

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 118/00

(51) Int.Cl.⁷ : **G01B 11/10**

(22) Anmeldetag: 21. 2.2000

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 3.2001

(45) Ausgabetag: 25. 4.2001

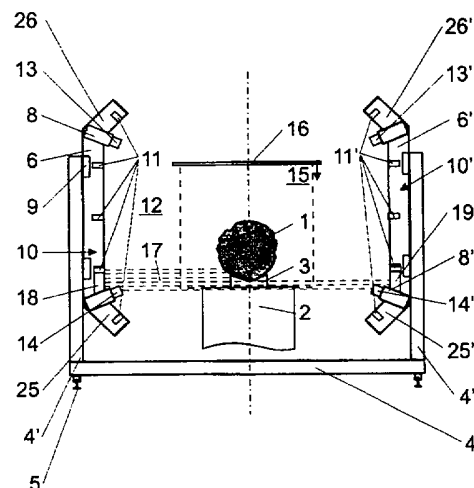
(73) Gebrauchsmusterinhaber:

ALSTOM AUSTRIA AG,
A-4018 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) **OPTOELEKTRONISCHE MESSVORRICHTUNG**

(57) Es wird eine optoelektronische Meßvorrichtung zum Erfassen der Querschnittskonturen und Maße eines bewegten Gegenstandes (1) beschrieben, welche in einer quer zur Bewegungsrichtung des Gegenstandes (1) stehenden Meßebe (12) angeordnete Sende-Elemente (11,11') an seitlichen Meßrahmen (10, 10') befestigte Flächenkameras (13, 14; 13', 14') zum Empfang des vom Gegenstand (1) reflektierten Lichtes und eine Auswerte-Einheit (20) umfaßt, wobei der zu erfassende Gegenstand (2) in der Meßebe (12) zwischen zwei parallelen, die Meßebe (12) seitlich begrenzenden Meßbalken (6, 6') geführt ist.

Die Flächenkameras (13, 14; 13', 14') sind in einem vorbestimmten Abstand zur Meßebe (12) je an einem Querträger (8, 8') des Meßrahmens (10, 10') fest montiert und es sind wenigstens vier spiegelbildlich montierte Flächenkameras (13, 14; 13', 14') vorgesehen. Zur Kalibrierung der optoelektronischen Meßvorrichtung durch Speicherung einer Referenzmatrix in der Auswerte-Einheit (20) wird jeweils eine definierte Meßschiene (16) in einem rechteckigen Meßfeld (15) der Meßebe (12) vertikal angeordnet und in gleichen Positionsschritten zuerst von links nach rechts, dann umgekehrt und in der Folge horizontal angeordnet und zuerst von oben nach unten, dann umgekehrt geführt.



Die Erfindung bezieht sich auf eine optoelektronische Meßvorrichtung zum Erfassen der Querschnittskonturen und Maße eines bewegten Gegenstandes, insbesondere eines Holzstammes, welche in einer quer zur Bewegungsrichtung des Gegenstandes stehenden Meßebeane angeordnete, fächerförmige Laserstrahlen erzeugende Sende-Elemente, an seitlichen Meßrahmen befestigte Flächenkameras zum Empfang des vom Gegenstand reflektierten Lichtes und eine Auswerte-Einheit umfaßt, wobei der zu erfassende Gegenstand in der Meßebeane zwischen zwei parallelen, die Meßebeane seitlich begrenzenden Meßbalken geführt ist.

Zur dreidimensionalen Erfassung von Holzstämmen sind Systeme bekannt, beispielsweise aus der EP-A-0 871 008, die nach dem sogenannten Lichtschnittverfahren arbeiten. Dabei werden Linienlaser verwendet, die auf dem Holzstamm senkrecht zur Bewegungsrichtung einen Lichtstrich abbilden. Das von der Stammoberfläche reflektierte Licht wird mittels einer Flächenkamera (CCD) unter einem Winkel abgetastet. Am Kamera-Array kann daher immer nur ein Konturabschnitt des Stammumfanges abgebildet werden. Zur Erfassung der gesamten Stammkontur sind wenigstens drei Flächenkameras und Linienlaser erforderlich.

Um die aufgenommenen Rohdaten der Flächenkameras mittels mathematischer Umrechnung nach dem Lichtschnitt- bzw. Triangulationsverfahren in Punkte in einem definierten absoluten Koordinatensystem transformieren und auswerten zu können, müssen folgende geometrische Daten bekannt sein:

Abstand zwischen Meßebeane und optischem Mittelpunkt des Flächenkameraobjektives, Neigungswinkel der Flächenkamera zur Meßebeane, Neigungswinkel der Flächenkamera zur Horizontalen und Brennweite des Flächenkameraobjektives.

Die Genauigkeit der Meßergebnisse ist im wesentlichen von der Präzision der geometrischen Anordnung der Flächenkameras, aber auch von Nichtlinearitäten der Kameraobjektive abhängig.

Das mathematische Umrechnungsverfahren ist außerdem sehr rechnerintensiv und daher für hohe Fördergeschwindigkeiten beim Längsdurchlauf von Holzstämmen ungeeignet.

Durch die in der Folge aufgezeigte erfindungsgemäße Ausführung wird eine optoelektronische Meßvorrichtung der eingangs genannten Art bezweckt, mit der es ermöglicht wird, auf wirtschaftliche Art, berührungslos die Querschnittskonturen und Maße bewegter Gegenstände mit eichfähiger Genauigkeit und hoher Zuverlässigkeit, auch bei Fördergeschwindigkeiten über 200m/min. und bestehenden Nichtlinearitäten der Kameraobjektive, zu erfassen.

Dies wird insbesondere dadurch erreicht, daß die mit den seitlichen Meßrahmen fest verbundenen Meßbalken freie, zur Meßebeine hin geneigte Enden aufweisen, in welchen wenigstens je ein Sende-Element angeordnet ist, die Flächenkamas in einem vorbestimmten Abstand zur Meßebeine je an einem Querträger des Meßrahmens fest montiert sind, wenigstens vier spiegelbildlich montierte Flächenkamas vorgesehen sind, und zur Kalibrierung der optoelektronischen Meßvorrichtung durch Speicherung einer Referenzmatrix in der Auswerte-Einheit jeweils eine definierte Meßschiene in einem rechteckigen Meßfeld der Meßebeine vertikal angeordnet und in gleichen Positionsschritten zuerst von links nach rechts, dann umgekehrt und in der Folge horizontal angeordnet und in gleichen Positionsschritten zuerst von oben nach unten, dann umgekehrt geführt wird.

Die Umwandlung der aufgenommenen Rohdaten der Flächenkamas in die Referenzmatrix erfordert keine präzise Anordnung der Flächenkamas hinsichtlich Abstand und Neigung zur Meßebeine. Es müssen lediglich die Meßbereiche der Flächenkamas zum Meßfeld hin eingerichtet und fixiert werden. Diese Fixierung wird durch die feste Verbindung der seitlichen Meßrahmen und Meßbalken sowie fixe Montage der Flächenkamas an Querträgern der Meßrahmen erreicht. Damit von den Flächenkamas auch die oberste und unterste Kontur des Holzstammes erfaßt werden kann, sind in den freien, zur Meßebeine hin geneigten Enden der Meßbalken Sende-Elemente angeordnet, die an diesen Teilen der Holzstammkontur Lichtstriche abbilden.

Wird die Meßschiene im Meßfeld vertikal von links nach rechts geführt, können in den Flächenkamas des rechten Meßrahmens die X-Daten der Referenzmatrix aufgenommen werden. Bei der Führung von rechts nach links die X-Daten von den Flächenkamas des linken Meßrahmens. Die Aufnahme der Y-Daten von den oberen Flächenkamas der seitlichen Meßrahmen erfolgt bei der horizontalen Führung der Meßschiene von unten nach oben. Wird die Meßschiene im Meßfeld horizontal von oben nach unten geführt, erfolgt die Aufnahme der Y-Daten von den unteren Flächenkamas der seitlichen Meßrahmen. Vorhandene Nichtlinearitäten der Kameraobjektive können durch die Speicherung der Referenzmatrix kompensiert werden.

Um den Kalibriervorgang zu vereinfachen, wird die definierte Meßschiene im Meßfeld bevorzugterweise in Positionsschritten von 25mm geführt.

Die Daten dazwischenliegender Positionen der Meßschiene können durch Interpolation ergänzt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführung kann neben den Meßbalken eine zweite, quer zur Bewegungsrichtung des Gegenstandes stehende Meßebeine zur zusätzlichen Parallel-Scannung der untersten Querschnittskontur des Gegenstandes mittels Sende- und Empfangsdioden vorgesehen sein.

Holzstämme werden meist mittels Kettenförderer in ihrer Längsrichtung durch optoelektronische Meßvorrichtungen transportiert. Durch die zusätzliche Parallel-Scannung wird es ermöglicht, die unterste Querschnittskontur auch dann zu erfassen, wenn ein Förderhaken die Meßebeine passiert und den projizierten Lichtstrich der Sende-Elemente abschattet.

In einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die Meßbalken aus dichten Aluminiumgehäusen, in welchen je fünf Sende-Elemente justierbar montiert sind.

Eine besonders einfach justierbare und wartungsfreundliche Ausführung wird erreicht, wenn die Sende-Elemente jeweils aus einer Einheit mit Halbleiterlaserdiode, Kollimations- und Strichoptik bestehen.

Bevorzugterweise sind die Flächenkameras an eine Auswerte-Einheit mit Prozessor angeschlossen, der ausgebildet ist, um die Flächenkameras zyklisch abzufragen und aus den erfaßten 4 Teilkonturen eine geschlossene Gesamtkontur zu bilden.

Die Auswerte-Einheit mit Prozessor kann ausgebildet sein, um an die Gesamtkontur in 5 Grad-Schritten 18 senkrecht zueinanderstehende parallele Durchmesserpaare anzulegen und ein Durchmesserpaar zur weiteren Verarbeitung, beispielsweise Volumsberechnung des Gegenstandes, zu selektieren.

Die Montageöffnungen für die Sende-Elemente in den Meßbalken, Abdeckhauben und Befestigungsschrauben der Flächenkameras und Gehäuse der Auswerte-Einheit sind vorzugsweise plombierbar ausgeführt.

Im Folgenden wird an Hand der beiliegenden Zeichnung ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 den Aufriß einer erfindungsgemäßen Meßvorrichtung, Fig. 2 die Schnittdarstellung der Meßvorrichtung gemäß der Symmetrielinie und Fig. 3 eine perspektivische Ansicht.

In Fig. 1 ist schematisch ein Kettenförderer 2 gezeichnet, auf welchem Holzstämme 1 in ihrer Längsrichtung transportiert werden. Die Holzstämme 1 liegen dabei auf sogenannten Förderhaken 3 des Kettenförderers 2 auf.

Symmetrisch zum Kettenförderer 2 ist ein im Fundament 5 verankertes stabiles, U-förmiges Traggestell 4 angeordnet, dessen Schenkel 4' jeweils mit einem aus zwei senkrechten Balken 6, 7, 6', 7' und vier waagrechten Querträgern 8, 9, 8', 9' bestehenden Meßrahmen 10, 10' fest verbunden sind.

Die Balken 6, 6' sind als Meßbalken ausgeführt und bestehen aus einem dichten Aluminiumgehäuse, in welchen je fünf Sende-Elemente 11, 11' justierbar montiert sind. Die Sende-Elemente 11, 11' sind als Einheit mit Halbleiterlaserdioden, Kollimations- und Strichoptik ausgeführt. Im aktivierten Zustand erzeugen die Sende-Elemente 11, 11' fächerförmige Laserstrahlen mit einer Wellenlänge von 785 nm, die sich am Umfang des Holzstammes 1 als Lichtstrich abbilden, sofern eine auf die Meßebe 12 bezogene Justierung erfolgt ist.

An den vier Querträgern 8, 8' ist in einem vorbestimmten Abstand zur Meßebe 12 je eine Flächenkamera 13, 14, 13', 14' fest montiert, deren optische Achsen etwa in einem Winkel von 45° auf die Mitte des Meßfeldes 15 der Meßebe 12 gerichtet sind. Die lichtempfindliche Fläche der Kameras besteht beispielsweise aus 256x256 PIN-Dioden. Durch eine kamerainterne Bewertung der Lichtintensität empfangener Strahlen ist eine Verdoppelung auf 512 Spalten möglich.

Bei einem Abfragezyklus empfängt jede Flächenkamera 13, 14; 13', 14' eine Teilkontur des am Umfang des Holzstammes 1 abgebildeten Laserlichtstriches. Damit die Lage jedes Lichtpunktes nicht durch mathematische Umrechnung nach dem bekannten Lichtschnittverfahren bzw. durch Triangulation rechnerintensiv erfolgen muß, wird nachstehende Vorgangsweise angewandt:

Für jede Flächenkamera 13, 14; 13', 14' wird im strichlierten Meßfeld 15 der Meßebe 12 eine zweidimensionale Zahlenmatrix X-Y, beispielsweise mit 256 x 256 Positionen definiert. An jeder dieser 65.536 Positionen steht ein absoluter X- und Y-Wert bezogen auf das definierte Koordinatensystem im Meßfeld 15.

Die Ermittlung dieser Absolutwerte erfolgt mittels einer definierten Meßschiene 16, die im rechteckigen Meßfeld 15 der Meßebe 12 in Positionsschritten von 25 mm von oben nach unten, links nach rechts und umgekehrt geführt wird.

Mit der in Fig. 1 dargestellten, horizontal angeordneten Meßschiene 16 wird gerade mit der Aufnahme der absoluten Y-Werte in den Flächenkameras 14, 14' begonnen. In der Folge wird die definierte Meßschiene 16 in 25 mm-Schritten in Richtung des Pfeiles nach unten bewegt.

Nach Abschluß der Aufnahme werden die fehlenden Positionen der Referenzmatrix durch Interpolation ergänzt.

Bei einem Abfragezyklus, der beispielsweise von der Auswerte – Einheit 20 (Fig. 3) mit Prozessor nach jedem Kettenförderervorschub von 1 cm ausgelöst wird, werden die Rohmeßwerte der 4 Flächenkameras 13, 14; 13', 14' zur Verfügung gestellt und im Prozessor mit Hilfe der Referenzmatrix in Meßwerte umgewandelt. Danach werden die 4 Teilkurven zu einer gemeinsamen Kontur zusammengefügt und ein Durchmesserpaar zur weiteren Verarbeitung bzw. Volumsberechnung selektiert.

Der Kettenförderer 2 besitzt einen Wegmeßgeber, der wegäquivalente elektrische Signale liefert, so daß in der Auswerte-Einheit 20 aus der Meßzeit und Zahl der Signale die Holzstammlänge errechenbar ist. Aus der Form und Lage der in den Abfragezyklen erfaßten Querschnittskonturen ist der Holzstamm 1 dreidimensional, inklusive Krümmung, Ovalität, Durchmesser, Konizität etc., darstellbar. Dazu kann die Auswerte-Einheit 20 an einem übergeordneten Rechner zur Visualisierung und digitalen Anzeige diverser Daten angeschlossen sein.

In Fig. 2 erkennt man, daß der Holzstamm 1 gerade die Meßebe 12 passiert. Der Förderhaken 3 befindet sich noch vor der Meßebe 12, kann daher den gerade laufenden Abfragezyklus nicht beeinflussen. Tritt jedoch der Förderhaken 3 in die Meßebe 12 ein, nachdem der Kettenförderer 2 den Holzstamm 1 in Richtung des Pfeiles weiterbewegt hat, erfolgt eine Abschattung des Lichtstriches auf der untersten Querschnittskontur des Holzstammes 1.

Um diese Abschattung kompensieren zu können, ist neben den Meßbalken 6,6' eine zur Meßebe 12 parallele Meßebe 17 zur Parallel-Scannung der untersten Querschnittskontur des Holzstammes 1 mit Sende- und Empfangsdioden-Reihen 18, 19 vorgesehen.

Durch diese Parallel-Scannung kann eine unterste horizontale Tangente der Gesamtkontur des Holzstammquerschnittes erfaßt und der Auswerte-Einheit 20 zur Referenzmatrix-bezogenen Auswertung und Zuordnung zugeführt werden.

In Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht der optoelektronischen Meßvorrichtung dargestellt. Durch dünne Linien ist der Strahlengang der zehn Sende-Elemente 11,11' in der Meßebe 12 gezeichnet. An den beiden Meßrahmen 10,10' ist je eine Auswerte-Einheit 20 befestigt an die die Sende-Elemente 11, 11' , Flächenkamas 13, 14; 13', 14' und Sende- und Empfangsdiolen 18, 19 der Parallel-Scannung angeschlossen sind. Beide Auswerte-Einheiten 20 kommunizieren mit einem übergeordneten Rechner in der Leitstelle der Anlage.

Ansprüche

1. Optoelektronische Meßvorrichtung zum Erfassen der Querschnittskonturen und Maße eines bewegten Gegenstandes, insbesondere eines Holzstammes, welche in einer quer zur Bewegungsrichtung des Gegenstandes stehenden Meßebeane angeordnete, fächerförmige Laserstrahlen erzeugende Sende-Elemente, an seitlichen Meßrahmen befestigte Flächenkameras zum Empfang des vom Gegenstand reflektierten Lichtes und eine Auswerte-Einheit umfaßt, wobei der zu erfassende Gegenstand in der Meßebeane zwischen zwei parallelen, die Meßebeane seitlich begrenzenden Meßbalken geführt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den seitlichen Meßrahmen (10, 10') fest verbundenen Meßbalken (6, 6') freie, zur Meßebeane (12) hin geneigte Enden (25, 26; 25', 26') aufweisen, in welchen wenigstens je ein Sende-Element (11, 11') angeordnet ist, die Flächenkameras (13, 14, 13', 14') in einem vorbestimmten Abstand zur Meßebeane (12) je an einem Querträger (8, 8') des Meßrahmens (10, 10') fest montiert sind, wenigstens vier spiegelbildlich montierte Flächenkameras (13, 14; 13', 14') vorgesehen sind, und zur Kalibrierung der optoelektronischen Meßvorrichtung durch Speicherung einer Referenzmatrix in der Auswerte-Einheit (20) jeweils eine definierte Meßschiene (16) in einem rechteckigen Meßfeld (15) der Meßebeane (12) vertikal angeordnet und in gleichen Positionsschritten zuerst von links nach rechts, dann umgekehrt und in der Folge horizontal angeordnet und in gleichen Positionsschritten zuerst von oben nach unten, dann umgekehrt geführt wird.
2. Optoelektronische Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die definierte Meßschiene (16) im Meßfeld (15) in Positionsschritten von 25 mm geführt wird.
3. Optoelektronische Meßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Meßbalken (6,6') eine zweite, quer zur Bewegungsrichtung des Gegenstandes (1) stehende Meßebeane (17) zur zusätzlichen Parallel-Scannung der untersten Querschnittskontur des Gegenstandes (1) mittels Sende- und Empfangsdioden (18, 19) vorgesehen ist.

4. Optoelektronische Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßbalken (6,6') aus dichten Aluminiumgehäusen bestehen, in welchen je fünf Sende-Elemente (11,11') justierbar montiert sind.
5. Optoelektronische Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende-Elemente (11,11') jeweils aus einer Einheit mit Halbleiterlaserdioden, Kollimations- und Strichoptik bestehen.
6. Optoelektronische Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächenkameras (13, 14; 13', 14') an eine Auswerte-Einheit (20) mit Prozessor angeschlossen sind, der ausgebildet ist, um die Flächenkameras (13, 14; 13', 14') zyklisch abzufragen und aus den erfaßten vier Teilkonturen eine geschlossene Gesamtkontur des Querschnittes des Gegenstandes (1) zu bilden.
7. Optoelektronische Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerte-Einheit (20) mit Prozessor ausgebildet ist, um an die ermittelte Gesamtkontur in 5 Grad-Schritten 18 senkrecht zueinander stehende parallele Durchmesserpaare anzulegen und ein Durchmesserpaar zur weiteren Verarbeitung, beispielsweise Volumsberechnung des Gegenstandes (1), zu selektieren.
8. Optoelektronische Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Montageöffnungen für die Sende-Elemente (11,11') in den Meßbalken (6,6'), Abdeckhauben und Befestigungsschrauben der Flächenkameras (13, 14; 13', 14') und Gehäuse der Auswerte-Einheit (20) plombierbar ausgeführt sind.

Fig. 2

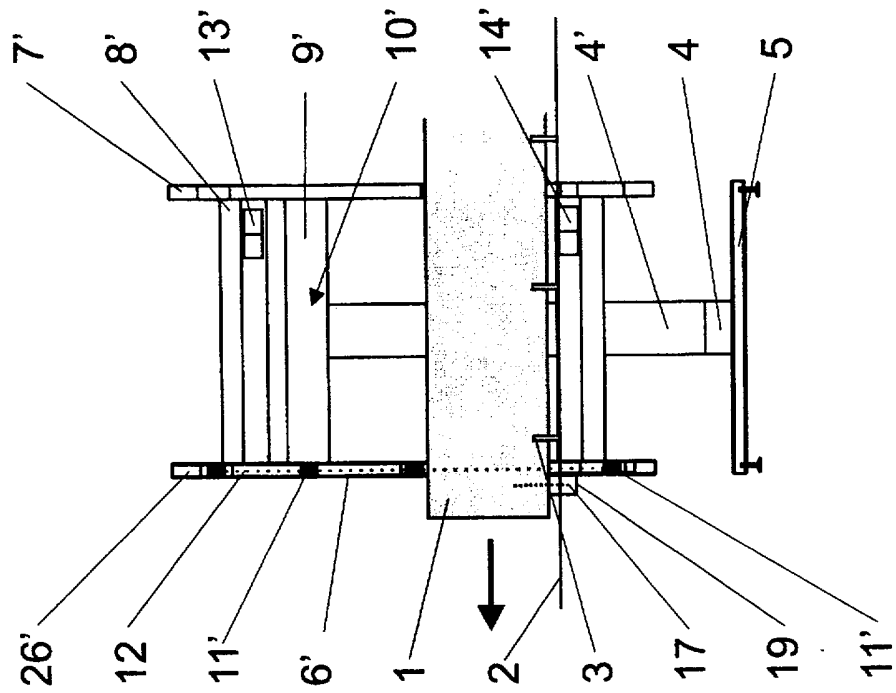


Fig. 1

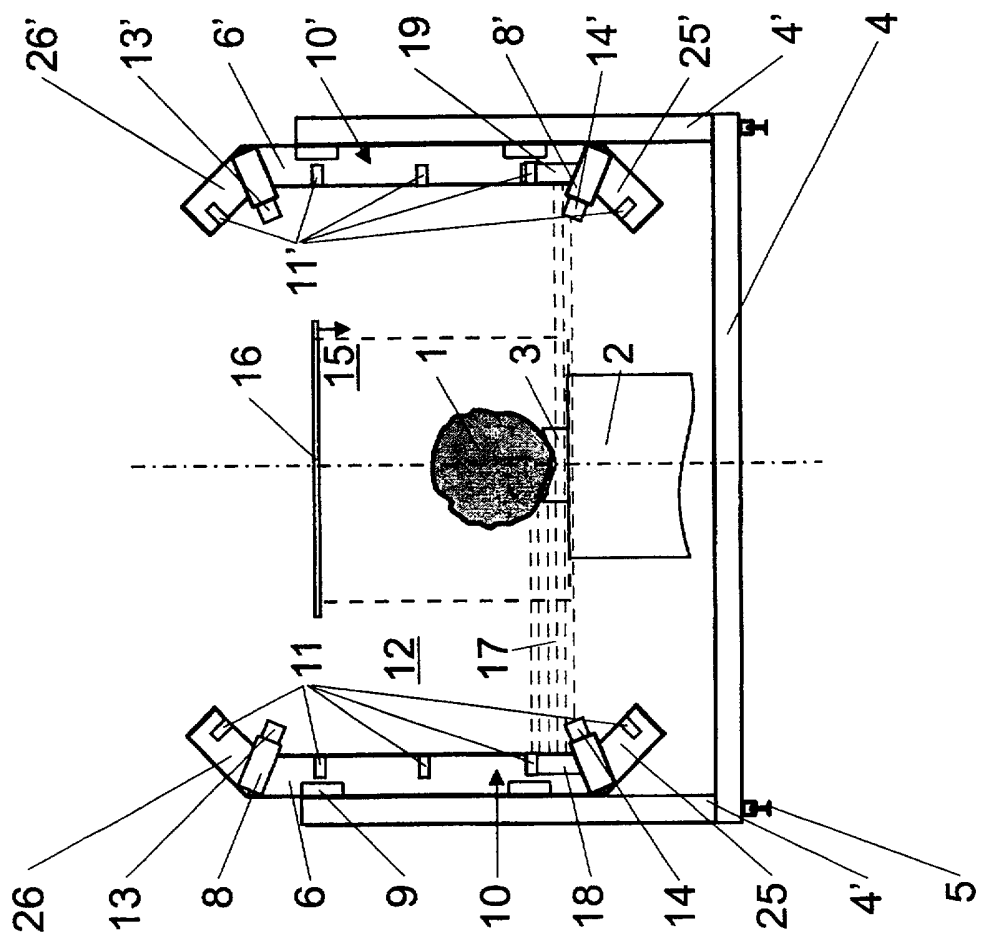
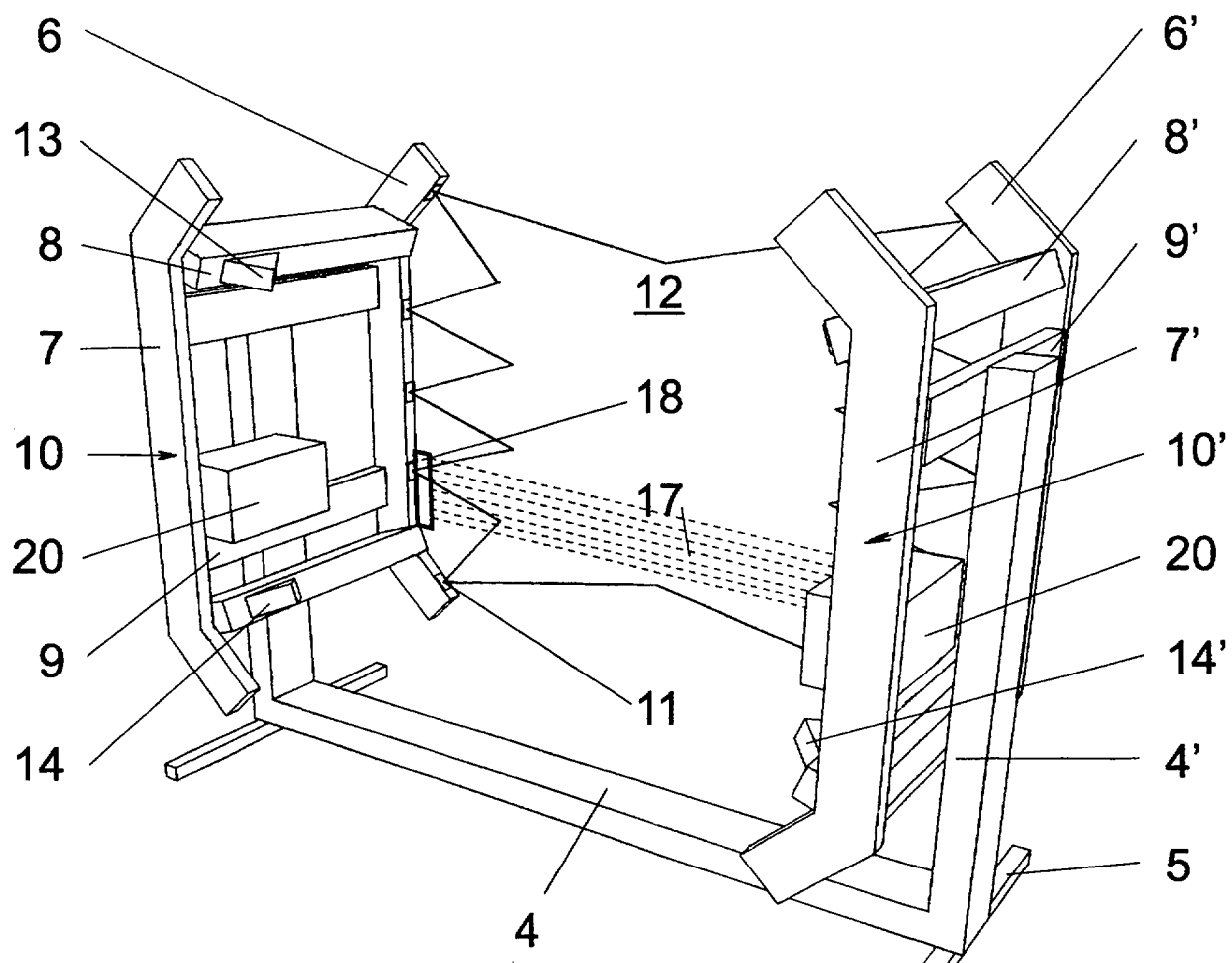


Fig. 3





ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

AT 004 259 U1

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95
TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A
Postscheckkonto Nr. 5.160.000 BLZ: 60000 SWIFT-Code: OPSKATWW
UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

RECHERCHENBERICHT

zu 4 GM 118/2000

Ihr Zeichen: PD/Ro/hs

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC⁷: G 01 B 11/10

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): G 01 B 11/10

Konsultierte Online-Datenbank: WPI

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 12 Uhr 30, Dienstag 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschülerschaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax. Nr. 01 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 153) **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte „Patentfamilien“ (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter der Telefonnummer 01 / 534 24 - 725.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
A	AT 403 738 B (KEBA) 25. Mai 1998 (25.05.98)	1
A	WO 93/25894 A1 (FAGUS-GRECON) 23. Dezember 1993 (23.12.93)	1

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Kategorien der angeführten Dokumente (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur **raschen Einordnung** des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):

„A“ Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.

„Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. 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 den Fachmann naheliegend** ist.

„X“ Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.

„P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)

„&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

Ländercodes:

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;
EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;
RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);
WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes

Datum der Beendigung der Recherche: 29. September 2000 Prüfer: Dr. Nardai