



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 28 401 T2** 2005.03.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 915 320 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 28 401.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP97/00361**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 902 657.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/030327**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.02.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **21.08.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.05.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **31.03.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.03.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G01B 11/26**
B21D 5/02

(30) Unionspriorität:

1002314	13.02.1996	NL
32181396	02.12.1996	JP

(73) Patentinhaber:

Amada Co., Ltd., Isehara, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

BE, CH, DE, FI, FR, GB, IT, LI, SE

(72) Erfinder:

**BRINKMAN, Jan, Gerben, NL-7544 VS Enschede,
NL; HIRAIZUMI, Mitsuo, Isehara-shi, Kanagawa
259-11, JP**

(54) Bezeichnung: **WINKELDETEKTIONSVERFAHREN UND -VORRICHTUNG FÜR BIEGEMASCHINE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Winkelfeststellverfahren und eine -vorrichtung der in den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 2 definierten Art.

[0002] Ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser Art ist in der DE-A-195 10 075, **Fig. 5**, beschrieben. Der Winkelsensor der bekannten Vorrichtung ist stationär angeordnet, und das bekannte Verfahren enthält den Verfahrensschritt des Aussendens von pulsierendem Licht auf das Werkstück, wobei die Berechnung des Winkels des Werkstücks basierend auf der Bestimmung jeder Änderung eines Impuls-Pause-Verhältnisses vorgenommen wird, das vom reflektierten Licht abgeleitet wird.

[0003] **Fig. 13** zeigt ein weiteres Beispiel für einen Aufbau aus dem Stand der Technik zur Feststellung des Biegewinkels 2θ eines Messgegenstands, der aus einem Werkstück W besteht, mit welchem ein Biegevorgang vorgenommen wurde, zusammenwirkend mit einem Stanzwerkzeug P und einem Stempel D, die in einer Abkantpresse (in den Zeichnungen weggelassen) vorgesehen sind, wobei ein Aufwärtsbiegewinkel 2θ dadurch bestimmt wird, dass ein Messelement **101** so angehoben oder abgesenkt wird, dass die Spitze des Messelements **101** in Berührung mit einer unteren Oberfläche des Werkstücks W gebracht wird, wobei dieser Wert dann verdoppelt wird, um den Biegewinkel 2θ festzustellen.

[0004] Bei der voranstehend geschilderten Anordnung einer Winkelmesseinrichtung **103** ist ein Hebe/Senkgerät **107**, beispielsweise ein Zylinder, auf einer Grundplatte **105** vorgesehen, die mit einem Stempel D ausgerüstet ist, und mit Hilfe des Hebe/Senkgeräts **107** wird das Messelement **101** in **Fig. 13** in Richtung nach oben angehoben, so dass es in Berührung mit einer unteren Oberfläche des Werkstücks W gebracht wird. Die angehobene Position des Messelements zu diesem Zeitpunkt kann beispielsweise durch einen Impulskodierer **113** gemessen werden, der mit einem Ritzel **111** verbunden ist, welches mit einer Zahnstange **109** kämmt, die so angeordnet ist, dass sie sich zusammen mit dem Messelement **101** nach oben und unten bewegt, wodurch eine Anordnung zur Feststellung des Biegewinkels 2θ ausgebildet wird.

[0005] Weiterhin kann ein Vorgang zur Feststellung des Biegewinkels des Werkstücks dadurch durchgeführt werden, dass eine Randoberfläche des nach oben gebogenen Werkstücks mit einer berührungsfreien Abbildungsvorrichtung abgebildet wird, und dann derartige Bilddaten durch Bildverarbeitung verarbeitet werden.

[0006] Weiterhin gibt es eine weitere Winkelmess-

einrichtung, bei welcher ein drehbarer Rahmen vorgesehen ist, der mit einer Lichtquelle und einer Sammellinse ausgerüstet ist, und bei welcher mehrere Lichtempfangselemente in Form eines Kreisbogens an einem Ort entsprechend der Brennpunktlage der Sammellinse angeordnet sind, wodurch reflektiertes Licht von jenem Licht, welches von der Lichtquelle zum Werkstück geschickt wurde, durch die Sammellinse zum Ort der Lichtempfangselemente hin fokussiert wird, die in Form des Kreisbogens angeordnet sind, wodurch die Position der Lichtempfangselemente dort, wo das empfangene Licht einen Maximalwert annimmt, festgestellt wird, um den Biegewinkel des Werkstücks festzustellen.

[0007] Allerdings gibt es eine Schwierigkeit bei diesen Arten des Standes der Technik, nämlich dass eine sehr exakte Winkelmessung schwierig ist, da der Biegewinkel aus der Beziehung zwischen der Position des Stempels D und der Position des Werkstücks W bestimmt wird, die durch Messung der Position des Messelements **101** in Berührung mit dem Werkstück W festgestellt wird.

[0008] Da die Winkelmessung dadurch durchgeführt wird, dass das Messelement **101** in Berührung mit dem Werkstück W gebracht wird, tritt darüber hinaus eine Verformung des Werkstücks W in Abhängigkeit von der Stärke der Berührung mit dem Messelement auf, und dieses Risiko in Bezug auf Änderungen, die bei dem Biegewinkel auftreten, erzeugt eine Schwierigkeit.

[0009] In jenem Fall, in welchem ein Bildverarbeitungsgerät verwendet wird, tritt infolge der Tatsache, dass es sich um eine berührungsfreie Einrichtung handelt, kein Risiko in Bezug auf Änderungen auf, die infolge der Berührung auftreten, jedoch führen hohe Kosten und die Fähigkeit, nur eine Randoberfläche des Werkstücks zu messen, zu Schwierigkeiten.

[0010] Bei jener Anordnung, die mehrere Lichtempfangselemente aufweist, die in Form eines Kreisbogens an Positionen entsprechend dem Brennpunkt der sich drehenden Sammellinse angeordnet sind, ist eine hohe Präzision der Einrichtung erforderlich, und führt dieses zu Schwierigkeiten, da nämlich exakte Messungen schwierig sind, wenn die Lichtempfangselemente auch nur um einen kleinen Betrag gegenüber der Brennpunktposition der Sammellinse verschoben werden.

[0011] Angesichts der voranstehend geschilderten Schwierigkeiten beim Stand der Technik besteht ein Vorteil der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines Winkelbestimmungsverfahrens für Biegemaschinen, einer Winkelbestimmungseinrichtung und eines Winkelsensors, die es ermöglichen, eine äußerst exakte Winkelbestimmung dadurch durchzuführen, dass der Winkel eines gebogenen Werk-

stücks festgestellt wird, ohne dass eine Berührung mit der Oberfläche des Werkstücks erfolgt.

[0012] Um den voranstehend geschilderten Vorteil zu erzielen, wird bei dem Winkelbestimmungsverfahren für Biegemaschinen gemäß der Erfindung und Patentanspruch 1 Messlicht in Richtung auf einen Messgegenstand von einer Lichtquelle ausgesandt, die in einem Winkelsensor vorgesehen ist, der mit mehreren optischen Sensoren versehen ist, die an jeweils gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind, wobei die Lichtquelle dazwischen liegt, wird der Winkelsensor in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung gedreht, innerhalb jener Ebene, in welcher die Lichtquelle und die optischen Sensoren angeordnet sind, und wird der Winkel des Messgegenstands auf der Grundlage des Drehwinkels des Winkelsensors zu jenem Zeitpunkt bestimmt, wenn die von einem der optischen Sensoren empfangene Lichtmenge ein Maximum ist, und auf der Grundlage des Drehwinkels des Winkelsensors zu jenem Zeitpunkt, an welchem die von dem anderen optischen Sensor empfangene Lichtmenge ein Maximum ist.

[0013] Messlicht, welches von der Lichtquelle des sich drehenden Winkelsensors ausgesandt wird, trifft daher auf den Messgegenstand auf, und das von diesem reflektierte Licht wird durch die mehreren optischen Sensoren empfangen, die auf gegenüberliegenden Seiten mit der Lichtquelle dazwischen angeordnet sind, und der Winkel des Messgegenstands wird aus den Winkeln des Winkelsensors an den Positionen gemessen, an welchen die von jedem der optischen Sensoren empfangene Lichtmenge einen Spitzenwert bildet. Bei einem beispielhaften Aufbau, bei welchem die optischen Sensoren symmetrisch in gleichen Entfernungen von der Lichtquelle angeordnet sind, kann der Winkel des Messgegenstands aus der Tatsache bestimmt werden, dass das Messlicht senkrecht auf den Messgegenstand an einer mittleren Drehwinkelposition des Winkelsensors zwischen den Positionen auftrifft, an welchen die von jedem der optischen Sensoren empfangene Lichtmenge ein Maximum ist.

[0014] Bei der Winkelbestimmungseinrichtung gemäß der Erfindung und Patentanspruch 2 weist die Einrichtung einen Winkelsensor auf, der mit einer Lichtquelle zum Aussenden von Messlicht zu einem Messgegenstand versehen ist, und mit mehreren optischen Sensoren zum Empfang reflektierten Lichts von dem Messgegenstand, wobei die optischen Sensoren in einander gegenüberliegenden Positionen mit der dazwischen angeordneten Lichtquelle angeordnet sind, und der Winkelsensor in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung in jener Ebene gedreht werden kann, in welcher die Lichtquelle und die optischen Sensoren angeordnet sind; einen Drehwinkelsensor zur Feststellung des Drehwinkels des Winkelsensors in Bezug auf eine vorbestimmte Bezugsposition; ei-

nen Spitzenwert-Bestimmungsbereich zur Feststellung des Spitzenwertes des von den optischen Sensoren reflektierten Lichts; und einen Winkelberechnungsbereich zur Berechnung des Winkels des Messgegenstands auf der Grundlage dieser Drehwinkel des Winkelsensors, die von dem Drehwinkeldetektor festgestellt werden, was den Spitzenwerten entsprechen sollte, die von dem Spitzenwertmessabschnitt festgestellt werden.

[0015] Daher wird Messlicht in Richtung auf den Messgegenstand von der Lichtquelle ausgesandt, während der Winkelsensor in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung gedreht wird, und wird das von dem Messgegenstand reflektierte Licht von den mehreren optischen Sensoren empfangen, die an symmetrischen Positionen in Bezug auf die Lichtquelle angeordnet sind. Die zu diesem Zeitpunkt empfangene Lichtmenge ist mit dem Drehwinkel des Winkelsensors synchronisiert, der von dem Drehwinkeldetektor festgestellt wird, und wird für Gebrauch in der Zukunft festgehalten, und auf der Grundlage der Daten in Bezug auf diese Menge an empfangenem Licht stellt der Spitzenwertmessabschnitt den Spitzenwert der Menge an empfangenem Licht fest. Dann werden die Drehwinkel des Winkelsensors entsprechend den Spitzenwerten jedes optischen Sensors durch den Drehwinkeldetektor festgestellt, und führt der Winkelberechnungsabschnitt Berechnungen auf der Grundlage dieser Drehwinkel durch, um den Winkel des Messgegenstands zu bestimmen.

[0016] Bei der Erfindung gemäß Patentanspruch 3 ist der Winkelsensor in der Winkelbestimmungseinrichtung gemäß Patentanspruch 2 so ausgebildet, dass seine Position in einer Richtung orthogonal zur Biegelinie des Messgegenstands einstellbar ist.

[0017] Daher kann der Winkelsensor an dem optimalen Ort in Bezug auf den endgültigen Biegewinkel des Messgegenstands (Werkstücks) angeordnet werden, und kann der Biegewinkel durch einen derartigen Winkelsensor festgestellt werden.

[0018] Bei der Erfindung gemäß Patentanspruch 4 ist der Winkelsensor in der Winkelbestimmungseinrichtung gemäß Patentanspruch 2 oder 3 so ausgebildet, dass seine Position in einer Richtung parallel zur Biegelinie des Messgegenstands einstellbar ist.

[0019] Selbst in einem Fall, in welchem sich die Länge der Biegelinie des Messgegenstands ändert, ist es daher möglich, den Winkelsensor an Positionen wie etwa dem linken und rechten Randabschnitt und dem Zentrumsabschnitt des Messabschnitts anzuordnen, und ermöglicht dies die Feststellung des Biegewinkels an mehreren Orten des Messabschnitts.

[0020] Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, welches eine Winkelmesseinrichtung für Biegemaschinen gemäß

der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0021] Fig. 2 ist ein Flussdiagramm, welches die Schritte eines Winkelmessverfahrens für Biegemaschinen gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0022] Fig. 3 ist eine Seitenansicht, welche den Aufbau und den Betriebsablauf eines Sensorkopfes zeigt.

[0023] Fig. 4(A) und 4(B) sind erläuternde Zeichnungen, welche die Bewegung des Messlichts in dem Sensorkopf zeigen.

[0024] Fig. 5 ist ein Diagramm mit einer Darstellung der Änderungen der Menge an Licht, die von Lichtempfängern für die Drehwinkel des Sensorkopfes empfangen wird.

[0025] Fig. 6 ist eine erläuternde Zeichnung, welche den Betrieb des Sensorkopfes in der Winkelmesseinrichtung zeigt.

[0026] Fig. 7 ist eine erläuternde Zeichnung, welche eine zweite Ausführungsform des Sensorkopfabschnitts in einer Winkelbestimmungseinrichtung zeigt.

[0027] Fig. 8 ist ein Blockschaltbild, welches eine Winkelmesseinrichtung für Biegemaschinen zeigt.

[0028] Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, welches die Schritte eines Winkelmessverfahrens für Biegemaschinen zeigt.

[0029] Fig. 10 ist eine Seitenansicht, welche den Aufbau und den Betriebsablauf eines Sensorkopfes zeigt.

[0030] Fig. 11 ist eine erläuternde Zeichnung, welche das Prinzip des Winkelmessverfahrens für Biegemaschinen und die zugehörige Winkelmesseinrichtung zeigt.

[0031] Fig. 12 ist ein Diagramm, welches die Änderungen der Menge an Licht zeigt, welche für die Drehwinkel des Sensorkopfes empfangen wird.

[0032] Fig. 13 ist eine erläuternde Zeichnung, welche ein Winkelmessverfahren nach dem Stand der Technik für Biegemaschinen und eine zugehörige Winkelmesseinrichtung zeigt.

[0033] Nachstehend werden Beispiele bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung auf der Grundlage der Zeichnungen beschrieben. Da das Winkelmessverfahren für Biegemaschinen und die zugehörige Winkelmesseinrichtung und der zugehörige Winkelsensor gemäß der vorliegenden Erfindung bei einer normalerweise verwendeten Bearbeitungsmaschine

verwendet werden, beispielsweise einer Abkantpresse, wird eine detaillierte Beschreibung einer derartigen Bearbeitungsmaschine weggelassen.

[0034] Fig. 3 zeigt einen Sensorkopf 3, der als ein Winkelsensor in einer Winkelmesseinrichtung 1 für Biegemaschinen gemäß der vorliegenden Erfindung dient. In Fig. 3 ist der Sensorkopf 3 oben auf einer Grundplatte 5 zur Anbringung eines Stempels D vorgesehen, der einen Biegevorgang mit einem Werkstück W durchführt, welches den Messgegenstand darstellt, in Zusammenarbeit mit einem Stanzwerkzeug P. Mit Hilfe einer Drehantriebseinheit (in den Zeichnungen weggelassen), beispielsweise eines Impulsmotors, ist der Sensorkopf 3 so ausgebildet, dass er frei um eine Drehachse RC (vgl. Fig. 6) gedreht werden kann, die parallel zur Längsrichtung des Stanzwerkzeuges P und des Stempels D verläuft, nämlich um die Biegelinie des Werkstücks W. Weiterhin ist der Sensorkopf 3 so ausgebildet, dass er frei in Biegelinienrichtung (der Richtung normal zur Ebene von Fig. 3) bewegt werden kann, mit Hilfe eines Bewegungsgeräts, welches in den Zeichnungen weggelassen ist.

[0035] Wie in den Fig. 4(A) und (B) gezeigt, ist ein Lichtprojektor 9, der eine Lichtquelle aufweist, die einen Laserstrahl BM als Messlicht entlang einer Richtung orthogonal (Vertikalrichtung) zu einer vorderen Oberfläche 7 des Sensorkopfes 3 aussendet, im Zentrum der vorderen Oberfläche 7 angeordnet. Weiterhin sind ein erster Lichtempfänger 11 und ein zweiter Lichtempfänger 13, die aus optischen Sensoren bestehen, auf der vorderen Oberfläche 7 des Sensorkopfes 3 in gleichen Entfernungen von dem Lichtprojektor 9 angeordnet, so dass der Lichtprojektor 9 dazwischen liegt.

[0036] Die Lichtquelle 9 und die mehreren optischen Sensoren 11, 13 sind daher in derselben Ebene angeordnet, welche die optische Achse des Laserstrahls BM enthält, der von der Lichtquelle 9 ausgesandt wird, und der Sensorkopf 3 ist so ausgebildet, dass er in dieser Ebene gedreht werden kann.

[0037] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind, obwohl die optischen Sensoren 11, 13 in gleich entfernten symmetrischen Positionen vorgesehen waren, mit der Lichtquelle dazwischen, die optischen Sensoren 11, 13 nicht notwendigerweise auf symmetrische Positionen beschränkt, und wenn sie an einander gegenüberliegenden Positionen mit der Lichtquelle 9 dazwischen angeordnet sind, wobei die Entfernung von der Lichtquelle 9 zu jedem der optischen Sensoren 11, 13 vorher bekannt ist, kann jeder der optischen Sensoren 11, 13 zur Feststellung des Biegewinkels des Werkstücks W verwendet werden.

[0038] Wird auch auf Fig. 6 Bezug genommen, so sieht man, dass die Drehachse RC die optische Ach-

se des Laserstrahls BM schneidet und orthogonal zu dieser verläuft, der von dem Lichtprojektor 9 ausgesandt wird, und dass diese Achse des Laserstrahls BM so angeordnet ist, dass sie senkrecht zur Ebene verläuft, welche den Lichtprojektor 9, den ersten Lichtempfänger 11 und den zweiten Lichtempfänger 13 enthält. Weiterhin wird der Sensorkopf 3 um diese Drehachse RC mit Hilfe einer Antriebseinheit gedreht, die in den Zeichnungen weggelassen ist.

[0039] Als nächstes erfolgt unter Bezugnahme auf Fig. 1 eine Beschreibung der Anordnung, die als das Steuersystem der Winkelmesseinrichtung 1 für Biegemaschinen dient. Der erste Lichtempfänger 11 und der zweite Lichtempfänger 13 sind mit einem Lichtempfangsumschalter 19 verbunden, und zwar jeweils über einen Vorverstärker 15 bzw. 17, und von dem ersten Lichtempfänger 11 oder dem zweiten Lichtempfänger 13 empfangene Lichtsignale werden mit Hilfe dieses Lichtempfangsumschalters 19 ausgewählt. Nachdem dieses ausgewählte Empfangssignal durch ein Bandpassfilter 21 geschickt wurde, wobei nur ein Signal mit vorbestimmter Frequenzbreite hindurchgeht, wird es von einem Verstärker 23 verstärkt, und in eine Synchronleseschaltung 25 eingegeben.

[0040] Die Synchronleseschaltung 25 veranlasst, dass die Daten in Bezug auf das empfangene Licht in einem ersten Empfangslichtdatenspeicher 27 oder einem zweiten Empfangslichtdatenspeicher 29 synchron zum Ausstrahlen des Lichts des Laserstrahls BM von dem Lichtprojektor 9 gespeichert werden. Auf der Grundlage dieser Empfangslichtdaten stellt ein Spitzenwerterfassungsabschnitt 31 den Spitzenwert des Empfangslichtsignals fest. Durch Berechnung des Drehwinkels des Sensorkopfes 3 mit einem Drehwinkeldetektor 33 bestimmt ein Winkelberechnungsabschnitt 35 den Biegewinkel des Werkstücks W.

[0041] Wenn ein Signal, welches die Beendigung des Biegevorgangs anzeigt, von einem Steuergerät empfangen wurde, welches die Biegeverarbeitungsmaschine wie beispielsweise eine Abkantpresse steuert, sendet ein Messungssteuerabschnitt 37 ein Lichtempfangsauswahlsignal an den Lichtempfangsumschalter 19, damit der erste Lichtempfänger 11 oder der zweite Lichtempfänger 13 ausgewählt wird, und wird ein Antrieb um einen Schritt durch Drehung des Sensorkopfes 3 durch einen vorbestimmten Drehwinkel durchgeführt, und wird ein Beendigungssignal für den Antrieb um einen Schritt an die Synchronleseschaltung 25 geschickt, so dass die abgetasteten Empfangslichtdaten mit dem Drehwinkel des Sensorkopfes 3 synchronisiert werden. Die Synchronleseschaltung 25 ist mit einem Modulationssignal eines Modulators 39 synchronisiert.

[0042] Als nächstes erfolgt unter Bezugnahme auf

Fig. 4 und Fig. 5 eine Beschreibung des Grundprinzips zur Feststellung des Biegewinkels 2θ des Werkstücks W.

[0043] Wenn unter Bezugnahme auf Fig. 4(A) der Sensorkopf 3 so gedreht wird, wie dies in der Zeichnung dargestellt ist, nämlich zu einer Position, an welcher der Drehwinkel θ_1 beträgt, wird der Laserstrahl BM reflektiert, der von dem Lichtprojektor 9 auf die Oberfläche des Werkstücks W auftrifft, und empfängt der erste Lichtempfänger 11 eine maximale Menge an derartigem reflektierten Licht. Wenn unter Bezugnahme auf Fig. 4(B) der Sensorkopf 3 auf entsprechende Weise zu einer Position bewegt wird, an welcher der Drehwinkel θ_2 beträgt, empfängt der zweite Lichtempfänger 13 eine maximale Menge an derartigem reflektierten Licht. Darüber hinaus zeigen die Fig. 4(A) und (B) jenen Fall, in welchem ein Winkel von 0° (nämlich der Horizontalzustand) die Bezugsgröße bildet.

[0044] Fig. 5 zeigt die Änderungen der Menge an empfangenem reflektierten Licht, die zu diesem Zeitpunkt in Bezug auf den Drehwinkel des Sensorkopfes 3 auftreten, und im allgemeinen ist die Menge an reflektiertem Licht, die von dem ersten Lichtempfänger 11 empfangen wird, ein Maximum, wenn der Kippwinkel des Sensorkopfes 3 bei θ_1 in Gegenurzeigerichtung in Bezug auf einen Bezugswinkel θ liegt (wobei bei dem in Fig. 4 gezeigten Beispiel $\theta = 0^\circ$ ist), und ist die Menge an reflektiertem Licht, die von dem zweiten Lichtempfänger 13 empfangen wird, ein Maximum, wenn der Kippwinkel des Sensorkopfes 3 den Wert θ_2 in Richtung des Uhrzeigersinns in Bezug auf den Bezugswinkel θ aufweist.

[0045] Wie voranstehend geschildert, wird der Laserstrahl BM senkrecht in Bezug auf das Werkstück W projiziert, mit welchem ein Biegevorgang durchgeführt wurde, da der erste Lichtempfänger 11 und der zweite Lichtempfänger 13 in gleichen Entfernungen von dem Lichtprojektor 9 angeordnet sind, an einem mittleren Ort in Fig. 5 zwischen dem Drehwinkel θ_1 , gemessen gegenüber der Horizontallage (also $\theta = 0$), wo die ersten Lichtempfänger empfangene Lichtmenge ein Maximum ist, und den Drehwinkel θ_2 , gemessen gegenüber der Horizontallage, an welchem die von dem zweiten Lichtempfänger empfangene Lichtmenge ein Maximum ist. Auf diese Weise kann der Winkel θ des gebogenen Werkstücks W erhalten werden aus

$$\theta = (\theta_1 + \theta_2)/2.$$

[0046] Hierbei sind θ_1 und θ_2 positiv für die Uhrzeigerichtung und negativ für die Gegenurzeigerichtung.

[0047] Als nächstes erfolgt unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 6 und ebenso Fig. 2 eine Beschrei-

bung eines Verfahrens zur Bestimmung des Biege-
winkels eines Werkstücks W unter Verwendung der
voranstehend geschilderten Winkelmesseinrichtung
1.

[0048] Zuerst wird, wenn die Winkelmessoperation
begonnen wird (Schritt SS), während des Biegevor-
gangs, der Sensorkopf 3 durch ein Bewegungsgerät
(in den Zeichnungen weggelassen) entlang einer
Richtung parallel zur Biegelinie zu einer Messposi-
tion bewegt (Schritt S1). Angesichts eines Soll-Biege-
winkels von 2θ wird der Sensorkopf 3 um $\theta - \alpha$ (vgl.
Fig. 6) um die Drehachse RC gedreht, zur Vorberei-
tung auf die Winkelmessoperationen (Schritt S2). In
dieser Hinsicht wird, wenn ein Soll-Biege-
winkel θ eingestellt wird, ein Federrückschlagsbetrag berück-
sichtigt, so dass das Werkstück W verlässlich inner-
halb des Intervalls $\theta \pm \alpha$ eingestellt wird.

[0049] Wenn der Biegevorgang beendet ist (Schritt
S3), gibt der Messsteuerabschnitt 37 ein erstes Licht-
empfangsauswahlsignal an den Lichtempfangsum-
schalter 19 aus, damit der erste Lichtempfänger 11
ausgewählt wird (Schritt S4). Der Sensorkopf 3, der
sich in der Messstartwinkelposition $\theta - \alpha$ befindet,
wird um einen vorbestimmten Winkel in Uhrzeiger-
richtung in einem Schritt durch ein Drehantriebsgerät
(in den Zeichnungen weggelassen) gedreht (Schritt
S5). Zu diesem Zeitpunkt wird ein Antriebsbeendi-
gungssignal in Bezug auf einen Schritt an die Syn-
chronleseschaltung 25 von dem Messsteuerab-
schnitt 37 geschickt, so dass gleichzeitig mit der Dre-
hung des Sensorkopfes 3 die Lichtmenge, die von
dem ersten Lichtempfänger 11 empfangen wird, ge-
messen wird, und als Daten in dem ersten Empfangs-
lichtdatenspeicher 27 gespeichert wird (Schritt S6).

[0050] Bis der Drehwinkel des Sensorkopfes 3 den
Wert $\theta + \alpha$ erreicht, wird der Vorgang vom Schritt 5
aus wiederholt, und wenn der Drehwinkel den Wert θ
+ α erreicht (Schritt S7), gibt der Messsteuerabschnitt
37 ein Auswahlsignal für den zweiten Lichtempfänger
an den Lichtempfangsumschalter 19 aus, so dass der
zweite Lichtempfänger 11 ausgewählt wird (Schritt
S8). Hierbei wird der Wert von α entsprechend der
Entfernung zwischen dem Lichtprojektor 9 und dem
ersten und zweiten Lichtempfänger 11 bzw. 13 einge-
stellt, und entsprechend der Entfernung zwischen
dem Sensorkopf 3 und dem Werkstück W, bei wel-
cher die Messung erfolgt, beispielsweise auf etwa 10
Grad.

[0051] Der Sensorkopf 3, der in Drehrichtung in die
Position $\theta + \alpha$ bewegt wurde, um Messungen mit dem
ersten Lichtempfänger 11 durchzuführen, wird um ei-
nen vorbestimmten Winkel im Gegenuhrzeigersinn in
einem Schritt durch das Drehantriebsgerät gedreht
(Schritt S9). Zu diesem Zeitpunkt wird ein Beendi-
gungssignal für den Antrieb um einen Schritt an die
Synchronleseschaltung 25 von dem Messsteuerab-

schnitt 37 geschickt, so dass gleichzeitig mit der Dre-
hung des Sensorkopfes 3 die von dem zweiten Licht-
empfänger 13 gemessene Lichtmenge gemessen
und als Daten in dem zweiten Empfangslichtdaten-
speicher 29 gespeichert wird (Schritt S10).

[0052] Bis der Drehwinkel des Sensorkopfes 3 den
Wert $\theta - \alpha$ erreicht, wird vom Schritt 9 aus der Vor-
gang wiederholt, und wenn der Drehwinkel den Wert
 $\theta - \alpha$ erreicht (Schritt S11), holt sich der Spitzenwert-
messabschnitt 31 die Spitzenwerte der von dem ers-
ten Lichtempfänger 11 empfangenen Lichtmenge
aus der Datensequenz zurück, die in dem ersten
Empfangslichtdatenspeicher 27 gespeichert ist
(Schritt S12). Auf entsprechende Weise werden die
Spitzenwerte der Lichtmenge, die von dem zweiten
Lichtempfänger empfangen wird, aus der Datense-
quenz zurückgeholt, die in dem zweiten Empfangs-
lichtdatenspeicher 29 gespeichert ist (Schritt S13).

[0053] Aus dem Winkel θ_1 des Sensorkopfes 3, der
dem Spitzenwert des ersten Lichtempfängers 11 ent-
spricht, und dem Winkel θ_2 des Sensorkopfes 3, der
dem Spitzenwert des zweiten Lichtempfängers 13
entspricht, die auf diese Weise erhalten wurden, be-
rechnet der Winkelberechnungsabschnitt 35 den Bie-
gewinkel θ des Werkstücks (Schritt S14), und dann
ist die Winkelmessoperation beendet (Schritt SE).

[0054] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vo-
ranstehend geschilderte Ausführungsform be-
schränkt, und durch Ausführung geeigneter Abände-
rungen lässt sich die vorliegende Erfindung auf ande-
re Arten und Weisen ausführen. Zwar war bei der vo-
ranstehend geschilderten Ausführungsform der Sen-
sorkopf 3 oben auf der Grundplatte 5 angebracht, so
dass er in der Richtung der Biegelinie beweglich und
drehbar ist, jedoch ist es auch möglich, den Sensor-
kopf 3 am Kopf der Abkantpresse so anzubringen,
dass er in Richtung nach oben und unten und in Rich-
tung nach vorn und hinten beweglich ist. Auf diese
Weise ist es möglich, einen größeren Bereich an Bie-
gewinkeln zu messen.

[0055] Wird, wie in Fig. 7 gezeigt, bei der Grund-
platte 5 oder an einem Ort in der Nähe ein Führungs-
abschnitt 37 vorgesehen, der parallel zur Biegelinie
des Werkstücks W verläuft, so wird es durch Anord-
nung eines Bewegungspositionierteils 39, das mit
mehreren vertikal aufrechtstehenden Führungsstan-
gen 41 und einer aufrechtstehenden Schraube 43
versehen ist, beweglich entlang dem Führungsab-
schnitt 37, und durch Bereitstellung eines Halte-
rungsteils 37, welches den Sensorkopf 3 haltet, mit
einem drehbaren Mutterteil 45, welches so auf die
Schraube 43 aufgeschraubt ist, dass es in Richtung
nach oben und unten beweglich ist, möglich, eine
Einrichtung auszubilden, welche die Position des
Sensorkopfes 3 in Richtung nach oben und unten
einstellen kann, und dies ermöglicht es, eine Fest-

stellung des Biegewinkels des Werkstücks W mit dem Sensorkopf **3** durchzuführen, der sich an einem Ort in optimaler Höhe in Bezug auf den Biegewinkel des Werkstücks W befindet.

[0056] Obwohl bei der voranstehenden Beschreibung der Biegewinkel des Werkstücks W dadurch festgestellt wurde, dass die mittlere Position zwischen der Drehposition des Sensorkopfes **3**, wenn die von dem ersten Lichtempfänger **11** empfangene Lichtmenge einen Spitzenwert zeigt, und der Drehposition des Sensorkopfes **3**, wenn die von dem zweiten Lichtempfänger **13** empfangene Lichtmenge einen Spitzenwert zeigt, berechnet wurde, ist es durch Feststellung der Drehposition des Sensorkopfes **3**, wenn die von dem ersten und zweiten Lichtempfänger **11**, **13** empfangene Lichtmengen gleich sind, möglich, den Biegewinkel des Werkstücks W auf der Grundlage dieser Drehlage zu bestimmen.

[0057] Eine Anordnung für den voranstehend geschilderten Fall lässt sich einfach dadurch konstruieren, dass der erste und zweite Lichtempfänger **11**, **13** so angeordnet werden, dass das von dem auf das Werkstück W auftreffenden Laserstrahl reflektierte Licht gemessen wird, durch Bereitstellung einer Vergleichsvorrichtung, welche einen Vergleich durchführt, um festzustellen, ob die Messwerte des ersten und zweiten Lichtempfängers **11**, **13** gleich sind oder nicht, und durch Antrieb eines Motors in Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung, bis die Vergleichsergebnisse der Vergleichsvorrichtung gleiche Messwerte anzeigen.

[0058] Die Fig. 8 bis 12 zeigen eine zweite Ausführungsform.

[0059] In Fig. 10 ist der Sensorkopf **53** einer Winkelmesseinrichtung **51** oben auf einer Grundplatte **55** zur Anbringung eines Stempels D vorgesehen, der in Zusammenarbeit mit einem Stanzwerkzeug P einen Biegevorgang bei einem Werkstück W durchführt, welches den Messgegenstand darstellt. Der Sensorkopf **53** ist so ausgebildet, dass er mit Hilfe des Drehantriebs eines Motors M, der nachstehend beschrieben wird (vgl. Fig. 8), frei um eine Drehachse RC (vgl. Fig. 11) gedreht werden kann, die parallel zur Längsrichtung des Stempels D und des Stanzwerkzeugs P verläuft, nämlich zur Biegelinie des Werkstücks W. Weiterhin ist der Sensorkopf **53** so ausgebildet, dass er frei in Richtung der Biegelinie (der Richtung normal zur Ebene von Fig. 10) bewegbar ist, mit Hilfe eines Bewegungsgeräts (in den Zeichnungen weggelassen).

[0060] Wie aus Fig. 8 und den voranstehenden Ausführungen deutlich wird, wird in dem Sensorkopf **53** ein von der Lichtquelle **57** ausgesandter Laserstrahl BM durch einen Kollimator **59** zu parallelen Lichtstrahlen umgewandelt, die dann durch einen

Strahlteiler **61** geleitet werden, und als Messlicht auf ein Werkstück W gerichtet werden, welches den Messgegenstand darstellt.

[0061] Das Licht, welches vom Werkstück W reflektiert wird, bildet einen reflektierten Lichtstrahl RBM, dessen Richtung durch einen Strahlteiler **61** und dann durch einen reflektierten Spiegel **63** geändert wird; dann wird nur jenes Licht, welches in einem vorbestimmten Bereich liegt, ausgewählt und in elektrische Signale umgewandelt, durch ein optisches Filter **65** und einen Detektor **67**, beispielsweise eine Photodiode, als optischer Sensor. Die elektrischen Signale werden dann als Empfangslichtsignale ausgesandt.

[0062] Aus den auf diese Weise erhaltenen Empfangslichtsignalen werden nur jene Signale, die eine vorbestimmte Frequenzbreite aufweisen, von einem Bandpassfilter **69** durchgelassen, durch einen Verstärker **71** verstärkt und dann in eine Synchronleseschaltung **73** eingegeben, wo sie mit Emissionssignalen des Laserstrahls BM von der Lichtquelle **57**, die über einen Modulator **75** zugeführt werden, synchronisiert werden sollen.

[0063] Die Empfangslichtsignale, die durch die Synchronleseschaltung **73** mit der Emission des Laserstrahls BM synchronisiert werden, werden einem Komparator **77** zugeführt, um das maximale Empfangslichtsignal auszuwählen, welches dann in einem Maximalwertspeicher **59** gespeichert wird, der einen Messabschnitt für die maximale Empfangslichtmenge darstellt, und dann zu einem Drehwinkel-detektor **81** geschickt wird, beispielsweise einem Kodierer, der in einem Servomotor M zum Drehen des Sensorkopfes **53** vorgesehen ist, und dann wird der Drehwinkel des Sensorkopfes **53** zu diesem Zeitpunkt festgestellt und in einem Winkelspeicher **83** gespeichert, der einen Winkelmessabschnitt für die maximale Empfangslichtmenge und ebenso einen Winkelberechnungsabschnitt darstellt.

[0064] Wenn daher eine Treiberschaltung **85** ein Signal empfängt, welches die Beendigung des Biegevorgangs anzeigt, von einem Steuergerät, welches die Abkantpresse steuert, wird der Motor M gesteuert, und wird ein Antrieb um einen Schritt durch Drehung des Sensorkopfes **53** um einen vorbestimmten Drehwinkel durchgeführt. Gleichzeitig wird ein Beendigungssignal für den Antrieb um einen Schritt an den Komparator **77** geschickt, in welchem das Empfangslichtsignal zu diesem Zeitpunkt mit dem vorher empfangenen Lichtsignal synchron zum Drehwinkel des Sensorkopfes **53** verglichen wird, wodurch das maximale Empfangslichtsignal in dem Maximalwertspeicher **79** gespeichert wird, und der Drehwinkel des Sensorkopfes **53** in dem Winkelspeicher **83** gespeichert wird.

[0065] Als nächstes erfolgt unter Bezugnahme auf

Fig. 11 eine Beschreibung des Grundprinzips zur Feststellung des Biegewinkels 2θ des Werkstücks W.

[0066] Wenn ein Laserstrahl BM, der Messlicht ausbildet, auf ein Werkstück W gerichtet wird, mit welchem ein Biegevorgang durchgeführt wurde, ändert sich die von dem Sensorkopf **53** empfangene Menge an reflektiertem Licht entsprechend dem Einfallswinkel zur Oberfläche des Werkstücks W. Auf dieser Grundlage wird nach Beendigung des Biegevorgangs für das Werkstück W der Laserstrahl auf das Werkstück W gerichtet, während der Sensorkopf **53** innerhalb eines Bereiches von $\pm\alpha$ gedreht wird (hierbei liegt α im Bereich von etwa 5 bis 10 Grad, als Beispiel), in Bezug auf den Soll-Biegewinkel θ , um die Verteilung der Lichtmenge zu bestimmen, die von dem Sensorkopf **53** empfangen wird.

[0067] Wie deutlich aus **Fig. 11** hervorgeht, folgt in jenem Fall, in welchem der Laserstrahl BM, der von dem Sensorkopf **53** abgegeben wird, senkrecht zur Oberfläche des Werkstücks W verläuft, der reflektierte Lichtstrahl RBM demselben Pfad, und wird von dem Sensorkopf **53** empfangen.

[0068] Unter Berücksichtigung auch von **Fig. 12** ist bezüglich der Verteilung der Empfangslichtmenge, die wie voranstehend geschildert bestimmt wurde, bekannt, dass ein maximaler Spitzenwert erhalten wird, wenn der Laserstrahl BM senkrecht auf das Werkstück W gerichtet wird. Daher kann der Drehwinkel des Sensorkopfes **53** entsprechend dem maximalen Spitzenwert bestimmt werden, und wird auf der Grundlage dieses Drehwinkels die Feststellung des Biegewinkels θ des Werkstücks W ermöglicht. Hierbei muss nicht ausdrücklich erwähnt werden, dass der Biegewinkel tatsächlich 2 mal θ beträgt.

[0069] Als nächstes erfolgt auf der Grundlage von **Fig. 9** eine Beschreibung eines Verfahrens zur Bestimmung des Biegewinkels eines Werkstücks W unter Verwendung der voranstehend geschilderten Winkelmessereinrichtung **51** für Biegemaschinen.

[0070] Wenn die Winkelmessoperation begonnen wird (Schritt SS), während des Biegevorgangs, wird der Sensorkopf **53** entlang einer Richtung parallel zur Biegelinie zu einer Messposition bewegt (Schritt SS1). Unter Berücksichtigung eines Soll-Biegewinkels von 2θ dreht der Motor M den Sensorkopf **53** um $\theta - \alpha$, um den Beginn der Messungen vorzubereiten (Schritt SS2). Weiterhin werden der Maximalwertspeicher **79** und der Winkelspeicher **83** auf Null zurückgesetzt (Schritt SS3).

[0071] Es wird eine Beurteilung durchgeführt, ob der Biegevorgang beendet ist oder nicht (Schritt SS4), und falls eine Beendigung festgestellt wird, geht das Programm zu Messungen über. Der reflektierte Lichtstrahl RBM des zum Werkstück W von dem Sensor-

kopf **53** ausgesandten Laserstrahls BM wird empfangen, und die Menge an empfangenem Licht wird gemessen (Schritt SS5). Die gemessene Menge an empfangenem Licht wird dann mit dem Maximalwert bis zu diesem Zeitpunkt verglichen (Schritt SS6), und in jenem Fall, in welchem die gemessene Menge an empfangenem Licht größer als der Maximalwert bis zu diesem Zeitpunkt ist, wird der Maximalwertspeicher **79** durch die momentan festgestellte Menge an Empfangslicht aktualisiert, und gleichzeitig wird der Winkelspeicher **83** durch den momentanen Drehwinkel des Sensorkopfes **53** aktualisiert (Schritt SS7).

[0072] Andererseits wird in jenem Fall, in welchem im Schritt SS6 die gemessene Menge an Empfangslicht nicht größer als der Maximalwert bis zu diesem Zeitpunkt ist, oder nach Aktualisierung des Maximalwertes im Schritt SS7, der Drehwinkel des Sensorkopfes **53** dahingehend beurteilt, ob er gleich $\theta + \alpha$ ist (Schritt SS8), und wenn er kleiner als $\theta + \alpha$ ist, wird mit dem Sensorkopf **53** eine Drehung um einen Schritt durchgeführt, und kehrt das Programm zum Schritt SS5 zurück, wobei die Schritte von dort an wiederholt werden (Schritt SS9).

[0073] In jenem Fall, in welchem der Drehwinkel des Sensorkopfes **53** $\theta + \alpha$ erreicht, wird der Biegewinkel 2θ des Werkstücks W aus dem Drehwinkel berechnet, der in dem Winkelspeicher **83** gespeichert ist (Schritt SS10), und dann ist die Winkelmessoperation beendet (Schritt SE).

[0074] Zwar war bei der voranstehend geschilderten Ausführungsform der Sensorkopf **53** oben auf der Grundplatte **55** so angeordnet, dass er in der Richtung der Biegelinie bewegbar und drehbar war, jedoch ist es auch möglich, den Sensorkopf **53** auf dem Gestell der Abkantpresse anzubringen, so dass er in Richtung nach oben und unten und nach vorn und hinten bewegbar ist. Auf diese Weise kann ein größerer Bereich an Biegewinkeln gemessen werden.

[0075] Weiterhin werden bei einem anderen Verfahren sämtliche gemessene Werte gespeichert, und werden dann, nachdem die Messungen beendet wurden, die gespeicherten Daten getrennt auf einer Kurve geplottet, wobei die Maximalmenge an Empfangslicht, die aus dieser Kurve erhalten wird, zur Berechnung des entsprechenden Winkels verwendet wird. Bei diesem Verfahren ist eine Winkelmessung mit einer Genauigkeit unterhalb des gemessenen Drehwinkels des Sensorkopfes **53** möglich. Zwar wurden bei der vorliegenden Erfindung Messungen unter Presszuständen mit Hilfe des Stanzwerkzeugs und des Stempels durchgeführt, jedoch sind die Bedingungen, bei denen Messungen durchgeführt werden, nicht auf derartige Bedingungen beschränkt.

[0076] Falls infolge des Oberflächenzustands des Werkstücks das Reflexionsvermögen gering ist, ist es

darüber hinaus möglich, dadurch ein gutes Reflexionsvermögen zu erzielen, dass ein entsprechender Vorgang durchgeführt wird, beispielsweise das Anbringen eines geeigneten reflektierenden Bandes, und wird es möglich, die vorliegende Erfindung unabhängig von den Auswirkungen des Oberflächenzustands des Werkstücks durchzuführen.

[0077] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die voranstehend geschilderte Ausführungsform beschränkt, und durch Ausführung geeigneter Abänderungen lässt sich die vorliegende Erfindung auch auf andere Arten und Weisen durchführen. Es ist beispielsweise möglich, eine Anordnung auszubilden, die einen Sender zum Aussenden geeigneter elektromagnetischer Wellen oder Ultraschallwellen verwendet, wie einen Empfänger, statt des Lichtprojektors und des Lichtempfängers.

[0078] In diesem Fall werden die in den **Fig. 1** und **8** dargestellten Einrichtungen so abgeändert, dass die das optische System betreffende Anordnung durch eine Anordnung ersetzt wird, welche elektromagnetischen Wellen oder Ultraschallwellen entspricht, wobei die Winkelmess-einrichtung einen Winkelsensor aufweist, der mit einer Sendequelle zum Aussenden von Messwellen zu einem Messgegenstand aufweist, und mehrere Sensoren zum Empfang von dem Messgegenstand reflektierter Wellen, wobei die Sensoren an einander gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind, mit der Sendequelle dazwischen, und der Winkelsensor in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung in jener Ebene gedreht werden kann, in welcher die Sendequelle und jeder der Sensoren liegen; einen Drehwinkeldetektor zur Feststellung des Drehwinkels des Winkelsensors in Bezug auf eine vorbestimmte Bezugsposition; einen Spitzenwertmessabschnitt zur Feststellung des Spitzenwertes der reflektierten Welle, die von den optischen Sensoren empfangen wird; und einen Winkelberechnungsabschnitt zur Berechnung des Winkels des Messgegenstands auf der Grundlage des Drehwinkels des Winkelsensors, der durch den Drehwinkeldetektor festgestellt wird, und dem Spitzenwert entsprechen sollte, der von dem Spitzenwertmessabschnitt festgestellt wird.

[0079] Weiterhin ist es möglich, eine Winkelmess-einrichtung aufzubauen, die einen Winkelsensor aufweist, der eine Sendequelle zum Aussenden von Messwellen zu einem Messgegenstand aufweist, und zumindest ein Paar an Sensoren zum Empfang von dem Messgegenstand reflektierter Wellen, wobei das Paar der Sensoren an symmetrischen Positionen angeordnet ist, und die Sendequelle im Zentrum angeordnet ist, und der Winkelsensor in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung in jener Ebene gedreht werden kann, in welcher die Sendequelle und jeder der Sensoren liegen; einen Drehwinkeldetektor zur Feststellung des Drehwinkels des Winkelsensors in Bezug auf eine vorbestimmte Bezugsposition; und einen

Winkelberechnungsabschnitt zur Berechnung des Winkels des Messgegenstands auf der Grundlage des Drehwinkels des Winkelsensors, der von dem Drehwinkeldetektor festgestellt wird, wenn die Intensitäten der reflektierten Wellen, die von jedem der beiden Sensoren empfangen werden, gleich sind.

[0080] Weiterhin ist es möglich, eine Winkelmess-einrichtung aufzubauen, die einen Winkelsensor aufweist, der eine Sendequelle zum Aussenden von Messwellen zu einem Messgegenstand aufweist, und Sensoren zum Empfang von dem Messgegenstand reflektierter Wellen, wobei der Winkelsensor um eine Drehachse gedreht werden kann, die parallel zur Biegelinie des Messgegenstands verläuft; einen Drehwinkeldetektor zur Feststellung des Drehwinkels des Winkelsensors in Bezug auf eine vorbestimmte Bezugsposition; einen Spitzenwertmessabschnitt zur Feststellung des Spitzenwertes der reflektierten Welle, die von den Sensoren empfangen wird; einen Winkelmessabschnitt zur Feststellung des Drehwinkels des Winkelsensors, wenn der Spitzenwert von dem Spitzenwertmessabschnitt erhalten wird; und einen Winkelberechnungsabschnitt zur Berechnung des Winkels des Messgegenstands aus dem Drehwinkel, der von dem Winkelmessabschnitt erhalten wird.

[0081] Weiterhin kann bei dem Winkelsensor, der mit einer Sendequelle zum Aussenden von Messwellen auf den Messgegenstand und mit Sensoren zum Empfang der von dem Messgegenstand reflektierten Wellen versehen ist, eine derartige Anordnung mit mehreren Sensoren versehen werden, die an einander gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind, wobei die Sendequelle dazwischen liegt.

[0082] Wie voranstehend geschildert, trifft bei dem Winkelbestimmungsverfahren für Biegemaschinen gemäß der Erfindung und Patentanspruch 1 Messlicht, welches von der Lichtquelle des Drehwinkelsensors ausgesandt wird, auf den Messgegenstand auf, und wird das von diesem reflektierte Licht durch optische Sensoren empfangen, die an einander gegenüberliegenden Positionen in dem Winkelsensor angeordnet sind, mit der Lichtquelle dazwischen, und wird der Winkel des Messgegenstands aus den Drehwinkeln des Winkelsensors an jenen Positionen bestimmt, an welchen die von jedem der optischen Sensoren empfangene Lichtmenge einen Spitzenwert bildet. Da die Winkelbestimmung durch einen berührungsfreien Winkelsensor durchgeführt wird, besteht kein Risiko für das Auftreten äußerer Kräfte, die das Werkstück verformen, wie beim Stand der Technik, und dies ermöglicht eine äußerst genaue Winkelbestimmung. Da es nicht erforderlich ist, teure Geräte wie Abbildungsgeräte einzusetzen, kann darüber hinaus die gesamte Einrichtung kostengünstig hergestellt werden.

[0083] Bei der Winkelbestimmungseinrichtung für

Biegemaschinen gemäß der Erfindung und Patentanspruch 2 wird Messlicht von einer Lichtquelle zu dem Messgegenstand geschickt, während ein Winkelsensor in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung gedreht wird, und wird das von dem Messgegenstand reflektierte Licht durch mehrere optische Sensoren empfangen, die an jeweils gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind, wobei die Lichtquelle dazwischen angeordnet ist. Die zu diesem Zeitpunkt empfangene Lichtmenge ist synchronisiert mit dem Drehwinkel des Winkelsensors, der von dem Drehwinkel-detektor festgestellt wird, und wird für zukünftigen Gebrauch gespeichert, und auf der Grundlage der Daten bezüglich dieser Menge an empfangenem Licht stellt der Spitzenwertmessabschnitt den Spitzenwert der Menge an empfangenem Licht fest, und da ein Winkeldetektor den Winkel des Messgegenstands durch Berechnungen auf der Grundlage der Drehwinkel des Winkelsensors entsprechend den Spitzenwerten für jeden optischen Sensor bestimmt, besteht kein Risiko von Verformungen des Werkstücks infolge direkter oder indirekter Berührung wie beim Stand der Technik, und ermöglicht dies die Durchführung einer äußerst genauen Winkelbestimmung. Da es nicht erforderlich ist, teure Geräte, wie Abbildungsgeräte, einzusetzen, kann darüber hinaus die gesamte Einrichtung kostengünstig hergestellt werden.

[0084] Bei der Erfindung gemäß Patentanspruch 3 kann, da der Winkelsensor der im Patentanspruch 2 angegebenen Winkelbestimmungseinrichtung so ausgebildet ist, dass seine Position in einer Richtung orthogonal zur Biegelinie des Messgegenstands einstellbar ist, der Winkelsensor an der optimalen Position in Bezug auf den endgültigen Biege Winkel des Messgegenstands (Werkstücks) angeordnet werden, und dies ermöglicht es, eine zufriedenstellende Genauigkeit für verschiedene Biege Winkel zu erzielen.

[0085] Da bei der Erfindung gemäß Patentanspruch 4 der Winkelsensor der im Patentanspruch 2 oder 3 angegebenen Winkelbestimmungseinrichtung so ausgebildet ist, dass seine Position in einer Richtung parallel zur Biegelinie des Messgegenstands einstellbar ist, wird es möglich, dass der Winkelsensor einfach die Feststellung des Biege Winkels für mehrere Orte durchführen kann, beispielsweise sowohl für den linken und rechten Randabschnitt und den Zentrumsabschnitt des Messgegenstands.

Patentansprüche

1. Winkelbestimmungsverfahren mit den Verfahrensschritten des Aussendens von Bestimmungslicht in Richtung auf ein Messobjekt (W) von einer Lichtquelle (9), die in einem Winkelsensor (3) vorgesehen ist, der mit einer Vielzahl von optischen Sensoren (11, 13) ausgerüstet ist, die an wechselseitig gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind, wobei die

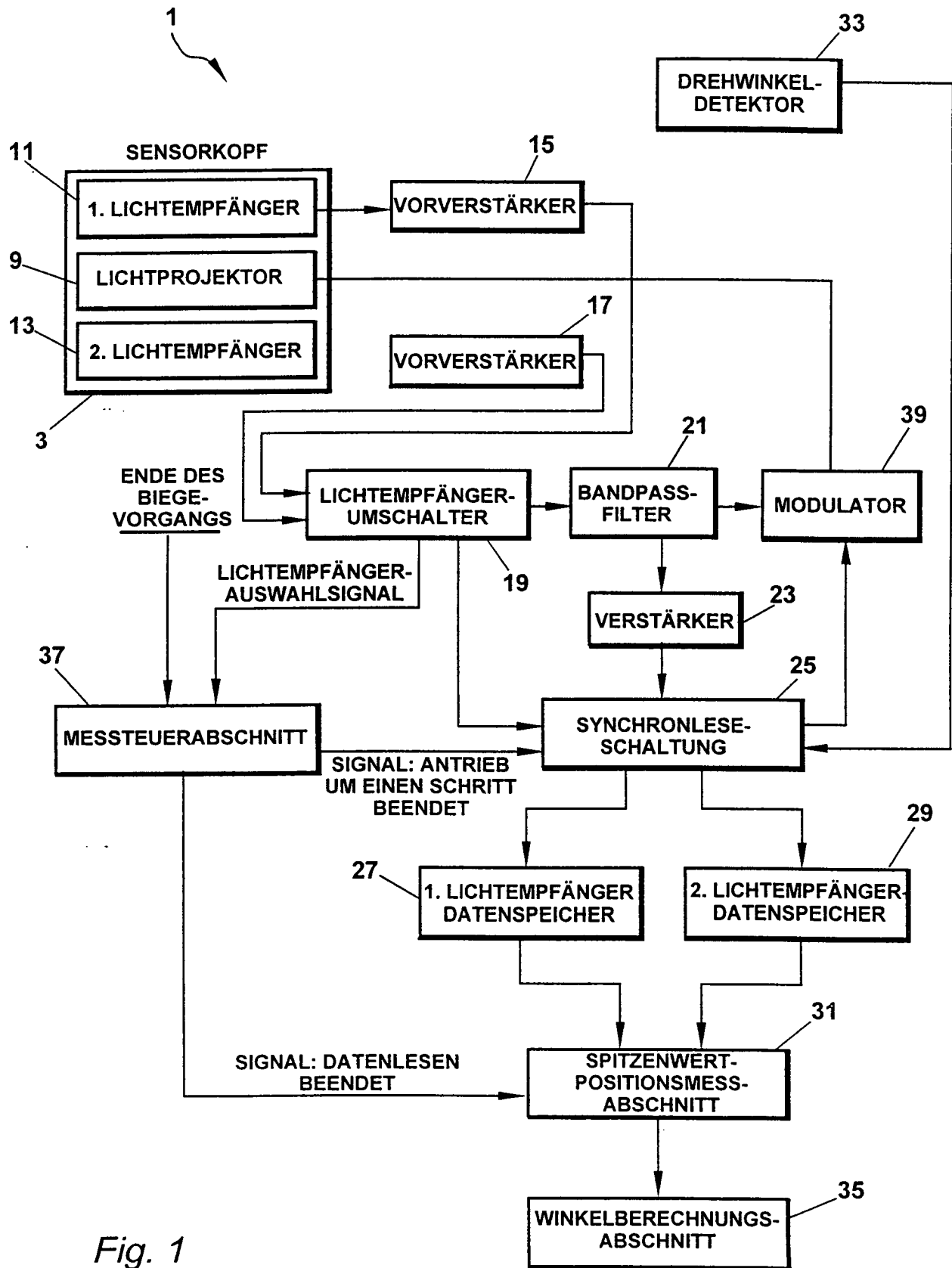
Lichtquelle (9) dazwischen liegt, und des Bestimmens des Winkels des Messobjektes (W);
dadurch gekennzeichnet, dass bei Biegemaschinen der Winkelsensor (3) in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung in jener Ebene gedreht wird, wo die Lichtquelle (9) und die optischen Sensoren (11, 13) angeordnet sind, und dass der Winkel des Messobjektes (W) bestimmt wird basierend auf dem Drehwinkel des Winkelsensors (3) zu derjenigen Zeit, wenn die Menge des durch einen der optischen Sensoren (11, 13) aufgefangenen Lichts sich an einem Maximum befindet und der Drehwinkel des Winkelsensors (3) zu der Zeit, wo die Menge des aufgefangenen Lichts durch den anderen optischen Sensor (13, 11) sich an einem Maximum befindet.

2. Winkelbestimmungsvorrichtung (1), mit einem Winkelsensor (3), der mit einer Lichtquelle (9) zum Aussenden von Bestimmungslicht in Richtung auf ein Messobjekt (W) ausgerüstet ist, und mit einer Vielzahl von optischen Sensoren (11, 13) zum Auffangen des reflektierten Lichts vom Messobjekt (W), wobei die optischen Sensoren (11, 13) an wechselseitig gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind, wobei die Lichtquelle (9) dazwischen angeordnet ist, und mit einem Winkelberechnungsbereich (35) zum Berechnen des Winkels des Messobjektes (W), dadurch gekennzeichnet, dass der Winkelsensor (3) in Vorwärts- und Rückwärtsrichtungen in derjenigen Ebene drehbar ist, wo die Lichtquelle (9) und die optischen Sensoren (11, 13) angeordnet sind, dass ein Drehwinkeldetektor (33) zum Feststellen des Drehwinkels des Winkelsensors (3) bezüglich einer vorbestimmten Referenzposition vorgesehen ist, dass ein Spitzenwert-Bestimmungsbereich (31) zum Feststellen der Spitzenwerte des reflektierten Lichts, das durch die optischen Sensoren aufgefangen wird, vorgesehen ist, und dass der Winkelberechnungsbereich (35) so ausgebildet ist, dass er den Winkel des Messobjektes (W) basierend auf dem Drehwinkel des Winkelsensors (3) berechnet, wie er durch den Drehwinkeldetektor (33) festgestellt wurde, der den Spitzenwerten entspricht, wie sie durch den Spitzenwert-Bestimmungsbereich (31) festgestellt wurden.

3. Winkelbestimmungsvorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei der Winkelsensor (3) so ausgebildet ist, dass seine Position in einer Richtung rechtwinklig zur Biegerichtung des Messobjektes (W) einstellbar ist.

4. Winkelbestimmungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Winkelsensor (3) so vorgesehen ist, dass seine Position in einer Richtung parallel zur Biegelinie des Messobjektes (W) einstellbar ist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen



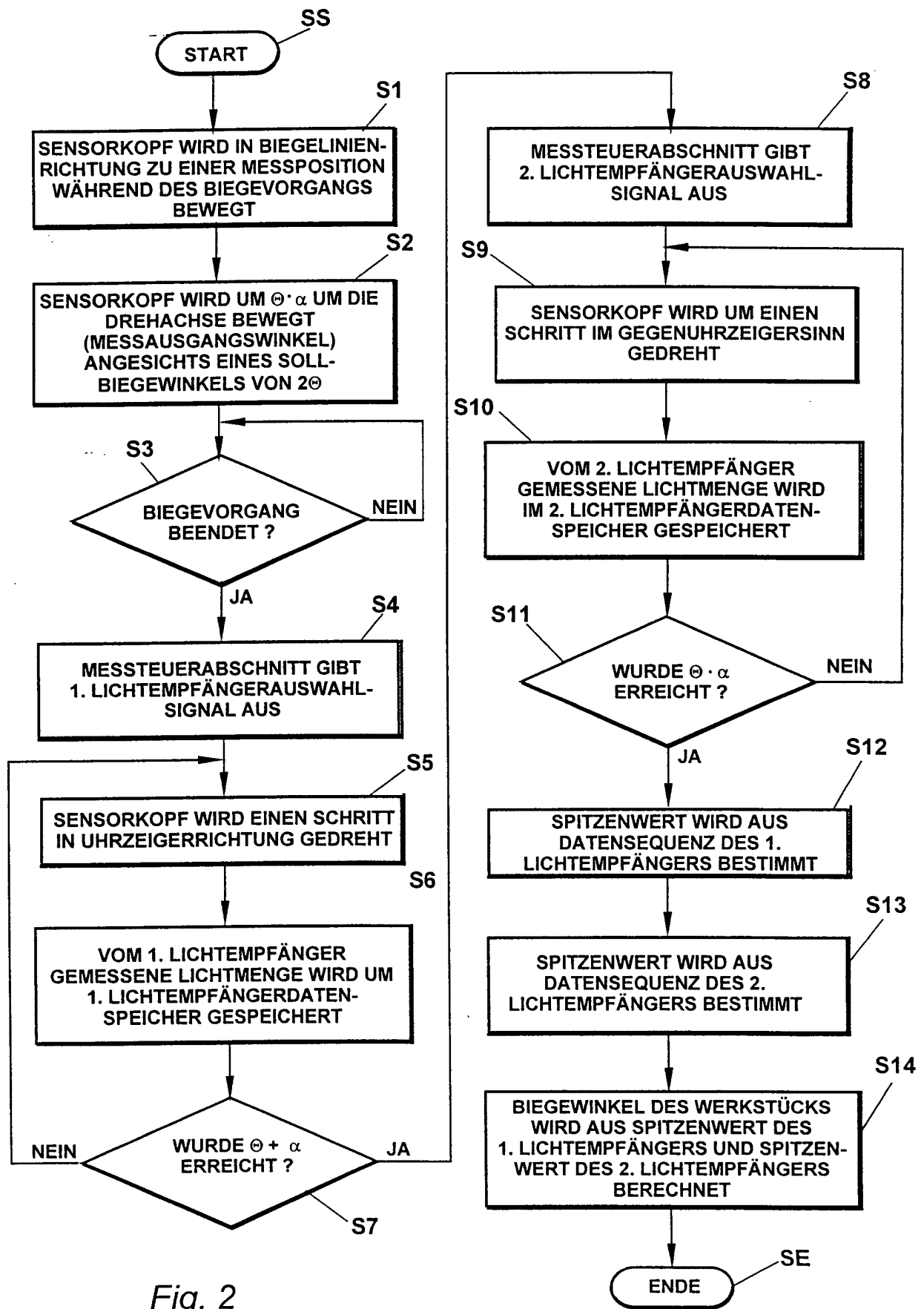


Fig. 2

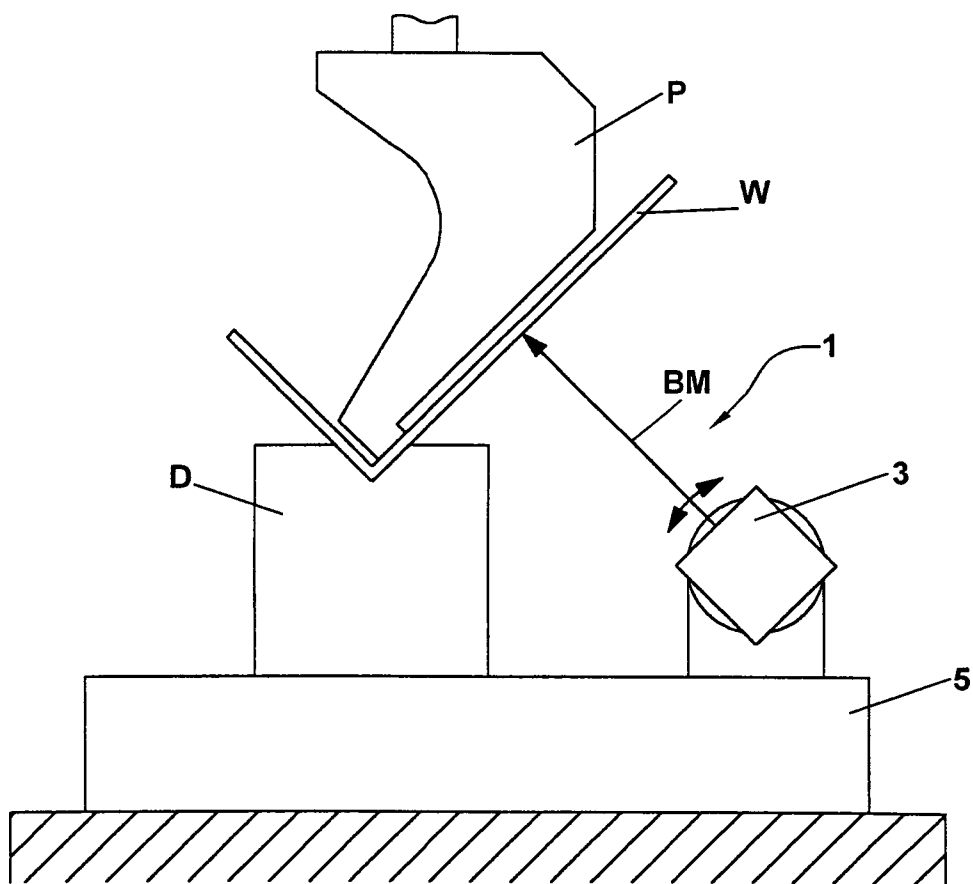
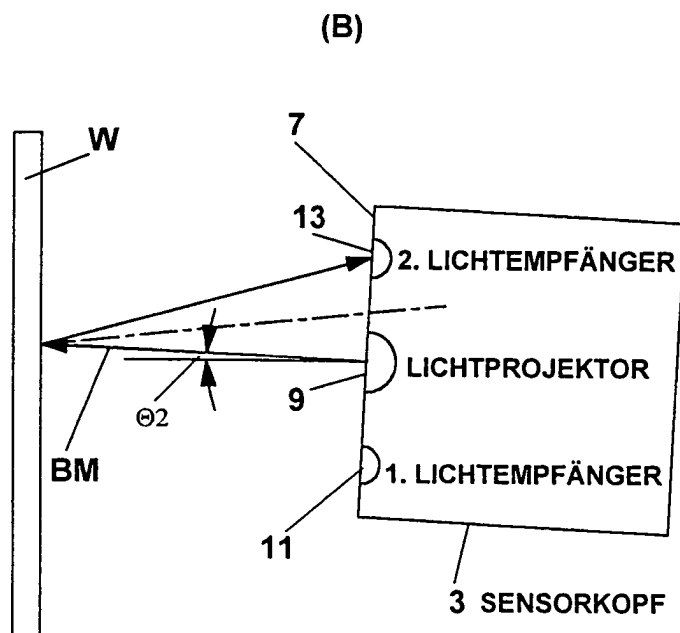
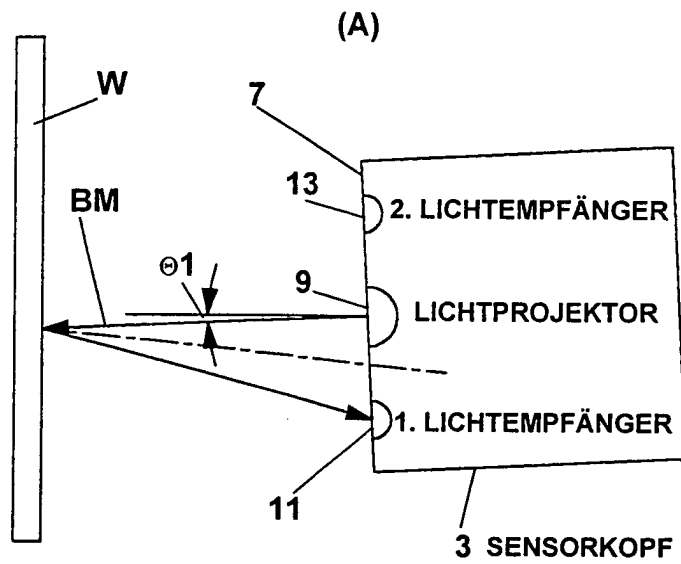


Fig. 3

Fig. 4



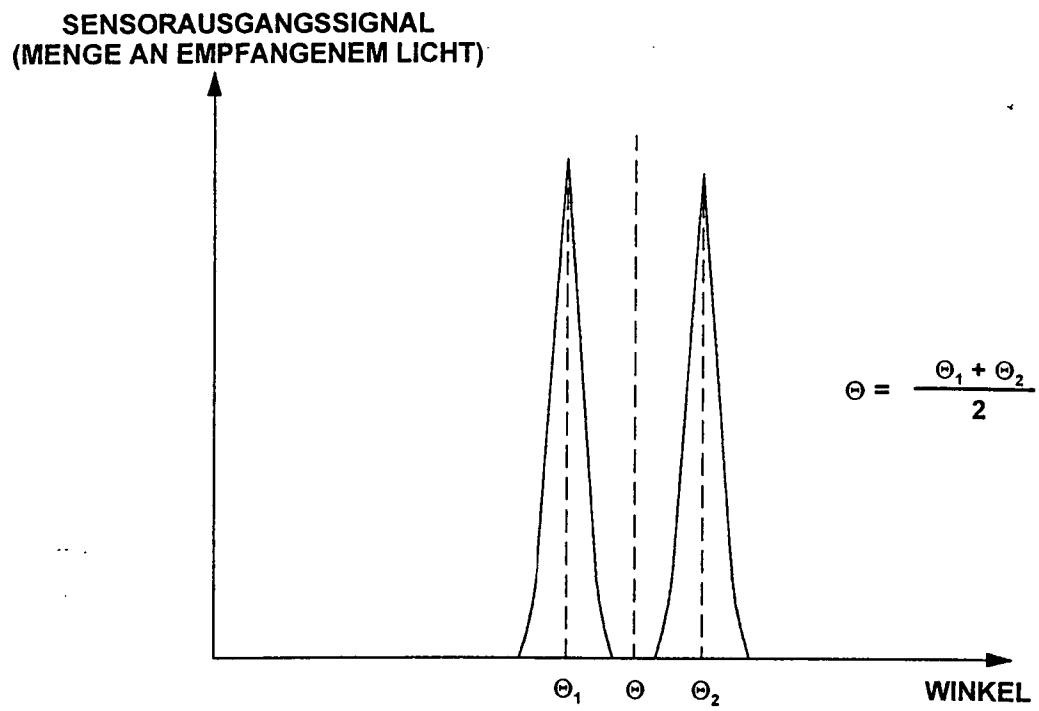


Fig. 5

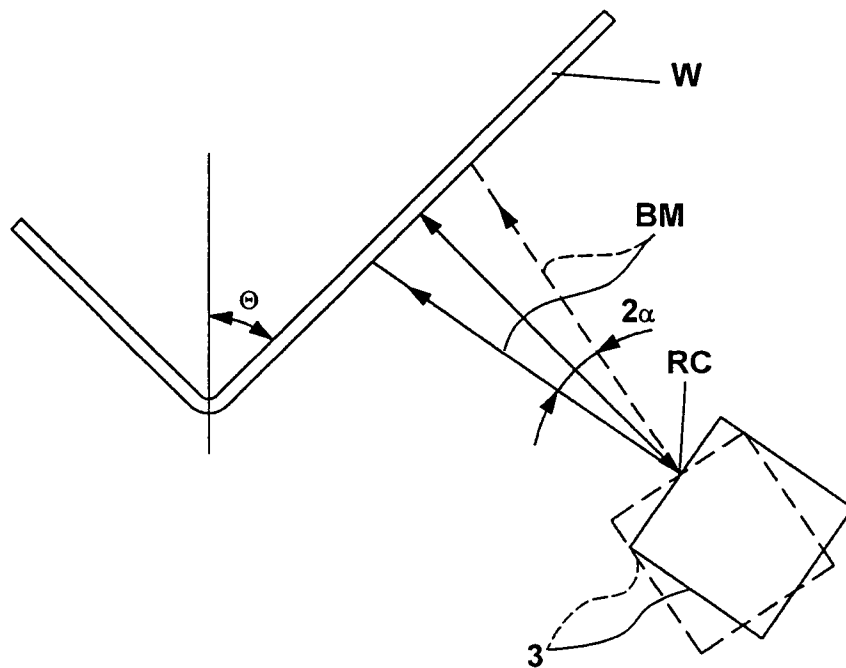


Fig. 6

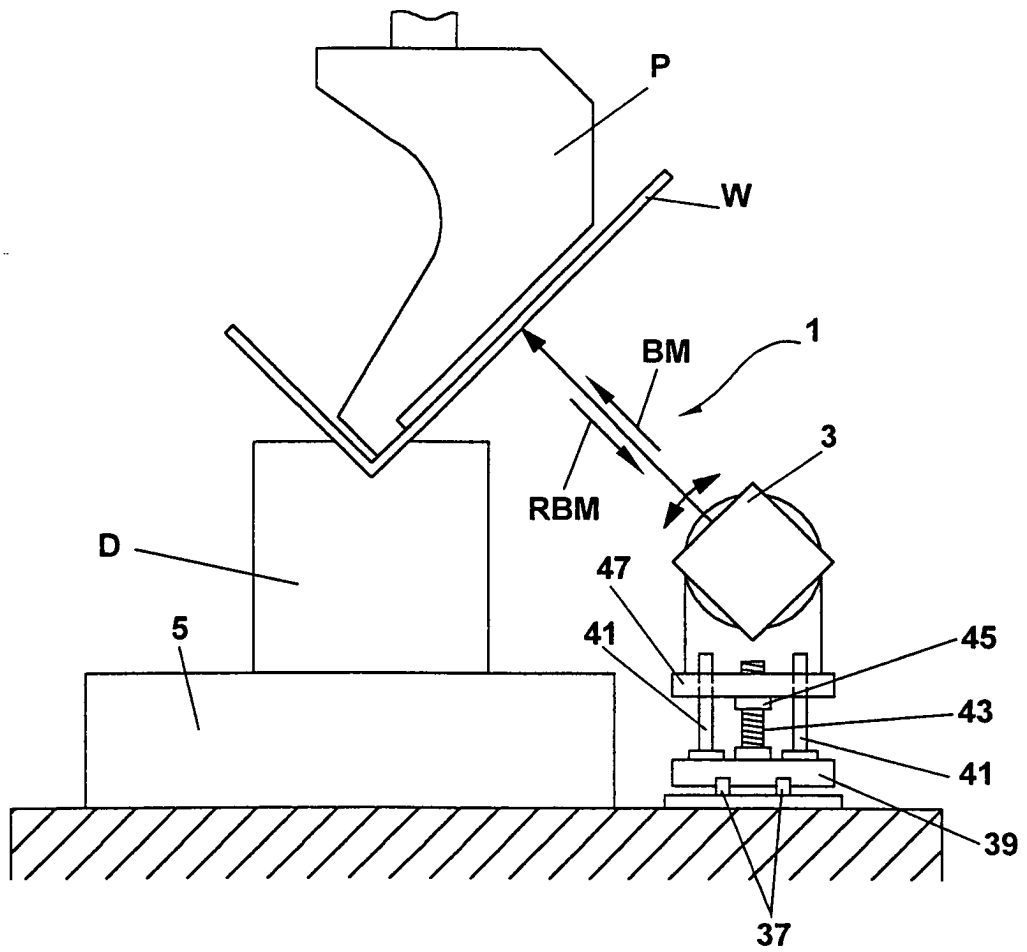


Fig. 7

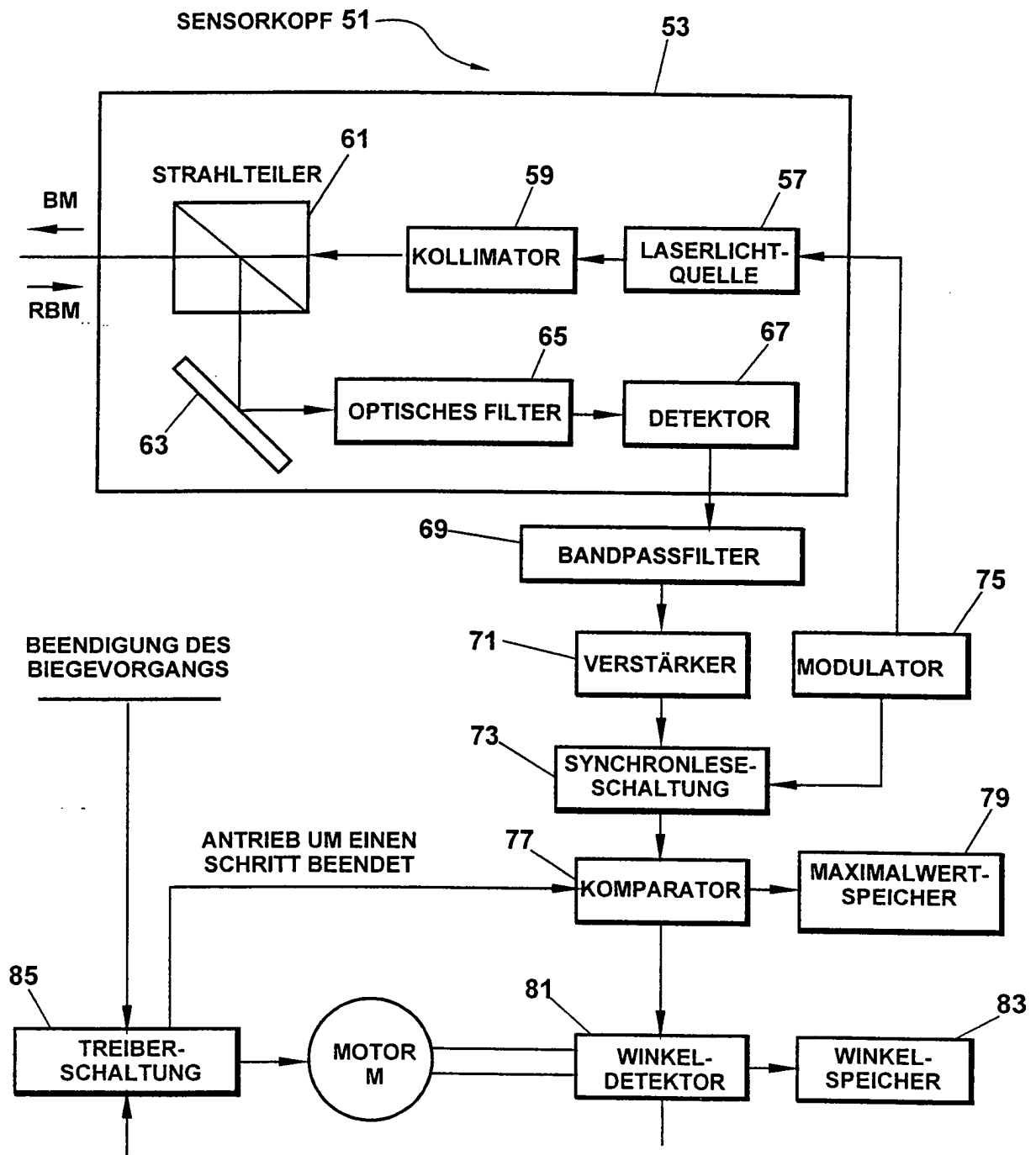
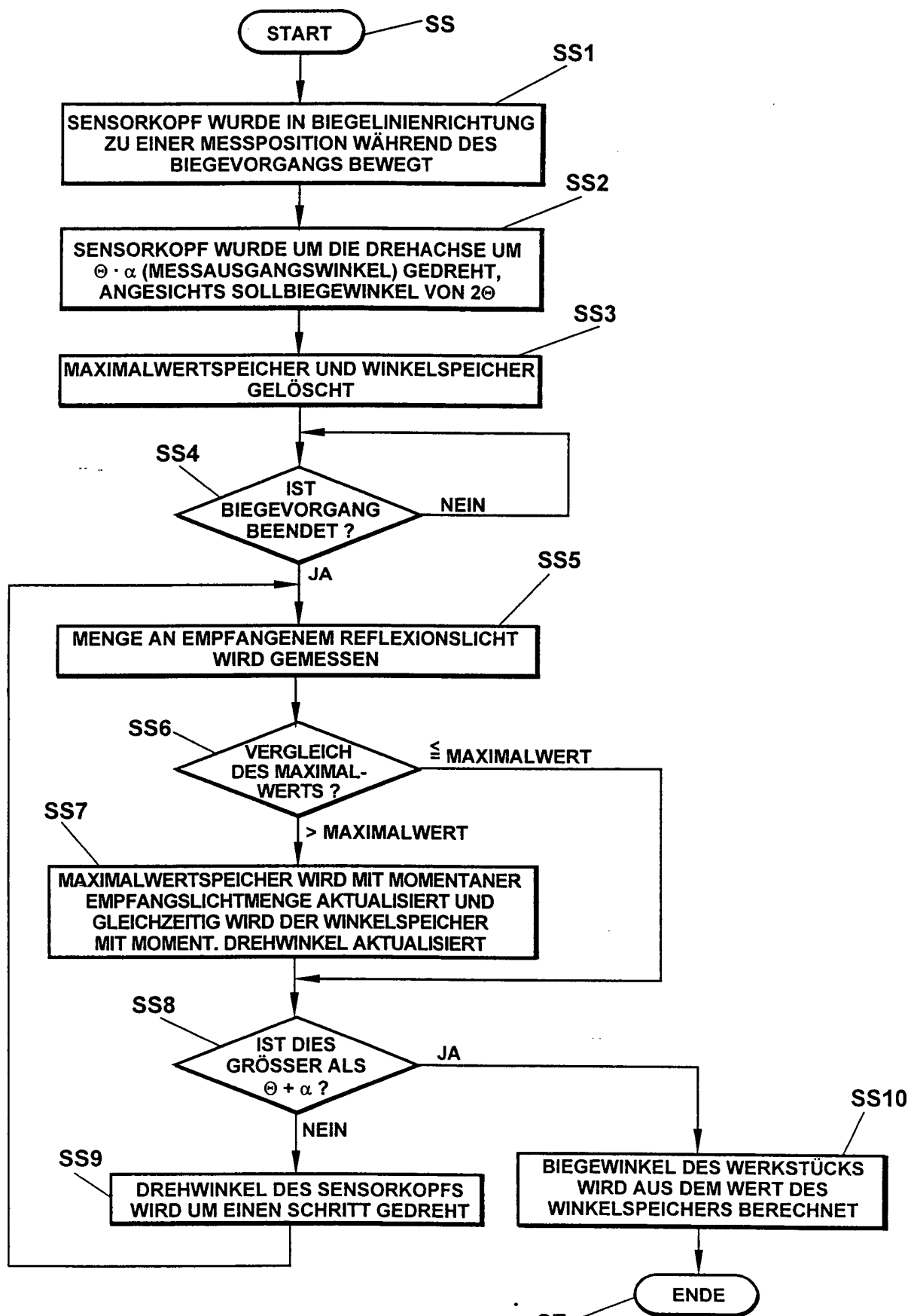


Fig. 8



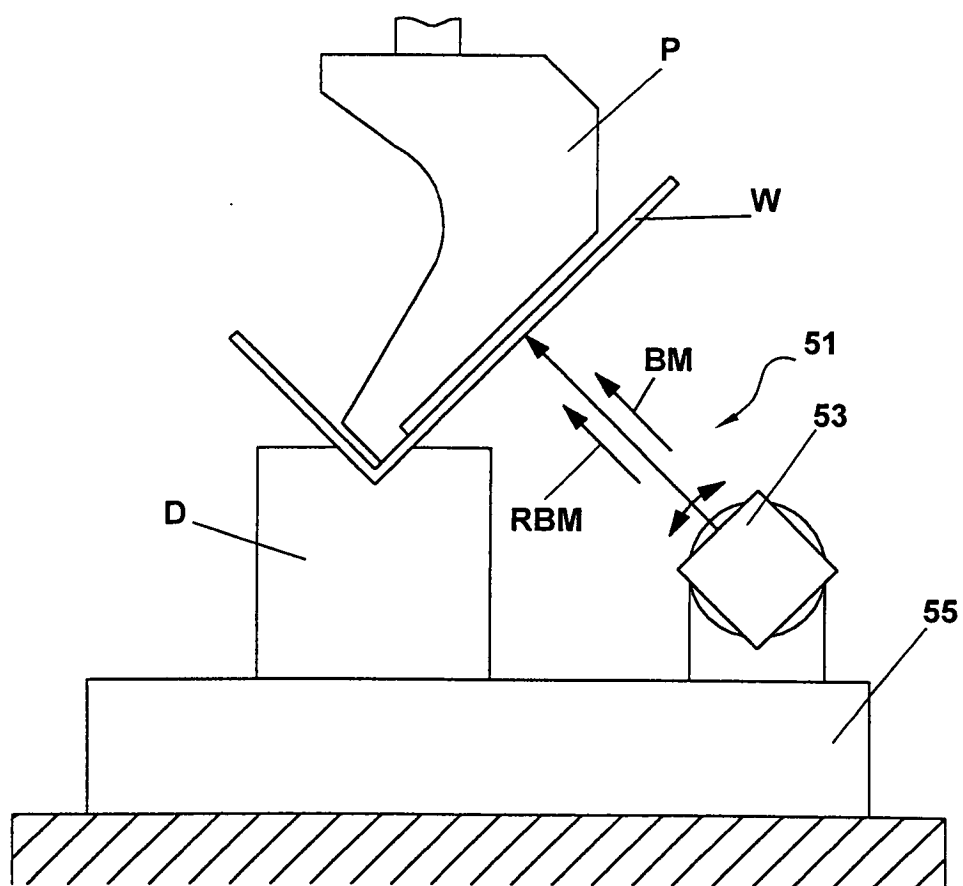


Fig. 10

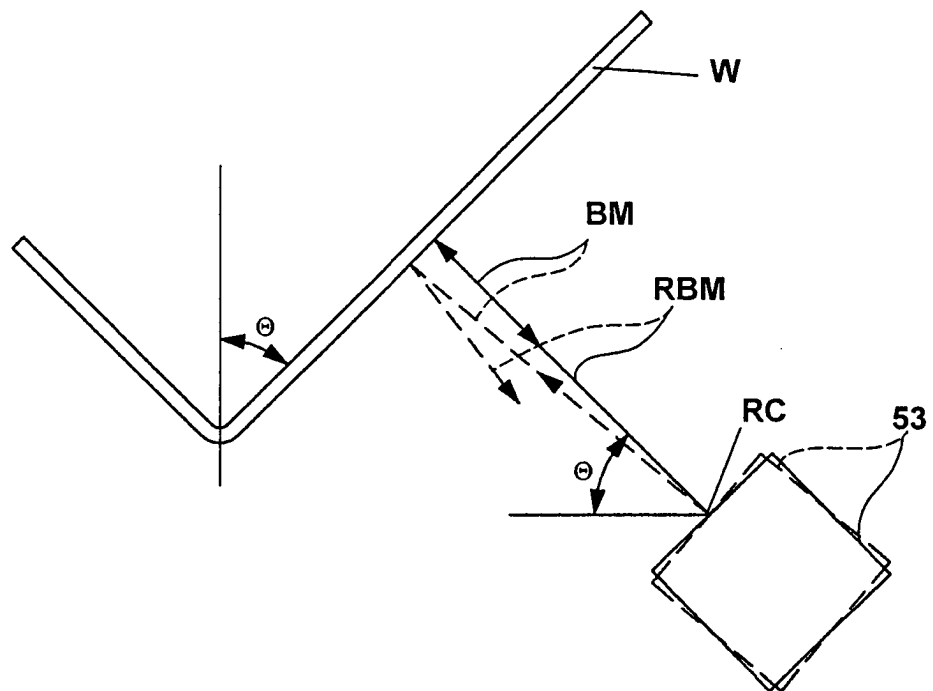


Fig. 11

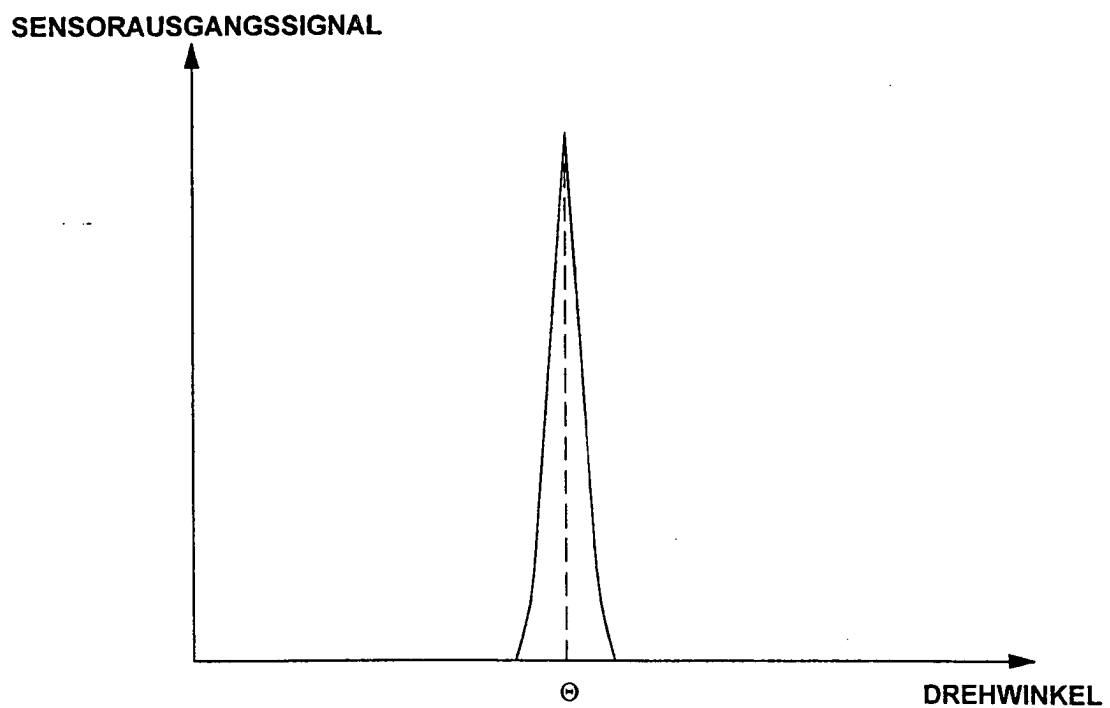


Fig. 12

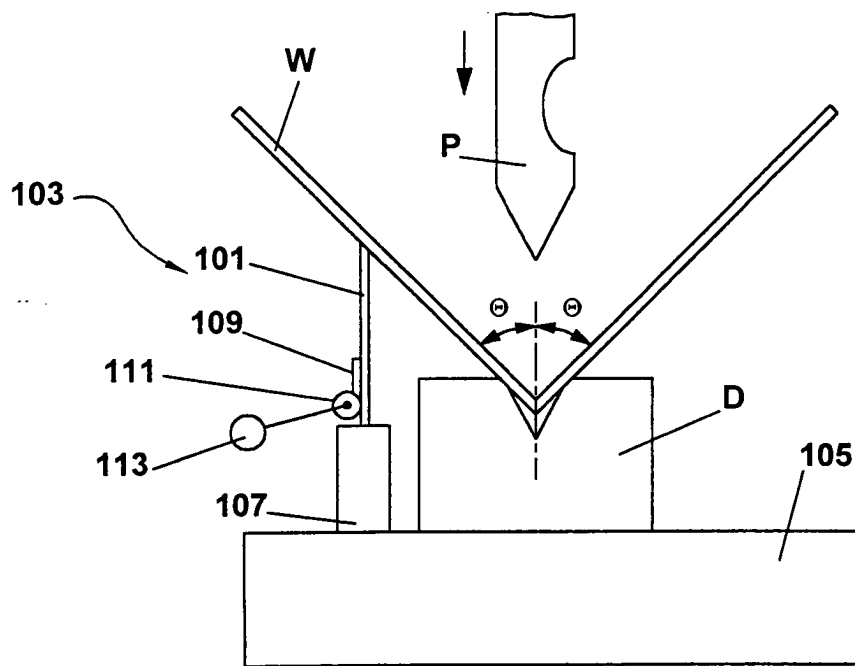


Fig. 13