

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Februar 2002 (28.02.2002)

PCT

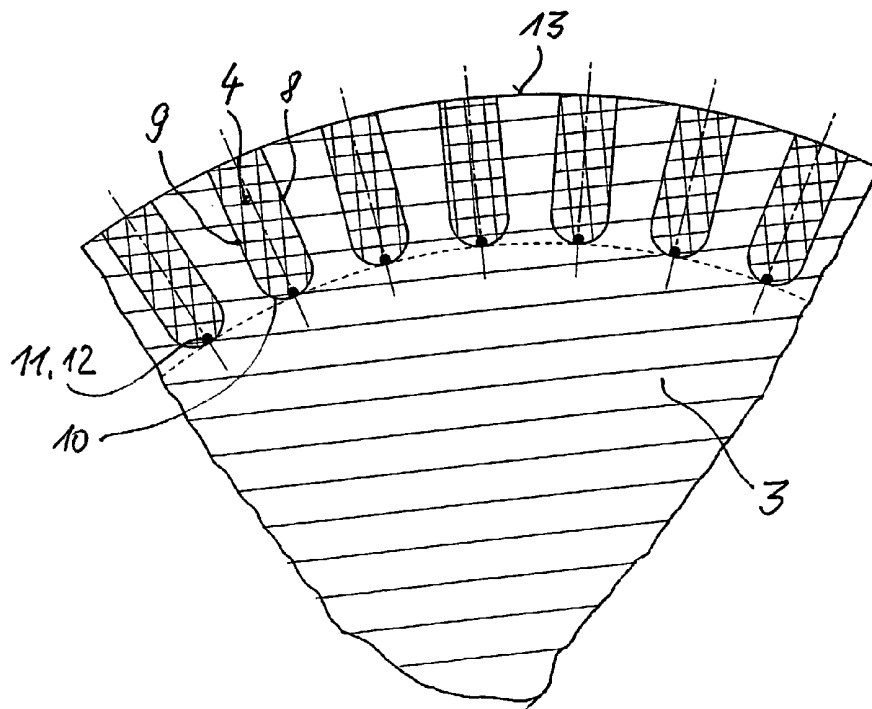
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/17461 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02K** (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03093 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KUEMMLEE, Horst**
(22) Internationales Anmeldedatum: 15. August 2001 (15.08.2001) [DE/DE]; Am Krähenberg 16, 13505 Berlin (DE). **HEN-**
NING, **Holger** [DE/DE]; Landgrafenstrasse 9, 10787
Berlin (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (DE).
(30) Angaben zur Priorität: 100 43 329.4 23. August 2000 (23.08.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): NO, US.
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SQUIRREL CAGE ROTOR FOR AN ASYNCHRONOUS INDUCTION MOTOR

(54) Bezeichnung: KÄFIGLÄUFER FÜR EINEN ASYNCHRONEN INDUKTIONSMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a novel squirrel cage rotor. The aim of the invention is to provide a squirrel cage rotor that allows for a power output of the motor of more than 1 MW even at speeds of more than 10000 rpm. To this end, the conductor bars (4) of the squirrel cage are soldered into grooves (8, 9) arranged on the periphery of the massive rotor core (3) across their entire length and the conductor bars are arranged to be flush with to the surface (13) of the rotor core (3).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/17461 A2



Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Der neue Käfigläufer soll eine Leistungsabgabe des Motors von mehr als 1 MW auch bei Drehzahlen grösser 10.000 U/Min. ermöglichen. Hierzu ist vorgesehen, die Leiterstäbe (4) des Kurzschlusskäfigs in am Umfang des massiven Läuferkerns (3) angeordnete Nuten (8, 9) über ihre ganze Länge einzulöten und hierbei die Leiterstäbe plan zur Oberfläche (13) des Läuferkerns (3) anzuordnen.

Beschreibung

Käfigläufer für einen asynchronen Induktionsmotor

5 Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der dynamoelektrischen Maschinen und ist bei der konstruktiven Ausgestaltung des Läufers eines asynchronen Induktionsmotors anzuwenden, bei dem die als Leiterstäbe ausgebildeten Wicklungen mittels Kurzschlussringen kurzgeschlossen sind.

10

Bei einer bekannten Asynchronmaschine dieser Art besteht der Läuferkern aus massivem Stahl, wobei in die dem Luftspalt zugewandte Oberfläche des Läufers Nuten eingearbeitet sind, die jeweils radial nach außen konvergierende Nutwände aufweisen.

15

Die dem Läufer zugeordnete Wicklung ist als Käfigwicklung ausgebildet und besteht aus Leitermetallstäben, die in den Läufernuten formschlüssig angeordnet sind. Die außerhalb des Blechpaketes des Ständers liegenden Abschnitte der Leitermetallstäbe bilden gemeinsam einen zusammengesetzten ringförmigen Wicklungsteil, wobei diese Abschnitte zweckmäßig miteinander verschweißt sind. Da die Leiterstäbe als U-Profilstäbe ausgebildet sind, wobei jeder U-Schenkel eine Läufernut zur Hälfte ausfüllt, ragt die Käfigwicklung teilweise in den magnetischen Luftspalt hinein (DE 2 537 706 B1).

25

Bei einer anderen bekannten Asynchronmaschine ist der Läuferkern aus Blechen aufgebaut, die zur Aufnahme von Leiterstäben mit Ausnehmungen versehen sind. Den Leiterstäben sind an den Enden Kurzschlussringe zugeordnet, die mit den Enden der Leiterstäbe verlötet sind (DE 2 362 195 A1).

30

Für eine Asynchronmaschine großer Leistung und hoher Betriebsdrehzahl ist weiterhin eine Läuferkonstruktion bekannt,

bei der dem aus Blechen aufgebauten Läuferkern ein vorgefertigter Kurzschlusskäfig zugeordnet ist, wobei der Kurzschlusskäfig aus zwei Halbkäfigen mit angeformten Kurzschlussringen besteht, die etwa im Bereich der halben Länge des Kurzschlussläufers miteinander verschweißt oder verlötet sind. Auf die Kurzschlussringe sind dabei zweckmäßig noch hochfeste, nichtmagnetische Kappenringe aufgezogen (DE 197 29 432 C1).

10 Ausgehend von einem Käfigläufer für einen asynchronen Induktionsmotor mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1 (DE 2 527 706 B1) liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den Käfigläufer so auszugestalten, dass er bei einer Leistungsabgabe des Motors von mehr als 1 MW auch bei
15 Drehzahlen von mehr als 10.000 U/min und damit bei Umfangsgeschwindigkeiten von mehr als 200 m/sec betrieben werden kann und hierzu einfach herstellbar ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß der Erfindung vorgesehen,
20 dass die Nuten parallele oder annähernd parallele Nutenwände aufweisen

und dass die Leiterstäbe über ihre ganze Länge in die Nuten eingelötet sind,
wobei die Leiterstäbe plan zur Oberfläche des Läuferkernes
25 angeordnet sind.

Ein derart ausgestalteter Käfigläufer zeichnet sich durch eine radial kleine Bauhöhe des Käfigs aus. Demzufolge kann - bei gleichem Außendurchmesser des Läufers im Vergleich zu
30 Läufern mit größerer Bauhöhe des Kurzschlusskäfigs - die Läuferwelle einen größeren Durchmesser aufweisen, was zu einer steiferen Läuferkonstruktion und damit zu geringerer Schwingungsneigung bei hohen Drehzahlen führt. Dadurch, dass die

Leiterstäbe plan zur Oberfläche des Läufers angeordnet sind - beispielsweise durch einen spanabhebenden Bearbeitungsvorgang - weist der Käfigläufer eine glatte Oberfläche und damit sehr kleine Reibungsverluste auf. - Der zur Fixierung der Leiterstäbe in den Nuten des Läuferkernes erforderliche Lötprozess ist fertigungstechnisch leicht zu beherrschen. Zum Einbringen des Lotes in die Fügebereiche empfiehlt es sich dabei, die Leiterstäbe in dem dem Nutgrund zugewandten Bereich mit einer längsverlaufenden Rinne zu versehen, in die vor dem Einlegen der Leiterstäbe in die Nuten das Lotmaterial eingebracht wird. Die Rinne kann zur Aufnahme eines runden Lotdrahtes kreisförmig gestaltet sein. - Alternativ kann zunächst stab- oder drahtförmiges Lötmaterial in die jeweilige Nut gelegt und anschließend der Leiterstab mit der Rinne über das Lötmaterial gestülpt werden.

Die Zuordnung der Kurzschlussringe zu den in die Nuten des Läuferkernes eingelöteten Leiterstäben kann in Weiterbildung der Erfindung in der Weise erfolgen, dass der Läuferkern und die Leiterstäbe an den Enden des Läuferkernes, dass heißt im nichtaktiven Bereich des Kurzschlusskäfigs, konisch verjüngt sind und dass auf den verjüngten Bereich ein innen ebenfalls konisch verjüngter Kurzschlussring aufgelötet ist. Bei einer solchen Ausgestaltung trägt der Kurzschlussring nur geringfügig über den Durchmesser des Läuferkernes auf, wobei der Kurzschlussring - abhängig von der Neigung der konischen Zuspitzung - über eine große Fläche mit den Leiterstäben verbunden ist. Zusätzlich wird durch diese Maßnahme die Stromverteilung im Kurzschlussringquerschnitt vergleichmäßigt; weiterhin lassen sich Wärmedehnungsunterschiede zwischen Läuferkern und dem Kurzschlussring beim Lötprozess durch axiales Verschieben des Kurzschlussringes kompensieren.

Anstelle der Verwendung eines diskreten Kurzschlussringes kann man zur Bewerkstelligung des elektrisch erforderlichen Kurzschlusses im Bereich der Enden der Leiterstäbe - wobei diese kürzer als der Läuferkern sind - zwei Ringnuten vorse-
5 hen, in deren Bereich je zwei benachbarte Leiterstäbe über ein eingelegtes Zwischenstück miteinander verlötet sind.

Zwei Ausführungsbeispiele des neuen Käfigläufers sind in den Figuren 1 bis 5 dargestellt. Dabei zeigt

10 Figur 1 einen Käfigläufer mit an den Enden des Läuferkernes konisch verjüngten Enden der Leiterstäbe, Figur 2 die Zuordnung von Leiterstäben und Kurzschlussring gemäß Figur 1 im Detail, Figur 3 eine Querschnittsdarstellung von Nuten und
15 Leiterstäben gemäß Figur 1, Figur 4 einen Käfigläufer mit in die Mantelfläche des Läuferkernes eingesenkten Kurzschlussringen und Figur 5 die Ausgestaltung des Kurzschlussringes gemäß Figur 4 im Querschnitt.

20

Figur 1 zeigt den wesentlichen Bereich des Käfigläufers einer Asynchronmaschine, wobei im unteren Teil der Darstellung eine Ansicht und im oberen Teil der Darstellung ein Längsschnitt dargestellt sind. Der Käfigläufer besteht aus massivem Stahl
25 und weist eine Welle 2 mit der Achse A auf, die in einen Läuferkern 3 übergeht. Der Läuferkern ist in seinem Außendurchmesser größer als der Durchmesser der Welle 12 gewählt. In den Läuferkern sind in Achsrichtung verlaufende Nuten eingebracht, zwischen denen Stege 5 vorhanden sind, wobei in die
30 Nuten Leiterstäbe 4 eingesetzt sind. Diese sind durch einen Bearbeitungsvorgang plan mit der Oberfläche des Läuferkernes gestaltet.

5

Die Stege 5 und die in die Nuten des Läuferkernes eingesetzten Leiterstäbe 4 sind in den beiden Endbereichen konisch verjüngt, wodurch sich die konisch zur Läuferachse zulaufenden Bereiche 7 ergeben. Auf die beiden Bereiche 7 ist jeweils ein Kurzschlussring 6 aufgesetzt. Gemäß Figur 2 ist der Außendurchmesser D_R der Kurzschlussringe etwas größer als der Außendurchmesser D_K des Läuferkernes gewählt. Die Neigung der konischen Verjüngung ist mit dem Winkel α bezeichnet, der bei etwa 20° liegt.

10

Gemäß Figur 3 sind die in den Läuferkern 3 eingebrachten Nuten derart gestaltet, dass sie parallel verlaufende Nutwände 8 und 9 aufweisen und im Nutgrund 10 konkav gestaltet sind. Die in den Nuten eingesetzten Leiterstäbe sind an den Nutquerschnitt angepasst und weisen in ihren konvexgestalteten, an die konkave Gestaltung der Nut angepassten Bereich jeweils eine in Längsrichtung des Leiterstabes verlaufende Rinne 11 auf, in die Lötmaterial 12 eingesetzt ist. Durch Erwärmung des Läuferkernes wird dieses Lötmaterial zum Schmelzen gebracht, so dass im fertigen Zustand die Leiterstäbe 4 ganzflächig in die Nuten eingelötet sind.

20

Die auf die verjüngten Enden der Leiterstäbe und des Läuferkernes aufgesetzten Kurzschlussringe 6 sind mit den Enden der Leiterstäbe und dem abgeschrägten Stege des Läuferkernes ebenfalls durch eine stoffschlüssige Verbindung, insbesondere durch Löten, verbunden.

25

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 4 und 5 eines Käfigläufers 20 ist der Läuferkern 21 ebenfalls mit in Längsrichtung verlaufenden Nuten versehen, zwischen denen Stege 23 vorhanden sind. Diese Nuten sind in die Oberfläche des Läuferkernes eingegraben. In diese Nuten sind Leiterstäbe 23

30

eingelegt. An den beiden Enden der Nuten ist jeweils zusätzlich eine ringförmige Nut 24 vorgesehen, wodurch die Stege 22 beidendig verkürzt sind. In die Bereiche zwischen den Stegen 22 und den Ringnuten 24 sind Zwischenstücke 25 aus dem gleichen Material wie die Leiterstäbe, insbesondere Kupfer, eingesetzt. Diese Zwischenstücke bilden zusammen mit den Enden der Leiterstäbe die beiden Kurzschlussringe. Zwischenstücke und Enden der Leiterstäbe sind ebenfalls durch ein Lötverfahren stoffschlüssig miteinander verbunden. Hierzu sind die Zwischenstücke gemäß Figur 2 mit seitlichen Rinnen 26 versehen, in die ebenfalls Lötmaterial eingebracht ist. - Die Leiterstäbe 23 sind in gleicher Weise wie die Leiterstäbe 4 gemäß Figur 2 ausgebildet.

Patentansprüche

1. Käfigläufer für einen asynchronen Induktionsmotor größerer Leistung, bestehend aus

- 5 - einem integral mit einer Läuferwelle ausgebildeten Läuferkern (3) aus massivem Stahl, der mit in Achsrichtung verlaufenden Nuten versehen ist, und
- in den Nuten angeordneten, an den Nutquerschnitt angepassten Leiterstäben (4), die an ihren Enden jeweils mittels
- 10 stoffschlüssiger Verbindungen durch einen Kurzschlussring (6) kurzgeschlossen sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Nuten parallele oder annähernd parallele Nutwände (8, 9) aufweisen und

- 15 dass die Leiterstäbe (4) über ihre ganze Länge in die Nuten eingelötet sind,
- wobei die Leiterstäbe (4) plan zur Oberfläche (13) des Läuferkernes (3) angeordnet sind.

- 20 2. Käfigläufer nach Anspruch 1

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Läuferkern (3) und die Leiterstäbe (4) an den Enden des Läuferkernes konisch verjüngt (7) sind und dass auf den verjüngten Bereich ein innen ebenfalls konisch verjüngter

- 25 Kurzschlussring (6) aufgelötet ist.

3. Käfigläufer nach Anspruch 1

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Läuferkern (21) im Endbereich der Leiterstäbe (23)

- 30 mit jeweils einer Ringnut (24) versehen ist

und dass die Enden der Leiterstäbe über in die Ringnut eingesetzte Zwischenstücke (25) miteinander verlötet sind.

8

4. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 3

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Leiterstäbe (4) in dem dem Nutgrund (10) zugewandten Bereich mit einer längs verlaufenden Rinne (11) versehen

5 sind.

5. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Nutgrund (10) jeder Nut konkav geformt ist.

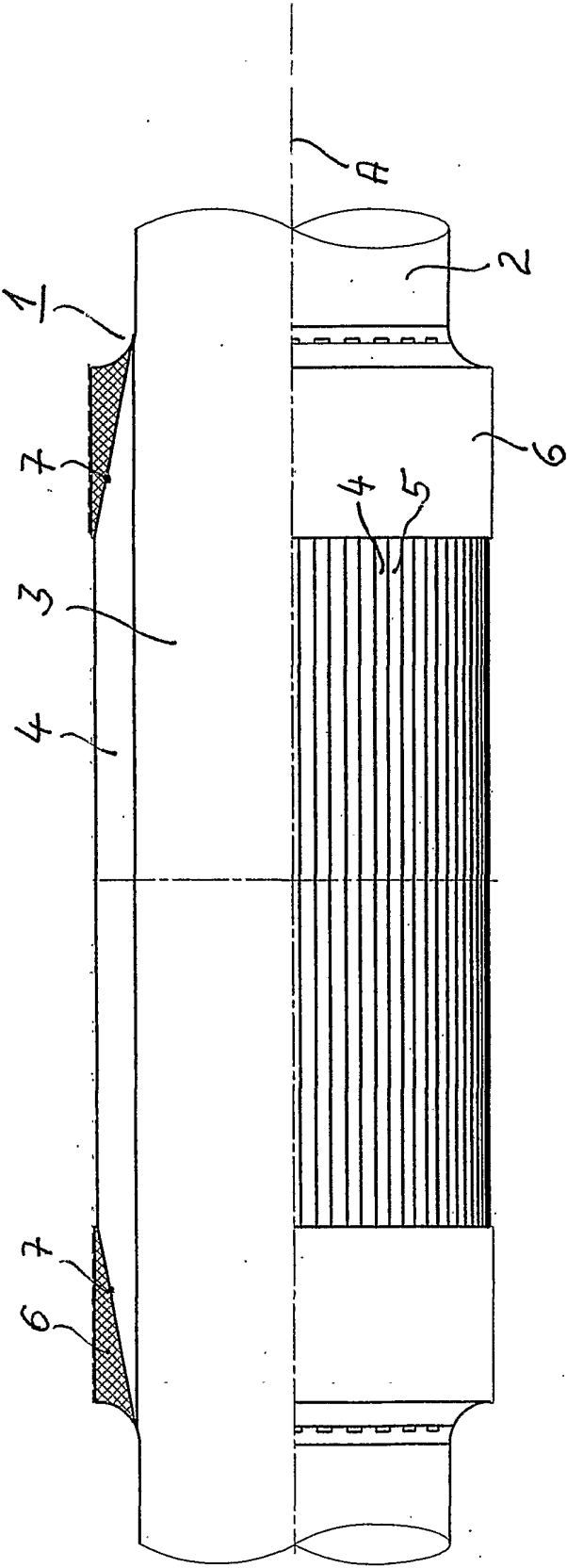
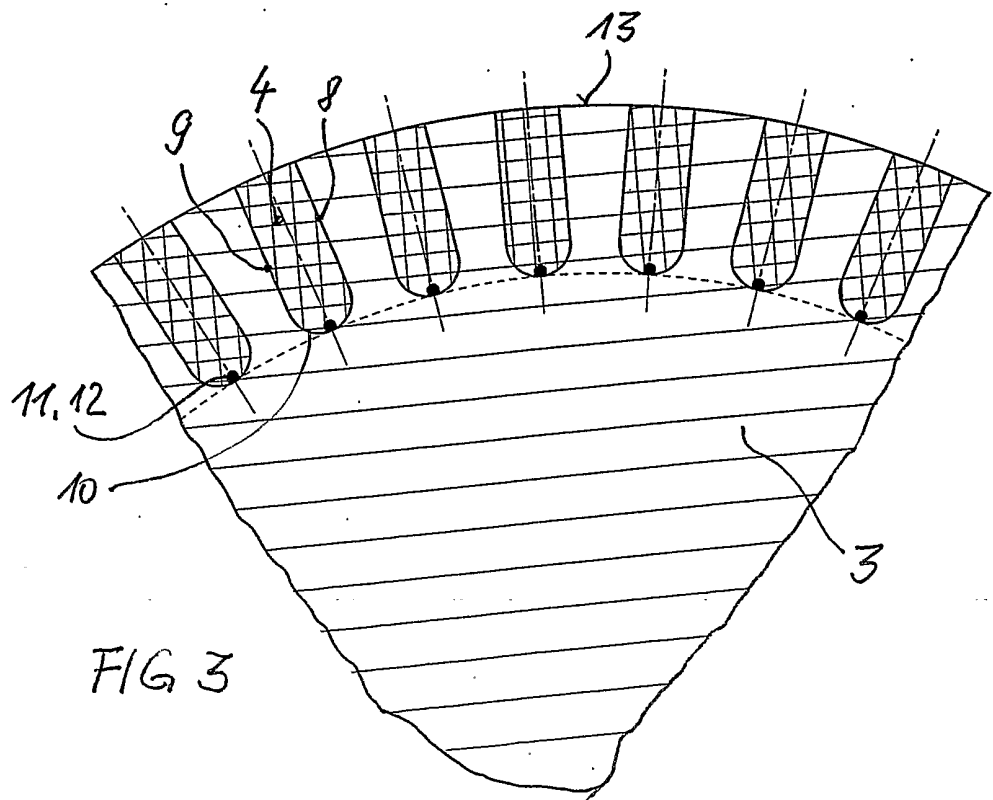
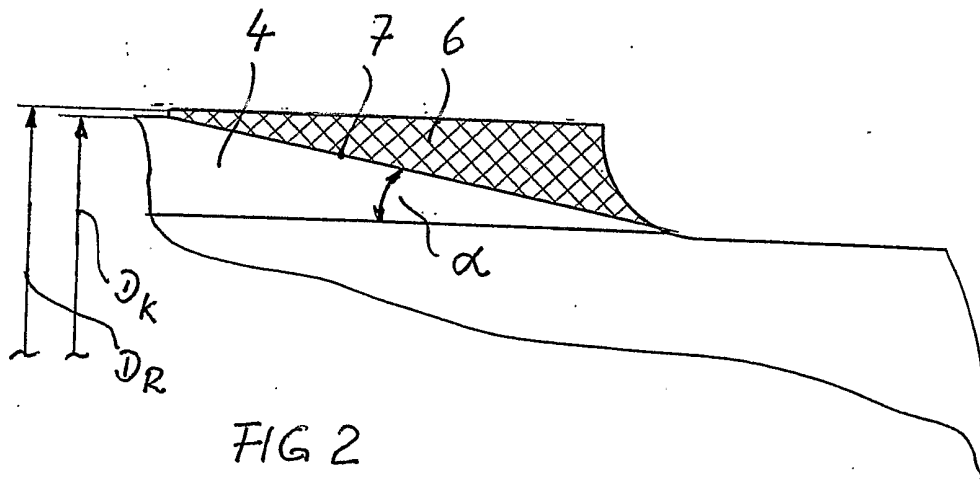


FIG 1



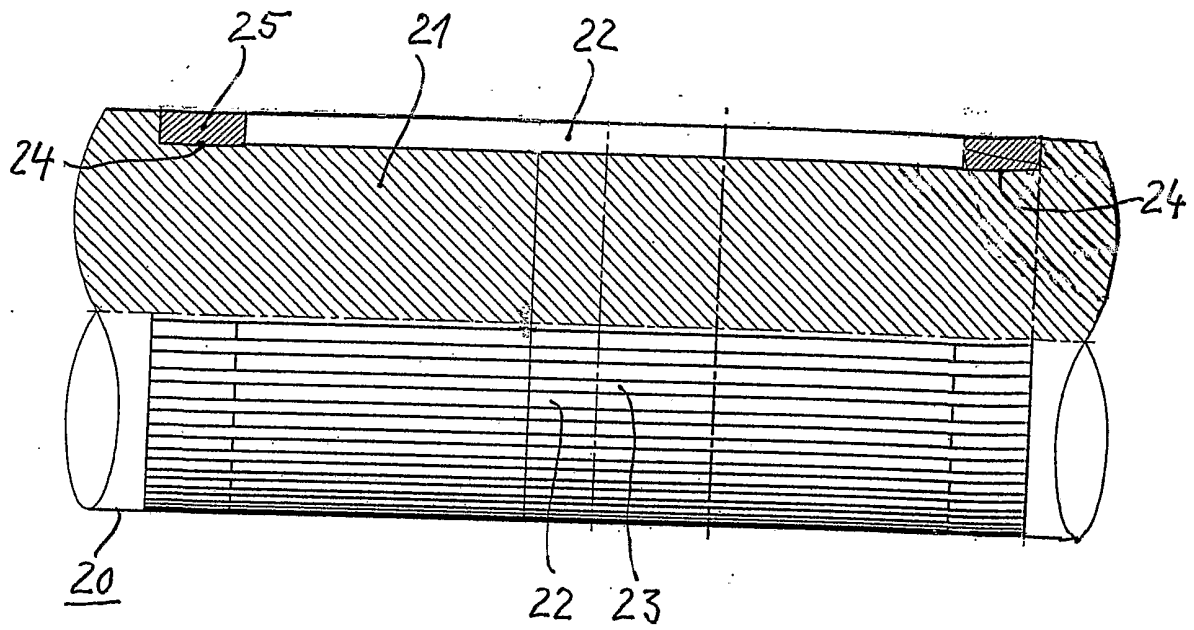


FIG 4

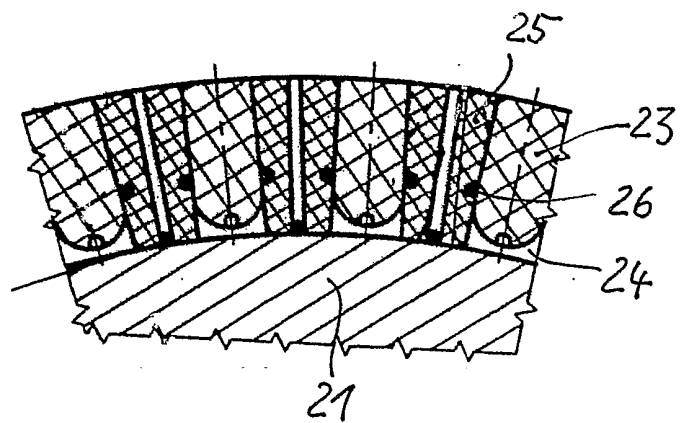


FIG 5