

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 85114509.4

51 Int. Cl.⁴: **B 22 D 11/04**
B 22 D 11/14

22 Anmeldetag: 15.11.85

30 Priorität: 14.12.84 DE 3445632

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.07.86 Patentblatt 86/29

84 Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE

71 Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
D-4000 Düsseldorf 1(DE)

72 Erfinder: **Kubon, Achim, Dipl.-Ing.**
Am Lärchenfeld 6
D-4133 Neukirchen-Vluyn(DE)

72 Erfinder: **Reichelt, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing.**
Am Bendmannsfeld 52
D-4130 Moers 2(DE)

72 Erfinder: **Voss-Spiker, Peter, Dr.-Ing**
Tulpenstrasse 55
D-4152 Kempen(DE)

72 Erfinder: **Ullebø, Egil M.**
P.O. Box 10
N-7301 Orkanger(NO)

72 Erfinder: **Tveit, Halvard**
P.O. Box 10
N-7301 Orkanger(NO)

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Gießen von spröden Metallegierungen.**

57 Ein derartiges Verfahren zum Gießen von spröden Metallegierungen, insbesondere von Ferrolegierungen, wie z.B. Ferrosilizium findet durch Gießen in Formen (Sand-Herdguß, Kokillen) statt. Um eine lange Erstarrungszeit verbunden mit Analyse-Entmischungen und unangemessen große Gießräder zu vermeiden und um vor allen Dingen den bis zu 20 % unverkäuflichen Feinanteil des in Brech- bzw. Mahlwerken gekörnten Ferrosiliziums zu vermeiden, wird vorgeschlagen, daß die Metallschmelze in eine Horizontalstranggießkokille geleitet wird, daß ferner der Gußstrang in Intervallen im wesentlichen gezogen wird und daß Haltezeiten zur tiefengesteuerten Kerbbildung zwischen zwei Ziehvorgängen über 0,5 bis 10 Sekunden eingehalten werden.

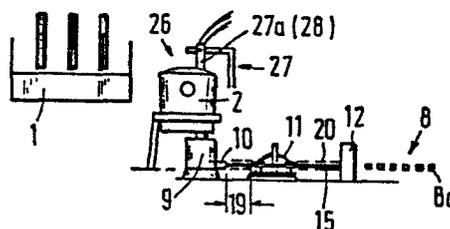


Fig.2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Gießen von spröden Metallegierungen, insbesondere von Ferrolegierungen, wie z.B. Ferrosilizium.

5 Ferrolegierungen werden nach ihrer Erschmelzung bzw. ihrer metallurgischen Darstellung der Schmelze chargenweise bzw. diskontinuierlich in Formen abgegossen. Die Formen bestehen aus Einmalformen, wie z.B. Sand-Herdguß, oder aus Dauerformen, d.h. Kokillen.

10

Bei Ferrosilizium bestehen diese Formen aus Hämatit mit den Maßen von ungefähr $1,5 \times 1,5 \text{ m}^2$ und einer Dicke von etwa 100 mm. Solche Formen befinden sich auf einem Gießkarussell und werden durch die Abstichpfanne portionsweise gefüllt. Mit einem solchen

15 Verfahren ist eine lange Erstarrungszeit verbunden, bei der Analyse-Entmischungen entstehen. Ferner treten verfahrenstechnische Nachteile insofern auf, als der Kokillenvorrat auf dem Karussell jeweils dem Pfanneninhalt entspricht. Bei großem Pfanneninhalt muß das Gießkarussell entsprechend dimensioniert

20 werden, wobei meist unangemessen große Gießräder entstehen.

20

Das in Formen gegossene Ferrosilizium wird nach seiner Erstarrung zu Platten in einem Brech- bzw. Mahlwerk bis zur gewünschten Körnung zerkleinert. Hierbei fallen bis zu 20 % unverkäuflicher

25 Feinanteil an. Dieser Feinanteil wird unter den bekannten Schwierigkeiten, die der Einsatz von Stäuben in metallurgischen Öfen mit sich bringt, wieder eingeschmolzen.

25

30 Anlagentechnisch sind die Investitionskosten für Gießkarussell und Brech- bzw. Mahlwerk relativ hoch und im Betrieb energieintensiv, und derartige Anlagen arbeiten unbefriedigend. Aufgrund der Gegebenheiten ist der Stand der Technik in mehreren Hinsichten nicht zufriedenstellend: Betriebsverfahrenstechnisch ist die

35 chargenweise Verarbeitung nachteilig. Herstellverfahrenstechnisch

ist der 20 %ige Anfall von Feinanteil äußerst nachteilig. Anlagentechnisch sind die hohen Investitionskosten für Gießkarussell, Brech- und Mahlwerk nachteilig. Betriebstechnisch arbeiten derartige Anlagen ebenfalls nicht zufriedenstellend.

5

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demgemäß darin, die Erzeugung und Verarbeitung von Ferrolegierungen herstellverfahrenstechnisch, betriebsverfahrenstechnisch, anlagentechnisch und hinsichtlich erforderlicher Investitionen zu verbessern.

10

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Metallschmelze in eine Horizontalstranggießkokille geleitet wird, daß ferner der Gußstrang in Intervallen im wesentlichen gezogen wird und daß Haltezeiten zur tiefengesteuerten Kerbbildung zwischen zwei Ziehvorgängen über 0,5 bis 10 Sekunden eingehalten werden. Die Erfindung konnte nur durch Versuche auf ihre Brauchbarkeit überprüft werden. Einer Anwendung des Stranggießens stehen nämlich mehrere Parameter entgegen: Ferrolegierungen weisen ungünstige Fließ- und Erstarrungseigenschaften auf, neigen außerdem zu Entmischungen der Analyse und beeinträchtigen das Gefüge. Bei Ferrolegierungen ist eine Langzeittemperaturführung nur schwerlich möglich. Während der Erstarrung treten nachteilige Zustandsänderungen in Temperaturintervallen auf. Bei höheren Temperaturen kann hierbei ein Zerfall der Kristallstruktur auftreten (Peritektika). Ferner treten gefährlich Volumenveränderungen bei der Abkühlung auf (Sprengwirkung). Bei Ferrosilizium muß außerdem mit einem unkontrollierten Zerbrechen im Warmzustand bei geringer mechanischer Beanspruchung gerechnet werden. Alle diese Nachteile werden durch die Erfindung vermieden. Zusätzlich ist vorteilhaft, daß die Oberfläche gegenüber dem bekannten Verfahren praktisch ohne Einfluß des Luftsauerstoffs erstarrt und eine metallische Oberfläche bildet. Außerdem wird durch das kontinuierlich arbeitende Gießverfahren der Betriebsablauf erleichtert, weil beim Stranggießen der Staubanfall nicht mehr auftritt. Dennoch

35

.....

können brauchbare Portionierungen erfolgen, und der große Investitionsaufwand für Gießkarussell, Brech- bzw. Mahlwerk wird vermieden.

- 5 Nach der weiteren Erfindung ist vorgesehen, daß die Haltezeiten nach solchen Ziehvorgängen eingelegt werden, deren Abstände den späteren Brechlängen entsprechen. Aufgrund der Haltezeiten kann daher das Portionierungsproblem gelöst werden.
- 10 Der Grundlage "Stranggießen" wird dadurch Rechnung getragen, daß zwischen den Brechlängen kürzere Haltezeiten gegenüber den längeren Brechlängen-Haltezeiten eingelegt werden.

- 15 Um ein unkontrolliertes Brechen des Gußwerkstoffes zu vermeiden, wird vorgeschlagen, daß die Abkühlung des Gußstranges außerhalb der Horizontalstranggießkokille gebremst wird.

- 20 Weiterhin ist vorteilhaft, daß die Abkühlung des Gußstranges derart gesteuert wird, daß nach Verlassen der Ziehmaschine die Temperatur über dem kritischen Wert für spröde Metallegierungen liegt.

- 25 Insgesamt betrachtet führt daher das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhafterweise zu einem kontinuierlichen Verfahren, d.h. zum kontinuierlichen Vergießen von Werkstoffen, die bisher nicht gießbar erschienen (spröde Metallegierungen, Ferrolegierungen und Nicht-Metalle, wie z.B. Kalziumkarbid). Die Verfahrensführung wird durch die Kombination des Horizontalstranggießens, der Möglichkeit des Warmhaltens mit Feinung und Portioniermöglichkeit optimiert. Der bisherige Feinanteil entfällt bei gleichzeitiger Vergleichmäßigung bzw. Erhöhung der Produktqualität und der
- 30 Dosierung. Außerdem kann eine Steuerung der Produktkörnung des Gefüges erfolgen.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sieht ein Vorratsgefäß für die Metallschmelze und angeflanschter Horizontalstranggießkokille vor.

5 Der Aufwand für die Vorrichtung kann nunmehr dahingehend vermindert werden, indem auf eine relativ kurze Horizontalstranggießkokille in geringem Abstand die Ziehmaschine angeordnet ist und indem zwischen Horizontalstranggießkokille und Ziehmaschine sowie auf die Ziehmaschine nachfolgend eine Einrichtung zur
10 Steuerung einer trockenen Wärmeabfuhr vorgesehen ist.

Im einfachsten Fall besteht die Einrichtung zur Steuerung der trockenen Wärmeabfuhr aus einer Wärmedämmung.

15 Bei dem vorausgegangenen Verfahren werden die Haltezeiten darauf abgestimmt, um eine programmierte Kerbenbildung zu erzeugen, wobei über die Haltezeiten eine mehr oder weniger starke Kerbwirkung gesteuert wird. In der Hauptsache entstehen die Kerben durch die
20 lange Erstarrungszeit und das Abkühlen dieser Stelle auf niedrige Temperaturen, die ein Aufschmelzen durch nachfolgendes Flüssigmetall nicht mehr zulassen. Bei einem entsprechenden Rückstoß wird die sich neu bildende Strangschale nach innen gebogen und bietet damit einen ähnlichen Effekt der Kerbenbildung.

25 Auf diese verfahrenstechnischen Maßnahmen ist nunmehr die Vorrichtung nach der weiteren Erfindung abgestimmt, indem auf die Ziehmaschine folgend eine mechanische oder thermische Abtrenneinrichtung angeordnet ist.

30 Hierbei ist vorteilhaft, daß die mechanische Abtrenneinrichtung aus einer die Kerbwirkung ausnutzenden Brecheinrichtung besteht.

Vorteilhaft ist weiterhin, daß die thermische Abtrenneinrichtung aus einer die Schockwirkung ausnutzenden Kühleinrichtung besteht.

5 Der Gefügestand, die Temperatur, die Körnigkeit u. dgl. können außerdem dadurch beeinflußt werden, daß dem Vorratsgefäß ein Behandlungsgefäß zugeordnet ist, das mit einer Heizvorrichtung und/oder mit einer Feinungseinrichtung ausgestattet ist.

10 Ausführungsbeispiele der Erfindung (verfahrenstechnische und vorrichtungstechnische) sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

15 Fig. 1 einen schematisiert dargestellten Verfahrensablauf des bisherigen Verfahrens zum Herstellen von Ferrosilizium, mit einem körnigen Endprodukt,

20 Fig. 2 den erfindungsgemäßen Verfahrensablauf mit einem in Portionen anfallenden Endprodukt,

25 Fig. 3 einen Längsschnitt durch den in der Horizontalstranggießkokille erzeugten Gußstrang in der Phase der Strangschalenbildung nach einem ersten Verfahren,

Fig. 4 denselben Schnitt gemäß Fig. 3 nach einem alternativen Verfahren,

30 Fig. 5 ein Ausziehdiagramm für den Gußstrang in Abhängigkeit von Produktlänge und Zeit für das gemäß Fig. 3 angewendete Verfahren A und das gemäß Fig. 4 angewendete Verfahren B,

35 Fig. 6 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Horizontalstranggießkokille für das erfindungsgemäße Verfahren mit Rückstoß-Schritten,

.....

Fig. 7 einen teilweisen Längsschnitt wie Fig. 6 in konstruktiv veränderter Ausführungsform,

5 Fig. 8 einen teilweisen Längsschnitt durch die Horizontalstranggießkokille für ein Verfahren ohne Rückstoß und

Fig. 9 einen teilweisen Längsschnitt durch die Horizontalstranggießkokille wie Fig. 8, ebenfalls für ein Verfahren ohne Rückstoß.

10

In Fig. 1 ist der Verfahrensablauf vor dem Anmeldetag der vorliegenden Erfindung dargestellt. Aus dem Schmelzofen 1 wird die Ferrolegierung in der Pfanne 2 über ein Gießkarussell 3 transportiert und in die umlaufenden Gießformen 4 abgegossen. Nach dem Erstarren werden die Massen 5 in das Brechwerk 6 und anschließend in das Mahlwerk 7 verbracht, wonach als Endprodukt 8 ein Spektrum von fein- und grobkörnigem Material entsteht.

15

Demgegenüber weist gemäß Fig. 2 die Anlage aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens den Schmelzofen 1 auf, eine Pfanne 2, ein Vorratsgefäß 9, eine angeflanschte Horizontalstranggießkokille 10, eine Ziehmaschine 11 und eine Abtrenneinrichtung 12. Die Ziehmaschine 11 kann z.B. in der Art ausgeführt sein, wie eine solche in der DE-Patentschrift 32 06 501 beschrieben ist. Das Endprodukt 8 besteht hier aus festen Körpern 8a, die in dieser Form (zylindrisch rund, zylindrisch quadratisch u. dgl.) unmittelbar Legierungsprozessen zugeführt werden.

20

25

In der Horizontalstranggießkokille 10 wird die Metallschmelze 13 zum Erstarren von außen nach innen gebracht. Hierbei bildet sich die Strangschale 14. Während des Kühlens in der Horizontalstranggießkokille 10 wird der sich bildende Gußstrang 15 in Intervallen zur tiefengesteuerten Kerbbildung in Schritten ausgezogen, angehalten (0,5 bis 10 Sekunden), u.U. zurückgestoßen (0,5 bis 3 mm)

30

35

und wieder ausgezogen. Die jeweils gewählten Zyklen wiederholen sich. Im allgemeinen dienen beim Horizontalstranggießen von Stahl die Haltezeiten zur Bildung von Strangschale bzw. zum beschleunigten Abkühlen des Werkstoffes. Für ein solches Abkühlen sind

5 kürzere Haltezeiten "a" und Hubmarken 16 vorgesehen. Verlängerte Haltezeiten "b" hingegen erzeugen um den Gußstrang 15 umlaufende Kerben 17, die sich zu sichtbaren Rillen ausweiten können. Währenddem der Gußstrang 15 in Intervallen "c" ausgezogen wird, sind die Haltezeiten "b" jeweils größer als die Haltezeiten "a".
10 Ein z.B. verdoppelter Intervallabstand 18 ergibt später die Länge der Körper 8a. Der während des Gießens eingehaltene Intervallabstand 18 entspricht daher der späteren Brechlänge in der Abtrennvorrichtung 12. Die Ausziehmethoden gemäß Fig. 3 analog dem Diagramm A in Fig. 5 arbeiten ohne Rückstoß des Gußstranges 15.

15

Demgegenüber arbeitet das Verfahren gemäß Fig. 4 analog dem Diagramm B in Fig. 5 mit Rückstoß, wobei die Rückstoßzeit "d" relativ zu den Haltezeiten a bzw. b gering ist (Fig. 5).

20

Die Abkühlung des Gußstranges 15 außerhalb der Horizontalstranggießkokille 10 wird dadurch gebremst, indem zunächst keine übliche Sekundärkühlstrecke vorhanden ist. Es kann jedoch eine Wärmeabstrahlung durch eine Wärmedämmung weitestgehend unterbunden werden. Hierdurch wird die Abkühlung des Gußstranges 15 derart

25

gesteuert, daß nach Verlassen der Ziehmaschine 12 die Gefügetemperatur über dem kritischen Wert für spröde Metallegierungen liegt. Bei Ferrosilizium liegt diese kritische Temperatur bei etwa 700°C.

30

Die Vorrichtung (Fig. 1 und 6 bis 9) besteht aus dem Vorratsgefäß 9 mit vorgeflanschter wassergekühlter Horizontalstranggießkokille 10 und der bewährten Ziehmaschine mit Backen und hydraulischer Steuerung gemäß dem genannten deutschen Patent 32 06 501.

.....

Die Horizontalstranggießkokille 10 ist relativ kurz; im geringen Abstand 19 hierzu befindet sich die Ziehmaschine 11. Auf die Horizontalstranggießkokille 10 bzw. die Ziehmaschine 11 folgt eine Einrichtung 20 zur Steuerung einer trockenen Wärmeabfuhr. Eine solche Wärmedämmung kann z.B. aus einem isolierenden Rohr bestehen.

Die mechanische oder thermische Abtrenneinrichtung 12 bewirkt durch weiteres Ansägen, Abbrechen oder punktuelle starke Kühlung die Abtrennung der Körper 8a, wobei kein sonst anfallender Staub erzeugt wird. Der Gußstrang 15 wird auf diese Weise in handelsübliche Größen bzw. Gewichte der Körper 8a unterteilt.

Geeignete Horizontalstranggießkokillen 10 (Fig. 6 bis 9) bestehen an der Kokillenninnenseite aus Graphit (wenn keine C-Löslichkeit der Metallschmelze vorliegt) oder aus Kupfer. Die mit Gießgeschwindigkeit bzw. in Produktionsrichtung V einströmende Metallschmelze 13 wird durch die Feuerfestwandung 21 bzw. den Mantel 22 des Verteilers 9 und durch die rückwärtige Wand 23 der Horizontalstranggießkokille 10 eingeleitet. Die rückwärtige Wand 23 ist gemäß Fig. 7 als separater Ring 24 ausgebildet. Die Horizontalstranggießkokille 10 weist eine Wasserkühlung 25 auf. Diese Ausführungsform der Horizontalstranggießkokille 10 gestattet Rückstöße des Gußstranges 15.

Die Horizontalstranggießkokille 10 gemäß den Fig. 8 und 9 ist für das Ausziehen ohne Rückstöße vorgesehen.

Eine Pfanne 2 wird dann eingesetzt, wenn außer der Temperatureinstellung noch die Anwendung einer metallurgischen Behandlung vorteilhaft ist. Das Vorratsgefäß 9 bietet diese Bedingungen nicht in vollem Umfang. Die Pfanne 2 bildet in diesem Fall ein Behandlungsgefäß 26 mit einer Heizvorrichtung 27, die aus einem Plasma-brenner 27a, einem Rinnen- oder Spulen-Induktor oder einer

0187227

23 720 - F1/Sch1

-9-

16.10.84

Pfannendeckel-Heizvorrichtung besteht. Ferner ist eine Feinungseinrichtung 28, die z.B. auch aus dem Plasmabrenner 27a gebildet werden kann, vorgesehen.

5

- 1 -

Mannesmann Aktiengesellschaft
Mannesmannufer 2
4000 Düsseldorf

16. Oktober 1984
23 720 - F1/Schi

Verfahren und Vorrichtung zum Gießen von spröden Metallegierungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gießen von spröden Metallegierungen, insbesondere von Ferrolegierungen, wie z.B. Ferrosilizium, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallschmelze in eine Horizontalstranggießkokille geleitet wird, daß ferner der Gußstrang in Intervallen im wesentlichen gezogen wird und daß Haltezeiten zur tiefengesteuerten Kerbbildung zwischen zwei Ziehvorgängen über 0,5 bis 10 Sekunden eingehalten werden.

.....

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Haltezeiten (b) nach solchen Ziehvorgängen eingelegt
werden, deren Abstände späteren Brechlängen entsprechen.
- 5
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen den Brechlängen kürzere Haltezeiten (a) gegenüber den
längeren Brechlängen-Haltezeiten (b) eingelegt werden.
- 10
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abkühlung des Gußstranges außerhalb der Horizontalstrang-
gießkokille gebremst wird.
- 15
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abkühlung des Gußstranges derart gesteuert wird, daß nach
Verlassen der Ziehmaschine die Temperatur über dem kritischen Wert
für spröde Metallegierungen liegt.
- 20
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen
1 bis 5 mit einem Vorratsgefäß für die Metallschmelze und
angeflanschter Horizontalstranggießkokille,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf eine relativ kurze Horizontalstranggießkokille (10) in
geringem Abstand (19) die Ziehmaschine (11) angeordnet ist und daß
zwischen Horizontalstranggießkokille (10) und Ziehmaschine (11)
sowie auf die Ziehmaschine (11) nachfolgend eine Einrichtung (20)
zur Steuerung einer trockenen Wärmeabfuhr vorgesehen ist.
- 25
- 30
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einrichtung (20) zur Steuerung der trockenen Wärmeabfuhr
aus einer Wärmedämmung besteht.
- 35

8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf die Ziehmaschine (11) folgend eine mechanische oder ther-
mische Abtrenneinrichtung (12) angeordnet ist.

5

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die mechanische Abtrenneinrichtung (12) aus einer die Kerb-
wirkung ausnutzenden Brecheinrichtung besteht.

10

10. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die thermische Abtrenneinrichtung (12) aus einer die Schock-
wirkung ausnutzenden Kühleinrichtung besteht.

15

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß dem Vorratsgefäß (9) ein Behandlungsgefäß (26) zugeordnet ist,
das mit einer Heizvorrichtung (27) und/oder mit einer Feinungs-
einrichtung (28) ausgestattet ist.

20

0187227

Fig.1

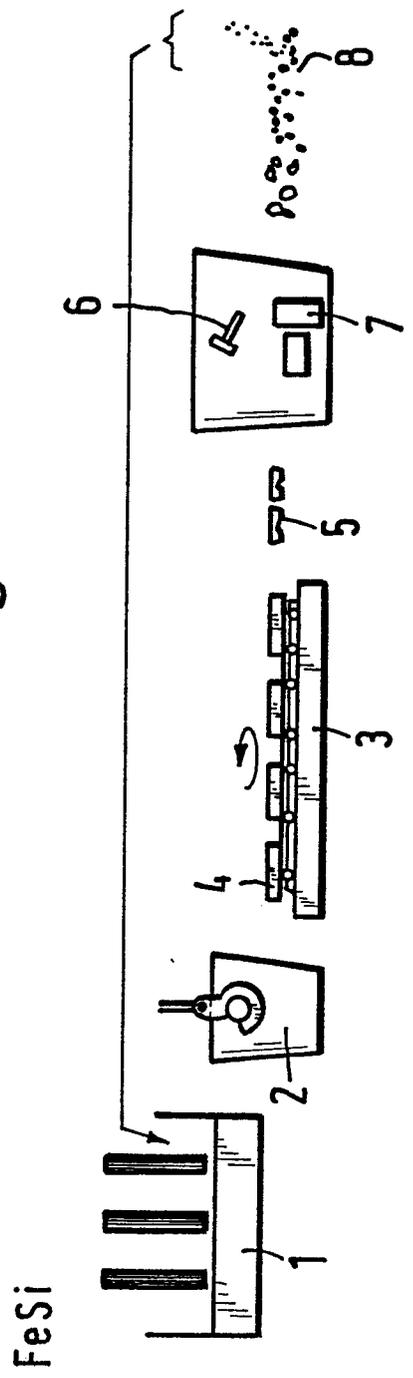


Fig.2

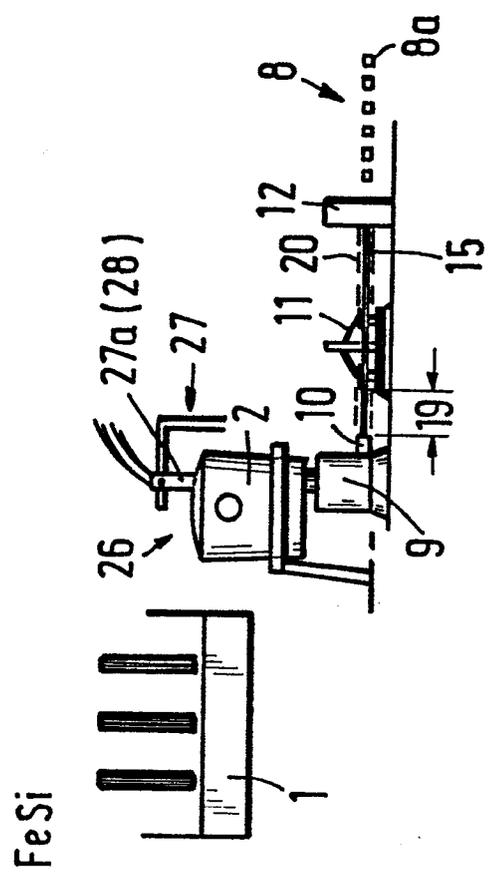


Fig.3

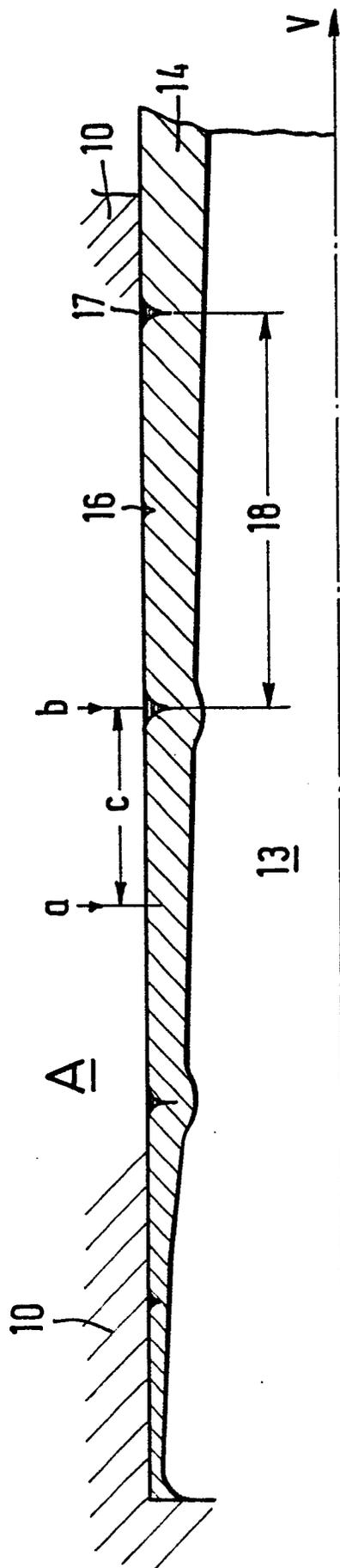


Fig.4

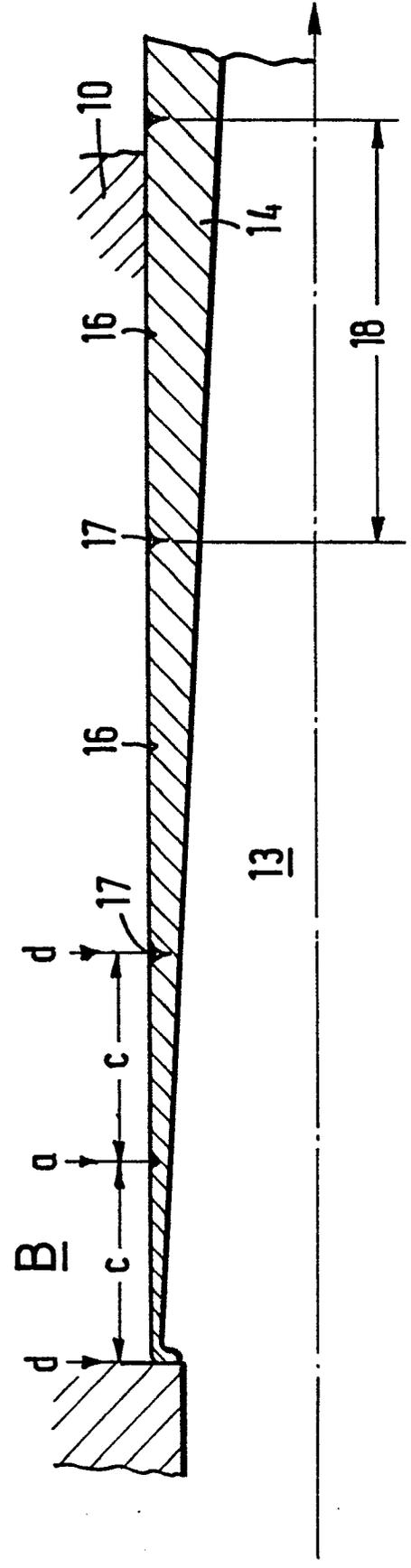


Fig.5

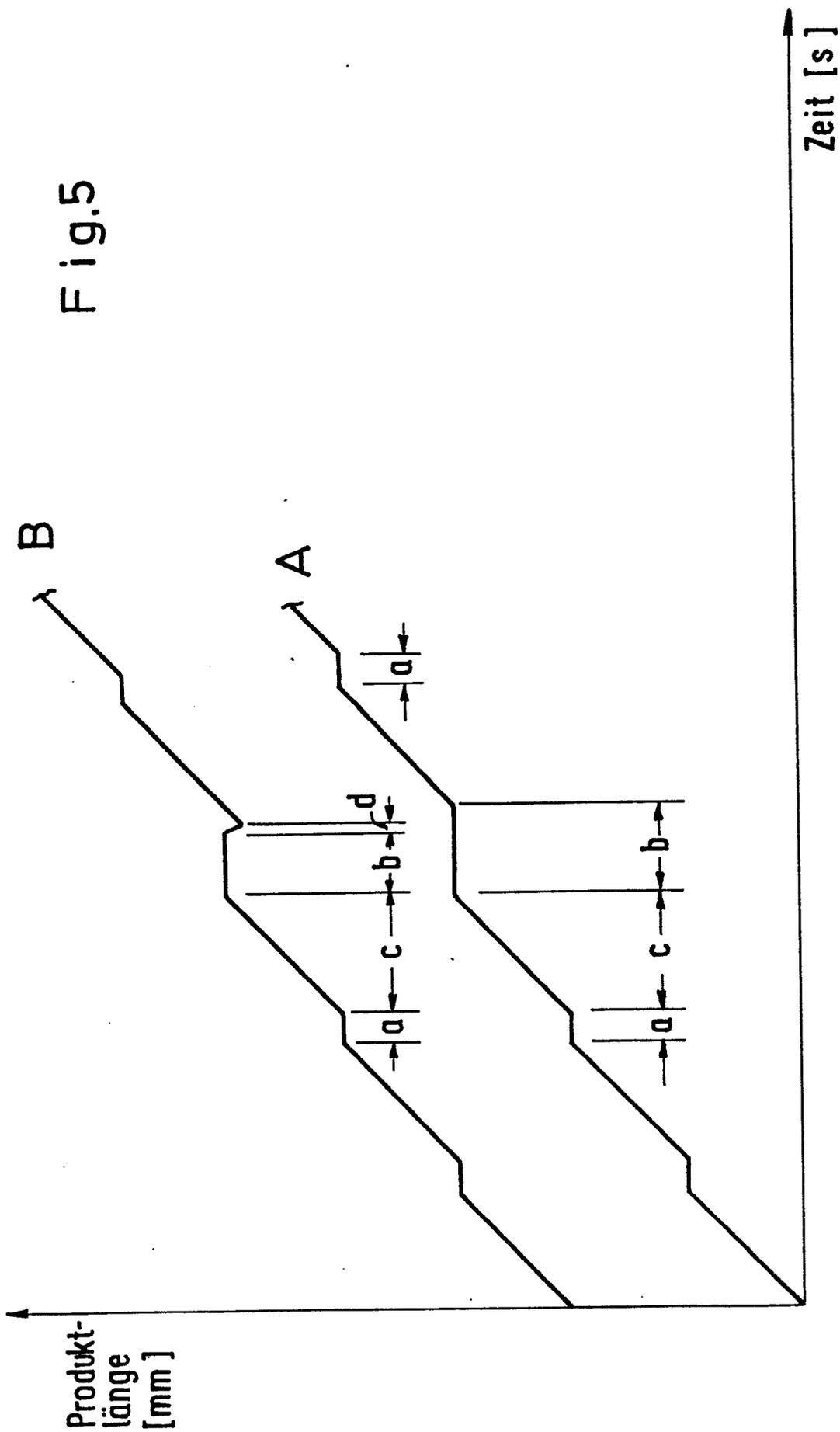


Fig.7

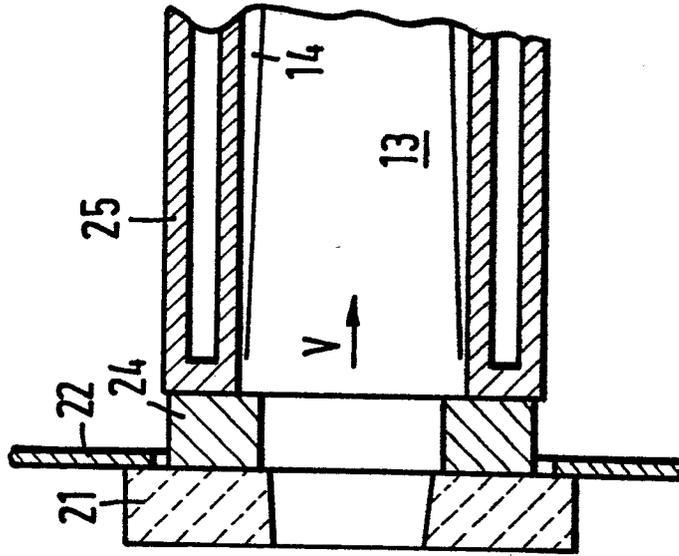


Fig.6

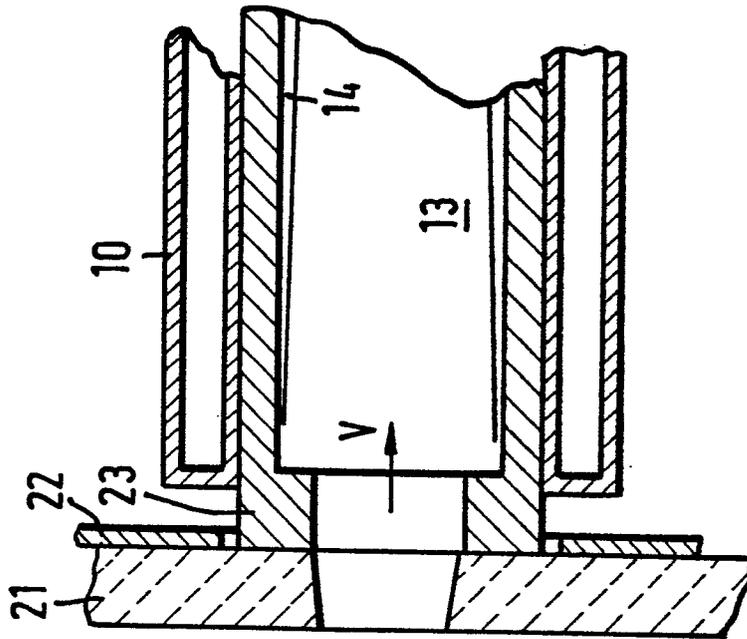


Fig.9

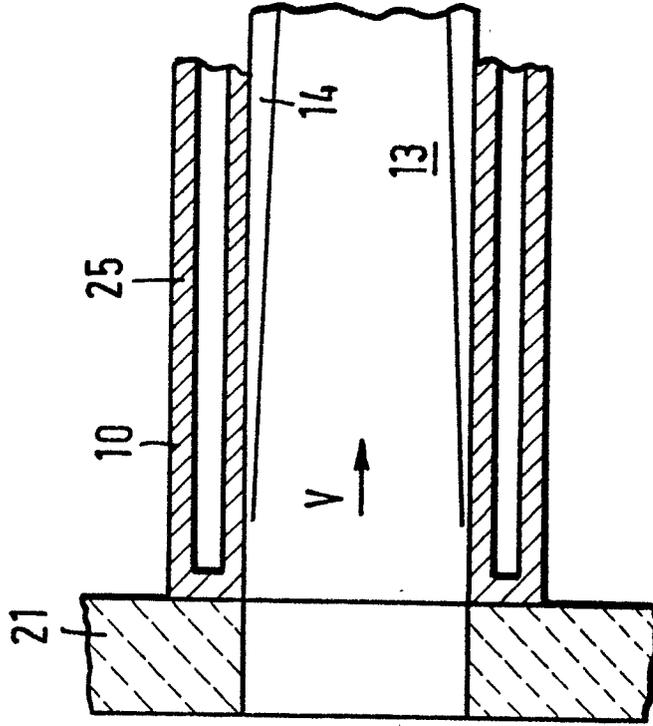


Fig.8

