

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89112647.6

51 Int. Cl.⁴: **H01R 43/06** , **H01R 39/04**

22 Anmeldetag: 11.07.89

30 Priorität: 14.07.88 DE 3823845

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.01.90 Patentblatt 90/03

64 Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE

71 Anmelder: **Kautt & Bux KG**
Industriestrasse 25
D-7000 Stuttgart 80(DE)

72 Erfinder: **Gerlach, Heinz**
Bahnhofstrasse 4
D-7044 Ehningen(DE)
Erfinder: **Woerner, Lothar, Dr.**
Richard-Wagner-Strasse 3
D-7000 Stuttgart 1(DE)

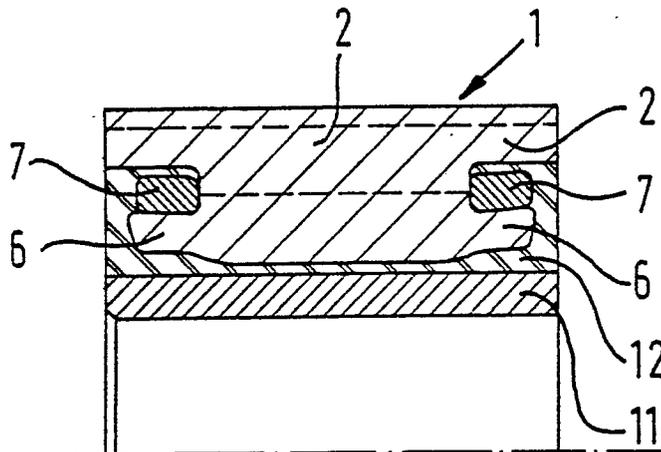
74 Vertreter: **Patentanwälte Phys. Bartels**
Dipl.-Ing. Fink Dr.-Ing. Heid
Lange Strasse 51
D-7000 Stuttgart 1(DE)

54 **Kommutator und Verfahren zu seiner Herstellung.**

57 Bei einem Kommutator (1) für elektrische Maschinen, dessen Segmente (2) wenigstens einen zur Kommutatorlängsachse konzentrischen Sitz für einen vorgespannten Armierungsring (7) bilden, ist die den Sitz gegen die Kommutatorlängsachse hin begrenzende Materialpartie (6) der Segmente (2) in radialer Richtung nach außen hin plastisch verformt. Bei der plastischen Verformung sind die Segmente (2) von außen her abgestützt. Die Aufweitung des Sitzes führt zu einer Aufweitung des Armierungsrings (7), aus der dessen Spannung resultiert.

EP 0 350 855 A2

Fig. 3



Kommutator und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft einen Kommutator für elektrische Maschinen, dessen Segmente wenigstens einen zur Kommutatorlängsachse konzentrischen Sitz für einen vorgespannten Armierungsring bilden, sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Kommutators.

Bei Kommutatormaschinen besteht häufig der Wunsch, durch eine Drehzahlerhöhung die Baugröße bei gleicher Leistung zu reduzieren oder bei gleicher Baugröße die Leistung zu erhöhen. Voraussetzung hierfür ist, daß der Kommutator eine entsprechend hohe dynamische Beanspruchung zuläßt. Kommutatoren, bei denen der Segmentkörper nur durch den isolierenden Preßstoff zusammengehalten wird, sind zwar kostengünstig. Ihre dynamische Belastbarkeit ist jedoch gering. Aber auch Kommutatoren, bei denen der Segmentkörper mit wenigstens einem im dynamisch und thermisch unbelasteten Zustand spannungslosen Armierungsring versehen ist, haben nur eine wenig größere dynamische Beanspruchbarkeit, da die Verstärkungsringe erst bei einer unter der Fliehkraftbeanspruchung eintretenden Aufweitung des Segmentkörpers einen den Preßstoff entlastenden Anteil an der dynamischen Beanspruchung aufnehmen können.

Für höhere dynamische Beanspruchungen müssen deshalb Kommutatoren mit vorgespannten, d.h. bereits im dynamisch und thermisch unbelasteten Zustand eine Spannung aufweisenden Armierungsringen eingesetzt werden. Solche Kommutatoren verursachen jedoch einen höheren Fertigungsaufwand. Außerdem wird die Handhabung bei der Fertigung um so schwieriger, je kleiner die Abmessungen eines Kommutators sind. Hierzu kommt bei kleinen Abmessungen, daß aufgrund der dimensionell bedingten, geringeren elastischen Spannwege der Armierungsringe eine erhöhte Teilepräzision notwendig ist, da schon geringe Abweichungen im Innendurchmesser der Armierungsringe und/oder im Durchmesser des Ringsitzes zu erheblichen Spannungsunterschieden in den Armierungsringen führen. Daraus entsteht zusätzlich ein mit abnehmendem Kommutatordurchmesser ansteigender Kostenanteil. Das bedeutet, daß Kommutatoren mit vorgespannten Armierungsringen für die in hohen Stückzahlen hergestellten Elektromaschinen kleiner bis mittlerer Baugröße relativ teuer sind und daher in der Regel aus Preisgründen nicht in Frage kommen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Kommutator mit vorgespannten Armierungsringen zu schaffen, der eine wesentliche höhere dynamische und thermische Beanspruchbarkeit als die bekannten Preßstoffkommutatoren bie-

tet, aber dennoch selbst bei kleinen Abmessungen kostengünstig ist, und damit auch im Bereich kleiner bis mittlerer Elektromaschinen eine Leistungssteigerung durch eine Drehzahlerhöhung erlaubt.

Diese Aufgabe löst ein Kommutator mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Die plastische Vorformung der den Sitz für den Armierungsring bildenden Segmentpartien in radialer Richtung nach außen bewirkt eine bleibende Aufweitung des Sitzes und damit auch die Aufweitung des Armierungsringes, aus welcher dessen Vorspannung resultiert. Der Armierungsring kann deshalb spannungslos auf den Sitz vor dessen Aufweitung aufgebracht werden, was eine wesentliche Reduzierung der Fertigungskosten ergibt. Aber auch der Aufweitvorgang läßt sich bei jeder Kommutatorgröße kostengünstig ausführen. Hinzu kommt, daß der Sitz problemlos so weit aufgeweitet werden kann, daß der Armierungsring nicht nur eine elastische Aufweitung, sondern auch eine plastische Durchmesserergrößerung erfährt. Man kann deshalb auch bei relativ großen Toleranzen des Durchmessers des Sitzes vor dessen Aufweitung den Innendurchmesser des Armierungsringes mit ebenfalls relativ großen Toleranzen so dimensionieren, daß jeder Armierungsring mit einem für eine einfache Handhabung erforderlichen Spiel auf einen Sitz aufgebracht werden kann. Der erfindungsgemäße Kommutator kann deshalb nicht nur für größere, sondern insbesondere auch für die in hohen Stückzahlen gefertigten kleinen bis mittleren Elektromaschinen rationell hergestellt werden, da kein zusätzlicher Kostenanteil für eine erschwerte Handhabung und für einen erhöhte Maßhaltigkeit der Einzelteile im Vergleich zu den bekannten Preßstoffkommutatoren anfällt, deren Segmentkörper mit einem oder mehreren spannungslosen Armierungsringen versehen ist.

Der Zwischenraum zwischen den Segmenten kann zumindest teilweise mit Preßstoff gefüllt sein, wie dies auch bei den bekannten Preßstoffkommutatoren der Fall ist. Allerdings stehen bei dem erfindungsgemäßen Kommutator wie bei Kommutatoren der Gewölbedruckbauweise der Preßstoff und die Segmente unter einem Gewölbedruck.

Die erfindungsgemäße Bauweise bietet aber auch auf dem Gebiete der Gewölbedruck-Kommutatoren mit zwischen den Segmenten angeordneten Isolierlamellen und Schrumpfringen oder vorgespannten Armierungsringen Vorteile. Die bekannten Gewölbedruck-Kommutatoren zeichnen sich vor allem durch ein vorzügliches Betriebsverhalten ihrer Bürstenlauffläche aus, woraus eine geringe Erwärmung des Kommutators, hohe Betriebssicherheit, weniger Wartung und eine längere Lebensdauer

resultieren. Der Fertigungsaufwand der bekannten Gewölbedruck-Kommutatoren ist aber wesentlich höher als derjenige der bekannten ringarmierten Preßstoffkommutatoren. Kommutatoren der Gewölbedruckbauart werden deshalb bisher nur bei größeren Elektromaschinen eingesetzt, bei denen die höheren Kosten aufgrund ihres Einsatzbereiches gerechtfertigt sind.

Das vorteilhafte Betriebsverhalten der Bürstenauffläche bei Gewölbedruck-Kommutatoren rührt daher, daß über die vorgespannten Ringe im Gewölbe des Kommutators ein sehr hoher Druck und damit eine entsprechend hohe Flächenpressung der Segmente und der zwischen ihnen liegende Isolierlamellen aufgebaut wird, wodurch ein Auswandern einzelner Segmente auch bei voller Fliehkraftbeanspruchung mit Sicherheit vermieden wird.

Voraussetzung dafür ist, daß der Kommutator bei allen Betriebszuständen ein absolut elastisches Verhalten aufweist. Um dies zu erreichen, ist es notwendig, den Segmentkörper bei der Herstellung des Kommutators in seinem Durchmesser so weit zu reduzieren, z. B. durch Einpressen in eine dickwandige Buchse, daß er unter plastischer Verformung der Isolierlamellen formiert wird, ehe die Armierungsringe auf die für sie vorgesehenen Sitze aufgebracht werden. Ist die Durchmesserreduzierung des Segmentkörpers dabei wesentlich größer als der Spannweg der Armierungsringe und der im Gewölbe aufgebaute Druck so hoch, daß die Armierungsringe nach dem Ausstoßen des Segmentkörpers aus der Buchse so weit vorgespannt werden, daß sich im Segmentkörper der für eine vorgegebene Betriebsbeanspruchung erforderliche Gewölbedruck aufbaut, genügt es, die Armierungsringe auf die für sie vorgesehenen Sitze aufzuschieben. Da jedoch die Formierung des Segmentkörpers unter einer plastischen Verformung der Isolierlamellen erfolgt, ist die im elastischen Bereich erreichte Durchmesserverringerng wesentlich kleiner als die gesamte Durchmesserverringerng des Segmentkörpers. Die Größe der im elastischen Bereich bewirkten Durchmesserverringerng wird dabei überwiegend durch den aus der Anzahl und der Stärke des die Isolierlamellen resultierenden Anteil am Umfang des Segmentkörpers bestimmt, da die Isolierlamellen gegenüber den aus Kupfer bestehenden Segmenten relativ weiche Federelemente darstellen. Da bedeutet, daß mit abnehmender Teilung, d.h. bei einem Segmentkörper mit einer geringen Anzahl von Isolierlamellen und Segmenten, der elastische Spannweg abnimmt. Hinzu kommt, daß in Folge der physikalischen Eigenschaften der üblicherweise aus Micanit bestehenden Isolierlamellen der Gewölbedruck überproportional zu der für die Vorspannung der Armierungsringe notwendigen Durchmesservergrößerung des Segmentkörpers abnimmt. Aus diesen Grün-

den ist es nur bei höherteiligen Kommutatoren, die keinen sehr hohen Gewölbedruck zur Aufnahme der Fliehkraftbeanspruchung benötigen, möglich, die Armierungsringe spannungslos auf den im Durchmesser reduzierten Sitz aufzuschieben.

Um Kommutatoren der Gewölbedruckbauart für eine hohe dynamische Beanspruchung und/oder mit niedriger Teilung herstellen zu können, mußte deshalb bisher die Wärmedehnung der aus Stahl bestehenden sogenannten Schrupfringe in Anspruch genommen werden. Um solche Schrupfringe rasch und rationell erwärmen zu können, mußte die Erwärmung induktiv erfolgen, wodurch außer einer erschwerten Handhabung beim Aufbringen des erwärmten Schrupfringes auf seinen Sitz zusätzlich eine teure Fertigungseinrichtung erforderlich ist. Für kleinere bis mittlere Elektromaschinen waren deshalb die Kosten der bekannten Gewölbedruck-Kommutatoren in der Regel zu hoch.

Wird hingegen erfindungsgemäß der Sitz jedes Armierungsringes nach einer in bekannter Weise ausführbaren Durchmesserreduzierung des Segmentkörpers plastisch aufgeweitet, dann genügt es, die Armierungsringe im unerwärmten Zustand auf den Sitz aufzuschieben. Die erfindungsgemäße Bauweise ermöglicht es deshalb, Gewölbedruck-Kommutatoren mit Schrupfringen durch kostengünstigere Gewölbedruck-Kommutatoren zu ersetzen, bei denen die Armierungsringe ohne Erwärmung aufgebracht werden.

Die erfindungsgemäße Bauart ermöglicht auf einfache Weise, Kommutatoren mit vorgespannten Armierungsringen herzustellen, deren Segmente in ihrem äußeren Bereich durch separate Distanzleisten oder durch an sie angeformte Abstandhalter distanziert sind, die erst nach dem Auspressen des Segmentkörpers mit einem sie einbettenden Preßstoff entfernt oder durch Überdrehen des Kommutators beseitigt werden.

Da derart aufgebaute Segmentkörper innerhalb ihres elastischen Bereichs eine nur sehr geringe Durchmesserreduzierung gestatten, ist es nicht möglich, sie zum Zwecke des Aufbringens eines Armierungsringes auf einen Sitz am Segmentkörper in ihrem Durchmesser so stark zu reduzieren, daß ein zur Vorspannung des Armierungsringes erforderlicher hoher Spannweg erreicht wird. Dies ist aber für den erfindungsgemäßen Kommutator nicht störend, da bei ihm das Vorspannen der Armierungsringe unabhängig vom elastischen Verhalten des Segmentkörpers ist.

Aufgrund dessen ermöglicht die erfindungsgemäße Bauweise auch die Verwendung von einstückigen Segmentkörpern, die aus einem profilierten Rohrstück, einem profilierten Bandabschnitt oder durch Fließpressen hergestellt sind.

Da bei dem erfindungsgemäßen Kommutator

der Zusammenhalt des Segmentkörpers nicht über eine Verankerung der Segmente im isolierenden Preßstoff erfolgt, entfällt das Anformen von Verankerungsmitteln an die Segmente. Dies ist besonders bei fließgepreßten Segmentkörpern von großem Vorteil.

Es wäre natürlich auch möglich, einen Armierungsring in aufgeweitetem Zustand auf seinen Sitz aufzubringen und den Sitz dann plastisch aufzuweiten.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommutators liegt die Innenmantelfläche des Segmentkörpers an dem den Zwischenraum zwischen ihr und der Außenmantelfläche einer Nabe oder Welle füllenden Preßstoff oder an einer isolierenden oder isolierten Nabe oder Welle an. Da eine Warmdeformation der Bürstenlauf­fläche, d.h. ein Abweichen der Bürstenlauf­fläche von der Zylinderform unter thermischer Belastung dadurch verhindert werden kann, daß die Segmente in radialer Richtung an die Nabe oder Welle angepreßt werden, ist vorteilhafterweise die Nabe oder Welle in radialer Richtung durch die Segmente und Armierungsringe vorgespannt. Vorteilhafterweise wird diese Vorspannung durch ein Aufschumpfen des armierten Segmentkörpers auf die Nabe oder Welle erreicht oder dadurch, daß man Preßstoff in den Zwischenraum zwischen die Nabe oder Welle einerseits und die Innenmantelfläche des Segmentkörpers andererseits einpreßt und dabei den armierten Segmentkörper aufweitet.

Vorteilhaft ist auch eine Ausbildung der Sitze für die Armierungsringe gemäß Anspruch 9. Bei der höchsten dynamischen Beanspruchung des Kommutators bildet dann nämlich der Sitz eine zylindrische Fläche, wodurch der auf ihm angeordnete Armierungsring eine gleichmäßige Beanspruchung erfährt. Dies wäre nicht der Fall, wenn der Sitz bei ruhendem Kommutator eine zylindrische Fläche definieren würde, da er dann bei dynamischer Beanspruchung eine konische Form annehmen würde.

Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, gemäß dem der erfindungsgemäße Kommutator einfach herzustellen ist. Diese Aufgabe löst ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen dieses Verfahren sind Gegenstand der Ansprüche 12 bis 23.

Im folgenden ist die Erfindung an Hand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im einzelnen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt nach der Linie I-I der Fig. 2 des Segmentkörpers eines ersten Ausführungsbeispiels vor dem Aufweiten der Sitze für die Armierungsringe,

Fig. 2 eine unvollständig dargestellte Stirnansicht des Segmentkörpers des ersten Ausführungsbeispiels vor dem Entfernen der Abstandhalter zwischen den Segmenten,

Fig. 3 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt des ersten Ausführungsbeispiels im ausgepreßten Zustand,

Fig. 4 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt eines Werkzeuges zum Aufweiten der die Sitze bildenden Materialpartien des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 5 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt des Segmentkörpers eines zweiten Ausführungsbeispiels vor dem Aufweiten der Sitze,

Fig. 6 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt des zweiten Ausführungsbeispiel im ausgepreßten Zustand,

Fig. 7 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt nach der Linie VII-VII der Fig. 8 des Segmentkörpers eines dritten Ausführungsbeispiels,

Fig. 8 eine unvollständig dargestellte Stirnansicht des Segmentkörpers des dritten Ausführungsbeispiels,

Fig. 9 einen Schnitt entsprechend Fig. 7 einer Abwandlung des dritten Ausführungsbeispiels,

Fig. 10 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt des dritten Ausführungsbeispiels im fertigen Zustand,

Fig. 11 eine unvollständig dargestellte Stirnansicht des Segmentkörpers eines vierten Ausführungsbeispiels,

Fig. 12 einen Schnitt nach der Linie XII-XII der Fig. 11,

Fig. 13 eine unvollständig dargestellte Ansicht der anderen Stirnseite des Segmentkörpers des vierten Ausführungsbeispiels,

Fig. 14 eine unvollständig dargestellte Stirnansicht des vierten Ausführungsbeispiels im fertigen Zustand,

Fig. 15 einen Schnitt nach der Linie XV-XV der Fig. 14,

Fig. 16 einen Schnitt nach der Linie XVI-XVI der Fig. 14,

Fig. 17 eine unvollständig dargestellte Ansicht der einen Stirnseite des Segmentkörpers eines fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 18 eine unvollständig dargestellte Ansicht der anderen Stirnseite des Segmentkörpers des fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 19 einen Schnitt nach der Linie XIX-XIX der Fig. 18,

Fig. 20 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt des fünften Ausführungsbeispiels im fertigen Zustand,

Fig. 21 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt eines Werkzeuges zum Aufweiten der

Sitze für die Armierungsringe des fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 22 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt eines sechsten Ausführungsbeispiels,

Fig. 23 eine Seitenansicht eines Segmentes des sechsten Ausführungsbeispiels im montagefertigen Zustand,

Fig. 24 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt einer Vorrichtung zum Aufweiten der Sitze des sechsten Ausführungsbeispiels,

Fig. 25 eine perspektivisch dargestellte Ansicht eines Profilbandstückes, an dem die einzelnen Arbeitsschritte zur Herstellung von Segmenten für das zweite Ausführungsbeispiel ersichtlich sind.

Zur Herstellung eines als Ganzes mit 1 bezeichneten Kommutators wird aus gleich ausgebildeten, aus Kupfer oder einem anderen geeigneten Metall bestehenden Segmenten 2 ein hohlzylindrischer Segmentkörper 3 zusammengesetzt. An jedes Segment 2 ist, wie die linke Hälfte der Fig. 2 zeigt, in der an die äußere Mantelfläche des Segmentkörpers 3 anschließende Randzone eine sich über die gesamte axiale Länge des Segmentkörpers 3 erstreckende, schmale Abstandsleiste 4 angeformt, deren Dicke gleich der gewünschten Distanz zwischen den Segmenten 2 gewählt ist. Statt dieser an die Segmente 2 angeformten Abstandsleisten kann man aber auch, wie in der rechten Hälfte der Fig. 2 dargestellt, zwischen die Segmente 2 je eine separate Abstandsleiste 4' einsetzen, deren Dicke wie diejenige der Abstandsleisten 4 gewählt ist. Im zusammengesetzten Zustand des Segmentkörpers 3 liegen die Abstandsleisten 4 oder 4' an der Seitenfläche des benachbarten Segmentes 2 an.

Der Segmentkörper 3 ist an beiden Stirnseiten mit je einer konzentrisch zu seiner Längsachse verlaufenden Ringnut 5 versehen. Die beiden diese Ringnuten 5 gegen die Längsachse des Segmentkörpers 3 hin begrenzenden Materialpartien 6 bilden je einen Sitz für einen Armierungsring 7. Die axiale Länge der Materialpartien 6 ist geringfügig größer als die axiale Länge des aufzunehmenden Armierungsringes 7, jedoch deutlich kleiner als die axiale Länge der Ringnut 5 nach außen hin begrenzenden Materialpartie der Segmente 2. Ferner ist die Weite der Ringnuten 5 größer als die in radialer Richtung gemessene Stärke der Armierungsringe 7, so daß zwischen diesen und der äußeren Begrenzungsfläche der Ringnuten 5 ein Zwischenraum vorhanden ist.

Wie Fig. 2 zeigt, sind die Segmente 2 von ihrem die Innemantelfläche des Segmentkörpers 3 bildenden Ende radial nach außen bis in die Höhe der Ringnuten 5 hinein beidseitig abgesetzt, um hier eine Erweiterung 8' der außen durch die Abstandsleisten 4 oder 4' definierten Schlitze 8 zu

erhalten.

Die Armierungsringe 7, bei denen es sich um isolierte Stahlringe handelt, statt der aber auch glasfaserarmierte Kunststoffringe verwendet werden könnten, lassen sich mit Spiel auf ihren Sitz aufschieben. Nachdem dies geschehen ist, werden die Materialpartien 6 von zwei gegeneinander bewegbaren Dornen 9 (vergleiche Fig. 4), welche von den beiden Stirnseiten her in den Segmentkörper 3 eingepreßt werden, soweit radial nach außen gedrückt, daß über die plastische Aufweitung des Ringsitzes die Armierungsringe die gewünschte Verspannung erhalten. Während dieser Aufweitung befindet sich, wie Fig. 4 zeigt, der Segmentkörper 3 in einer dickwandigen Buchse 10, die eine Vergrößerung des Außendurchmessers des Segmentkörpers 3 während des Aufweitvorgangs verhindert. Die in Umfangsrichtung durch die Schlitze 8 unterbrochenen Sitze für die beiden Armierungsringe 7 haben nach der plastischen Verformung der Materialpartien 6 einen gegen ihr offenes Ende hin etwas größer werdenden Durchmesser, wie dies Fig. 3 zeigt. Ferner ist durch die plastische Verformung der Materialpartien 6 der Innendurchmesser des Segmentkörpers 3 im Bereich der Materialpartien 6 etwas größer als in dem zwischen diesen liegenden Mittelabschnitt.

Danach werden der Segmentkörper 3 und eine aus Stahl bestehende Nabe 11 in Form einer zylindrischen Buchse, deren Außendurchmesser etwas kleiner ist als der Innendurchmesser des Segmentkörpers 3, in ein Werkzeug eingelegt, in dem der Zwischenraum zwischen der Außenmantelfläche der Nabe 11 und der Innenmantelfläche des Segmentkörpers 3, die freien Räume zwischen benachbarten Segmenten, die noch freien Räume der Ringnuten 5 und die gegenüber der beiden Stirnflächen in axialer Richtung zurückgesetzten Bereiche des Segmentkörpers 3 mit Preßstoff 12 gefüllt werden. Abschließend werden nach dem Aushärten des Preßstoffes 12 die Abstandsleisten 4' entfernt oder der Segmentkörper 3 so weit überdreht, bis die Abstandsleisten 4 vollständig entfernt sind. Der Segmentkörper 3 steht dann unter einem durch die Vorspannung der Armierungsringe 7 erzeugten Gewölbedruck, welcher die Segmente 2 gegen den die Schlitze 8 füllenden Preßstoff 12 preßt.

Das in den Fig. 5 und 6 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von demjenigen der Fig. 1 bis 3 nur dadurch, daß die Materialpartien 106 der Segmente 102 zunächst radial nach innen über den Mittelabschnitt überstehen, wie dies Fig. 5 zeigt. Dieser Überstand ist so groß gewählt, daß die erforderliche Aufweitung der Armierungsringe 107, die wie bei den Armierungsringen 7 teilweise plastisch ist, erreicht wird, wenn die der Längsachse zugekehrte Innenfläche der Materialpartien 106 nach dem Aufweitvorgang mit der In-

nenfläche des Mittelabschnittes der Segmente 102 fluchtet. Im Ausführungsbeispiel nimmt der Abstand der Innenseite der Materialpartien 106 von der Längsachse des Segmentkörpers 103 zum freien Ende hin geringfügig zu, da für die Aufweitung zwei nicht dargestellte Dorne verwendet worden sind, die sich gegen ihr freies Ende hin leicht konisch verjüngen.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel wird, nachdem die Armierungsringe 107 durch Aufweiten ihrer Sitze vorgespannt worden sind, in den Segmentkörper 103 eine Nabe 111 konzentrisch eingesetzt und in die Zwischenräume Preßstoff 112 eingebracht. Nach dessen Erkalten werden die Abstandsleisten 104 durch Abdrehen entfernt.

Die Segmente 202, aus denen der Segmentkörper 203 des in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Ausführungsbeispiels zusammengesetzt ist, unterscheidet sich von den Segmenten 102 nur dadurch, daß an sie keine den Abstandsleisten 104 entsprechende Distanzelemente angeformt sind. Zwischen die Segmente wird nämlich je eine aus Micanit bestehende Isolierlamelle 204 eingelegt. Der von den Materialpartien 206 gebildete Sitz für die beiden Armierungsringe 207 kann vor der plastischen Verformung der Materialpartien 206 zylindrisch sein, wie dies Fig. 7 zeigt und auch bei den Segmenten 102 der Fall ist. Man kann aber auch, wie dies Fig. 9 zeigt, die Segmente 202 so ausbilden, daß sie zunächst einen sich gegen ihr freie Ende konisch verjüngenden Sitz bilden, der das Aufbringen der Armierungsringe zusätzlich erleichtert. Vorteilhaft ist es, die Sitzaufweitung so vorzusehen, daß bei ruhendem Kommutator der Sitz zum freien Ende der ihn bildenden Materialpartien 206 einen größer werdenden Durchmesser hat. Wird der hieraus resultierende Winkel, den die den Sitz bildende Fläche der Materialpartien 206 mit der Längsachse einschließen, so gewählt, daß bei maximaler Fliehkraftbelastung der Segmente der Sitz eine zylindrische Form annimmt, dann erreicht man bei dieser Belastung eine gleichmäßige und damit optimale Spannungsbeanspruchung der Armierungsringe. Bei dem in Fig. 10 dargestellten, mit einer Nabe 211 zu versehenen und mit Preßstoff 212 ausgepreßten Kommutator nimmt deshalb im Ruhezustand der Durchmesser des Sitzes für die Armierungsringe 207 und auch deren Durchmesser zur benachbarten Stirnseite des Kommutators hin etwas zu.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 7 bis 10 wird der Segmentkörper 203 vor dem Aufbringen der Armierungsringe 207 zum Zwecke der Formierung, d.h. einer Durchmesserreduzierung unter plastischer Verformung der Isolierlamellen 204, in eine dickwandige Buchse eingepreßt. Hierbei wird ein zunächst überhöhter Gewölbedruck erreicht. In dieser Buchse werden die Sitze

für die Armierungsringe 207 aufgeweitet. Wird nun der Segmentkörper 203 aus der Buchse ausgestoßen, dann wird der überhöhte Gewölbedruck unter gleichzeitiger Vergrößerung der Spannung in den Armierungsringen bis nahezu auf den Normalwert abgebaut. Der Normalwert ist dann erreicht, wenn abschließend der Segmentkörper 203 auf eine mit einer dünnen Isolierschicht 211 versehene Nabe 211 aufgeschrumpft worden ist, wobei die Nabe 211 eine radiale Vorspannung erhält.

Eine solche Vorspannung der Nabe könnte man auch dadurch erreichen, daß man Preßstoff zwischen die Nabe und die Innenmantelfläche des erwärmten Segmentkörpers mit hohem Druck preßt, wobei der Segmentkörper 203 bis zur Anlage an der Innenwandung der ihn aufnehmenden Preßbuchse aufgeweitet werden kann.

Auch im Falle des Aufschruppfens des Segmentkörpers 203 auf die Nabe 211 wird, wie Fig. 10 zeigt, der durch die axiale Zurücksetzung der Segmente 206 und der Armierungsringe 207 vorhandene Ringraum sowie der nicht von den Armierungsringen 207 ausgefüllte Teil der Ringnuten und die freien Räume zwischen benachbarten Segmenten mit Preßstoff 212 gefüllt.

Bei der Herstellung des in den Fig. 11 bis 16 dargestellten Ausführungsbeispiels wird von einem einstückig ausgebildeten Segmentkörper 303 ausgegangen, der durch Fließpressen hergestellt worden ist. Da es sich hierbei um einen sogenannten Plankommutator handelt, liegt die durch die Segmente 302 gebildete Bürstenauflfläche in einer Radialebene. Wie ferner die Fig. 12 zeigt, sind zunächst alle Segmente 302 durch je einen schmalen Steg 304 noch miteinander verbunden. Diese Stege liegen auf der die Bürstenauflfläche bildenden Seite der Segmente 302. An diese Vorderseite ist zur weiteren Verstärkung der Verbindung zwischen den Segmenten 302 ein konzentrisch zur Längsachse verlaufender Verbindungsring 304 angeformt. An den radial innen liegenden Endabschnitt der Segmente 302 schließt sich ein parallel zur Kommutatorlängsachse verlaufender Schenkel 306 an. Diese Schenkel 306, die einen über die Rückseite der Segmente 302 überstehenden, hohlzylindrischen Teil definieren, stellen die Materialpartien dar, welche den plastisch aufzuweitenden Sitz für einen Armierungsring 307 bilden. Die Schenkel 306 stehen deshalb auf einem Teil ihrer Länge nach innen über die nach innen weisende Endfläche der Segmente 302 über, wie dies Fig. 12 zeigt. Nach dem plastischen Aufweiten des Sitzes fluchtet die Innenseite der Schenkel 306 mit der Innenseite der Segmente 302, wie dies aus Fig. 16 ersichtlich ist.

Nachdem der Armierungsring 307 aufgeweitet worden ist, werden die Zwischenräume zwischen den Segmenten 302 sowie der Ringraum zwischen einer Nabe 311 und den Segmenten 302 sowie den

Schenkel 306 mit Preßstoff 312 gefüllt. Außerdem wird, wie die Fig. 15 und 16 zeigen, der Armierungsringsring 307 mit dem Preßstoff 312 abgedeckt. Erst wenn der Preßstoff 312 ausgehärtet ist, werden der Verbindungsring 304' und die Stege 304 abgedreht. Danach wird jedes Segment 302 in seiner äußeren Randzone mit Ausnehmungen 313 für das Anschließen je eines Wicklungsendes versehen.

Auch der in den Fig. 17 bis 21 dargestellte Kommutator weist einen fließgepreßten Segmentkörper 403 auf. Allerdings bildet hier von den beiden etwa im rechten Winkel zueinander verlaufenden Schenkel der Segmente 402 der parallel zur Kommutatorlängsachse liegende Schenkel die Bürstenauflfläche, während der radial nach außen ragende Schenkel dem Anschluß für ein Wicklungsende dient. Wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 11 bis 16 ist auch hier das Fließpressen des Segmentkörpers 403 unproblematisch, da keine Verankerungselemente an die Segmente 402 angeformt werden müssen. Die Segmente 402 werden lediglich an dem den Schenkel für den Lötanschluß tragenden Ende mit einer zum Ende hin offenen, zur Längsachse des Segmentkörpers hin durch eine Materialpartie 406 begrenzten Ausnehmung 414 zur Bildung eines ersten Sitzes und am anderen Ende des die Bürstenauflfläche bildenden Schenkels mit einer axial über diese Lauffläche überstehenden Materialpartie 406' versehen, die radial nach innen vorspringt und der Bildung eines zweiten Sitzes dient. Nach dem Aufschieben je eines Armierungsrings 407 auf die beiden Sitze werden die diese zur Kommutatorachse hin begrenzenden Materialpartien 406 und 406' in radialer Richtung nach außen plastisch verformt. Während dieser Verformung wird der Segmentkörper 403 von einer dickwandigen Buchse 401 von außen her abgestützt, wie dies Fig. 21 zeigt. Der für die Aufweitung verwendete Dorn 409 besitzt, wie Fig. 21 ebenfalls zeigt, zwei im Durchmesser unterschiedliche Abschnitte, so daß beide Sitzaufweitungen in einem einzigen Arbeitsgang ausgeführt werden können. Nachdem die beiden Armierungsringsringe 407 vorgespannt worden sind, wird in den Segmentkörper 403 eine Nabe 411 eingesetzt und der Zwischenraum zwischen dieser und dem Segmentkörper 403 mit Preßstoff 412 ausgefüllt. Der Preßstoff deckt auch, wie Fig. 20 zeigt, die Armierungsringsringe 407 und die sie tragenden Materialpartien 406, 406' vollständig ab. Zum Schluß werden die dem Anschluß dienenden Schenkel der Segmente 402 mit Ausnehmungen 415 für die anzuschließenden Wicklungsenden versehen, und der Segmentkörper 403 zur Beseitigung der die Segmente 402 verbindenden Stege 404 überdreht.

Wie Fig. 22 und 23 zeigen, ist es auch möglich, den Segmentkörper 503 mit je einen Sitz für

einen Armierungsringsring 507 bildenden Ringnuten 505' zu versehen, die nicht wie die Ringnut 505 zur Stirnseite hin, sondern nur zur Längsachse des Kommutators hin, offen ist. Alle Materialpartien 506 der Segmente 502, welche je einen der Sitze bilden, können dann, wie Fig. 24 zeigt, in einem einzigen Arbeitsgang mittels eines Dorns 509 in radialer Richtung nach außen plastisch so weit verformt werden, daß der Armierungsringsring 507 die gewünschte Spannung erhält. Anschließend wird der Kommutator nach einer der vorstehend beschriebenen Methoden fertiggestellt, beispielsweise dadurch, daß die Ringnuten 505 und 505' sowie der Zwischenraum zwischen dem Segmentkörper 503 und einer Nabe 511 mit Preßstoff 512 gefüllt wird.

Wie die Segmente für einen aus einzelnen Segmenten zusammengesetzten Segmentkörper, beispielsweise den Segmentkörper 103 kostengünstig hergestellt werden, läßt sich an Hand von Fig. 25 erkennen. Ein Profilband 116 dessen Profil gleich dem Querschnittsprofil der herzustellenden Segmente 102 gewählt ist, wird zur Freilegung der Materialpartien 106 zunächst mit einer T-ähnlichen Ausstanzung 117 versehen. Die sich in Längsrichtung des Profilbandes 116 erstreckenden beiden Arme der Ausstanzung 117 haben quer zur Längserstreckung des Profilbandes 116 eine zu ihrem gemeinsamen Mittelabschnitt hin abnehmende Breite. In einem zweiten Arbeitsgang werden mittels eines in die Ausstanzung 117 einzuführenden Werkzeuges die Materialpartien 106 so weit plastisch in Querrichtung des Profilbandes 116 verformt, daß nun die in Querrichtung des Profilbandes 116 gemessene Weite der Ausstanzung 117 über deren gesamte Erstreckung in Längsrichtung des Profilbandes 116 konstant ist. Die später den Sitz für einen der Armierungsringsringe 107 teilweise bildende Fläche der Materialpartien 106 liegt deshalb nunmehr parallel zu der später einen Teil Bürstenauflfläche bildenden Fläche des Segmentes 102. Zum Schluß wird vom Profilband 116 in der Mitte der Ausstanzung 117 das Segment 102 abgetrennt.

Alle in der vorstehenden Beschreibung erwähnten sowie auch die nur allein aus der Zeichnung entnehmbaren Merkmale sind als weitere Ausgestaltungen Bestandteile der Erfindung, auch wenn sie nicht besonders hervorgehoben und insbesondere nicht in den Ansprüchen erwähnt sind.

Ansprüche

1. Kommutatoren für elektrische Maschinen, dessen Segmente wenigstens einen zur Kommutatorlängsachse konzentrischen, aufgeweiteten Sitz für einen vorgespannten Armierungsringsring bilden, dadurch gekennzeichnet, daß nur die den Sitz gegen

die Kommutatoren längsachse hin begrenzende Materialpartie (6; 106; 206; 306; 406; 406'; 506) der Segmente (2; 102; 202; 302; 402; 502) in radialer Richtung nach außen hin plastisch verformt ist.

2. Kommutator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der durch die plastisch verformte Materialpartie (6; 106; 206; 306; 406; 406'; 506) der Segmente (2, 102, 202; 302; 402; 502) gebildeten, radial aufgeweiteten Sitze durch die Zwischenräume zwischen benachbarten Segmenten in Umfangsrichtung Unterbrechungen aufweist.

3. Kommutator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenräume zwischen den Segmenten (2; 102; 202; 302; 402; 502) zumindest teilweise mit Preßstoff (12; 112; 212; 312; 412; 512) gefüllt sind.

4. Kommutator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Segmenten (202) Isolierlamellen (204) angeordnet sind.

5. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenmantelfläche des durch die Segmente (2, 102; 202; 302; 402; 502) gebildeten Hohlkörpers an dem den Zwischenraum zwischen ihr und der Außenmantelfläche einer Nabe (11; 111; 211; 311; 411; 511) oder einer Welle füllenden Preßstoff (12; 112; 212; 312; 412; 512) oder an einer isolierenden oder isolierten Nabe (211) oder Welle anliegt.

6. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (211) oder Welle in radialer Richtung durch die Segmente (202) und die Armierungsringe (207) vorgespannt ist.

7. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (302; 402) voneinander getrennte Teile eines fließgepreßten Körpers sind.

8. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (2; 102; 202) von ihrer inneren Begrenzungsfläche an radial nach außen zumindest bis zur Höhe des Sitzes für den Armierungsring (7; 107; 207) in Umfangsrichtung ein- oder beidseitig im Sinne einer Reduzierung ihrer Dicke abgesetzt sind.

9. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die den Sitz für den Armierungsring (7; 107; 207) gegen die Kommutatorlängsachse hin begrenzende Fläche der plastisch verformten Materialpartien (6; 106; 206) mit der Kommutatorlängsachse einen spitzen, eine Vergrößerung des radialen Abstandes von der Kommutatorlängsachse gegen das freie Ende dieser Fläche hin ergebenden Winkel einschließen, dessen Größe wenigstens ungefähr gleich der bei der höchsten Betriebsbeanspruchung des Kommutators auftretenden elastischen Verformung der Materialpartien (6; 106; 206) gewählt ist.

10. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die der Kommutatorlängsachse zugekehrte innere Begrenzungsfläche der den Sitz bildenden Materialpartien (106; 206) zumindest nahezu parallel zur Kommutatorlängsachse verläuft.

11. Verfahren zur Herstellung eines Kommutators gemäß Anspruch 1, bei dem ein Segmentkörper mit wenigstens einem Sitz für einen Armierungsring hergestellt und dem Armierungsring eine Vorspannung gegeben wird, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aufbringen des Armierungsringes auf seinen Sitz letzterer aufgeweitet wird, indem die Segmente von außen her abgestützt und die den Sitz bildenden Materialpartien unter plastischer Deformation radial nach außen bewegt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweitung jedes vorhandenen Sitzes in einem eine plastische Aufweitung des auf ihm angeordneten Armierungsringes ergebenden Ausmaße vorgenommen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentkörper für die Abstützung von außen her, vorzugsweise wenigstens nahezu spielfrei, in eine dickwandige Buchse eingebracht wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Aufweitung des Sitzes durch ein Einpressen wenigstens eines Aufweitedornes in axialer Richtung in den Segmentkörper hinein erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Aufweitedorn gegen den ersten Aufweitedorn hin in axialer Richtung in den Segmentkörper eingeführt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Aufweitedornes wenigstens zwei in axialer Richtung im Abstand voneinander vorgesehene Sitze aufgeweitet werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aufweiten jedes vorhandenen Sitzes und des auf ihm angeordneten Armierungsringes zwischen die Segmente Preßstoff eingebracht wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentkörper aus Segmenten zusammengesetzt wird, zwischen denen vorzugsweise in ihrem äußeren Bereich separate Distanzelemente angeordnet sind, die nach dem Auspressen des Segmentkörpers mit Preßstoff entfernt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentkörper aus Segmenten zusammengesetzt wird, die in ihrem äußeren Bereich ein- oder beidseitig angeformte Distanzelemente aufweisen, und daß nach dem Auspres-

sen des Segmentkörpers mit Preßstoff der Segmentkörper bis zur vollständigen Beseitigung der Distanzelemente abgedreht wird.

20. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentkörper unter Bildung von die Segmente distanzierenden Verbindungselementen fließgepreßt wird und daß nach dem Auspressen des Segmentkörpers mit Preßstoff die Verbindungselemente entfernt werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentkörper nach der Aufweitung jedes vorhandenen Sitzes erwärmt und in einer ihn sowie eine Nabe oder Welle aufnehmenden Buchse durch Einpressen von Preßstoff zwischen die Nabe oder Welle einerseits sowie die Innenmantelfläche des Segmentkörpers andererseits bis zur Anlage an die ihn aufnehmenden Buchse aufgeweitet wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentkörper aus Segmenten und zwischen diesen angeordneten Isolierlamellen zusammengesetzt und unter Reduzierung seines Durchmessers bis zu einer plastischen Verformung der Isolierlamellen in eine dickwandige Buchse eingepreßt wird, daß anschließend jeder vorgesehene Armierungsring auf den ihm zugeordneten Sitz aufgeschoben und daß danach die radiale Aufweitung jedes vorhandenen Sitzes und des von ihm getragenen Armierungsringes erfolgt.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentkörper nach der Aufweitung jedes vorhandenen Sitzes erwärmt und auf eine Nabe oder Welle aufgeschrumpft wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die plastisch zu verformenden Materialpartien der Segmente bei der Verformung von einer Lage bezüglich des übrigen Teils des Segmentes, in welcher die den Sitz bildende Fläche parallel zur Kommutatorlängsachse verläuft oder ihr Abstand zur Kommutatorlängsachse sich gegen ihr freies Ende hin verkleinert, in eine Lage bewegt wird, in welcher der Abstand der den Sitz bildenden Fläche von der Kommutatorlängsachse gegen das freie Ende der Fläche hin zunimmt.

50

55

Fig.1

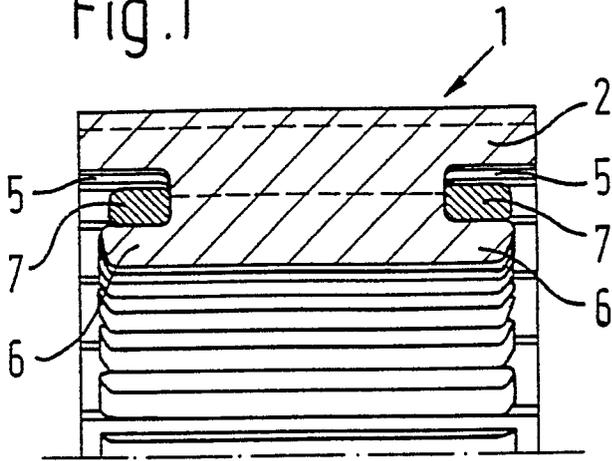


Fig.2

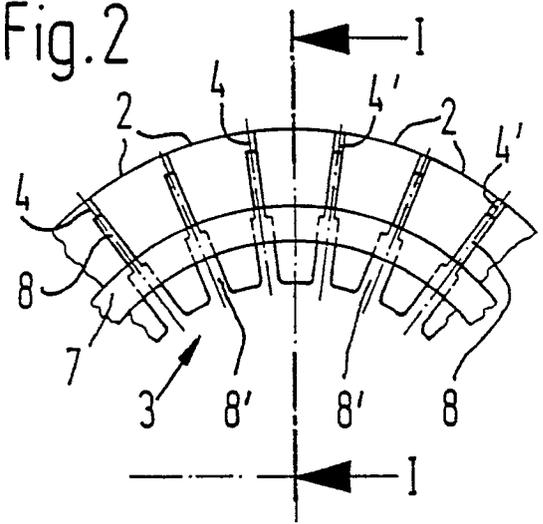


Fig.3

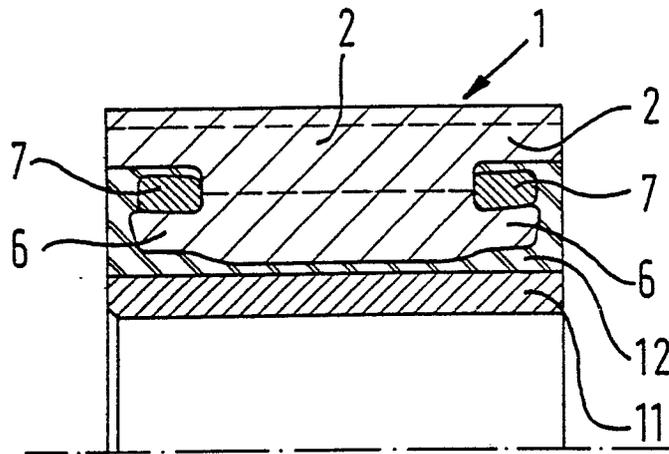


Fig.5

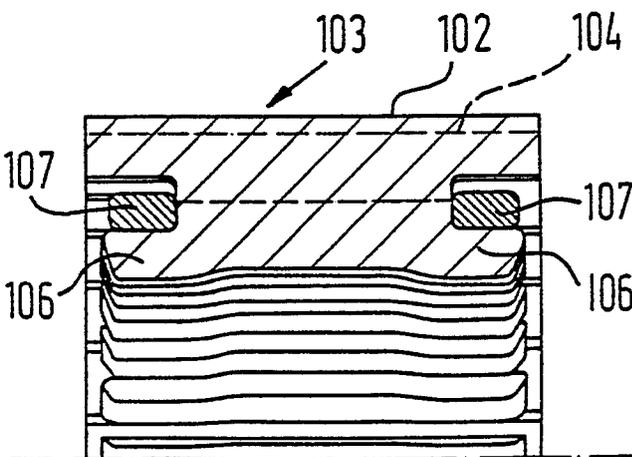
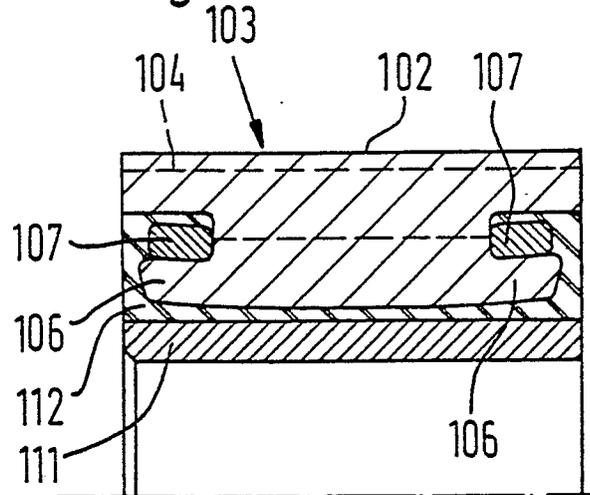


Fig.6



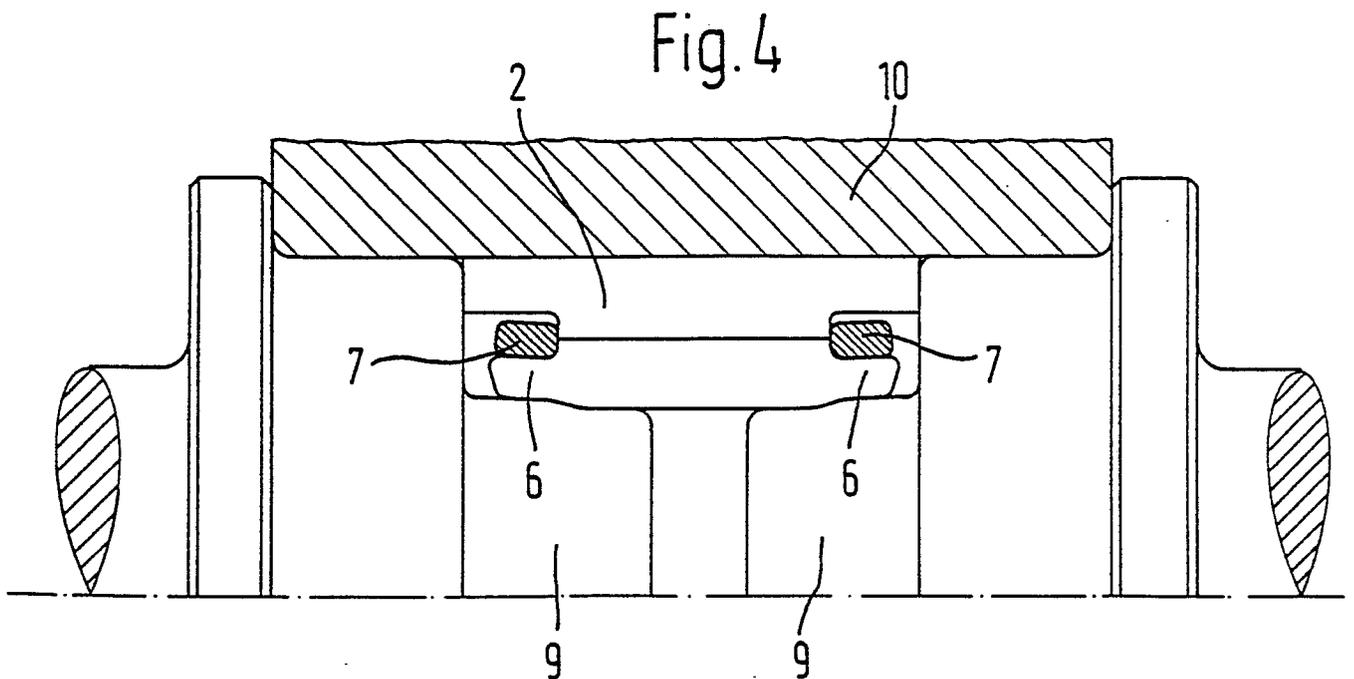
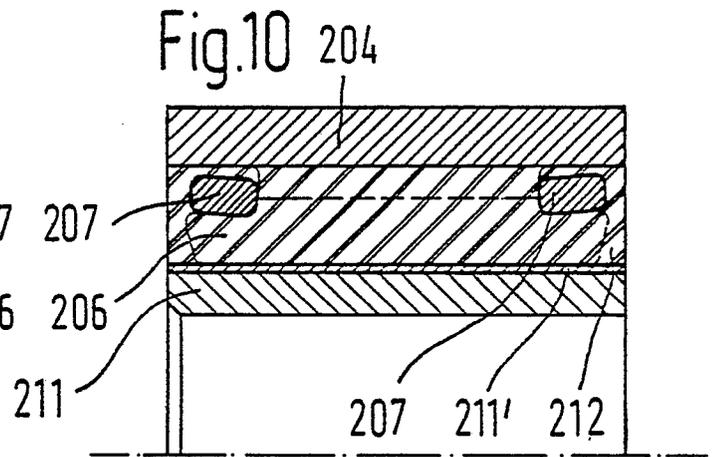
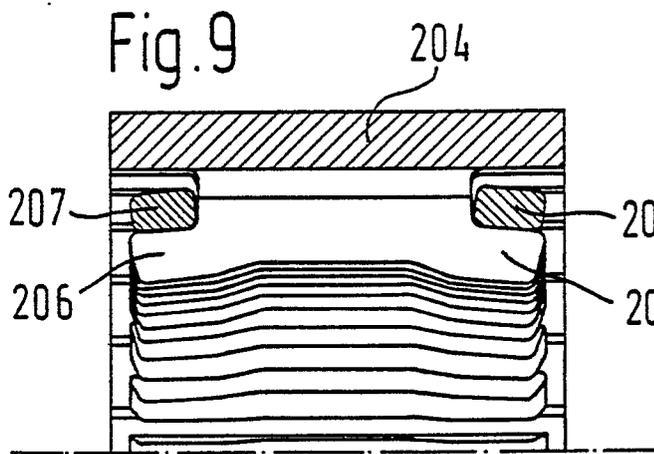
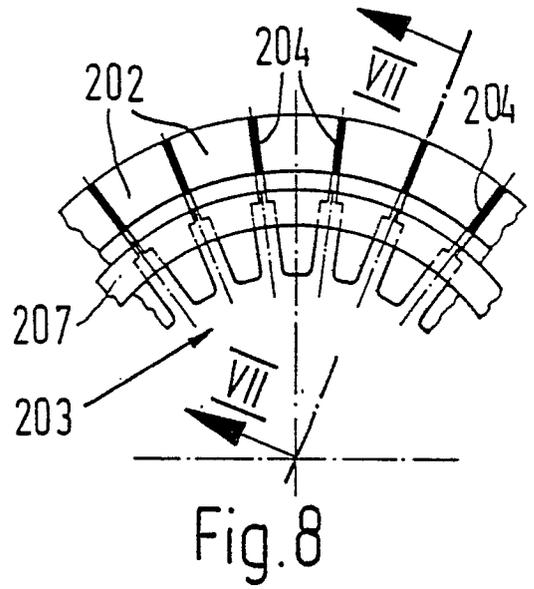
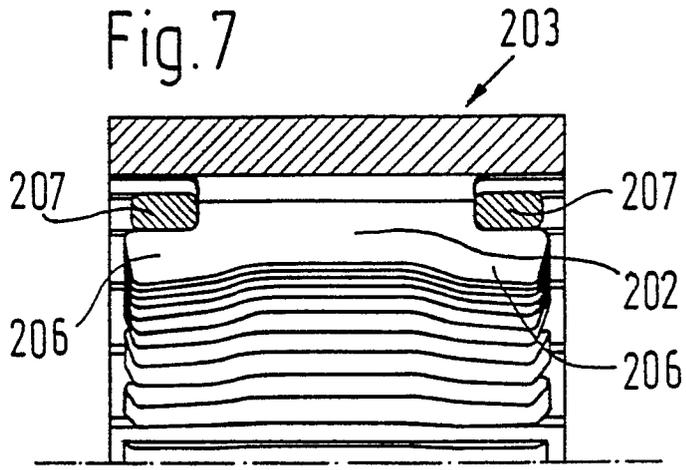


Fig.11

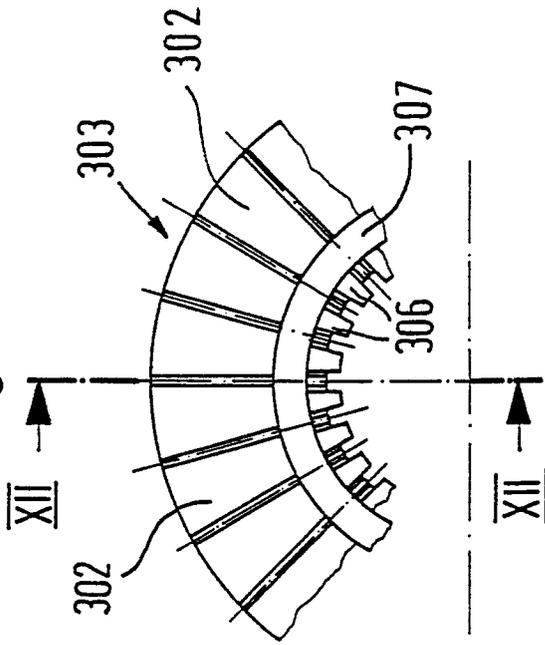


Fig.12

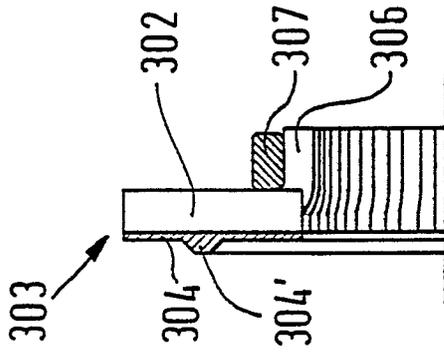


Fig.13

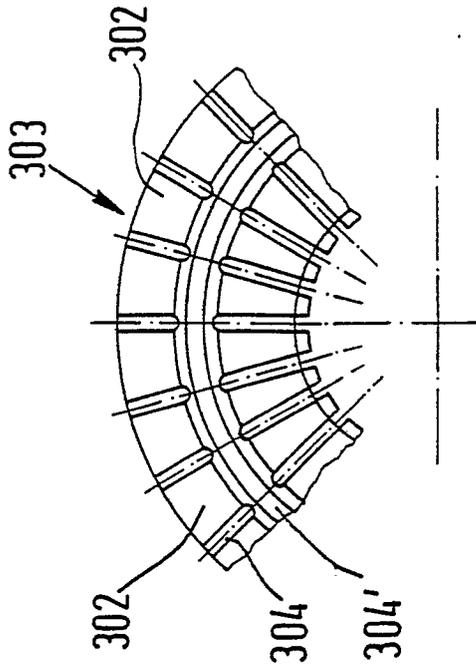


Fig.15

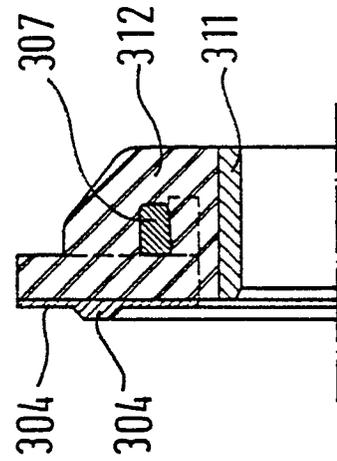


Fig.16

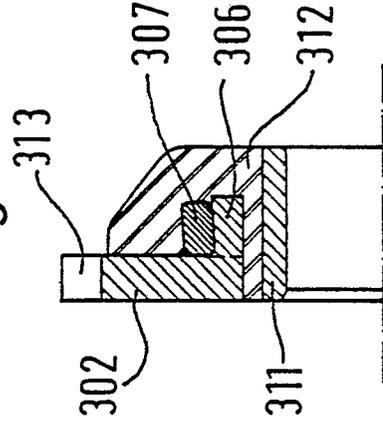


Fig.14

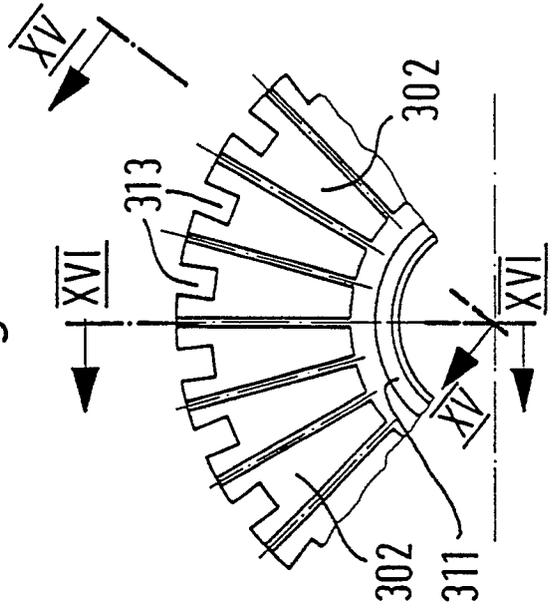


Fig.17

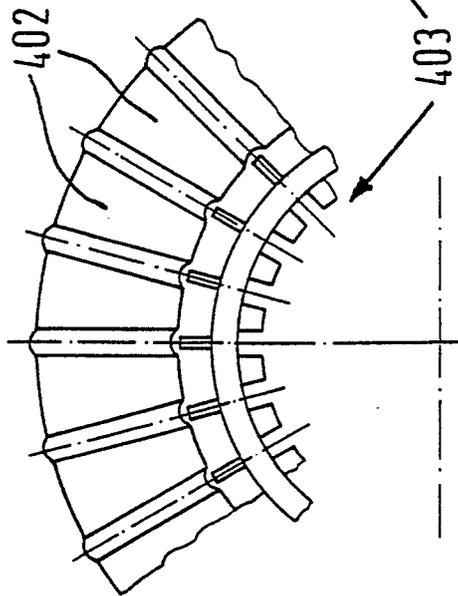


Fig.19

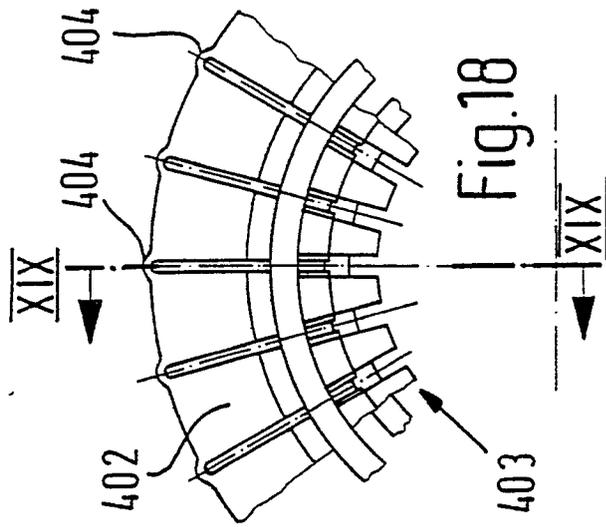
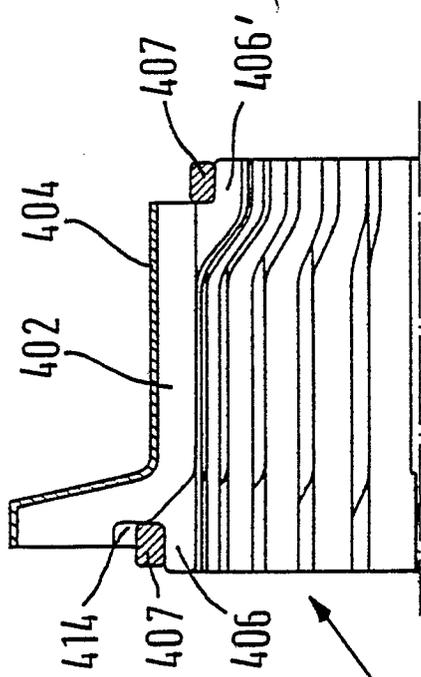


Fig.20

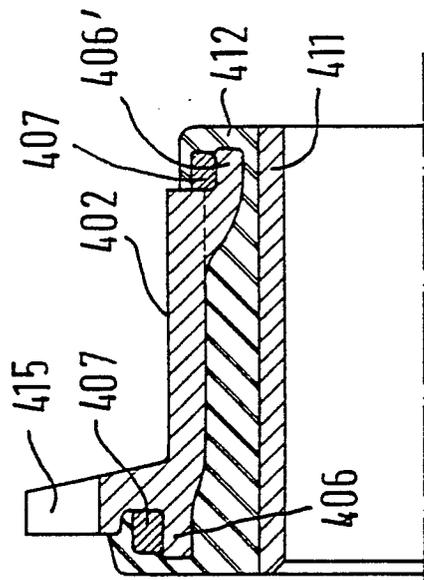
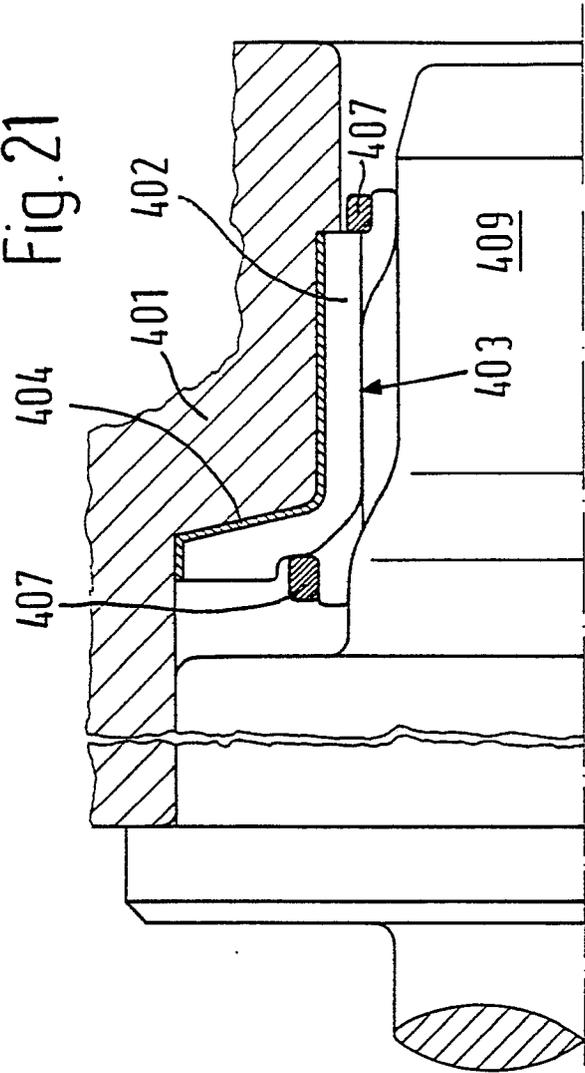


Fig.21



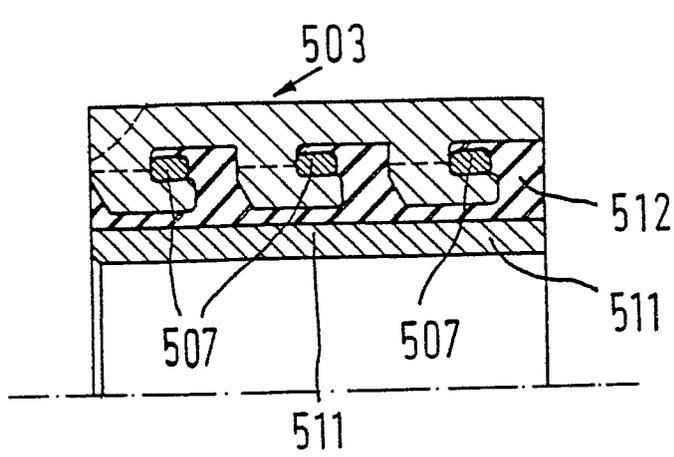


Fig. 22

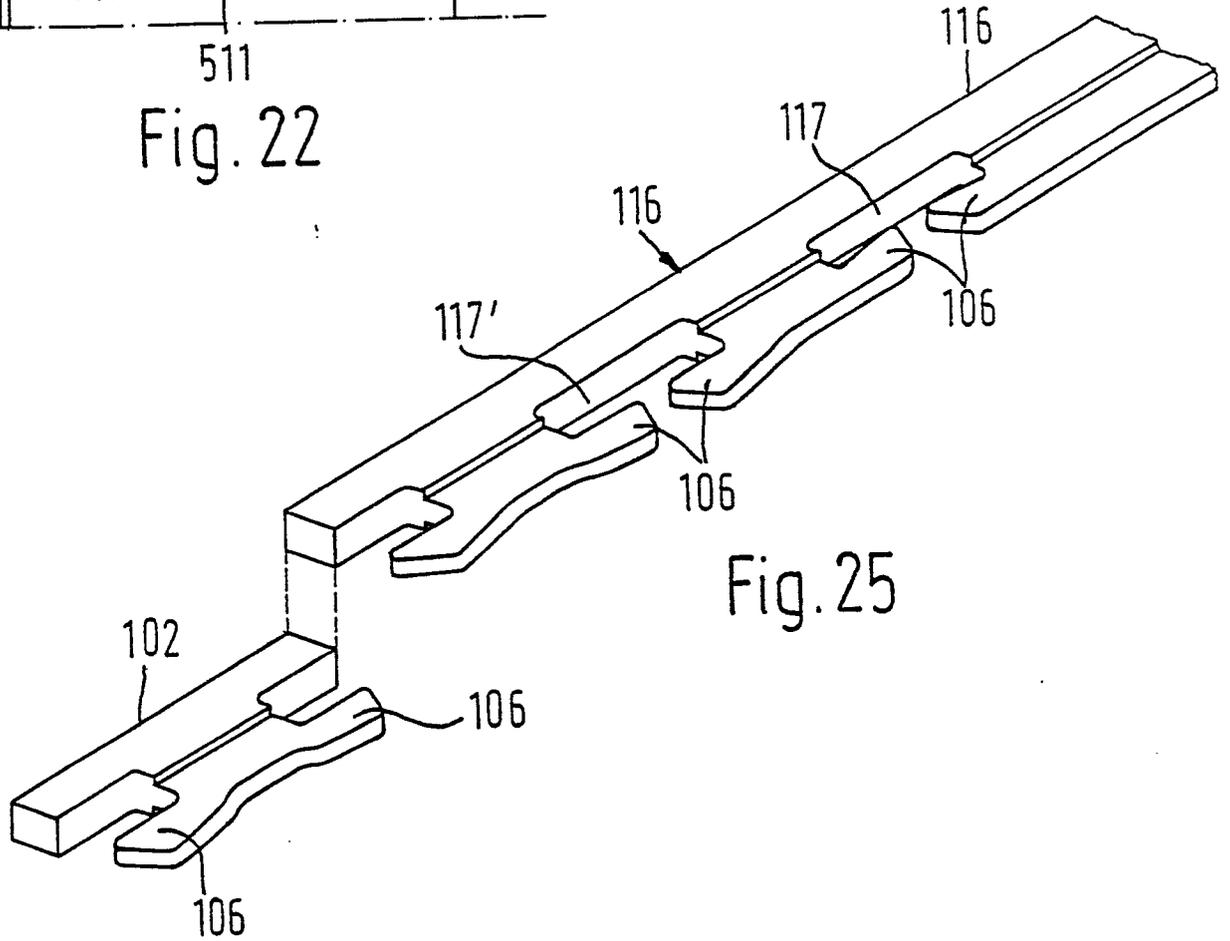
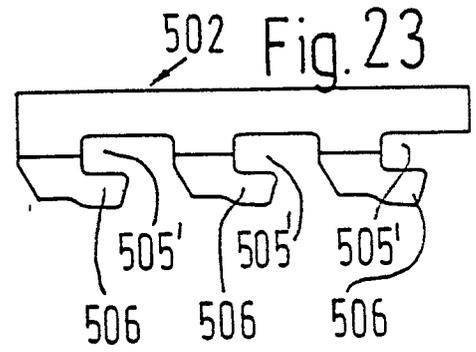


Fig. 25

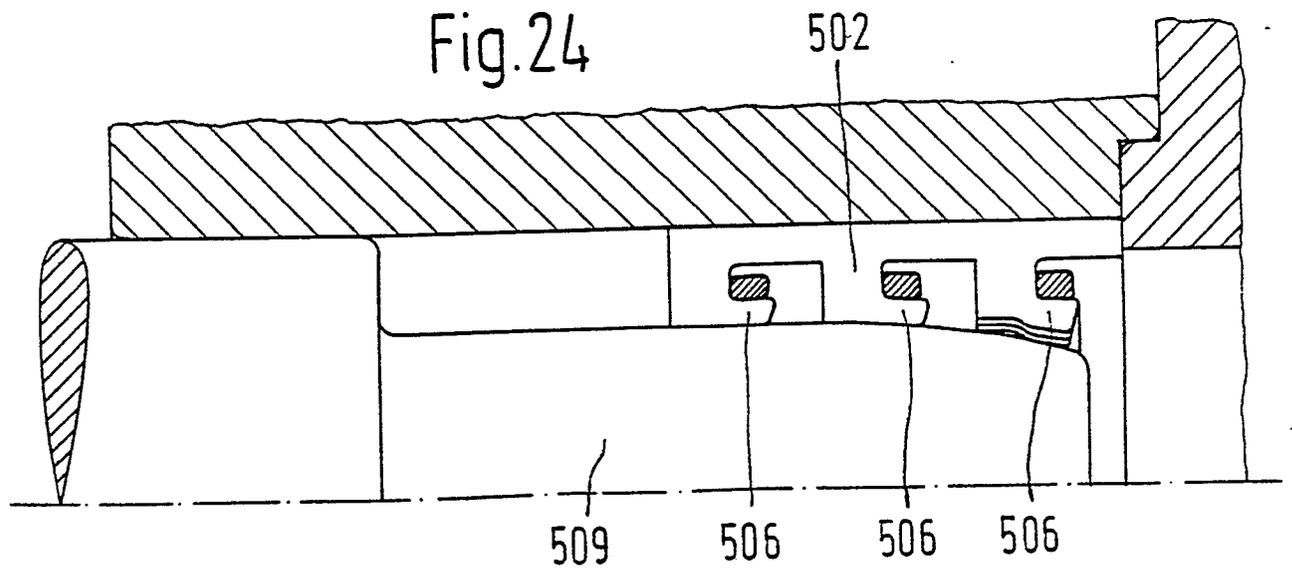


Fig. 24