

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 881 017 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

02.12.1998 Patentblatt 1998/49(51) Int Cl.⁶: **B22D 11/12, B22D 11/16**(21) Anmeldenummer: **98890138.5**(22) Anmeldetag: **12.05.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **14.05.1997 AT 828/97**(71) Anmelder: **VOEST-ALPINE Stahl Linz GmbH
4020 Linz (AT)**

(72) Erfinder:

• **Fastner, Thorwald, Dipl.-Ing. Dr.
4020 Linz (AT)**• **Hoscher, Rudolf, Ing.
4040 Linz (AT)**(74) Vertreter: **Kopecky, Helmut, Dipl.-Ing.
Kopecky & Schwarz Patentanwälte et al
Wipplingerstrasse 32/22
1010 Wien (AT)**(54) **Verfahren zur Herstellung von stranggegossenen Gussstücken und Anlage zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von stranggegossenen Gußstücken (7') wird entweder der Strang (7) oder das von ihm abgetrennte Gußstück (7') im heißen Zustand, u.zw. mit der noch vom Stranggießen herrührenden Hitze, zur Entfernung von Oberflächenfehlern (23 bis 28) und/oder oberflächennahen Fehlern spanabhebend bearbeitet.

Um eine Entfernung der Fehler (22 bis 28) ohne eine Verwendung eines Fehlersuchgerätes und ohne die spanabhebende Bearbeitung der Gesamtoberfläche des Gußstückes bzw. des Stranges durchführen zu können, wird die spanabhebende Bearbeitung aufgrund von für das Stranggießen wichtigen Prozeßparametern aktiviert und deaktiviert (Fig.1).

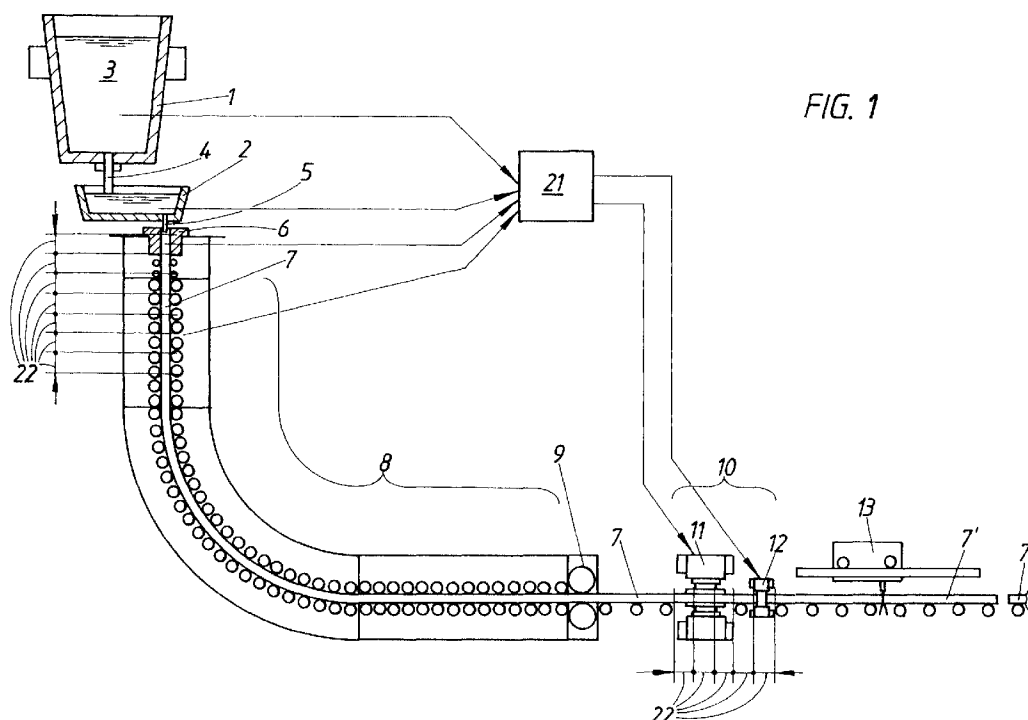


FIG. 1

EP 0 881 017 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von stranggegossenen Gußstücken, vorzugsweise Stahl-Gußstücken, wobei ein beim Stranggießen ermittelter Prozeßparameter mit einem Grenzwert verglichen und der Vergleich für eine Nachbehandlung des Gußstückes herangezogen wird, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren dieser Art ist aus der DE-A 29 26 984 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird ein für die Reibung zwischen der Kokille und dem Strang repräsentatives Meßsignal mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen, und es wird aufgrund dieses Vergleiches die in der Stranggießkokille angenommene Beschaffenheit der Oberfläche des Stranges gesteuert. Dieser Vergleich wird auch als Ankündigung für später vorzunehmende Nachbehandlungen herangezogen.

Aus der EP-A 0 057 494 und der EP-A 0 196 746 sind Regelverfahren für das Stranggießen bekannt, wobei direkt in das Stranggießverfahren eingegriffen wird, um Fehler am Strangstück zu vermeiden.

Für das weitere Verarbeiten von Strängen oder stranggegossenen Gußstücken durch Warmwalzen ist es von besonderem Vorteil, wenn der Strang on-line bzw. das Gußstück im noch heißen Zustand, d.h. mit der vom Stranggießen herrührenden Hitze, gewalzt werden kann, denn hierdurch ergeben sich wesentliche Kosteneinsparungen gegenüber einem Erkaltenlassen der Gußstücke und Wiederaufheizen vor dem Warmwalzen.

Eine wesentliche Anforderung für dieses direkte Weiterverarbeiten von Gußstücken bzw. "on-line"-Verarbeiten des Stranges ist, daß die Gußstücke bzw. der Strang frei von Oberflächenfehlern sind, da sich solche Oberflächenfehler nachteilig auf das fertiggewalzte Produkt auswirken. Es können am Gußstück bzw. am Strang Kantenrisse, Querrisse, Makroeinschlüsse, Poren und Längsrisse vorhanden sein, welche Oberflächenfehler bzw. oberflächennahen Fehler die Qualität des gewalzten Produktes derart vermindern können, daß das gewalzte Produkt später für den geplanten Einsatzbereich, z.B. zur Herstellung von Karosserieteilen durch Tiefziehen etc., nicht mehr eingesetzt werden kann.

Zwar ist es mit der heutigen Stranggießtechnik durchaus die Regel, daß der Strang bzw. von diesem abgetrennte Gußstücke frei von Oberflächenfehlern und frei von oberflächennahen Fehlern hergestellt werden, jedoch hat sich gezeigt, daß die oben beschriebenen Fehler aufgrund besonderer beim Betrieb einer Stranggießanlage auftretender Umstände nicht immer vermieden werden können.

Ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art ist beispielsweise aus der EP-A - 0 053 274 bekannt, bei welchem Verfahren die gesamte Oberfläche des Stranges im noch heißen Zustand spanabhebend bearbeitet wird, beispielsweise mit Schleifscheiben, Hobelmessern oder Fräswerkzeugen, und wobei in Abhängigkeit von auftretenden Oberflächenfehlern die spanabhebende Bearbeitung intensiviert wird. Zur Feststellung der Fehlerstellen wird die Strangoberfläche ständig auf Fehlerstellen abgetastet.

Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß es noch kein Fehlersuchgerät gibt, das bei den hohen Strangtemperaturen die Fehler in ausreichendem Maß erkennen läßt. Die meisten Fehler, wie Poren, Einschlüsse und Risse, sind von Zunder bedeckt und nicht sichtbar. Optische Geräte scheiden daher zur Fehlererkennung aus. Bei einer zerstörungsfreien Prüfung, z.B. mit Wirbelstrom, werden die Meßsignale durch die nicht ebene, mit Oszillationsmarken durchsetzte und mit Zunder behaftete Gußoberfläche zu stark gestört. Davon abgesehen wäre ein Einbau eines Fehlersuchgerätes zwischen den Strangführungsrollen der Gießanlage wegen Platzmangels nur schwer vorstellbar. Einschlüsse und Poren können heute am Gußstrang inline zerstörungsfrei überhaupt nicht festgestellt werden.

Gegen den Einsatz dieses bekannten Verfahrens spricht auch, daß bei größeren Gußquerschnitten, wie z.B. bei Brammenformaten, eine komplette Bearbeitung der Oberfläche aufgrund der begrenzten Standzeit der Werkzeuge zu aufwendig und wirtschaftlich nicht vertretbar wäre.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, welche es gestatten, bei einem Strang oder bei einem vom Strang bereits abgetrennten Gußstück nur jene Stellen bearbeiten zu müssen, bei denen tatsächlich Fehler an der Oberfläche bzw. im oberflächennahen Bereich vorhanden sind. Das Verfahren soll unabhängig von einem Fehlersuchgerät durchführbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß entweder der Strang oder das von ihm abgetrennte Gußstück im heißen Zustand, u.zw. mit der noch vom Stranggießen herrührenden Hitze, zur Entfernung von Oberflächenfehlern und/oder oberflächennahen Fehlern spanabhebend bearbeitet wird, wobei die spanabhebende Bearbeitung aufgrund von für das Stranggießen wichtigen Prozeßparametern aktiviert und deaktiviert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf der Erkenntnis, daß Oberflächenfehler bzw. Fehler im oberflächennahen Bereich stets als Folge von besonderen Betriebsbedingungen, wie Unregelmäßigkeiten bzw. Störungen, auftreten. Auch sind für das Stranggießen ungünstige Erzeugungsbedingungen außerhalb eines Bereiches, in dem die optimalen Prozeßparameter des Stranggießens eingebettet sind, für das Entstehen solcher Fehler verantwortlich.

Die verfahrenstechnische Lösung dieser Aufgabe beruht erfindungsgemäß darauf, daß fehlerbeeinflussende Prozeßparameter zur Feststellung fehlergefährdeter Bereiche und als Steuergrößen für Beginn und Ende einer spanabhebenden Bearbeitung herangezogen werden und damit eine selektive und örtlich begrenzte Bearbeitung der

Gußoberfläche durchgeführt wird. Dabei werden für die Prozeßparameter Grenzwerte festgelegt. Wenn diese über- bzw. unterschritten werden, setzt die Bearbeitung ein oder wird beendet. Auslösend können auch bestimmte Ausprägungen von Parametern sein. Die Prozeßparameter können auch zu Kennwerten verknüpft werden, insbesondere zu Prognosewerten für Fehler, wobei bei Über- oder Unterschreiten von Grenzen dieser Kennwerte die Bearbeitung aktiviert oder deaktiviert wird.

Damit ist das Erkennen und Entfernen von Fehlern unabhängig von Fehlersuchgeräten, und mit einer selektiven Bearbeitung können die Bearbeitungswerkzeuge für eine größere Gußlänge im Einsatz bleiben als bei einer vollständigen Bearbeitung der Oberfläche.

Erfindungsgemäß lassen sich somit durch Beobachten der Stranggieß-Prozeßparameter fehlergefährdete Bereiche des Stranges eruieren, wobei nur diese Bereiche einer spanabhebenden Bearbeitung unterzogen werden. Weicht also ein für das Stranggießen wichtiger Prozeßparameter vom optimalen Bereich in einem Maß ab, das das Entstehen von Fehlern nach sich zieht oder zumindest befürchten läßt, wird die spanabhebende Bearbeitung aktiviert, u.zw. dann, wenn der fehlerhafte oder fehlergefährdete Bereich des Stranges von der Stranggießkokille bis zur Bearbeitungsstation für das spanabhebende Bearbeiten gelangt ist.

Ein Vorteil ist auch darin zu sehen, daß es hierdurch gelingt, den Materialfluß ins Walzwerk ungestört durchführen zu können; aufwendige Manipulationen in eigenen Adjustagen können entfallen.

Voraussetzung ist die Kenntnis über die Beeinflussung der Fehler durch die Stranggieß-Prozeßparameter und eine Software zur Zuordnung der Prozeßparameter zu Strangabschnitten und deren Verfolgung von der Kokille bis zur Bearbeitungseinrichtung in der Gießanlage.

Vorzugsweise wird als Prozeßparameter die Gießgeschwindigkeit herangezogen und eine Grenzgießgeschwindigkeit festgelegt, die für das Aktivieren und Deaktivieren der Bearbeitung auslösend ist.

Weiters wird zweckmäßig als Prozeßparameter die Schwankung des Niveaus eines in einer Durchlaufkokille vorhandenen Gießspiegels der zu vergießenden Schmelze herangezogen.

Insbesondere wird auf die Amplitude der Schwankung geachtet, wobei als Auslöser für die Bearbeitung entweder die Überschreitung eines Mittelwertes und/oder die Überschreitung eines festgelegten Grenzwertes der Amplitude herangezogen wird.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird als Prozeßparameter die Höhe der Gießtemperatur herangezogen, wobei vorzugsweise bei Überschreiten einer Grenzgießtemperatur eine spanabhebende Bearbeitung einsetzt.

Weitere wichtige Prozeßparameter sind die chemischen Elemente der Gußanalyse der zu vergießenden Schmelze, insbesondere C, Mn, S, Al, N, Cr, Ni, Cu, Nb, V, Ti einzeln oder in Kombination. Sie beeinflussen die Empfindlichkeit des Stahles auf Fehlerentstehung.

Zweckmäßig wird als Prozeßparameter das Aufbrennen eines Ausgusses einer Pfanne, aus der eine Schmelze in ein oberhalb einer Durchlaufkokille in Stellung gebrachtes Verteilergefäß einströmen gelassen wird, herangezogen.

Weiters wird vorteilhaft als Prozeßparameter der Füllgrad eines oberhalb einer Durchlaufkokille in Stellung gebrachten Verteilergefäßes für die zu vergießende Schmelze herangezogen, wobei eine spanabhebende Bearbeitung einsetzt, wenn der Füllgrad des Verteilergefäßes unterhalb eines Grenzfüllgrades absinkt.

Da insbesondere die Startphase des Stranggießens für Fehler verantwortlich ist, wird als Prozeßparameter auch die Startphase herangezogen.

Ein weiteres Kriterium für das Entstehen von Fehlern ist beim Brammenstranggießen die Konuseinstellung einer Schmalseitenwand einer Durchlaufkokille, so daß auch diese als Prozeßparameter herangezogen wird, wobei sowohl bei Überschreiten als auch bei Unterschreiten einer Grenzkonzität der Schmalseite die spanabhebende Bearbeitung einsetzt.

Unterschiedliche Abweichungen der Prozeßparameter von Idealwerten rufen unterschiedliche Fehlerbilder hervor. Zweckmäßigerweise wird die Bearbeitung je nach Fehlerbild durchgeführt, die selektive Bearbeitung wird daher auf bestimmte, den Fehlerbildern entsprechende Zonen ausgerichtet. Dabei werden je nach Prozeßparameterwerten entweder nur die Kanten des Stranges bzw. Gußstückes oder nur ein die Kanten einschließender schmaler Bereich oder etwa zwei Drittel einer Seite des Stranges bzw. des Gußstückes bearbeitet werden, wobei je ein Drittel an einen Kantenbereich unter Freilassung des mittleren Drittels zwischen diesen Bereichen ausschließt, oder daß die Seitenfläche nur im mittleren Bereich, vorzugsweise über ein Drittel der Breite der Seite, bearbeitet wird oder daß die gesamte Oberfläche des Stranges bzw. des Gußstückes spanabhebend bearbeitet wird.

Wichtig ist auch, daß die Prozeßparameter, die für eine Aktivierung oder Deaktivierung der spanabhebenden Bearbeitung herangezogen werden, jeweils in Längsrichtung des Stranges sich begrenzt erstreckenden Strangsegmenten zugeordnet werden und die spanabhebende Bearbeitung je nach Wert des Prozeßparameters aktiviert oder deaktiviert wird, zu jenem Zeitpunkt, zu dem das Strangsegment die Stelle der spanabhebenden Bearbeitung passiert.

Eine Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist durch die Kombination folgender Merkmale gekennzeichnet:

- eine Durchlaufkokille,

- eine unterhalb der Durchlaufkokille angeordnete Strangführung,
- eine Trenneinrichtung zum Abtrennen von Gußstücken vom Gußstrang,
- eine Maschine zur spanabhebenden Bearbeitung zumindest eines Oberflächenbereiches des Stranges oder eines vom Strang abgetrennten Gußstückes,
- 5 - wobei die Maschine zur spanabhebenden Bearbeitung auf Basis von für das Stranggießen wichtigen Prozeßparametern, wie der Gießgeschwindigkeit, der Schmelzentemperatur, der Gießspiegelschwankung in der Durchlaufkokille, der chemischen Zusammensetzung der Schmelze etc., aktivierbar und deaktivierbar ist.

Vorzugsweise ist die Maschine zur spanabhebenden Bearbeitung als Fräsmaschine ausgebildet, wobei vorzugsweise die Fräsmaschine mit Fräsern zum Kantenfräsen und Fräsern zum Fräsen der Oberfläche des Stranges bzw. des Gußstückes ausgestattet ist.

Weiters ist es zweckmäßig, wenn die Fräsmaschine mit Fräsern zum Fräsen der Seitenbereiche und Fräsern zum Fräsen des Mittelbereiches des Stranges bzw. des Gußstückes ausgestattet ist.

Vorteilhaft ist die Fräsmaschine mit einem Steuer- oder Regelgerät gekoppelt, das einzelne der Fräser oder mehrere der Fräser oder alle Fräser aktiviert oder deaktiviert.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei Fig. 1 eine Stranggießanlage in schematischer Darstellung in Seitenansicht zeigt. Die Fig. 2, 3 und 4 zeigen Anordnungen zur spanabhebenden Bearbeitung und die Fig. 5 bis 9 veranschaulichen Gußstrangsegmente mit Fehlern und mit den Bereichen, die an diesen Gußstrangsegmenten spanabhebend bearbeitet werden.

Die Stranggießanlage gemäß der Erfindung ist grundsätzlich unabhängig vom Gießformat und Stahltyp. Besonders vorteilhaft eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren und die Gießanlage gemäß der Erfindung in Verbindung mit Walzwerkseinrichtungen, die direkt an die Gießanlage anschließen. Der bevorzugte Einsatzbereich der Erfindung ist zwar das Stahlstranggießen, doch ist eine Anwendung für das Stranggießen anderer Schmelzen durchaus angebracht.

Mit 1 ist eine Gießpfanne einer Stahlstrang-Gießanlage bezeichnet, die über einem Verteilergefäß 2 in Stellung gebracht ist. Die in der Gießpfanne befindliche Stahlschmelze 3 fließt über ein in das Verteilergefäß 2 reichendes Gießrohr 4 in das Verteilergefäß 2 und von diesem über ein weiteres Gießrohr 5 in eine unterhalb des Verteilergefäßes 2 befindliche Durchlaufkokille 6. In dieser bildet sich ein Strang 7 mit erstarrter Oberfläche und flüssigem Kern, der über eine Strangführung 8 mit einer Antriebseinrichtung 9 - ab der der Strang 7 bereits durcherstarrt ist - ausgefördert und in dieser Strangführung 8 gekühlt wird. In dem an die Strangführung 8 anschließenden Bereich ist eine Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung, im vorliegenden Fall eine Fräsmaschine 10, vorgesehen, die sowohl eine Planfräseinrichtung 11 als auch eine Kantenfräseinrichtung 12 umfaßt. Am sich bewegenden Strang 7 ist Fräsen als Bearbeitungsmethode gegenüber Hobeln oder Schleifen effizienter und im Vergleich zum Flämmen umweltfreundlicher und wirtschaftlicher.

In Strangausziehrichtung nachgeordnet ist eine Strang-Trenneinrichtung 13, die als Brennschneidmaschine ausgebildet ist. Hier werden einzelne Strang-Gußstücke 7' vom Strang 7 abgetrennt. Diese Trenneinrichtung könnte auch zwischen dem Ende der Strangführung 8 und der Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen sein. Dies hat den Nachteil, daß das Gußstück 7' bereits weiter abkühlt. Eine Bearbeitung der Gußstücke 7' unmittelbar nach der Brennschneidmaschine 13 hat aber den Vorteil, daß die Bearbeitungsbedingungen konstant eingestellt werden können und flexiblere Einbaumöglichkeiten für die Fräsmaschine 10 bestehen.

Die Fräsmaschine 10 weist mehrere rotierende Fräsköpfe auf, wie dies insbesondere aus den Fig. 2 bis 4 zu erkennen ist. Die Fräsköpfe 14 der Fräseinrichtung 11 dienen zum Bearbeiten der Breitseiten 15 eines Stranges 7 mit Brammenquerschnitt. Um die ganze Breite 16 des Stranges 7 bearbeiten zu können, sind die Planfräsköpfe 14 in der Ebene der Breitseiten 15 bewegbar.

Weiters weist die Fräsmaschine 10 noch Fräsköpfe 17, 17' zum Bearbeiten der Kanten 18 bzw. schmale Bereiche neben den Kanten 18 des Stranges 7 auf, die, wie in Fig. 3 in der linken Bildhälfte oder in der rechten Bildhälfte dargestellt, gestaltet sein können. Die Planfräseinrichtung kann auch gemäß Fig. 4 gestaltete Fräser 19, 20 aufweisen, welche Ausführungsform sich insbesondere für schmalere Brammen-, Bloom- oder Knüppelquerschnitte bewährt. Die Fräsmaschine 10 ist derart gestaltet, daß die Fräser sowohl unabhängig voneinander als auch gemeinsam in Betrieb genommen werden können, je nach Ansteuerung durch die Prozeßparameter des Stranggießens, wie noch später beschrieben wird.

Alle Fräser sind wassergekühlt, um Strangtemperaturen bis zu 1100°C standhalten zu können; die bevorzugte Oberflächentemperatur des Stranges, bei der gefräst wird, liegt zwischen 600 und 900°C. Die Fräser selbst weisen Schneiden aus Hartmetall oder keramischen Werkstoffen auf. Die Frässpäne werden z.B. mittels Preßluft von der Oberfläche entfernt. Es ist von Vorteil, die außenliegenden Fräser gemäß Bild 2 auch geneigt einstellen zu können, um im Fall die Kante brechen zu können. Grundsätzlich ist es auch möglich, Fräser an der Schmalseite anzuordnen, die gleichzeitig den Kantenbereich erfassen.

Die Anstellung der Fräser in Richtung der zu fräsenden Oberfläche wird ebenfalls in Abhängigkeit der Prozeßpa-

rameter bewerkstelligt, wobei sich diese Anstellung je nach Fehlertiefe richtet. Im allgemeinen reicht eine Anstellung von etwa 3 mm bis 5 mm aus.

Zur Aktivierung und Deaktivierung der Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung ist - wie in Fig. 1 schematisch angedeutet - eine Prozeßparameter-Erfassungseinrichtung 21 vorgesehen, die mit der Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung gekoppelt ist, u. zw. in der Art und Weise, daß die Maschine 10 dann in Betrieb gesetzt werden kann, wenn ein Strangsegment 22, das sich gerade in der Durchlaufkokille 6 befindet und dem bestimmte Prozeßparameter durch die Prozeßparameter-Erfassungs- und Steuer- bzw. Regeleinrichtung 21 zugeordnet werden, unter Berücksichtigung der Stranggießgeschwindigkeit zur Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung gelangt. Es wird darauf Wert gelegt, daß jedem Strangsegment 22 von allen Prozeßparametern jeweils ein repräsentativer Prozeßwert zugeordnet wird. Die Strangsegmente 22 können beispielsweise 0,5 m lang sein.

Die Funktion ist folgende:

Kommt es zur Abweichung eines Prozeßparameters in einem Maß, daß das Auftreten von Fehlern an der Oberfläche oder im oberflächennahen Bereich des Stranges 7 befürchtet werden muß, wird diese Abweichung einem Strangsegment 22, das sich ja zur Zeit der Abweichung noch in der Durchlaufkokille 6 befindet, zugeordnet. Sobald dieses Strangsegment 22 zur Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung gelangt, wird diese in Betrieb genommen, u. zw. in einer Art und Weise, daß der zu erwartende Fehlertyp (Kantenrisse, Querrisse, Makroeinschlüsse, Poren oder Längsrisse) entfernt wird. Anschließend wird die Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung wieder deaktiviert. Sie tritt erst dann wieder in Funktion, wenn abermals ein Strangsegment 22, dem fehlerverursachende Prozeßparameter zugeordnet sind, zur Maschine 10 zur spanabhebenden Bearbeitung gelangt.

Die Bearbeitung der fehlerbehafteten oder fehlergefährdeten Oberflächen des Stranges 7 geschieht selektiv, d. h. es werden nur jene Oberflächenbereiche des Stranges 7 bearbeitet, die die zu erwartenden Fehler aufweisen. Wenn beispielsweise Kantenrisse 23 - wie in Fig. 5 dargestellt - durch die Prozeßparameter zu erwarten sind, werden nur die Kantenbereiche des Stranges 7 bearbeitet, z. B. in einer Breite von 50 mm. Querrisse 24, die sich im kantennahen Bereich bilden, werden, wie aus Fig. 6 ersichtlich ist, dadurch entfernt, indem nur diese kantennahen Bereiche bearbeitet werden, z. B. über eine Breite von 100 mm. Makroeinschlüsse 25, Poren 26, Netzkrisse 27 treten bevorzugt in einem Drittel der Gußbreite 16, das an die Seitenkanten anschließt, auf, so daß, wenn solche Fehler durch die Prozeßparameter verursacht werden, nur diese Bereiche bearbeitet werden (vgl. Fig. 7). Längsrisse 28, die bevorzugt im Mittelnbereich der Strangoberfläche auftreten, werden entfernt - wie in Fig. 8 dargestellt -, indem nur dieser Mittelnbereich, der sich etwa über ein Drittel der Breite der Oberfläche erstreckt, bearbeitet wird.

Es gibt aber auch ein Fehlerbild, siehe Fig. 9, das sich dadurch auszeichnet, daß die Fehler, wie Makroeinschlüsse, Poren oder Querrisse, unregelmäßig über die Breite verteilt sind. Wenn die Prozeßparameter derart abweichen, daß dieses Fehlerbild ausgelöst wird, ist die Bearbeitung der Oberfläche über die ganze Breite erforderlich.

In nachstehender Tabelle sind die den einzelnen Fehlertypen zuzuordnenden Fehlerbilder aufgelistet, welche Fehlerbilder sich ergeben, weil bestimmte Fehlertypen nur in ganz bestimmten Oberflächenbereichen des Gußstranges vorkommen und sich je nach den Prozeßbedingungen einstellen.

Tabelle I

Fehlerbild Fig.	zugeordneter Fehlertyp	Lage und Breite der zu bearbeitenden Bahn auf der Gußoberfläche
5	Kantenrisse	bis zu etwa 50 mm von der Kante
6	Querrisse	bis zu etwa 100 mm von der Kante
7	Makroeinschlüsse	bis zu etwa 1/3 der Gußbreite 16 von der Kante 18
	Poren	ausgehend
8	Längsrisse	etwa mittleres Drittel der Gußbreite 16
9	alle Fehlertypen	ganze Gußbreite 16

Die Breite der spanabhebend zu bearbeitenden Bahn wird innerhalb der angegebenen Grenzen fix eingestellt und richtet sich nach der Erfahrung.

Die Prozeßparameter, die diese Fehler verursachen, beziehen sich auf den Stranggießprozeß selbst und auf vorgelagerte Erzeugungsaggregate. Ihr Einfluß auf die Fehler kann durch statistische Methoden, z. B. Regressionsanalysen, ermittelt werden. Zu den Prozeßparametern als Einflußgrößen zählen auch Störungen, z. B. mit der Ausprägung "Aufbrennen des Pfannenausgusses", sowie die chemische Zusammensetzung des Stahles und bestimmte instationäre Zustände während des Gießens, wie Gießbeginn, Gießende, Bereich Verteilerwechsel, oder Strangstillstände bzw. Gießgeschwindigkeiten < 0,5 m/min.

Selbstverständlich muß sichergestellt sein, daß die Meßwerte der Prozeßparameter richtig angezeigt werden, weshalb sie nach dem Prinzip der Qualitätssicherung laufend überprüft werden müssen.

Es gibt mehrere Realisierungswege, wie man von der Meßwerterfassung zur Entscheidung über Beginn und Ende

der spanabhebenden Bearbeitung kommt. In einem Anwendungsfall setzt die Bearbeitung der Gußoberfläche ein und wird beendet, wenn Grenzwerte der Prozeßparameter über- oder unterschritten werden oder gewisse Ausprägungen der Parameter eintreten. Im Beispiel der Tabelle II sind solche Entscheidungskriterien in Abhängigkeit vom Stahltyp formuliert. Für jeden Erzeugungsfall ist angegeben, welches Fehlerbild zu erwarten und nach welchem Fehlerbild zu arbeiten ist. Die Parameter und Grenzwerte sind spezifisch für die Erzeugungsanlagen und daher gemäß Erfahrung festzulegen.

Tabelle II

Stahltyp	fehlerbeeinflussende Prozeßparameter	Bearbeitung setzt ein, wenn	Fehlerbild, Bearbeitung nach Fig.
weicher unleg. Stahl C < 0,08 %	Gießgeschwindigkeit	0,5 - 0,7 m/min	7
	Aufbrennen	ja	7
	Pfannenausguß		
	Gießspiegelschwankung	> 10 mm	7
	Verteilerfüllgrad	< 50 %	7
Baustahl mittlerer C-Gehalt 0,08-0,13 %	Gießbeginn	ja	9
	S-Gehalt	> 0,020 %	5
	Gießgeschwindigkeit	0,5 - 0,7 m/min	6
	Gießgeschwindigkeit	> 1,6 m/min	5
	Gießgeschwindigkeit	< 0,5 m/min	9
	Gießtemperatur über Liquidus	> 35°C	5
	Konus Schmalseite	0,9	8

Die Anwendung dieser Kriterien zeigt Tabelle III für stichprobenweise herausgegriffene Strangsegmente. Die Entscheidung über die Bearbeitung läßt sich nach einem Soll-/Ist-Vergleich der Entscheidungskriterien von Tabelle II mit den aktuellen Prozeßdaten auf einfache Weise treffen.

Tabelle III

Strangsegment 22 Nr.	Prozeßwerte für Parameter					Entscheidung für Bearbeitung	Fehlerbild und Bearbeitung nach Fig.
	S-Gehalt %	Stahltemp. über Liquidus °C	Gießgeschwindigkeit (m/min)	...	...		
2223	0,015	40	0,6			ja	1,2
2660	0,025	25	1,2			ja	1
3221	0,010	23	0,4			ja	5
3925	0,012	22	1,2			nein	-

Grenzwerte zur Ansteuerung der Bearbeitung müssen nicht direkt von Prozeßparametern stammen, sondern können auch Kenngrößen sein, die aus den Prozeßparametern abgeleitet oder errechnet werden. Ein Beispiel hierfür sind Grenzwerte von einer Fehlerprognose, in der die Einflußgrößen im Prozeß verknüpft werden. In diesem Anwendungsfall ist es notwendig, den prognostizierten Fehlerwert mit einem maximal zulässigen Fehlerwert zu vergleichen. Bei Grenzwertüberschreitung wird die Bearbeitung ausgelöst, beispielhaft zeigt dies Tabelle IV. Bei Ansteuerung der Bearbeitung durch Fehlerprognose wird eine größere Treffsicherheit zur Fehlerentfernung erzielt als bei Ansteuerung über einzelne Parameter.

Tabelle IV

Strangsegment 22 Nr.	Werte- Typ	Prognosewerte für die Fehler gemäß Fehlerbild						Entscheidung zur Bearbeitung	Bearbei- tung nach Fig.
		Fig. 5	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8	Fig. 9			
		KR 1) N/lfm	QR N/ lfm	MaE1 N/m ²	LR N/ lfm	MaE2 N/m ²			
2020	Prognose	0,30	0,25	0,02	0,05	0,0		ja	5,6
	max. zulässig	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20			
3000	Prognose	0,20	0,0	0,40	0,0	0,0		ja	5,7
	max. zulässig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
4224	Prognose	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0		ja	9
	max. zulässig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
7777	Prognose	0,05	0,0	0,05	0,0	0,0		nein	-
	max. zulässig	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20			

1) Prinzip der Prognosefunktion: KR = Kantenrisse (N/lfm) = Funktion [Kohlenstoff (%), Schwefel (%), Gießgeschwindigkeit (m/min), Stahitemperatur über Liquidus (°C), Kokillenkonus, ...], QR = Querrisse, LR = Längsrisse.

MaE1 = Makroeinschlüsse bahnenförmig angeordnet

MaE2 = Markoeinschlüsse unregelmäßig über Gußbreite auftretend.

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung von stranggegossenen Gußstücken (7'), vorzugsweise Stahl-Gußstücken, wobei ein beim Stranggießen ermittelter Prozeßparameter mit einem Grenzwert verglichen und der Vergleich für eine Nachbehandlung des Gußstückes herangezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß entweder der Strang (7) oder das von ihm abgetrennte Gußstück (7') im heißen Zustand, u.zw. mit der noch vom Stranggießen herrührenden Hitze, zur Entfernung von Oberflächenfehlern (23 bis 28) und/oder oberflächennahen Fehlern spanabhebend bearbeitet wird, wobei die spanabhebende Bearbeitung aufgrund von für das Stranggießen wichtigen Prozeßparametern aktiviert und deaktiviert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßparameter zu Kennwerten verknüpft werden, insbesondere zu Prognosewerten für Fehler (23 - 28), und bei Über- oder Unterschreiten von Grenzen dieser Kennwerte die Bearbeitung aktiviert oder deaktiviert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter die Gießgeschwindigkeit herangezogen wird und eine Grenzgießgeschwindigkeit festgelegt wird, die für das Aktivieren und Deaktivieren der Bearbeitung auslösend ist.
- Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter die Schwankung des Niveaus eines in einer Durchlaufkokille (6) vorhandenen Gießspiegels der zu vergießenden Schmelze (3) herangezogen wird.
- Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter die Höhe der Gießtemperatur herangezogen wird, wobei vorzugsweise bei Überschreiten einer Grenzgießtemperatur eine spanabhebende Bearbeitung einsetzt.
- Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter

die chemischen Elemente der Gußanalyse von der zu vergießenden Schmelze (3) herangezogen werden, insbesondere C, MN, S, Ar, N, Cr, Ni, Cu, Nb, V, Ti.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter das Aufbrechen eines Ausgusses einer Pflanze, aus der eine Schmelze (3) in ein oberhalb einer Durchlaufkokille (6) in Stellung gebrachtes Verteilergefäß (2) einströmen gelassen wird, herangezogen wird.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter der Füllgrad eines oberhalb einer Durchlaufkokille (6) in Stellung gebrachten Verteilergefäßes (2) für die zu vergießende Schmelze (3) herangezogen wird, wobei eine spanabhebende Bearbeitung einsetzt, wenn der Füllgrad des Verteilergefäßes (2) unterhalb eines Grenzfüllgrades absinkt.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter die Startphase des Stranggießens herangezogen wird.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Prozeßparameter beim Gießen eines Stranges mit Brammenquerschnitt die Konuseinstellung einer Schmalseitenwand einer Durchlaufkokille (6) herangezogen wird, wobei sowohl bei Unterschreiten als auch bei Überschreiten einer Grenzkonzentration der Schmalseite die spanabhebende Bearbeitung einsetzt.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitung in Abhängigkeit der für das Einsetzen der Bearbeitung maßgeblichen Prozeßparameter durchgeführt wird, wobei je nach Prozeßparameterwert entweder nur die Kanten (18) des Stranges (7) bzw. Gußstückes (7') oder nur ein die Kanten (18) des Stranges (7) bzw. Gußstückes (7') einschließender schmaler Bereich oder etwa zwei Drittel einer Seite des Stranges (7) bzw. des Gußstückes (7') bearbeitet werden, wobei je ein Drittel an einen Kantenbereich unter Freilassung des mittleren Drittels zwischen diesen Bereichen anschließt, oder daß die Seitenfläche nur im mittleren Bereich, vorzugsweise über ein Drittel der Breite der Seite, bearbeitet wird oder daß die gesamte Oberfläche des Stranges (7) bzw. des Gußstückes (7') spanabhebend bearbeitet wird.
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßparameter, die für eine Aktivierung oder Deaktivierung der spanabhebenden Bearbeitung herangezogen werden, jeweils in Längsrichtung des Stranges sich begrenzt erstreckenden Strangsegmenten (22) zugeordnet werden und die spanabhebende Bearbeitung je nach Wert des Prozeßparameters aktiviert oder deaktiviert wird, zu jenem Zeitpunkt, zu dem das Strangsegment (22) die Stelle der spanabhebenden Bearbeitung passiert.
13. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:
 - eine Durchlaufkokille (6),
 - eine unterhalb der Durchlaufkokille (6) angeordnete Strangführung (8),
 - eine Trenneinrichtung (13) zum Abtrennen von Gußstücken (7') vom Gußstrang (7),
 - eine Maschine (10) zur spanabhebenden Bearbeitung zumindest eines Oberflächenbereiches des Stranges (7) oder eines vom Strang abgetrennten Gußstückes (7'),
 - wobei die Maschine (10) zur spanabhebenden Bearbeitung auf Basis von für das Stranggießen wichtigen Prozeßparametern, wie der Gießgeschwindigkeit, der Schmelztemperatur, der Gießspiegelschwankung in der Durchlaufkokille, der chemischen Zusammensetzung der Schmelze etc., aktivierbar und deaktivierbar ist.
14. Anlage nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschine (10) zur spanabhebenden Bearbeitung als Fräsmaschine ausgebildet ist.
15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Fräsmaschine (10) mit Fräsern (17, 17') zum Kantenfräsen und Fräsern (14, 19, 20) zum Fräsen der Oberfläche des Stranges (7) bzw. des Gußstückes (7') ausgestattet ist.
16. Anlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Fräsmaschine (10) mit Fräsern (14) zum Fräsen der Seitenbereiche und Fräsern (14) zum Fräsen des Mittelbereiches des Stranges bzw. des Gußstückes ausgestattet ist (Fig. 2).

EP 0 881 017 A2

17. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Fräsmaschine (10) mit einem Steuer- oder Regelgerät (21) gekoppelt ist, das einzelne der Fräser oder mehrere der Fräser oder alle Fräser aktiviert oder deaktiviert.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

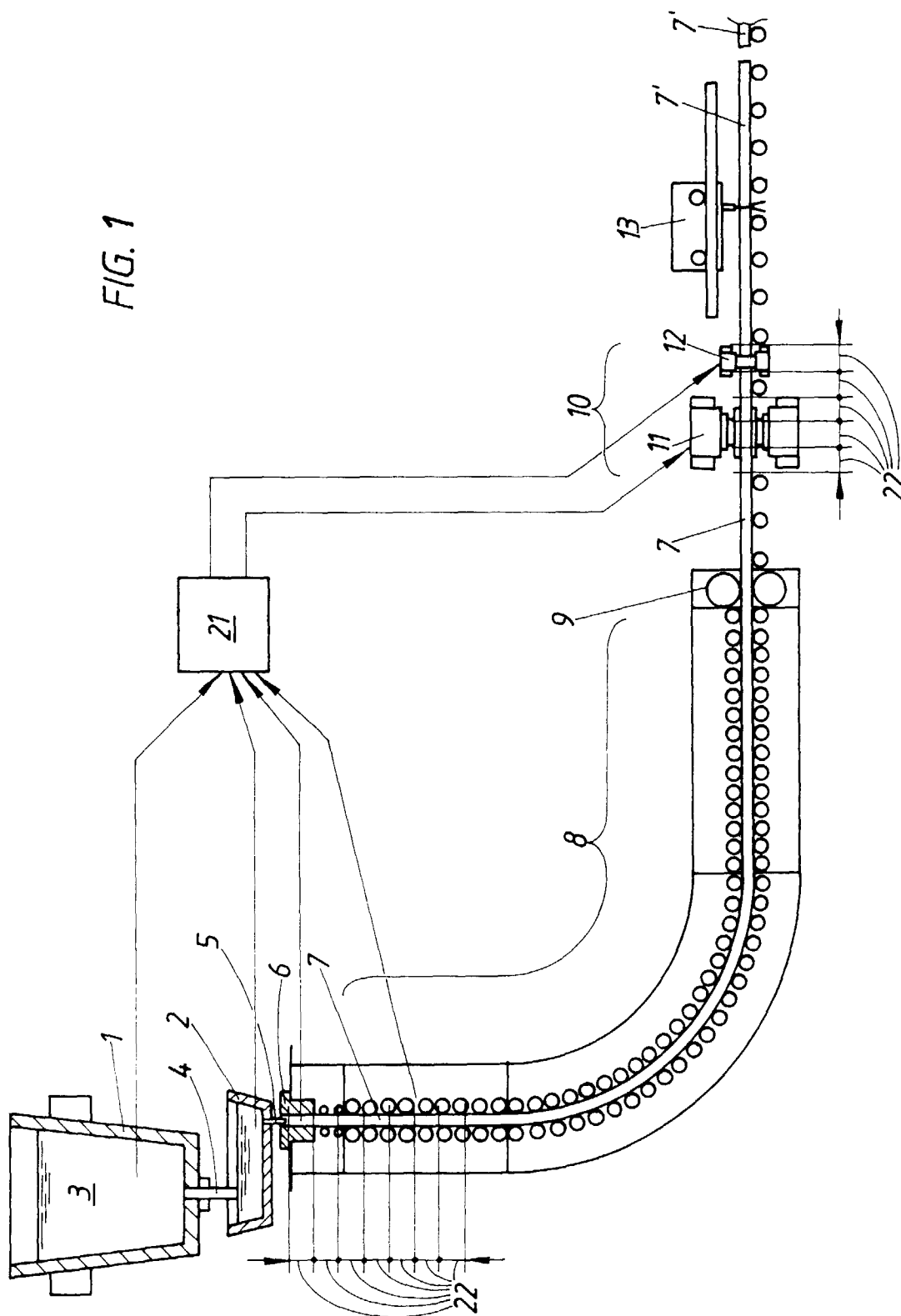


FIG. 3

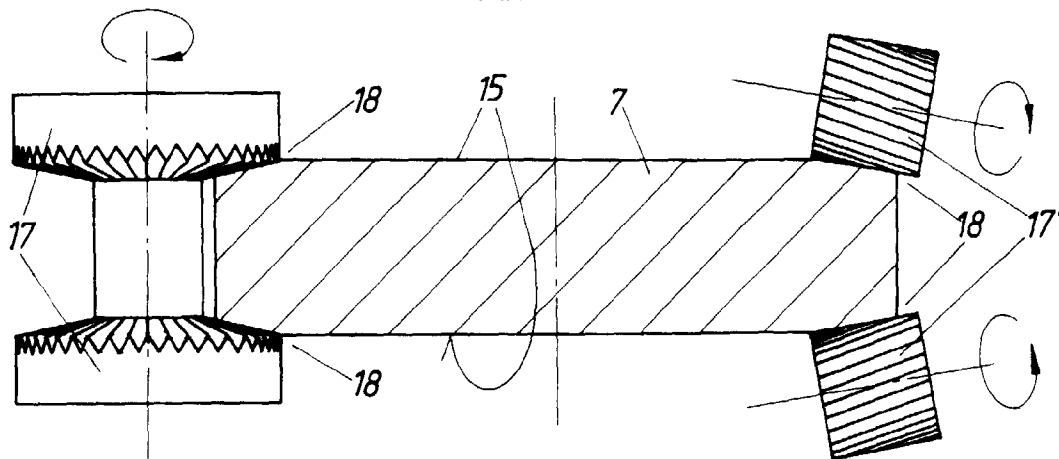


FIG. 4

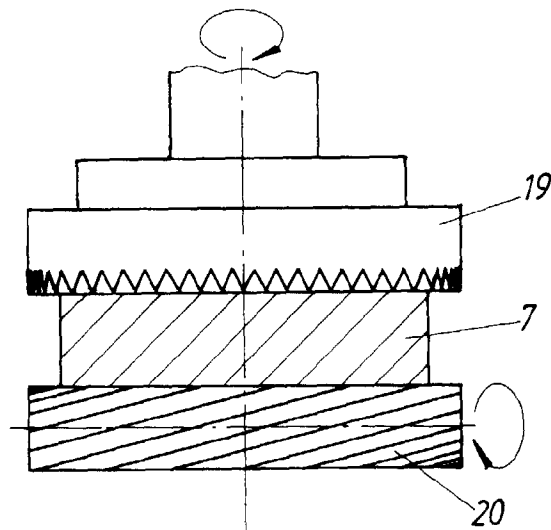
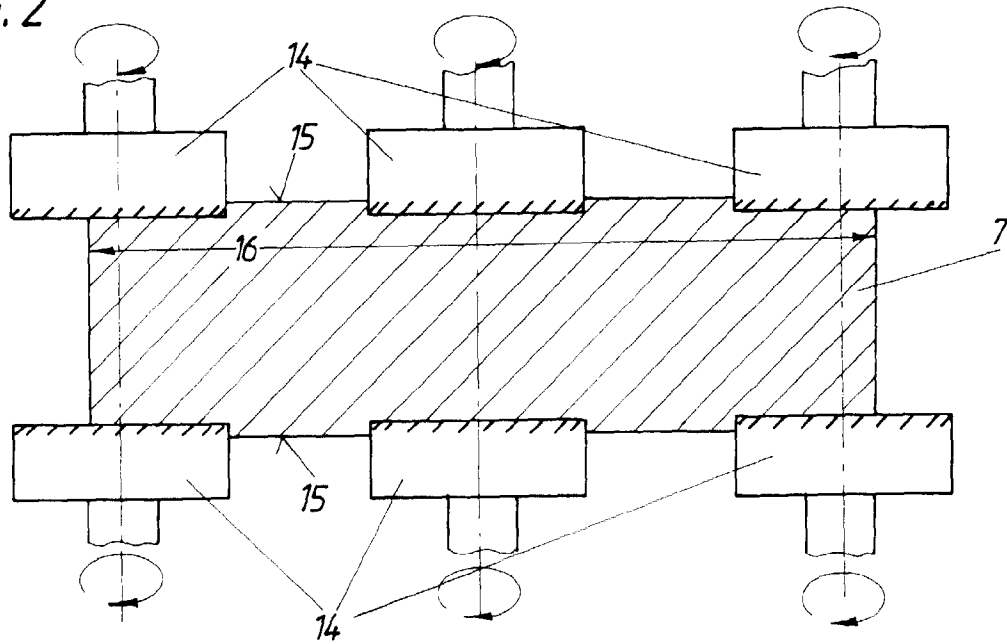
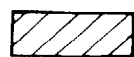
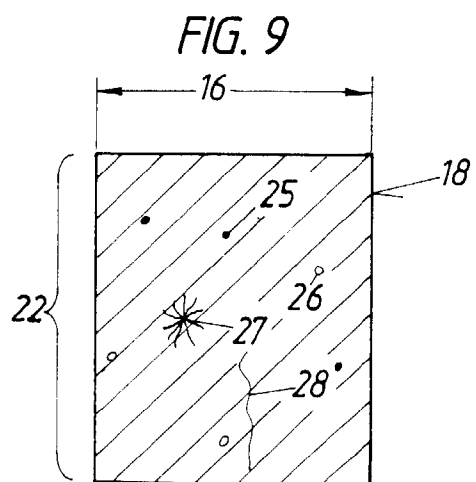
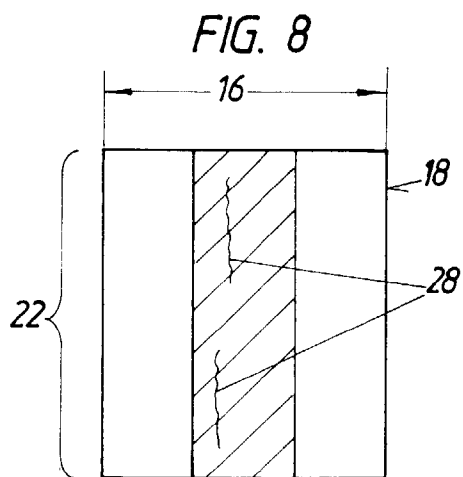
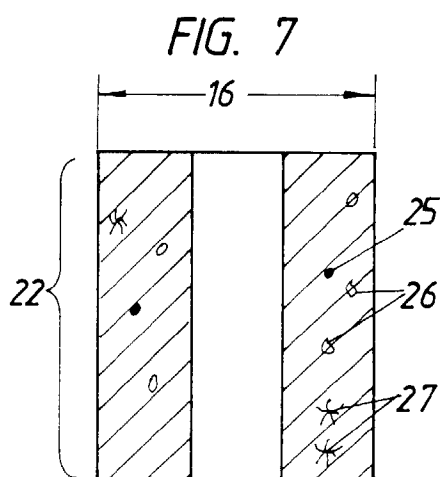
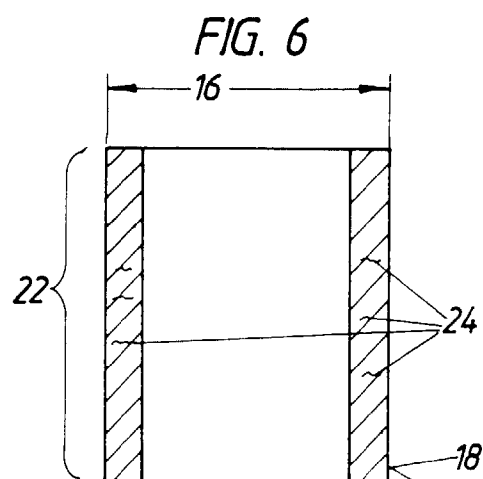
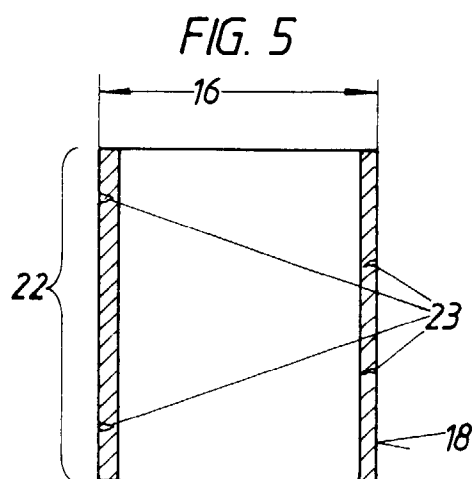


FIG. 2





zu bearbeitende
Flächen