



(11)

EP 3 766 599 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.09.2022 Patentblatt 2022/36

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/115 ^(2006.01) **B22D 11/12** ^(2006.01)
B22D 11/128 ^(2006.01) **H05B 6/34** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20185850.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 11/122; B22D 11/115; B22D 11/128;
B22D 11/1287; H05B 6/34

(22) Anmeldetag: **15.07.2020**

(54) **ELEKTROMAGNETISCHE SPULENANORDNUNG FÜR EINE ELEKTROMAGNETISCHE RÜHRROLLE EINER STRANGGUSSANLAGE**

ELECTROMAGNETIC COIL ARRANGEMENT FOR AN ELECTROMAGNETIC STIRRER ROLLER OF A CONTINUOUS CASTING PLANT

DISPOSITIF A BOBINE ELECTROMAGNETIQUE POUR UN ROULEAU AGITATEUR
ELECTROMAGNETIQUE D'UNE INSTALLATION DE COULEE CONTINUE

(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**

- **Hirschmanner, Martin**
4060 Leonding (AT)
- **Lindlbauer, Felix**
4950 Altheim (AT)
- **Rohrhofer, Andreas**
4070 Eferding (AT)

(30) Priorität: **17.07.2019 AT 506462019**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.01.2021 Patentblatt 2021/03

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(73) Patentinhaber: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **Wimmer, Peter Paul**
4020 Leonding (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
SU-A1- 1 537 362 US-A- 4 429 731

EP 3 766 599 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

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der metallurgischen Anlagen, konkret eine elektromagnetische Spulenanordnung für eine elektromagnetische Rührrolle einer Stranggussanlage. Die Elektromagnetische Spulenanordnung umfasst einen Eisenkern mit einem Querschnitt und einer ersten Längserstreckung und zumindest zwei Spulenwicklungspakete, zwei Befestigungsstummel mit zumindest zwei elektrischen Anschlusskontakten. Die Befestigungsstummeln sind jeweils stirnseitig am Eisenkern angeordnet. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Elektromagnetische Rührrolle für eine Stranggussanlage zur Herstellung von Produkten mit großen Querschnitten, insbesondere Brammen. Die Rührrolle umfasst:

- eine Rolle mit kreisrundem Hohlquerschnitt welche beidseitig drehbar gelagert ist,
- einen Zufluss für Kühlmittel
- einen Abfluss für Kühlmittel.

Stand der Technik

[0002] In Stranggussanlagen werden zur Produktion von hochqualitativen Elektrostählen elektromagnetische Rührer eingesetzt. Befindet sich der Rührer im Bereich des sogenannten Gießbogens, wird er als Strangrührer bezeichnet. Wenn der elektromagnetische Rührer in einer Rolle eines Segments der Stranggussanlage verbaut wird, spricht man von einer sogenannten Rührrolle.

[0003] Der Strang Rührer erzeugt im Flüssigbereich des Stranges eine Rührkraft, die den flüssigen stahl horizontal entlang einer Gießproduktionsbreite bewegt und ein schmetterlingsartiges Strömungsmuster im flüssigen Stahl erzeugt. Der Aufbau sieht dabei immer ein Rollenpaar vor, welches von beiden Seiten auf den Strang einwirkt.

[0004] Solche Rührrollen sind beispielsweise aus den Dokumenten US2015/0290703 A1 und US2013/0008624 A1 bekannt.

[0005] In den Dokumenten US 4,429,731 A und SU1537362 A1 sind Ausführungsvarianten von Rührrolle, für den Einsatz bei Stranggussanlagen, gezeigt.

[0006] Diese Rührrollen bestehen aus einem Eisenkern und Spulenwicklungspaketen. Diese Spulenwicklungspakete bestehen aus einem Draht der zu einer Vielzahl nebeneinander liegender Windungen, sowie übereinanderliegender Lagen, gewickelt wird. Der Draht ist mit einer elektrischen Isolationsschicht überzogen. Die den Eisenkern umschließenden stromdurchflossenen Spulenwicklungspakete erzeugen den magnetischen Fluss, der von der Windungszahl und der Stromstärke in den Wicklungen abhängig ist. Der Betrag der magnetischen Flussdichte bestimmt wiederum die Stärke der Rührkraft der elektromagnetischen Rührrolle. Die Rühr-

rollen weisen zumindest zwei elektrische Anschlusskontakte auf um jeweils unterschiedliche Phasen anzuschließen. Bekannte elektromagnetische Rührrollen sind meistens zweiphasig ausgeführt es sind aber auch dreiphasig Ausführungen bekannt. Die Anordnung der Spulenwicklungspakete auf einem Eisenkern der eine Längserstreckung aufweist, führt dazu, dass Spulenwicklungspakete am Rand mit gleicher Windungszahl eine geringere Induktivität aufweisen als Spulenwicklungspakete im Mittenbereich. Dies beruht darauf, dass ein Luftspalt des magnetischen Kreises am Rand größer ist als im Mittenbereich, wodurch sich der magnetische Widerstand erhöht. Bei drei Phasen sind eine Vielzahl von drei Spulenwicklungspaketen vorhanden, wobei an jede Phase eine gleiche Anzahl an Spulen angeschlossen sind. Beim Betreiben der Rührrolle muss der maximale Strom nach jener Phase gerichtet werden, welche die geringste Induktivität aufweist. Dies führt dazu, dass nicht alle Spulenwicklungspakete optimal ausgenutzt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Die Aufgabe dieser Erfindung besteht darin, eine elektromagnetische Spulenanordnung und eine elektromagnetische Rührrolle der eingangs genannten Art zu schaffen, damit alle miteinander verbundenen Spulenwicklungspakete so ausgestaltet sind, dass diese die gleiche maximale Strombelastbarkeit aufweisen.

[0008] Die Aufgabe wird bei der eingangs genannten elektromagnetischen Spulenanordnung dadurch gelöst, dass die jeweils den Befestigungsstummeln nächstgelegenen Spulenwicklungspakete und alle mit diesen elektrisch verbundenen Spulenwicklungspakete eine höhere Gesamtwindungszahl aufweisen als eine Gesamtwindungszahl aller anderen - jeweils elektrisch miteinander verbundenen - Spulenwicklungspakete.

[0009] Die Spulenwicklungspakete, welche am Rand platziert sind, weisen einen größeren Luftspalt auf, da magnetische Feldlinien zumindest teilweise über eine der beiden Stirnseiten des Eisenkerns austreten. Dies führt dazu, dass diese Spulenwicklungspakete im Vergleich zu jenen Spulenwicklungspaketen, welche nicht am Rand platziert sind, eine größere Länge des Luftspalts l_{Luft} im magnetischen Kreis aufweisen. Daraus ergibt sich, dass ein magnetischer Gesamtwiderstand $R_{m, \text{ges}}$ (vgl. Gleichung 4) höher ist und deshalb die Induktivität abnimmt. Die Induktivität L errechnet sich durch die Gleichung 1, wobei N die Windungszahl ist. Der magnetische Widerstand im Luftspalt errechnet sich nach Gleichung 2, wobei μ_0 die Permeabilität von Vakuum und A die Querschnittsfläche des magnetischen Leiters ist. In Gleichung 3 ist die Formel für den magnetischen Widerstand im Eisen dargestellt, wobei μ_r die relative Permeabilität des Eisenkerns ist.

$$L = \frac{N^2}{R_{m,ges}}$$

(Gleichung 1)

$$R_{m,l} = \frac{l_{Luft}}{\mu_0 * A}$$

(Gleichung 2)

$$R_{m,Fe} = \frac{l_{Fe}}{\mu_0 * \mu_r * A}$$

(Gleichung 3)

$$R_{m,ges} = R_{m,l} + R_{m,Fe}$$

(Gleichung 4)

[0010] Diese Gleichungen dienen dem Verständnis der Zusammenhänge, eine analytische Berechnung des magnetischen Widerstandes ist aber aufgrund des weitgehend unbekannten Luftspalts und wegen der dynamischen Veränderungen während des Betriebes einer Rührrolle schwierig, und wird dementsprechend auch über Finite Elemente Methoden (FEM) Programme gelöst.

[0011] Die erfindungsgemäße Ausführung sieht vor, dass alle mit jeweils einem elektrischen Kontakt verbundenen Spulenwicklungspakete nahezu die gleiche Induktivität aufweisen. Wie in der Gleichung 1 ersichtlich, kann die Induktivität entweder über die Windungszahl N oder durch den magnetischen Widerstand $R_{m,ges}$ verändert werden. Die einfachste Ausführung ergibt sich durch die Anpassung der Windungszahl. Die jeweils mit den einzelnen elektrischen Anschlusskontakten verbundenen Spulenwicklungspakete sollen durch die Anpassung der Gesamtwindungszahl eine nahezu gleiche Strombelastbarkeit und Induktivität aufweisen. Mit dieser Lösung ist es möglich, bei gleichbleibenden Platzverhältnissen, die elektrische Leistung der Rührrolle im Größenbereich von 5% zu steigern. Dies erfolgt durch eine ideale - also gleiche - Stromaufteilung auf alle Spulenwicklungspakete der elektromagnetischen Spulenwicklungsanordnung.

[0012] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die elektrische Spulenwicklungsanordnung drei elektrische Anschlusskontakte aufweist und die Anzahl der Spulenwicklungspakete einem Vielfachen von drei plus zwei entspricht. Die Anzahl von Spulenwicklungspakete ist also beispielsweise zumindest fünf, bevorzugt zumindest acht, besonders bevorzugt zumindest elf, ganz besonders bevorzugt vierzehn Spulenwicklungspakete aufweist. Die jeweils den Befestigungsstummeln nächstgelegenen Spulenwicklungspakete, weisen eine kleinere Windungszahl auf, als die restlichen Spulenwicklungspakete. In dieser Ausführungsform dienen die Spulenwicklungspakete, welche in der Nähe des Befestigungsstummel angeordnet sind, also am Rand des Ei-

senkerns angeordnet sind, als sogenannte Ausgleichs-Spulenwicklungspakete. Eine Ausführung sieht vor, dass ein Anschlusskontakt mit beiden, dem Befestigungsstummeln nächstgelegenen, Spulenwicklungspaketen verbunden ist. In diesem Ausführungsfall ist die Windungszahl der Ausgleichs-Spulenwicklungspakete größer als die halbe Windungszahl aber kleiner als die Windungszahl der restlichen Spulenwicklungspakete. Eine andere Ausführung ist, dass jeweils zwei elektrische Anschlusskontakte mit einem Ausgleichs-Spulenwicklungspaket verbunden sind.

[0013] Eine vorteilhafte Ausführung sieht vor, dass die elektromagnetische Spulenwicklungsanordnung drei elektrische Anschlusskontakte aufweist. Die Anzahl der Spulenwicklungspakete beträgt zumindest drei oder ein Vielfaches von drei. Die jeweils den Befestigungsstummeln nächstgelegenen Spulenwicklungspakete weisen eine größere Windungszahl auf, als die restlichen Spulenwicklungspakete. In dieser Ausführung sind zumindest zwei elektrische Anschlusskontakte mit einem den Befestigungsstummeln nächstgelegenen Spulenwicklungspaket verbunden.

[0014] Eine zweckmäßige Ausführungsform sieht vor, dass der Eisenkern in einem hohlen Stützrohr mit einer zweiten Längserstreckung angeordnet ist. Das Stützrohr weist also einen Hohlquerschnitt auf, und erstreckt sich entlang einer Längsachse. Das Stützrohr weist eine Stützrohrlänge auf, die in der Größenordnung der Gießproduktionsbreite liegt. Durch das Stützrohr kann der Eisenkern über die Gießproduktionsbreite stabilisiert werden.

[0015] Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass der Eisenkern in einem hohlen Stützrohr angeordnet ist. Der Eisenkern ist als geblechter Eisenkern ausgeführt. Der Eisenkern ist ein lamelliertes und isoliertes Blechpaket, damit Wirbelstromverluste möglichst minimiert werden. Das Stützrohr besteht aus einem Hohlprofil mit einer Innenwand, einer Außenwand und einer zweiten Längserstreckung. Das Stützrohr weist also einen Hohlquerschnitt auf und erstreckt sich in eine Richtung - weist also eine bestimmte Länge auf. Das Stützrohr stellt entlang der ersten Längserstreckung die Stabilität des Eisenkerns sicher und fungiert somit als Stützkonstruktion für den Eisenkern. Diese Bauform führt aber unweigerlich zu einer Vergrößerung des Luftspaltes zwischen Wicklungspaketen und Eisenkern und außerdem zu einem zusätzlichen Wärmeeintrag im Stützrohr durch Wirbelstromverluste. Um diese Wirbelstromverluste zu minimieren, weist der Stützkörper entlang der zweiten Längserstreckung zumindest einen Schlitz mit einer vorgegebenen Schlitzfläche auf und der Schlitz erstreckt sich von der Außenwand bis zur Innenwand.

[0016] Der Schlitz weist entlang der zweiten Längserstreckung eine Schlitzlänge und im rechten Winkel zur Längserstreckung eine Schlitzbreite auf. Unter der Schlitzbreite und Schlitzlänge wird jeweils die größte Abmessung verstanden. In einer bevorzugten Ausführungsform hat der Schlitz eine Rechteckform. Das Stütz-

rohr ist bevorzugt als Rohr mit Kreisring Querschnitt ausgeführt.

[0017] Der Eisenkern ist derart ausgebildet, dass ein Teilvolumen des Eisenkerns von der Innenfläche des Stützrohrs in Richtung der Außenfläche des Stützrohrs in den Schlitz eingeschoben werden kann. Das Teilvolumen des Eisenkerns, welches in den Schlitz eingeschoben wird, ist also bevorzugt als Negativ zum Schlitz ausgeführt. In einer bevorzugten Ausführung füllt das Teilvolumen den Schlitz nahezu vollständig aus. Der Schlitz und das Teilvolumen des Eisenkerns können natürlich abweichende Abmessungen aufweisen um die Montage und Fertigung zu erleichtern. Der Kern der Erfindung ist es, dass das Stützrohr die Stabilität des Eisenkerns über die Gießproduktionsbreite gewährleistet und das Teilvolumen des Eisenkerns einen möglichst geringen Abstand zu den Spulenwicklungspaketen aufweist.

[0018] Die zumindest zwei Spulenwicklungspakete umschließen die Außenwand des Stützrohrs vollständig und entlang der zweiten Längserstreckung in Teilbereichen. Durch das Einschieben des Eisenkerns in den Schlitz des Stützrohrs können die Spulenwicklungspakete sehr nahe am Eisenkern angeordnet werden. Die Spulenwicklungspakete weisen zum Schutz und für die Isolation eine Schutzschicht auf. Diese Schutzschicht umschließt die Spulenwicklungspakete vollständig. Die Schutzschicht umgibt die Spulenwicklungspakete derart, dass zumindest eine Außenseite und beide seitlichen Flächen des Spulenwicklungspaketes von der Schutzschicht umgeben sind. Die Befestigungsstummel sind jeweils stirnseitig am Stützrohr angeordnet. Die Anschlusskontakte sind jeweils mit zumindest einem Spulenwicklungspaket verbunden. Eine bevorzugte Anordnung der elektrischen Anschlusskontakte ist an den Stirnseiten der Befestigungsstummel. Die Befestigungsstummel weisen - in dieser bevorzugten Ausführung - Durchführungen auf, welche es ermöglichen die Spulenkontakte an eine von außen einsehbare Stirnseite der Befestigungsstummel zu führen. An dieser Stirnseite können dann die Spulenwicklungspakete elektrisch über die elektrischen Anschlusskontakte angeschlossen werden.

[0019] Die Befestigungsstummel haben die Funktion, die Spulenanordnung an einem Lagerbock montieren zu können. Diese Ausführung ermöglicht einerseits, dass die Anordnung des Eisenkerns über die Gießproduktionsbreite aufgrund des Stützrohrs ermöglicht wird und andererseits führt die Minimierung des Abstandes zwischen Spulenwicklungspaketen und Eisenkern zu einer Steigerung des magnetischen Flusses und somit zu einer Steigerung der Rührwirkung. Diese Steigerung des magnetischen Flusses kann ohne Erhöhung des Stromes und des Platzbedarfes erfolgen.

[0020] Eine zweckmäßige Ausführung sieht vor, dass ein Schutzrohr mit Hohlquerschnitt, bevorzugt kreisringförmigem Querschnitt, die Spulenwicklungspakete umschließt. Das Schutzrohr erstreckt sich zumindest über die beiden Spulenwicklungspakete. Eine mögliche Aus-

führung des Schutzrohres ist, dass dies aus mehreren Teilen besteht und vorhandene Stoßstellen jeweils abgedichtet werden - beispielsweise mit verklebten Metallstreifen. Die vorhandenen Zwischenräume zwischen dem Schutzrohr und den Spulenwicklungspaketen werden mittels Füllmasse ausgefüllt. Die Füllmasse führt dazu, dass die Wärme zu einem möglichst großen Teil an eine Innenseite des Schutzrohr übertragen wird. Dieses Schutzrohr ist aus gut wärmeleitendem Material, bevorzugt aus nichtmagnetischem Stahl, hergestellt und leitet somit die Wärme von einer Innen- zu einer Außenseite des Schutzrohrs.

[0021] Eine vorteilhafte Ausführung sieht vor, dass die Füllmasse eine Wärmeleitfähigkeit von größer

0,1 $\frac{W}{m K}$, bevorzugt größer 1 $\frac{W}{m K}$, aufweist. Die Füllmasse mit dieser Wärmeleitfähigkeit sorgt für eine besonders gute Abführung der Wärme von den Spulenwicklungspaketen zum Schutzrohr.

[0022] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass das Stützrohr entlang der zweiten Längserstreckung eine Mehrzahl von Schlitzen, insbesondere zumindest zwei, bevorzugt zumindest vier, besonders bevorzugt zumindest sechs, ganz besonders bevorzugt acht Schlitze, mit jeweils einer vorgegebenen Schlitzfläche aufweist. Der Eisenkern ist derart ausgebildet, dass jeweils ein Teilvolumen des Eisenkerns in jeweils einen dieser Schlitze eingeschoben werden kann, bevorzugt füllen die jeweiligen Teilvolumen die jeweiligen Schlitze vollständig aus. Die Ausführung mit mehreren Schlitzen hat den Vorteil, dass eine Aufweitung des Rohres, durch mögliche mechanische Eigenspannungen des Rohres, mittels - zwischen den Schlitzen liegenden - Stegen, verhindert wird. Diese Ausführung sieht also vor, dass zwischen drei und zehn Schlitze vorhanden sind, welche entlang der zweiten Längserstreckung angeordnet sind. Diese Stege verhindern also ein Aufweiten - also Veränderung einer ursprünglichen - beispielsweise kreisringförmigen - Form - des Stützrohrs, welches nach dem Herstellen des Schlitzes auftreten kann. Der Eisenkern weist in dieser Ausführung also für jeden Schlitz ein Teilvolumen auf, welches in die Schlitze eingeschoben werden kann. Somit müssen natürlich die Stege im Eisenkern ebenso als Negativ abgebildet sein, damit die Teilvolumen in die jeweiligen Schlitze eingeschoben werden können.

[0023] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass innerhalb des Stützrohrs Kühlkanäle neben dem Eisenkern angeordnet sind. Diese Kühlkanäle verlaufen nahe am Eisenkern, um die entstehende Wärme möglichst effektiv abzuführen. Die Kühlkanäle können als Rohr ausgeführt sein, welches neben dem Eisenkern in das Stützrohr eingeschoben wird.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Eisenkern zumindest einen Kühlkanal aufweist. Durch die Anordnung von zumindest einem Kühlkanal kann die Wärme, welche im Eisenkern

entsteht, besonders effektiv abgeführt werden.

[0025] Eine weitere vorteilhafte Ausführung sieht vor, dass die Schlitzfläche rechteckig ist. Diese Ausführung wird bevorzugt, um eine möglichst große Schlitzfläche zu erzielen.

[0026] Eine zweckmäßige Ausführung sieht vor, dass die Spulenwicklungspakete aus maximal zwei übereinanderliegenden Lagen, bevorzugt nur aus einer Lage, sowie einer Vielzahl nebeneinander liegender Windungen, bestehen. Das jeweilige Spulenwicklungspaket besteht also aus einer Vielzahl von Windungen, die nebeneinander gewickelt werden und aus maximal zwei übereinander liegenden Windungen. Die Anzahl der Windungen wird durch Berechnungen ermittelt und hängt von einer maximal verfügbaren Spannung und einer maximalen Stromdichte bei einer bestimmten Rührfrequenz ab. Das Ziel ist immer eine möglichst hohe Rührwirkung bereitzustellen, also eine möglichst hohe magnetische Flussdichte. Die einzelnen Windungen sind mit einem Isoliermaterial überzogen, damit eine elektrische Isolation der einzelnen Windungen zueinander gegeben ist. Das Isoliermaterial ist bevorzugt eine Polyimidfolie. Durch die Ausführung der Spulenwicklungspakete mit maximal zwei Lagen kann die Wärme leichter nach außen bzw. zum Schutzrohr - welches von außen leicht gekühlt werden kann - abgeführt werden. Es hat sich zusätzlich gezeigt, dass durch die Minimierung der Lagen - auf maximal zwei - die elektromagnetische Flussdichte über einen längeren Zeitraum auf einem höheren Niveau gehalten werden kann, als dies bei einer Ausführung mit mehr als zwei Lagen der Fall ist, da die entstehende Wärme besser abgeführt werden kann. Diese Ausführung reduziert eine Temperaturdifferenz zwischen der inneren Lage und der äußeren Lage auf bis zu 120 Kelvin. Bei der bevorzugten Ausführung der Spulenwicklungspakete mit nur einer Lage lässt sich - bei einer Stromdichte von 17 A/m^2 - die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen auf bis zu 60 Kelvin reduzieren. Bei Ausführungen mit mehreren Lagen wurden Temperaturdifferenzen - zwischen innerer und äußerer Lage - von 200 Kelvin ermittelt, wodurch die Gefahr der Überschreitung der Maximaltemperatur der Isolierwerkstoffe besteht. Um dies zu verhindern, muss in einem solchen Fall die in die Spulen eingespeiste Energie, also der Strom, reduziert werden. Dies hat zur Folge, dass auch die Rührwirkung verringert wird.

[0027] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist, dass die Windungen einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei die Abmessung der Windung in Radialrichtung größer ist als in Axialrichtung. Die Windungen sind also als sogenannte stehende Windungen ausgeführt. Durch den rechteckigen Querschnitt lassen sich mehrere schmale und hohe Windungen nebeneinander anordnen, um die gewünschte Windungszahl zu erhalten und trotzdem ein kompaktes Spulenwicklungspaket herzustellen. In diesem Zusammenhang wird unter rechteckig auch verstanden, dass die Ecken Rundungen aufweisen können, welche eine einfachere Montage beim

Zusammenbau der Spulenwicklungsanordnung gewährleisten.

[0028] Als ganz besonders bevorzugte Ausführung hat sich eine Windung mit rechteckigem Querschnitt und nur einer Lage ergeben. Bei dieser Ausführungsvariante ergibt sich eine besonders gute Wärmeabführung nach außen. In Versuchen hat sich gezeigt, dass dadurch die Temperaturdifferenz am geringsten ist. Bei dieser einlagigen Ausführung ergeben sich in Radialrichtung keine Übergänge von isolierter Windung zu darüber liegender isolierter Windung, wodurch eine besonders guter Wärmetransport nach außen ergibt.

[0029] In einer weiteren zweckmäßigen Ausprägung weisen die elektrischen Anschlusskontakte einen Bolzen mit einer Bolzenquerschnittsfläche, welche eine benötigte Energie an die Spulenwicklungspakete übertragen kann, sowie einen Befestigungsbolzenstummel, mit einer Befestigungsquerschnittsfläche, auf. Die Bolzenquerschnittsfläche und die Befestigungsquerschnittsfläche weisen ein Verhältnis von 1,7 bis 4 auf. Die Anschlusskontakte müssen für diese Anwendungen auf sehr begrenztem Raum angeordnet und befestigt werden können. Aus diesem Grund soll der Anschlusskontakt einerseits die benötigte Energie an die Spulenwicklungspakete übertragen können und andererseits eine zuverlässige Befestigung aufweisen. Der Anschluss von elektrischen Versorgungskabeln an die Anschlusskontakte soll bevorzugt über einen Kabelschuh erfolgen. Der Kabelschuh wird auf den Befestigungsstummel aufgeschoben, wobei dieser so fixiert werden muss, dass dieser einen guten Kontakt zur Bolzenquerschnittsfläche aufweist. Dies erfolgt vorzugsweise dadurch, dass der Befestigungsbolzen ein Gewinde aufweist und durch ein Aufschrauben einer Mutter der Kabelschuh an die Befestigungsquerschnittsfläche angepresst wird. Durch die verringerte Befestigungsquerschnittsfläche benötigen die Kontakte weniger Platz. Diese Ausführung ermöglicht es, dass die Anschlusskontakte - trotz begrenztem Platzbedarf - an den Stirnseiten der Befestigungsstummeln angeordnet werden können.

[0030] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch die eingangs genannte elektromagnetische Rührrolle gelöst. Die zuvor beschriebene elektromagnetische Spulenordnung ist innerhalb der Rolle angeordnet. Die elektromagnetische Spulenordnung ist beidseitig an einem Lagerbock fixiert. Zwischen dem Rohr und der Spulenordnung ist ein Kühlkanal ausgebildet, welcher mit dem Zufluss und dem Abfluss verbunden ist.

[0031] Die Rolle übt eine Stützwirkung auf den Strang aus.

[0032] Diese Anordnung ergibt eine elektromagnetische Rührrolle, welche bei gleicher elektrischer Anschlussleistung und Baugröße einen größeren magnetischen Fluss und somit eine gesteigerte Rührwirkung erzielt.

[0033] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Rolle auf der Lagerbock beidseitig drehbar gelagert. Diese Ausführung hat sich als besonders ro-

buste Ausführungsform erwiesen. Eine andere Ausführung ist, dass die Lagerung auf den Befestigungsstummeln erfolgt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034]

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 7 ein schematischer Querschnitt einer Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 8 ein schematischer Querschnitt einer weiteren Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Rührrolle

Fig. 10 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform von Spulenwicklungspaketen

Fig. 11 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform von Spulenwicklungspaketen

Fig. 12 - 15 schematische Darstellungen von Ausführungsformen der elektrischen Anschlusskontakte

Fig. 16 eine schematische Darstellung eines Stützrohres

Fig. 17 schematische Darstellung von einem Spulenwicklungspaket

Beschreibung der Ausführungsformen

[0035] In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Spulenwicklungsanordnung gezeigt. Der Eisenkern 2 mit einem Querschnitt und einer ersten Längserstreckung ist entlang der ersten Längserstreckung von mehreren Spulenwicklungspaketen 10u, 10v, 10w umschlossen. An jeder Stirnseite des Eisenkerns 2 sind Befestigungsstummeln 12 angeordnet. Die Befestigungsstummeln 12 weisen elektrische Kontakte 15 auf. Diese elektrischen Kontakte 15 sind jeweils mit einer bestimmten Anzahl von Spulenwicklungspaketen verbunden. Jeder elektrische Kontakt 15 wird mit einer Phase u, v, w eines elektrischen Versorgungsnetzes verbunden.

[0036] Die Spulenwicklungspakete der Phase u 10u und der Phase w 10w weisen jeweils eine größere Anzahl von Windungen 11b auf als die Spulenwicklungspakete

der Phase v 10v.

[0037] Wie aus der Fig. 1 zu entnehmen ist, sind mit jeder der drei Phasen jeweils zwei Spulenwicklungspakete verbunden. Die Phase u und die Phase w sind jeweils mit einem Spulenwicklungspaket 10u, 10w verbunden, welches dem Befestigungsstummeln am nächstgelegenen ist. Diese mit den Phasen u und der Phase w verbundenen Spulenwicklungspakete 10u, 10w weisen eine höhere Windungszahl auf als die mit der Phase v verbundenen Spulenwicklungspakete 10v. Die jeweils mit den einzelnen Phasen u, v, w verbundenen Spulenwicklungspakete 10u, 10v, 10w sollen eine Windungszahl aufweisen, die eine nahezu gleiche Strombelastbarkeit aufweisen und nahezu die gleiche Induktivität. Für diese Ausführungsform gilt, dass die Anzahl der Spulenwicklungspakete ein Vielfaches von drei beträgt - bspw. drei, sechs, neun, zwölf, usw..

[0038] In Fig. 2 ist eine weitere schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Ausführung. In dieser Anordnung weist nur die Phase u eine elektrische Verbindung mit Spulenwicklungspaketen 10u, welche der Stirnseiten des Eisenkerns 2 bzw. der Befestigungsstummeln (nicht dargestellt) nächstgelegenen sind, auf. Die mit der Phase u verbundenen Spulenwicklungspakete 10u weisen eine höhere Anzahl von Windungen 11b auf als die mit der Phase v und der Phase w verbundenen Spulenwicklungspakete 10v, 10w.

[0039] In der Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt. Diese Ausführung weist nur zwei elektrische Anschlusskontakte 15 auf. Die Phase u ist jeweils mit Spulenwicklungspaketen 10u, welche dem Befestigungsstummel 12 am nächsten liegen, verbunden. Es ist natürlich bei zwei elektrischen Anschlusskontakten denkbar, dass fünf, sieben, neun, elf - also Vielfache von zwei plus eins - Spulenwicklungspakete 10u, 10v am Eisenkern 2 angeordnet sind und jeweils die dem Befestigungsstummel 12 nächstgelegenen Spulenwicklungspakete 10u mit der gleichen Phase verbunden sind.

[0040] In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt. Diese Ausführungsform umfasst acht Spulenwicklungspakete 10u, 10v, 10w, wobei jeweils die Phasen u und v mit drei Spulenwicklungspaketen 10u, 10v verbunden sind und die Phase w mit zwei Spulenwicklungspaketen 10w. In dieser Ausführungsform weisen die Spulenwicklungspakete, welche der Stirnseite des Eisenkerns bzw. dem Befestigungsstummel (nicht dargestellt) am nächstgelegenen sind, eine geringere Anzahl von Windungen auf. Die Gesamtwindungszahl aller mit der Phase u und Phase v verbundenen Spulenwicklungspakete ist größer als die Gesamtwindungszahl der mit der Phase w verbundenen Spulenwicklungspakete. Für die in Fig. 4 dargestellte Ausführungsform gilt, dass zumindest fünf Spulen vorhanden sein müssen, es können aber auch acht oder elf oder dreizehn Spulenwicklungspakete angeordnet sein - also ein Vielfaches von drei plus zwei Spulenwicklungspakete.

[0041] In der Fig. 5 ist eine erfindungsgemäße Spulenwicklungsanordnung 1 gezeigt. In der Fig. 5 ist dar-

gestellt, wie ein Eisenkern 2 in einem Stützrohr 3 platziert ist. Der Eisenkern 2 weist eine erste Längserstreckung L1 auf - also eine bestimmte Länge - und das Stützrohr 3 weist eine zweite Längserstreckung L2 auf - also ebenso eine bestimmte Länge. Das Stützrohr 3 weist einen Schlitz 4 auf, in welchen ein Teilvolumen des Eisenkerns 2a eingeschoben wird. Der Schlitz 4 erstreckt sich von der Innenwand 3a bis zu einer Außenwand 3b des Stützrohres. Ein Restvolumen des Eisenkerns 2b befindet sich innerhalb des Stützrohrs 3. Das Stützrohr 3 und der Eisenkern 2 sind von Spulenwicklungspaketen 11 umschlossen. In dieser Ausführung sind es zwei Spulenwicklungspakete 11, wobei diese jeweils mit elektrischen Kontakten 15, welche sich an den Befestigungsstummeln 12 befinden, elektrisch verbunden sind. Diese elektrische Verbindung besteht jeweils beidseitig, also am linken Befestigungsstummel 12 und am rechten Befestigungsstummel 12. An den elektrischen Kontakten 15 einer Seite werden im Betrieb jeweils unterschiedliche Phasen eines Versorgungsnetzes angeschlossen. Die zumindest zwei elektrische Kontakte 15 weisen gegenseitig keine elektrische Verbindung auf. Die Spulenwicklungspakete 10 sind von einer Schutzschicht 13a umgeben.

[0042] In Fig. 6 ist eine Spulenwicklungsanordnung 1 gezeigt, welche sich von Fig. 5 dadurch unterscheidet, dass das Stützrohr 3 mehrere Schlitz 4 aufweist. Zwischen den Schlitz 4 ist jeweils ein Stege 5 vorhanden. Diese Stege 5 haben die Funktion eine Aufweitung des Stützrohres 3 beim Erstellen des Schlitzes zu verhindern. Wie in der Fig. 2 ersichtlich sind die Stege so angeordnet, dass diese in einer bevorzugten Ausführung vollständig von einem Spulenwicklungspaket umschlossen sind - die Stege 5 also unter einem Spulenwicklungspaket 10 liegen.

[0043] Der Eisenkern ist - bei dieser Ausführungsvariante mit mehreren Schlitz 4 - so ausgestaltet, dass er auch entsprechend der Anzahl von Schlitz 4 eine Anzahl von Teilvolumen des Eisenkerns 2a aufweist, welche die jeweiligen Schlitz 4 nahezu vollständig ausfüllen. Die Teilvolumen des Eisenkerns 2a sind durch die senkrechte Schraffur dargestellt. Die Spulenwicklungspakete 10 sind von einem Schutzrohr 13 umgeben. Zwischen den Spulenwicklungspaketen 10 und dem Schutzrohr 13 vorhandene Zwischenräume werden mit einer Füllmasse 14 ausgefüllt.

[0044] Der Querschnitt einer Spulenwicklungsanordnung ist in Fig. 7 gezeigt. Der Eisenkern 2 - welcher einen Querschnitt A aufweist - ist im Stützrohr 3 angeordnet. Das Teilvolumen des Eisenkerns 2a ist in den Schlitz 4 des Stützrohres 3 eingeschoben. In dieser Ausführungsform füllt das Teilvolumen des Eisenkerns 2a den Schlitz 4 nahezu aus, es ist allerdings links und rechts ein kleiner Spalt vorhanden, um das Einschieben zu ermöglichen. Die Spulenwicklungspakete 3 umschließen den Eisenkern 2 und das Stützrohr 3, wobei die Spulenwicklungspakete 10 zwei Lagen 11a aufweisen. Die Spulenwicklungspakete 10 werden vom Schutzrohr 13 umschlos-

sen, wobei ein verbleibender Zwischenraum mit Füllmasse 14 ausgefüllt wird. Neben dem Eisenkern sind Kühlkanäle 20 angeordnet.

[0045] In Fig. 8 ist zusätzlich zu den Kühlkanälen 20 ein Kühlkanal im Eisenkern 21 vorhanden. Die hier dargestellte Anordnung der Kühlkanäle ist nur beispielhaft, es ist auch denkbar, dass nur die Kühlkanäle 20 oder nur die Kühlkanäle im Eisenkern 21 vorhanden sind.

[0046] Die Fig. 9 zeigt eine erfindungsgemäße Rührrolle 30 für eine Stranggussanlage. Die Rührrolle 30 umfasst die Spulenwicklungsanordnung 1 und eine Rolle 31, welche einen durch die Stranggussanlage erzeugten Strang stützt. Die Spulenwicklungsanordnung 1 ist beidseitig in jeweils einem Lagerbock 36 - über die Befestigungsstummel 12 - fixiert. Die Rolle 31 ist beidseitig drehbar gelagert. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Lager 35 im Lagerbock 36 angeordnet. Im Zwischenraum von der Spulenwicklungsanordnung 1 und der Rolle 31 bildet sich ein Kühlkanal 34 aus. Ein Kühlmittel kann durch einen Zufluss von Kühlmittel 32 zugeführt und durch einen Abfluss von Kühlmittel wieder abgeführt werden. Die elektrischen Kontakte 15 sind jeweils mit einem Spulenwicklungspaket 10 verbunden.

[0047] In Fig. 10 ist eine bevorzugte Ausführungsform der Spulenwicklungspakete 10 dargestellt. Die Spulenwicklungspakete bestehen aus einer Lage 11a und einer Vielzahl von Windungen 11b. Durch die einlagige Ausführung ist eine besonders gute Abfuhr der Wärme nach außen zum Schutzrohr 13 oder der Isolierschicht 13a (nicht dargestellt) gewährleistet.

[0048] In Fig. 11 ist eine alternative Ausführungsform der Spulenwicklungspakete 10 dargestellt. Die Spulenwicklungspakete 10 weisen zwei Lagen 11a auf und jede Lage 11a weist eine Vielzahl von Windungen 11b auf.

[0049] In Fig. 12 sind vorteilhafte Ausführungsformen der Anschlusskontakte 15 als Draufsicht dargestellt. Der Platzbedarf am Befestigungsstummel 12, zum Anschließen von drei Phasen, ist gering. Einerseits muss gewährleistet sein, dass der benötigte Strom über die elektrischen Anschlusskontakte 15 geführt werden kann und andererseits eine sichere Befestigung erfolgen kann. Ein elektrisches Anschlusskabel wird in einem Kabelschuh 43 befestigt und mit einem Befestigungselement 42 - in dem vorliegenden Beispiel einer Mutter - satt an den elektrischen Anschlusskontakt 15 angepresst.

[0050] In Fig. 13 ist ein Grundriss und Aufriss der in Fig. 12 beschriebenen Anschlusskontakte schematisch dargestellt. Der Kabelschuh 43 wird mittels eines Befestigungselements (Mutter) 42 und einer Beilagscheibe 44 fest auf den Bolzenquerschnitt 40a angepresst. Der Befestigungsbolzen 41 weist einen Befestigungsbolzenquerschnitt 41a auf. Das Verhältnis von Bolzenquerschnitt 40a und Befestigungsbolzenquerschnitt 41a liegt in einer bevorzugten Ausführungsform im Verhältnis von 1,7 bis 4. Vorteilhafterweise ist der Bolzen 40 mit einem runden Querschnitt ausgeführt und der Befestigungsbolzen 41 weist ein Gewinde auf. Im Ausführungsfall des Bolzens 40 mit rundem Querschnitt liegt ein Bolzen-

durchmesser im Bereich von 14mm bis 20mm um die benötigten Ströme für die Spulenwicklungspakete übertragen zu können. Ein Verhältnis von Bolzendurchmesser zu Befestigungsbolzensgewindedurchmesser - wobei hier der Nenngewindedurchmesser herangezogen wird - liegt zwischen 1,3 bis 2.

[0051] In der Fig. 14 ist eine vergrößerte Ansicht eines elektrischen Anschlusskontaktes, mit dem Bolzen 40, dem Kabelschuh 43, der Beilagscheibe 44 und dem Befestigungselement 42 welches auf den Befestigungsbolzen 41 aufgeschraubt ist, dargestellt.

[0052] In Fig. 15 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform dargestellt, welche sich von jener in Fig. 12 dadurch unterscheidet, dass beidseitig vom Kabelschuh 43 eine Beilagscheibe 44 angebracht ist. Die Beilagscheibe 44 die auf dem Bolzen 40 aufliegt, kann auch mit dem Bolzen starr verbunden sein - beispielsweise indem diese an den Bolzen 40 angeschweißt ist. Es ist aber auch denkbar, dass anstatt der Beilagscheibe - welche am Bolzen aufliegt - eine Mutter auf den Bolzen oder den Befestigungsbolzen aufgeschraubt ist.

[0053] In Fig. 16 ist ein Stützrohr 3 mit einer Vielzahl von Schlitzen 4 mit jeweils einer Schlitzfläche dargestellt. Zwischen den Schlitzen 4 befinden sich die Stege 5. In die Schlitze 4 können die Teilvolumen des Eisenkerns eingeschoben werden.

[0054] In Fig. 17 ist ein Spulenwicklungspaket 10 mit einer Lage dargestellt.

[0055] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung gemäß den Ansprüchen zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0056]

- | | |
|-----|-----------------------------------|
| 1 | Spulenwicklungsanordnung |
| 2 | Eisenkern |
| 2a | Teilvolumen des Eisenkerns |
| 2b | Restvolumen des Eisenkerns |
| 3 | Stützrohr |
| 3a | Innenwand |
| 3b | Außenwand |
| 4 | Schlitz |
| 5 | Steg |
| 10 | Spulenwicklungspaket |
| 10u | Spulenwicklungspakete der Phase u |
| 10v | Spulenwicklungspakete der Phase v |
| 10w | Spulenwicklungspakete der Phase w |
| 11a | Lage |
| 11b | Windungen |
| 12 | Befestigungsstummel |
| 13a | Schutzschicht |
| 13 | Schutzrohr |

- | | |
|--------|--------------------------------------|
| 14 | Füllmasse |
| 15 | Elektrische Anschlusskontakte |
| 20 | Kühlkanal |
| 21 | Kühlkanal im Eisenkern |
| 5 30 | Rührrolle |
| 31 | Rolle |
| 32 | Zufluss für Kühlmittel |
| 33 | Abfluss für Kühlmittel |
| 34 | Kühlkanal |
| 10 35 | Lager |
| 36 | Lagerbock |
| 40 | Bolzen |
| 40a | Bolzenquerschnitt |
| 41 | Befestigungsbolzenstummel |
| 15 41a | Befestigungsbolzenstummelquerschnitt |
| 42 | Befestigungselement |
| 43 | Kabelschuh |
| 44 | Beilagscheibe |
| u | Phase u |
| 20 v | Phase v |
| w | Phase w |
| L1 | Erste Längserstreckung |
| L2 | Zweite Längserstreckung |
| A | Querschnitt |
| 25 | |

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Spulenordnung für eine elektromagnetische Rührrolle einer Stranggussanlage umfassend einen Eisenkern (2) mit einem Querschnitt A und einer ersten Längserstreckung L1, und zumindest drei den Eisenkern (2) umschließenden Spulenwicklungspakete (10), zwei Befestigungsstummel (12), zwei elektrische Anschlusskontakte (15), welche jeweils mit zumindest einem Spulenwicklungspaket (10) verbunden sind, wobei die Befestigungsstummeln (12) jeweils stirnseitig am Eisenkern (2) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweils den Befestigungsstummeln (12) nächstgelegenen Spulenwicklungspakete (10) und alle mit diesen elektrisch verbundenen Spulenwicklungspakete (10) eine höhere Gesamtwindungszahl aufweisen als eine Gesamtwindungszahl aller anderen jeweils elektrisch miteinander verbundenen Spulenwicklungspakete (10).
2. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1, wobei diese drei elektrische Anschlusskontakte (15) aufweist und eine Anzahl von Spulenwicklungspaketen (10) aufweist, wobei die Anzahl einem Vielfachen von drei plus zwei entspricht und die jeweils dem Befestigungsstummel (12) nächstgelegenen Spulenwicklungspakete (10), eine kleinere Windungszahl aufweisen als die restlichen Spulenwicklungspakete (10).
3. Elektromagnetische Spulenordnung nach An-

spruch 1, wobei diese drei elektrische Anschlusskontakte (15) aufweist und Spulenwicklungspakete (10) mit einer Anzahl von zumindest drei oder ein Vielfaches von drei aufweist, wobei die jeweils den Befestigungsstummeln (12) nächstgelegenen Spulenwicklungspakete (10) eine größere Windungszahl aufweisen, als die restlichen Spulenwicklungspakete (10).

4. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1-3, wobei der Eisenkern (2) in einem Stützrohr (3) angeordnet ist,

- wobei das Stützrohr (3) aus einem Hohlprofil mit einer Innenwand (3a) und einer Außenwand (3b) und einer zweiten Längserstreckung (L2) besteht,

- wobei das Stützrohr (3) entlang der zweiten Längserstreckung (L2) zumindest einen Schlitz (4) mit einer vorgegebenen Schlitzfläche aufweist und der Schlitz (4) sich von der Innenwand (3a) bis zur Außenwand (3b) erstreckt,

- wobei der Eisenkern (2) derart ausgebildet ist, dass ein Teilvolumen des Eisenkerns (2a) von der Innenwand (3a) des Stützrohrs in Richtung der Außenwand (3b) des Stützrohrs (3) in den Schlitz (4) eingeschoben werden kann, bevorzugt füllt das Teilvolumen den Schlitz (4) nahezu vollständig aus,

- wobei die zumindest drei Spulenwicklungspakete (10) die Außenwand (3b) des Stützrohrs (3) in Teilbereichen entlang der zweiten Längserstreckung (L2) umschließen,

- wobei eine Schutzschicht die Spulenwicklungspakete umschließt,

- wobei die Befestigungsstummel (12) jeweils stirnseitig am Stützrohr (3) angeordnet sind.

5. Elektromagnetische Spulenordnung (1) nach Anspruch 4, wobei die Schutzschicht ein Schutzrohr (13) mit Hohlquerschnitt ist, bevorzugt mit kreisringförmigem Querschnitt, wobei das Schutzrohr (13) die Spulenwicklungspakete (10) umschließt und vorhandene Zwischenräume zwischen dem Schutzrohr (13) und den Spulenwicklungspaketen (10) mittels Füllmasse (14), ausgefüllt werden.

6. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 5, wobei die Füllmasse (14) eine Wärmeleit-

fähigkeit von größer $0,1 \frac{W}{m K}$, bevorzugt größer

$1 \frac{W}{m K}$, aufweist.

7. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 4-6, wobei das Stützrohr (3) entlang der zwei-

ten Längserstreckung (L2) eine Mehrzahl von Schlitzzen (4), insbesondere zumindest zwei, bevorzugt zumindest vier, besonders bevorzugt zumindest sechs, ganz besonders bevorzugt acht Schlitzze (4), mit jeweils einer vorgegebenen Schlitzfläche aufweist und der Eisenkern (2) derart ausgebildet ist, dass jeweils ein Teilvolumen des Eisenkerns (2a) in diese Schlitzze eingeschoben werden kann, bevorzugt füllen die jeweiligen Teilvolumen des Eisenkerns (2a) die Schlitzze vollständig aus.

8. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1-7, wobei innerhalb des Stützrohrs (3) Kühlkanäle (20) neben dem Eisenkern (2) angeordnet sind.

9. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1-8, wobei der Eisenkern (2; Kühlkanäle (21) aufweist.

10. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 4-9, wobei die Schlitzfläche rechteckig ist.

11. Elektromagnetische Spulenordnung Anspruch 1-10, wobei die Spulenwicklungspakete (10) aus maximal zwei übereinanderliegenden Lagen (11a) bestehen, bevorzugt nur aus einer Lage (11a), sowie einer Vielzahl nebeneinander liegender Windungen (11b) und die einzelnen Windungen (11b) mit einem Isoliermaterial überzogen sind.

12. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 11, wobei die Windungen (11b) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei die Abmessung der Windung (11b) in Radialrichtung größer ist als in Axialrichtung.

13. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1-12, wobei die elektrischen Anschlusskontakte (15) einen Bolzen (40) mit einer Bolzenquerschnittsfläche (40a), welcher eine benötigte Energie an die Wicklungspakete übertragen kann, sowie einen Befestigungsbolzenstummel (41), mit einer Befestigungsquerschnittsfläche (41a), aufweisen, wobei die Bolzenquerschnittsfläche (40a) und die Befestigungsquerschnittsfläche (41a) ein Verhältnis von 1,7 bis 4 aufweisen.

14. Elektromagnetische Rührrolle für eine Stranggussanlage zur Herstellung von Produkten mit großen Querschnitten, insbesondere Brammen umfassend:

- eine Rolle (31) mit kreisrundem Hohlquerschnitt welche beidseitig drehbar gelagert ist,
- einen Zufluss für Kühlmittel (32)
- einen Abfluss für Kühlmittel (33)

wobei innerhalb der Rolle (31) die elektromagneti-

sche Spulenanordnung (1) nach Anspruch 1 -13 angeordnet ist und diese beidseitig an einem Lagerbock (36) fixiert ist, wobei zwischen Rohr (31) und Spulenanordnung (1) ein Kühlkanal (20) ausgebildet wird, welcher mit dem Zufluss (31) und dem Abfluss (32) verbunden ist.

15. Elektromagnetische Rührrolle nach Anspruch 14, wobei die Rolle auf der Montagevorrichtung beidseitig drehbar gelagert ist.

Claims

1. Electromagnetic coil arrangement for an electromagnetic stirrer roller of a continuous casting plant, comprising an iron core (2) with a cross section A and a first longitudinal extent L1, and at least three coil winding assemblies (10) enclosing the iron core (2), two fastening stubs (12), two electrical connection contacts (15), which are connected in each case to at least one coil winding assembly (10), wherein the fastening stubs (12) are arranged on the iron core (2) in each case at the end faces, **characterized in that** the coil winding assemblies (10) closest to the fastening stubs (12) in each case and all of the coil winding assemblies (10) electrically connected to them have a greater total number of turns than a total number of turns of all the other coil winding assemblies (10) that are respectively electrically connected to one another.
2. Electromagnetic coil arrangement according to Claim 1, wherein the said arrangement has three electrical connection contacts (15) and has a number of coil winding assemblies (10), wherein the number corresponds to a multiple of three plus two and the coil winding assemblies (10) closest to the fastening stubs (12) in each case have a smaller number of turns than the remaining coil winding assemblies (10).
3. Electromagnetic coil arrangement according to Claim 1, wherein the said arrangement has three electrical connection contacts (15) and coil winding assemblies (10) with a number of at least three or a multiple of three, wherein the coil winding assemblies (10) closest to the fastening stubs (12) in each case have a greater number of turns than the remaining coil winding assemblies (10).
4. Electromagnetic coil arrangement according to Claims 1-3, wherein the iron core (2) is arranged in a supporting tube (3),
 - wherein the supporting tube (3) consists of a hollow profile with an inner wall (3a) and an outer wall (3b) and a second longitudinal extent (L2),

- wherein the supporting tube (3) has along the second longitudinal extent (L2) at least one slit (4) with a predetermined slit area and the slit (4) extends from the inner wall (3a) to the outer wall (3b),
- wherein the iron core (2) is formed in such a way that a partial volume of the iron core (2a) can be pushed into the slit (4) from the inner wall (3a) of the supporting tube in the direction of the outer wall (3b) of the supporting tube (3), preferably the partial volume fills the slit (4) almost completely,
- wherein the at least three coil winding assemblies (10) enclose the outer wall (3b) of the supporting tube (3) in partial regions along the second longitudinal extent (L2),
- wherein a protective layer encloses the coil winding assemblies,
- wherein the fastening stubs (12) are arranged on the supporting tube (3) in each case at the end faces.

5. Electromagnetic coil arrangement (1) according to Claim 4, wherein the protective layer is a protective tube (13) with a hollow cross section, preferably an annular cross section, wherein the protective tube (13) encloses the coil winding assemblies (10) and intermediate spaces that are present between the protective tube (13) and the coil winding assemblies (10) are filled by means of filling compound (14).

6. Electromagnetic coil arrangement according to Claim 5, wherein the filling compound (14) has a thermal conductivity of greater than $0.1 \frac{W}{m K}$, preferably greater than $1 \frac{W}{m K}$.

7. Electromagnetic coil arrangement according to Claims 4-6, wherein the supporting tube (3) has along the second longitudinal extent (L2) a plurality of slits (4), in particular at least two, preferably at least four, particularly preferably at least six, most particularly preferably eight slits (4), with in each case a predetermined slit area, and the iron core (2) is formed in such a way that in each case a partial volume of the iron core (2a) can be pushed into the slits, preferably the respective partial volumes of the iron core (2a) fill the slits completely.

8. Electromagnetic coil arrangement according to Claims 1-7, wherein cooling channels (20) are arranged within the supporting tube (3) alongside the iron core (2).

9. Electromagnetic coil arrangement according to

Claims 1-8, wherein the iron core (2) has cooling channels (21).

10. Electromagnetic coil arrangement according to Claims 4-9, wherein the slit area is rectangular. 5
11. Electromagnetic coil arrangement according to Claims 1-10, wherein the coil winding assemblies (10) consist of a maximum of two layers (11a) lying one on top of the other, preferably only of one layer (11a), and also a multiplicity of turns (11b) lying next to one another, and the individual turns (11b) are coated with an insulating material. 10
12. Electromagnetic coil arrangement according to Claim 11, wherein the turns (11b) have a rectangular cross section, wherein the dimension of the turn (11b) is greater in the radial direction than in the axial direction. 15
13. Electromagnetic coil arrangement according to Claims 1-12, wherein the electrical connection contacts (15) have a bolt (40) with a bolt cross-sectional area (40a), which can transmit required energy to the winding assemblies, and also a fastening bolt stub (41), with a fastening cross-sectional area (41a), wherein the bolt cross-sectional area (40a) and the fastening cross-sectional area (41a) have a ratio of 1.7 to 4. 20
14. Electromagnetic stirrer roller for a continuous casting plant for producing products with large cross sections, in particular slabs, comprising: 25
a roller (31) with a circular hollow cross section, which is rotatably mounted on both sides,
an inflow for coolant (32)
an outflow for coolant (33)
wherein the electromagnetic coil arrangement (1) according to Claims 1-13 is arranged within the roller (31) and the said arrangement is fixed on both sides on a bearing block (36),
wherein a cooling channel (20), which is connected to the inflow (31) and the outflow (32), is formed between the tube (31) and the coil arrangement (1). 30
15. Electromagnetic stirrer roller according to Claim 14, wherein the roller is rotatably mounted on both sides on the bearing block. 35

Revendications

1. Agencement de bobines électromagnétiques pour un rouleau d'agitation électromagnétique d'une installation de coulée continue comprenant un noyau de fer (2) avec une section transversale A et une 55

première extension longitudinale L1, et au moins trois paquets d'enroulement de bobine (10) entourant le noyau de fer (2), deux tronçons de fixation (12), deux contacts de raccordement électriques (15) qui sont reliés respectivement à au moins un paquet d'enroulement de bobine (10), dans lequel les tronçons de fixation (12) sont agencés respectivement sur le noyau de fer (2) sur la face avant, **caractérisé en ce que** les paquets d'enroulement de bobine (10) respectivement les plus proches des tronçons de fixation (12) et tous les paquets d'enroulement de bobine (10) reliés électriquement à ceux-ci présentent un nombre total de spires supérieur à un nombre total de spires de tous les autres paquets d'enroulement de bobine (10) reliés respectivement électriquement les uns aux autres.

2. Agencement de bobines électromagnétiques selon la revendication 1, dans lequel celui-ci présente trois contacts de raccordement électriques (15) et une multiplicité de paquets d'enroulement de bobine (10), dans lequel la multiplicité correspond à un multiple de trois plus deux et les paquets d'enroulement de bobine (10) respectivement les plus proches du tronçon de fixation (12) ont un nombre de spires plus petit que les paquets d'enroulement de bobine restants (10). 20
3. Agencement de bobines électromagnétiques selon la revendication 1, dans lequel celui-ci présente trois contacts de raccordement électriques (15) et présente des paquets d'enroulement de bobine (10) en un nombre d'au moins trois ou d'un multiple de trois, dans lequel les paquets d'enroulement de bobine (10) respectivement les plus proches du tronçon de fixation (12) ont un nombre de spires plus grand que les paquets d'enroulement de bobine restants (10). 25
4. Agencement de bobines électromagnétiques selon les revendications 1 à 3, dans lequel le noyau de fer (2) est agencé dans un tube de support (3),
- dans lequel le tube de support (3) est constitué d'un profil creux avec une paroi intérieure (3a) et une paroi extérieure (3b) et une seconde extension longitudinale (L2),
- dans lequel le tube de support (3) présente au moins une fente (4) le long de la seconde extension longitudinale (L2) avec une surface de fente prédéterminée et la fente (4) s'étend de la paroi intérieure (3a) jusqu'à la paroi extérieure (3b),
- dans lequel le noyau de fer (2) est conçu de telle sorte qu'un volume partiel du noyau de fer (2a) peut être inséré dans la fente (4) à partir de la paroi intérieure (3a) du tube de support en direction de la paroi extérieure (3b) du tube de support (3), de préférence le volume partiel rem- 30

- plit presque complètement la fente (4),
 - dans lequel les au moins trois paquets d'enroulement de bobine (10) entourent la paroi extérieure (3b) du tube de support (3) dans des zones partielles le long de la seconde extension longitudinale (L2),
 - dans lequel une couche de protection entoure les paquets d'enroulement de bobine,
 - dans lequel les tronçons de fixation (12) sont agencés sur le tube de support (3) côté face avant.
- 5
- 10
11. Agencement de bobines électromagnétiques (1) selon la revendication 4, dans lequel la couche de protection est un tube de protection (13) de section transversale creuse, de préférence de section transversale annulaire circulaire, dans lequel le tube de protection (13) entoure les paquets d'enroulement de bobine (10) et des intervalles existants entre le tube de protection (13) et les paquets d'enroulement de bobine (10) sont remplis au moyen d'une masse de remplissage (14).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
6. Agencement de bobines électromagnétiques selon la revendication 5, dans lequel la masse de remplissage (14) présente une conductivité thermique supérieure à $0,1 \frac{W}{m K}$, de préférence supérieure à $1 \frac{W}{m K}$.
7. Agencement de bobines électromagnétiques selon les revendications 4 à 6, dans lequel le tube de support (3) présente le long de la seconde extension longitudinale (L2) une multiplicité de fentes (4), en particulier au moins deux, de préférence au moins quatre, de manière particulièrement préférée au moins six, de manière encore plus particulièrement préférée huit fentes (4), avec chacune une surface de fente prédéterminée, et le noyau de fer (2) est agencé de telle sorte qu'un volume partiel du noyau de fer (2a) peut être inséré dans ces fentes, de préférence les volumes partiels respectifs du noyau de fer (2a) remplissent complètement les fentes.
8. Agencement de bobines électromagnétiques selon les revendications 1 à 7, dans lequel des canaux de refroidissement (20) sont agencés à l'intérieur du tube de support (3) à côté du noyau de fer (2).
9. Agencement de bobines électromagnétiques selon les revendications 1 à 8, dans lequel le noyau de fer (2) présente des canaux de refroidissement (21).
10. Agencement de bobines électromagnétiques selon les revendications 4 à 9, dans lequel la surface de fente est rectangulaire.
11. Agencement de bobines électromagnétiques selon les revendications 1 à 10, dans lequel les paquets d'enroulement de bobine (10) sont constitués au maximum de deux couches superposées (11a), de préférence seulement d'une couche (11a), ainsi que d'une pluralité de spires juxtaposées (11b) et les spires individuelles (11b) sont recouvertes d'un matériau isolant.
12. Agencement de bobines électromagnétiques selon la revendication 11, dans lequel les spires (11b) présentent une section transversale rectangulaire, dans lequel la dimension de la spire (11b) dans la direction radiale est plus grande que dans la direction axiale.
13. Agencement de bobines électromagnétiques selon les revendications 1 à 12, dans lequel les contacts de raccordement électriques (15) comprennent un boulon (40) présentant une surface de section transversale de boulon (40a), qui peut transmettre une énergie requise aux paquets d'enroulement, et un tronçon de boulon de fixation (41) présentant une surface de section transversale de fixation (41a), dans lequel la surface de section transversale de boulon (40a) et la surface de section transversale de fixation (41a) ont un rapport de 1,7 à 4.
14. Rouleau brasseur électromagnétique pour une installation de coulée continue pour la fabrication de produits de grandes sections transversales, en particulier de brames, comprenant :
- un rouleau (31) de section transversale creuse circulaire qui est monté de manière rotative des deux côtés,
 - une entrée de milieu de refroidissement (32),
 - une sortie de milieu de refroidissement (33),
- dans lequel l'agencement de bobines électromagnétiques (1) selon les revendications 1 à 13 est agencé à l'intérieur du rouleau (31) et celui-ci est fixé des deux côtés à un support de palier (36), dans lequel un canal de refroidissement (20) est formé entre le tube (31) et l'agencement de bobines (1), lequel est relié à l'entrée (31) et à la sortie (32).
15. Rouleau brasseur électromagnétique selon la revendication 14, dans lequel le rouleau est monté sur le dispositif de montage de manière à pouvoir tourner des deux côtés.

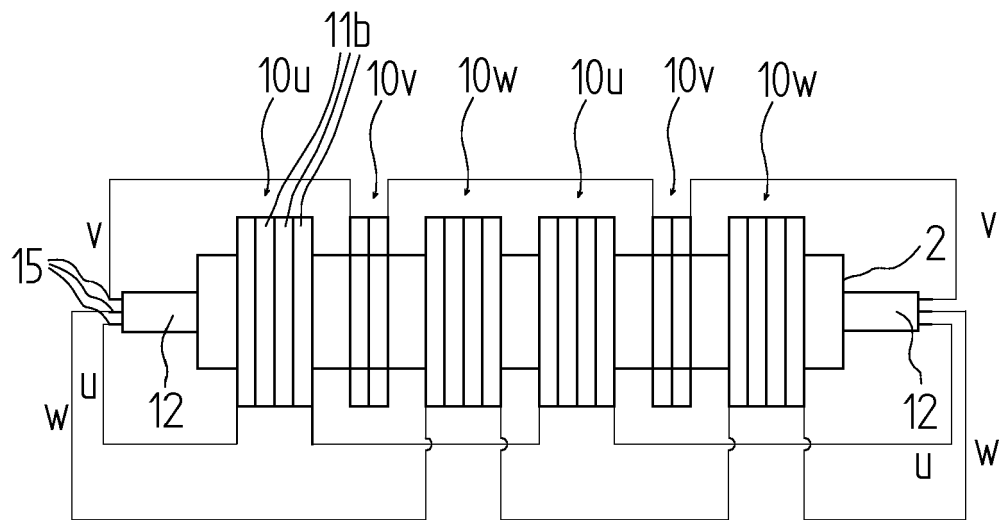


Fig. 1

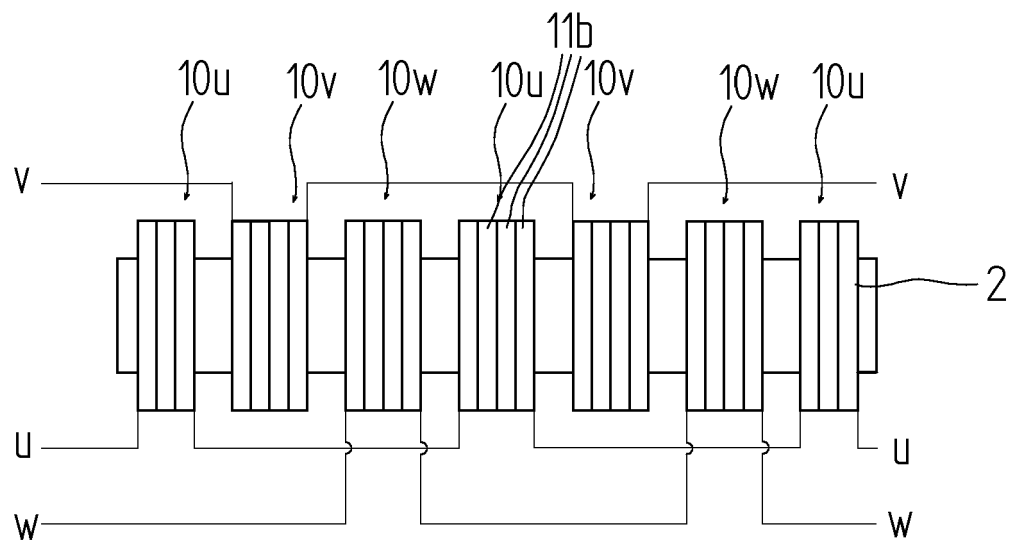


Fig. 2

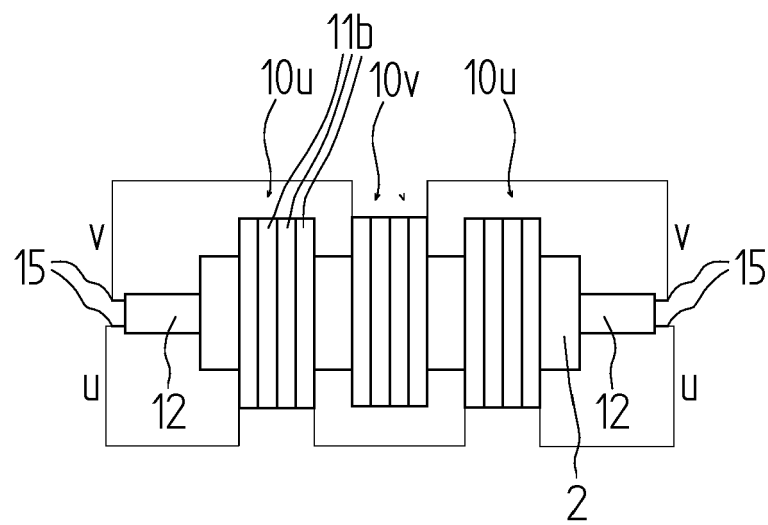


Fig. 3

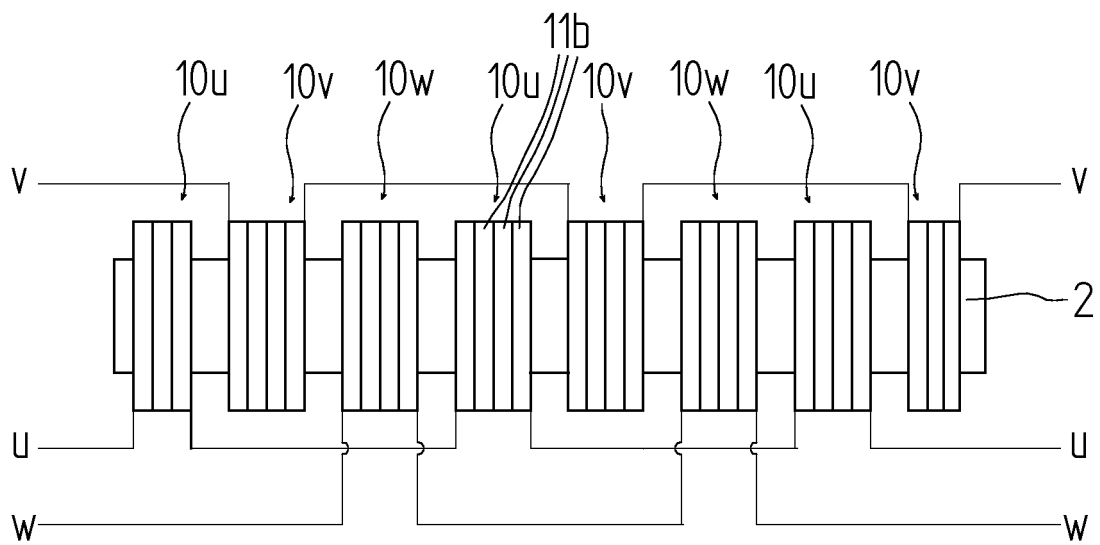
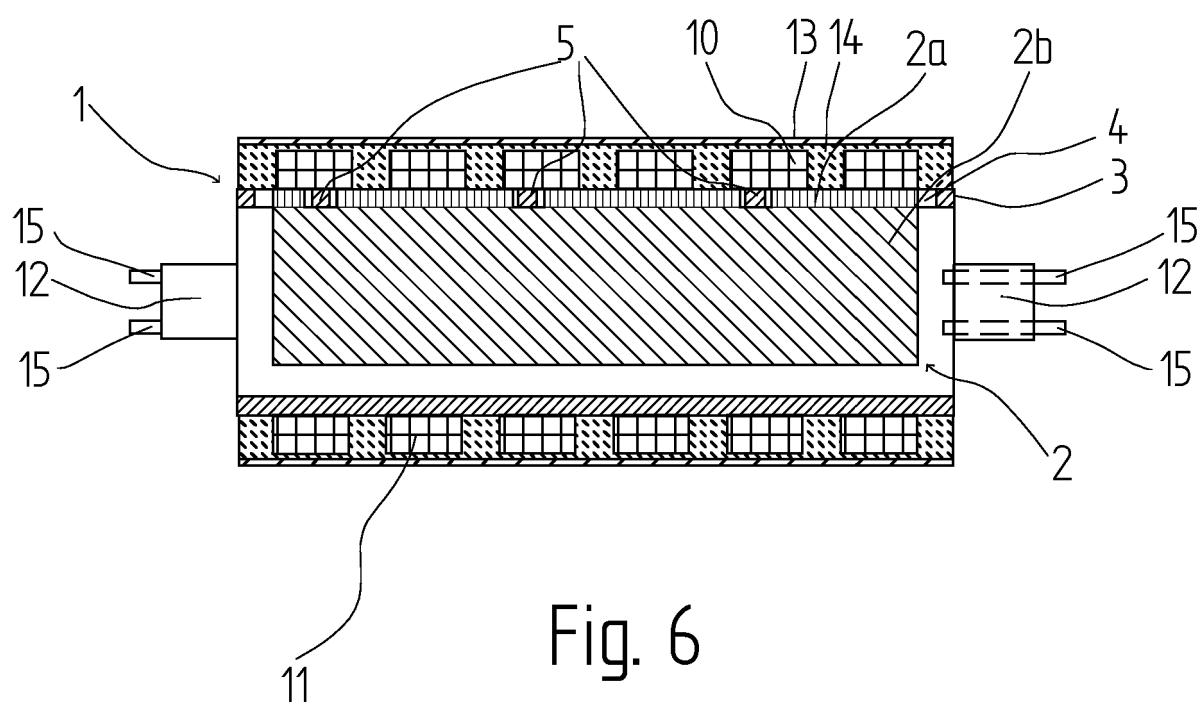
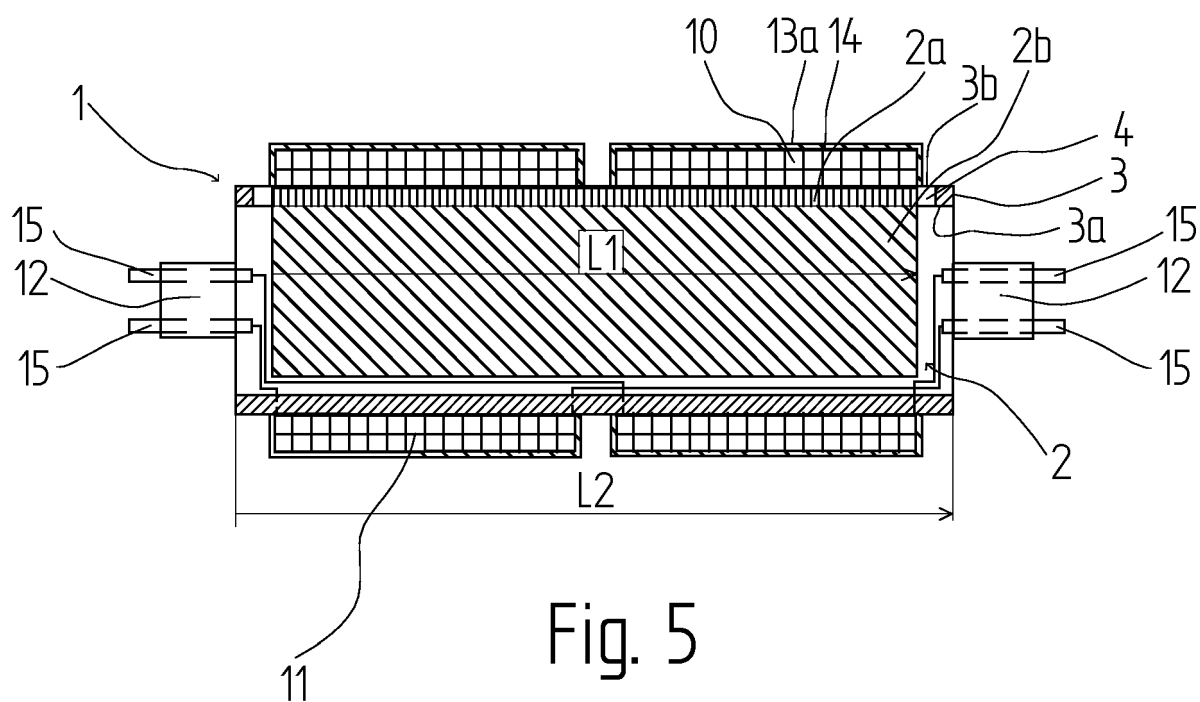


Fig. 4



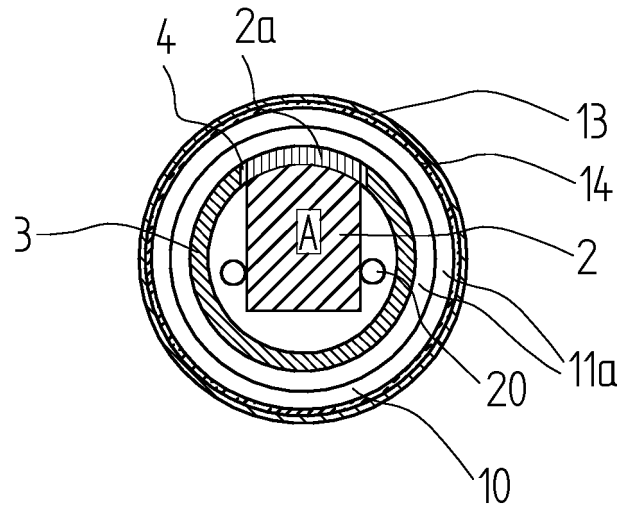


Fig. 7

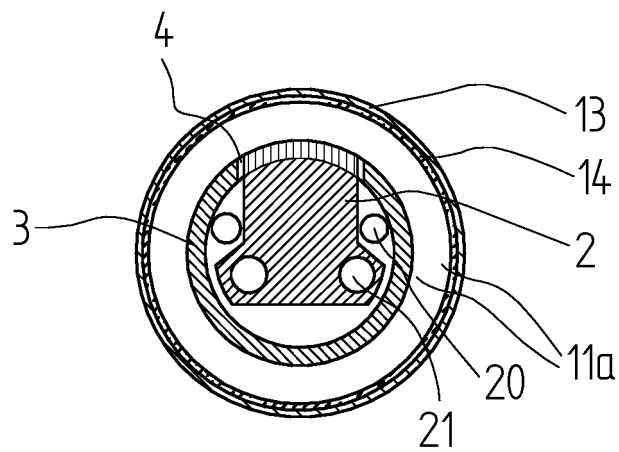
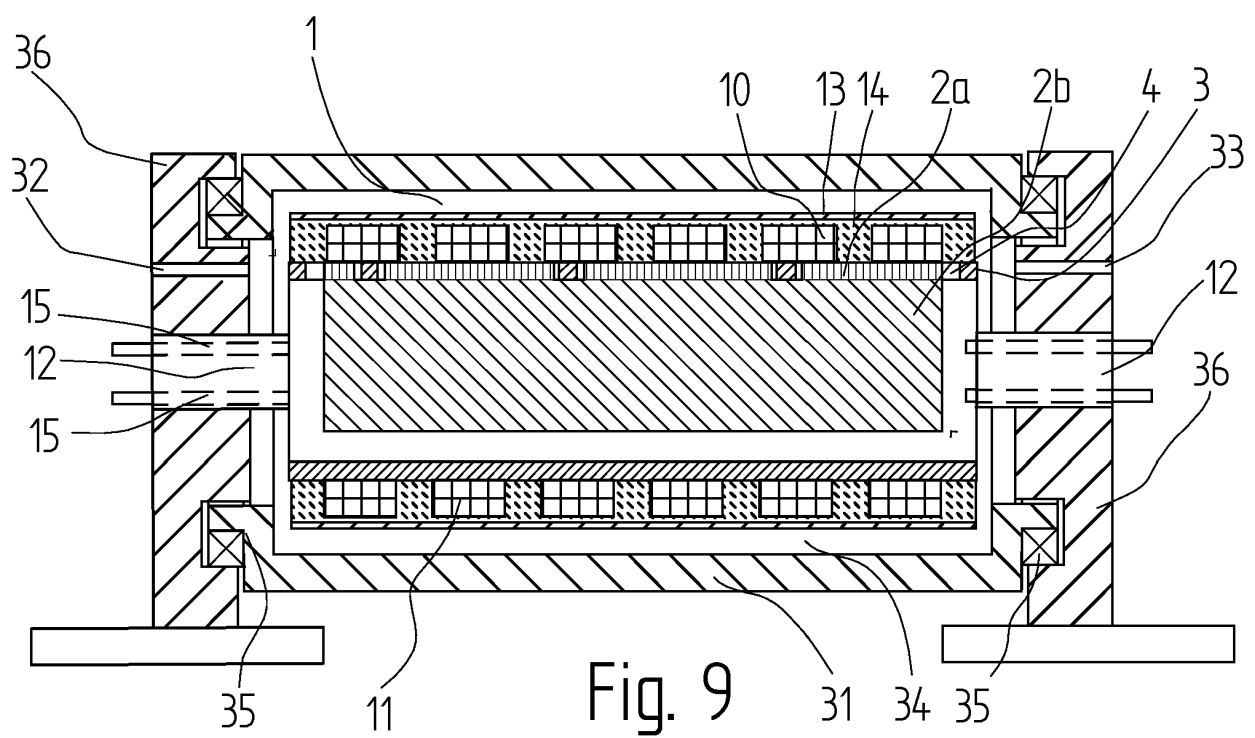


Fig. 8



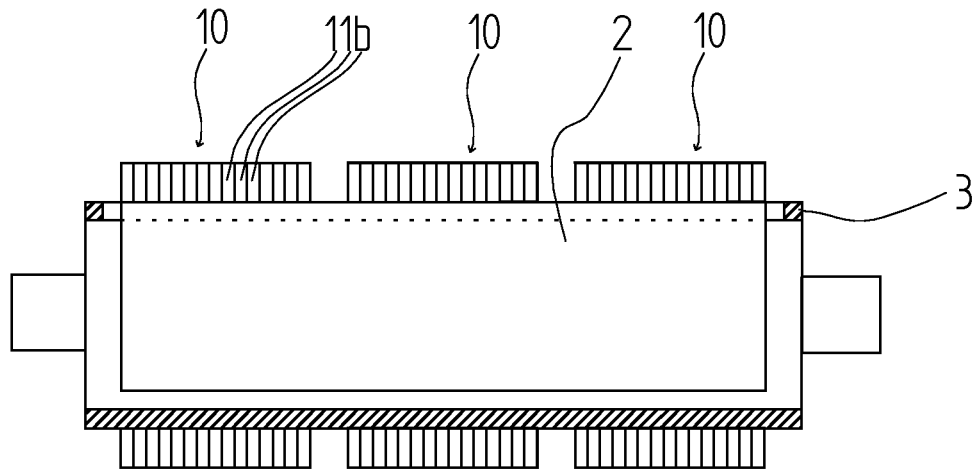


Fig. 10

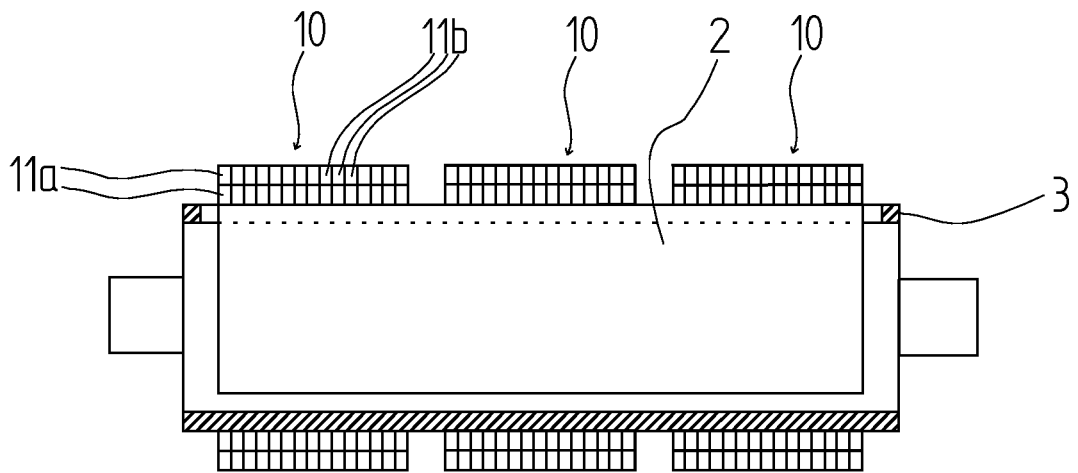


Fig. 11

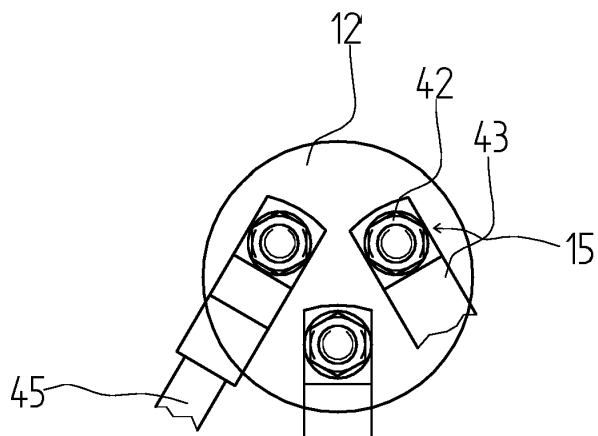


Fig. 12

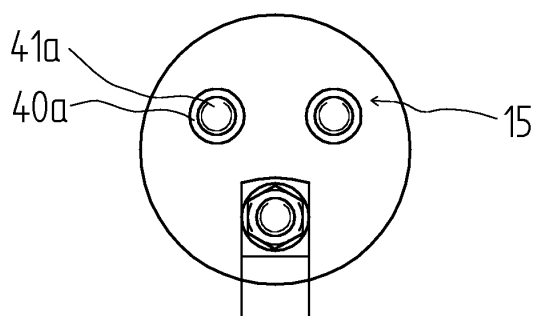
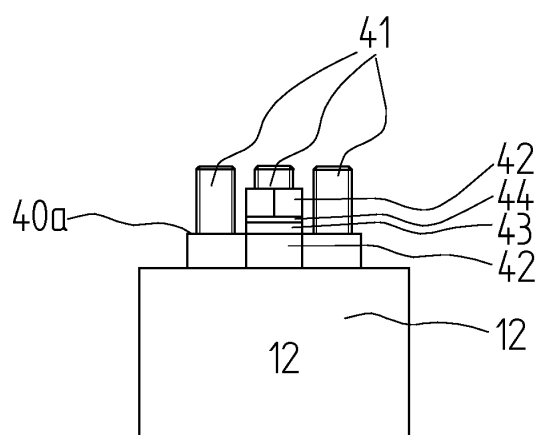


Fig. 13

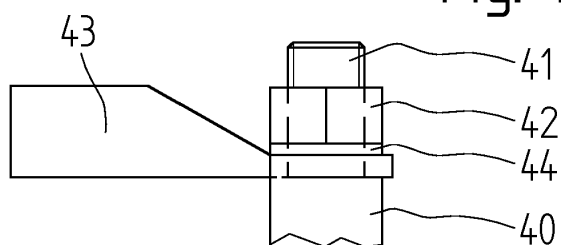


Fig. 14

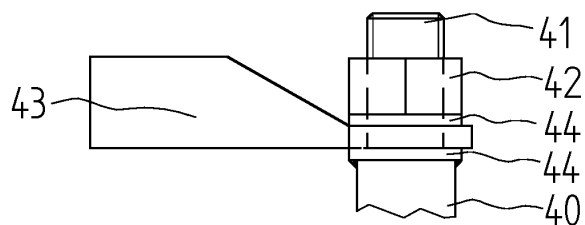


Fig. 15

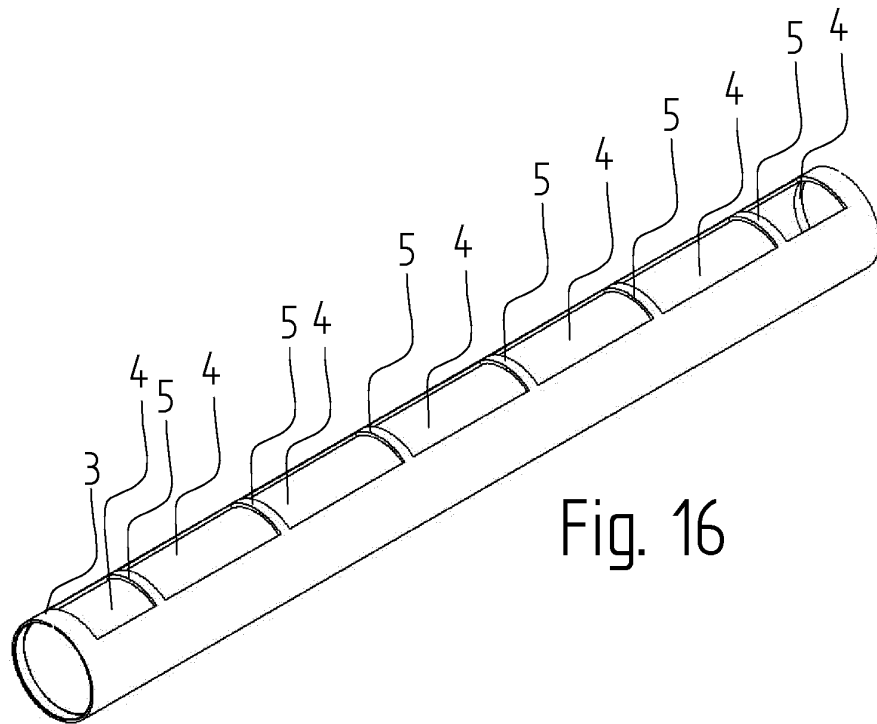


Fig. 16

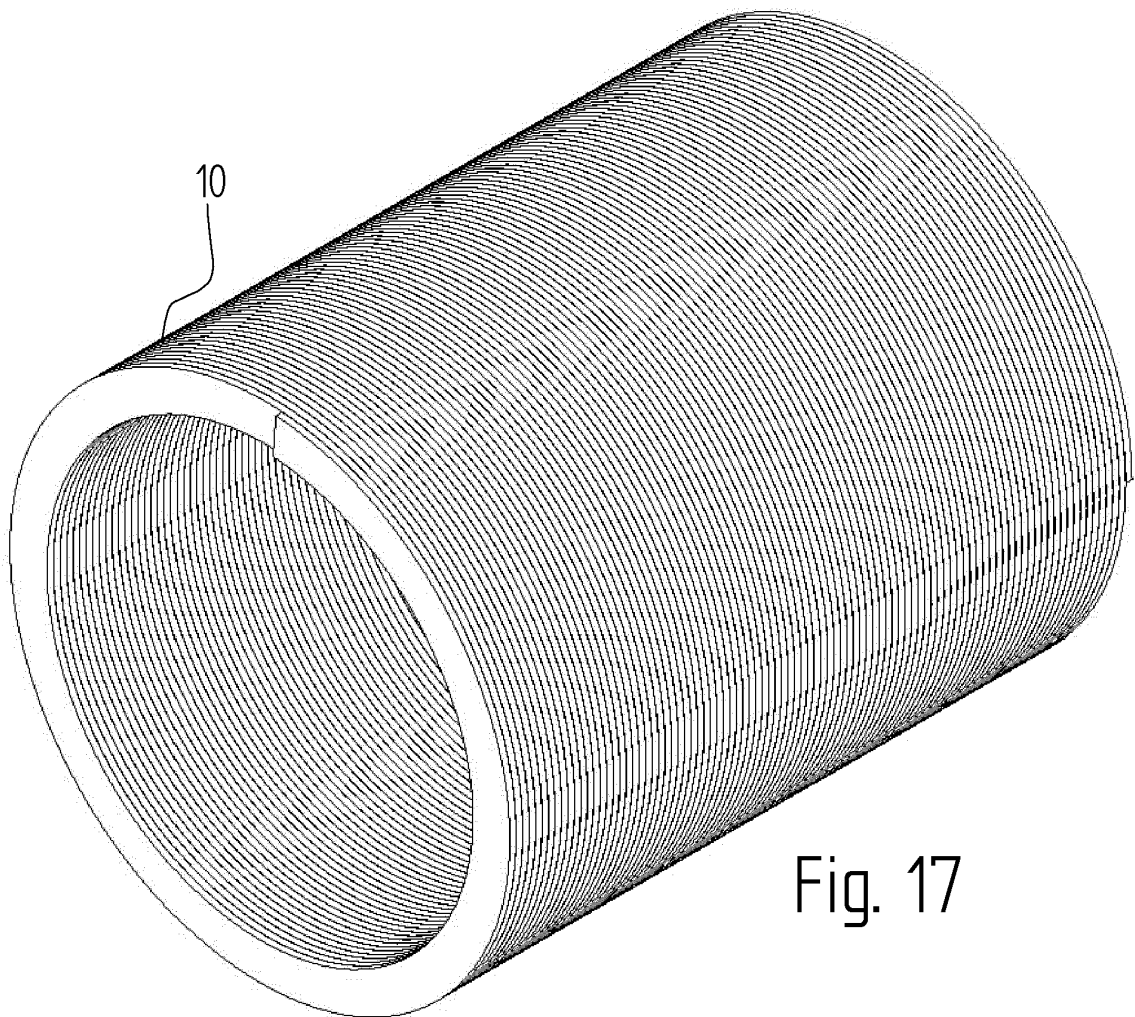


Fig. 17

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 20150290703 A1 [0004]
- US 20130008624 A1 [0004]
- US 4429731 A [0005]
- SU 1537362 A1 [0005]