



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 143 347 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**02.12.87**

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> : **B 22 D 11/06, B 22 D 11/16,  
G 01 N 29/00, G 01 B 21/30**

(21) Anmeldenummer : **84112966.1**

(22) Anmeldetag : **27.10.84**

(54) **Prüfeinrichtung zur Feststellung von Beschädigungen an den Giessbändern einer Stranggiesskokille.**

(30) Priorität : **26.11.83 DE 3342941**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**05.06.85 Patentblatt 85/23**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenter-  
teilung : **02.12.87 Patentblatt 87/49**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH FR GB IT LI LU NL SE**

(56) Entgegenhaltungen :  
**DE-B- 1 648 421  
DE-B- 2 501 868  
DE-B- 2 923 398**

(73) Patentinhaber : **Fried. Krupp Gesellschaft mit be-  
schränkter Haftung  
Altendorfer Strasse 103  
D-4300 Essen 1 (DE)**

(72) Erfinder : **Artz, Gerd  
Tannenstrasse 35  
D-4030 Ratingen 8 (DE)  
Erfinder : Figge, Dieter  
Defreggerstrasse 22  
D-4300 Essen 1 (DE)**

**EP 0 143 347 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Prüfeinrichtung zur Feststellung von Beschädigungen an den mitlaufende Kokillenwände bildenden Gießbändern einer Stranggießkokille.

Stranggießkokillen mit mitlaufenden Kokillenwänden, die insbesondere aus sich paarweise gegenüberliegenden endlosen Gießbändern und sich seitlich anschließenden endlosen Seitendämmen bestehen (DE-C2-2 445 912), werden zur Erzielung hoher Gießgeschwindigkeiten (in der Größenordnung von 10 m/min.) beim Vergießen von Blei, Zink, Kupfer und Stahl eingesetzt.

Derartige Doppelband-Stranggießkokillen sind oben und unten mit je einem Gießband ausgestattet, welches aus Kohlenstoffstahl besteht und eine Stärke von etwa 1 mm aufweist. Da die dünnen Gießbänder einer erheblichen thermomechanischen Beanspruchung unterliegen, die insbesondere zur Ribildung führen kann, werden sie trotz der beim Vergießen von Blei, Zink und Kupfer vorherrschenden, verhältnismäßig niedrigen Betriebstemperaturen bereits nach etwa 24 bis 32 Stunden ausgewechselt; dies geschieht lediglich vorsorglich, weil sich der genaue Zeitpunkt des Unbrauchbarwerdens bisher nicht bestimmen läßt. Beim Vergießen von Metallen ist die rechtzeitige Feststellung von Beschädigungen an den Gießbändern auch deshalb besonders wünschenswert, weil bei Auftreffen der Metallschmelze auf das im Bereich der Stranggießkokille vorhandene Kühlwasser Explosionsgefahr mit nachteiligen Folgen auch für die in der Umgebung befindlichen Einrichtungen besteht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur frühzeitigen Feststellung von Beschädigungen an den besonders gefährdeten Gießbändern von Stranggießkokillen zu entwickeln, die insbesondere beim Vergießen von Stahl, jedoch auch bei der Verarbeitung von Nichteisenmetallen zur Anwendung kommen kann. Die Prüfeinrichtung soll so beschaffen sein, daß die Gießbänder während des Gießbetriebes kontinuierlich und ohne Beeinträchtigung ihrer Funktion auf die Entstehung von Rissen und sonstigen Fehlern überwacht werden können.

Die gestellte Aufgabe wird durch eine Prüfeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der der Erfindung zugrundeliegende Lösungsgedanke besteht danach darin, jedem Gießband mehrere ortsfeste, als Sender-Empfänger-Einheiten ausgebildete Prüfeinheiten zuzuordnen, die nach dem Ultraschallverfahren arbeiten und deren fortlaufend auf das Gießband auftretende Sendesignale in Form gedämpfter Rücksignale vom Empfänger aufgenommen werden. Die an sich bekannten Prüfeinheiten sind dabei so angeordnet und ausgebildet, daß ihre Prüfköpfe dem zugehörigen Gießband mit einem geringen Abstand gegenüberliegen; dieser wird durch einen Wasserfilm überbrückt, welcher als Kopplungsmedium zwischen dem Gießband und den Prüfköpfen dient. Der Abstand, und damit die

Stärke des Wasserfilms, liegt während des Gießbetriebes in der Größenordnung von einigen zehnten Millimetern. Zweckmäßigerweise findet als Kopplungsmedium das ohnehin vorhandene Kühlwasser Verwendung, welches für die Kühlung der Gießbänder bereitgestellt wird.

Damit etwaige Beschädigungen an den Gießbändern möglichst bald festgestellt werden können, soll die fortlaufende Überprüfung des Gießbandes auf dessen Rückweg vorgenommen werden; die Prüfeinheiten sind demnach also in dem Bereich des Gießbandes angeordnet, welcher die der Gießrichtung entgegengerichtete Rücklaufbewegung ausführt (Anspruch 2). Um einwandfreie Meßergebnisse zu erhalten, muß dafür Sorge getragen werden, daß sich der Abstand zwischen den Prüfköpfen und den zugehörigen Gießbändern während des Gießbetriebes nicht oder allenfalls in vernachlässigbarem Umfang ändert. Dies läßt sich in einfacher Weise dadurch verwirklichen, daß sich die Prüfeinheiten an beweglich gehaltenen Gleitschuhen über einen Wasserfilm am Gießband abstützen, wobei das Wasser über im Bereich der Prüfeinheiten angeordnete Spritzöffnungen zugeführt wird (Anspruch 3).

Eine gleichbleibende Lage der Prüfköpfe bezüglich des jeweils zugehörigen Gießbandes kann dadurch sichergestellt werden, daß die Prüfeinheiten um Horizontalachsen schwenkbar gehalten sind (Anspruch 4), sich also unter der Wirkung ihres Eigengewichts ausrichten. Erforderlichenfalls können die Prüfeinheiten mit in Richtung auf die Gießbänder wirksamen Federelementen ausgestattet sein (Anspruch 5). Diese Ausbildung kommt insbesondere dann in Betracht, wenn die Prüfeinheiten der nach unten gerichteten Fläche eines Gießbandes gegenüberliegen. Zweckmäßigerweise ist jedes Gießband zumindest mit zwei Querschalleinheiten und einer Schrägschalleinheit ausgestattet, die — in der Draufsicht betrachtet — quer bzw. schräg zu seiner Längserstreckung gerichtete Schallwellen aussenden (Anspruch 6). Zwei sich bezüglich der Mitte des Gießbandes gegenüberliegende Querschalleinheiten kommen deshalb zum Einsatz, damit die Länge des Überwachungsabschnitts — und somit die Dämpfung der Ultraschallstrahlen bei Durchlaufen des Gießbandes — möglichst gering gehalten werden kann. In Abhängigkeit von den baulichen Gegebenheiten ist es daher bereits ausreichend, wenn jedem Gießband zwei Querschalleinheiten und eine Schrägschalleinheit zugeordnet sind, wobei diese etwa in einer Linie quer zur Längserstreckung des Gießbandes mit der in dessen Umlaufrichtung ersten Querschalleinheit liegt.

Der Winkel, unter welchem die Schrägschalleinheiten bezüglich der Längserstreckung des zugehörigen Gießbandes ausgerichtet sind, liegt in der Größenordnung zwischen 30 und 60°, vorzugsweise in der Größenordnung um 45°.

Bei einer besonders wirksamen Prüfeinrichtung

weist jedes Gießband vier Prüfeinheiten in Form zweier Querschalleinheiten und zweier Schrägschalleinheiten auf, wobei die Querschalleinheiten — in Umlaufrichtung des Gießbandes gesehen — hinter den beiden Schrägschalleinheiten liegen, die etwa in einer Linie quer zur Längserstreckung des Gießbandes angeordnet sind (Anspruch 7). Die beiden Querschalleinheiten senden einander entgegengerichtete Schallwellen aus und sind daher — in Umlaufrichtung des Gießbandes gesehen — hintereinander angeordnet.

Die Prüfeinrichtung läßt sich durch geeignete Zusatzgeräte vervollständigen, die gegebenenfalls eine vollautomatische Arbeitsweise ermöglichen. Um in einer gewünschten, erforderlichenfalls auch vorher festgelegten Reihenfolge die Meßergebnisse der jedem Gießband zugehörigen Prüfeinheiten abfragen zu können, können diese mit einem an sich bekannten Meßstellenumschalter ausgerüstet sein.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele im einzelnen erläutert.

Es zeigen :

Fig. 1 stark schematisiert einen Vertikalschnitt durch eine Stranggießkokille im Bereich des durch die mitlaufenden Kokillenwände gebildeten rechteckförmigen Gießhohlraums mit dem oberen und unteren Gießband zugeordneten Prüfeinheiten.

Fig. 2 in gegenüber Fig. 1 verändertem Maßstab einen vertikalen Teilschnitt durch den die Rücklaufbewegung ausführenden Bereich des unteren Gießbandes mit einer schematisch dargestellten Prüfeinheit und

Fig. 3 in gegenüber Fig. 1 verändertem Maßstab einen horizontalen Teilschnitt durch das in Fig. 1 dargestellte untere Gießband mit Blickrichtung auf vier zusammenwirkende Prüfeinheiten.

Die schematisch dargestellte Doppelband-Stranggießkokille 1 weist als mitlaufende Kokillenwände ein oberes und unteres endloses Gießband 2 bzw. 2' und zwei sich seitlich anschließende endlose Seitendämme 3 auf, die aus aneinandergereihten, gegeneinander beweglichen Einzelgliedern 3' zusammengesetzt sind. Während die etwa 1 mm dicken Gießbänder 2, 2' aus Kohlenstoffstahl bestehen, sind die Einzelglieder 3' aus einer Kupferlegierung hergestellt.

Die Kokillenwände 2, 2' und 3 begrenzen einen im Querschnitt rechteckförmigen Gießhohlraum 4, dessen Eintritt 4' und Austritt 4'' auf der linken bzw. rechten Seite der Stranggießkokille liegen und durch den sich die zu verarbeitende, allmählich erstarrende Stahlschmelze in Gießrichtung, d. h. in Richtung des Pfeiles 5, hindurchbewegt. Die Umlaufrichtung der Kokillenwände — die im Bereich des Eintritts 4' und Austritts 4'' jeweils Umlenkeinheiten in Form von Umlenkrollen 6 mit ortsfesten Achsen 6' bzw. nicht dargestellte vergleichbare Umlenkeinheiten aufweisen — ist demzufolge so gewählt, daß diese sich im Bereich des Gießhohlraums 4 gleichsinnig und mit übereinstimmender Geschwindigkeit von links nach rechts bewegen.

Zur fortlaufenden Überwachung der sowohl thermisch als auch mechanisch hoch beanspruchten Gießbänder 2 und 2' auf Beschädigungen in Form von Rissen, Löchern und dergleichen sind in der Nähe der in Umlaufrichtung hinteren Umlenkrollen 6 jeweils mehrere als Sender-Empfänger-Einheiten ausgebildete Ultraschallprüfeinheiten 7 angeordnet, deren Prüfköpfe 7' in dem Gießbandbereich liegen, welcher die der Gießrichtung entgegengerichtete Rücklaufbewegung ausführt. Die Prüfeinheiten 7 sind dabei jeweils der Fläche des Gießbandes 2 bzw. 2' zugeordnet, die — bezogen auf den Gießhohlraum 4 — die nicht mit der Stahlschmelze in Berührung kommende Außenfläche bildet; sie liegen also innerhalb der Endlosbahn des jeweils zugehörigen Gießbandes.

Jede Prüfeinheit 7 ist an einer ortsfesten Konsole 8 um eine horizontale Drehachse 9 schwenkbar gehalten und mit Gleitschuhen 10 ausgestattet, die sich im Falle des oberen Gießbandes 2 unter der Wirkung eines vorgespannten Federelements 8' bzw. unter der Wirkung des Eigengewichts (im Falle des unteren Gießbandes 2') nachgiebig über einen Wasserfilm an der Außenfläche des in Frage kommenden Gießbandes abstützen. Der Wasserfilm bildet das Kopplungsmedium, über welches die Prüfköpfe 7' schalltechnisch mit dem zugehörigen Gießband verbunden sind; das zugehörige Wasser wird über nicht dargestellte, in den Gleitschuhen 10 der Prüfeinheiten 7 angeordnete Spritzöffnungen zugeführt.

Bei den Prüfeinheiten 7 sind die Sender und Empfänger in den Prüfköpfen 7' angeordnet; der Empfänger nimmt dabei das durch das Gießband 2 bzw. 2' gedämpfte Rücksignal auf; dieses unterscheidet sich bei Vorhandensein einer die Dämpfungswirkung verändernden Beschädigung merklich von dem Rücksignal, welches bei Auftreffen des Sendesignals auf das unbeschädigte Gießband entsteht. Der Vorteil, der mit der Verwendung nach dem Ultraschallverfahren arbeitender Prüfeinheiten verbunden ist, besteht insbesondere darin, daß sich die Arbeitsweise der Prüfeinrichtung hinsichtlich Erfassung und Auswertung von Meßergebnissen automatisieren läßt, daß das auf den Gießbändern befindliche Beschichtungsmittel (Coating) die Fehlererkennung nicht beeinflusst, daß die Signalfolge der Prüfeinheiten Gießgeschwindigkeiten und demzufolge Umlaufgeschwindigkeiten der Gießbänder bis oberhalb 100 m/min. zuläßt und daß sich bei entsprechender Ausrichtung der Prüfköpfe auch in unterschiedlichen Richtungen liegende Beschädigungen, insbesondere Risse, feststellen lassen.

Die bekannten Prüfeinheiten 7 (vgl. dazu Fig. 2) bestehen grundsätzlich aus Schwingelementen 11, die seitlich umschlossen von einem Dämpfungsgehäuse 12 auf einem Plexiglaskeil 13 abgestützt sind. Dieser bildet gleichzeitig den bereits erwähnten Gleitschuh, unter welchem sich während des Gießbetriebes als Kopplungsmedium ein dünnes Flüssigkeitspolster bildet. Die Anschlußleitungen 14 und 14' gehen unter Zwischenschal-

tung einer Anpassungseinrichtung 14" (beispielsweise eines Widerstandes) in einen am Dämpfungskörper 12 befestigten Anschlußstecker 15 über.

Die der Gießrichtung entgegengerichtete Rücklaufbewegung des dargestellten unteren Gießbandes 2' ist durch einen gestrichelten Pfeil 16 angedeutet. Die mittels der Prüfeinheit 7 feststellbare Fehlstelle, die ein abweichendes Rücksignal zur Folge hat, ist mit 17 bezeichnet.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Prüfeinrichtung kommen gleichzeitig zwei Schrägschalleinheiten 18 und zwei in Umlaufrichtung (Pfeil 16) hinter diesen liegende Querschalleinheiten 19 zum Einsatz, wobei die beiden Schrägschalleinheiten — im Gegensatz zu den Querschalleinheiten — in einer Linie quer zur Längserstreckung des Gießbandes 2' liegen und wobei die Schrägschalleinheiten 18 und die Querschalleinheiten 19 untereinander jeweils eine entgegengesetzte Schallrichtung 18' bzw. 19' aufweisen.

Die Seitenlage der Prüfeinheiten 18 und 19 ist zweckmäßig so gewählt, daß der gesamte besonders gefährdete Bereich des Gießbandes — entsprechend der Breite des Gießhohlraums 4 (vgl. dazu Fig. 1) — erfaßt wird. Im Hinblick auf die in Rede stehende bevorzugte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes bedeutet dies, daß die Schrägschalleinheiten und die Querschalleinheiten etwa um die halbe Breite des Gießhohlraums 4 der Stranggießkokille 1 versetzt neben der Gießbandmitte 2" liegen. Da die Breite der Gießbänder im Normalfall um ein Mehrfaches größer ist als die Breite des zugehörigen Gießhohlraums, ist es nicht erforderlich, eine vom Seitenrand ausgehende Überwachung vorzusehen.

Der Vorteil, der sich aus der Verwendung zweier zusammenwirkender Schrägschalleinheiten 18 ergibt, besteht darin, daß die Treffsicherheit bei der Ermittlung unterschiedlich angeordneter Fehlstellen erhöht wird.

### Patentansprüche

1. Prüfeinrichtung zur Feststellung von Beschädigungen an den mitlaufende Kokillenwände bildenden Gießbändern einer Stranggießkokille, bei der jedem Gießband (2, 2') mehrere ortsfeste, als Sender-Empfänger-Einheiten ausgebildete Ultraschallprüfeinheiten (7 ; 18, 19) zugeordnet sind, deren fortlaufend auf das Gießband auftretenden Sendesignale in Form gedämpfter Rücksignale vom Empfänger aufgenommen werden.

2. Prüfeinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Prüfeinheiten (7 ; 18, 19) in dem Bereich des Gießbandes (2, 2') angeordnet sind, welcher die der Gießrichtung (Pfeil 5) entgegengerichtete Rücklaufbewegung (Pfeil 16) ausführt.

3. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei der die Prüfeinheiten (7 ; 18, 19) sich an beweglich gehaltenen Gleitschuhen (10) über einen Wasserfilm am Gießband (2, 2') abstützen, wobei das Wasser über im Bereich der Prüfeinheiten angeordnete Spritzöffnungen zugeführt wird.

4. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Prüfeinheiten (7) um Horizontalachsen (9) schwenkbar gehalten sind.

5. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Prüfeinheiten (7) mit in Richtung auf die Gießbänder (2) wirksamen Federelementen (8') ausgestattet sind.

6. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der jedes Gießband (2') zumindest zwei Querschalleinheiten (19) und eine Schrägschalleinheit (18) aufweist, die — in der Draufsicht betrachtet — quer bzw. schräg zu seiner Längserstreckung gerichtete Schallwellen (19' bzw. 18') aussenden.

7. Prüfeinrichtung nach Anspruch 6, bei der jedes Gießband (2') vier Prüfeinheiten in Form zweier Querschalleinheiten (19) und zweier Schrägschalleinheiten (18) aufweist, wobei die Querschalleinheiten — in Umlaufrichtung (Pfeil 16) des Gießbandes (2') gesehen — hinter den beiden Schrägschalleinheiten liegen, die etwa in einer Linie quer zur Längserstreckung des Gießbandes angeordnet sind.

### Claims

1. A test installation for detecting damage to the casting belts forming following mould walls, of a continuous casting chill mould, wherein associated with each casting belt (2,2') are a member of stationary ultrasonic testing units (7 ; 18, 19) taking the form of transmitter-receiver units whose transmission signals, impinging continuously on the casting belt, are received in the form of damped return signals by the receiver.

2. A test installation according to Claim 1, wherein the testing units (7 ; 18, 19) are disposed in that zone of the casting belt (2, 2') which performs the return movement (arrow 18) contrary to the casting direction (arrow 5).

3. A test installation according to one of claims 1 to 2, wherein the testing units (7 ; 18, 19) bear against movably retained guide shoes (10) via a water film on the casting belt (2,2'), the water being supplied via spraying apertures disposed in the zone of the testing units.

4. A test installation according to one of claims 1 to 3, wherein the testing units (7) are retained to pivot around horizontal axes (9).

5. A test installation according to one of claims 1 to 4 wherein the testing units (7) have spring elements (8') operative in the direction of the casting belts (2).

6. A test installation according to one of claims 1 to 5 wherein each casting belt (2') has at least two transverse sound units (19) and an inclined sound unit (18) which, viewed in plan, emit soundwaves (19'; 18') directed transversely of and at an inclination to its longitudinal extension.

7. A test installation according to claim 6 wherein each casting belt (2') has four testing units in the form of two transverse sound units (19) and two inclined sound units (18), the transverse sound units being disposed, viewed in the

direction of rotation (arrow 16) of the casting belt (2'), behind the two inclined sound units, which are disposed substantially in a line transversely of the longitudinal extension of the casting belt.

### Revendications

1. Dispositif d'essai pour la détermination de défauts pouvant survenir dans les bandes de coulée qui constituent les parois mobiles d'un moule de coulée continue, dans lequel à chaque bande de coulée continue (2, 2') sont associées plusieurs unités de contrôle par ultra-sons fixes (7, 18, 19) qui sont des unités groupant des émetteurs et des récepteurs, et dont les signaux d'émission qui arrivent en permanence sur la bande de coulée sont reçus par le récepteur sous la forme de signaux de retour amortis.

2. Dispositif d'essai selon la revendication 1, dans lequel les unités de contrôle (7, 18, 19) sont placées dans la zone de la bande de coulée (2, 2') qui effectue un mouvement de retour (flèche 16) dans le sens opposé au sens de la coulée (flèche 5).

3. Dispositif d'essai selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel les unités de contrôle (7, 18, 19) prennent appui sur des patins mobiles (10) par l'intermédiaire d'un film d'eau sur la bande de coulée (2, 2'), l'eau étant amenée par des orifices de projection ménagés dans la zone des unités de

contrôle.

4. Dispositif d'essai selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les unités de contrôle (7) sont montées de manière à pouvoir pivoter autour d'axes horizontaux (9).

5. Dispositif d'essai selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les unités de contrôle (7) sont équipées d'éléments élastiques (8') agissant dans la direction des bandes de coulée (2).

6. Dispositif d'essai selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel chaque bande de coulée (2') comprend au moins deux dispositifs acoustiques transversaux (19) et un dispositif acoustique oblique (18) qui émettent des ondes sonores (19' ou 18') orientées, vues par en-dessus, transversalement ou obliquement par rapport à sa direction longitudinale.

7. Dispositif d'essai selon la revendication 6, dans lequel chaque bande de coulée (2') comporte quatre unités de contrôle constituées par deux dispositifs acoustiques transversaux (19) et deux dispositifs acoustiques obliques (18), les dispositifs acoustiques transversaux vus dans le sens de la rotation (flèche 16) de la bande de coulée (2'), se trouvant derrière les deux dispositifs acoustiques obliques qui sont disposés sensiblement sur une ligne orientée transversalement par rapport à la direction longitudinale de la bande de coulée.

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG. 1

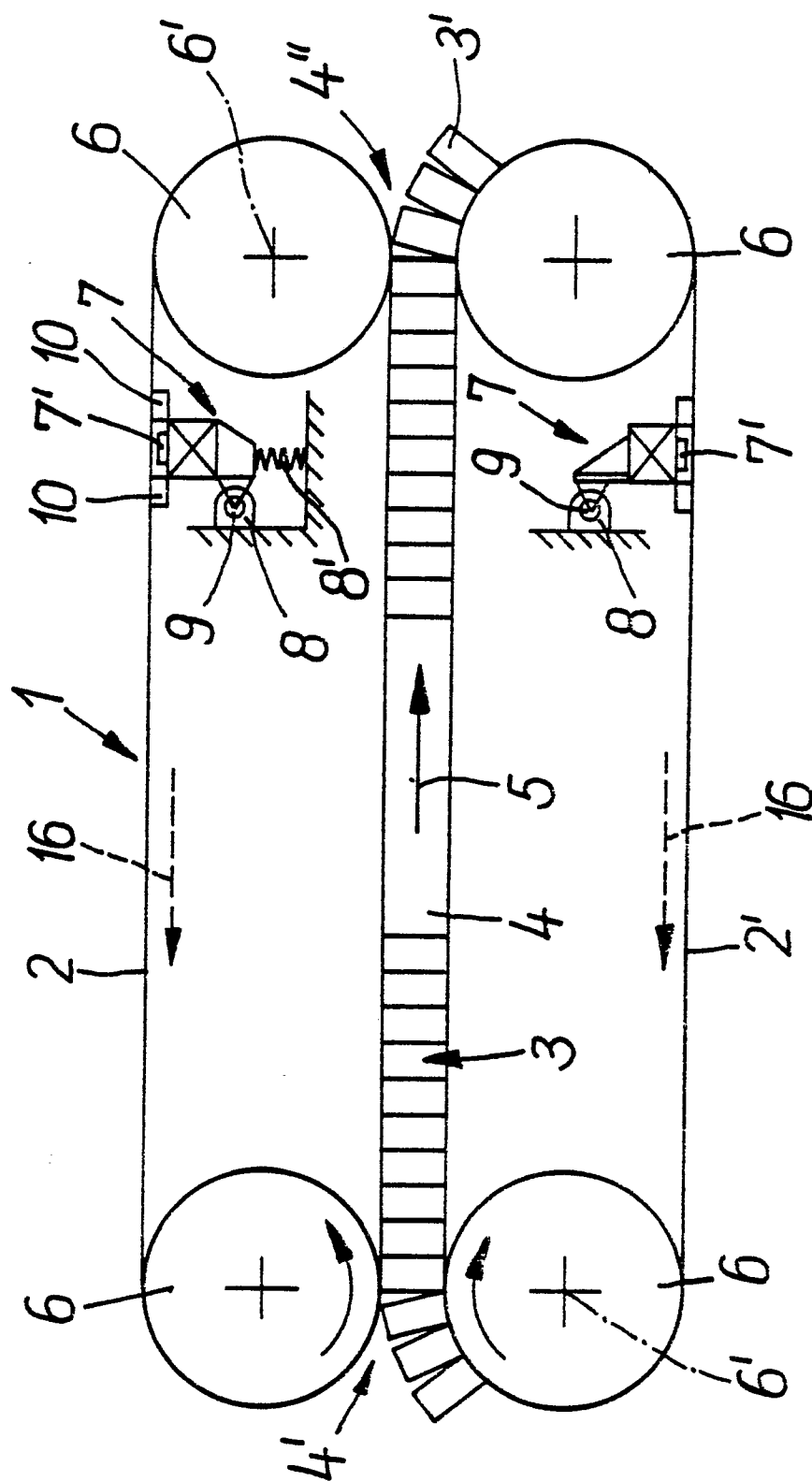
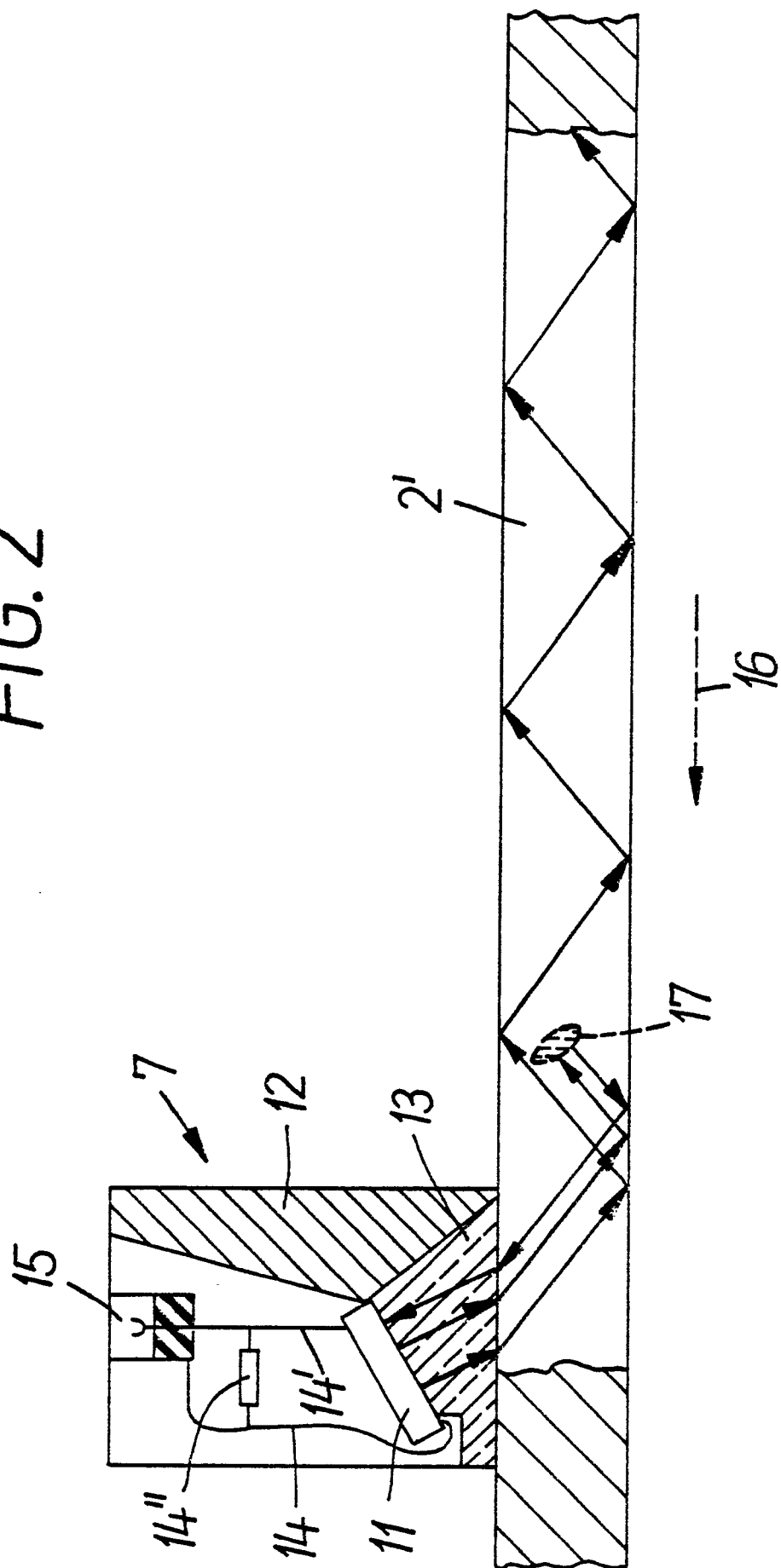


FIG. 2



F/G.3

