8, sowie die Anordnung der Bilderfassungsvorrichtung 14, insbesondere der Abstand 22 der optischen Achse 20 von der Biegelinie 9 und der sich aufgrund dieser Anordnung ergebende Winkel 21 übertrieben dargestellt. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Bilderfassungsvorrichtung 14 ist nun gewährleistet, dass weitestgehend sichergestellt ist, dass kein direktes Licht der Beleuchtungsvorrichtung 12 in den Erfassungsbereich der Bilderfassungsvorrichtung 14 gelangt und dass die Bilderfassung vom niederfahrenden 7 Pressen-

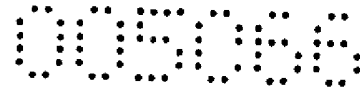


balken 4 auch während des Biegevorgangs nicht beeinträchtigt wird und dass insbesondere die Erfassung des Biegewinkels an jeder Stelle längs der Biegelinie 9 möglich ist und nicht nur, wie aus dem Stand der Technik bekannt, an dem einer Bilderfassungsvorrichtung zugewandten Stirnabschnitt eines Blechteils.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist jedoch auch vorgesehen, dass die Beleuchtungsvorrichtung 12 derart ausgebildet ist, dass ein Abschnitt auf der Blechoberfläche 8 zu beiden Seiten der Arbeitsebene 10 beleuchtet wird. Dazu kann bspw. zu beiden Seiten der Arbeitsebene ein Leuchtmittel angebracht sein, bevorzugt werden diese am Pressenbalken angeordnet sein. Mit einer derartigen Ausbildung ist es ferner auch möglich, gleichzeitig an zwei unterschiedlichen Positionen längs der Biegelinie den Biegewinkel zu bestimmen, in dem zwei Leuchtmittel an unterschiedlichen Positionen angeordnet werden bzw. an unterschiedlichen Positionen angeordnete Leuchtmittel aktiviert werden,

Gemäß einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Beleuchtungsvorrichtung 12 in Längsrichtung der Biegelinie verschiebbar angeordnet ist. Dazu ist beispielsweise am Pressenbalken 4 eine Führungsvorrichtung 23, beispielsweise eine Zahnstange angeordnet, in welche ein Antriebsmittel 24 der Beleuchtungsvorrichtung 12 eingreift, wobei das Antriebsmittel 24 von einem Steuermodul der Bildauswertevorrichtung 15 selektiv angesteuert wird, um die Beleuchtungsvorrichtung an die gewünschte Position längs der Biegelinie zu verschieben und damit auch den beleuchteten Abschnitt entsprechend zu verschieben. Mit dieser Weiterbildung ist es möglich, jederzeit während des Biegevorgangs den aktuell ausgebildeten Biegewinkel an jedem beliebigen Abschnitt längs der Biegelinie zu erfassen, ohne dass dafür manuelle Messungen erforderlich sind, bzw. ohne dass dafür das Blechteil 8 aus der Biegepresse 1 zur Messung entnommen werden müsste. Diesbezüglich ist es auch von Vorteil, wenn gemäß einer Weiterbildung die Bilderfassungsvorrichtung 14 in ihrer Brennweite einstellbar angepasst werden kann, bevorzugt wiederum von einem Steuermodul der Bildauswertevorrichtung 15, sodass der Bediener jederzeit während des Biegevorgangs und ohne zusätzlichen Justageaufwand, mehrere Winkelmessungen an unterschiedlichen Positionen längs der Biegelinie 9 durchführen kann.

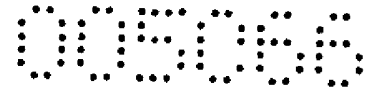
Zur Anpassung des Winkels 21 zwischen optischer Achse 20 und Biegelinie 9 kann gemäß einer Weiterbildung vorgesehen sein, dass die Bilderfassungsvorrichtung 14 verschwenkbar angeordnet ist, insbesondere dass also der Abstand 22 zwischen der Bilderfassungsvorrichtung 14, insbesondere der optischen Achse 20, und der Biegelinie 9 sowie



die Verschwenkung der Bilderfassungsvorrichtung in der Verfahrensebene 10 einstellbar ausgebildet ist. Soll beispielsweise ein Winkel am maximal entfernten Abschnitt des Blechteils erfasst werden, wird es aufgrund der großen Längendistanz zu einem sehr kleinen Winkel 21 zwischen optischer Achse 20 und Biegelinie kommen, was sich negativ auf die Auslesegenauigkeit auswirken wird. Wird in diesem Fall die Bilderfassungsvorrichtung 14 etwas weiter von der Biegelinie entfernt, stellt sich ein für die Bilderfassung günstigerer Winkel 21 ein, sodass wiederum mehr diffus reflektiertes Licht erfasst wird.

Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Darstellung des von der Bilderfassungsvorrichtung erfassten Abbilds an einer Anzeigevorrichtung 25 einer Benutzerschnittstelle. Aus Darstellungsgründen ist sowohl der Stirnflächenbereich 26 als auch der davon distanzierte Endbereich 27 scharf dargestellt abgebildet. Aufgrund der Brennweiteinstellung und Fokussierung der Bilderfassungsvorrichtung wird der Schärfenbereich der Abbildungsoptik bevorzugt auf den beleuchteten Abschnitt 18 festgelegt sein, sodass insbesondere die Endbereiche 26, 27 zumeist unscharf dargestellt werden. Aufgrund der erfindungsgemäßen quasi parallelen Anordnung der optischen Achse und der Biegelinie 9, werden von dem beleuchteten Abschnitt 18 lediglich jene Strahlen der diffusen Reflexion erfasst, welche den beleuchteten Abschnitt quasi parallel zur Blechoberfläche 28 in Richtung des Erfassungsbereichs der Bilderfassungsvorrichtung verlassen. In der Fig. 2 sind diese diffus reflektierten Strahlungskomponenten vereinfacht durch Lichtpunkte 29 dargestellt. Aufgrund der stets vorhandenen Oberflächenrauigkeit wird der Punkt der Reflexion statistisch über den beleuchteten Abschnitt verteilt liegen, sodass keine eindeutig geradlinige und scharf abgegrenzte Reflexion erfasst wird, sondern im Wesentlichen ein Reflexionsband. Die einzelnen Reflexionspunkte werden anschließend von einem Interpolationsverfahren analysiert und beispielsweise durch Mittelwertbildung für die Reflexionspunkte auf jeder Wange des Blechteils 8 eine Interpolationsgerade 30 generiert. Der Winkel zwischen den beiden Interpolationsgeraden 30 ist nun der Biegewinkel 31 an der Position des beleuchteten Abschnitts 18.

Da gemäß einer Weiterbildung die Beleuchtungsvorrichtung längsverschieblich ausgebildet ist bzw. dass mehrere Leuchtmittel in Längsrichtung angeordnet sind, kann nun während des Biegevorgangs an mehreren Position entlang des Blechteils der aktuell ausgebildete Biegewinkel 31 ermittelt werden und somit durch entsprechendes Nachdrücken des Stempels bzw. durch ein mechanisches Gegensteuern des Biegegesenks bzw. des Pressentisches und/oder durch unterschiedliche Ansteuerung der Antriebsmittel des



Pressenbalkens der ausgebildete Biegewinkel korrigiert und somit längs des Blechteils der gewünschte Biegewinkel hergestellt werden.

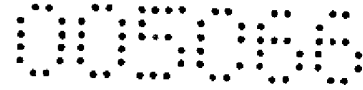
Die Fig. 3a bis 3c zeigen eine weitere Ausbildung der erfindungsgemäßen Winkelmessvorrichtung, bei der die optische Achse der Bilderfassungsvorrichtung im Wesentlichen parallel zur Arbeitsebene ausgerichtet angeordnet ist.

Fig. 3a zeigt eine Seitenansicht auf das Maschinengestell 11, wobei die Betrachtungsrichtung in der Arbeitsebene 10 angeordnet ist. Am Pressenbalken 4 ist eine Beleuchtungsvorrichtung 12 mit einem Leuchtmittel angeordnet und gibt ein Strahlenbündel 17 auf die Oberfläche 32 des Blechteils 8 ab, sodass auf der Oberfläche 32 ein Abschnitt beleuchtet wird. Dieser beleuchtete Abschnitt wird von einer Bilderfassungsvorrichtung 14 erfasst, wobei die optische Achse der Bilderfassungsvorrichtung 14 im Wesentlichen parallel zur Arbeitsebene 10 angeordnet ist, wie dies in den nachfolgenden Fig. im Detail beschrieben wird.

Von Vorteil ist eine Ausbildung, nach der zu beiden Seiten der Arbeitsebene 10 jeweils eine Beleuchtungsvorrichtung 12 und eine Bilderfassungsvorrichtung 14 angeordnet sind, da somit gleichzeitig beide Biegeschenkel erfasst werden können und somit der gesamte Biegewinkel 31 erfasst werden kann. In der Fig. 3a ist auch dargestellt, dass die Bilderfassungsvorrichtung 14 derart angeordnet sein muss, dass bei Erreichen des gewünschten Biegewinkels 31, die Bilderfassungsvorrichtung 14 den beleuchteten Abschnitt auf der Oberfläche 32 des Blechteils 8 erfassen kann, also dass sich die optische Achse oberhalb der Blechoberfläche befinden muss. Diese Ausrichtung wird in den nachfolgenden Fig. detaillierter beschrieben.

Fig. 3b zeigt eine Ansicht auf das Blechteil 8, wobei die Sichte Ebene in der Oberfläche 32 des Blechteils 8 liegt.

Bei einer Ausführung mit zwei Beleuchtungsvorrichtungen zu beiden Seiten der Arbeitsebene wird jeweils ein Abschnitt 18 auf der Oberfläche 32 auf beiden Schenkeln des Blechteils 8 beleuchtet. Durch die gewählte Ansicht fällt in Fig. 3b die Biegelinie 9 mit der Normal-Projektionsspur 33 zusammen, wobei erfindungsgemäß der Winkel 21 zwischen der optischen Achse 20 der Bildfassungsvorrichtung 14 und der Normal-Projektionsspur 33, der optischen Achse 20 auf die Oberfläche 32 des Blechteils, kleiner als  $2^\circ$  ist. Zur Darstellung der Verhältnisse ist dieser Winkel in der Figur deutlich übertrieben dargestellt.

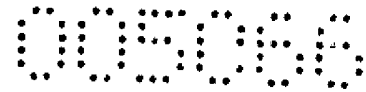


Bei Erreichen der Biegeumformung muss der Erfassungsbereich der Bilderfassungsvorrichtung 14 auf den beleuchteten Abschnitt 18 der Blechoberfläche 32 des Blechteils gerichtet sein, insbesondere um den erfindungsgemäßen Winkel zwischen der optischen Achse 20 und der Normal-Projektionsspur 33 zu bilden. Bevorzugt wird dazu die Bilderfassungsvorrichtung 14 an einer Positioniervorrichtung 34 angeordnet sein, welche Positioniervorrichtung bevorzugt am Maschinengestell 11 angeordnet ist. Die Positioniervorrichtung 34 wird wiederum ein Antriebsmittel aufweisen, welches beispielsweise mit der Maschinensteuerung verbunden ist, sodass von dieser vor Durchführung der Biegeumformung das Antriebsmittel der Positioniervorrichtung entsprechend angesteuert und die Bilderfassungsvorrichtung an die entsprechende Position verfahren wird. Dies ist insbesondere automatisiert möglich, da zu diesem Zeitpunkt aufgrund einer hinterlegten Programmierung bzw. hinterlegten Arbeitsanweisung der auszubildende Biegewinkel bereits bekannt und somit dem Bediener die Einstellarbeit zur Positionierung der Bilderfassungsvorrichtung abgenommen wird.

Fig. 3c zeigt eine Ansicht parallel zur Biegelinie 9 auf die Bilderfassungsvorrichtung 14. In Fig. 3c sind dabei zwei Möglichkeiten dargestellt, wie die Bilderfassungsvorrichtung 14 in einer Positioniervorrichtung 34 angeordnet sein kann, wobei die Anordnung in der Positioniervorrichtung nicht zwingend erforderlich ist, da die Bilderfassungsvorrichtung ggf. direkt am Maschinengestell angeordnet sein kann.

Bei einer möglichen Ausbildung ist die Bilderfassungsvorrichtung 14 parallel zur Arbeitsebene verschiebbar in der Positioniervorrichtung angeordnet, und wird mittels eines Antriebsmittels 35 in der Positioniervorrichtung bewegt, sodass der Austrittspunkt der optischen Achse 20 parallel zur Arbeitsebene 9 bewegt wird.

Beim Biegen sehr kleiner Biegewinkel 31 kann es bei einer Anordnung der Bilderfassungsvorrichtung 14 gemäß der in der Figur rechts dargestellten Ausführung zu einer Reduktion des erfassbaren, beleuchteten Abschnitts kommen kann, da insbesondere die Bilderfassungsvorrichtung zumeist einen rechteckigen Bildfassungsbereich aufweist. Daher ist eine Ausbildung wie sie in der Fig. 3c links dargestellt ist von Vorteil, da sich damit auch für sehr kleine Biegewinkel ein möglichst großer Bereich der beleuchteten Blechoberfläche erfassen lässt. Auch hier ist wiederum die Bilderfassungsvorrichtung 14 in einer Positioniervorrichtung 34 verschiebbar aufgenommen und wird bevorzugt durch ein Antriebsmittel 35 längs der Bewegungsrichtung verschoben, um so die Position an den zu



biegenden Winkel 31 anpassen zu können. Bevorzugt wird die Verschieberichtung im Wesentlichen normal zur Blechoberfläche ausgerichtet sein.

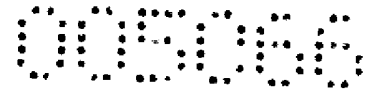
Um eine größtmögliche Ausnutzung der Erfassungsbreite der Bilderfassungsvorrichtung 14 ausnutzen zu können, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Bilderfassungsvorrichtung 14, wie sie bspw. in Fig. 3c rechts dargestellt ist, zusätzlich um eine Achse durch den Austrittspunkt der optischen Achse 20 verschwenkbar ausgebildet ist. Somit kann die Bilderfassungsvorrichtung bei der Bewegung parallel zur Arbeitsebene 9 um die Drehachse verschwenkt werden, sodass stets eine möglichst große Erfassungsbreite im Wesentlichen parallel zur Blechoberfläche ausgerichtet angeordnet ist.

In einer Weiterbildung ist ferner möglich, die Bilderfassungsvorrichtung sukzessive mit Fortschreiten der Biegeumformung dem sich bewegenden Blechschenkel nachzuführen, um somit einen direkten und unmittelbaren Verlauf der Biegeumformung erfassen zu können.

Abschließend 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. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen, 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 mitumfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereich 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.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Winkelmessvorrichtung, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse



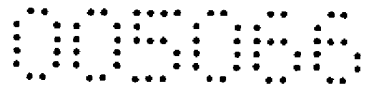
Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

In der Fig. 3 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Winkelmessvorrichtung gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Winkelmessvorrichtung diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

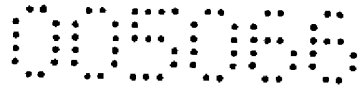
Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.



- 17 -

## Bezugszeichenaufstellung

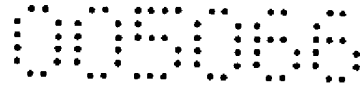
- 1 Biegepresse
- 2 Pressentisch
- 3 Biegegesenk
- 4 Pressenbalken
- 5 Stempel
  
- 6 Antriebsmittel
- 7 Verfahrrichtung
- 8 Blechteil
- 9 Biegelinie
- 10 Arbeitsebene
  
- 11 Maschinengestell
- 12 Beleuchtungsvorrichtung
- 13 Leuchtmittel
- 14 Optische Bilderfassungsvorrichtung
- 15 Datentechnische  
Bildauswertevorrichtung
  
- 16 Benutzerschnittstelle
- 17 Strahlenbündel
- 18 Beleuchteter Abschnitt
- 19 Öffnungswinkel
- 20 Optische Achse
  
- 21 Winkel
- 22 Abstand
- 23 Führungsvorrichtung
- 24 Antriebsmittel
- 25 Anzeigevorrichtung
  
- 26 Stirnfläche
- 27 Endbereich
- 28 Blechoberfläche
- 29 Lichtpunkt
- 30 Interpolationsgerade
  
- 31 Biegewinkel
- 32 Oberfläche
- 33 Normal-Projektionsspur
- 34 Positioniervorrichtung
- 35 Antriebsmittel



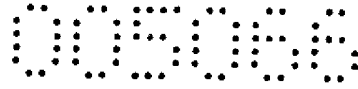
## Patentansprüche

1. Winkelmessvorrichtung für eine Biegepresse (1) mit einem Pressentisch (2) mit einem Biegegesenk (3) und einem, in einer Verfahrrichtung (7) relativ dazu beweglichen Pressbalken (4) mit einem Stempel (5), wobei der Pressbalken (4) und das Biegegesenk (3) in einem Gestell (11) angeordnet sind und wobei im Biegegesenk (3) ein umzuformendes Blechteil (8) angeordnet ist, welches der Stempel (5) bei der Biegeumformung entlang einer Biegelinie (9) kontaktiert und wobei die Biegelinie (9) und die Verfahrrichtung (7) eine Arbeitsebene (10) aufspannen, umfassend eine Beleuchtungsvorrichtung (12) mit zumindest einem Leuchtmittel (13), eine optische Bilderfassungsvorrichtung (14) mit einer optischen Achse (20) und eine datentechnische Bildauswertevorrichtung (15), wobei die Beleuchtungsvorrichtung (12) einen Abschnitt (18) einer Oberfläche des Blechteils (8) auf zumindest einer Seite der Arbeitsebene (10) beleuchtet, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Achse (20) in der Arbeitsebene (10) angeordnet ist, und die optische Achse (20) und die Biegelinie (9) im beleuchteten Abschnitt (18) einen Winkel (21) kleiner  $2^\circ$  einschließen.

2. Winkelmessvorrichtung für eine Biegepresse (1) mit einem Pressentisch (2) mit einem Biegegesenk (3) und einem, in einer Verfahrrichtung (7) relativ dazu beweglichen Pressbalken (4) mit einem Stempel (5), wobei der Pressbalken (4) und das Biegegesenk (3) in einem Gestell (11) angeordnet sind und wobei im Biegegesenk (3) ein umzuformendes Blechteil (8) angeordnet ist, welches der Stempel (5) bei der Biegeumformung entlang einer Biegelinie (9) kontaktiert und wobei die Biegelinie (9) und die Verfahrrichtung (7) eine Arbeitsebene (10) aufspannen, umfassend eine Beleuchtungsvorrichtung (12) mit zumindest einem Leuchtmittel (13), eine optische Bilderfassungsvorrichtung (14) mit einer optischen Achse (20) und eine datentechnische Bildauswertevorrichtung (15), wobei die Beleuchtungsvorrichtung (12) einen Abschnitt (18) einer Oberfläche des Blechteils (8) auf zumindest einer Seite der Arbeitsebene (10) beleuchtet, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Achse (20) und eine Normal-Projektionsspur (33) der optischen Achse (20) auf die Oberfläche des Blechteils (8) im beleuchteten Abschnitt (18) einen Winkel (21) kleiner  $2^\circ$  einschließen.



3. Winkelmessvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsvorrichtung (12) zumindest zwei Leuchtmittel (13) aufweist, welche Leuchtmittel (13) zu beiden Seiten der Arbeitsebene (10) angeordnet sind, insbesondere am Pressenbalken (4).
4. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmittel (13) in Richtung längs zur Biegelinie (9) verschiebbar angeordnet ist.
5. Winkelmessvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsvorrichtung (12) ein selektiv steuerbares Antriebsmittel aufweist, welches in Wirkverbindung mit dem Leuchtmittel (13) steht.
6. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Leuchtmittel (13) in Richtung längs der Biegelinie (9) angeordnet sind.
7. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmittel (13) durch ein Halbleiterbauteil gebildet ist.
8. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmittel (13) eine keulenförmige Strahlungscharakteristik aufweist.
9. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmittel (13) eine gerichtete Strahlungscharakteristik aufweist.
10. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsvorrichtung (12) eine Strahlformungsvorrichtung aufweist, insbesondere um im beleuchteten Abschnitt (18) ein Leuchtmuster zu erzeugen.
11. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsvorrichtung (12) im Pressenbalken (4) oder im Stempel (5) integriert angeordnet ist.



12. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderfassungsvorrichtung (14) eine fokussierbare und/oder in der Brennweite selektiv einstellbare Optik aufweist.

13. Winkelmessvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die selektive einstellbare Optik mit einem Stellmittel der Bildauswertevorrichtung (15) verbunden ist.

14. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderfassungsvorrichtung (14) verschwenkbar angeordnet ist, insbesondere durch ein Stellmittel verschwenkbar ausgebildet ist.

15. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang des Leuchtmittels (12) und in der Optik der Bilderfassungsvorrichtung (14) jeweils ein Polarisationselement angeordnet ist, wobei die Polarisations Ebenen der beiden Polarisationselemente einen Winkel größer  $0^\circ$  einschließen.

16. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zu beiden Seiten der Arbeitsebene (10) eine optische Bilderfassungsvorrichtung (14) angeordnet ist.

17. Winkelmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderfassungsvorrichtung (14) an einer Positioniervorrichtung (34) angeordnet ist, welche Positioniervorrichtung (34) zumindest in Richtung parallel zur Arbeitsebene (10) verstellbar ausgebildet ist.

18. Winkelmessvorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Positioniervorrichtung (34) mit einer Maschinensteuerung verbunden ist.

TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.

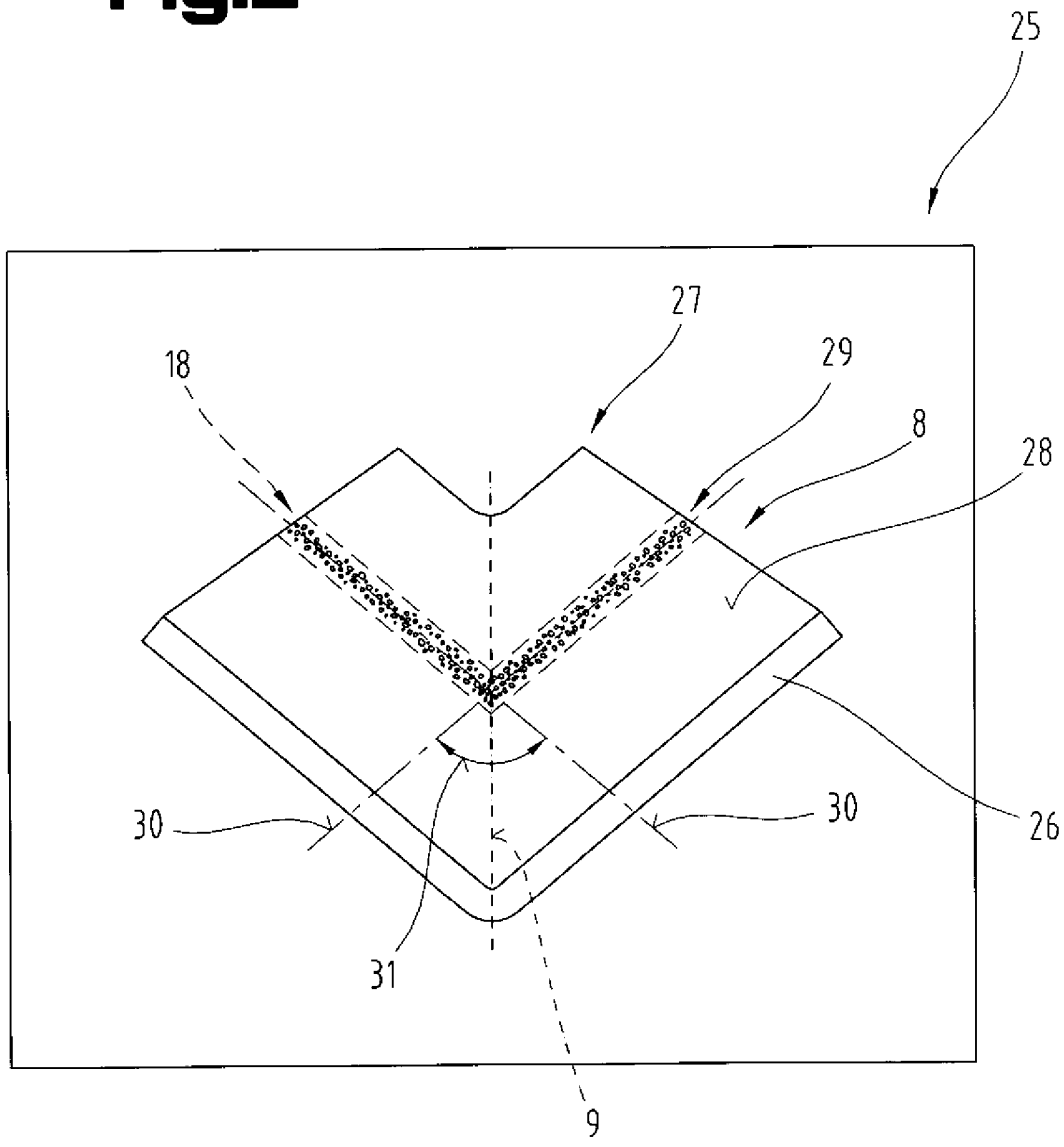
durch

  
Anwälte Bürger & Partner  
Rechtsanwalt GmbH



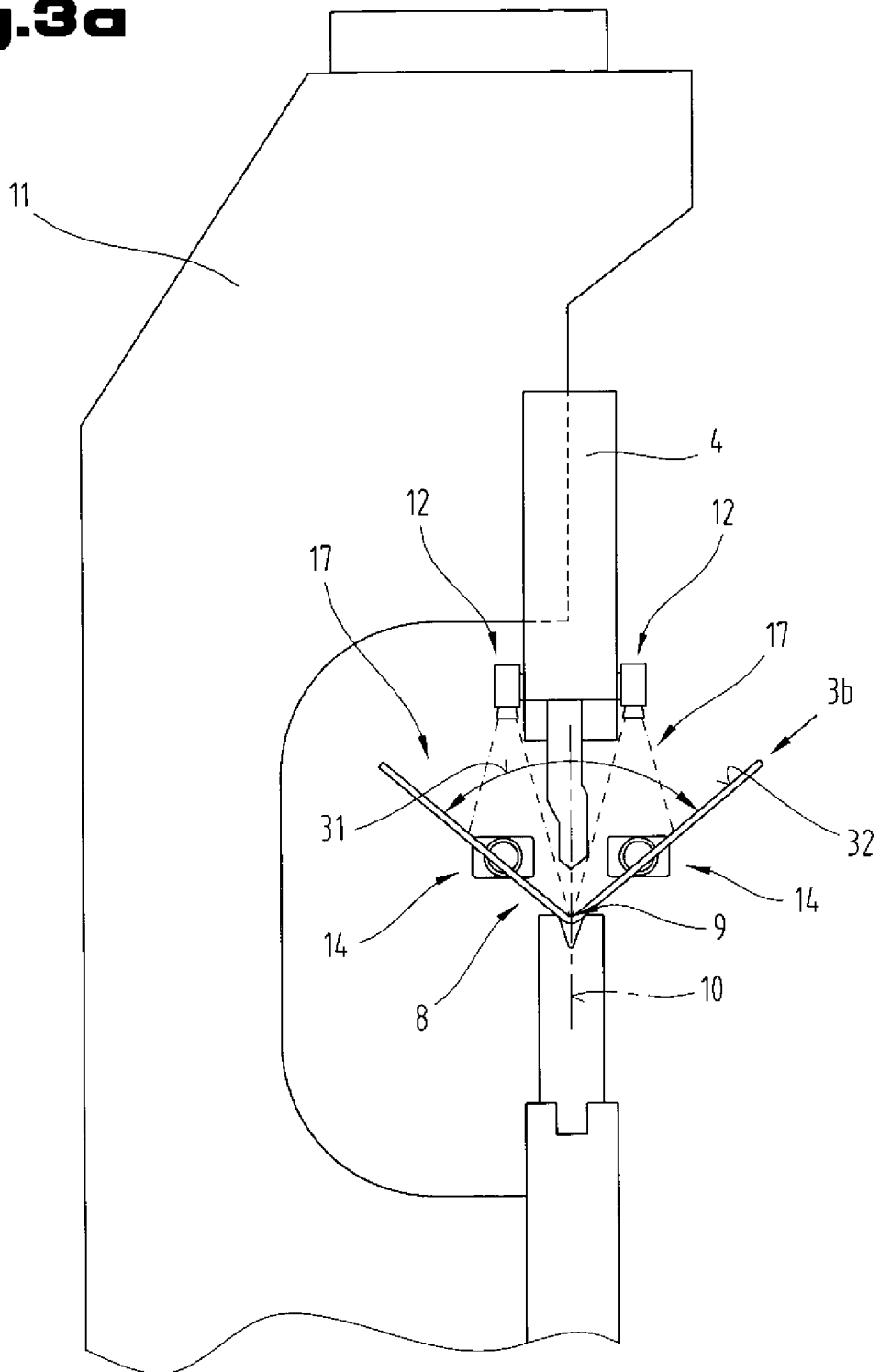
005086

**Fig.2**



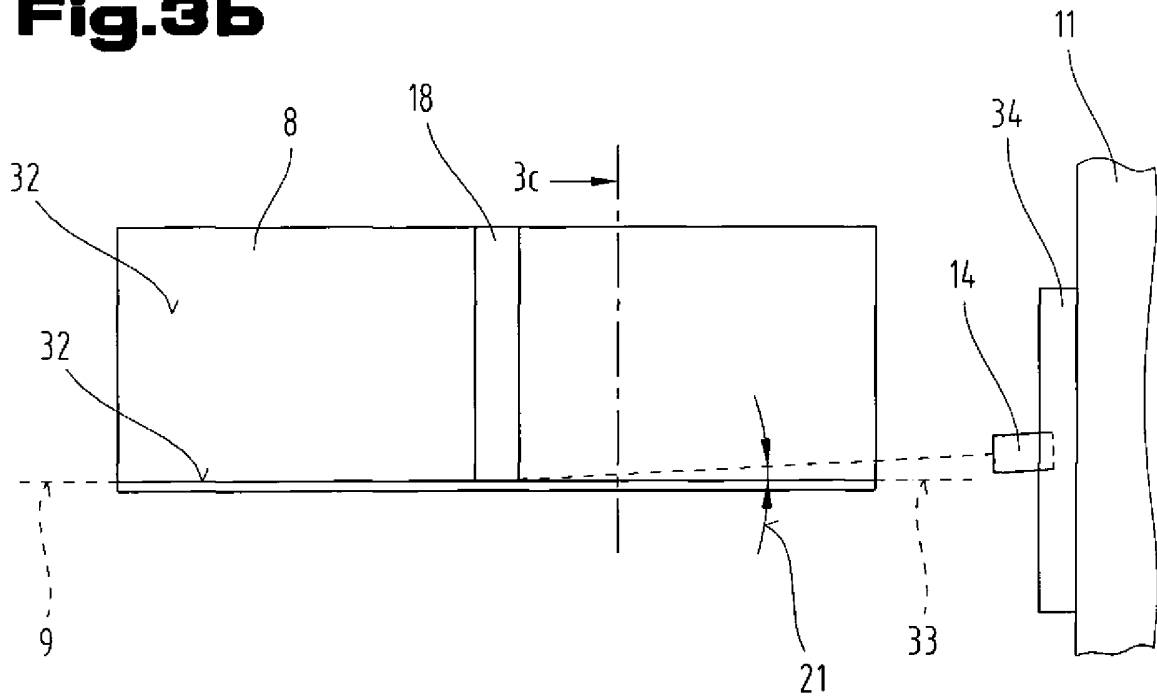
005088

**Fig.3a**

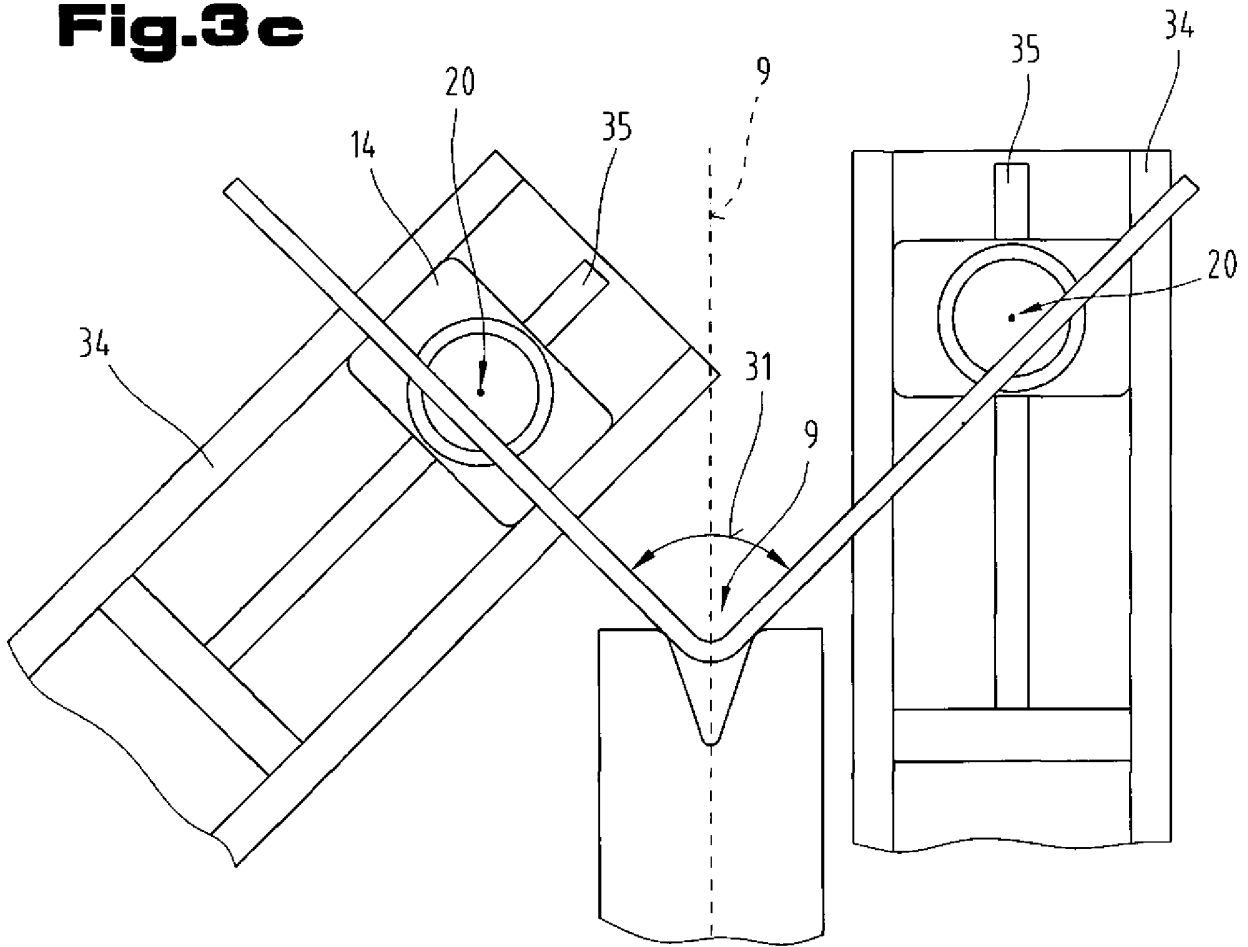


005055

**Fig.3b**



**Fig.3c**



TRUMPF Maschinen Austria  
GmbH & Co. KG.

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: <b>B21D 5/02</b> (2006.01); <b>G01B 11/26</b> (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: B21D 5/02; G01B 11/26
Recherchiertes Prüfobjekt (Klassifikation): B21D, G01B
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC: TXT NN

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **17. Mai 2011** eingereichten Ansprüchen **1-18** erstellt.

Kategorie <sup>1</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betroffend Anspruch
X	EP 2147729 A1 (PIESSLER ELEKTRONIK GMBH & CO KG) 27. Jänner 2010 (27.01.2010) Abstract, Figs. 1-4, [0009]-[0012]	1, 3, 7, 9, 10, 12, 13
X	JP 3052717 A (AMADA CO LTD) 06. März 1991 (06.03.1991)  Abstract, Figs. 1-4	1, 2, 9, 10, 12, 13
X	DE 29713318 U1 (PAUL WEINBRENNER MASCHINENBAU GMBH + CO KG) 25. September 1997 (25.09.1997) Abstract, Fig.	1, 2, 9, 10
X	EP 1914019 A1 (WARCOM SPA) 23. April 2008 (23.04.2008) Abstract, Fig. 2	1, 2
A	US 4772801 A (FORNEROD ET AL) 20. September 1988 (20.09.1988) Abstract, Figs. 1-6	1-13
A	JP 3052717 A (AMADA CO LTD) 06. März 1991 (06.03.1991) Abstract, Figs. 1-9	1-18

Datum der Beendigung der Recherche: 15. März 2012	<input checked="" type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): BABUREK G.
--	--	---------------------------

Kategorien der angeführten Dokumente:	
X Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A Veröffentlichung, die den <b>allgemeinen Stand der Technik</b> definiert
Y Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P Dokument, das <b>von Bedeutung</b> ist (Kategorien X oder Y); jedoch nach dem <b>Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde.
	E Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie X), aus dem ein <b>älteres Recht</b> hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, wurde Neuheit in Frage stellen)
	& Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.

Kategorie <sup>1</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textteile oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 2006135961 A1 (LAZER SAFE PTY LTD) 28. Dezember 2006 (28.12.2006) Abstract, Fig. 6	1-18