

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89115323.1

51 Int. Cl.⁵: **B22D 41/08 , B22D 39/00**

22 Anmeldetag: 19.08.89

30 Priorität: 02.09.88 DE 3829810

71 Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**
Wilhelm-Rohn-Strasse 25
D-6450 Hanau am Main 1(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 11.04.90 Patentblatt 90/15

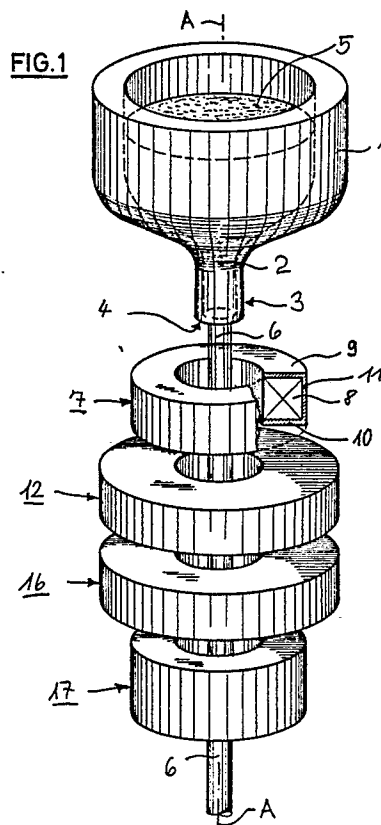
72 Erfinder: **Dietrich, Walter, Dr.**
Reichenberger Strasse 21
D-6450 Hanau am Main(DE)
 Erfinder: **Dietrich, Klaus-Georg**
Messeler Park Strasse 124
D-6100 Darmstadt-Wixhausen(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB LI SE

74 Vertreter: **Zapfe, Hans, Dipl.-Ing.**
Am Eichwald 7, Postfach 20 01 51
D-6056 Heusenstamm 2 (Rembrücken)(DE)

54 **Verfahren und Vorrichtung zum senkrechten Abgießen von Metallschmelzen.**

57 Verfahren und Vorrichtung zum Abgießen von Metallschmelzen aus Schmelze-Behältern (1), die eine Auslauf-Öffnung (2) mit einer senkrechten Achse besitzen. Zur Lösung der Aufgabe, einen aus dieser Auslauf-Öffnung (2) austretenden Gießstrahl (6) zu erzeugen, der eine stabile Achse und einen definierten Querschnitt besitzt und sich außerdem genau zentrisch von der Unterkante (4) der Auslauf-Öffnung (2) ablöst, wird der Gießstrahl (6) in freiem Fall durch mindestens ein Magnetfeld geleitet, das sich um eine vertikale Achse dreht. Bei einer entsprechenden Vorrichtung ist bevorzugt eine Magnet-einrichtung (7) vorhanden, die als Drehfeldgenerator ausgebildet ist und deren Mittenachse (A-A) koaxial zur Achse der Auslauf-Öffnung (2) verläuft.



EP 0 362 530 A1

Verfahren und Vorrichtung zum senkrechten Abgießen von Metallschmelzen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abgießen von Metallschmelzen aus Schmelze-Behältern mit einer senkrechten Achse aufweisenden Auslauf-Öffnung für die einen Gießstrahl bildende Schmelze.

Üblicherweise läßt man Metallschmelzen aus Schmelze-Behältern mit Bodenöffnungen einfach im freien Fall austreten. Die Weiterverarbeitung des Gießstrahls kann auf mannigfache Weise erfolgen: So ist es zum Beispiel möglich, den Gießstrahl einer Gießform zuzuführen, in der ein komplizierter Formkörper hergestellt wird, oder aber auch einer Blockgußform zur Herstellung eines Blocks bzw. Ingots. Es ist weiterhin möglich, den Gießstrahl zur Herstellung von Metallpulver einem Schleuderteller oder einer Zerstäubungsdüse zuzuführen, die den Gießstrahl in feinste Partikel aufteilen.

Es ist auch durch die DE-AS 1 041 652 bekannt, die senkrechte rohrförmige Verlängerung der Bodenöffnung eines Tiegels mit einer zylindrischen Induktionsspule zu umgeben, um den Gießstrahl unterbrechen zu können (Pinch-Effekt), so daß der Gießstrahl durch entsprechenden Wärmezug einfriert, und den eingefrorenen "Pfropfen" nachfolgend durch induktive Beheizung mit entsprechender Frequenz wieder aufzuschmelzen, so daß der Abguß wieder aufgenommen werden kann.

Der Schmelzebehälter kann auch ein sogenannter "Trichter" sein, in dem sich die Schmelze zur Zentrierung bzw. zur Formung eines Gießstrahls mit definiertem Querschnitt nur für sehr kurze Zeit aufhält. Ein solcher Trichter hat in der Regel eine keramische Innenoberfläche bzw. Ausmauerung, um die erforderliche Temperaturbeständigkeit herzustellen.

Die Positionierung des Gießstrahls sowie die Einstellung eines definierten Strahlquerschnitts ist insbesondere bei sogenannten Verdüsungsanlagen erforderlich, bei denen ein vertikaler Gießstrahl des geschmolzenen Metalls konzentrisch in ein rotationssymmetrisches Düsensystem eintritt, in dem er durch die Überschallströmung eines inerten Gases in feines Pulver zerteilt wird. Die bisher verwendeten keramischen Gießtrichter sind meist zusätzlich beheizt, um Temperaturverluste der Schmelze, die durch deren Berührung mit der Trichter-Innenwand entstehen, gering zu halten.

Als Nachteil dieser Gießtrichter wird unter anderem angesehen, daß sich der Gießstrahl beim Austritt aus der Bodenöffnung bzw. aus dem Trichtermund häufig nicht symmetrisch ablöst. Außerdem ist die intensive Berührung der Schmelze mit der keramischen Trichter-Innenwand dann von Nachteil, wenn absolut keramikfreie Endprodukte erzeugt werden müssen. Diese Forderung wird

sehr häufig in Verbindung mit hochreinen hitzebeständigen und reaktiven Metallen und deren Legierungen gestellt, sowie auch bei hochreinen Nickel- und Kobalt-Basislegierungen.

Man hat auch bereits Versuche angestellt, den senkrechten Gießstrahl ohne körperliche Führungselemente mit höherer Präzision zu stabilisieren. So wurde beispielsweise der metallische Gießstrahl durch Einführungen von Sonden und Anlegen von Spannungen zum stromdurchflossenen Leiter gemacht, auf den magnetische Kraftfelder zum Zwecke einer Strahlführung einwirken können. Durch derartige Maßnahmen ist die Strahlführung jedoch verhältnismäßig gering und ungenau, außerdem verursachen die in den Gießstrahl eingeführten Sonden außer Spritzern auch Turbulenzen, durch die der Gießstrahl zunächst einmal destabilisiert wird, was der eigentlichen Absicht zuwiderläuft.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Gattung anzugeben, durch das man einen Gießstrahl mit stabiler Achse und definiertem Querschnitt erzeugt, der sich außerdem genau zentrisch von der Unterkante der Auslauf-Öffnung ablöst.

Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt bei dem eingangs beschriebenen Verfahren, erfindungsgemäß dadurch, daß man den Gießstrahl in freiem Fall durch mindestens ein sich um eine vertikale Achse drehendes Magnetfeld leitet. In besonders vorteilhafter Weise wird als Magnetfeld ein magnetisches Drehfeld verwendet, wie dies von den Statoren sogenannter Drehstrom-Motoren her bekannt ist. Es ist dabei besonders zweckmäßig, hierbei eine Drehzahl bzw. Drehfrequenz zwischen 50 und 500 Hz zu verwenden.

Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird dem Gießstrahl während seines freien Falls und gegebenenfalls auch bereits zuvor innerhalb der Auslauföffnung bzw. deren rohrförmiger Verlängerung ein Drall aufgezwungen, der den Gießstrahl um seine eigene, nunmehr exakt gerade ausgerichtete senkrechte Achse rotieren läßt. Es hat sich gezeigt, daß hierbei eine sehr stabile Strahlführung erreicht wird, so daß der Strahl nicht die Neigung hat, sich laufend in Querrichtung zu verlagern oder gar zu "flattern".

Dies hat beim Präzisionsguß den Vorteil, daß der Gießstrahl auch in sehr enge Formöffnungen von Präzisionsgußformen eingeführt werden kann, wodurch beispielsweise eine Erosion des Formwerkstoffs vermieden werden kann, wenn es sich beispielsweise um mineralisches Material handelt.

Mit besonderem Vorteil aber kann eine Strahlpositionierung innerhalb einer rotationssymmetrischen Zerstäubungsdüse für die Herstellung von

Metallpulver herbeigeführt werden, wodurch das Partikelspektrum des Pulvers stark eingeengt wird. Damit wird eine wesentliche Forderung bei der Verarbeitung von Metallpulver erfüllt, ein möglichst enges Partikelgrößenspektrum zu erhalten, um möglichst homogene Preßkörper aus dem Metallpulver herstellen zu können.

Üblicherweise besteht zwischen dem Gießstrahl und dem magnetischen Drehfeld zumindest im oberen Teil des Fallweges eine Art "Schlupf". Durch die damit verbundenen Wirbelströme innerhalb des Metallstrahls kann in wünschenswerter Weise eine nachträgliche Aufheizung des Gießstrahls bewirkt werden, so daß es nicht mehr in dem gleichen Umfange erforderlich ist, die Schmelze vor Beginn ihres Abgusses zu überhitzen. Die Überhitzung von Legierungsschmelzen hat sich in vielen Fällen als nachteilig erwiesen, da sich häufig durch Ausdampfen leicht flüchtiger Legierungselemente eine Änderung der Legierungszusammensetzung einstellt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn es sich um hochreaktive Schmelzen handelt, die ausschließlich unter Vakuum oder Schutzgas vergossen werden können.

Der Führungseinfluß auf die Schmelze sowie die Rotationsgeschwindigkeit der Schmelze können in vorteilhafter Weise noch dadurch gesteigert werden, daß man im Fallweg der Schmelze mindestens zwei übereinander angeordnete Drehfelder verwendet, die sich mit gleicher Drehzahl, aber phasenverschoben drehen. Bei Verwendung von zwei Drehfeldern beträgt der Phasenwinkel vorzugsweise 90° .

Als besonderer Vorteil ist hierbei anzusehen, daß die Gießstrahlstabilisierung möglich ist, ohne daß Sonden in den Fallweg der Schmelze gebracht werden müssen, so daß zusätzliche Turbulenzen und Spritzer zuverlässig vermieden werden. Dadurch, daß die Strahlrotation bereits innerhalb der Auslauf-Öffnung bzw. innerhalb des sich an die Auslauf-Öffnung anschließenden Rohrstutzens beginnt, löst sich der drehende Strahl vom unteren Rand der Öffnung bzw. vom Gießtrichtermund mit großer Zuverlässigkeit rotationssymmetrisch ab.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Eine solche Vorrichtung besitzt in herkömmlicher Weise zunächst einen Schmelze-Behälter mit einer verschließbaren, eine senkrechte Achse aufweisenden Auslauföffnung für die Ausbildung eines senkrecht fallenden Gießstrahls sowie einen im Bereich der Auslauföffnung angeordneten, den Weg der Schmelze umgebenden Magneteinrichtung.

Zur Lösung der gleichen Aufgabe ist eine solche Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Magneteinrichtung als Drehfeldgenerator ausgebildet ist und daß die Mittenachse

des Drehfeldgenerators koaxial zur Achse der Auslauföffnung verläuft.

Eine solche Vorrichtung kann gemäß einer Weiterbildung der Erfindung noch dadurch verbessert werden, daß koaxial zum Drehfeldgenerator noch mindestens eine weitere Magneteinrichtung für die Erzeugung eines kontinuierlich rotationssymmetrischen Magnetfeldes angeordnet ist.

Durch die zuletzt genannte Maßnahme können dem mindestens einen Drehfeld noch elektromagnetische, statische oder periodische, zum Fallweg des Gießstrahls rotationssymmetrische Führungsfelder vorgeschaltet, zwischengeschaltet und/oder nachgeschaltet oder unmittelbar überlagert werden. Dadurch ist es möglich, den Strahlquerschnitt im Fallweg zu formen und diese Strahlformung auch gegebenenfalls über einen längeren Bereich des Strahlweges aufrechtzuerhalten bzw. fortzusetzen.

Derartige Magneteinrichtungen können beispielsweise ähnlich ausgebildet sein, wie elektromagnetische Elektronenlinsen, d.h. es handelt sich um sogenannte Zylinderspulen, die von einem U-förmigen Joch umgeben sind, dessen beide Schenkel radial verlaufen und im Bereich des Außendurchmessers durch ein hohlzylindrisches Joch miteinander verbunden sind.

Die im inhomogenen Randteil der Drehfeldgeneratoren beim Durchtritt des Gießstrahls in diesem induzierten, im Strahlquerschnitt umlaufenden Kreisströme erzeugen in Kombination mit den statischen Magnetfeldern der zusätzlichen Magneteinrichtungen je nach Feldrichtung radiale, konzentrierende oder zentrifugale Kraftkomponenten, die ebenfalls in sinnvoller Weise zur Strahlführung eingesetzt werden können.

Die Ausbildung eines magnetischen Drehfeldes kann durch an sich bekannte Maßnahmen herbeigeführt werden, wie sie von den Statoren von Drehstrom-Motoren her bekannt sind. In besonders zweckmäßiger Weise ist dabei die Drehzahl einstellbar, um gegebenenfalls auch höhere Drehzahlen bis in die Größenordnung von einigen Kilohertz anwenden zu können. Für diesen Zweck wird zweckmäßig ein Dreiphasen-Frequenzgenerator vorgesehen, der sowohl als statisches kombiniertes Stellglied als auch als Motorgenerator ausgeführt sein kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird nachfolgend anhand der Figuren 1 und 2 näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer vollständigen Vorrichtung nach der Erfindung mit zwei Drehfeldgeneratoren und

Figur 2 einen Horizontalschnitt durch einen

der beiden Drehfeldgeneratoren.

In Figur 1 ist ein Schmelze-Behälter 1 dargestellt, der rotationssymmetrisch ausgebildet ist und die Form eines Trichters hat. Der Schmelze-Behälter besitzt in seinem unteren Teil eine konzentrische Auslauf-Öffnung 2, an die sich ein senkrechter Rohrstützen 3 mit einer Unterkante 4 anschließt, die in einer waagrechten Ebene liegt. Der Schmelze-Behälter 1 ist mit einer Schmelze 5 gefüllt, die in dem Behälter durch eine nicht gezeigte Verschlußvorrichtung zeitlich begrenzt gehalten wird. Eine solche Verschlußvorrichtung kann beispielsweise aus einer sogenannten Stopfenstange bestehen, die von oben durch die Schmelze 5 hindurch bis in die Auslauföffnung 2 geführt wird, oder aber auch durch einen elektromagnetischen Verschluß, wie dies durch den Stand der Technik bekannt ist.

Die Auslauf-Öffnung 2 bzw. der von dieser ausgehende Rohrstützen 3 definieren eine senkrechte Systemachse A-A, die den Fallweg für einen Gießstrahl 6 definiert.

In diesem Fallweg befindet sich zunächst eine Magneteinrichtung 7, die nach Art einer Elektronenlinse ausgebildet ist und dadurch ein kontinuierlich-rotationssymmetrisches Magnetfeld erzeugt. Hierfür besitzt die Magneteinrichtung 7 eine Zylinderspule 8, die auf drei Seiten von einem Polschuhsystem umgeben ist, das aus zwei radialen, kreisringförmigen Schenkeln 9 und 10 sowie aus einem Joch 11 besteht, das die Schenkel 9 an ihren Außendurchmessern miteinander verbindet. In einem Radialschnitt gesehen, bilden die Schenkel 9 und 10 mit dem Joch 11 einen Hufeisenmagneten. Die davon ausgehenden magnetischen Feldlinien bilden gewissermaßen den inneren Teil eines torusförmigen Magnetfeldes, wie dies von elektronenoptischen Linsen her bekannt ist. Ein solches Magnetfeld hat einen stabilisierenden Effekt auf den Gießstrahl 6. Je nach dem zeitlichen Verlauf der Feldstärke und/oder der Feldstärke überhaupt, läßt sich hiermit auch ein zusätzlicher Einschnürungseffekt auf den Gießstrahl 6 ausüben.

An die Magneteinrichtung 7 schließt sich nach unten hin eine weitere Magneteinrichtung 12 an, die als Drehfeldgenerator ausgebildet ist und deren Mittelechse coaxial zur Achse der Auslauf-Öffnung 2 bzw. zur Systemachse A-A verläuft.

Die Magneteinrichtung 12 ist gekapselt; ihr waagrechter Querschnitt ist in Figur 2 gezeigt. Sie besitzt ein hohlzylindrisches Joch 13, von dem radial einwärts drei Magnetpole 14 abstehen, die mit Wicklungen 15 versehen sind. Die Anordnung wird wie bei einem Drehstrom-Motor geblecht ausgeführt. Die einzelnen Wicklungen 15 sind in der dargestellten Weise mit den Klemmen R, S, T und O eines Drehstromnetzes oder -generator verbunden, so daß sich im Innern der Anordnung ein

magnetisches Drehfeld ausbilden kann, wie dies von Drehstrom-Motoren her bekannt ist.

An die Magneteinrichtung 12 schließt sich eine weitere Magneteinrichtung 16 an, die den gleichen Aufbau wie die Magneteinrichtung 12 besitzt, also gleichfalls als Drehfeldgenerator ausgebildet ist. Die Anordnung wird jedoch so getroffen bzw. geschaltet, daß das Drehfeld der Magneteinrichtung 16 gegenüber dem Drehfeld der Magneteinrichtung 12 in der Phase verschoben ist.

An die untere Drehfeld-Magneteinrichtung 16 schließt sich wiederum eine weitere Magneteinrichtung 17 an, die in der Ausbildung mit der Magneteinrichtung 7 übereinstimmt, d.h. ein kontinuierlich rotationssymmetrisches Magnetfeld erzeugt. Die Wirkung ist analog wie diejenige der Magneteinrichtung 7 (Elektronenlinse).

Die Anordnung nach Figur 1 ist nach Art einer Explosionsdarstellung, d.h. axial auseinandergezogen, gezeichnet. Es versteht sich, daß diese Anordnung in Wirklichkeit axial verkürzt ausgebildet ist.

Ansprüche

1. Verfahren zum Abgießen von Metallschmelzen aus Schmelze-Behältern mit einer senkrechten Achse aufweisenden Auslauf-Öffnung für die einen Gießstrahl bildende Schmelze, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den Gießstrahl in freiem Fall durch mindestens ein sich um eine vertikale Achse drehendes Magnetfeld leitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man als Magnetfeld ein magnetisches Drehfeld verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man ein Drehfeld mit einer Drehfrequenz von 50 bis 500 Hz verwendet.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man mindestens zwei übereinander angeordnete Drehfelder verwendet, die sich mit gleicher Drehzahl, aber phasenverschoben drehen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Phasenwinkel bei Verwendung von zwei Drehfeldern 90° Grad beträgt.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Schmelze-Behälter mit einer verschließbaren, eine senkrechte Achse aufweisenden Auslauföffnung für die Ausbildung eines senkrecht fallenden Gießstrahls sowie mit mindestens einer im Bereich der Auslauföffnung angeordneten, den Weg der Schmelze umgebenden Magneteinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mindestens eine Magneteinrichtung (12, 16) als Drehfeldgenerator ausgebildet ist und daß die Mittenachse (A-A) des Drehfeldgenerators coaxial zur Achse der Auslauföffnung (2) verläuft.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens zwei als Drehfeldgeneratoren ausgebildete Magneteinrichtungen (12, 16) koaxial übereinander angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drehfeldgenerator einen Stator mit einem Joch (13) und mit $3n$ Magnetpolen (14) aufweist, wobei $n = 1, 2, 3 \dots$ ist, und mit Dreiphasen-Drehstrom beaufschlagbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß koaxial zu der mindestens einen als Drehfeldgenerator ausgebildeten Magneteinrichtung (12, 16) noch mindestens eine weitere Magneteinrichtung (7, 17) für die Erzeugung eines kontinuierlich rotationssymmetrischen Magnetfeldes angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

FIG.1

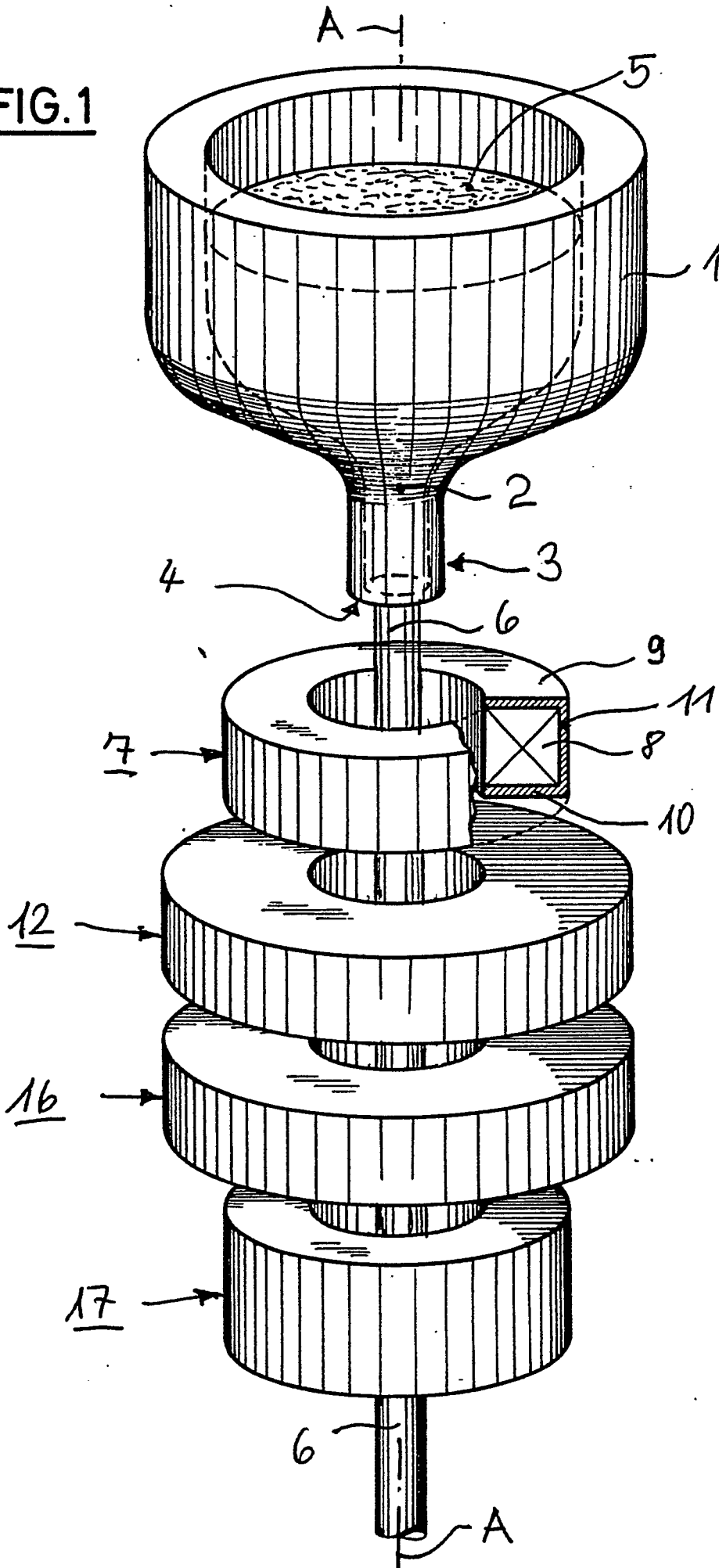
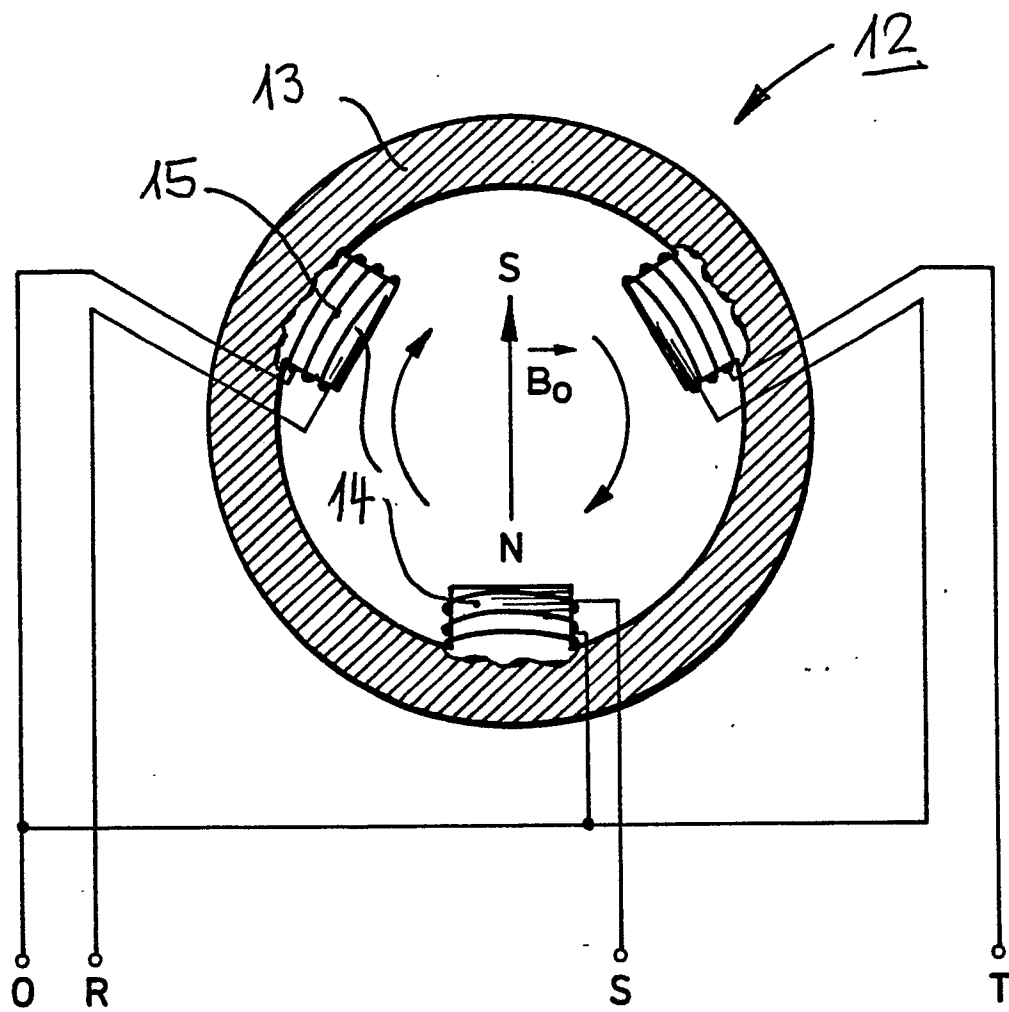


FIG. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
Y	EP-A-0 021 889 (ANVAR) * Figur 2; Seite 9, Zeilen 24-35 * ---	1-2,6-9
Y	FR-A-2 416 752 (ASEA) * Seite 3, Zeilen 17-33 * ---	1-2,6-9
A	---	4
A	GB-A-1 517 964 (BICC LTD) * Seite 1, Zeilen 61-87; Seite 2, Zeilen 76-82 * ---	1-2,6
A	LU-A- 66 760 (CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES) * Ansprüche 1-2 * ---	1-2,6
A	DE-A-2 834 305 (MANNESMANN AG) * Seite 4, Zeilen 16-24 * ---	8
A	FR-A-2 558 085 (USINOR) * Seite 5, Zeilen 12-24 * -----	1,3,6
		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
		B 22 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	01-12-1989	DOUGLAS K. P. R.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument
O : mündliche Offenbarung	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument