



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 698 428 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
28.02.1996 Patentblatt 1996/09

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B21B 38/10

(21) Anmeldenummer: 95109639.5

(22) Anmeldetag: 21.06.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE GB IT

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
D-80333 München (DE)

(30) Priorität: 08.07.1994 DE 4424153

(72) Erfinder: Grüss, Ansgar, Dipl.-Ing.  
D-91058 Erlangen (DE)

### (54) Einrichtung zur Erfassung des Walzspaltes zwischen zwei Arbeitswalzen eines Walzgerüsts

(57) Zur Erfassung des Walzspaltes (23) zwischen zwei Arbeitswalzen (5, 6) eines Walzgerüsts (1) mit einem Walzenständer (2) und einer Arbeitswalzen-Biegevorrichtung, bei der jedes von insgesamt vier Arbeitswalzen-Einbaustücken (9, 10), welche die Arbeitswalzen (5, 6) an ihren Enden lagern, über jeweils zwei, auf gegenüberliegenden Seiten der jeweiligen Arbeitswalzen (5, 6) angeordnete Hydraulikzylinder (18, 19, 20, 21) unmittelbar gegenüber dem Walzenständer (2) verstellbar sind, sind in den Hydraulikzylindern (18, 19, 20, 21) Positionsgeber eingebaut, denen eine Auswerteeinrichtung zur Bestimmung des Walzspaltes aus den von den Positionsgebern gelieferten Positionswerten nachgeordnet ist.

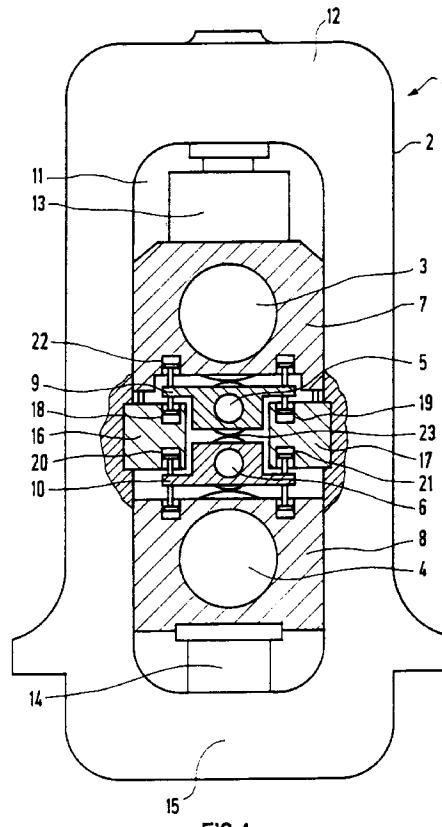


FIG 1

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erfassung des Walzspaltes zwischen zwei Arbeitswalzen eines Walzgerüsts mit einem Walzenständer und einer Arbeitswalzen-Biegevorrichtung, bei der jedes von insgesamt vier Arbeitswalzen-Einbaustücken, welche die Arbeitswalzen an ihren Enden lagern, über jeweils zwei, auf gegenüberliegenden Seiten der jeweiligen Arbeitswalze angeordnete Hydraulikzylinder unmittelbar gegenüber dem Walzenständer verstellbar sind.

Bei der Regelung der Walzgutdicke in einem Walzgerüst besteht die Schwierigkeit, daß die Walzgutdicke als interessierende Regelgröße nicht ohne weiteres regeltechnisch auswertbar am Ort ihrer Entstehung, nämlich dem Walzspalt, gemessen werden kann und daher nicht zur unmittelbaren Ausregelung von Störungen, wie z.B. Exzentrizitäten der Walzen, herangezogen werden kann. Nach dem sogenannten Gaugemeter-Prinzip kann jedoch die momentane Walzgutdicke  $h_a$  im Bereich des Walzspaltes rechnerisch aus der Anstellposition  $s$  der Walzen, der Walzkraft  $F_W$  und der Federkonstanten  $c_G$  des Walzgerüsts zu

$$h_a + \Delta R = s + F_W / c_G$$

bestimmt werden, wobei  $\Delta R$  die Störungen, also z.B. die Walzenexzentrizitäten, bezeichnet.

Aus BBC-Nachrichten, 1976, Heft 1, Seiten 38 - 44, ist es bekannt, den Abstand zwischen den Einbaustücken der Stützwalzen zu erfassen und als Hilfsregelgröße bei der Dickenregelung zu verwenden. Aus dem gemessenen Abstand zwischen den Stützwalzen-Einbaustücken kann jedoch der Walzspalt zwischen den Arbeitswalzen nicht unmittelbar bestimmt werden, weil zusätzlich die Einflüsse der Lageraufschwemmung der Stützwalzenzapfen in den Morgoil-Lagern und die Exzentrizitäten der Stützwalzen berücksichtigt werden müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine weitgehend direkte Erfassung des Walzspaltes zwischen den Arbeitswalzen eines Walzgerüsts zu ermöglichen, wobei von einem Walzgerüst mit einer Arbeitswalzen-Biegevorrichtung ausgegangen wird, wie sie beispielsweise aus "Handbuch der Fertigungstechnik", Band 2/1, Carl Hanser Verlag, 1983, Seite 453, Bild 80, bekannt ist.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei der Einrichtung der eingangs angegebenen Art in den Hydraulikzylindern Positionsgeber eingebaut sind und daß den Positionsgebern eine Auswerteeinrichtung zur Bestimmung des Walzspaltes aus den von den Positionsgebern gelieferten Positionswerten nachgeordnet ist.

Dabei bestimmt die Auswerteeinrichtung vorzugsweise aus den Positionswerten  $s_r$  und  $s_l$  der Positionsgeber in den jeweils beiden zur Verstellung eines Arbeitswalzen-Einbaustücks dienenden Hydraulikzylindern einen gemeinsamen Positions-Istwert  $s_o = \frac{1}{2}(s_r + s_l) - [(s_r - s_l) \cdot r/x] \cdot \tan[\frac{1}{2} \arctan((s_r - s_l)/x)]$ , wobei  $x$  den Abstand zwischen den beiden Hydraulikzylindern und  $r$  den Abstand zwischen der Achse der zugehörigen Arbeitswalze und einer Linie bezeichnet, die die Angriffspunkte der Hydraulikzylinder an dem Arbeitswalzen-Einbaustück verbindet.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird im folgenden auf die Figuren der Zeichnung Bezug genommen; im einzelnen zeigen

- FIG 1 ein Walzgerüst mit einer Arbeitswalzen-Biegevorrichtung,
- FIG 2 einen Ausschnitt aus der Arbeitswalzen-Biegevorrichtung mit zwei, an einem Arbeitswalzen-Einbaustück angreifenden Hydraulikzylindern,
- FIG 3 eine schematische Darstellung der geometrischen Verhältnisse im Bereich der in FIG 2 gezeigten Arbeitswalzen-Biegevorrichtung und
- FIG 4 ein schematisches Blockschaltbild mit Positionsgebern und einer Auswerteeinrichtung zur Walzspaltbestimmung.

Das in FIG 1 gezeigte Walzgerüst besteht aus einem Walzenständer 2, in dem eine obere und untere Stützwalze 3 bzw. 4 sowie zwei Arbeitswalzen 5 und 6 angeordnet sind. Die beiden Stützwalzen 3 und 4 sind an ihren beiden Enden über Morgoil-Lager in Stützwalzen-Einbaustücken 7 und 8 gelagert; die beiden Arbeitswalzen 5 und 6 sind in entsprechenden Arbeitswalzen-Einbaustücken 9 und 10 gelagert. FIG 1 zeigt das Walzgerüst 1 von seiner Antriebsseite, also von der Seite, auf der der Antrieb der Walzen erfolgt, so daß nur die auf dieser Seite liegenden Einbaustücke 7 bis 10 zu sehen sind. Auf der rückwärtigen Bedienseite des Walzgerüsts, auf der die einzelnen Walzen ausgewechselt werden können, sind entsprechende Einbaustücke in gleicher Anordnung vorhanden. Die Stützwalzen-Einbaustücke 7 und 8 sind in einem Fenster 11 des Walzenständers 2 geführt. Zwischen dem oberen Querhaupt 12 des Walzenständers 2 und dem Einbaustück 7 der oberen Stützwalze 3 ist eine hydraulische Anstellvorrichtung 13 angeordnet. Das Einbaustück 8 der unteren Stützwalze 4 ist über eine Keilverstelleinrichtung 14 gegen das untere Querhaupt 15 des Walzenständers 2 abgestützt.

In dem Fenster 11 des Walzenständers 2 befinden sich fest installierte Zylinderblöcke (Mae-West-Blöcke) 16 und 17, in denen Hydraulikzylinder 18 bis 21 zur positiven Arbeitswalzenbiegung eingebaut sind. Dabei greifen jeweils zwei Hydraulikzylinder, z.B. 18 und 19, auf gegenüberliegenden Seiten der Arbeitswalzen, hier der Arbeitswalze 5, an dem zugehörigen Arbeitswalzen-Einbaustück 9 an, wie dies in FIG 2 näher dargestellt ist. Zur Erzielung einer negativen

Arbeitswalzenbiegung sind in den Stützwalzen-Einbaustücken 7 und 8 weitere Hydraulikzylinder 22 eingebaut, die ebenfalls gegen die Arbeitswalzen-Einbaustücke 9 und 10 wirken.

Zur Messung des Walzspaltes 23 zwischen den beiden Arbeitswalzen 5 und 6 sind in den Hydraulikzylindern 18 bis 21 in den Zylinderblöcken 16 und 17 hier nicht gezeigte Positionsgeber eingebaut. Durch den Einbau der Positionsgeber in den Hydraulikzylindern 18 bis 21 wird eine Beschädigung oder Verschmutzung der Positionsgeber während des Walzbetriebs verhindert.

FIG 2 zeigt das Arbeitswalzen-Einbaustück 9 mit der darin gelagerten Arbeitswalze 5 und den beiden Hydraulikzylindern 18 und 19 in den Zylinderblöcken 16 und 17. In jedem der beiden Hydraulikzylinder 18 und 19 ist jeweils ein Positionsgeber 24 bzw. 25 eingebaut. Die Achse 26 der Arbeitswalze 5 liegt in der Mitte zwischen den beiden Hydraulikzylindern 18 und 19, deren Abstand zueinander mit x bezeichnet ist. Die Angriffspunkte der Hydraulikzylinder 18 und 19 an dem Arbeitswalzen-Einbaustück 9 sind mit 27 und 28 bezeichnet.

FIG 3 verdeutlicht die geometrischen Verhältnisse an dem Arbeitswalzen-Einbaustück 9. Dabei ist mit r der Abstand zwischen der Achse 26 der Arbeitswalze 5 und der Verbindungslinie 29 zwischen den beiden Angriffspunkten 27 und 28 der Hydraulikzylinder 18 und 19 an dem Einbaustück 9 bezeichnet. Bei Schräglage des Einbaustücks 9 liefert der Positionsgeber einen Positions値 s<sub>r</sub> und der Positionsgeber 25 einen Positions値 s<sub>l</sub>. Aus den beiden Positions値en s<sub>r</sub> und s<sub>l</sub> wird ein gemeinsamer Positions値 s<sub>o</sub> berechnet, der bei waagrechter Lage des Einbaustücks 9 von beiden Positionsgebern 18 und 19 geliefert wird; dabei gilt

$$s_o = \frac{1}{2}(s_r + s_l) - [(s_r - s_l) \cdot r/x] \cdot \tan[\frac{1}{2} \arctan((s_r - s_l)/x)].$$

Insgesamt werden vier solcher gemeinsamen Positions値e s<sub>o1</sub>, s<sub>o2</sub>, s<sub>o3</sub> und s<sub>o4</sub> ermittelt, wobei für die obere Arbeitswalze 5 auf der Antriebsseite der Wert s<sub>o1</sub> und auf der Bedienseite der Wert s<sub>o2</sub> und für die untere Arbeitswalze 6 auf der Antriebsseite der Wert s<sub>o3</sub> und auf der Bedienseite der Wert s<sub>o4</sub> bestimmt wird. Unter der Annahme, daß bei geschlossenem Leerwalzspalt gilt s<sub>o1</sub>=s<sub>o2</sub>=s<sub>o3</sub>=s<sub>o4</sub>=0 ergibt sich der Walzspalt auf der Antriebsseite zu h<sub>A</sub>=s<sub>o1</sub>+s<sub>o3</sub> und auf der Bedienseite h<sub>B</sub>=s<sub>o2</sub>+s<sub>o4</sub>.

Das Blockschaltbild in FIG 4 zeigt die insgesamt acht Positionsgeber 24, 25, 30, 31, 32, 33, 34 und 35, die an einer Auswerteeinrichtung 36 angeschlossen sind. Innerhalb der Auswerteeinrichtung 36 werden aus den Positions値en jeweils zweier Positionsgeber die gemeinsamen Positions値e s<sub>o1</sub> bis s<sub>o4</sub> berechnet und zu den Werten h<sub>A</sub> und h<sub>B</sub> für den Walzspalt addiert. Um die tatsächliche Größe des Walzspaltes 23 zu erhalten, müssen in die Werte h<sub>A</sub> und h<sub>B</sub> nur noch die vergleichsweise geringen Einflüsse aus der Arbeitswalzenrückbiegung, der Arbeitswalzenexzentrizität, der thermischen Arbeitswalzendehnung und der elastischen Verformung der Arbeitswalzen-Einbaustücke eingerechnet werden. Demgegenüber können jedoch die bisher erforderlichen Zusatzberechnungen der Lageraufschwemmung der Stützwalzen und der Exzentrizität der Stützwalzen entfallen. Durch die erfundungsgemäße direkte Erfassung des Walzspaltes kann eine wesentlich exaktere Walzspaltregelung verwirklicht werden.

### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Erfassung des Walzspaltes (23) zwischen zwei Arbeitswalzen (5, 6) eines Walzgerüsts (1) mit einem Walzenständer (2) und einer Arbeitswalzen-Biegevorrichtung, bei der jedes von insgesamt vier Arbeitswalzen-Einbaustücken (9, 10), welche die Arbeitswalzen (5, 6) an ihren Enden lagern, über jeweils zwei, auf gegenüberliegenden Seiten der jeweiligen Arbeitswalzen (5, 6) angeordnete Hydraulikzylinder (18, 19, 20, 21) unmittelbar gegenüber dem Walzenständer (2) verstellbar sind,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß in den Hydraulikzylindern (18, 19, 20, 21) Positionsgeber (24, 25, 30 bis 35) eingebaut sind und daß den Positionsgebern (24, 25, 30 bis 35) eine Auswerteeinrichtung (36) zur Bestimmung des Walzspaltes aus den von den Positionsgebern (24, 25, 30 bis 35) gelieferten Positions値en (s<sub>r</sub>, s<sub>l</sub>) nachgeordnet ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Auswerteeinrichtung (36) aus den Positions値en s<sub>r</sub> und s<sub>l</sub> der Positionsgeber (24, 25) in den jeweils beiden zur Verstellung eines Arbeitswalzen-Einbaustucks, z.B.(9) dienenden Hydraulikzylindern (18, 19) einen gemeinsamen Positions-Istwert

$$s_o = \frac{1}{2}(s_r + s_l) - [(s_r - s_l) \cdot r/x] \cdot \tan[\frac{1}{2} \arctan((s_r - s_l)/x)]$$

bestimmt, wobei x den Abstand zwischen den beiden Hydraulikzylindern (18, 19) und r den Abstand zwischen der Achse (26) der zugehörigen Arbeitswalze (5) und einer Linie (29) bezeichnet, die die Angriffspunkte (27, 28) der Hydraulikzylinder (18, 19) an dem Arbeitswalzen-Einbaustück (9) verbindet.

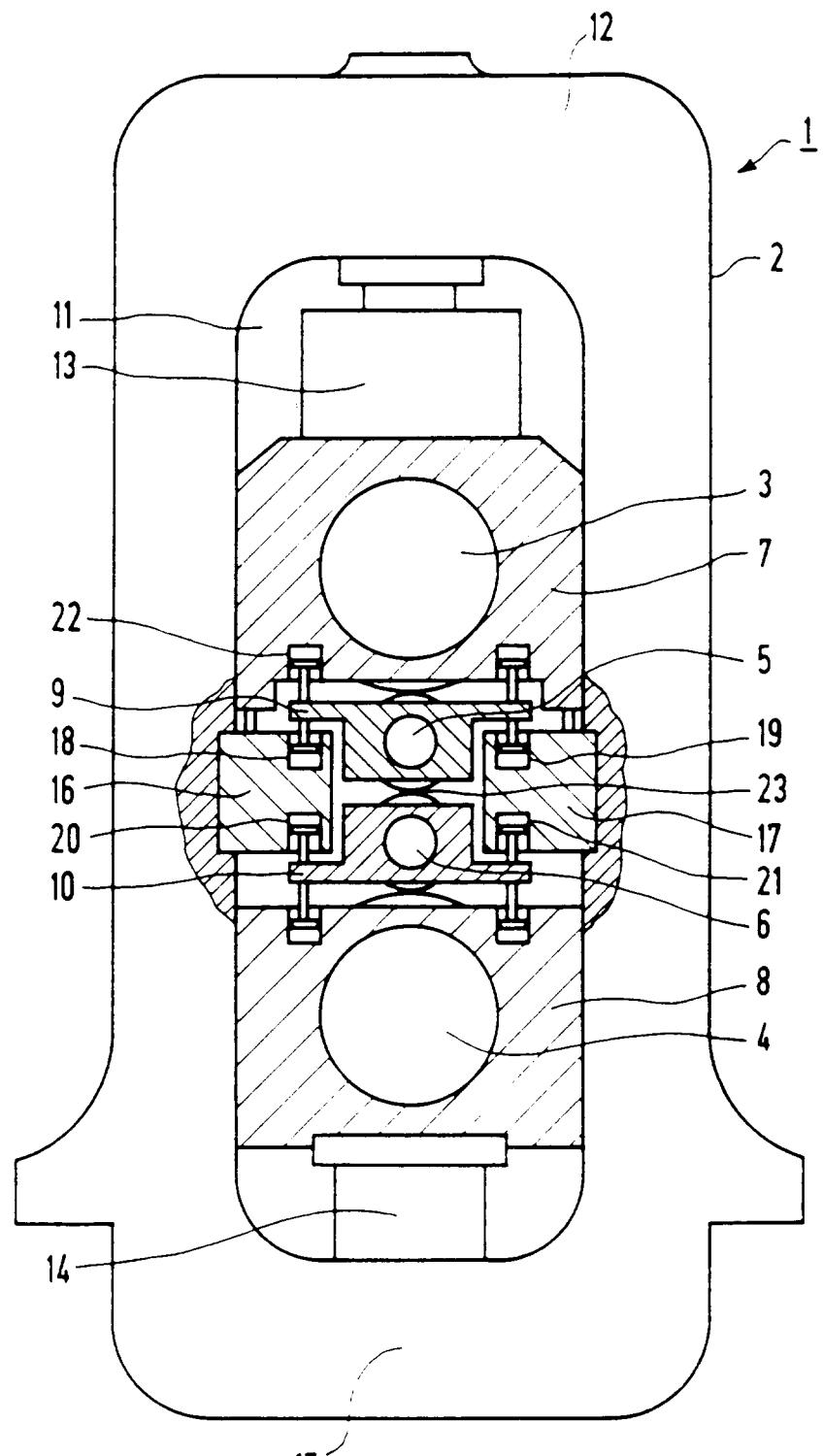


FIG 1

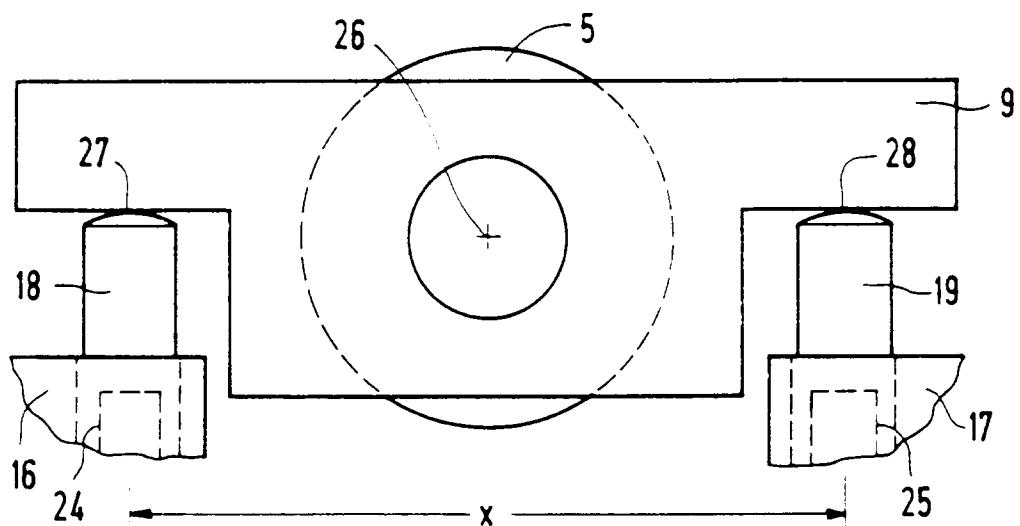


FIG 2

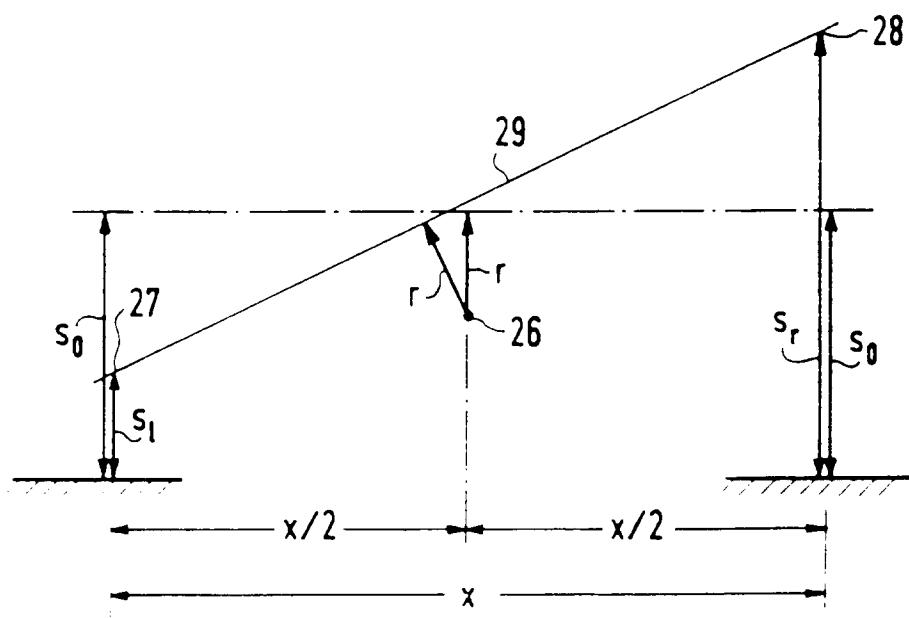


FIG 3

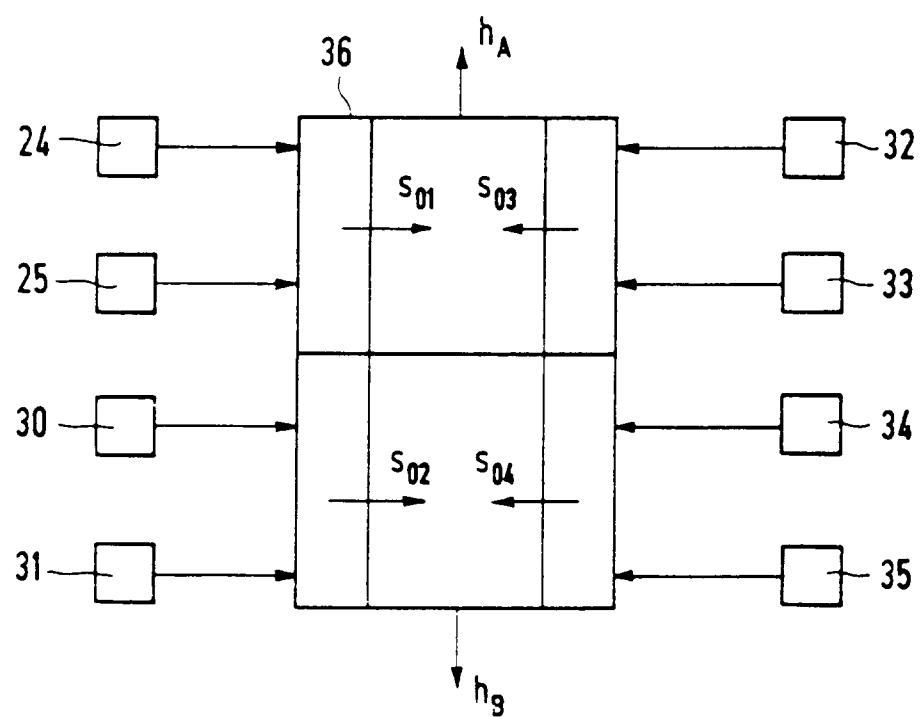


FIG 4



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 10 9639

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE-A-16 02 195 (UNITED ENGINEERING AND FOUNDRY COMPANY) * Seite 4 - Seite 7; Abbildungen 1-4 * ---	1	B21B38/10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 28 (M-557) 27. Januar 1987 & JP-A-61 199 506 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND. ET AL.) 4. September 1986 * Zusammenfassung * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 68 (M-201) 19. März 1983 & JP-A-57 209 710 (SUMITOMO KINZOKU KOGYO) 23. Dezember 1982 * Zusammenfassung * ---	1	
A	US-A-3 733 875 (STEIMER) * Spalte 4 - Spalte 10; Abbildungen * ---	1	
A	STAHL UND EISEN., Bd.98, Nr.21, 19. Oktober 1978, DÜSSELDORF DE Seite 1101 'Neu entwickelte Ständerkonstruktion für Kaltwalzgerüste' * das ganze Dokument * ---	1	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
D,A	BBC NACHRICHTEN., Bd.58, Nr.1, 1976, MANNHEIM DE Seiten 38 - 44 G. TROEBS: 'Banddicken-Regeleinrichtungen für Kaltwalzwerke und ihre Fortentwicklung' * Seite 39 - Seite 44 * --- -/-	1	B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	29. November 1995	Rosenbaum, H	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 10 9639

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	<p>G. SPUR ET AL. 'Handbuch der Fertigungstechnik, Band 2/1, Umformen' 1983 , CARL HANSER VERLAG , MÜNCHEN, WIEN * Seite 453; Abbildung 80 *</p> <p>-----</p>	1	
			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)</b>
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	29. November 1995	Rosenbaum, H	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	