

(19)



(11)

EP 3 345 453 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.10.2020 Patentblatt 2020/41

(51) Int Cl.:
H05B 6/24 ^(2006.01) **H05B 6/36** ^(2006.01)
F27B 14/06 ^(2006.01) **F27B 14/08** ^(2006.01)
F27B 14/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16790512.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2016/000301

(22) Anmeldetag: **02.08.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/036438 (09.03.2017 Gazette 2017/10)

(54) INDUKTIONSTIEGELOFEN UND MAGNETISCHER RÜCKSCHLUSS HIERFÜR

INDUCTION CRUCIBLE FURNACE AND MAGNETIC YOKE THEREFOR

FOUR A CREUSET A INDUCTION ET CULASSE MAGNÉTIQUE ASSOCIÉE

(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**

(30) Priorität: **01.09.2015 DE 102015011433**
26.11.2015 DE 102015015337

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.07.2018 Patentblatt 2018/28

(73) Patentinhaber: **ABP Induction Systems GmbH**
44147 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:
• **SCHREITER, Till**
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)
• **WALTHER, Axel**
45731 Waltrop (DE)

(74) Vertreter: **Hauck Patentanwaltspartnerschaft mbB**
Mörikestrasse 18
40474 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 639 936 EP-A2- 0 563 802
GB-A- 1 451 287

EP 3 345 453 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Induktionstiegelofen mit einem feuerfesten zylinderförmigen Tiegel, einer zylinderförmigen sich um den Tiegel erstreckenden Spule und einer Vielzahl von magnetischen Rückschlüssen, die in Form einzelner an der Außenmantelfläche der Spule mit Umfangsabstand angeordneter Einheiten ausgebildet sind, die jeweils zur Führung des von der Spule erzeugten magnetischen Flusses eine Anordnung aus einer Vielzahl von elektrisch gegeneinander isolierten und sich parallel zur Ofenachse erstreckenden länglichen Einzelelementen aus magnetisch permeablem Material umfassen.

[0002] Induktionstiegelöfen zum Schmelzen von Metallen durch die Erzeugung von Magnetfeldern, welche Wirbelströme in dem Metall erzeugen und es aufheizen, sind bekannt. Es ist ferner bekannt, derartige Induktionstiegelöfen mit magnetischen Rückschlüssen zu versehen, die an der Außenmantelfläche der Spule mit Umfangsabstand angeordnet sind. Im Betrieb des Ofens erzeugt der durch die Spule fließende Wechselstrom ein magnetisches Wechselfeld, das innerhalb des Ofentiegels durch das metallene Einsatzmaterial und außerhalb der Spule durch die Einzelelemente der magnetischen Rückschlüsse geführt wird. Das magnetische Wechselfeld induziert im magnetischen Einsatzmaterial Wirbelströme, die in Wärme umgesetzt werden.

[0003] Ein Induktionstiegelofen der eingangs beschriebenen Art ist aus der EP 0 512 466 B1 bekannt. Die magnetischen Rückschlüsse sind hierbei auf der Außenseite der Spule in Form einzelner über den Umfang der Spule mit Zwischenräumen verteilter Einzelpakete parallel zur Ofenachse angeordnet. Die Einzelelemente bestehen hierbei aus Eisenblechen und bilden Eisenblechpakete, die den Zweck haben, den magnetischen Wechselfluss zu führen. Dabei soll dem magnetischen Fluss ein Weg geringen magnetischen Widerstandes geboten werden, der gleichzeitig nur geringe Wirbelstromverluste verursacht.

[0004] Das den Wechselfluss führende Material muss eine hohe Permeabilität und geringe Wirbelstromverluste aufweisen. Üblich ist hierfür ein Aufbau aus entsprechend dünnen, elektrisch voneinander isolierten Transformatorblechen mit hohem spezifischen elektrischen Widerstand. Diese Bleche erstrecken sich dabei in radialer Richtung von der Außenmantelfläche der Spule aus.

[0005] Ein Induktionstiegelofen der eingangs beschriebenen Art ist ferner aus der EP 0 563 802 A2 bekannt. Auch hier sind die magnetischen Rückschlüsse auf der Außenseite der Spule in Form einzelner über den Umfang der Spule mit Zwischenräumen verteilter Einzelpakete parallel zur Ofenachse angeordnet, wobei die Einzelpakte jeweils aus Eisenblechen bestehen und Eisenblechpakete bilden.

[0006] Noch weitere Induktionstiegelöfen, bei denen magnetische Rückschlüsse auf der Außenseite der Spule in Form einzelner über den Umfang der Spule mit Zwischenräumen verteilter Einzelpakete parallel zur Ofenachse angeordnet sind und die Einzelelemente jeweils aus Eisenblechen bestehen und Eisenblechpakete bilden, sind aus der GB 1 451 287 A und der EP 0 639 936 A1 bekannt.

[0007] Entsprechend ausgebildete magnetische Rückschlüsse sind aus der DE 42 10 374 A1, der DE 41 15 278 A1 und der EP 0 688 145 A2 bekannt.

[0008] Aus der EP 0 876 084 B1 ist ein Induktionsofen bekannt, bei dem die Spule von einer Schicht aus metallischem und magnetisch permeablem Material umgeben ist, wobei diese Schicht im Wesentlichen aus mehreren diskreten, nichtgepulverten Elementen besteht, die in einer elektrisch nichtleitenden Matrix gebunden sind.

Die Schicht erstreckt sich hierbei vollständig um den Umfang der Ofenspule herum, und bei den Elementen handelt es sich vorzugsweise um sphärisch ausgebildete Elemente.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Induktionstiegelofen der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, der in Bezug auf seine magnetischen Rückschlüsse einen besonders einfachen und kostengünstigen Aufbau aufweist.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Induktionstiegelofen der angegebenen Art dadurch gelöst, dass die Einzelelemente zumindest teilweise aus elektrisch gegeneinander isolierten Stäben bestehen, deren Längsachsen parallel zur Ofenachse verlaufen, wobei die Anordnung sowohl in radialer Richtung als auch in Umfangsrichtung der Spule mindestens zwei Stäbe aufweist.

[0011] Kennzeichnend beim Stand der Technik ist, dass diejenigen Feldlinien, die in radialer Richtung aus dem Tiegelofen austreten, durch den magnetischen Rückschluss aufgenommen und vom Spulenanfang zum Spulenende geführt werden. Durch die Ausführung mit den entsprechend dünnen, elektrisch gegeneinander isolierten Trafoblechen wird die Entstehung von Wirbelströmen minimiert.

[0012] Nachteilig bei diesem Stand der Technik ist jedoch, dass diejenigen Feldlinien, die aus einer azimuthalen Richtung (Umfangsrichtung), d.h. mit einer Querkomponente, auf die besagten Trafobleche bzw. Elektroleche auftreffen, entsprechende Wirbelströme mit der Folge einer zusätzlichen Erwärmung des Elektroleches verursachen. Durch diese zusätzliche Erwärmung kann eine Wasserkühlung des magnetischen Rückschlusses erforderlich bzw. in erhöhtem Maß erforderlich werden.

[0013] Demgegenüber werden mit der erfindungsgemäßen Lösung die Kosten und der Platzbedarf am magnetischen Rückfluss reduziert. Insbesondere gelingt es, eine zusätzliche Kühlung ganz oder zumindest teilweise zu vermeiden. Hierzu werden die beim Stand der Technik vorgesehenen Elektroleche ganz oder teilweise durch gegeneinander elektrisch isolierte Stäbe ersetzt. Hierdurch werden sowohl Wirbelströme, die aus radialer Richtung auf die Anordnung der Einzelelemente treffen, als auch Wirbelströme, die in azimuthaler Richtung, d.h.

mit einer Querkomponente, auf die Anordnung der Einzelelemente auftreffen, minimiert.

[0014] Bei der erfindungsgemäßen Lösung besteht die Anordnung der Einzelelemente aus einer Vielzahl von elektrisch gegeneinander isolierten Stäben, deren Längsachsen parallel zur Ofenachse verlaufen. Die Anordnung weist sowohl in radialer Richtung als auch in Umfangsrichtung der Spule mindestens zwei Stäbe auf, wodurch der vorstehend beschriebene Effekt der Reduzierung von Wirbelströmen in beiden Richtungen, d.h. radial und azimuthal, reduziert wird.

[0015] Die erfindungsgemäß eingesetzten Stäbe sind elektrisch gegeneinander isoliert. Hierzu weisen die Stäbe, die aus magnetisch permeablem Material, insbesondere metallischem Material, wie Eisen, bestehen, einen Überzug aus elektrisch isolierendem Material auf, der beispielsweise über ein Tauchverfahren hergestellt wird. Hierfür können beispielsweise geeignete und bekannte Kunststoffe Anwendung finden.

[0016] Vorzugsweise kommt eine Vielzahl von derartigen Stäben zum Einsatz, die entsprechend geringe Abmessungen besitzen, beispielsweise in einem Bereich von 0,35 x 0,35 bis 0,35 x 80 mm im Querschnitt (Abmessung in Umfangsrichtung x Abmessung in Radialrichtung).

[0017] Die mindestens zwei Stäbe können eine unterschiedliche Querschnittsform aufweisen.

[0018] Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung besteht die Anordnung aus Einzelelementen vollständig aus elektrisch gegeneinander isolierten Stäben. Bei einer anderen Ausführungsform besteht die Anordnung teilweise aus Blechen und teilweise aus Stäben. Hierbei besitzt die Anordnung vorzugsweise einen aus Blechen bestehenden zentralen Bereich und zwei aus Stäben bestehende seitliche Außenbereiche. Bei dieser Ausführungsform werden gezielt die entstehenden Wirbelströme im zentralen Bereich, die eine zusätzliche Erwärmung der Bleche verursachen können, durch die in den Außenbereichen vorgesehenen Stäbe verhindert bzw. zumindest reduziert.

[0019] Die um den Umfang der Ofenspule herum angeordneten magnetischen Rückschlüsse sind an der Außenmantelfläche der Ofenspule fixiert. Hierzu weist die Anordnung eines jeweiligen Rückschlusses eine Befestigungseinrichtung auf, die die Anordnung an der Außenmantelfläche der Spule fixiert. Andere Befestigungsarten, wie Kleben, Schweißen, sind ebenfalls möglich. Wenn eine mechanische Befestigungseinrichtung Anwendung findet, ist sie vorzugsweise als Tragkörper ausgebildet, der die Anordnung aus den Einzelelementen vorzugsweise auf allen Seiten und oben und unten umgeben kann. In diesen Tragkörper kann die Anordnung aus den Einzelelementen eingepresst, eingeklebt oder auch eingegossen sein.

[0020] Bei einer speziellen Ausführungsform können die Stäbe und die ggf. vorhandenen Bleche mit einem Material, insbesondere Kunstharz, zu einem Gesamtpaket vergossen sein. Dieses Gesamtpaket kann beispiels-

weise in den Tragkörper eingegossen oder als Einsatz in den Tragkörper eingesetzt und in diesem fixiert sein.

[0021] Wichtig ist, dass die Einzelelemente (Stäbe und ggf. Bleche) eng benachbart zueinander im Paket bzw. in der Anordnung vorgesehen sind.

[0022] Was die Querschnittsform der Stäbe anbetrifft, so sind diese vorzugsweise im Querschnitt rechteckig, insbesondere quadratisch, ausgebildet. Dies schließt aber nicht aus, dass die Stäbe im Querschnitt rund ausgebildet sind, beispielsweise kreisförmig, elliptisch etc., oder als Polygon.

[0023] Vorzugsweise kann mit der erfindungsgemäßen Ausführungsform eine zusätzliche Kühlung des Rückschlusses, insbesondere eine an den Seiten der Anordnung angeordnete Wasserkühlung, vermieden werden. Dies schließt allerdings nicht aus, dass, falls erforderlich, der Anordnung aus den Einzelelementen eine Kühleinrichtung, insbesondere an den Seitenflächen, zugeordnet ist.

[0024] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die elektrisch gegeneinander isolierten und sich parallel zur Ofenachse erstreckenden länglichen Einzelelemente der Anordnung so ausgebildet, dass nur im oberen und/oder unteren Bereich derselben Stäbe vorgesehen sind, während sich im übrigen Bereich Abschnitte mit größerem Querschnitt befinden.

[0025] Diese Ausführungsform nutzt die Erkenntnis, dass die magnetische Flussdichte, die mit einer Querkomponente auf den magnetischen Rückschluss trifft, am oberen und/oder am unteren Ende des Rückschlusses einen relativen Maximalwert aufweist. Daher sind die Wirbelströme an diesen Stellen am größten.

[0026] Zur Minimierung dieser größten Wirbelströme ist es daher in erster Linie erforderlich, den magnetischen Rückschluss am oberen und/oder unteren Ende in Einzelstäbe aufzuteilen. In den restlichen Zonen des Rückschlusses kann sich bei dieser Ausführungsform eine Aufteilung in Stäbe erübrigen. Positiver Nebeneffekt dieser Ausführungsform ist eine verbesserte mechanische Stabilität.

[0027] Insbesondere weist bei dieser Ausführungsform die Anordnung längliche Einzelelemente auf, die im oberen und/oder unteren Bereich durch parallel zur Ofenachse verlaufende Schlitze gebildete Stäbe umfassen. Es kommen somit geschlitzte Einzelelemente zur Anwendung, die vorzugsweise am oberen und am unteren Ende geschlitzt sind.

[0028] Die Schlitze können in Umfangsrichtung des Tiegelofens und/oder in Radialrichtung desselben verlaufen. Besonders bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei der die Anordnung radial angeordnete Bleche aufweist, die im oberen und/oder unteren Bereich durch in Umfangsrichtung verlaufende Schlitze gebildete Stäbe umfassen. Diese Bleche können teilweise oder gänzlich oben und/oder unten mit mindestens einem Schlitz versehen sein, um in diesen Bereichen die erfindungsgemäß gewünschten Stäbe vorzusehen.

[0029] Die Stäbe müssen daher in Vertikalrichtung

nicht durchlaufend ausgebildet sein. Vielmehr können die Einzelelemente auch nur über einen Teil ihrer Längserstreckung als Stäbe ausgebildet sein, und zwar nur über den oberen und/oder unteren Teil, während der restliche Teil der Einzelelemente einen größeren Querschnitt besitzt.

[0030] Wie bereits erwähnt, sind die erfindungsgemäß vorgesehenen Stäbe gegeneinander elektrisch isoliert. Dabei kann die elektrische Isolation beispielsweise durch einen Luftspalt oder durch irgendein Isoliermaterial verwirklicht sein. Der Begriff "elektrisch isoliert" soll daher alle möglichen Arten einer Isolierung abdecken.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Horizontalschnitt durch einen Teil eines Induktionstiegelofens, wobei ein magnetischer Rückschluss des Ofens dargestellt ist, bei einer Ausführungsform des Standes der Technik;

Figur 2 eine entsprechende Darstellung wie Figur 1 mit einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Figur 3 eine entsprechende Darstellung wie Figur 1 mit einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Figur 4 einen Vertikalschnitt durch einen Teil einer anderen Ausführungsform eines Induktionstiegelofens mit magnetischem Rückschluss;

Figur 5 eine vergrößerte Ansicht des oberen Teiles des magnetischen Rückschlusses der Figur 4; und

Figur 6 eine schematische Vorderansicht des magnetischen Rückschlusses der Figuren 4 und 5.

[0032] Figur 1 zeigt einen Horizontalschnitt durch einen Teil einer Spule 1, die einen Tiegel (nicht gezeigt) eines Induktionstiegelofens umgibt. Um den Umfang der Spule 1 herum sind in Abständen einzelne magnetische Rückschlüsse 2 angeordnet. Diese magnetischen Rückschlüsse 2 sind in der Form einzelner an der Außenmantelfläche der Spule 1 mit Umfangsabstand angeordneter Einheiten ausgebildet, die jeweils zur Führung des von der Spule 1 erzeugten magnetischen Flusses eine Anordnung aus einer Vielzahl von elektrisch gegeneinander isolierten und sich parallel zur Ofenachse erstreckenden länglichen Einzelelementen aus magnetisch permeablem Material umfassen. Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform des Standes der Technik handelt es sich hierbei um eine Anordnung 3 aus einer Vielzahl von elektrisch gegeneinander isolierten und parallel zueinander angeordneten dünnen Elektroblechen, die sich im

Wesentlichen in Radialrichtung von der Ofenspule 1 aus erstrecken. Diese Anordnung 3 von Elektroblechen befindet sich innerhalb eines Tragkörpers 5, der sämtliche Seiten der Anordnung 3, auch die Oberseite und Unterseite, umgibt. Die Anordnung 3 aus Elektroblechen ist hierbei in den Tragkörper 5 hineingepresst.

[0033] An der einen Seitenfläche des Tragkörpers befindet sich eine Wasserkühlung 4, die dazu dient, entsprechende Wirbelströme, die aus denjenigen Feldlinien resultieren, die aus einer azimuthalen Richtung, d.h. mit einer Querkomponente, auf die Elektrobleche auftreffen und die eine zusätzliche Erwärmung der Bleche verursachen, zu kompensieren.

[0034] Figur 2 zeigt eine entsprechende Ausführungsform, bei der der magnetische Rückschluss 2 erfindungsgemäß ausgebildet ist. Auch hierbei ist der Rückschluss 2 in Kontakt mit der Außenmantelfläche der Ofenspule 1 angeordnet und setzt sich grundsätzlich aus einer Anordnung 3 von Einzelelementen zusammen. Von diesen Einzelelementen ist nur der zentrale Teil aus dünnen Elektroblechen gebildet, während die beiden seitlichen äußeren Bereiche 6 aus elektrisch gegeneinander isolierten Stäben bestehen, deren Längsachsen parallel zur Ofenachse verlaufen. Hierdurch werden Wirbelströme reduziert, die auf Feldlinien basieren, welche aus einer azimuthalen Richtung auf die Anordnung 3 auftreffen. Auch bei dieser Ausführungsform wird die Anordnung von einem Tragkörper 5 umgeben, dem seitlich eine Wasserkühlung 4 zugeordnet ist. Aufgrund der durch die elektrisch gegeneinander isolierten Stäbe gebildeten Außenbereiche der Anordnung kann auf diese Wasserkühlung auch verzichtet werden.

[0035] Figur 3 zeigt eine entsprechende Ausführungsform eines magnetischen Rückschlusses, bei dem die gesamte Anordnung 3 aus elektrisch gegeneinander isolierten Stäben 7 gebildet ist, deren Längsachsen parallel zur Ofenachse verlaufen.

[0036] Die Stäbe 7 sind bei dieser Ausführungsform mit einer Kunstharzmasse zu einem Einsatz vergossen, der im Tragkörper 5 fixiert ist.

[0037] Die Figuren 4 bis 6 zeigen eine weitere Ausführungsform eines Induktionstiegelofens mit magnetischem Rückschluss. Im Vertikalschnitt der Figur 4 ist ein Teil eines Tiegelofens 10 mit Induktionsspule 1 schematisch dargestellt. An der Induktionsspule 1 befindet sich ein magnetischer Rückschluss 2, der bei dieser Ausführungsform eine Anordnung 3 von in Radialrichtung verlaufenden parallel zueinander angeordneten Blechen umfasst. Diese Bleche sind an ihrem oberen und an ihrem unteren Ende durch in Umfangsrichtung des Tiegelofens 10 verlaufende Schlitze 11 in einzelne Stäbe 7 aufgeteilt, bei denen es sich wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen um elektrisch gegeneinander isolierte Stäbe handelt.

[0038] Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist ein Blech durch Schlitze 11 in vier nebeneinander angeordnete Stäbe 7 aufgeteilt, und zwar sowohl am oberen als auch am unteren Ende. Diese Stäbe 7 sind dort vor-

gesehen, wo die größten Wirbelströme auftreten.

[0039] Figur 6 zeigt eine schematische Vorderansicht des Rückschlusses 2 mit der Anordnung 3 von Einzelementen, welche parallel zueinander und radial angeordnete Bleche umfassen, die jeweils am oberen und unteren Ende in Stäbe 7 aufgeteilt sind.

Patentansprüche

1. Induktionstiegelofen mit einem feuerfesten zylinderförmigen Tiegel, einer zylinderförmigen sich um den Tiegel erstreckenden Spule (1) und einer Vielzahl von magnetischen Rückschlüssen (2), die in Form einzelner an der Außenmantelfläche der Spule (1) mit Umfangsabstand angeordneter Einheiten ausgebildet sind, die jeweils zur Führung des von der Spule (1) erzeugten magnetischen Flusses eine Anordnung (3) aus einer Vielzahl von elektrisch gegeneinander isolierten und sich parallel zur Ofenachse erstreckenden länglichen Einzelementen aus magnetisch permeablem Material umfassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelemente zumindest teilweise aus elektrisch gegeneinander isolierten Stäben (7) bestehen, deren Längsachsen parallel zur Ofenachse verlaufen, wobei die Anordnung (3) sowohl in radialer Richtung als auch in Umfangsrichtung der Spule (1) mindestens zwei Stäbe (7) aufweist.
2. Induktionstiegelofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Stäbe eine unterschiedliche Querschnittsform aufweisen.
3. Induktionstiegelofen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (3) vollständig aus elektrisch gegeneinander isolierten Stäben (7) besteht.
4. Induktionstiegelofen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (3) teilweise aus Blechen und teilweise aus Stäben (7) besteht.
5. Induktionstiegelofen nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (3) einen aus Blechen bestehenden zentralen Bereich und zwei aus Stäben (7) bestehende seitliche Außenbereiche (6) aufweist.
6. Induktionstiegelofen nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (3) eine Befestigungseinrichtung aufweist, die sie an der Außenmantelfläche der Spule (1) fixiert.
7. Induktionstiegelofen nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungseinrichtung

als Tragkörper (5) ausgebildet ist und dass die Anordnung (3) in den Tragkörper (5) eingepresst, eingeklebt oder eingegossen ist.

8. Induktionstiegelofen nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stäbe (7) und ggf. Bleche mit einem Material, insbesondere Kunstharz, zu einem Gesamtpaket vergossen sind.
9. Induktionstiegelofen nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stäbe (7) im Querschnitt rechteckig, insbesondere quadratisch, ausgebildet sind.
10. Induktionstiegelofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stäbe im Querschnitt rund ausgebildet sind.
11. Induktionstiegelofen nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anordnung (3) eine Kühleinrichtung (4), insbesondere an den Seitenflächen, zugeordnet ist.
12. Induktionstiegelofen nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch gegeneinander isolierten und sich parallel zur Ofenachse erstreckenden länglichen Einzelemente der Anordnung (3) so ausgebildet sind, dass nur im oberen und/oder unteren Bereich derselben Stäbe (7) vorgesehen sind, während sich im übrigen Bereich Abschnitte mit größerem Querschnitt befinden.
13. Induktionstiegelofen nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (3) längliche Einzelemente aufweist, die im oberen und/oder unteren Bereich durch parallel zur Ofenachse verlaufende Schlitze (11) gebildete Stäbe umfassen.
14. Induktionstiegelofen nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitze (11) in Umfangsrichtung des Tiegelofens und/oder in Radialrichtung desselben verlaufen.
15. Induktionstiegelofen nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung (3) radial angeordnete Bleche aufweist, die im oberen und/oder unteren Bereich durch in Umfangsrichtung verlaufende Schlitze (11) gebildete Stäbe (7) umfassen.

Claims

1. An induction crucible furnace having a refractory cylindrical crucible, a cylindrical coil (1) extending around the crucible, and a plurality of magnetic yokes

- (2) which are formed as individual units arranged at the outer jacket surface of the coil (1) with circumferential distance, said units each comprising an array (3) of a plurality of longitudinal individual elements of magnetically permeable material which are electrically insulated with respect to one another and which extend parallel with respect to the furnace axis, for guiding the magnetic flux generated by the coil (1), **characterized in that** the individual elements consist at least partly of rods (7) electrically insulated with respect to one another the longitudinal axes thereof extending parallel with respect to the furnace axis wherein the array (3) has at least two rods (7) not only in radial direction but also in circumferential direction of the coil (1).
2. The induction crucible furnace according to claim 1, **characterized in that** the at least two rods have a different cross-sectional shape.
 3. The induction crucible furnace according to claim 1 or 2, **characterized in that** the array (3) consists completely of rods (7) electrically insulated with respect to one another.
 4. The induction crucible furnace according to claim 1 or 2, **characterized in that** the array (3) consists partly of sheets and partly of rods (7).
 5. The induction crucible furnace according to claim 4, **characterized in that** the array (3) has a central region consisting of sheets and two lateral outer regions (6) consisting of rods (7).
 6. The induction crucible furnace according to one of the preceding claims, **characterized in that** the array (3) has fastening means fixing the same at the outer jacket surface of the coil (1).
 7. The induction crucible furnace according to claim 6, **characterized in that** the fastening means is formed as bearing member (5) and that the array (3) is pressed, adhered or cast into the bearing member (5).
 8. The induction crucible furnace according to one of the preceding claims, **characterized in that** rods (7) and possibly sheets are cast with a material, especially synthetic resin, to receive a complete package.
 9. The induction crucible furnace according to one of the preceding claims, **characterized in that** the rods (7) are formed rectangularly in cross-section, especially quadratically.
 10. The induction crucible furnace according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** the rods are formed round in cross-section.
 11. The induction crucible furnace according to one of the preceding claims, **characterized in that** the array (3) is associated with a cooling device (4), especially at the side surfaces.
 12. The induction crucible furnace according to one of the claims 1, 2 or 4 to 11, **characterized in that** the longitudinal individual elements of the array (3) which are electrically insulated with respect to one another and which extend parallel with respect to the furnace axis are designed in such a manner that rods (7) are only provided in the upper and/or lower region of the array while in the remaining region portions with larger cross-section are arranged.
 13. The induction crucible furnace according to claim 12, **characterized in that** the array (3) has longitudinal individual elements which comprise rods in the upper and/or lower region which are formed by slots (11) extending parallel with respect to the axis of the furnace.
 14. The induction crucible furnace according to claim 13, **characterized in that** the slots (11) extend in circumferential direction of the crucible furnace and/or in radial direction of the same.
 15. The induction crucible furnace according to claim 13 or 14, **characterized in that** the array (3) includes radially arranged sheets which comprise in the upper and/or lower region rods (7) formed by circumferentially extending slots (11).
- ## Revendications
1. Four à creuset à induction avec un creuset cylindrique réfractaire, une bobine (1) cylindrique s'étendant autour du creuset et une pluralité de culasses magnétiques (2) réalisées sous la forme d'unités individuelles, agencées au niveau de la surface latérale extérieure de la bobine (1) avec un espacement circonferentiel, comprenant respectivement un agencement (3) constitué d'une pluralité d'éléments individuels allongés en matériau magnétiquement perméable, électriquement isolés les uns des autres, s'étendant parallèlement à l'axe de four et permettant un guidage du flux magnétique généré par la bobine (1), **caractérisé en ce que** les éléments individuels sont au moins partiellement constitués de barrettes (7) isolées électriquement les unes des autres et dont les axes longitudinaux sont parallèles à l'axe de four, dans lequel l'agencement (3) présente au moins deux barrettes (7), tant dans le sens radial que dans le sens circonferentiel de la bobine (1).
 2. Four à creuset à induction selon la revendication 1,

- caractérisé en ce que** les au moins deux barrettes présentent une forme de section transversale différente.
3. Four à creuset à induction selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'agencement (3) est entièrement constitué de barrettes (7) isolées électriquement les unes des autres. 5
4. Four à creuset à induction selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'agencement (3) est constitué partiellement de tôles et partiellement de barrettes (7). 10
5. Four à creuset à induction selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'agencement (3) présente une région centrale constituée de tôles et deux régions extérieures (6) latérales constituées de barrettes (7). 15
6. Four à creuset à induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agencement (3) présente un dispositif de fixation qui l'immobilise au niveau de la surface latérale extérieure de la bobine (1). 20
7. Four à creuset à induction selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de fixation est réalisé sous forme d'un corps porteur (5) et **en ce que** l'agencement (3) est pressé, collé ou coulé dans le corps porteur (5). 25
8. Four à creuset à induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barrettes (7) et éventuellement des tôles sont coulées avec un matériau, en particulier de la résine synthétique, pour former un empilage compact. 30
9. Four à creuset à induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les barrettes (7) sont réalisées de manière à présenter une section rectangulaire, en particulier carrée. 35
10. Four à creuset à induction selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les barrettes sont réalisées de manière à présenter une section ronde. 40
11. Four à creuset à induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agencement (3) est associé à un dispositif de refroidissement (4), en particulier au niveau des surfaces latérales. 45
12. Four à creuset à induction selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 4 à 11, **caractérisé en**
- ce que** les éléments individuels allongés, électriquement isolés les uns des autres et s'étendant parallèlement à l'axe de four, de l'agencement (3) sont réalisés de sorte que des barrettes (7) ne sont prévues que dans la région supérieure et/ou inférieure de ceux-ci, tandis que dans la zone restante se trouvent des secteurs avec une plus grande section transversale.
13. Four à creuset à induction selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'agencement (3) présente des éléments individuels allongés comprenant des barrettes formées dans la région supérieure et/ou inférieure grâce à des fentes (11) s'étendant parallèlement à l'axe de four. 50
14. Four à creuset à induction selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les fentes (11) s'étendent dans le sens circonférentiel du four à creuset et/ou dans le sens radial de celui-ci. 55
15. Four à creuset à induction selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'agencement (3) présente des tôles agencées de manière radiale comprenant des barrettes (7) formées dans la région supérieure et/ou inférieure grâce à des fentes (11) s'étendant dans le sens circonférentiel.

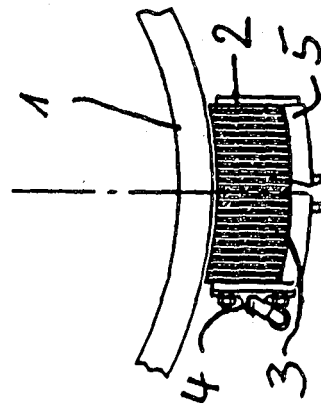


FIG. 1

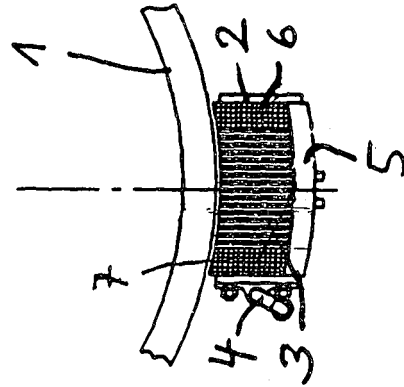


FIG. 2

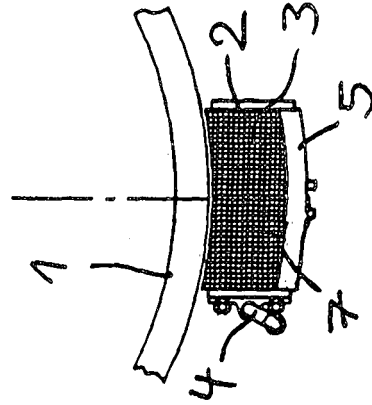


FIG. 3

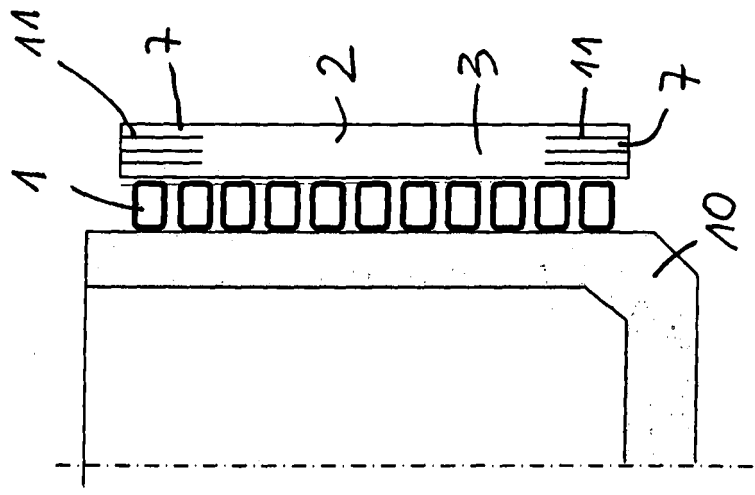


FIG. 4

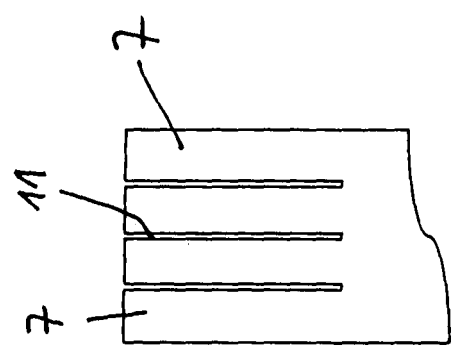


FIG. 5

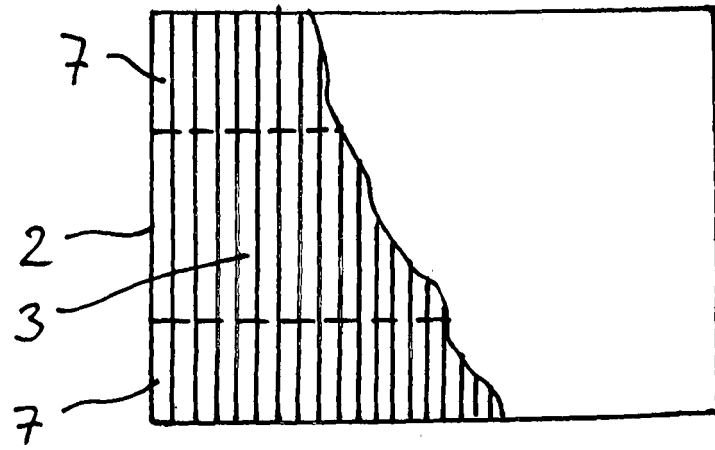


FIG. 6

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

- EP 0512466 B1 **[0003]**
- EP 0563802 A2 **[0005]**
- GB 1451287 A **[0006]**
- EP 0639936 A1 **[0006]**
- DE 4210374 A1 **[0007]**
- DE 4115278 A1 **[0007]**
- EP 0688145 A2 **[0007]**
- EP 0876084 B1 **[0008]**