

(19)



(10)

AT 515989 B1 2018-05-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 357/2014
 (22) Anmeldetag: 28.11.2011
 (45) Veröffentlicht am: 15.05.2018

(51) Int. Cl.: **H02K 3/04** (2006.01)
H02K 3/51 (2006.01)
H02K 17/16 (2006.01)
H02K 3/34 (2006.01)
H02K 15/04 (2006.01)
H02K 15/09 (2006.01)

(62) Ausscheidung aus A 1747/2011

(56) Entgegenhaltungen:
 US 2011175484 A1
 CN 201956853 U

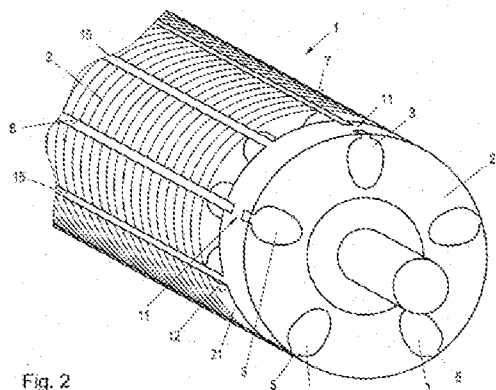
(73) Patentinhaber:
 ATB Spielberg GmbH
 8724 Spielberg (AT)

(72) Erfinder:
 Grabner Christian Dr.
 8685 Steinhaus am Semmering (AT)

(74) Vertreter:
 Beer & Partner Patentanwälte KG
 1070 Wien (AT)

(54) Kurzschlussrotor

(57) Ein Kurzschlussrotor (1) besitzt ein Rotorpaket (2), in dem geschrägte oder achsparallele Nuten (4), in die Kupferstäbe (3) eingesetzt sind, vorgesehen sind. An die Kupferstäbe (3) sind Streusegmentstege (5) angeformt, die zur Außenfläche (7) des Rotorpaketes (2) ragen. Die Kupferstäbe (3) sind gegenüber den Innenflächen (9) der Nuten (4) isoliert und an diesen über achsparallele Rippen (8) abgestützt. Die über die seitlichen Stirnflächen (12) des Rotorpaketes (2) vorstehenden Enden der Kupferstäbe (3), die Kerben (11) aufweisen, sind auf beiden Seiten des Rotorpaketes (2) mit angegossenen Kurzschlussringen (20) aus Aluminium elektrisch leitend verbunden. In einzelnen Nuten (4) sind aus dem Werkstoff Aluminium der Kurzschlussringe (20) bestehende und mit den Kurzschlussringen (20) einstückig ausgebildete Stäbe (15) vorgesehen. Die Aluminiumstäbe (15) sind mit gleichen Winkelabständen, insbesondere 90°, voneinander angeordnet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kurzschlussrotor (Kurzschlussläufer) mit den Merkmalen des einleitenden Teils von Anspruch 1.

[0002] Kurzschlussrotoren (Käfigrotoren), wie sie für Asynchronmaschinen verwendet werden, besitzen Kurzschlussringe. Problematisch bei den bekannten Rotoren ist es, dass es schwierig ist, Material einzusparen, wobei dieses Problem auch durch Verwenden von Kurzschlussläufern aus Aluminium, die im Druckgussverfahren hergestellt werden können, nicht gelöst ist.

[0003] Ein Kurzschlussrotor ist aus DE 102 47 484 A1 bekannt. Bei diesem Rotor für eine umrichter gespeiste Asynchronmaschine sind die als Kupferstäbe ausgebildeten elektrischen Leiter des Rotors in Nuten des geblecht ausgeführten Rotors (Käfigläufers) eingebettet. Zwischen den Kupferstäben und dem Blechpaket des Rotors sind elektrisch isolierende Schichten vorgesehen. Über die Ausgestaltung des Kurzschlussringes des bekannten Kurzschlussrotors gibt die DE 102 47 484 A1 keine Auskunft. Die Querschnittsform der Nuten im Blechpaket, in welchen die Kupferstäbe aufgenommen sind, kann gemäß DE 102 47 484 A1 rechteckig, trapezförmig oder tropfenförmig sein.

[0004] JP H09-65625A zeigt einen Kurzschlussrotor, in dem elektrische Leiter in Form von Kupferstäben vorgesehen sind. Zusätzlich sind bei dem bekannten Kurzschlussrotor weitere Stäbe vorgesehen, die zusammen mit den Endringen durch Gießen aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung gebildet werden.

[0005] JP H09-65625 A zeigt einen Kurzschlussrotor, in dem elektrische Leiter in Form von Stäben aus unterschiedlichen Werkstoffen (Aluminium und Kupfer) vorgesehen sind.

[0006] US 2011/0175484 A1 zeigt einen Kurzschlussrotor, bei dem die Enden von hochleitenden Kupferstäben aus einem Rotorblechpaket überstehen und mit Aluminiumguss in Form von Kurzschlussringen verbunden sind.

[0007] Ein weiterer Kurzschlussrotor ist aus CN 201956853 U bekannt. Bei dem bekannten Kurzschlussrotor sind nicht alle Nuten des Rotorblechpaketes von Kupferstäben besetzt, sondern teilweise mit dem Aluminiumguss der Kurzschlussringe aufgefüllt. Zusätzlich weisen alle Kupferstäbe an beiden ihrer Enden Kerben auf.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kurzschlussrotor zu schaffen, der einfach herzustellen ist. Weiters soll die Energieeffizienz in Asynchronmaschinen durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Kurzschlussrotors verbessert (gesteigert) werden.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit einem Kurzschlussrotor, der die Merkmale von Anspruch 1 aufweist.

[0010] Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Ein Kurzschlussrotor für eine Asynchronmaschine, der aus Kupfer- und Aluminiumstäben sowie Kurzschlussringen aus Aluminium besteht, wobei die Kupferstäbe über die Seitenflächen des Rotorpaketes überstehen und abwechselnd keine Kerben oder Kerben auf beiden Seiten aufweisen, welche mit dem Aluminium der Kurzschlussringe ausgefüllt sind, ist aus dem Stand der Technik nicht bekannt und auch nicht nahegelegt, weil der Fachmann dem Stand der Technik keine Anregung entnehmen wird, einen Kurzschlussrotor mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 auszubilden.

[0012] Bei dem erfindungsgemäßen Kurzschlussrotor können beide aus Aluminium bestehenden Kurzschlussringe, also der Kurzschlussring an der AS-Seite (Abtriebseite) und der Kurzschlussring an der BS-Seite (Bremsenseite), in einem Arbeitsgang, beispielsweise durch ein Aluminiumdruckgussverfahren, hergestellt werden.

[0013] Wenn in dem Rotorpaket des erfindungsgemäßen Kurzschlussrotors n Nuten (beispielsweise n=24) vorgesehen sind, können aus m Nuten (beispielsweise m=4) Kupferstäbe

weggelassen werden. Diese m Nuten, die insbesondere über den Umfang des Rotorpaketes gleichmäßig verteilt (gleiche Winkelabstände (z.B. 90° - mechanische Grade) voneinander) sind, erlauben das Strömen von flüssigem Aluminium von einem Ende (AS) des Rotorpaketes zum anderen Ende (BS) (beispielsweise von der Abtriebsseite "AS" zur Bremsenseite "BS" hin), so dass beide Kurzschlussringe in einem Arbeitsgang hergestellt, d.h. an die über die Stirnflächen des Rotorpaketes überstehenden Enden der Kupferstäbe angegossen werden können.

[0014] Mit dem erfindungsgemäßen Kurzschlussrotor lassen sich in der Praxis kleinere Schlupfwerte erreichen und damit auch verringerte Verlustwerte. Das Ergebnis dieser Maßnahme ist, dass der Wirkungsgrad des Motors (Asynchronmaschine) bei gleichem Bauvolumen deutlich angehoben ist. Zusätzlich werden bei dem erfindungsgemäßen Motor parasitäre Effekte, wie "Querströme" im Rotorkäfig, klein gehalten.

[0015] Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen.

[0016] Es zeigt:

[0017] Fig. 1 schematisch eine Einzelheit eines Kurzschlussrotors,

[0018] Fig. 2 in Schrägansicht (teilweise) einen Kurzschlussrotor und

[0019] Fig. 3 schematisch einen doppelt gekerbten Kupferstab.

[0020] Bei dem erfindungsgemäßen Kurzschlussrotor 1 ist in über den Außenumfang des Rotorpaketes 2 (Blechkpaket) gleichmäßig verteilt eine Reihe von Kupferstäben 3 als elektrische Leiter vorgesehen. Die Kupferstäbe 3 sind in achsparallelen oder geschrägt ausgeführten Nuten 4 in dem Rotorpaket 2, dem Grundkörper des Rotors 1, angeordnet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel haben die Nuten 4 und die Kupferstäbe 3 einander entsprechende, im Beispiel im Wesentlichen tropfenförmige Querschnittsformen. Andere Querschnittsformen für die Nuten 4 und die Kupferstäbe 3, wie polygonale (dreieckig, viereckig) oder kreisrunde sind ebenfalls in Betracht gezogen.

[0021] Mit jedem der Kupferstäbe 3 einstückig ausgebildet ist ein Streusegmentteil 5 ("Streusteg"), der in das offene Ende der Nut 4 im Rotorpaket 2 ragt. Die äußere Endfläche 6 des Streusegmentteils 5 fluchtet mit der (zylindrischen) Außenfläche 7 des Rotorpakets 2.

[0022] Zur sicheren Führung der Kupferstäbe 3 in den Nuten 4 des Rotorpaketes 2 sind an den Kupferstäben 3 drei längslaufende Rippen 8 vorgesehen, die an der Innenfläche 9 der Nuten 4 anliegen und so als Führung für die Kupferstäbe 3 ("3 Punkt"-Führung) dienen. Statt der Rippen 8 können an der Außenfläche der Kupferstäbe 3, z.B. kegelförmige oder kegeltumpfförmige, Vorsprünge, die an der Innenfläche 9 der Nuten 4 anliegen, vorgesehen sein.

[0023] Um die Kupferstäbe 3 gegenüber dem Rotorpaket 2 zu isolieren, können entweder Isoliermaterialien eingelegt sein oder aber es wird - bevorzugt - eine elektrische Isolierung durch Oxidschichten auf der Innenfläche 9 der Nuten 4 und/oder der Außenseite der Kupferstäbe 3 erzeugt.

[0024] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann die Isolierung durch Oxidschichten wie folgt hergestellt werden.

[0025] Zunächst wird das Rotorpaket 2 thermisch behandelt (Bläuen), sodass auf diesem eine Oxidschicht, insbesondere an der Innenseite 9 der Nuten 4, erreicht wird.

[0026] Die Isolierung des gebläuten Rotorpaketes 2 wird durch Tränken des Rotorpaketes 2 in einem Harzbad, das eine Tränkisolation 10 ergibt, verstärkt.

[0027] Die Kupferstäbe 3, die in die geschrägten oder achsparallelen Nuten 4 des Rotorpaketes 2 einzusetzen sind, werden unabhängig von den beiden zuvor genannten Maßnahmen vor dem Verarbeitungsvorgang (Einsetzen der Kupferstäbe 3 in die Nuten 4) ebenfalls oxidiert, sodass auch auf den Kupferstäben 3 eine zuverlässige elektrische Isolation verwirklicht wird.

[0028] Hinzuweisen ist noch darauf, dass die in die Nuten 4 des Rotorpaketes 2 eingesetzten

Kupferstäbe 3 beispielsweise eine Tropfenform aufweisen. Unabhängig von der Form der Kupferstäbe 3 und der entsprechenden Form der Nuten 4 können erfindungsgemäß folgende Maßnahmen verwirklicht werden:

[0029] Der Streusteg 5 kann durch eine spezielle Formgebung der Kupferstäbe 3 verwirklicht werden, wie dies insbesondere und beispielhaft aus Fig. 1 ersichtlich ist.

[0030] Durch die längslaufenden Rippen 8 (oder Vorsprünge) an den Kupferstäben 3 ergibt sich eine vorteilhafte "3 Punkt"-Führung, sodass es durch die oben geschilderten Maßnahmen (Bläuen und Tränken im Harzbad) möglich ist, die Stäbe 3 in das Rotorpaket 2 einzuschieben, wobei nur an drei Punkten oder Linien ein Kontakt Kupferstab-Rotorblechpaket auftritt. Dies hat eine vorteilhafte Reduktion der parasitären Querströme zur Folge. Zwischen den Führungsvorsprüngen (diese können durchgehende Rippen 8 oder einzelne bzw. knopfartige (kegelförmige) Vorsprünge sein) befindet sich eine genau definierte Isolierschicht 10 aus Gießharzmaterial durch die Tränkharzisolierung.

[0031] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind die Kurzschlussringe 20 bei dem erfindungsgemäßen Kurzschlussrotor 1 aus Aluminium ausgeführt. Dabei ist vorgesehen, dass die beidseitig über das Rotorpaket 2 überstehenden Enden der beispielsweise eine tropfenförmige Querschnittsform aufweisenden Kupferstäbe 3 in die Kurzschlussringe 20 eingreifen.

[0032] Wie in Fig. 3 gezeigt, besitzen die Kupferstäbe 3 des erfindungsgemäßen Kurzschlussrotors 1 an keinem Ende oder an beiden Enden (Fig. 3) Kerben 11. Die Form der Kerben 11 ist nicht wesentlich. Kerben 11 mit gebogener Form sind erfindungsgemäß ebenso in Betracht gezogen wie gewinkelte Formen, z.B. dreieckige oder trapezförmige Kerben 11.

[0033] Bei dem erfindungsgemäßen Kurzschlussrotor 1 bestehen die Kurzschlussringe 20 aus Aluminium und werden beispielsweise im Aluminiumdruckgussverfahren hergestellt. Es werden also die über die Stirnflächen 12 des Rotorpaketes 2 überstehenden Enden der Kupferstäbe 3 in einem Arbeitsgang mit Aluminium umgossen, um die Kurzschlussringe 20 zu bilden. Normalerweise gibt es keinen Spalt 21 zwischen dem Rotorpaket 2 und dem gegossenen Aluminium-Kurzschlussring 20 auf der AS-Seite und der BS-Seite.

[0034] Wenn im Vorliegenden "Aluminium" angesprochen ist, sind nicht nur (technisch) reines Aluminium, sondern auch Aluminiumlegierungen gemeint.

[0035] Dabei sind in den Nuten 4 des Rotorpaketes 2 (Blechpaket) Kupferstäbe 3 so angeordnet, dass an beiden Enden (abtriebseitig "AS" und bremsenseitig "BS") abwechselnd Kerben 11 aufweisende und keine Kerben 11 aufweisende Enden von Kupferstäben 3 über das Rotorpaket 2 überstehen.

[0036] Die Anordnung der Kupferstäbe 3 ist die folgende:

[0037] Am Rotorumfang sind in die Nuten 4 des Rotorpaketes 2 jeweils abwechselnd ein "doppelt gekerbter" und ein "nicht gekerbter" Kupferstab 3 eingeschoben.

[0038] Vor dem Angießen der Aluminium-Kurzschlussringe 20 können die überstehenden Enden der Kupferstäbe 3 mechanisch und/oder chemisch blank gemacht werden, um eine gut elektrisch leitende Verbindung zwischen den Kupferstäben 3 und den Kurzschlussringen 20 zu erreichen.

[0039] Bei dem erfindungsgemäßen Kurzschlussrotor 1 sind nicht in alle Nuten 4 des Rotorpaketes 2 Kupferstäbe 3 mit über beide Stirnflächen 12 des Rotorpaketes überstehenden, vorzugsweise gekerbten und nicht gekerbten Enden eingesetzt.

[0040] In wenigstens eine Nut 4 des Rotorpaketes 2 ist kein Kupferstab 3 eingesetzt. Bevorzugt sind über den Umfang des Rotorpaketes 2 gleichmäßig verteilte Nuten 4 nicht mit Kupferstäben 3 bestückt. Beispielsweise sind bei vierundzwanzig (24) Nuten 4 des Rotorpaketes 2 vier (4) Nuten 4, die voneinander einen Winkelabstand von 90° haben, frei von Kupferstäben 3 und werden beim Angießen der Kurzschlussringe 20 mit Aluminium gefüllt, so dass in diesen Nuten 4 des Rotorpaketes 2 Aluminiumstäbe 15 vorgesehen sind, die mit beiden Kurzschlussringen

20 einstückig sind. Dies erlaubt es beim Herstellen des erfindungsgemäßen Kurzschlussrotors 1 die Kurzschlussringe 20 (beide) durch einen Arbeitsgang im Aluminiumdruckgussverfahren von einer Seite, z.B. der Abtriebseite, aus herzustellen.

[0041] Mit Vorteil kann im Rahmen der Erfindung in einer möglichen Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Kurzschlussringe 20 von den Stirnflächen 12 des Rotorpaketes 2 Abstand (Spalt 21) haben, sodass eine vorteilhafte Entkopplung erreicht wird. Auf Grund der Entkopplung der an die Kupferstäbe 3 angegossenen Kurzschlussringe 20 vom Rotorpaket 2 ergeben sich bezüglich der Kühlung des Kurzschlussringes 20 Vorteile. Dies gilt sowohl für den Betrieb eines mit dem erfindungsgemäßen Kurzschlussrotor 1 ausgestatteten Motors durch Luftverwirbelung einerseits als auch für das Herstellen des erfindungsgemäßen Kurzschlussrotors 1, wenn die Kupferstäbe 3 mit den Kurzschlussringen 20 im Aluminiumdruckgussverfahren umgossen werden, andererseits.

[0042] Zusammenfassend kann ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wie folgt beschrieben werden:

[0043] Ein Kurzschlussrotor 1 besitzt ein Rotorpaket 2, in dem geschrägte oder achsparallele Nuten 4, in die Kupferstäbe 3 eingesetzt sind, vorgesehen sind. An die Kupferstäbe 3 sind Streusegmentstege 5 angeformt, die zur Außenfläche 7 des Rotorpaketes 2 ragen. Die Kupferstäbe 3 sind gegenüber den Innenflächen 9 der Nuten 4 isoliert und an diesen über achsparallele Rippen 8 abgestützt. Die über die seitlichen Stirnflächen 12 des Rotorpaketes 2 vorstehenden Enden der Kupferstäbe 3, die Kerben 11 aufweisen, sind auf beiden Seiten des Rotorpaketes 2 mit angegossenen Kurzschlussringen 20 aus Aluminium elektrisch leitend verbunden. In einzelnen Nuten 4 sind aus dem Werkstoff Aluminium der Kurzschlussringe 20 bestehende und mit den Kurzschlussringen 20 einstückig ausgebildete Stäbe 15 vorgesehen. Die Aluminiumstäbe 15 sind mit gleichen Winkelabständen, insbesondere 90°, voneinander angeordnet.

Patentansprüche

1. Kurzschlussrotor (1) für eine Asynchronmaschine, bestehend aus einem Rotorpaket (2), das nach außen zur Umfangsfläche (7) hin offene Nuten (4) aufweist, wobei in geschrägten oder achsparallelen Nuten (4) elektrische Leiter in Form von Kupferstäben (3) aufgenommen sind und wobei an beiden Enden des Kurzschlussrotors (1) Kurzschlussringe (20) vorgesehen sind, wobei in wenigstens einer Nut (4) ein Stab (15) vorgesehen ist, der wie die Kurzschlussringe (20) aus Aluminium besteht, und wobei an Enden von Kupferstäben (3) Kerben (11) vorgesehen sind, welche Kerben (11) mit dem Werkstoff Aluminium der Kurzschlussringe (20) ausgefüllt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupferstäbe (3) über die Seitenflächen (12) des Rotorpaketes (2) überstehen, über das Rotorpaket (2) überstehende Enden von Kupferstäben (3) abwechselnd Kerben (11) aufweisen und von Kerben (11) frei sind, und dass in die Nuten (4) abwechselnd Kupferstäbe (3), die an beiden Enden Kerben (11) aufweisen, und Kupferstäbe (3), die von Kerben (11) frei ausgebildet sind, eingeschoben sind.
2. Kurzschlussrotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stab (15) aus Aluminium mit einem, bevorzugt mit beiden der Kurzschlussringe (20) einstückig ausgebildet ist.
3. Kurzschlussrotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei oder mehr als zwei, insbesondere vier, Stäbe (15) aus Aluminium vorgesehen sind.
4. Kurzschlussrotor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stäbe (15) aus Aluminium bezogen auf die Achse des Rotorpaketes (2) voneinander gleiche Winkelabstände aufweisen.
5. Kurzschlussrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Stab (15) aus Aluminium und die Kurzschlussringe (20) einstückig gegossen, insbesondere im Druckgussverfahren gegossen sind.
6. Kurzschlussrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Rotorpaket (2) vierundzwanzig Nuten (4) vorgesehen sind und dass in vier Nuten (4) Stäbe (15), die aus Aluminium bestehen, vorgesehen sind.
7. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass über die Seitenflächen (12) des Rotorpaketes (2) des Rotors (1) vorstehende Enden der Kupferstäbe (3) mit dem Werkstoff Aluminium der Kurzschlussringe (20) umgossen sind.
8. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass Kerben (11) bezogen auf die Achse des Rotorpaketes (2) radial nach innen und/oder radial nach außen weisen.
9. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupferstäbe (3) eine tropfenförmige Querschnittsform aufweisen.
10. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Kupferstäben (3) und an dem wenigstens einen Stab (15) aus Aluminium in das offene Ende der Nuten (4) ragende Streusegmentstege (5) vorgesehen sind.
11. Rotor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenflächen (6) der Streusegmentstege (5) mit der Außenfläche (7) des Rotorpaketes (2) fluchten.
12. Rotor nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Streusegmentstege (5) bis in die Kurzschlussringe (20) ragen.
13. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenflächen der Kupferstäbe (3) und/oder die Innenflächen (9) der Nuten (4) mit einer Isolationschicht versehen sind, wobei die Isolationschicht insbesondere eine Oxidschicht ist.

14. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Enden der Kupferstäbe (3) vor dem Angießen der Kurzschlussringe (20) mechanisch und/oder chemisch blank gemacht sind.
15. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kurzschlussringe (20) im Druckgussverfahren angegossen sind.
16. Rotor nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kurzschlussringe (20) in einem einzigen Verfahrensschritt angegossen sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

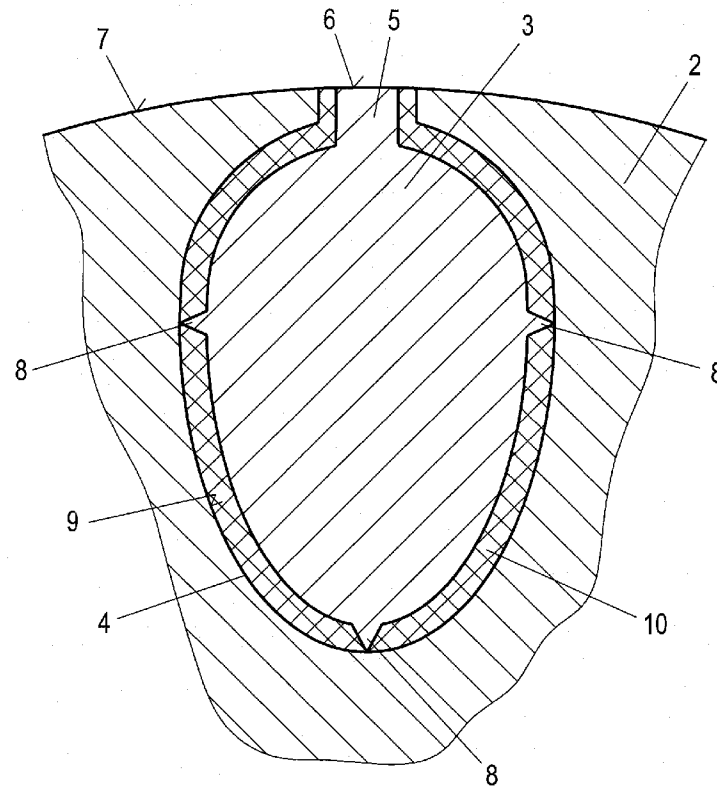
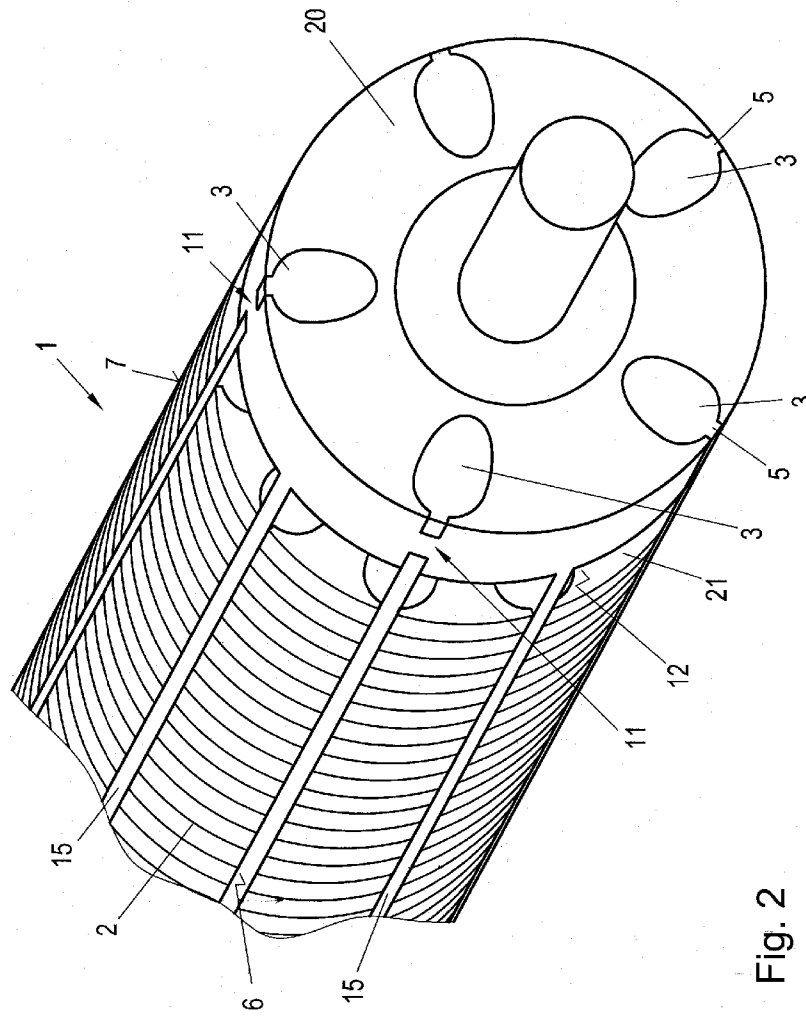


Fig. 1

2/3



3/3

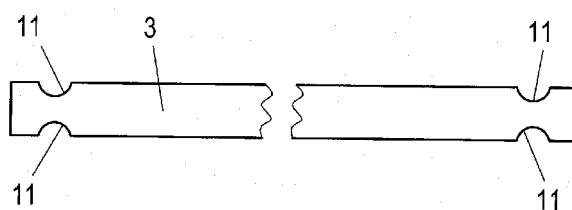


Fig. 3