

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 542 024 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.01.1997 Patentblatt 1997/01

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 11/18**, B22D 11/20

(21) Anmeldenummer: **92118311.7**

(22) Anmeldetag: **27.10.1992**

(54) **Verfahren zum Giessen von Metallen in einer Stranggiessanlage mit kontinuierlichem Strangauszug**

Method for continuous casting of molten metal in a continuous casting machine

Procédé de la coulée de métaux liquides dans une machine de coulée continu

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **15.11.1991 DE 4137588**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.05.1993 Patentblatt 1993/20

(73) Patentinhaber: **Thyssen Stahl Aktiengesellschaft**
47166 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Höffken, Erich, Dr.-Ing.**
W-4220 Dinslaken (DE)
• **Krüger, Dieter**
W-4220 Dinslaken (DE)

- **Matten, Heinz**
W-4200 Oberhausen 11 (DE)
- **Pietzko, Günter**
W-4300 Essen 1 (DE)
- **Scharlack, Jürgen**
W-4100 Duisburg 11 (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patentanwälte
Postfach 33 02 29
40435 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 389 139 **DE-C- 2 501 868**
DE-C- 2 923 900 **US-A- 4 774 998**

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 0 542 024 B1

Beschreibung

Beim Gießen in einer Stranggießanlage wird flüssiger Stahl aus einem Verteiler in eine wassergekühlte Kokille, zumeist eine Kupferkokille, gegossen. Während des kontinuierlichen Auszuges des Stranges aus der Kokille wird die Kokille mit einer Frequenz von etwa 1 bis 3 Hertz in Strangauszugsrichtung bewegt. Zwischen dem Stahl und der Innenseite der Kokillenwand wird im Normalfall ein Schmierfilm aufrechterhalten. Aufgrund der Kühlung des Stahls durch die Kokillenwände bildet sich ein Stahlstrang mit erstarrten Strangschalen und noch flüssigem Kern. Der so teilerstarrte Stahlstrang wird mittels geeigneter Auszugsmittel aus der Kokille herausgezogen, wobei er von unterhalb der Kokille angeordneten Rollen gestützt und geführt wird.

Im praktischen Betrieb einer solchen Stranggießanlage treten von Zeit zu Zeit nicht vorhersehbare Betriebsstörungen auf, die gelegentlich Durchbrüche von flüssigem Stahl durch die erstarrte Strangschale zur Folge haben. Solche Durchbrüche führt man auf Anbackungen (Klebern) zwischen dem Stahl und der gekühlten Kokillenwand zurück. Wegen der auf den teilerstarrten Strang einwirkenden Auszugskräfte wird die Strangschale im Bereich der Anbackungen aufgerissen. Wenn dann diese Stelle nicht vor Verlassen der Kokille durch Kühlung wieder genügend Festigkeit erhält, bricht der flüssige Stahl durch und fließt in die Anlage. Dadurch werden die unterhalb der Kokille angeordneten Anlageteile, wie Stütz- und Führungsrollen, Stützkonstruktionen häufig in einem solchen Maße beschädigt, daß diese Anlagenteile nicht mehr brauchbar sind und durch neue Teile ersetzt werden müssen. Das bedeutet längere, manchmal tagelange Stillstandszeit der Anlage und damit Produktionsausfall. Deshalb sind die Betreiber von Stranggießanlagen bemüht, die Durchbrüche möglichst zu vermeiden.

So ist bereits zur Vermeidung von Durchbrüchen vorgeschlagen worden, an den ersten Segmenten einer sich an die Kokille anschließenden Strangführung die Kraftänderungen der Ausziehkkräfte zu messen und für die Steuerung des Gießprozesses heranzuziehen. Bei Überschreiten vorgegebener Grenzwerte wird der Gießprozeß verlangsamt oder sogar unterbrochen (DE-PS 29 23 900).

Ferner ist es bekannt (DE-PS 25 01 868), während des Gießprozesses die Verteilung der Wärmestromdichte an der Kokillenwand zu überwachen. Die Wärmestromdichte wird mittelbar durch Messung der Dehnung der formgebenden Kokillenwand an mehreren Abschnitten ermittelt. Die dabei gewonnenen Signale werden miteinander verknüpft, um in Abhängigkeit davon die Strangauszugsgeschwindigkeit und die Stahlzufuhr zur Kokille zu steuern. Bei diesem Verfahren geht es also nicht um die Erkennung von Durchbrüchen vorausgehenden Anbackungen, sondern um die Ermittlung der Verteilung der Wärmestromdichte über die Kokillenhöhe, um in Abhängigkeit davon den Gießprozeß steuern zu können.

Bei einem anderen bekannten Verfahren (EP-A3 0 389 139) wird der Wärmefluß in verschiedenen Höhen der Kokille ermittelt und der Abstand des Bereichs des höchsten Wärmeflusses von dem Schmelzbadspiegel als Kriterium für die Prüfung herangezogen, ob sich ein Durchbruch anbahnt.

Die Erfindung geht von einem Verfahren zum Gießen von Metallen in einer Strangußanlage aus, wobei der Strang kontinuierlich aus der Kokille ausgezogen und der Gießprozeß in Abhängigkeit von beim Ausziehen des Stranges in der Strangußanlage auftretender Spannungen gesteuert wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem solchen Verfahren Maßnahmen vorzusehen, mit denen in einfacher Weise Durchbrüche des Stranges vermieden werden können.

Die Lösung dieser Aufgabe bei dem vorgenannten Verfahren besteht darin, daß während des kontinuierlichen Strangabzuges die durch das Auftreten mechanischer Kräfte in Strangabzugsrichtung verursachte Dehnung der Innenwand der Kokille gemessen wird und die dabei anfallenden Meßwerte für die Steuerung des Gießprozesses verwendet werden, derart, daß beim Überschreiten vorgegebener Grenzwerte die Gießgeschwindigkeit verringert oder der Gießprozeß unterbrochen wird.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei auf den Strang einwirkenden Ausziehkkräften im Falle einer Anbackung (Kleber) eine kurzfristige, im elastischen Bereich liegende Dehnung der Kokillenwand auftritt. Diese kurzfristige Dehnung, die von der allgemeinen Wärmedehnung der Kokillenwand überlagert wird, ist ein vortreffliches Signal für das Entstehen eines Durchbruchs in der Kokille. Dieses Signal wird im Gegensatz zu Signalen, die von Temperaturänderungen der Kokillenwand abgeleitet sind, ohne Zeitverzögerung erzeugt, so daß die Maßnahmen der Verminderung der Gießgeschwindigkeit oder sogar eines Stopps des Gießprozesses frühzeitig genug getroffen werden können, um ein Ausfließen des flüssigen Metalls zu verhindern.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann auch zwischen leichten und schweren Anbackungen unterschieden werden. Bei leichten Anbackungen reicht es aus, wenn die Gießgeschwindigkeit derart vermindert wird, daß die verbleibende Zeit in der Kokille ausreicht, um an der Durchbruchsstelle durch die andauernde Kühlung eine neue stabile und erstarrte Strangschale entstehen zu lassen. Danach kann dann wieder langsam und kontinuierlich die Gießgeschwindigkeit erhöht werden. Bei schweren Anbackungen dagegen muß der Gießprozeß sofort unterbrochen werden, weil bei solchen Anbackungen die verbleibende Zeit in der Kokille nicht ausreicht, den Durchbruch zu heilen. Wann eine Anbackung als leicht oder schwer zu werten ist, hängt von der jeweiligen Kokille ab, das heißt, daß kokillenbezogene Grenzwerte für den Vergleich mit den gemessenen Signalen für die Dehnung vorgegeben werden. Dieser Vergleich läßt sich mit absoluten Werten vorneh-

men. Es ist allerdings auch möglich, den zuletzt erfaßten Meßwert mit einem folgenden Meßwert zu vergleichen, so daß man zur Messung des Gradienten kommt und der Gradient ein Maß für einen sich anbahnenden Durchbruch ist. Da bei einer Anbackung der auf dieser Anbackung basierende Wert im Vergleich zu einem auf Wärmedehnung basierenden Wert sehr schnell ansteigt, wird er nicht durch den Anteil aus der Wärmedehnung verfälscht.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren genügt es, die Dehnungsmessung in einem Punkt einer jeden Kokillenwand vorzunehmen. Starke Anbackungen an der Kokillenwand lassen sich auf diese Weise sicher bestimmen. Um auch sehr kleine Anbackungen sicher erkennen zu können, ist es zweckmäßig, die Dehnungsmessung nicht nur in, sondern auch quer zur Strangauszugsrichtung vorzunehmen. Die Meßpunkte in und quer zur Strangauszugsrichtung sollten möglichst nahe beieinander liegen. Durch Verknüpfung dieser beiden Signale läßt sich die durch Wärme verursachte Komponente der Dehnung eliminieren, so daß das gewonnene Signal ausschließlich von der durch die Ausziehkkräfte bei einer Anbackung bedingten kurzfristigen Dehnung bestimmt ist. Die Verknüpfung der Signale für die Dehnung in Strangauszugsrichtung und quer dazu läßt sich ohne großen Rechenaufwand in einer Brückenschaltung verwirklichen. Eine solche Brückenschaltung ist nicht nur einfach im Aufbau, sondern auch unanfällig gegen Störungen.

Obgleich es grundsätzlich ausreicht, an jeder Kokillenwand nur eine Messung vorzunehmen, sollten aus Sicherheitsgründen mehrere Meßpunkte vorgesehen sein, so daß man die Möglichkeit hat, von einem Meßpunkt auf den anderen umzuschalten. Es ist dann auch möglich, alle Meßpunkte gleichzeitig für die Auswertung heranzuziehen.

Um aus Wärmedehnung resultierende Fehler bei der Dehnungsmessung zu korrigieren, besteht nicht nur die Möglichkeit, den Gradienten der Dehnung oder zusätzlich zu der Dehnungsmessung in Strangauszugsrichtung die Dehnung quer dazu zu messen, sondern auch die Temperatur der Kokillenwand zu ermitteln und daraus mit Hilfe bekannter Zusammenhänge einen Dehnungswert zu ermitteln, der mit dem gemessenen Dehnungswert in Strangauszugsrichtung derart verknüpft wird, daß der so gewonnene Wert ein eindeutiges Kriterium für die Dehnung im Falle einer Anbackung ist.

Die Dehnungsmessung kann grundsätzlich an beliebiger Stelle einer jeden Kokillenwand vorgenommen werden. Es hat sich allerdings herausgestellt, daß es günstig ist, sie nicht zu dicht an die Ecken der Kokille zu legen, weil dort wegen der großen Steifheit der Konstruktion die Dehnung der Kokillenwand am geringsten ist. Deshalb ist es vorteilhaft, wenn die Punkte im mittleren Bereich der Kokillenwände liegen. Sie sollten von den Ecken der Kokille mindestens ein

Drittel der Breite der betreffenden Seitenwand entfernt liegen, vorzugsweise sollten sie in der Mitte der

Wände liegen.

Wird die Dehnungsmessung unmittelbar an den strangseitigen Teilen der Kokillenwände mittels geeigneter Sensoren, insbesondere Dehnungsmeßstreifen, vorgenommen, dann bedeutet das einen nicht unerheblichen Aufwand, insbesondere wegen der Zuleitungen zu den im Inneren des Wasserkastens angeordneten Fühlern und Leitungen. Um diese Probleme zu vermeiden, ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die Dehnungsmessung an der strangfernen Außenwand des Wasserkastens dann vorgenommen wird, wenn der Wasserkasten mit der Kokillinnenwand eine starre Einheit bildet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Figur 1 die Rückseite einer strangseitigen Wand einer Kokille,

Figur 2 eine Meßanordnung mit Dehnungsmeßstreifen und

Figur 3 ein Diagramm mit dem Ausgangssignal der Meßanordnung gemäß Figur 2.

Auf der Rückseite der in Figur 1 dargestellten Breitenwand 1 befinden sich mittig zwei Dehnungsmeßstreifen 2a, 2b, von denen der eine Dehnungsmeßstreifen 2a in Strangauszugsrichtung und der andere Dehnungsmeßstreifen 2b quer dazu angeordnet ist. Diese Dehnungsmeßstreifen 2a, 2b bilden mit zwei Widerständen R3, R4 eine Brückenschaltung, in deren Diagonale ein Verstärker 3 angeordnet ist, der ein Ausgangssignal liefert. Die von einer Spannungsquelle 4 gespeiste Brückenschaltung ist so ausgelegt, daß der Verstärker 3 kein oder ein kleines Ausgangssignal liefert, wenn die Widerstandswerte der Dehnungsmeßstreifen 2a, 2b gleich sind. Dies ist immer dann der Fall, wenn es wegen fehlender Anbackungen an der Kokillenwand bei wirksamen Ausziehkkräften nur zu wärmebedingten Dehnungen kommt. Kommt es dagegen zu einer Anbackung, dann wird die Brückenschaltung dadurch verstimmt, daß der Widerstandswert für den Dehnungsmeßstreifen 2a ansteigt. In diesem Fall liefert der Verstärker 3 ein plötzlich ansteigendes Ausgangssignal, wie in dem Dehnungszeitdiagramm der Figur 3 für die Zeit zwischen 140 und 150 sec dargestellt ist. Dieses plötzlich ansteigende Ausgangssignal wird in einer Auswerteschaltung ausgewertet. In Abhängigkeit von dieser Auswertung wird der Gießprozeß entweder verlangsamt oder unterbrochen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gießen von Metallen in einer Stranggußanlage, wobei der Strang kontinuierlich aus der Kokille ausgezogen und der Gießprozeß in Abhängigkeit von beim Ausziehen des Stranges in

der Strangußanlage auftretender Spannungen gesteuert wird,

dadurch gekennzeichnet, daß während des kontinuierlichen Strangabzuges die durch das Auftreten mechanischer Kräfte in Strangabzugsrichtung verursachte Dehnung der Innenwand der Kokille gemessen wird und die dabei anfallenden Meßwerte für die Steuerung des Gießprozesses verwendet werden, derart, daß beim Überschreiten vorgegebener Grenzwerte die Gießgeschwindigkeit verringert oder der Gießprozeß unterbrochen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dehnung der Innenwand der Stranggießkokille quer zur Strangauszugsrichtung gemessen und mit dem Meßwert für die Dehnung in Strangauszugsrichtung derart verknüpft wird, daß der wärmebedingte Anteil der Dehnung eliminiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Messungen für die Dehnungen in und quer zur Strangauszugsrichtung an möglichst nahe beieinander liegenden Stellen erfolgen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Messungen für die Dehnung im mittleren Bereich zwischen den Ecken jeder Kokillenwand erfolgen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Messungen für die Dehnung an mehreren Stellen jeder Kokillenwand erfolgen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer Kokille mit Wasserkasten, bei dem die strangferne Wand mit der strangseitigen Wand eine starre Einheit bildet, die Messungen für die Dehnung an der strangfernen Wand des Wasserkastens erfolgen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Meßort der Dehnung die Temperatur bestimmt und als Korrekturwert bei der Auswertung des Meßwertes für die Dehnung berücksichtigt wird.

Claims

1. A process for the casting of metals in a continuous casting installation, wherein the strand is continuously withdrawn from the mould and the casting process is controlled in dependence on stresses occurring in the continuous casting installation during the withdrawal of the strand, characterized in that during continuous strand withdrawal a meas-

urement is made of the expansion of the mould inside wall caused by the occurrence of mechanical forces in the strand withdrawal direction, and the measured values thus obtained are so used to control the casting process that the casting speed is reduced or the casting process interrupted when given limit values are exceeded.

2. A process according to claim 1, characterized in that the expansion of the continuous casting mould inside wall is measured transversely of the strand withdrawal direction and so linked with the measured value for the expansion in the strand withdrawal direction that the heat-conditioned component of the expansion is eliminated.
3. A process according to claims 1 or 2, characterized in that the expansion measurements are carried out at places as close together as possible in and transversely of the strand withdrawal direction.
4. A process according to one of claims 1 to 3, characterized in that the expansion measurements are carried out in the central zone between the corners of each mould wall.
5. A process according to one of claims 1 to 4, characterized in that the expansion measurements are carried out at a number of places on each mould wall.
6. A process according to one of claims 1 to 5, characterized in that if the mould has a water box wherein the wall remote from the strand forms a rigid unit with the strand side wall, the expansion measurements are carried out on the wall of the water box remote from the strand.
7. A process according to one of claims 1 to 6, characterized in that the temperature at the expansion measuring places determined and taken into account has a correctional value in the evaluation of the measured value of expansion.

Revendications

1. Procédé de coulée de métaux dans une installation de coulée continue, où la barre continue est extraite de façon continue de la lingotière, le processus de coulée étant piloté en fonction des tensions créées dans l'installation de coulée continue pendant l'extraction de la barre, caractérisé en ce que, pendant l'extraction continue de la barre, l'allongement de la paroi intérieure de la lingotière, dans le sens de l'extraction de la barre, provoqué par l'apparition de contraintes mécaniques, est mesuré, et en ce que les valeurs de mesure relevées sont exploitées pour la régulation du processus de coulée, de manière telle qu'en cas de dépassement de valeurs

seuils prédéterminées, on puisse diminuer la vitesse de coulée ou interrompre le processus de coulée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'allongement de la paroi intérieure de la lingotière de coulée continue, transversalement par rapport à la direction d'extraction de la barre, est mesuré et est mis en relation avec la valeur de mesure de l'allongement dans le sens de l'extraction de la barre, de manière telle que la part de l'allongement, qui est due à la chaleur, soit éliminée. 5 10
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les mesures des allongements dans le sens de l'extraction de la barre, et transversalement à celui-ci, sont effectuées dans des points aussi rapprochés que possible l'un de l'autre. 15 20
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les mesures de l'allongement sont effectuées dans la zone médiane entre les coins de chacune des parois de la lingotière. 25
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les mesures de l'allongement sont effectuées en plusieurs points sur chaque paroi de la lingotière. 30
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que dans le cas d'une lingotière munie d'une chemise à eau, dans laquelle la paroi éloignée de la barre et la paroi côté barre forment un ensemble rigide, les mesures de l'allongement sont effectuées sur la paroi de la chemise à eau, qui est éloignée de la barre. 35
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on détermine la température régnant au point de mesure de l'allongement, pour en tenir compte lors de l'analyse de la valeur de mesure de l'allongement. 40 45 50 55

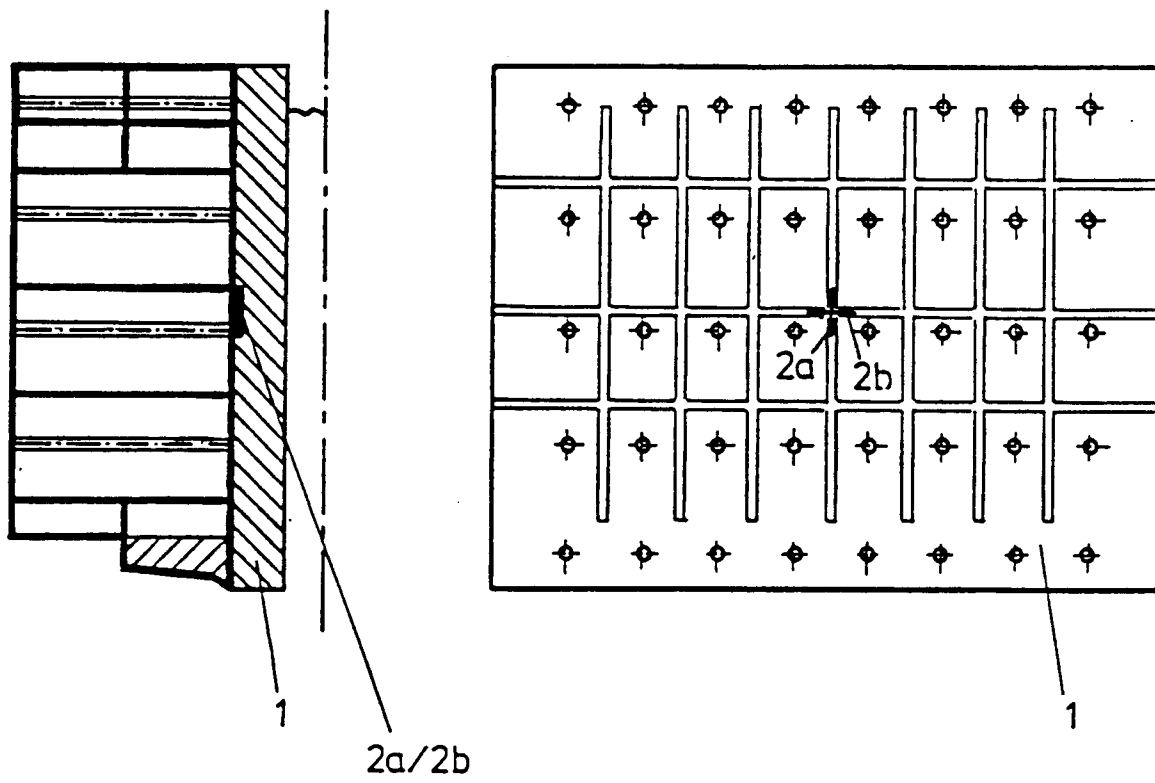


Fig.1

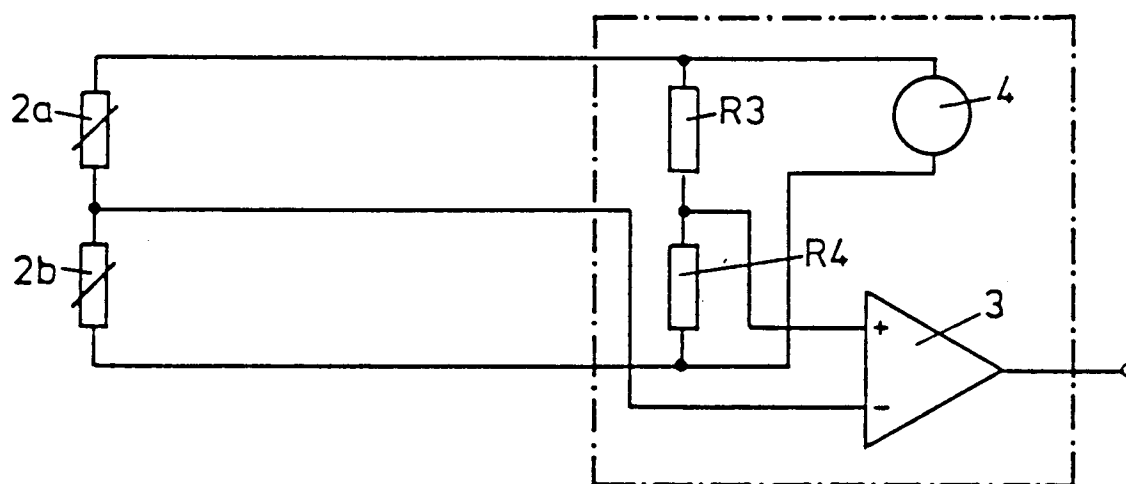


Fig. 2

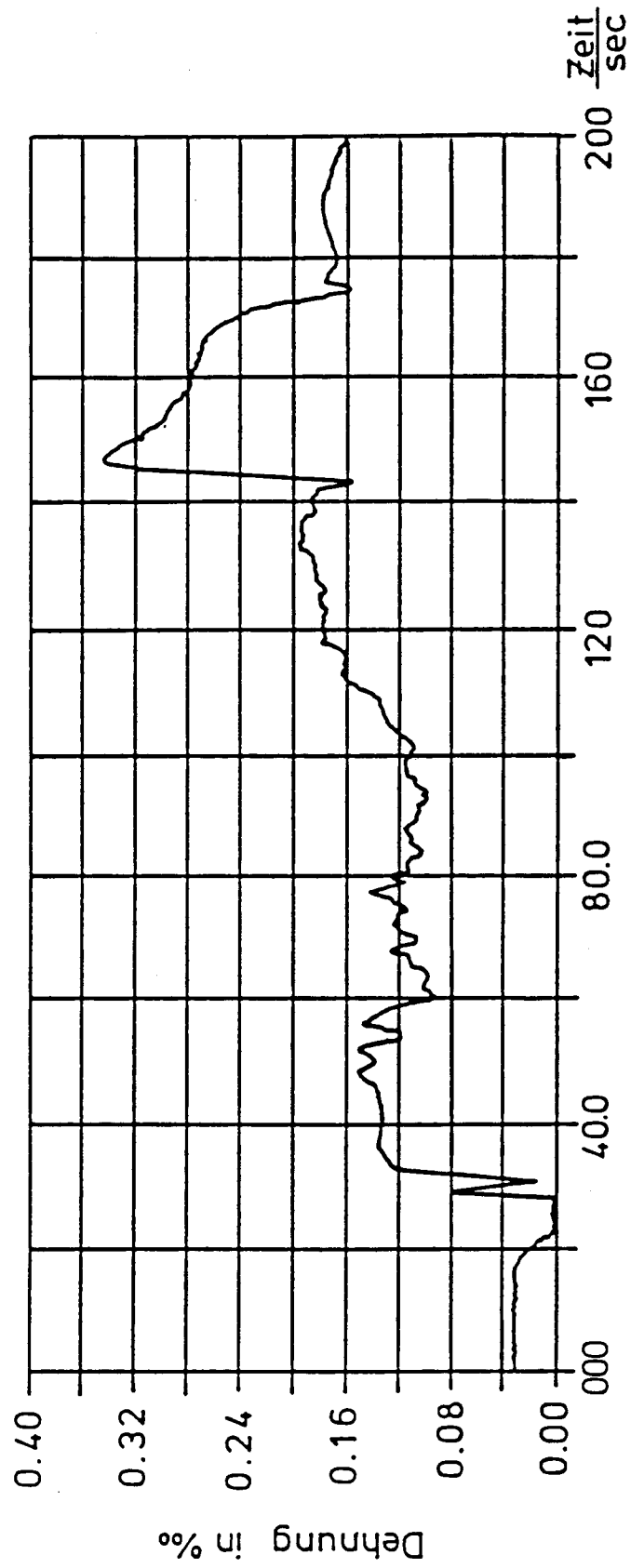


Fig. 3