



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.09.2021 Patentblatt 2021/35

(51) Int Cl.:
B22D 11/115 (2006.01) B22D 11/12 (2006.01)
B22D 11/128 (2006.01) H05B 6/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20185996.4**

(22) Anmeldetag: **15.07.2020**

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

(72) Erfinder:
• **Hirschmanner, Martin**
4060 Leonding (AT)
• **Stepanek, Thomas**
1100 Wien (AT)
• **Wimmer, Peter Paul**
4020 Leonding (AT)
• **Rohrhofer, Andreas**
4070 Eferding (AT)

(30) Priorität: **17.07.2019 EP 19186796**

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

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

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

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der metallurgischen Anlagen, konkret eine elektromagnetische Spulenanordnung für eine elektromagnetische Rührrolle einer Stranggussanlage.

Die Aufgabe dieser Erfindung ist es, eine elektromagnetische Spulenanordnung und eine elektromagnetische Rührrolle zu schaffen, welche einerseits eine stabile Anordnung des Eisenkerns über die Gießproduktionsbreite erlaubt und andererseits zusätzliche Wirbelstromverluste möglichst vermeidet. Die Aufgabe wird durch eine Elektromagnetische Spulenanordnung (1) für eine elektromagnetische Rührrolle (30) einer Stranggussan-

lage gelöst. Diese umfasst einen Eisenkern (2) mit einem Querschnitt und einer ersten Längserstreckung (L1) und zumindest zwei Spulenwicklungspaketen (10). Der Eisenkern (2) ist in einem Stützrohr (3) angeordnet. Das Stützrohr (3) besteht aus einem Hohlprofil, wobei das Stützrohr (3) entlang einer zweiten Längserstreckung zumindest einen Schlitz (4) aufweist. Der Eisenkern (2) ist derart ausgebildet, dass ein Teilvolumen des Eisenkerns (2a) in den Schlitz (4) eingeschoben werden kann, bevorzugt füllt das Teilvolumen (2a) den Schlitz nahezu vollständig aus.

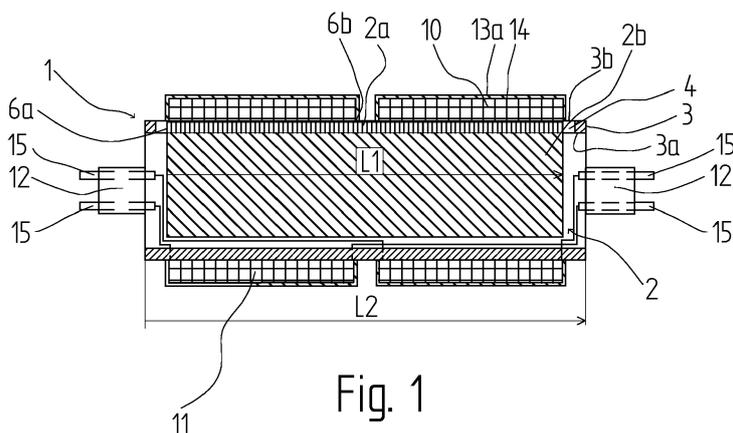


Fig. 1

Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der metallurgischen Anlagen, konkret eine elektromagnetische Spulenordnung für eine elektromagnetische Rührrolle einer Stranggussanlage. Die Elektromagnetische Spulenordnung umfasst einen Eisenkern mit einem Querschnitt A und einer ersten Längserstreckung und zumindest zwei Spulenwicklungspakte, zwei Befestigungsstummel mit zumindest zwei elektrischen Anschlusskontakten, welche jeweils mit zumindest einem Spulenwicklungspaket verbunden sind. 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 meistens ein Rollenpaar vor, welches entweder von beiden Seiten oder nebeneinander auf den Strang einwirkt. Solche Rührrollen sind beispielsweise aus den Dokumenten US2015/0290703 A1 und US2013/0008624 A1 bekannt.

[0004] Diese Rührrollen bestehen aus einem Eisenkern und Wicklungspaketen, wobei die Induktivität möglichst hoch sein soll um eine optimale Rührwirkung zu erzielen. Der Eisenkern, besteht deshalb aus einem weichmagnetischen Werkstoff mit möglichst hoher magnetischer Sättigungsflussdichte und hoher magnetischer Permeabilität. Eisenkerne aus Vollmaterial sind kaum sinnvoll nutzbar, da unter dem Einfluss veränderlicher Magnetfelder Wirbelströme im Eisen entstehen. Dadurch entstehen zusätzliche Verluste im Eisen, die in Form von Wärme abgeführt werden müssen. Um dies zu vermeiden, wird für Rührrollen der Eisenkern als lamellierte und isoliertes Blechpaket ausgeführt, dies wird auch als geblechte Ausführung bezeichnet. Um den Luftspalt im magnetischen Kreis möglichst gering zu halten, sollen die Wicklungspakete möglichst nahe am Ei-

senkern angeordnet sein. Der Eisenkern der Rührrollen muss die Gießproduktionsbreite abdecken.

[0005] Der Eisenkern muss mittels geeigneter Maßnahmen gestützt oder stabilisiert werden, damit er über die Gießproduktionsbreite die nötige Stabilität aufweist. Des Weiteren muss sichergestellt werden, dass die in den Wicklungspaketen entstehende Abwärme abgeführt wird. Beim Betrieb einer solchen Rührrolle ist ein Anlagenbetreiber stets darauf bedacht eine möglichst gute Rührwirkung zu erzielen und deshalb die Rührrolle mit möglichst hohen Strömen zu beaufschlagen um ein entsprechend starkes Magnetfeld zu bewirken. Die Stützkonstruktionen können aber dazu führen, dass zusätzliche Wirbelstromverluste entstehen welche zu zusätzlichem Wärmeeintrag führen. Dieser Wärmeeintrag muss über aufwändige Maßnahmen, wie in der Rolle angelegte Kühlkanäle oder über die Kupferwicklung abtransportiert werden.

[0006] In der US4429731A1 ist eine elektromagnetische Spulenordnung gezeigt, bei welcher ein Eisenkern von außen auf nach innen auf einen Stützkörper geschoben wird und an diesem angeschraubt ist. Die Wicklungspakete sind in Ausnehmungen des Eisenkerns und dem Stützkörper angeordnet.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Die Aufgabe dieser Erfindung ist es, eine elektromagnetische Spulenordnung und eine elektromagnetische Rührrolle eingangs genannter Art zu schaffen, welche einerseits eine stabile Anordnung des Eisenkerns über die Gießproduktionsbreite erlaubt und andererseits zusätzliche Wirbelstromverluste möglichst vermeidet.

[0008] Die Aufgabe wird bei der eingangs genannten elektromagnetischen Spulenordnung dadurch gelöst, dass der Eisenkern in einem hohlen Stützrohr angeordnet ist. Der Eisenkern ist als geblechter Eisenkern ausgeführt. Der Eisenkern ist ein lamellierte 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.

[0009] 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 Stützrohr ist bevorzugt als Rohr mit Kreisring Querschnitt ausgeführt.

[0010] Der Eisenkern ist derart ausgebildet, dass ein Teilvolumen des Eisenkerns - von der Innenfläche des Stützrohres in Richtung der Außenfläche des Stützrohres - 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.

[0011] Die zumindest zwei Spulenwicklungspakete umschließen die Außenwand des Stützrohres vollständig und entlang der zweiten Längserstreckung in Teilbereichen. Durch das Einschieben des Eisenkerns in den Schlitz des Stützrohres 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. Im Gegensatz zur US4429731A1 ist der Stützkörper als Hohlprofil ausgeführt und der Eisenkern wird nicht von außen eingeschoben, sondern wird von einem Hohlprofil umgeben und von der Innenwand in Richtung der Außenwand eingeschoben. 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 elektrischen 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 elektrischen Anschlusskontakte an eine von außen einsehbarer Stirnseite der Befestigungsstummel zu führen. An dieser Stirnseite können dann die Spulenwicklungspakete elektrisch über die Anschlusskontakte angeschlossen werden.

[0012] Die Befestigungsstummel haben die Funktion, die Spulenordnung an einem Lagerbock montieren zu können. Diese Ausführung ermöglicht einerseits, dass die Anordnung des Eisenkerns über die Gießproduktionsbreite aufgrund des Stützrohres 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.

[0013] 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 Ausführung 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 Schutzrohres.

[0014] 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.

[0015] 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 Stützrohres, welches nach dem Herstellen des Schlitzes auftreten kann. Der Eisenkern weist in dieser Ausführung 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.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass innerhalb des Stützrohres Kühlkanäle neben dem Eisenkern angeordnet sind. Diese Kühlkanäle verlaufen nahe am Eisenkern, um die entstehende Wär-

me möglichst effektiv abzuführen. Die Kühlkanäle können als Rohr ausgeführt sein, welches neben dem Eisenkern in das Stützrohr eingeschoben wird.

[0017] Es ist auch denkbar, 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.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Spulenwicklungspakete derart ausgestaltet sind, dass diese zur Montage von einer Stirnseite des Stützrohres bis zu einer vorgesehenen Montageposition aufschiebbar sind. Die Spulenwicklungspakete weisen beim Aufschieben Innenabmessungen auf, welche größer sind als die Außenabmessungen des Stützrohres um ein Aufschieben der Spulenwicklungspakete auf das Stützrohr zu erlauben. Diese Ausführung soll ermöglichen, dass die Spulenwicklungspakete ohne Stützrohr hergestellt werden können und ein Zusammenbau von Spulenwicklungspaket und Stützrohr separat erfolgen kann - also die Spulen nicht direkt auf das Stützrohr aufgewickelt werden. Die Spulenwicklungspakete können während der Montage durch Aufweitung, wie beispielsweise Erwärmen oder Aufdrehen der Windungen, in ihren Abmessungen vergrößert werden um das Aufschieben zu erleichtern oder ermöglichen. Die Spulenwicklungspakete sind also so ausgestaltet, dass diese zur Montage in einer Form sind oder in eine Form gebracht werden können um das Aufschieben auf das Stützrohr zu ermöglichen.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Ausführung sieht vor, dass die Schlitzfläche rechteckig ist. Diese Ausführung wird bevorzugt, um eine möglichst große Schlitzfläche zu erzielen.

[0020] 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 Lagen. 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/m² - 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 die Rührwirkung verringert wird.

[0021] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist, dass die Windungen einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei die Abmessung der Windung in Radialrichtung größer ist als in Axialrichtung. Das Verhältnis der Abmessung in Axialrichtung - also einer Breite eines Querschnittes der Windung - zu der Abmessung in Radialrichtung -- also einer Höhe eines Querschnittes der Windung - liegt bevorzugt in einem Bereich von 1/3 bis 1/8, besonders bevorzugt 1/4 bis 1/6. 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.

[0022] 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.

[0023] 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 Spulenwicklungspa-

kete 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.

[0024] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform sieht vor, 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. 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 $R_{m,ges}$ (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)

5

[0025] Diese Gleichungen dienen dem Verständnis der Zusammenhänge, eine analytische Berechnung des magnetischen Widerstandes ist aber aufgrund des weitgehend unbekanntem Luftspalts und wegen der dynamischen Veränderungen während des Betriebes einer Rührrolle schwierig, und wird dementsprechend auch über Finite Elemente Methoden (FEM) Programme gelöst.

10

15

[0026] 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.

20

25

30

[0027] 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. 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 Eisenkerns 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.

35

40

45

50

55

[0028] 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 Spulenwicklungspakt verbunden.

[0029] 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. Die Rolle übt eine Stützwirkung auf den Strang aus. Diese Anordnung ergibt eine elektromagnetische Rührrolle, welche bei gleicher elektrischer Anschlussleistung und Baugröße einen größeren magnetischen Fluss und somit eine gesteigerte Rührwirkung erzielt.

[0030] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Rolle auf der Lagerbock beidseitig drehbar gelagert. Diese Ausführung hat sich als besonders robuste Ausführungsform erwiesen. Eine andere Ausführung ist, dass die Lagerung auf den Befestigungsstummeln erfolgt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0031]

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Spulenwicklungsanordnung

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 3 ein schematischer Querschnitt einer Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 4 ein schematischer Querschnitt einer weiteren Ausführungsvariante einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Rührrolle

Fig. 6-7 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 8-9 eine weitere schematische Darstellung einer Anordnung von Spulenwicklungspaketen bei einer Spulenwicklungsanordnung

Fig. 10 - 13 schematische Darstellungen von Ausführungsformen der elektrischen Anschlusskontakte

Fig. 14 eine schematische Darstellung eines Stützrohres

Fig. 15 schematische Darstellung von einem Spulenwicklungspaket

Beschreibung der Ausführungsformen

[0032] In der Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Spulenwicklungsanordnung 1 gezeigt. In der Fig. 1 ist dargestellt, 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 Stützrohres 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. Die Spulenwicklungspakete 10 sind so ausgestaltet, dass diese zur Montage von einer Stirnseite 6a bis zu einer Montageposition 6b aufschiebbar sind.

[0033] In Fig. 2 ist eine Spulenwicklungsanordnung 1 gezeigt, welche sich von Fig. 1 dadurch unterscheidet, dass das Stützrohr 3 mehrere Schlitze 4 aufweist. Zwischen den Schlitzen 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.

[0034] Der Eisenkern ist - bei dieser Ausführungsvariante mit mehreren Schlitzen - so ausgestaltet, dass er auch entsprechend der Anzahl von Schlitzen eine Anzahl von Teilvolumen des Eisenkerns 2a aufweist, welche die jeweiligen Schlitze 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.

[0035] Der Querschnitt einer Spulenwicklungsanordnung ist in Fig. 3 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 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 Spulenwick-

lungspakete 10 werden vom Schutzrohr 13 umschlossen, wobei ein verbleibender Zwischenraum mit Füllmasse 14 ausgefüllt wird. Neben dem Eisenkern sind Kühlkanäle 20 angeordnet.

[0036] In Fig. 4 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.

[0037] Die Fig. 5 zeigt eine 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 33 wieder abgeführt werden. Die elektrischen Kontakte 15 sind jeweils mit einem Spulenwicklungspaket 10 verbunden.

[0038] In Fig. 6 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.

[0039] In Fig. 7 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.

[0040] In Fig. 8 ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Spulenwicklungsanordnung gezeigt. Der Eisenkern 2 mit einem Querschnitt und einer ersten Längserstreckung ist entlang der ersten Längserstreckung von mehreren Spulenwicklungspaketen 10u, 10v, 10w umschlossen. Die Spulenwicklungspakete der Phase u 10u weist eine größere Anzahl von Windungen 11b auf als das Spulenwicklungspaket der Phase v 10v und das Spulenwicklungspaket der Phase w 10w. Wie aus der Fig. 8 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 Spulenwicklungspa-

kete ein Vielfaches von drei beträgt - bspw. drei, sechs, neun, zwölf, usw..

[0041] In Fig. 9 ist eine weitere schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführung. In dieser Anordnung weist nur die Phase u eine elektrische Verbindung mit Spulenwicklungspaketen 10u, welche der Stirnseiten des Eisenkerns 2 bzw. der Befestigungsstummel (nicht dargestellt) nächstgelegen sind, auf. Die mit der Phase u verbundenen Spulenwicklungspakete 10u weisen eine höhere Anzahl von Windungen auf als die mit der Phase v und der Phase w verbundenen Spulenwicklungspakete 10v, 10w.

[0042] In Fig. 10 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.

[0043] In Fig. 11 ist ein Grundriss und Aufriss der in Fig. 10 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 Bolzendurchmesser im Bereich von 14mm bis 20mm um die benötigten Ströme für die Spulenwicklungspakete übertragen zu können. Ein Verhältnis von Bolzendurchmesser zu Befestigungsbolzenquerschnitt - wobei hier der Nenngewindedurchmesser herangezogen wird - liegt zwischen 1,3 bis 2.

[0044] In der Fig. 12 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.

[0045] In Fig. 13 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.

[0046] In Fig. 14 ist ein Stützrohr 3 mit einer Vielzahl

von Schlitten 4 mit jeweils einer Schlitzfläche dargestellt. Zwischen den Schlitten 4 befinden sich die Stege 5. In die Schlitte 4 können die Teilvolumen des Eisenkerns eingeschoben werden.

[0047] In Fig. 15 ist ein Spulenwicklungspaket 10 mit einer Lage dargestellt. Typische Abmessungen der Windungen des Spulenwicklungspaketes 10 sind eine Breite von 3mm und eine Höhe von 12mm.

[0048] 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 Schutzzumfang der Erfindung gemäß den Ansprüchen zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0049]

1	Spulenwicklungsanordnung
2	Eisenkern
2a	Teilvolumen des Eisenkerns
2b	Restvolumen des Eisenkerns
3	Stützrohr
3a	Innenwand
3b	Außenwand
4	Schlitz
5	Stege
6a	Stirnseite
6b	Montageposition Spulenwicklungspaket
10	Spulenwicklungspakete der Phase u
10u	Spulenwicklungspakete der Phase v
10v	Spulenwicklungspakete der Phase w
10w	Lage
11a	Windungen
11b	Befestigungsstummel
12	Schutzschicht
13a	Schutzrohr
13	Füllmasse
14	Elektrische Anschlusskontakte
15	Kühlkanal
20	Kühlkanal im Eisenkern
21	Rührrolle
30	Rolle
31	Zufluss für Kühlmittel
32	Abfluss für Kühlmittel
33	Kühlkanal
34	Lager
35	Lagerbock
36	Bolzen
40	Bolzenquerschnitt
40a	Befestigungsbolzenstummel
41	Befestigungsbolzenstummelquerschnitt
41a	Befestigungselement
42	Kabelschuh
43	Beilagscheibe
44	Phase u

u	Phase v
v	Phase w
w	Erste Längserstreckung
L1	Zweite Längserstreckung
5	L2
A	Querschnitt

Patentansprüche

- 10
1. Elektromagnetische Spulenordnung (1) für eine elektromagnetische Rührrolle (30) einer Stranggussanlage umfassend einen Eisenkern (2) mit einem Querschnitt (A) und einer ersten Längserstreckung (L1) und zumindest zwei Spulenwicklungspaketen (10), zwei Befestigungsstummeln (12), zumindest zwei elektrischen Anschlusskontakte (15), welche jeweils mit zumindest einem Spulenwicklungspaket (10) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 15
- 20
- der Eisenkern (2) in einem Stützrohr (3) angeordnet ist,
 - wobei das Stützrohr (3) aus einem Hohlprofil mit einer Innenwand und einer Außenwand und einer zweiten Längserstreckung (L2) besteht,
 - wobei das Stützrohr (3) entlang der zweiten Längserstreckung zumindest einen Schlitz (4) mit einer vorgegebenen Schlitzfläche aufweist und der Schlitz (4) sich von der Außenwand (3b) bis zur Innenwand (3a) 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 (2a) den Schlitz nahezu vollständig aus,
 - wobei die zumindest zwei Spulenwicklungspakete (10) die Außenwand (3b) des Stützrohres (3) in Teilbereichen entlang der zweiten Längserstreckung L2 umschließen,
 - wobei eine Schutzschicht (13a) die Spulenwicklungspakete (10) umschließt,
 - wobei die Befestigungsstummel (12) jeweils stirnseitig am Stützrohr (3) angeordnet sind.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
2. Elektromagnetische Spulenordnung (1) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (13a) 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.
3. Elektromagnetische Spulenordnung nach An-

spruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllmasse (14) eine Wärmeleitfähigkeit von größer

$0,1 \frac{W}{m K}$ bevorzugt größer $1 \frac{W}{m K}$ aufweist.

4. Elektromagnetische Spulenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützrohr (3) entlang der zweiten Längserstreckung (L2) eine Mehrzahl von Schlitzen (4), insbesondere zumindest zwei, bevorzugt zumindest vier, besonders bevorzugt zumindest sechs, ganz besonders bevorzugt acht Schlitze (4), mit jeweils einer vorgegebenen Schlitzfläche aufweist und der Eisenkern (2) derart ausgebildet ist, dass jeweils ein Teilvolumen des Eisenkerns (2a) in diese Schlitze (4) eingeschoben werden kann, bevorzugt füllen die jeweiligen Teilvolumen des Eisenkerns (2a) die Schlitze (4) vollständig aus.
5. Elektromagnetische Spulenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Stützrohrs (3) Kühlkanäle (20) neben dem Eisenkern (2) angeordnet sind.
6. Elektromagnetische Spulenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulenwicklungspakete (10) derart ausgestaltet sind, dass diese zur Montage von einer Stirnseite des Stützrohrs (3) bis zu einer vorgesehenen Montageposition aufschiebbar sind.
7. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitzfläche rechteckig ist.
8. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.
9. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Windungen (11b) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei die Abmessung der Windung (11b) in Radialrichtung größer ist als in Axialrichtung, bevorzugt ist ein Verhältnis der Abmessung in Axialrichtung zu der Abmessung in Radialrichtung in einem Bereich von 1/3 bis 1/8, besonders bevorzugt in einem Bereich von 1/4 bis 1/6.
10. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1 - 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.

11. Elektromagnetische Spulenordnung nach den Ansprüchen 1-10, **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).
12. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1-11 **dadurch gekennzeichnet, dass** 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).
13. Elektromagnetische Spulenordnung nach Anspruch 1-12 **dadurch gekennzeichnet, dass** 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 (41) nächstgelegenen Spulenwicklungspakete (10) eine größere Windungszahl aufweisen, als die restlichen Spulenwicklungspakete (10).
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),**dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Rolle (31) die elektromagnetische Spulenordnung (1) nach Anspruch 1 -13 angeordnet ist und diese beidseitig an einem Lagerbock (36) fixiert ist, wobei zwischen Rohr (31) und Spulenordnung (1) ein Kühlkanal (20) ausgebildet wird, welcher mit dem Zufluss (31) und dem Abfluss (32) verbunden ist.
15. Elektromagnetische Rührrolle nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet, dass die Rolle (31) auf dem Lagerbock beidseitig drehbar gelagert ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

10

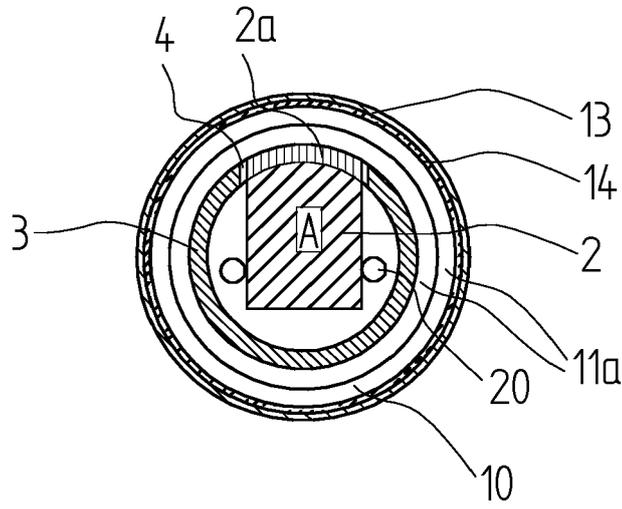


Fig. 3

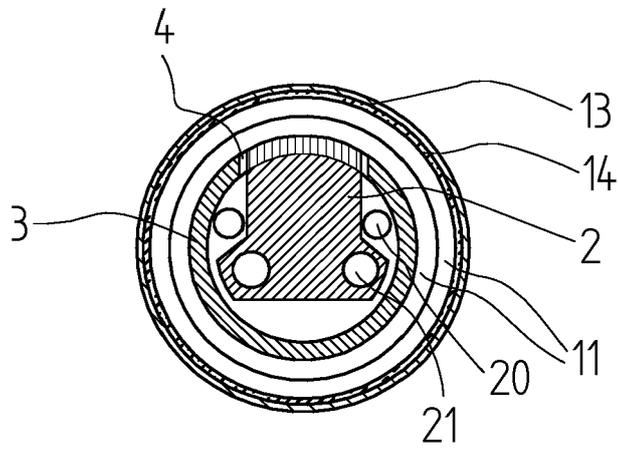


Fig. 4

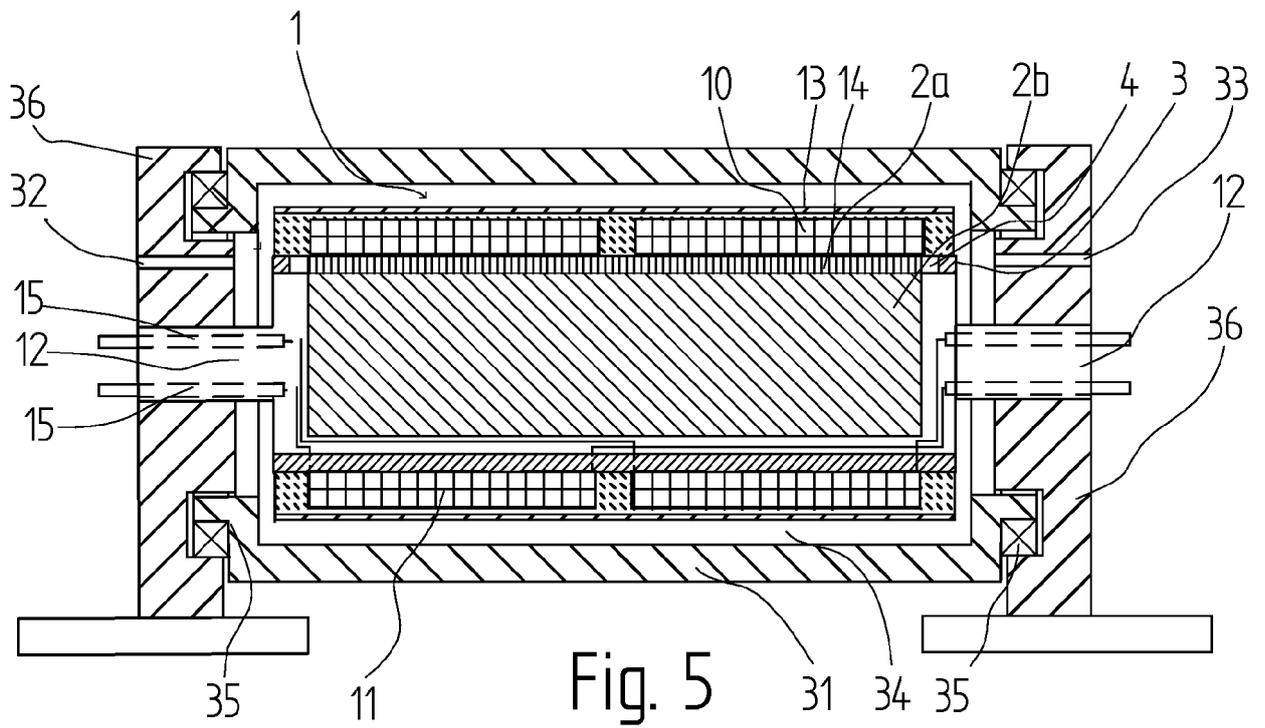


Fig. 5

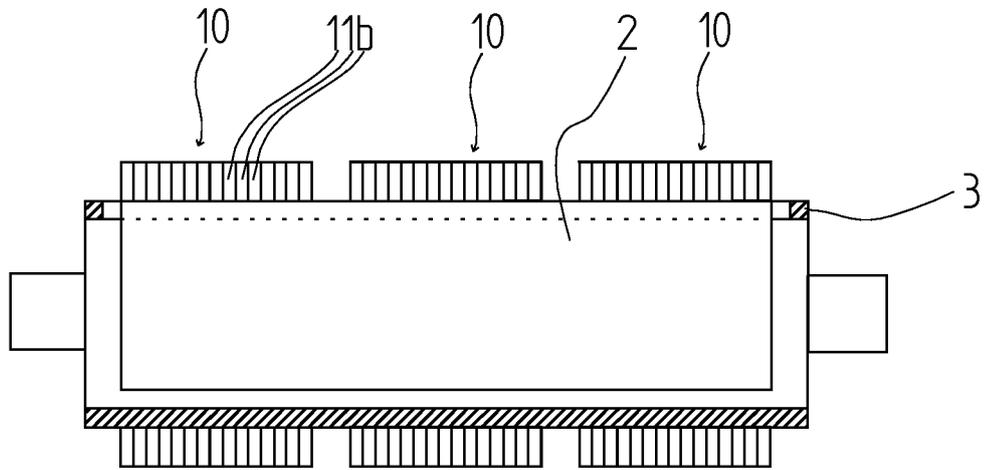


Fig. 6

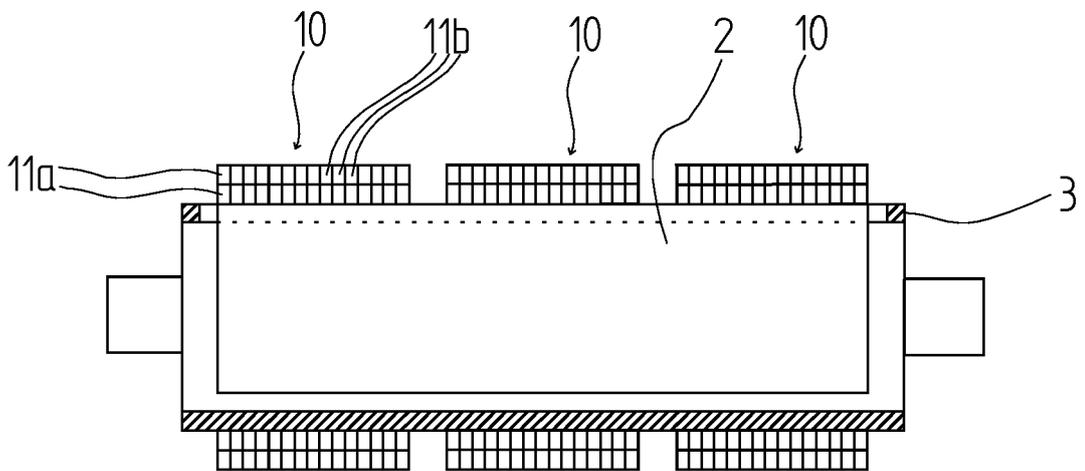


Fig. 7

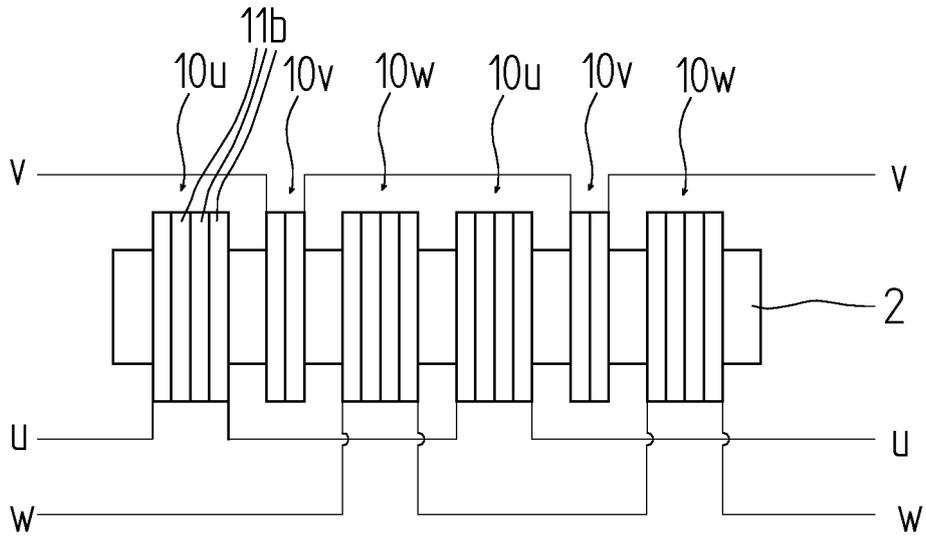


Fig. 8

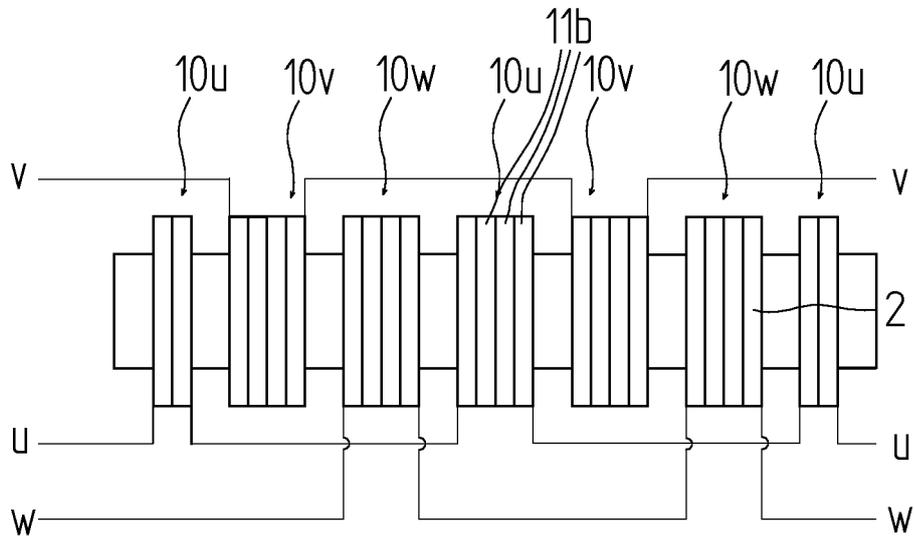


Fig. 9

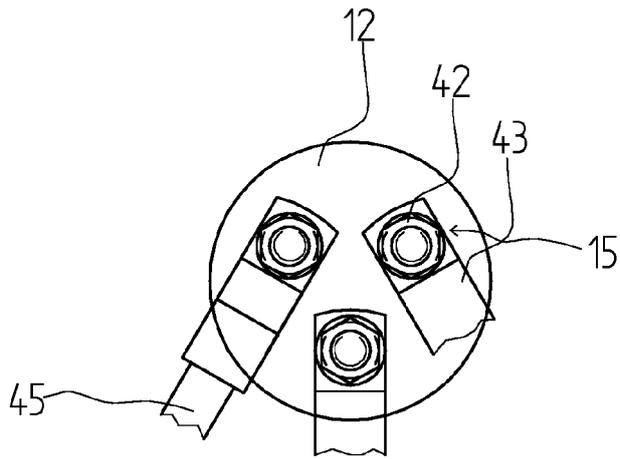


Fig. 10

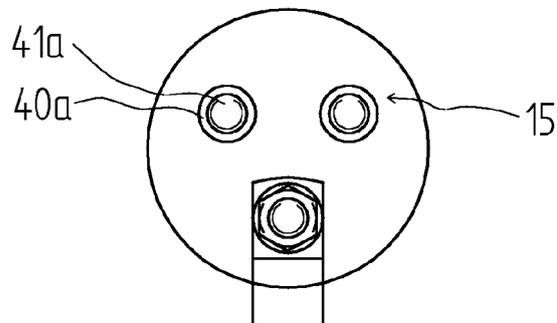
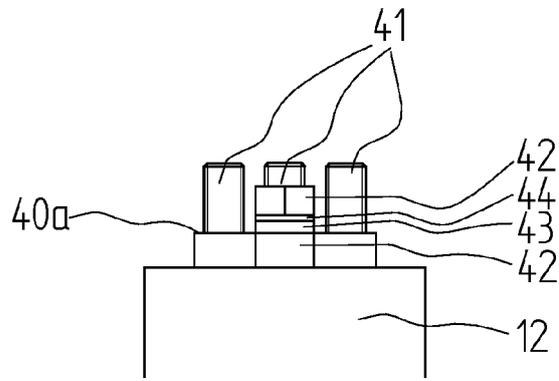


Fig. 11

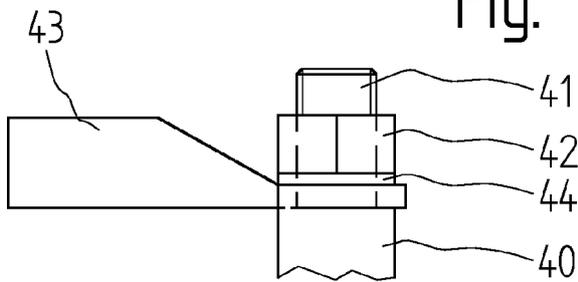


Fig. 12

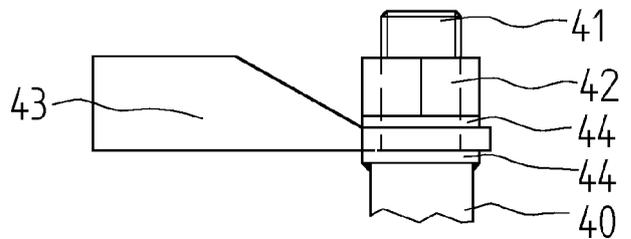


Fig. 13

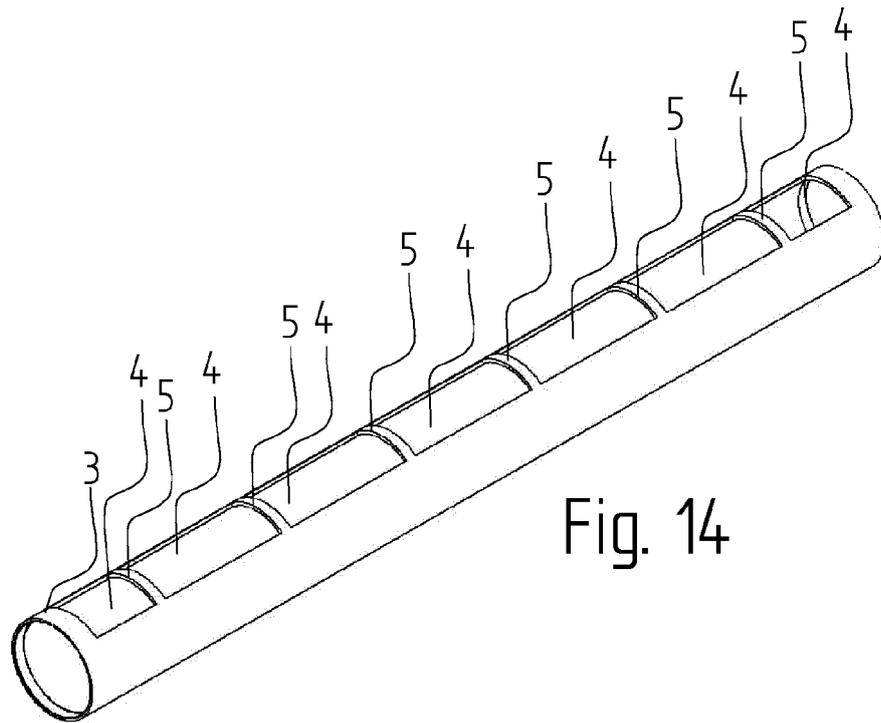


Fig. 14

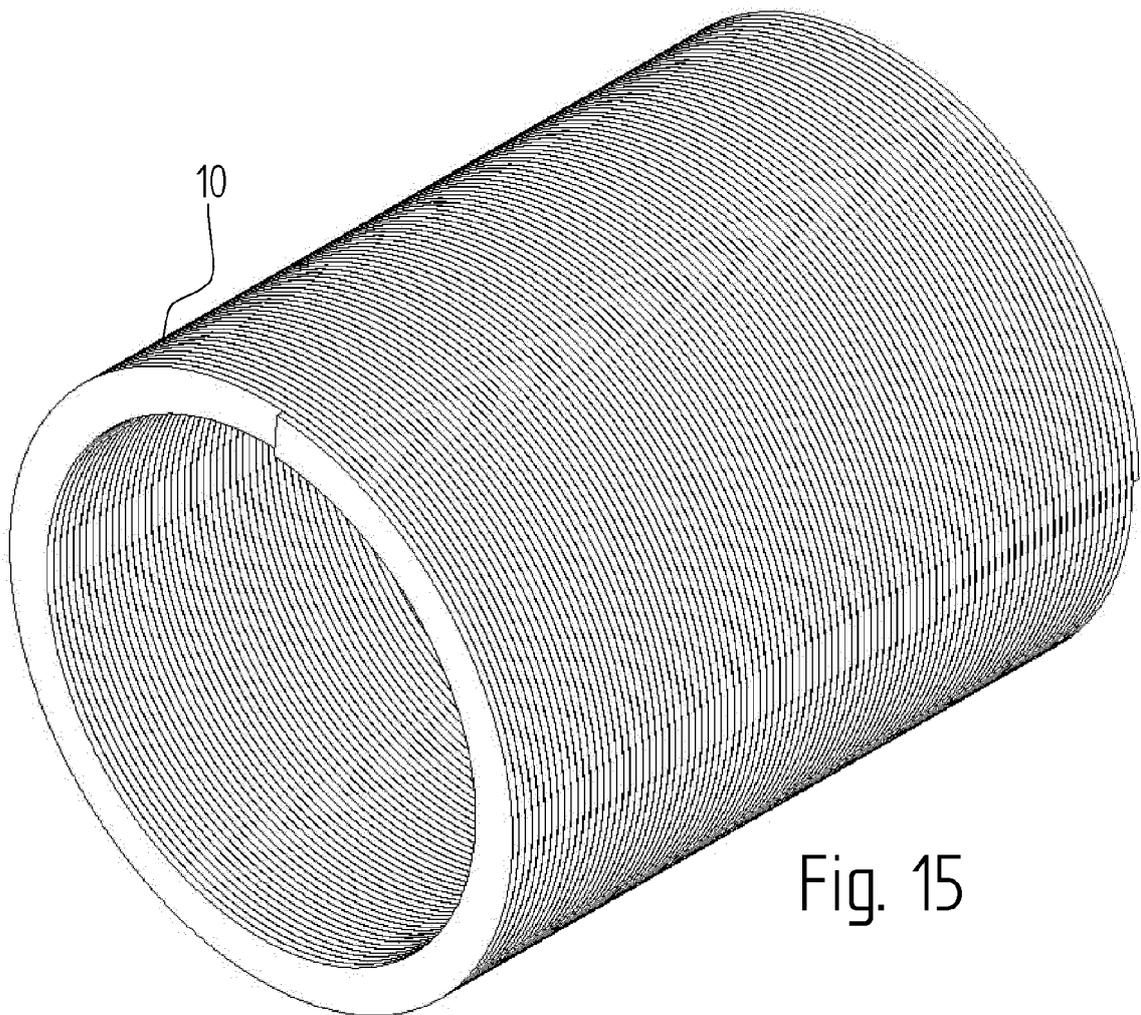


Fig. 15



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 18 5996

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 429 731 A (DELIASSUS JEAN [FR]) 7. Februar 1984 (1984-02-07) * Ansprüche 1,3; Abbildungen 1,2 * * Spalte 3; Zeilen 27-34 * * Spalte 3; Zeilen 48-59 * -----	1-15	INV. B22D11/115 B22D11/12 B22D11/128 H05B6/34
X	SU 1 616 770 A1 (LE PROIZU ELMASH STR OB ELEKTR [SU]) 30. Dezember 1990 (1990-12-30) * Ansprüche 1,4; Abbildungen 1-4 * * Spalte 4; erste Absatz * -----	1-15	
X	SU 1 537 362 A1 (VNI PK I METALL MASH [SU]) 23. Januar 1990 (1990-01-23) * Spalte 3; Zeilen 19-40; Abbildungen 1-4 * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22D H05B
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. November 2020	Prüfer Momeni, Mohammad
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 18 5996

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-11-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 4429731 A	07-02-1984	AT 6995 T	15-04-1984
			AU 543464 B2	18-04-1985
			BR 8107601 A	17-08-1982
			CA 1179110 A	11-12-1984
			CS 236475 B2	15-05-1985
			EP 0053060 A1	02-06-1982
			ES 8300536 A1	01-11-1982
20			FR 2494607 A1	28-05-1982
			IN 159609 B	30-05-1987
			JP S6055217 B2	04-12-1985
			JP S57134253 A	19-08-1982
			MX 154192 A	10-06-1987
			US 4429731 A	07-02-1984
25			ZA 817942 B	24-11-1982

	SU 1616770 A1	30-12-1990	KEINE	

	SU 1537362 A1	23-01-1990	KEINE	
30	-----			
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20150290703 A1 [0003]
- US 20130008624 A1 [0003]
- US 4429731 A1 [0006] [0011]