

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 698 428 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**31.03.1999 Patentblatt 1999/13**

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

(21) Anmeldenummer: **95109639.5**

(22) Anmeldetag: **21.06.1995**

(54) **Einrichtung zur Erfassung des Walzspaltes zwischen zwei Arbeitswalzen eines Walzgerüstes**

Device for detecting the roll gap between two working rolls of a rolling stand

Dispositif pour détecter l'emprise entre deux cylindres de travail d'une cage de laminage

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE GB IT**

(30) Priorität: **08.07.1994 DE 4424153**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.02.1996 Patentblatt 1996/09**

(73) Patentinhaber:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-A- 1 602 195** **US-A- 3 733 875**

- **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
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 7, no. 68 (M-201) 19. März 1983 & JP-A-57 209 710 (SUMITOMO KINZOKU KOGYO) 23. Dezember 1982
- **STAHL UND EISEN.**, Bd.98, Nr.21, 19. Oktober 1978, DÜSSELDORF DE Seite 1101 'Neu entwickelte Ständerkonstruktion für Kaltwalzgerüste'
- **BBC NACHRICHTEN.**, Bd.58, Nr.1, 1976, MANNHEIM DE Seiten 38 - 44 G. TROEBS: 'Banddicken-Regeleinrichtungen für Kaltwalzwerke und ihre Fortentwicklung'
- **G. SPUR ET AL.** 'Handbuch der Fertigungstechnik, Band 2/1, Umformen' 1983, CARL HANSER VERLAG, MÜNCHEN, WIEN \* Seite 453; Abbildung 80 \*

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).

**EP 0 698 428 B1**

## Beschreibung

[0001] 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.

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 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, wobei die Auswerteeinrichtung so ausgelegt ist, daß sie einen gemeinsamen Positions-Istwert in Abhängigkeit von den Positionswerten  $s_r$  und  $s_l$ , dem Abstand zwischen den beiden Hydraulikzylindern und dem Abstand zwischen der Achse der zugehörigen Arbeitswalze und einer Linie, die die Angriffspunkte der Hydraulikzylinder an dem Arbeitswalzen-Einbaustück verbindet, bestimmt. Positionsgeber, die für diese Messung in Frage kommen sind in der DE-A-1 602 195 oder der JP-A-61 199 506 offenbart.

[0006] 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.

[0007] 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.

[0008] 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.

**[0009]** 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.

**[0010]** 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.

**[0011]** 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.

**[0012]** 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 Positionswert  $s_l$  und der Positionsgeber 25 einen Positionswert  $s_r$ . Aus den beiden Positionswerten  $s_r$  und  $s_l$  wird ein gemeinsamer Positionswert  $s_0$  berechnet, der bei waagrechter Lage des Einbaustücks 9 von beiden Positionsgebern 18 und 19 geliefert wird; dabei gilt

$$s_0 = \frac{1}{2}(s_r + s_l) - [(s_r - s_l) \cdot r/x] \cdot \tan[\frac{1}{2} \arctan((s_r - s_l)/x)].$$

**[0013]** Insgesamt werden vier solcher gemeinsamen Positionswerte  $s_{01}$ ,  $s_{02}$ ,  $s_{03}$  und  $s_{04}$  ermittelt, wobei für die obere Arbeitswalze 5 auf der Antriebsseite der Wert  $s_{01}$  und auf der Bedienseite der Wert  $s_{02}$  und für die untere Arbeitswalze 6 auf der Antriebsseite der Wert  $s_{03}$  und auf der Bedienseite der Wert  $s_{04}$  bestimmt wird. Unter der Annahme, daß bei geschlossenem Leerwalzspalt gilt  $s_{01} = s_{02} = s_{03} = s_{04} = 0$  ergibt sich der Walzspalt auf der Antriebsseite zu  $h_A = s_{01} + s_{03}$  und auf der Bedienseite  $h_B = s_{02} + s_{04}$ .

**[0014]** 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 Positionswerten jeweils zweier Positionsgeber die gemeinsamen Positionswerte  $s_{01}$  bis  $s_{04}$  berechnet und zu den Werten  $h_A$  und  $h_B$  für den Walzspalt addiert. Um die tatsächliche Größe des Walzspaltes 23 zu erhalten, müssen in die Werte  $h_A$  und  $h_B$  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 erfindungsgemäße 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 Positionswerten ( $s_l$ ,  $s_r$ ) nachgeordnet ist, wobei die Auswerteeinrichtung (36) so ausgelegt ist, daß sie einen gemeinsamen Positions-Istwert in Abhängigkeit von den Positionswerten  $s_r$  und  $s_l$ , dem Abstand zwischen den beiden Hydraulikzylindern (18, 19) und dem Abstand zwischen der Achse (26) der zugehörigen Arbeitswalze (5) und einer Linie (29), die die Angriffspunkte (27, 28) der Hydraulikzylinder (18, 19) an dem Arbeitswalzen-Einbaustück (9) verbindet, bestimmt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,

daß die Auswerteeinrichtung (36) aus den Positionswerten  $s_r$  und  $s_l$  der Positionsgeber (24, 25) in den jeweils beiden zur Verstellung eines Arbeitswalzen-Einbaustücks, z.B. (9) dienenden Hydraulikzylindern (18, 19) einen gemeinsamen Positions-Istwert

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

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.

## Claims

1. Device for detecting the roll gap (23) between two working rollers (5, 6) of a roll stand (1) with a roll housing (2) and a working-roller bending arrangement, where each of a total of four working-roller chocks (9, 10), which support the working rollers (5, 6) at their ends, is adjustable directly opposite the roll housing (2) by way of two respective hydraulic cylinders (18, 19, 20, 21) which are arranged on opposite sides of the respective working rollers (5, 6), characterized in that locators (24, 25, 30 to 35) are installed in the hydraulic cylinders (18, 19, 20, 21) and in that downstream of the locators (24, 25, 30 to 35) there is an evaluation device (36) for determining the roll gap from the position values ( $s_l$ ,  $s_r$ ) supplied by the locators (24, 25, 30 to 35), wherein the evaluation device (36) is designed in such a way that it determines a common actual position value in dependence upon the position values  $s_r$  and  $s_l$ , the distance between the two hydraulic cylinders (18, 19) and the distance between the axis (26) of the associated working roller (5) and a line (29) which connects the contact points (27, 28) of the hydraulic cylinders (18, 19) at the working-roller chock (9).
2. Device according to claim 1, characterized in that the evaluation device (36) determines from the position values  $s_r$  and  $s_l$  of the locators (24, 25) in the respective two hydraulic cylinders (18, 19), used for adjusting a working-roller chock, for example (9), a common actual position value

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

with x denoting the distance between the two hydraulic cylinders (18, 19) and r the distance between the axis (26) of the associated working roller (5) and a line (29) which connects the contact points (27, 28) of the hydraulic cylinders (18, 19) at the working-roller chock (9).

## Revendications

1. Dispositif de détection de l'emprise (23) entre deux cylindres (5, 6) de travail d'une cage (1) de laminoir comprenant une cage (2) de cylindre et un dispositif de cintrage de rouleau de travail, dans lequel chacune des empoises (9, 10) des cylindres de travail, au nombre de quatre en tout, qui portent à leurs extrémités les cylindres (5, 6) de travail, peuvent être réglées directement par rapport à la cage (2) de laminoir par respectivement deux vérins (18, 19, 20, 21) hydrauliques disposés sur des côtés opposés de chaque cylindre (5, 6) de travail, caractérisé en ce que dans les vérins (18, 19, 20, 21) hydrauliques sont montés des indicateurs (24, 25, 30 à 35) de position et en ce qu'en aval des indicateurs (24, 25 30 à 35) de position est prévu un dispositif (36) d'exploitation pour déterminer l'emprise à partir des valeurs ( $s_l$ ,  $s_r$ ) de position fournies par les indicateurs (24, 25, 30 à 35) de position, le dispositif (36) d'exploitation étant tel qu'il détermine une valeur réelle de position commune en fonction des valeurs  $s_r$  et  $s_l$  de position, de la distance entre les deux vérins (18, 19) hydrauliques et de la distance entre l'axe (26) du cylindre (5) de travail correspondant et une ligne (29) qui relie les points (27, 28) d'attaque des vérins (18, 19) hydrauliques à l'empoise (9) du cylindre de travail.
2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif (36) d'exploitation détermine, à partir des valeurs  $s_r$  et  $s_l$  de position des indicateurs (24, 25) de position dans respectivement les deux vérins (18, 19) hydrauliques servant à déplacer l'empoise du cylindre de travail, une valeur réelle de position

## EP 0 698 428 B1

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

x étant la distance entre les deux vérins (18, 19) hydrauliques et r la distance entre l'axe (26) du cylindre (5) de travail correspondant et une ligne (29) qui relie les points (27, 28) d'attaque des vérins (18, 19) hydrauliques à l'empoise (9) du cylindre de travail.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

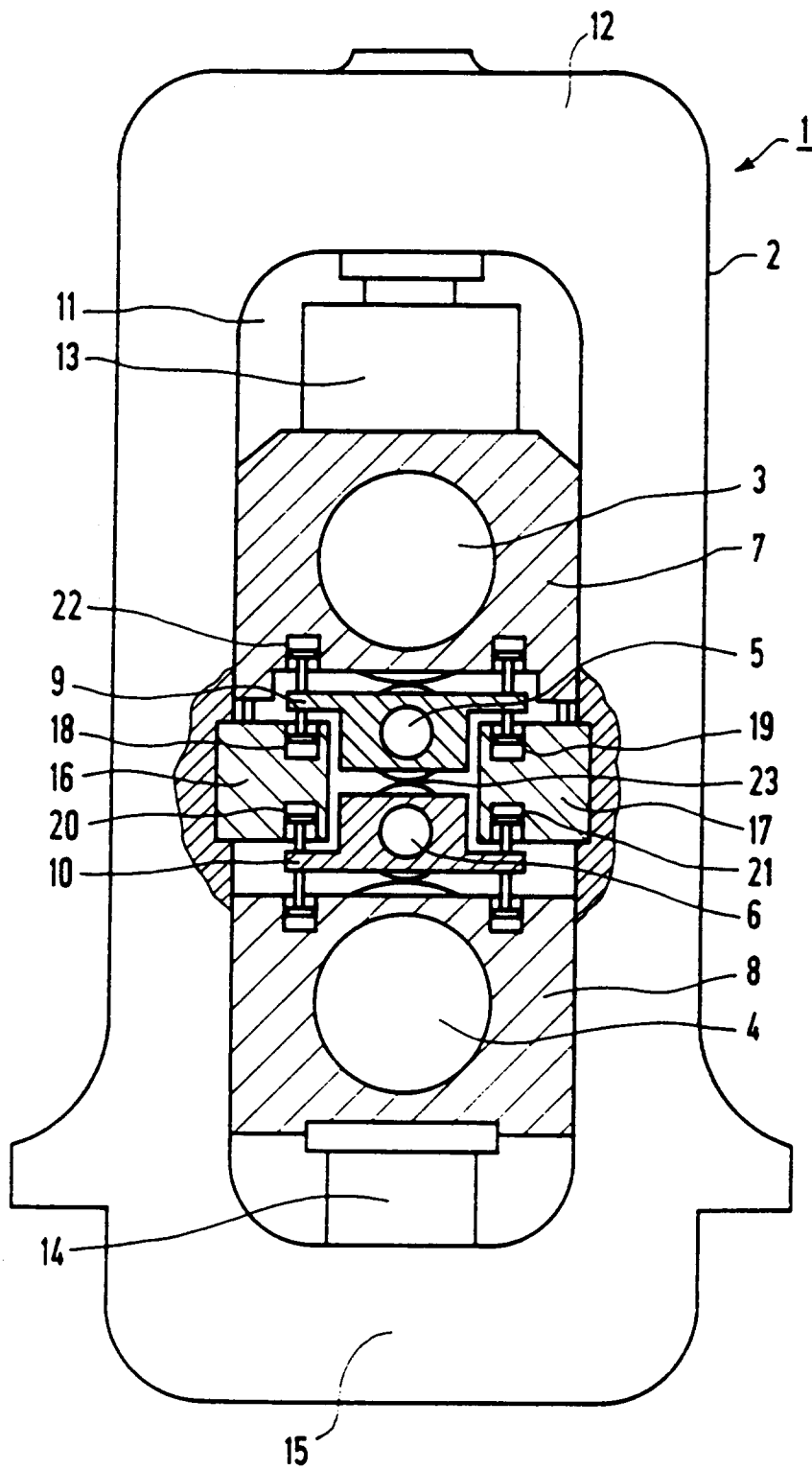


FIG 1

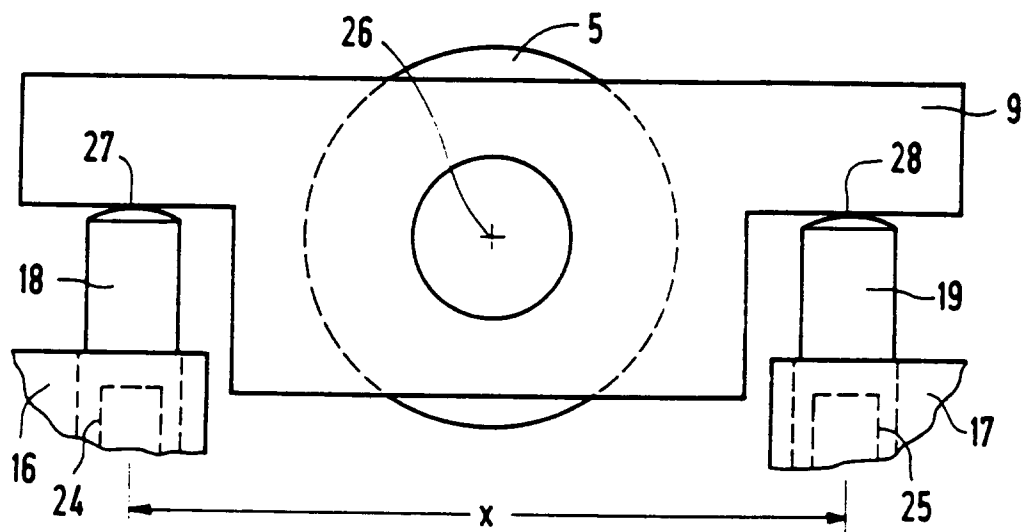


FIG 2

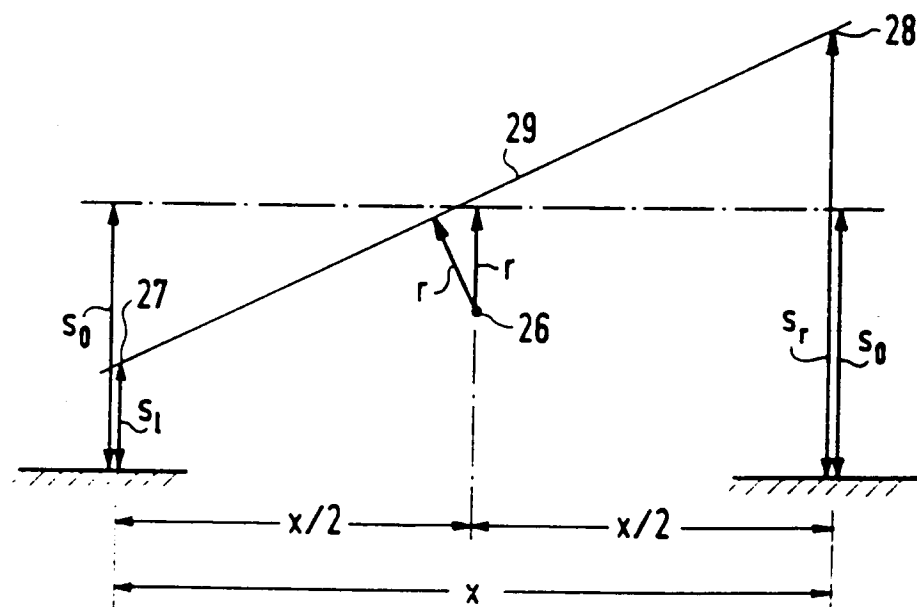


FIG 3

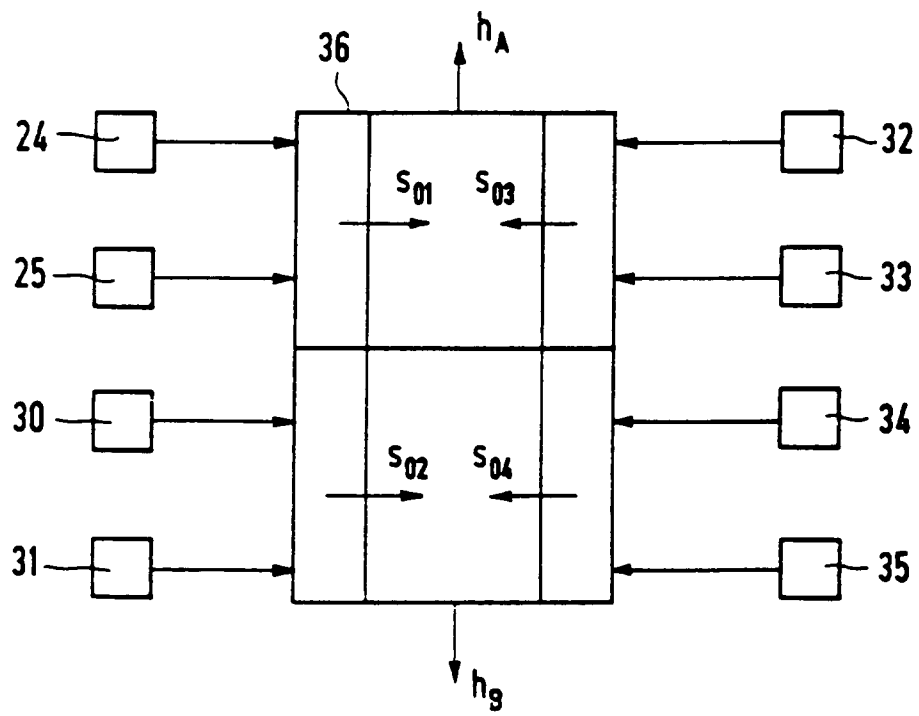


FIG 4