



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.12.2011 Patentblatt 2011/52

(51) Int Cl.:
H05B 6/24 (2006.01) H05B 6/36 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11164725.1**

(22) Anmeldetag: **04.05.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Dr. Müller, Jens**
53225, Bonn (DE)
• **Dr. Krause, Jens**
53121, Bonn (DE)

(30) Priorität: **24.06.2010 DE 102010024883**

(74) Vertreter: **Prietsch, Reiner**
Henkel, Breuer & Partner
Patentanwälte
Maximiliansplatz 21
80333 München (DE)

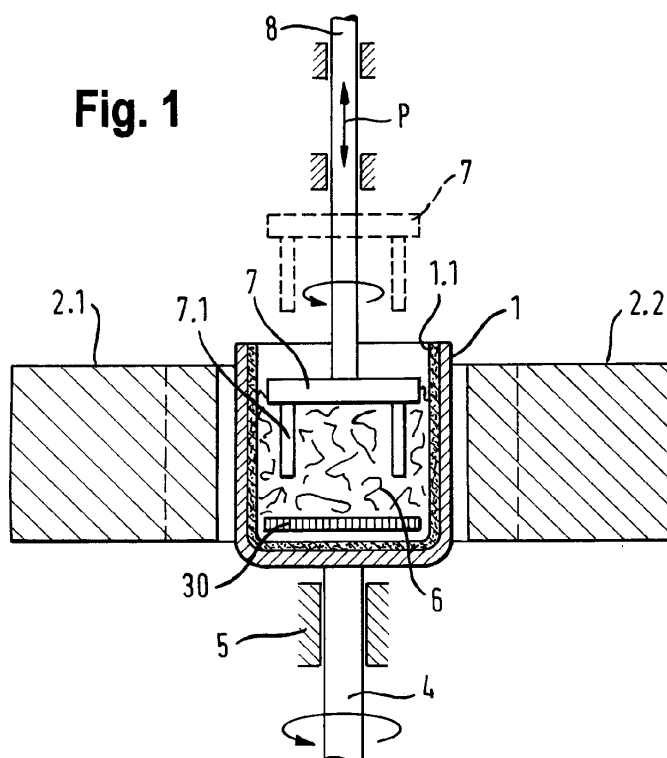
(71) Anmelder: **Zenergy Power GmbH**
53359 Rheinbach (DE)

(54) **Vorrichtung zum Einschmelzen von Metallstücken**

(57) Eine Vorrichtung zum Einschmelzen von Metallstücken (6) und/oder Metallpulvern in einem hitzebeständigen Tiegel (1), der von mindestens einer Spulenordnung (3) umgeben ist, die ein Gleichmagnetfeld erzeugt, das überwiegend den Tiegel (1) quer zu dessen Mittelachse durchsetzt und das bei Drehung des Tiegels (1)

um seine Mittelachse Kurzschlussströme induziert, hat einen im Vergleich zu nach diesem Prinzip arbeitenden, bekannten Vorrichtungen erheblich verbesserten Wirkungsgrad, wenn die Spulenordnung (3) mindestens eine supraleitende Wicklung (3.1) in einem Kryostaten (3.2) umfasst und ein absenkbarer Stempel (7) gleichsinnig zu dem Tiegel (1) dreht.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einschmelzen von Metallen in Form von Stücken und/oder Pulvern in einem hitzebeständigen Tiegel, der von mindestens einer Spulenordnung umgeben ist, die ein Gleichmagnetfeld erzeugt, das überwiegend den Tiegel quer zu dessen Mittelachse durchsetzt und das bei Drehung des Tiegels um seine Mittelachse Kurzschlussströme mindestens in den Metallstücken und/oder den Metallpulvern erzeugt.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist aus der US 4 761 527 A,

Fig. 19 bekannt. Bei drehangetriebenem Tiegel und ortsfester Spulenordnung oder bei Drehung der Spulenordnung und ruhendem Tiegel (ebenso durch gegensinniges Drehen des Tiegels und der Spulenordnung) entstehen in den Metallstücken Kurzschlussströme, die die Metallstücke erwärmen. Eine Erwärmung bis zum und über den Schmelzpunkt hinaus gelingt wegen der hohen Schmelzwärme selbst bei relativ niedrig schmelzenden Metallen wie Aluminium und bestimmten Aluminiumlegierungen nur, wenn entsprechend hohe Induktionsströme in den Metallen erzeugt werden. Durch eine hohe Drehzahl lässt sich dies nicht erreichen, weil die Eindringtiefe des Magnetfeldes mit zunehmender Drehzahl abnimmt und, unabhängig davon, die induzierte Spannung und der von dieser verursachte Kurzschlussstrom umso kleiner sind, je näher sich das betreffende Metallstück an der Mittelachse des Tiegels befindet. Folglich ist stattdessen ein sehr starkes Magnetfeld erforderlich. Deshalb muss die Spulenordnung eine hohe Amperewindungszahl haben, d.h. eine Wicklung mit zahlreichen Windungen mit großem Leiterquerschnitt und eine entsprechend leistungsfähige Gleichstromquelle. In der Wicklung entsteht deshalb eine erhebliche Verlustwärme, die durch Zwangskühlung abgeführt werden muss, in der Regel durch Verwendung wasserdurchströmter Kupferrohre für die Spulenwicklung.

[0003] Aus der DE 10 2007 034 970 A ist es bekannt, ein Billet in einem Gleichmagnetfeld rotieren zu lassen, das mittels einer supraleitenden Spule in einem Kryostaten erzeugt wird.

[0004] Aus der DE 1 281 149 A ist ein Induktionsofen mit einem Tiegel zum Einschmelzen von Messingspänen bekannt, über denen sich eine Kohlenstoffdeckschicht befindet. Über dem Tiegel ist ein Rührer angeordnet, der sich auf- und abbewegt, jedoch in die Schmelze nicht eintaucht, sondern die Messingspäne in die Kohlenstoffdeckschicht drückt und hierzu optional eine Hin- und Herbewegung im Bereich von $\pm 45^\circ$ ausführt.

[0005] Aus der US 2 912 552 ist es bekannt, Metallstücke in einem stillstehenden Tiegel induktiv zu erwärmen. Hierzu wird ein über Schleifringe gleichstromgespeister, vielpoliger Ringmagnet drehangetrieben.

[0006] Aus der DE 196 52 171 A ist es bekannt, zum Züchten von Kristallen eine Schmelze in einem Tiegel zu erzeugen, der mittels eines elektromagnetischen

Wechselfeldes beheizt wird, das von einer den Tiegel umgebenden Spule erzeugt wird und Ringströme in dem Tiegel induziert.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der einleitend angegebenen Gattung zu schaffen, die ein im Vergleich zu dieser erheblich energiesparenderes Einschmelzen von Metallstücken und/oder Metallpulvern ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Im Vergleich zu einer normalleitenden Wicklung liefert die supraleitende Wicklung die benötigte, hohe magnetische Flussdichte mit erheblich geringerem Energieeinsatz, denn nach dem Erzeugen des Stroms durch die supraleitende Wicklung muss praktisch nur noch die elektrische Energie für den Betrieb des Kryostaten aufgewandt werden. Diese elektrische Energie beträgt nur etwa 5 % der elektrischen Energie, die zur Deckung der Ohmschen Verluste einer normalleitenden Wicklung und zu deren Kühlung aufgewendet werden muss. Dies gilt nicht nur für das Aufschmelzen sondern auch für eine anschließende weitere Erwärmung auf eine vorgegebene Temperatur, z.B. die Gießtemperatur.

[0010] Oberhalb des Tiegels ist ein Stempel angeordnet, der auf die Metallstücke in dem Tiegel absenkbar ist. Dadurch wird der elektrische Kontakt zwischen den Metallstücken verbessert und somit der Schmelzvorgang beschleunigt.

[0011] Der Stempel rotiert gleichsinnig und vorzugsweise synchron mit dem Tiegel, damit die Winkelgeschwindigkeit, mit der sich die Metallstücke bewegen, nicht hinter derjenigen des Tiegels zurückbleibt und sich dadurch der Betrag der durch Induktion in den Metallstücken erzeugten Kurzschlussströme verringert.

[0012] Wegen des kleinen Reibungskoeffizienten zwischen der Schmelze und der Tiegellinnenwand und zusätzlich infolge des bremsenden Effekts, den die Wechselwirkung der Magnetfelder der Kurzschlussströme mit dem Magnetfeld der Spulenordnung erzeugt, neigt die Schmelze dazu, hinter der Drehung des Tiegels zurückzubleiben. Eine weitere wesentliche Verbesserung der Vorrichtung wird deshalb erreicht, wenn der Stempel unterseitig Mitnehmerfinger hat. Vor allem dann, wenn die Metallstücke schon vollständig oder wenigstens teilweise geschmolzen sind, wirken die Mitnehmerfinger einem Zurückbleiben der Schmelze oder der sich als erstes an der Tiegellinnenwand bildenden Flüssigmetallschicht entgegen.

[0013] Der Stempel kann aus nichtmagnetischem, nichtleitenden Material, also z.B. aus Keramik bestehen.

[0014] Insbesondere bei sehr kleinteiligen Metallstücken und v.a. im Fall von Metallpulvern kann es jedoch vorteilhaft sein, wenn der Stempel zumindest teilweise aus einem nichtmagnetischen, elektrisch leitenden Material besteht, denn dann erwärmt sich auch der Stempel durch Wirbelströme und unterstützt deshalb die Erwärmung der Metallstücke oder der Pulver durch direkte Wärmeleitung (und zum Teil auch durch Wärmestrahlung).

lung).

[0015] Die gleichen Überlegungen gelten auch für den Tiegel. Wenn er nicht aus Keramik sondern aus einem nichtmagnetischen, elektrisch leitenden Werkstoff besteht, werden die Metallstücke zusätzlich zu ihrer direkten Erwärmung durch die Kurzschlussströme auch indirekt durch Wärmeleitung und durch die Wärmestrahlung insbesondere der Tiegelwand erwärmt, ebenso die sich auf dem Boden des Tiegels ansammelnde Schmelze. In bestimmten Fällen kann es jedoch zweckmäßig sein, wenn zumindest die Wandung des Tiegels über zumindest einen Teil dessen Höhe aus einem nichtleitenden Werkstoff besteht. Wenn dies z.B. der obere Teil der Tiegelwandung ist, wird dadurch erreicht, dass das Schmelzgut in diesem im oberen Teil indirekt über den Tiegel und im unteren Teil direkt erwärmt wird. Der obere Teil sorgt dann für das Anschmelzen und der untere für das weitere Aufheizen.

[0016] Der Tiegel kann innenseitig eine hitzebeständige oder feuerfeste Auskleidung haben, wie sie aus der Gießertechnik zum Schutz der Gefäßwände und zur Verringerung der Verluste durch Wärmeabstrahlung bekannt ist. Die Auskleidung kann verloren oder dauerhaft sein.

[0017] Ein einfach zu realisierender Drehantrieb besteht darin, den Boden des Tiegels mit dem Ende einer Antriebswelle drehfest zu verbinden. Die Achse der Antriebswelle kann mit der vertikalen Mittelachse des Tiegels zusammenfallen.

[0018] Vorzugsweise ist die drehfeste Verbindung zwischen dem Boden des Tiegels und dem Ende der Antriebswelle lösbar, z.B. als Klauenkupplung ausgebildet. Der Tiegel kann dann mittels eines üblichen Hebezeugs aus der Vorrichtung entnommen und zum Verwendungsort der Metallschmelze transportiert werden.

[0019] Die Antriebswelle kann auch z.B. horizontal angeordnet sein und an ihrem Ende ein Ritzel haben, das mit einem Zahnkranz am Boden des Tiegels kämmt.

[0020] Alternativ kann der Tiegel an seinem Außenumfang im Eingriff mit einer ihn in Drehung setzenden Vorrichtung stehen. Die Vorrichtung kann z.B. aus einem auf der Wandung des Tiegels sitzenden Zahnkranz und einem angetriebenen Ritzel oder aus Mitnehmern im Eingriff mit einer Antriebskette bestehen.

[0021] Die Spulenordnung umfasst vorzugsweise ein ferromagnetisches Joch mit einander gegenüberliegenden, voneinander beabstandeten Polstücken, zwischen deren Polflächen der Tiegel berührungsfrei drehbar gelagert ist. Der Werkstoff für das Joch und dessen Abmessungen sind zweckmäßig so gewählt, dass das Joch nahe seiner magnetischen Sättigung betrieben werden kann. Hierdurch und durch die Polstücke werden die magnetischen Streuverluste gering gehalten. Der Querschnitt des Jochs kann im Bereich der Wicklung kleiner als in den übrigen Bereichen sein.

[0022] Das Joch ist vorzugsweise im Wesentlichen C-förmig.

[0023] Die supraleitende Wicklung kann dann auf dem

mittleren Abschnitt des C-Jochs und damit entfernt von dem eine starke Wärmequelle bildenden Tiegel angeordnet werden, um keine unnötig hohe Kühlleistung für den Kryostaten der Wicklung aufbringen zu müssen. Zusätzlich kann zwischen dem Tiegel und dem Kryostaten eine die Strahlungswärme des Tiegels abschirmende Blende angebracht werden.

[0024] Mit Blick auf die Zugänglichkeit des Tiegels und auf dessen Drehantrieb ist es am einfachsten, wenn das Joch liegend in einer horizontalen Ebene angeordnet ist.

[0025] Grundsätzlich kann das Joch auch stehend in einer vertikalen Ebene angeordnet sein, und zwar so, dass der mittlere Abschnitt des Jochs sich unter dem Tiegel befindet und erforderlichenfalls eine Öffnung für den Durchtritt der Antriebswelle hat. Wie bei der liegenden Anordnung, kann auch bei dieser stehenden Anordnung des Jochs der Tiegel nach dem Einschmelzen des Metalls nach oben aus der Vorrichtung herausgenommen und weiter transportiert werden. Bei vertikal angeordneter Antriebswelle kann die Spulenordnung je eine supraleitende Wicklung beidseits der Öffnung des Jochs für den Durchtritt der Antriebswelle umfassen. Der Stempel kann zum Entnehmen des Tiegels entweder hinreichend weit nach oben gefahren oder/und seitlich weggeschwenkt werden.

[0026] Eine Weiterbildung der Vorrichtung besteht darin, dass in einer zu einer das Joch enthaltenden rechtwinkligen Ebene ein weiteres Joch mit Polstücken angeordnet ist, die einen Teil des freien Raums zwischen den Polstücken des ersten Jochs einnehmen und dass auf einem Schenkel des weiteren Jochs ebenfalls mindestens eine Spulenordnung, jedoch mit einer normalleitenden Wicklung sitzt, die an eine strom- und vorzugsweise auch frequenzregelbare Wechselstromquelle angeschlossen ist. Die normalleitende Wicklung erzeugt folglich ein magnetisches Wechselfeld, das, abgesehen von dem unvermeidbaren Streufluss, ebenfalls zum überwiegenden Teil den Tiegel quer zu dessen Mittelachse, jedoch orthogonal zu der Richtung des Gleichmagnetfeldes, durchsetzt. Vor allem bei kleinteiligen Metallstücken, z.B. geschreddertem Metallschrott, verkürzt das magnetische Wechselfeld die Anfangsphase der Erwärmung bis zum Erweichen oder Anschmelzen der Metalle. Anschließend kann die weitere Spulenordnung bzw. deren Wechselstromquelle abgeschaltet werden.

[0027] Die Vorrichtung nach der Erfindung kann auch zum Einschmelzen von Metallstücken und/oder Metallpulvern in zwei getrennten Tiegeln erweitert werden. An die Stelle eines C-förmigen Joches tritt dann ein E-förmiges Joch. Die supraleitende Spulenordnung ist am besten auf dessen Mittelschenkel positioniert. Zwischen dem Mittelschenkel und dem einen Außenschenkel des E-Jochs befindet sich der selbe Tiegel wie im Fall des C-Jochs, zwischen dem Mittelschenkel und dem anderen Außenschenkel ein weiterer, gleichartiger Tiegel mit Drehantrieb, absenkbarem Stempel, usw.

[0028] Alternativ zu einem weiteren Joch mit einer wechselstromgespeisten Spulenordnung oder zu-

sätzlich lässt sich der Einschmelzvorgang dadurch beschleunigen, dass zusammen mit den Metallstücken und/oder Metallpulvern eine Opferplatte aus dem gleichen Metall in den Tiegel gegeben wird.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert, die einige Ausführungsbeispiele der Vorrichtung in schematischer Vereinfachung veranschaulicht. Es zeigt:

Fig. 1: eine teilweise im Schnitt gehaltene Seitenansicht einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2: eine perspektivische Darstellung dieser ersten Ausführungsform,

Fig. 3: eine Aufsicht auf die erste Ausführungsform,

Fig. 4: eine perspektivische Darstellung einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 5: eine perspektivische Darstellung einer dritten Ausführungsform,

Fig. 6: eine Aufsicht auf die dritte Ausführungsform,

Fig. 7: eine Aufsicht auf eine vierte Ausführungsform und

Fig. 8: eine Aufsicht auf eine fünfte Ausführungsform.

[0030] Die Figuren 1 bis 3 veranschaulichen eine erste Ausführungsform der Vorrichtung. Sie umfasst einen Tiegel 1 mit feuerfester Ausmauerung 1.1 zwischen Polstücken 2.1 und 2.2 eines C-förmigen Joches 2. Auf dessen Mittelschenkel 2.3 sitzt eine Spulenordnung 3, die eine supraleitende Wicklung 3.1 in einem an sich bekannten, gestrichelt angedeuteten Kryostaten 3.2 umfasst.

[0031] Die supraleitende Wicklung 3.1 der Spulenordnung 3 ist gleichstromdurchflossen und erzeugt in dem C-förmigen Joch 2 einen magnetischen Fluss, der den Tiegel 1 in der in Figur 3 nur ganz schematisch und unter Außerachtlassung des Streuflusses angedeuteten Weise durchsetzt. Das Joch 2 ist in diesem Beispiel liegend angeordnet.

[0032] Der Boden des Tiegels 1 ist drehfest aber trennbar (nicht dargestellt) mit einer Welle 4 gekuppelt, die in zumindest einem oberen Lager 5 geführt ist und im Betrieb der Vorrichtung ihrerseits von einem nicht dargestellten, leistungsfähigen Elektromotor angetrieben wird. Geeignete Mitnehmer- und Kupplungsvorrichtungen sind dem Fachmann bekannt.

[0033] In dem Tiegel 1 befindet sich gemäß Fig. 1 Metallschrott 6 über einer Opferplatte 30, die aus dem gleichen Werkstoff wie der Metallschrott 6 ist. In den Tiegel 1 taucht ein Stempel 7 mit mehreren unterseitigen Mitnahmefingern wie 7.1 ein. Der Stempel 7 und seine Mitnahmefinger 7.1 bestehen aus einem hochschmelzenden oder feuerfesten Werkstoff. Der Stempel 7 kann mit-

tels einer Welle 8 gleichsinnig zu der Welle 4 und vorzugsweise auch mit der gleichen Drehzahl wie letztere in Drehung versetzt werden. In der in ausgezogenen Linien gezeichneten, abgesenkten Stellung dient der Stempel 7 zur Verdichtung des Metallschrotts 6, um möglichst lange Strompfade zu erzeugen. Die Mitnahmefinger 7.1 vermeiden, dass der Metallschrott 6 und später, nach dessen Aufschmelzen, die Metallschmelze hinter der Drehung des Tiegels 1 zurückbleibt.

[0034] Die Welle 8 ist zusätzlich entsprechend dem Pfeil P aus der Stellung in durchgezogenen Linien in eine nur gestrichelt angedeutete Stellung anhebbar, in der einerseits der Tiegel 1 mit dem Metallschrott 6 bestückt werden kann und in der andererseits der Tiegel 1 mit der Metallschmelze nach oben zwischen den Polstücken 2.1 und 2.2 herausgehoben und z.B. mittels an sich bekannter Horizontalförderer und Kippvorrichtungen an den Ort verbracht und dort ausgegossen werden kann, wo die Metallschmelze benötigt wird.

[0035] In den Figuren 2 und 3 sowie den weiteren Figuren sind der Übersichtlichkeit halber insbesondere der Stempel 7 und dessen Antrieb sowie der Inhalt des Tiegels 1 nicht dargestellt.

[0036] In Figur 4 ist eine zweite Ausführungsform (ohne Stempel 7 und dessen Antrieb) dargestellt. In dieser Ausführungsform ist das C-förmige Joch 2 im Unterschied zu Fig. 2 stehend, also in einer Vertikalebene, angeordnet. Deshalb hat der Mittelschenkel 2.3 eine Durchtrittsöffnung 2.3.1 für die Welle 4 des Tiegels 1. Die Spulenordnung 3 sitzt auf dem einen der beiden freien (seitlichen) Schenkel des C-förmigen Jochs 2. Eine Aufteilung auf zwei symmetrische Spulenordnungen (die zweite Spulenordnung ist gestrichelt angedeutet) ist möglich, würde aber funktionell keine wesentliche Verbesserung darstellen, jedoch den Kostenaufwand sehr deutlich erhöhen.

[0037] Eine Anordnung des C-förmigen Jochs 2 wie in Fig. 4 ist vor allem dann zweckmäßig, wenn die Vorrichtung um ein zweites C-förmiges Joch 9 ergänzt wird, das eine wechselstromgespeiste Spulenordnung 10 trägt. Diese dritte Ausführungsform ist in Fig. 5 dargestellt, wiederum nur aus Übersichtlichkeitsgründen ohne den Stempel 7 usw. Die C-förmigen Joche 2 und 9 können auch stellungsvertauscht angeordnet sein, das heißt das Joch 2 wie in Fig. 2 in einer horizontalen Ebene liegend und das Joch 9 stehend in einer Vertikalebene, wie das Joch 2 in Fig. 4.

[0038] Wie schematisch in der Aufsicht gemäß Fig. 6 angedeutet, durchsetzen in dieser Ausführungsform der von der supraleitenden Wicklung 3.1 in Fig. 5 erzeugte Gleichmagnetfluss (gerichtete Pfeile) und der von der normalleitenden, wechselstrombetriebenen Spulenordnung 10 erzeugte, wechsell magnetische Fluss (Doppelpfeile) den Tiegel 1 im Wesentlichen orthogonal, wodurch sich vor allem die Anfangsphase der Erwärmung des Tiegelinhaltes beschleunigen und damit zeitlich verkürzen lässt.

[0039] In Fig. 7 ist schematisch eine Aufsicht auf eine

vierte Ausführungsform dargestellt, die weitgehend mit der ersten Ausführungsform übereinstimmt, mit der Maßgabe, dass im Bereich der Wicklung 3.1 der Querschnitt des Jochs 2 im Verhältnis zu dem Querschnitt der anderen Teilen des Jochs vermindert ist. Dadurch lässt sich die Rückinduktionsspannung vermindern, die in der Wicklung 3.1 durch die zeitlich veränderlichen Magnetfelder der in dem Tiegel und/oder dem Tiegelinhalt erzeugten Kurzschlussströme verursacht wird.

[0040] Figur 8 zeigt ganz schematisch eine fünfte Ausführungsform der Vorrichtung, die es ermöglicht, den Inhalt von zwei Tiegeln 21 und 22 gleichzeitig zu erwärmen, sofern beide Tiegel auch gleichzeitig drehangetrieben werden. Diese Ausführungsform umfasst ein E-förmiges Joch 11, das gewissermaßen durch Zusammenfügen von zwei Jochen 2 der ersten Ausführungsform entstanden ist, jedoch die supraleitende Spulenordnung 3 auf dem Mittelschenkel 11.1 trägt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einschmelzen von Metallstücken (6) und/oder Metallpulvern in einem hitzebeständigen Tiegel (1), der von mindestens einer Spulenordnung (3) umgeben ist, die ein Gleichmagnetfeld erzeugt, das überwiegend den Tiegel (1) quer zu dessen Mittelachse durchsetzt und das bei Drehung des Tiegels (1) um seine Mittelachse Kurzschlussströme induziert, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulenordnung (3) mindestens eine supraleitende Wicklung (3.1) in einem Kryostaten (3.2) umfasst, und dass oberhalb des Tiegels (1) ein Stempel (7) angeordnet ist, der auf die Metallstücke (6) in dem Tiegel (1) absenkbar und gleichsinnig zu dem Tiegel (1) drehangetrieben ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stempel (7) unterseitig Mitnahmefinger (7.1) hat.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stempel (7) zumindest teilweise aus einem nichtmagnetischen, nichtleitenden Material besteht.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stempel (7) zumindest teilweise aus einem nichtmagnetischen, elektrisch leitenden Material besteht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die Wandung des Tiegels (1) über zumindest einen Teil dessen Höhe aus einem nichtmagnetischen, nichtleitenden Werkstoff besteht.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **da-**

durch gekennzeichnet, dass zumindest die Wandung des Tiegels (1) über zumindest einen Teil dessen Höhe aus einem nichtmagnetischen, elektrisch leitenden Werkstoff besteht.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tiegel (1) innen-seitig eine hitzebeständige oder feuerfeste Auskleiung (1.1) hat.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden des Tiegels (1) mit dem Ende einer Antriebswelle (4) drehfest verbunden ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drehfeste Verbindung zwischen dem Boden des Tiegels (1) und dem Ende der Antriebswelle (4) lösbar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tiegel (1) an seinem Außenumfang im Eingriff mit einer ihn in Drehung versetzenden Vorrichtung steht.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulenordnung ein ferromagnetisches Joch (2) mit einander gegenüberliegenden, voneinander beabstandeten Polstücken (2.1, 2.2) hat, zwischen deren Polflächen der Tiegel (1) berührungsfrei angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch (2) im Wesentlichen C-förmig ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die supraleitende Wicklung (3.1) auf dem mittleren Abschnitt (2.3) des C-förmigen Jochs (2) sitzt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch (2) liegend in einer horizontalen Ebene angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch (2) stehend in einer vertikalen Ebene angeordnet ist und dass der mittlere Abschnitt des Jochs (2.3) sich unter dem Tiegel (1) befindet und eine Öffnung (2.3.1) für den Durchtritt der Antriebswelle (4) hat.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer zu einer das Joch (2) enthaltenden Ebene rechtwinkligen Ebene ein weiteres Joch (9) mit Polstücken angeordnet ist, die einen Teil des freien Raums zwischen den Polstücken (2.1, 2.2) des ersten Jochs (2) ein-

nehmen und dass auf einem Schenkel des weiteren Jochs mindestens eine weitere, normalleitende Wicklung (10) ist, die an eine strom- und frequenzregelbare Wechselstromquelle angeschlossen ist.

5

17. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch (11) im Wesentlichen E-förmig ist um einen weiteren, gleichartigen Tiegel zum Einschmelzen von Metallstücken und/oder Metallpulvern aufzunehmen.

10

18. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu den Metallstücken und/oder Metallpulvern eine Opferplatte (30) aus demselben Material in den Tiegel (1) gegeben wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

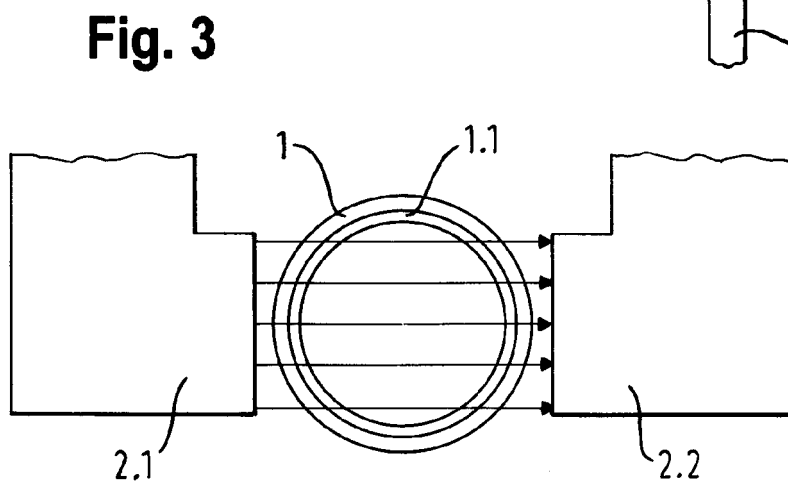
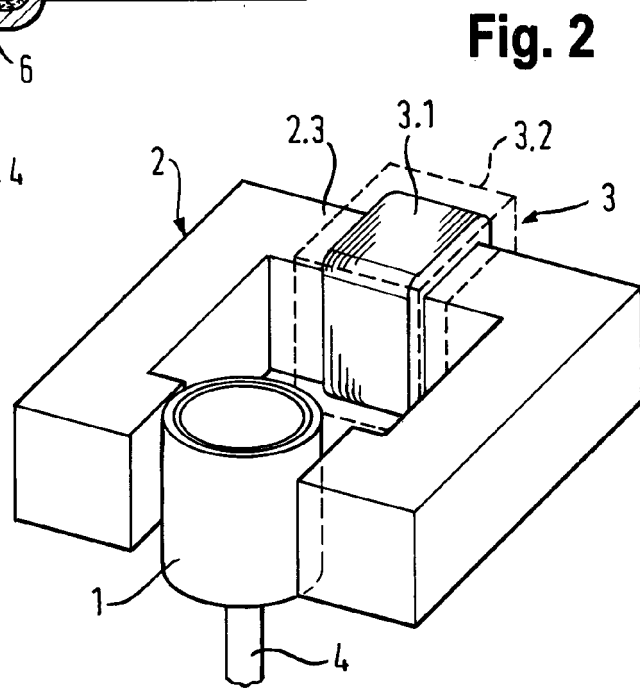
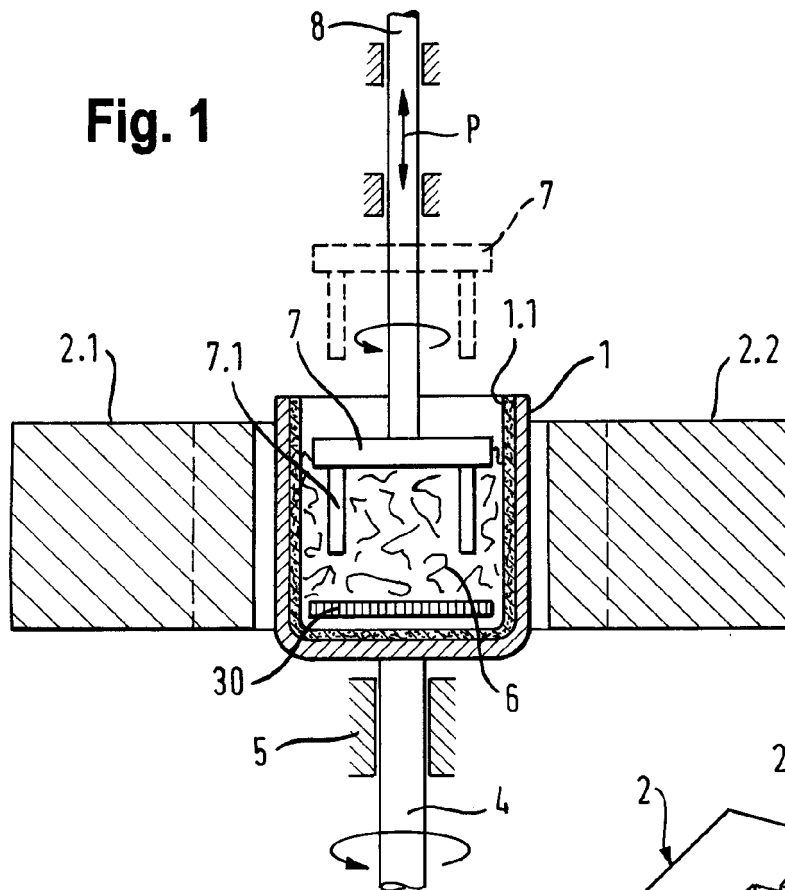


Fig. 4

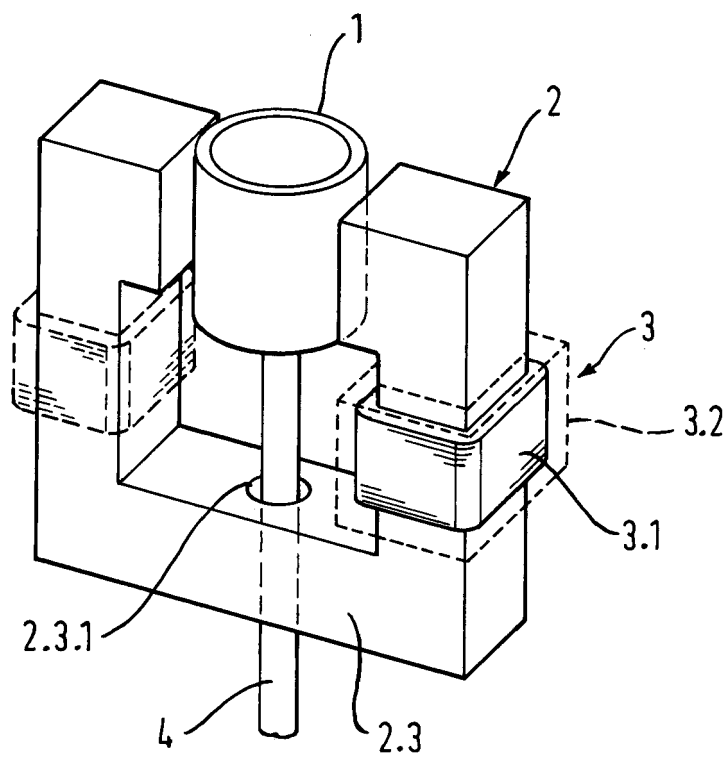


Fig. 5

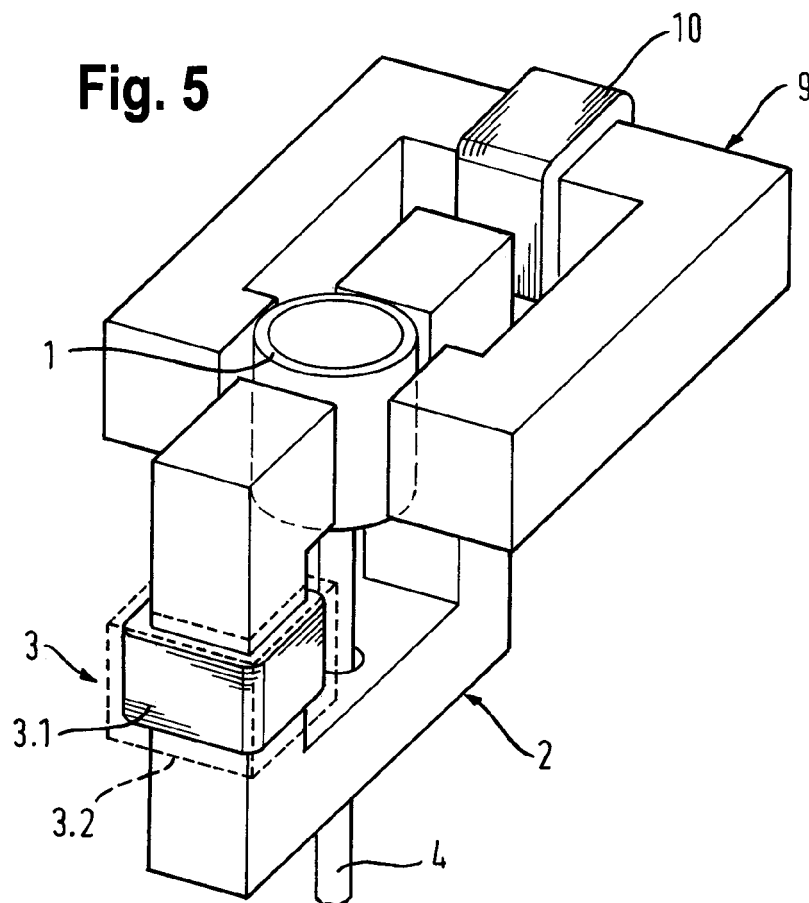


Fig. 6

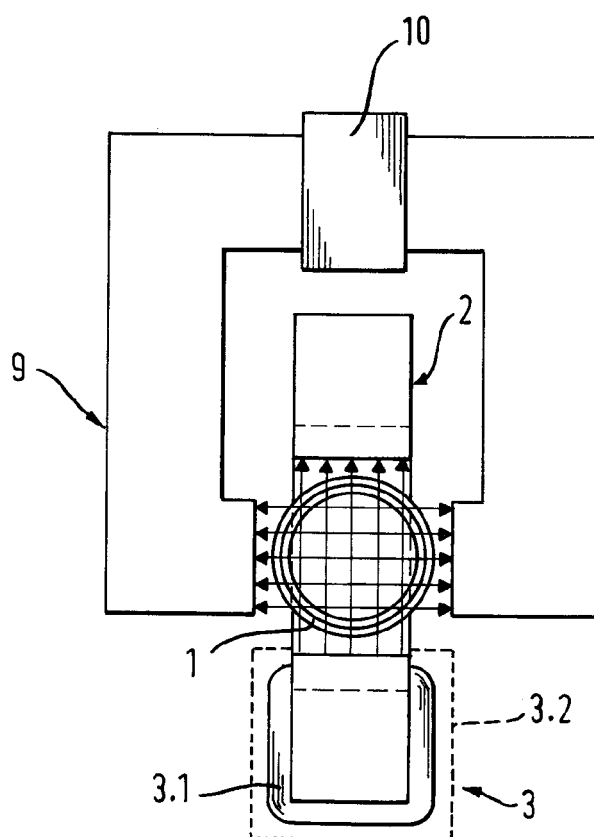


Fig. 7

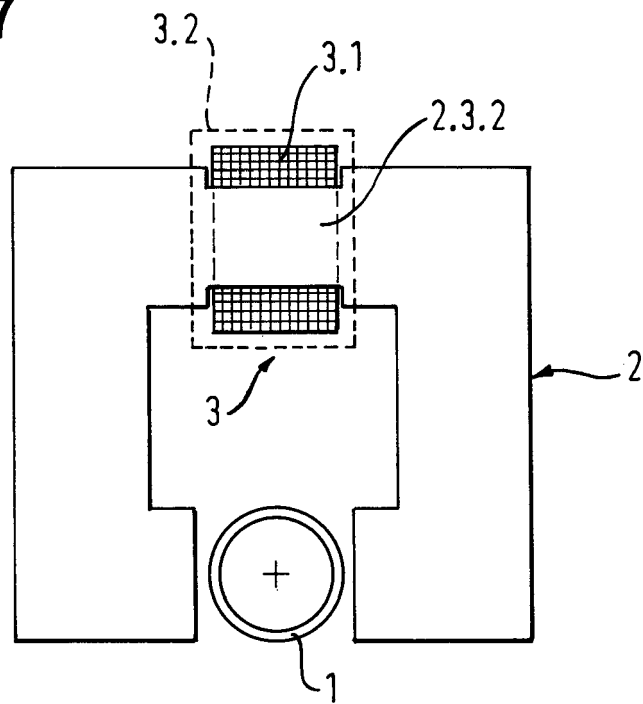
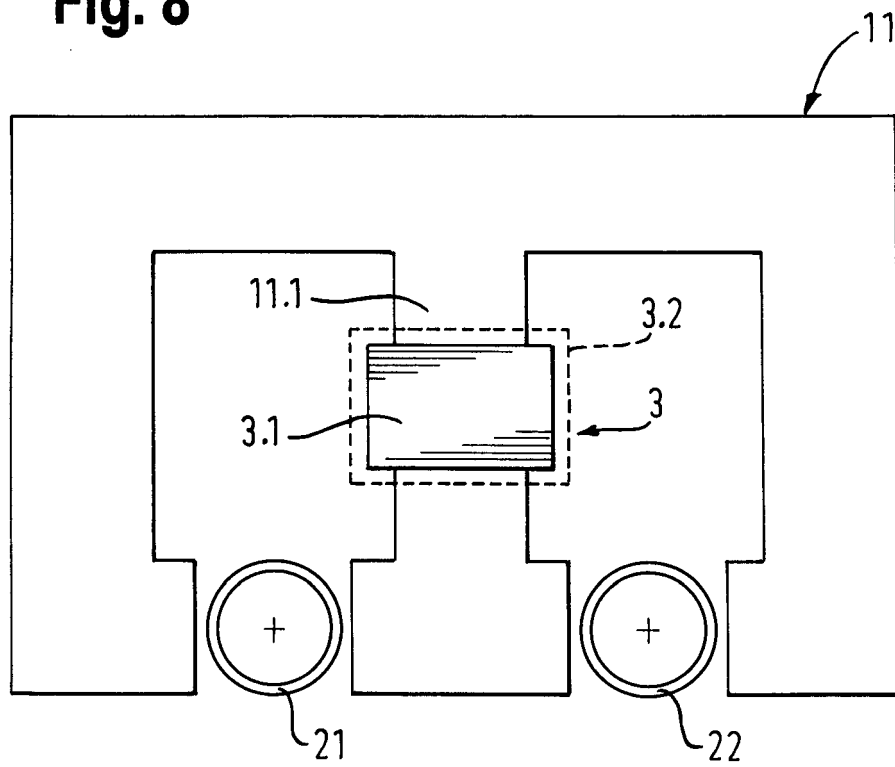


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 16 4725

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 4 761 527 A (MOHR GLENN R [US]) 2. August 1988 (1988-08-02) * Spalte 9, Zeilen 2-8 * * Abbildung 19 * -----	1-18	INV. H05B6/24 H05B6/36
A	US 2009/118126 A1 (BURKE THEODORE E [US] ET AL) 7. Mai 2009 (2009-05-07) * Abbildung 4 * * Absätze [0011] - [0012], [0015] * -----	1-18	
A	DE 10 2007 034970 A1 (ZENERGY POWER GMBH [DE]) 5. Februar 2009 (2009-02-05) * Absätze [0005], [0014], [0020] - [0022] * * Abbildungen 3a-4b * -----	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B F27B F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Oktober 2011	Prüfer Pierron, Christophe
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 16 4725

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-10-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4761527 A	02-08-1988	KEINE	
US 2009118126 A1	07-05-2009	KEINE	
DE 102007034970 A1	05-02-2009	AT 479314 T	15-09-2010
		AU 2008280489 A1	29-01-2009
		CA 2688075 A1	29-01-2009
		CN 101803453 A	11-08-2010
		EP 2181563 A1	05-05-2010
		WO 2009012896 A1	29-01-2009
		ES 2351182 T3	01-02-2011
		JP 2010534905 A	11-11-2010
		KR 20100039355 A	15-04-2010
		US 2009255923 A1	15-10-2009

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4761527 A [0002]
- DE 102007034970 A [0003]
- DE 1281149 A [0004]
- US 2912552 A [0005]
- DE 19652171 A [0006]