

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81109358.2

51 Int. Cl.³: **H 01 R 43/06, H 01 R 39/04**

22 Anmeldetag: 30.10.81

30 Priorität: 22.12.80 DE 3048470

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

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.06.82
Patentblatt 82/26

72 Erfinder: Gerlach, Heinz, Ing. grad., Bahnhofstrasse 4,
D-7031 Ehningen (DE)
Erfinder: Wörner, Lothar, Dr.-Ing., Dipl.-Phys.,
Gustav-Siegle Strasse 23, D-7000 Stuttgart 1 (DE)

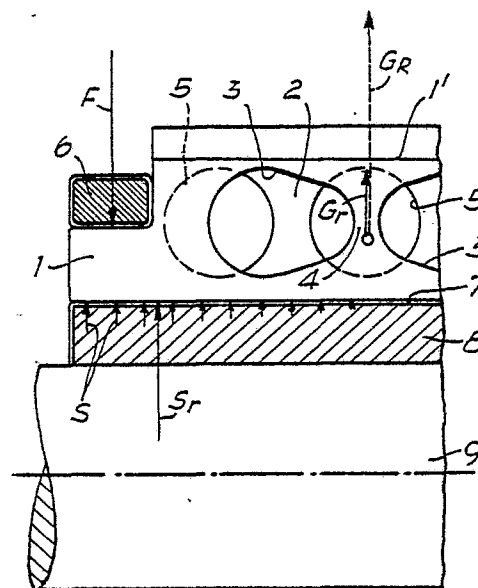
84 Benannte Vertragsstaaten: FR GB IT SE

74 Vertreter: Patentanwälte Dr. Wolff; H. Bartels
Dipl.-Chem. Dr. Brandes Dr.-Ing. Held; Dipl.-Phys. Wolff,
Lange Strasse 51, D-7000 Stuttgart 1 (DE)

54 Kommutator und Verfahren zu seiner Herstellung.

57 Bei einem Kommutator mit einem armierten Segmentverband, der unter Zwischenlage einer Isolierung (7) auf einer Nabe (8) oder Ankerwelle (9) angeordnet ist, ist die Nabe (8) und/oder Ankerwelle (9) sowie die Isolierung (7) durch einen wesentlichen Spannungsanteil der Armierung (6) des Segmentverbandes radial vorgespannt und der Segmentverband mit der Nabe (8) und/oder Ankerwelle (9) durch die als Reaktion auf die radiale Vorspannung auf seine Innenmantelfläche gerichteten Stützkräfte (S, S_r) kraftschlüssig mit der Nabe (8) und/oder Ankerwelle (9) gekoppelt, um keine oder zumindest eine wesentlich geringere Warmdeformation als bei den bekannten Kommutatoren zu erhalten.

Ein solcher Kommutator kann in der Weise hergestellt werden, daß der Segmentverband gleichmäßig aufgeweitet und der Isolierung sowie der Nabe und/oder Welle eine diese Aufweitung über radiale Stützkräfte aufrechterhaltende radiale Vorspannung gegeben wird.



Dr.-Ing. Wolff,†
H. Bartels
Dipl.-Chem. Dr. Brandes
Dr.-Ing. Held
Dipl.-Phys. Wolff

ZUGELASSENE VERTRETER BEIM
EUROPÄISCHEN PATENTAMT
REPRESENTATIVES BEFORE THE
EUROPEAN PATENT OFFICE
MANDATAIRES PRES L'OFFICE
EUROPEEN DES BREVETS

Lange Str. 51, D-7000 Stuttgart 1
Tel. (0711) 296310 u. 297295
Telex 07 22312 (patwo d)
Telegrammadresse:
tlx 07 22312 wolff stuttgart
PA Dr. Brandes: Sitz München
17.11.1980
3322 xbk
Reg.-Nr.126 265

KAUTT & BUX KG., 7000 Stuttgart 80 (Baden-Württemberg)

Kommutator und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft einen Kommutator mit einem armierten Segmentverband, der unter Zwischenlage einer Isolierung auf einer Nabe oder einer Ankerwelle angeordnet ist, sowie ein Verfahren zu einer Herstellung eines solchen Kommutators.

- 5 Die bekannten Kommutatoren mit einem armierten Segmentverband sind solche der Gewölbedruckbauart. Mit ihnen lassen sich selbst bei hoher Fliehkraftbeanspruchung, wie sie bei hohen Drehzahlen auftritt, sog. Segmentsprünge vermeiden, weil der Gewölbedruck so groß gewählt werden kann, daß bei
10 allen Betriebsbedingungen die durch den Gewölbedruck erzeugte Flächenpressung zwischen den Segmenten und den Isolierlamellen ausreicht, um ein Auswandern der Segmente zuverlässig zu verhindern. Häufig sind jedoch Kommutatoren nicht nur großen Fliehkraften, sondern auch einer hohen
15 thermischen Beanspruchung ausgesetzt. Die infolge der Erwärmung des Kommutators eintretende Deformation der Bürsten-

lauffläche, bei der es sich um eine reversible Deformation in Form von kurz- und/oder langwelligen Abweichungen von der Zylinderform handelt, begrenzt dann die maximale Drehzahl, für die der Kommutator noch verwendbar ist. Die bisher angewendeten Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der thermisch bedingten Deformation der Bürstenlauffläche, insbesondere eine Erhöhung des Gewölbedruckes, sind nämlich erfolglos gewesen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kommutator der eingangs genannten Art zu schaffen, der keine oder zumindest eine wesentlich geringere Warmdeformation als die bekannten Kommutatoren hat. Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1.

Die erfindungsgemäße Lösung geht aus von der Überlegung, daß bei Kommutatoren der Gewölbedruckbauart die vom armierten Segmentverband ausgehenden, aus dem Gewölbedruck resultierenden Radialkräfte infolge der unvermeidlichen stofflichen Inhomogenität und dimensionellen Unsymmetrie des Segmentverbandes über den Umfang desselben in unterschiedlicher Größenverteilung wirksam sind. Sie bewirken eine für jeden Kommutator individuelle Gleichgewichtseinstellung unter entsprechender Verwerfung des Segmentverbandes bereits während seiner Herstellung. Die durch die Verwerfung des Segmentverbandes hervorgerufene Deformation wird zwar durch Überdrehen desselben am fertigen Kommutator beseitigt, aber die unterschiedliche Größenverteilung der Radialkräfte über den Umfang des Segmentverbandes bleibt erhalten. Eine erneute Deformation des Segmentverbandes und damit der Bürstenlauffläche ist deshalb vorprogrammiert und wird infolge der schwachen Reaktionskräfte der speziell zur Aufnahme von Fliehkräften und zur Aufrechterhaltung einer ausreichenden Gewölbespannung ausgebildeten, jedoch nur in geringem Umfang biegesteifen Armierungselemente bei jeder Art einer Betriebsbeanspruchung eintreten.

Bereits infolge der Fliehkraftbeanspruchung bewirken die über den Umfang des Segmentverbandes in ungleicher Größe vorherrschenden Radialkräfte zusammen mit den aus einer unvermeidlichen Unwucht des Segmentverbandes resultierenden Radialkomponenten im Zuge einer bei steigender Drehzahl erzwungenen stetigen Aufweitung des Segmentverbandes eine Zunahme der Größenunterschiede in den über den Umfang des Segmentverbandes wirksamen Radialkräften. Die im Betrieb einsetzende, stetige Erwärmung des Kommutators bis auf seine Betriebstemperatur bewirkt über die wärmebedingte Gewölbedruckerhöhung und über die unter dem Druck- und Wärmeanstieg aus der Inhomogenität des Segmentverbandes, insbesondere der Isolierlamellen, resultierende, sich in zunehmendem Maße vergrößernde Asymmetrie des Segmentverbandes infolge der sich superponierenden Kräfte eine weitere Zunahme der Größenunterschiede der über den Umfang des Segmentverbandes wirksamen Radialkräfte. Hinzukommt noch, daß infolge des relativ weichen, orthotropen Segmentverbandes der durch eine Betriebszustandsänderung eintretende Ab- oder Aufbau der über den Umfang des Segmentverbandes wirksamen Radialkräfte über relativ große Wege stattfindet. D.h., daß bei einsetzender Fliehkraft- und insbesondere Wärmebeanspruchung die Kräftegleichgewichtseinstellung über eine entsprechend hohe Aufweitung des Segmentverbandes erfolgt, der dadurch in zunehmendem Maße seine ursprüngliche Form und Orientierung zur Kommutatornabe verliert und nur noch infolge seiner Deformation durch stellenweisen, unkontrollierbaren Kontakt mit der Kommutatornabe verbunden ist.

Um diese Deformationen von Kommutatoren der Gewölbedruckbauart zu verhindern, müßte ein solcher Kommutator also in hohem Grade stoffliche Homogenität und dimensionelle Symmetrie aufweisen. Die Verwirklichung der dazu erforderlichen Voraussetzungen, z.B. winkelgetreue, in ihrer Stärke übereinstimmende Segmente, weitgehend toleranzfreie Isolierlamellenstärke und homogener Werkstoff, ein möglichst idealer, axial- und radialsymmetrischer Aufbau des Segment-

verbandes während seiner Herstellung bis zur Fertigstellung des Kommutators, würde, soweit sie überhaupt realisierbar sind, hohe Kosten verursachen.

Für den erfindungsgemäßen Kommutator ist hingegen kein
5 höherer Grad an stofflicher Homogenität und dimensioneller Symmetrie erforderlich als bei den bekannten Kommutatoren der Gewölbedruckbauart, so daß der Segmentverband nur die bisher üblichen Fertigungskosten verursacht. Daß dennoch auch unter einer dynamischen und thermischen Beanspruchung, die
10 weit über der bisher erreichten Grenze liegt, keine störende Deformation der Bürstenlaufläche auftritt, ist darauf zurückzuführen, daß das Formverhalten des Kommutators maßgebend von der als aktives Bauelement in den mechanischen Aufbau des Kommutators einbezogenen, radial vorgespannten Nabe und/oder Ankerwelle bestimmt wird. Deren äußerst harte
15 Federcharakteristik und die ihr im Zuge der Herstellung des Kommutators einverleibte hohe potentielle Energie bewirken, daß schon geringfügige Deformationen des Segmentverbandes zu einer hohen Reaktion, also einer starken Änderung der von der Nabe und/oder Welle ausgehenden, radial auf die
20 Innenmantelfläche des Segmentverbandes gerichteten Stützkkräfte führen. Das bedeutet, daß die auf die Innenmantelfläche des Segmentverbandes gerichteten Stützkkräfte der unter Druck stehenden, äußerst biegesteifen, d.h. einer Änderung von Form und Größe ihres Querschnittes sehr hohe Widerstandskräfte entgegengesetzenden Nabe und/oder Welle einer einsetzenden Deformation in Form wesentlich höherer Reaktionskräfte entgegenwirken. Vorteilhafterweise sind dabei die eingebrachten Stützkkräfte wesentlich höher gewählt als durch Wärme- und Fliehkraftbeanspruchung des Kommutators
25 im späteren Betrieb davon je abgebaut wird. Dadurch ist der Segmentverband stets über einen innigen Kraftschluß zur Kommutatornabe orientiert und eine entsprechend hohe Reaktion der Stützkkräfte bei einsetzender Deformation in jedem der später auftretenden Betriebszustände gewährleistet.

Jeder infolge einer Betriebsbeanspruchung den Segmentverband und damit die Armierung aufzuweiten suchende Radialkraft folgt sofort der Abbau entsprechender Stützkkräfte der Nabe auf äußerst kurzem Weg. Das bedeutet, daß unter Betriebsbeanspruchung keine wesentliche, spannungsbedingte Durchmesserervergrößerung des Segmentverbandes auftritt, die in der Gewölbedruckfläche vorherrschende Gewölbespannung über alle Betriebszustände weitgehend konstant bleibt und sich die Radialpressung zwischen der Armierung und der dieser als Auflage dienenden Segmentzonen nur in geringem Umfang ändert. Ein weiterer Vorteil, der hieraus resultiert, besteht darin, daß sich fertigungsbedingte Abweichungen der Nabe oder Ankerwelle von der Rundheit oder auch Exzentrizitäten nicht nachteilig auswirken.

15 Aufgrund dieser Eigenschaft des erfindungsgemäßen Kommutators und der damit verbundenen, über alle Betriebszustände weitgehend gleich großen Radialpressung der Segmente gegen die Armierung reicht ein relativ geringer Gewölbedruck aus, um ein Auswandern einzelner Segmente am noch kalten, jedoch unter Fliehkraftbeanspruchung stehenden Kommutator zu unterbinden. Eine wesentliche Verminderung des Gewölbedruckes ergibt sich bei gleicher Armierung gegenüber einem Kommutator der Gewölbedruckbauart dadurch, daß der armierte Segmentverband im Zuge der Herstellung des Kommutators so hoch aufgeweitet wird, daß ein überwiegender Spannungsanteil der Armierung die kraftschlüssig mit ihm gekoppelte Nabe und/oder Ankerwelle und die zwischen ihr und dem Segmentverband liegende Isolierung radial vorspannt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist jedoch zusätzlich die unter Gewölbespannung stehende Fläche der Segmente und Isolierlamellen bis auf ein dynamisch noch erforderliches und fertigungstechnisch noch notwendiges Maß reduziert.

5 Durch diese Verminderung der unter Gewölbespannung stehenden Fläche, die durch Ausnehmungen und/oder Absetzungen der Segmente und/oder der Isolierlamellen erreicht werden kann, werden die durch Erwärmung hervorgerufenen und durch Inhomogenität und dimensionelle Unsymmetrie bedingten radia-

10 len Kräfte noch weiter reduziert, da die erwärmungsbedingte Aufweitung des Segmentverbandes oder Erhöhung der Gewölbespannung wegen der erheblichen Verkleinerung der die Druckkräfte in Umfangsrichtung erzeugenden Flächen erheblich vermindert wird. Durch die wesentliche Gewölbedruckreduzierung

15 in der stark verminderten Gewölbedruckfläche sind die unter Wärme im Segmentverband wirksamen Kräfte stark reduziert und infolge der von der Nabe ausgehenden Stützwirkung die die Armierungen aufnehmenden Segmentenden stark entlastet.

Um die Abstützung des Segmentverbandes auf der Nabe oder

20 Ankerwelle so starr wie möglich, oder, anders ausgedrückt, die Kopplung zwischen dem Segmentverband und der Nabe oder der Ankerwelle so eng wie möglich zu machen, ist es zweckmäßig, die in radialer Richtung gemessene Dicke der Isolierung zwischen der Nabe und der Welle und den Segmenten

25 unter Berücksichtigung der erforderlichen Spannungsfestigkeit und der bei der Fertigung zu beachtenden Gesichtspunkte so klein wie möglich zu wählen, wodurch gleichzeitig ein guter Wärmefluß vom Segmentverband auf die Nabe und/oder Ankerwelle erreicht wird.

30 Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kommutators sind Gegenstand der Ansprüche 4 bis 9.

Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein möglichst einfach auszuführendes Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Kommutators zu schaffen. Diese Aufgabe

35 wird mit den Merkmalen des Anspruches 10 gelöst.

Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen dieses Verfahrens sind Gegenstand der Ansprüche 11 bis 18.

Im folgenden ist die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im einzelnen erläut-

5 tert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen schematisch und unvollständig dargestellten Längsschnitt eines erfindungsgemäßen Kommutators mit den im dynamisch und thermisch beanspruchten Zustand wirksamen Kräften,
- 10 Fig. 2 einen Schnitt entsprechend Fig. 1 mit den im dynamisch und thermisch beanspruchten Zustand wirksamen Kräften,
- Fig. 3 eine Seitenansicht eines Segmentes für einen Kommutator gemäß den Fig. 1 und 2 im Zustand vor dem am Segmentverband erfolgenden Andrehen der umlaufenden Stufen für die Armierungsringe,
- 15 Fig. 4 eine Stirnansicht des Segmentes gemäß Anspruch 3,
- 20 Fig. 5 eine Seitenansicht einer Isolierlamelle für den Kommutator gemäß den Fig. 1 und 2 vor dem Einstecken der Ringnuten für die Armierungsringe,
- Fig. 6 eine Stirnansicht der Isolierlamelle gemäß Fig. 5,
- 25 Fig. 7 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Kommutators in einer Bauweise mit Spannschrauben,

- Fig. 8 einen Längsschnitt eines anderen Ausführungs-
spiels mit Spannschrauben,
- Fig. 9 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt
eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- 5 Fig.10 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt
eines gegenüber dem Ausführungsbeispiel gemäß
Fig. 9 abgewandelten Ausführungsbeispiels.
- Fig.11 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt
eines fünften Ausführungsbeispiels vor der
10 Fertigstellung
- Fig.12 einen unvollständig dargestellten Längsschnitt
des fünften Ausführungsbeispiels im fertigen
Zustand.

Der Segmentverband des in den Fig. 1 und 2 dargestellten,
15 sowohl dynamisch als auch thermisch hochbelastbaren Kom-
mutators ist ein hohlzylindrischer Körper, der aus Segmen-
ten 1 und Isolierlamellen 2 zusammengesetzt ist. Dabei liegt
jeweils eine dieser aus Mikanit bestehenden, plattenförmigen
Isolierlamellen 2 zwischen zwei aus Kupfer bestehenden
20 Segmenten 1.

Die Segmente 1, deren Querschnittsprofil Fig. 4 zeigt,
haben an beiden Seitenflächen längs deren außen liegenden
Randes eine Absetzung 1'. Durch diese beiden Absetzungen
1' wird die Dicke des Segmentes in der außen liegenden
25 Randzone so weit vermindert, daß hier am fertiggestellten
Kommutator kein nennenswerter Gewölbedruck mehr vorhan-
den ist. Ferner sind die Segmente 1 mit zwei symmetrisch
und in Längsrichtung des Kommutators im Abstand voneinan-
der angeordneten Durchbrüchen 3 versehen, die aus dem Seg-
30 ment ausgestanzt sind und sich von einem Langloch dadurch

in ihrer Form unterscheiden, daß sie an beiden Enden unterschiedlich große Radien haben. Der kleinere Radius ist an dem dem anderen Durchbruch benachbarten Ende vorgesehen. Der zwischen den beiden Durchbrüchen 3 vorhandene
5 Steg 4 liegt mittig zwischen den Enden des Segmentes.

Wie die Fig. 5 und 6 zeigen, weisen die Isolierplatten 2 je drei kreisförmige, gleich große Ausstanzungen 5 auf, welche in Längsrichtung des Kommutators in gleichen Abständen voneinander angeordnet sind. Dabei liegt die mittlere
10 Ausstanzung 5 in der Mitte zwischen den beiden Enden der Isolierlamelle. Sie ist daher auf den Steg 4 ausgerichtet. Da die Krümmungsmittelpunkte der Durchbrüche 3 und die Zentren der Ausstanzungen 5 gleiche Abstände von der Innenmantelfläche des Segmentverbandes haben, ergibt sich die in
15 den Fig. 1 und 2 dargestellte, teilweise Überdeckung. In den Bereichen der Absetzungen 1' ist die Flächenpressung zwischen den Segmenten 1 und den Isolierlamellen 2 sehr gering. In den von den Durchbrüchen 3 und Ausstanzungen 5 überdeckten Bereichen wird keingewölbedruck übertragen.
20 Ein Gewölbedruck kann daher praktisch nur in dem zwischen den Durchbrüchen 3 und den Ausstanzungen 5 einerseits sowie der Innenmantelfläche des Segmentverbandes andererseits liegenden Flächenbereich sowie den beiden abgesetzten Endzonen erzeugt werden, an denen außen je ein isolierter Armierungsring 6 anliegt. Die Stufe zur Aufnahme
25 des Armierungsrings 6 wird, um eine gleichmäßige Anlage an allen Segmenten zu gewährleisten, am zusammengesetzten Segmentverband ausgedreht.

Der armierte Segmentverband sitzt unter Zwischenlage einer
30 Isolation 7 konzentrisch auf einer metallischen Nabe 8, die ihrerseits auf einer Welle 9 sitzt. Die Isolation 7, die Nabe 8 und die Welle 9 sind in radialer Richtung vorgespannt, wobei die beiden letztgenannten Teile einen äußerst biegesteifen sowie weitgehend stofflich homogenen und dimensionell symmetrischen Körper bilden, von dem in nahe-

zu idealer Weise gleich große, radialsymmetrisch wirk-
same Stützkkräfte S ausgehen.

Wären die Nabe 8 und die Welle 9 nicht in radialer Rich-
tung vorgespannt, würde also der armierte Segmentverband
5 wie bei den bekannten Kommutatoren der Gewölbedruckbau-
art nur formschlüssig auf der Nabe 8 sitzen, dann würde
die von den Armierungsrings 6 erzeugte Spannkraft F eine
sehr hohe Gewölbespannung und daher eine relativ große,
daraus resultierende Radialkraft G_R erzeugen. Infolge der
10 Aufweitung des Segmentverbandes unter dem Einfluß der Stütz-
Stützkkräfte S bzw. ihrer radial wirksamen Resultierenden
 S_r wird jedoch die Radialkraft G_r der Gewölbespannung auf
den wesentlich kleineren Wert G vermindert.

Im Betrieb beansprucht, wie Fig. 2 zeigt, die Fliehkraft
15 z den Lamellenverband in derselben Richtung wie die durch
die Gewölbespannung erzeugte Radialkraft G_r' . Da die vor-
gespannte Nabe 8 und die vorgespannte Welle 9 eine sehr
harte Federcharakteristik haben, wird jedoch die Fliehkraft
20 z ohne eine nennenswerte radiale Bewegung des Segmentes
durch einen entsprechenden Abbau der Stützkkräfte S' bzw.
deren Radialkomponenten S_r' kompensiert. Die Gewölbespan-
nungsänderung in den reduzierten, den Gewölbedruck noch
übertragenden Zonen ist daher unter dem Einfluß der Flieh-
25 kraft gering. Dementsprechend ist auch der Größenunter-
schied der resultierenden Radialkräfte G_r beim ruhenden
und G_r' beim rotierenden Kommutator gering.

Da die bei der Erwärmung des Kommutators zunehmende Ge-
wölbespannung nur in den reduzierten Zonen benachbarter
30 Segmente wirksam ist, ist die hieraus resultierende Radi-
alkraft G_r' ebenfalls relativ gering und wird durch einen
entsprechend geringen Abbau der radial wirksamen Stütz-
kräfte S_r kompensiert.

Die Summe aller in radialer Richtung wirksamen Kräfte im
35 Betrieb des Kommutators ist nur wenig höher als die Summe

dieser Kräfte am ruhenden Kommutator. Das bedeutet, daß unter Betriebsbeanspruchung keine wesentliche, spannungsbedingte Durchmesser vergrößerung des Segmentverbandes auftritt, die in der reduzierten Gewölbedruckfläche herrschende Restge-
5 wölbespannung über alle Betriebszustände weitgehend konstant bleibt und sich die Radialpressung zwischen den Armierungsringen 6 und den ihnen als Auflage dienenden Endzonen der Segmente sich nur in geringem Umfang ändert. Da außerdem ein Abbau der radial wirksamen Stützkkräfte im wesentlichen
10 nur durch die Fliehkraft Z erfolgt, sind auch unter voller Betriebsbeanspruchung noch große, radial von der Nabe ausgehende Stützkkräfte wirksam, die jeder Deformation des Segmentverbandes entgegenwirken.

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel des er-
15 findungsgemäßen Kommutators ist der Segmentverband aus im Wechsel aufeinanderfolgenden Segmenten 11 und Isolierlamellen 12 zusammengesetzt. Die Segmente 11 haben beidseitig längs ihrer äußeren, an die Lauffläche für die Bürsten angrenzenden Randzone je eine Absetzung 11'. Ferner sind sie mit Durch-
20 brüchen 13 versehen, welche gegenüber Ausstanzungen 15 der Isolierlamellen 12 so versetzt sind, daß sie auf die Stege 14 zwischen den Ausstanzungen 15 ausgerichtet sind. Hierdurch ist wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 6 die Gewölbedruckzone im wesentlichen auf den zwischen
25 den Durchbrüchen und Ausstanzungen sowie der Innenmantelfläche des Segmentverbandes liegenden Bereich und die beiden Endzonen beschränkt, die innerhalb von zwei Armierungsringen 16 liegen, die aus Stahl bestehen und in stirnseitigen Ringnuten unter Zwischenlage einer Isolation liegen.

30 Die Innenmantelfläche des Segmentverbandes bildet in ihren beiden Endabschnitten, die sich im Ausführungsbeispiel über je etwa ein Drittel der Gesamtlänge des Segmentverbandes erstrecken, je einen sich nach außen erweiternden Innenkonus. An diesen beiden Innenkonen liegen zwei aus Stahl bestehende,
35 isolierte Stützringe 20 an, deren Außenmantelfläche einen korrespondierenden Außenkonus bildet. Mit ihrer zylindrischen

Innenmantelfläche liegen die beiden Stützringe 20 auf der zylindrischen Außenmantelfläche je einer aus Stahl bestehenden Halbnabe 21 und 21' an, deren Innenmantelflächen eine Bohrung zur Aufnahme einer Welle bilden.

5 Parallel zur Längsachse des Kommutators liegende Durchgangsbohrungen in der einen Halbnabe 21 und auf diese ausgerichtete Gewindebohrungen 22 in der anderen Halbnabe 21' nehmen Spannschrauben 23 auf, die gleichmäßig auf dem Umfang der Halbnaben verteilt angeordnet sind. Wie Fig. 7

10 zeigt, haben die Halbnaben 21 und 21' je einen den auf ihnen angeordneten Stützring 20 außen hintergreifenden Ringflansch, wodurch die Stützringe 20 beim Zusammenspannen der Halbnaben 21 und 21' mittels der Spannschrauben 23 ebenfalls im gleichen Maße zusammengespannt werden. Eine Ver-

15 gußmasse 24 füllt auf beiden Stirnseiten des Kommutators die zwischen den Armierungsrings 16 und den Segmenten 11 sowie den Isolierlamellen 12 vorhandenen Zwischenräume und deckt die nach außen weisenden Stirnflächen der Armierungsrings 16, der Stützringe 20 und der zwischen ihnen liegen-

20 den Endabschnitte der Segmente 11 und Isolierlamellen 12 nach außen hin ab, wobei im Ausführungsbeispiel die nach außen weisende Seite der Vergußmasse 24 mit der angrenzenden Stirnfläche der Halbnabe fluchtet. Selbstverständlich können die Stützringe 20 entfallen, beispielsweise wenn die

25 Nabenhälften 21 und 21' z.B. auf Grund einer großen Bohrung relativ dünnwandig sind, wenn die Nabenhälften unter Zwischenlage einer Isolation mit ihrer als Aussenkonus ausgebildeten Außenmantelfläche an dem korrespondierenden Innenkonus des Segmentverbandes anliegen und mittels der

30 Spannschrauben 23 zusammengespannt werden.

Die Herstellung dieses Kommutators erfolgt in der Weise, daß der armierte Segmentverband auf eine Temperatur erwärmt wird, die etwas höher liegt als die Betriebstemperatur des Kommutators. Die beiden Halbnaben 21 und 21' werden vorzugs-

35 weise im Zuge dieser Erwärmung zusammen mit den auf ihnen angeordneten Stützringen 20 eingepreßt. Der Segmentverband

- wird dabei bis zur Anlage an einem während dieses Herstellungsvorganges den Segmentverband aufnehmenden Anschlagring aufgeweitet. Vorzugsweise sind die Stützringe 20 auf die Halbnaben 21 bzw. 21' aufgeschrumpft, um jegliche Luft
- 5 zwischen ihnen, ihrer Isolation und der Halbnabe zu vermeiden. Die Halbnaben sowie die Stützringe werden unter dem Einpreßdruck gehalten, bis der Segmentverband wieder abgekühlt ist. Daher wird die Aufweitung so gewählt, daß nach dem Abkühlen des Segmentverbandes die erforderliche
- 10 radiale Vorspannung der Halbnaben 21 und 21' sowie der Stützringe 20 erreicht wird. Nun werden die beiden Halbnaben mittels der Spannschrauben 23 verschraubt. Abschließend werden die beiden Stirnseiten des Segmentverbandes und der Stützringe 20 mittels der Vergußmasse 24 vergossen.
- 15 In seinem Aufbau unterscheidet sich der Segmentverband des in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiels vom Segmentverband des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 7 nur dadurch, daß die beiden Armierungsringe 36 als Druckringe mit je einem Innenkonus ausgebildet sind, der an einem Außenkonus anliegt, den
- 20 die innenliegende Flanke der den Armierungsring teilweise aufnehmenden, stirnseitigen Ringnut des Segmentverbandes bildet. Die aus Stahl bestehenden Armierungsringe 36 sind wie bei den anderen Ausführungsbeispielen mit einer sie umhüllenden Isolation versehen.
- 25 Ein weiterer Unterschied gegenüber dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 besteht darin, daß auf den beiden Halbnaben 41 und 41' zusätzlich zu je einem Stützring 40 ein Spannring 45 längsverschiebbar angeordnet ist. Die beiden isolierten Stützringe 40 sind wie die Stützringe 20 ausgebildet und vorzugs-
- 30 weise auf die sie tragende Halbnabe aufgeschrumpft, um jegliche Luft zwischen ihnen, ihrer Isolation und der Halbnabe

zu vermeiden. Sie werden ferner von je einem Ringflansch der Halbnabe hintergriffen, um beim Spannen der Halbnaben im gleichen Maße gespannt zu werden. Jeder der beiden Spannringe 45 weist im Anschluß an eine Zylinderfläche, auf der der äußere, zylindrische Teil der Innenmantelfläche des Armierungsrings 36 aufliegt, einen radial nach außen überstehenden Ringflansch auf, der an der nach außen weisenden Stirnfläche des Spannringes anliegt. Mehrere, gleichmäßig auf dem Umfang verteilt angeordnete und parallel zur Kommutatorlängsachse liegende Gewindebohrungen 42 im einen Spannring 45 und mit ihnen fluchtende Durchgangsbohrungen in den beiden Halbnaben 41 und 41' sowie im anderen Spannring 45 dienen der Aufnahme je einer Spannschraube 43, mit denen die beiden Spannringe 45 und damit die Armierungsringe 36 zusammen-
15 mengespannt werden. Die beiden Halbnaben 41 und 41' sind ausserdem wechselweise, mit versetzt zu den Durchgangsbohrungen für die Spannschrauben 43 angeordneten, ebenfalls parallel zur Kommutatorlängsachse liegenden und gleichmäßig am Umfang verteilten Gewindebohrungen 46 versehen, mit denen die
20 jeweils zugehörigen Durchgangsbohrungen in der anderen Halbnabe 41' bzw. 41 und den von ihnen getragenen Spannringen 45 fluchten. In diesen Bohrungen liegen Spannschrauben 47, mittels denen einerseits die Halbnabe 41 über den von ihr
25 getragenen, mit seinem Aussenkonus am Innenkonus des Segmentverbandes anliegenden Stützring 40 mit dem den Armierungsring 36 tragenden Spannring 45 und andererseits die Halbnabe 41' über den Stützring 40 mit dem den gegenüberliegenden Armierungsring 36 tragenden Spannring 45 zusammengespannt
30 werden. Die Spannschrauben 47, die die Halbnabe 41' mit dem auf der gegenüberliegenden Halbnabe 41 verschiebbar angeordneten Spannring 45 zusammengespannen, sind in Fig. 8 nicht dargestellt.

Die Herstellung dieses Kommutators erfolgt in der Weise, daß
zuerst durch einen Schrumpfvorgang, z.B. mittels einer koni-
schen Buchse, über die der Segmentverband in eine dickwandige,
zylindrische Druckbuchse gepresst wird, dem Segmentverband
5 eine Gewölbespannung gegeben wird. Danach werden durch Fest-
ziehen der Spannschrauben 43 die beiden Spannringe 45 und
zusammen mit diesen die beiden Armierungsringe 36 zusammenge-
spannt und der armierte Segmentverband aus der Druckbuchse
gedrückt. Die beiden gespannten Armierungsringe übernehmen
10 nunmehr die Aufrechterhaltung der Gewölbespannung im Segment-
verband. Anschließend werden der Segmentverband auf eine Tem-
peratur erwärmt, die über der späteren Betriebstemperatur
liegt, und, vorzugsweise im Zuge dieser Erwärmung, die Halb-
naben 41 und 41' sowie die von ihnen getragenen Stützringe 40
15 mit axialem Druck eingepreßt. wobei der Segmentverband auf-
geweitet wird, und zwar wie bei dem Ausführungsbeispiel ge-
mäß Fig. 7 bis zur Anlage an einem während dieses Herstel-
lungsvorgangs den Segmentverband aufnehmenden Anschlagring
oder einer Anschlagbuchse. Die beiden Halbnaben werden un-
20 ter diesem axialen Druck bis zum Erkalten gehalten.
Anschließend werden die Spannschrauben 47 festgezogen.
Durch das Aufweiten des Segmentverbandes und sein anschlies-
sendes Schrumpfen beim Erkalten erhalten die beiden Halb-
naben 41 und 41' sowie die Stützringe 40 eine radiale Vor-
25 spannung, die sich zwar beim Betrieb des Kommutators ver-
mindert, jedoch nicht vollständig abgebaut wird.

Der armierte Segmentverband des Ausführungsbeispiels ge-
mäß Fig. 9 unterscheidet sich von demjenigen des Ausfüh-
rungsbeispiels gemäß Fig. 7 nur dadurch, daß seine Innen-
30 mantel-

fläche auch in den Endabschnitten zylindrisch ausgebildet ist. Absetzungen 51' der Segmente 51 sowie Durchbrüche 53 derselben und Ausstanzungen 55 der Isolierlamellen 52 beschränken deshalb auch hier die Gewölbespannung im wesentlichen auf den zwischen den Durchbrüchen und Ausstanzungen einerseits sowie der Innenmantelfläche^{andererseits} liegenden Bereich und die beiden innerhalb der Armierungsringe 56 liegenden Endzonen. Zwischen der zylindrischen Außenmantelfläche einer aus Stahl bestehenden und radial vorgespannten Nabe 58 sowie der Innenmantelfläche des Segmentverbandes befindet sich ein Preßstoff 57, welcher den Segmentverband gegenüber der Nabe isoliert und die Radialkräfte überträgt. Der Preßstoff 57, bei dem es sich um eine im Kommutatorbau für Preßkommutatoren übliche Masse handelt, deckt auch die Stirnseiten der Armierungsringe 56 sowie der ^{ihnen} von/umfaßten Endzonen des Lamellenverbandes ab und füllt die die Armierungsringe aufnehmenden Ringnuten aus, soweit dies die Armierungsringe nicht tun. Zur Herstellung eines solchen Kommutators wird der armierte Segmentverband durch Erwärmen auf eine für die Verarbeitung des Preßstoffes 57 erforderliche Preßwerkzeugtemperatur, die je nach Preßstoff bis über 200° liegen kann, sowie durch den zwischen die Innenmantelfläche des Segmentverbandes und die Nabe 58 unter Druck eingebrachten Preßstoff 57 bis zur Anlage der Außenmantelfläche an einer den Segmentverband aufnehmenden Preßbuchse aufgeweitet. Der Innendurchmesser dieser Preßbuchse und damit das Maß der Aufweitung des Segmentverbandes ist so gewählt, daß beim Erkalten des Segmentverbandes und der damit verbundenen Schrumpfung die Nabe 58 und der zwischen ihr und dem Segmentverband liegende Preßstoff 57 die erforderliche radiale Vorspannung erhalten.

Dank dieses einfachen Fertigungsverfahrens und seines einfachen Aufbaus stellt dieser Kommutator eine besonders wirtschaftliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommutators dar.

Das in Fig. 10 dargestellte Ausführungsbeispiel ist, wie das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 9, ein ringarmierter Preßkommutator. Es unterscheidet sich jedoch von letzterem nicht nur dadurch, daß zusätzlich zu den/^{an}beiden Enden des Segmentverbandes vorgesehenen Armierungsringen 76 ein dritter Armierungsring 76' auf halber Länge angeordnet ist, was insbesondere bei größerer Kommutatorlänge vorteilhaft ist. Ein Unterschied liegt auch darin, daß die Armierungsringe 76 und 76' gegenüber den Segmenten 71 durch Preßstoff 77 isoliert sind, der beim Auspressen den Zwischenraum zwischen den Armierungsringen und den sie aufnehmenden Nuten ausfüllt. Der dritte Armierungsring 76' bedingt auch eine etwas andere Ausbildung der Durchbrüche 73 der Segmente und der Ausstanzungen 75 der zwischen ihnen liegenden Isolierlamellen, wie Fig. 10 zeigt. Dank dieser Aussparungen und Durchbrüche sowie der beidseitigen Absetzungen 71' der Segmente 71 ist aber auch bei diesem Ausführungsbeispiel die Gewölbedruckzone, also derjenige Flächenbereich der Segmente und Isolierlamellen, in dem die Gewölbespannung wirksam ist, stark reduziert.

Ein weiterer Unterschied des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 10 gegenüber demjenigen gemäß Fig. 9 besteht darin, daß die aus Stahl bestehende, blanke Nabe/⁷⁸eine konische Außenmantelfläche hat. Statt dieser einstückig ausgebildeten Nabe oder einer Welle mit Außenkonus könnten auch zwei Halbnaben mit Außenkonus verwendet werden.

Die Herstellung des Kommutators gemäß Fig. 10 erfolgt in der Weise, daß zunächst wie bei einem Preßkommutator der vorgespannte Segmentverband, in den die Nabe 78 noch nicht eingesetzt ist, mit Preßstoff 77 ausgepreßt wird, der dabei die Armierungsringe 76 und 76' vollständig einbettet. Wie Fig. 10 zeigt, deckt der Preßstoff 77 die beiden außenliegenden Armierungsringe 76 sowie die innerhalb derselben liegenden Endabschnitte der Segmente 71 nach außen hin vollständig ab und schließt im Ausführungsbeispiel bündig an die Nabenstirnseite an. Vollständig mit

Preßstoff wird auch der Ringschlitz gefüllt, über den die den dritten Armierungsring 76' enthaltende Ringnut mit der Innenmantelfläche des Segmentverbandes in Verbindung steht. Die vom Preßstoff 77 an der Innenmantelfläche des Segmentverbandes gebildete Isolierschicht hat eine konische Innenmantelfläche entsprechend dem Außenkonus der Nabe 78. Nach dem Auspressen des Segmentverbandes mit dem Preßstoff 77 und noch vor dessen Temperung wird der armierte Segmentverband auf eine über der späteren Betriebstemperatur liegenden Temperatur erwärmt und hierdurch sowie durch die vorzugsweise im Zuge der Erwärmung erfolgende Einpressung der Nabe 78 auf das durch einen Anschlagring oder dergleichen vorgegebene Maß aufgeweitet. Beim Abkühlen erhält die Nabe 78 dann die erforderliche radiale Vorspannung. Die zunächst etwas länger als der Kommutator gehaltene, nach dem Einpressen beidseitig etwas überstehende Nabe 78 wird nunmehr bündig zu den Enden des Kommutators abgedreht. Durch die anschließende Temperung wird der Preßstoff härter.

Zusätzlich zu den Vorteilen, welche auch das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 9 hat, hat der Kommutator gemäß Fig. 10 den Vorteil, daß fertig ausgestanzte Segmente und Isolierlamellen verwendet werden können, also keine Bearbeitung des Segmentverbandes zur Herstellung der für die Armierungsringe erforderlichen Sitze sowie keine Isolierung der Armierungsringe notwendig ist.

Das in den Fig. 11 und 12 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen insbesondere dadurch, daß bereits im Zuge der für den Gewölbedruckaufbau erforderlichen Durchmesserverkleinerung des aus Segmenten 91 mit Durchbrüchen 93 sowie Absetzungen 91' und Isolierlamellen 92 mit Ausstanzungen 95 zusammengesetzten Segmentverbandes, z.B. mittels einer konischen Buchse, über die der Segmentverband

in eine Druckbuchse 100 gedrückt wird, eine relativ dünnwandige, isolierte Nabenhülse 101 in die Aufnahmebohrung des Segmentverbandes eingeschrumpft und mit ihm kraftschlüssig verbunden wird. Da für den relativ weichen, orthotropen Segmentverband zum Aufbau seiner Gewölbespannung ein entsprechend hoher Schrumpfweg bzw. eine große Durchmesserverkleinerung erforderlich ist, kann die Höhe der Komprimierung der Nabenhülse 101 über ihre Durchmesserverkleinerung durch die Vorgabe einer Differenz zwischen dem

5 Durchmesser der Aufnahmebohrung des Segmentverbandes und dem Außendurchmesser der isolierten Nabenhülse 101 bestimmt werden. In den Segmentverband wird, nachdem er in die Druckbuchse 100 gedrückt worden ist, an beiden Enden je eine Ringnut für die Aufnahme je eines isolierten Armierungsringes 96

10 eingedreht. Die Komprimierung der Nabe wird so hoch gewählt, daß sich nach dem Aufschrumpfen der Armierungsringe 96 auf die durch die Ringnut freigelegten Segmentenden und dem Ausbringen des armierten Segmentverbandes aus der Druckbuchse 100 der Segmentverband in hohem Maße unter wesentlichem Ab-

15 bau der Gewölbespannung und zunehmendem Spannungsaufbau in den Armierungsringen 96 durch die hohen Stützkkräfte der komprimierten Nabenhülse 101 aufweitet. Der durch die Nabenhülse 101 radial vorgespannte Segmentverband wird anschließend erwärmt. Dabei wird eine Nabe 98 eingepreßt.

20

25 Die als Druckhülse in den Segmentverband eingeschrumpfte Nabenhülse 101 könnte auch eine leicht konische Bohrung aufweisen. Die mit einem korrespondierenden Außenkonus versehene Nabe oder Ankerwelle könnte dann im Zuge der Erwärmung des Segmentverbandes eingepreßt werden. Eine konische

30 Nabe hat den Vorteil, daß sie, da bereits im Zuge der Erwärmung des Segmentverbandes in die Aufnahmebohrung eingebracht und unter Druck gesetzt, die die Armierungsringe 96 tragenden Enden der Segmente 91 unterstützt. Der Ausdehnungskoeffizient des Segmentverbandes ist nämlich größer als der-

35 jenige der aus Stahl bestehenden Armierungsringe 96. Daher

erfahren die Segmente 91 bei der Erwärmung eine zunehmende Biegebeanspruchung an ihren Enden.

Die Nabenhülse ist von einem sie ringspulenartig ummantelnden, dünnen Isolierband umschlungen und bildet eine doppelte
5 Isolierung 97 des Segmentverbandes gegenüber der Ankerwelle. Durch die beiden sehr dünnen Isolierschichten zwischen dem Segmentverband und der Nabe 98 oder Ankerwelle ist eine gute Wärmeableitung auf die Ankerwelle gewährleistet. Das daraus resultierende geringe Wärmegefälle zwischen Segmentverband
10 und Nabe und/oder Ankerwelle trägt dazu bei, daß der Abbau von Stützkraften der Nabe äußerst gering bleibt. Diese Wirkung einer guten Wärmeableitung vom Kommutator zur Ankerwelle gilt selbstverständlich auch für die übrigen Ausführungsbeispiele. Ferner kann natürlich auch bei anderen Ausführungs-
15 beispielen die Isolation durch eine solche Bewicklung gebildet sein.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Kommutator mit einem armierten Segmentverband, der unter Zwischenlage einer Isolierung auf einer Nabe oder Ankerwelle angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (8;21,21';41,41';58;78;98;101) und/oder Ankerwelle (9) sowie die Isolierung (7;57;77;97) durch einen wesentlichen Spannungsanteil der Armierung (6;16;36;56;76;96) des Segmentverbandes radial vorgespannt sind und der Segmentverband mit der Nabe und/oder Ankerwelle (9) durch die als Reaktion auf die radiale Vorspannung auf seine Innenmantelfläche gerichteten Stützkkräfte (S, S_r) kraftschlüssig mit der Nabe und/oder Ankerwelle gekoppelt ist.

2. Kommutator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweitung des armierten Segmentverbandes so groß ist, daß die aus der radialen Vorspannung der Nabe (8;21,21';41,41';58;78;98;101) und/oder der Ankerwelle (9) sowie der Isolierung resultierenden Stützkkräfte für den Segmentverband am ruhenden Kommutator höher sind als die durch dynamische und thermische Beanspruchung und daraus resultierender Formänderung des Kommutators im Betrieb hervorgerufene Verminderung dieser Stützkkräfte.

3. Kommutator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die in radialer Richtung gemessene Dicke der Isolierung (7;97) zwischen der Nabe (8;21,21';41,41';58;78;98;101) oder Welle einerseits und dem Segmentverband andererseits im unteren Grenzbereich liegt.

4. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewölbedruckzone zwischen benachbarten Segmenten (1;11;51;71;91) durch Ausnehmungen (3,5;13,15;53,55;73,75;93,95) und/oder Absetzungen (1';11';51;71;91') und/oder der Isolierlamellen (2;12;52;92) des Segmentverbandes verkleinert ist.

5. Kommutator nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch wenigstens eine sich längs des äußeren Randes jedes Segmentes und/oder jeder Isolierlamelle über die gesamte axiale Länge des Segmentverbandes erstreckende Absetzungen (1';11';51';71';91).

6. Kommutator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (13;53;93) auf die Stege (14) zwischen den Ausnehmungen (15;55;95) der Isolierlamellen (12;52;92) ausgerichtet sind.

10 7. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe in zwei in axialer Richtung im Abstand voneinander angeordnete und mittels Schrauben (23) gegeneinander gespannte Halbnaben (21;21';41,41') unterteilt ist, von denen jede einen isolierten, konischen Stützring
15 (20;40) trägt, der formschlüssig hinsichtlich seiner Mitnahme durch die Halbnabe bei einer Bewegung gegen die andere Halbnabe hin mit der ihn tragenden Halbnabe verbunden ist und mit seiner konischen Außenmantelfläche an einem korrespondierenden Innenkonus des Segmentverbandes anliegt.

20 8. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe in zwei in axialer Richtung im Abstand voneinander angeordnete und mittels Schrauben gegeneinandergespannte Halbnaben unterteilt ist, die je mit einer konischen Außenmantelfläche unter Zwischenlage einer Iso-
25 lation an je einem korrespondierenden Innenkonus des Segmentverbandes anliegen.

9. Kommutator nach Anspruch 7 oder 8, gekennzeichnet durch zwei mittels Spannschrauben (43) zusammenspannbare Spannringe (45), die axial verschiebbar auf der einen bzw.
30 anderen Halbnabe (41,41') angeordnet sind, sowie zwei die Armierung des Segmentverbandes bildende, isolierte Ringe (36) mit Innenkonus, die je an einem Außenkonus einer Ringnut des

Segmentverbandes anliegen und mittels der beiden Spannringe (45) in axialer Richtung gegeneinander gespannt sind.

10. Verfahren zur Herstellung eines Kommutators gemäß Anspruch 1, bei dem ein armierter Segmentverband auf eine metallische Nabe oder Ankerwelle unter Zwischenlage einer Isolierung konzentrisch zur Naben- oder Wellenlängsachse angeordnet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Segmentverband gleichmäßig aufgeweitet und der Isolierung sowie der Nabe und/oder Welle eine diese Aufweitung über radiale Stützkkräfte aufrechterhaltende radiale Vorspannung gegeben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung sowie die Nabe und/oder Ankerwelle soweit vorgespannt werden, daß auch bei einer dynamischen und thermischen Beanspruchung des Segmentverbandes, wie sie im Betrieb auftritt, der Segmentverband noch durch die radialen Stützkkräfte mit der Nabe oder Ankerwelle kraftschlüssig gekoppelt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der armierte Segmentverband bis über die Betriebstemperatur des Kommutators hinaus erwärmt wird und in seine konische Aufnahmebohrung vorzugsweise im Zuge der Erwärmung eine einstückige oder zweigeteilte Nabe mit Außenkonus oder eine konische Ankerwelle unter Zwischenlage der Isolierung eingepreßt wird, wobei ein den Segmentverband umfassender Anschlagring die durch das Einpressen der Nabe oder Ankerwelle bewirkte Aufweitung des Segmentverbandes begrenzt.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der armierte Segmentverband durch Erwärmung auf eine Temperatur, die der für die Verarbeitung eines Preßstoffes erforderlichen Preßwerkzeugtemperatur entspricht, und durch ein Einpressen von Preßstoff zwischen

seine Innenmantelfläche und die Nabe oder Ankerwelle bis zur Anlage seiner Außenmantelfläche an einer den Segmentverband während des Einpressens des Preßstoffes aufnehmenden Buchse aufgeweitet wird, wobei die Aufweitung so groß
5 gewählt wird, daß nach dem Erkalten des ausgepreßten Segmentverbandes die erforderliche radiale Vorspannung der Nabe oder Welle vorhanden ist.

14. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine einstückige oder zweigeteilte Nabenhülse
10 unter Zwischenlage einer Isolation in den lose zusammengeführten Segmentverband eingebracht und im Zuge der für den Gewölbedruckaufbau erforderlichen Durchmesser-Verkleinerung des Segmentverbandes in diesen eingeschrumpft wird, und daß sodann Armierungsringe auf die durch Ringnuten freige-
15 legten Segmentenden aufgeschrumpft werden, wobei die mindestens über einen Teil der Durchmesser-Verkleinerung des Segmentverbandes erfolgte Komprimierung der Nabenhülse so hoch gewählt wird, daß nach dem Ausstoßen des armierten Segmentverbandes aus einer ihn unter Gewölbespannung hal-
20 tenden dickwandigen Buchse, der Segmentverband in hohem Maße unter wesentlichem Gewölbespannungsabbau und zunehmendem Spannungsaufbau in den Armierungsringen durch die hohen Stützkkräfte der komprimierten Nabenhülse aufgeweitet wird.

25 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der die Nabenhülse enthaltende radial vorgespannte, armierte Segmentverband bis über die Betriebstemperatur des Kommutators hinaus erwärmt wird und anschließend eine Nabe oder die Ankerwelle eingepreßt oder eine unterkühlte Nabe
30 oder Ankerwelle eingebracht wird.

0054727

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß im Zuge der Erwärmung des Segmentverbandes eine mit einem Außenkonus versehene Nabe oder Ankerwelle in die einen korrespondierenden Außenkonus aufweisenden Nabenhülse eingepreßt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmung des Segmentverbandes induktiv, vorwiegend über die Armierung des Segmentverbandes, erfolgt.

5 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung zwischen dem Segmentverband und der Nabe mittels eines unter Wärme verbackenden Isolierbandes gebildet wird, mittels dessen
10 Überlappung zwischen aufeinanderfolgenden, den Körper je in axialer Richtung durchgreifenden Windungen bewickelt wird.

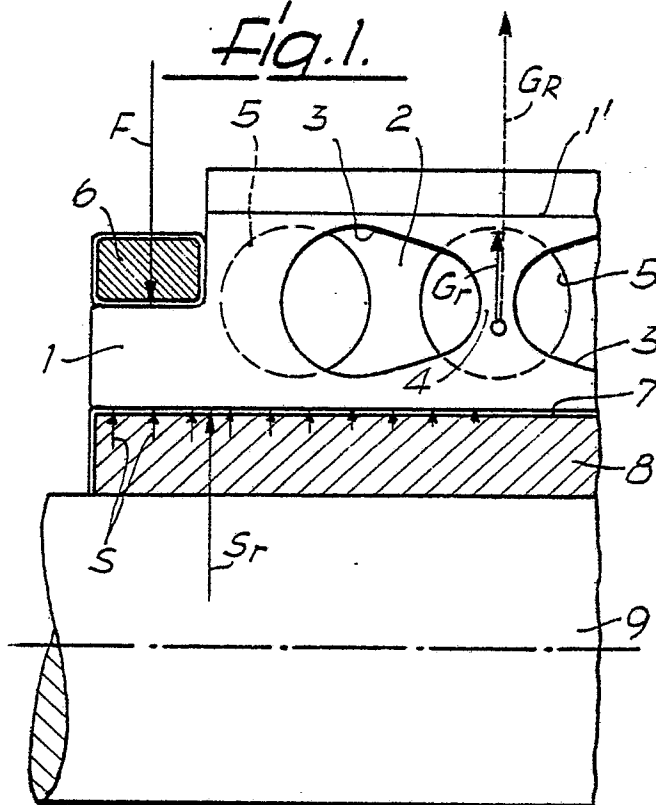
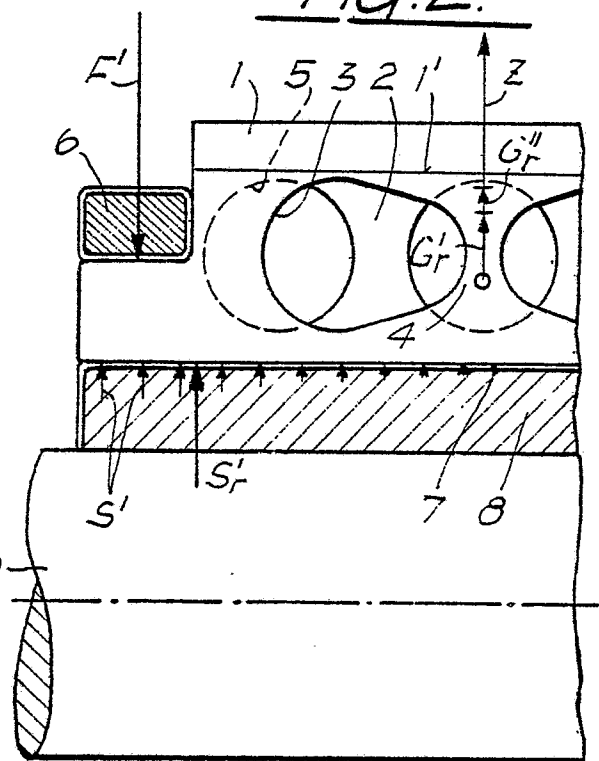
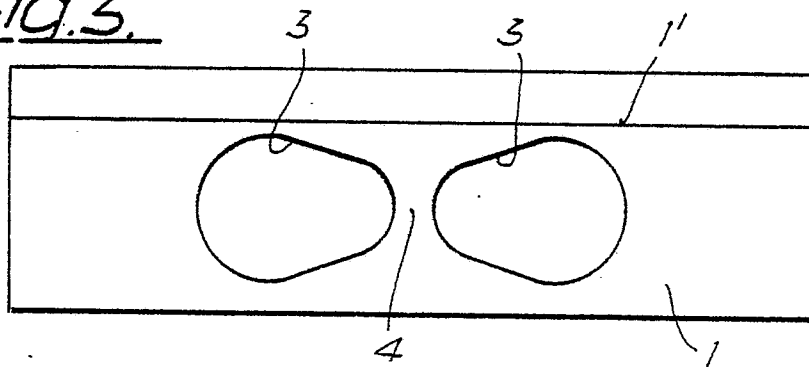
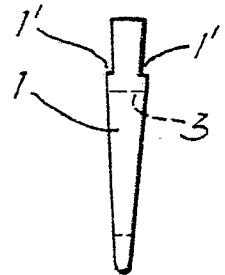
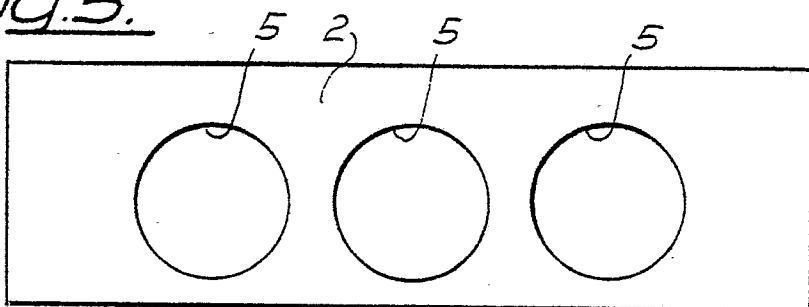
Fig.1.Fig.2.Fig.3.Fig.4.Fig.5.Fig.6.

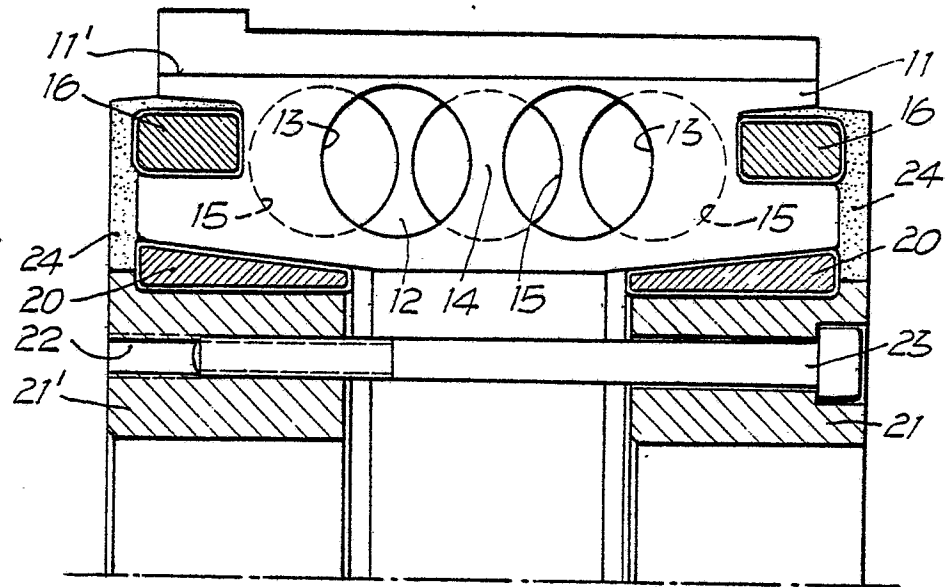
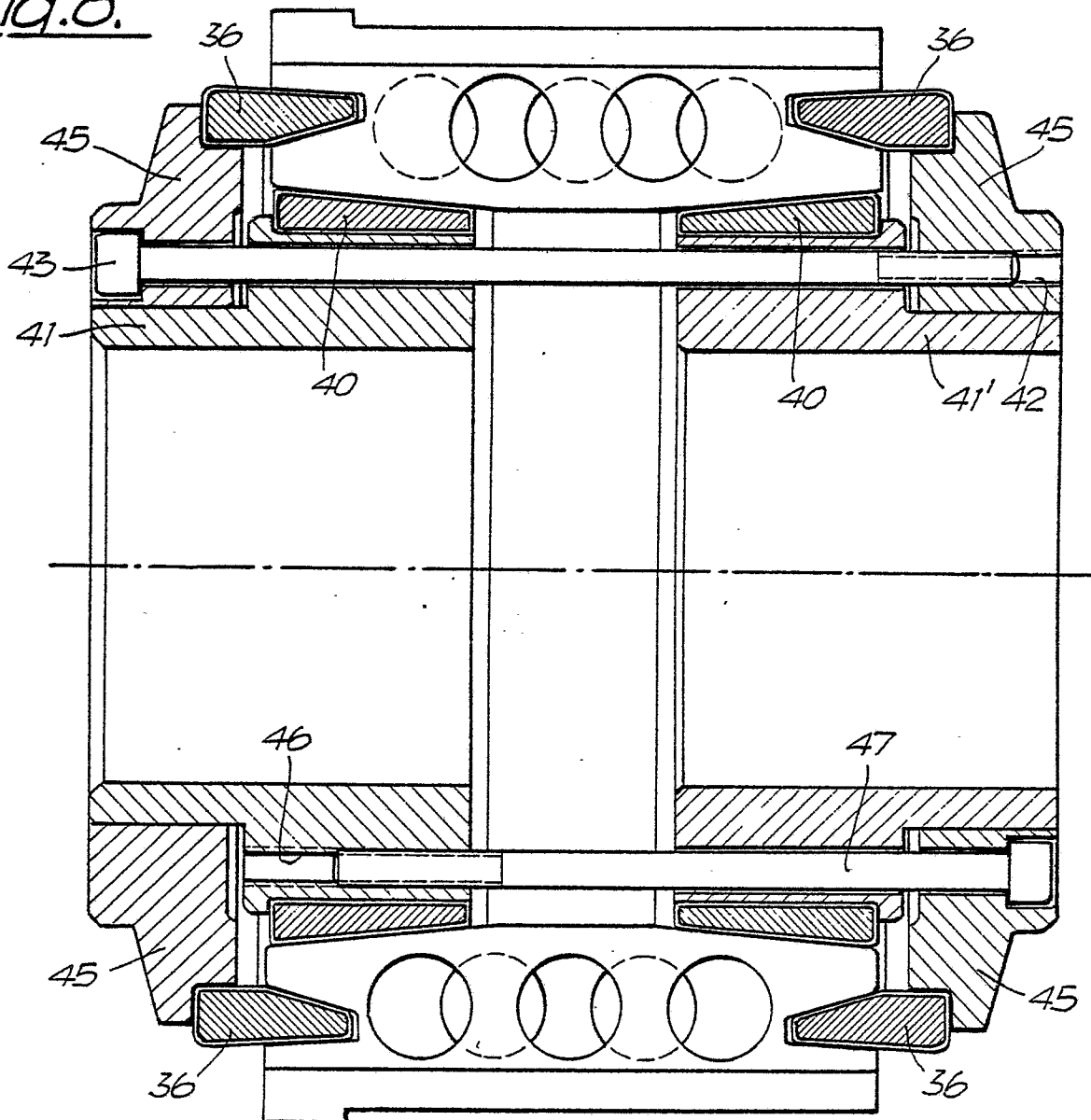
Fig. 7.Fig. 8.

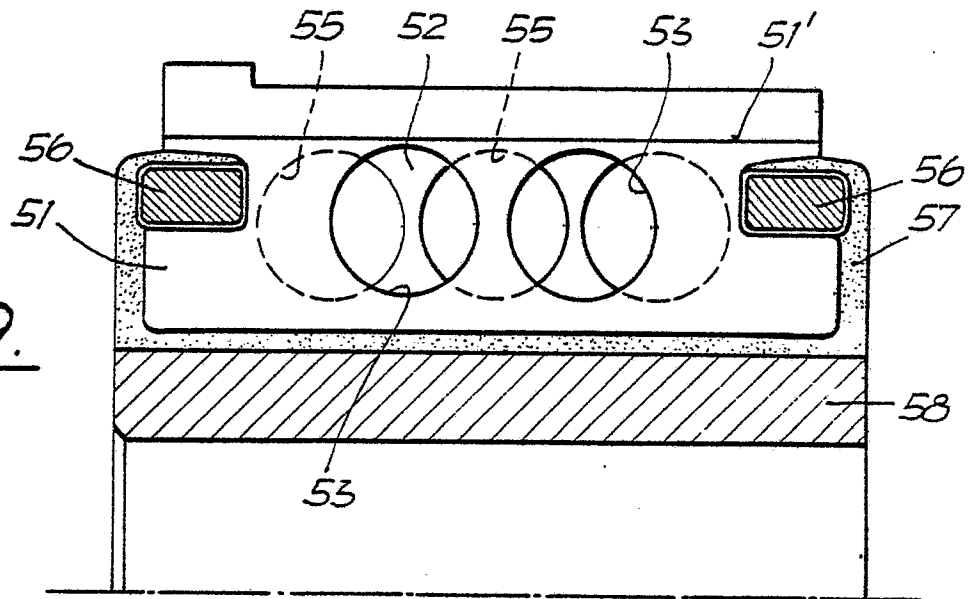
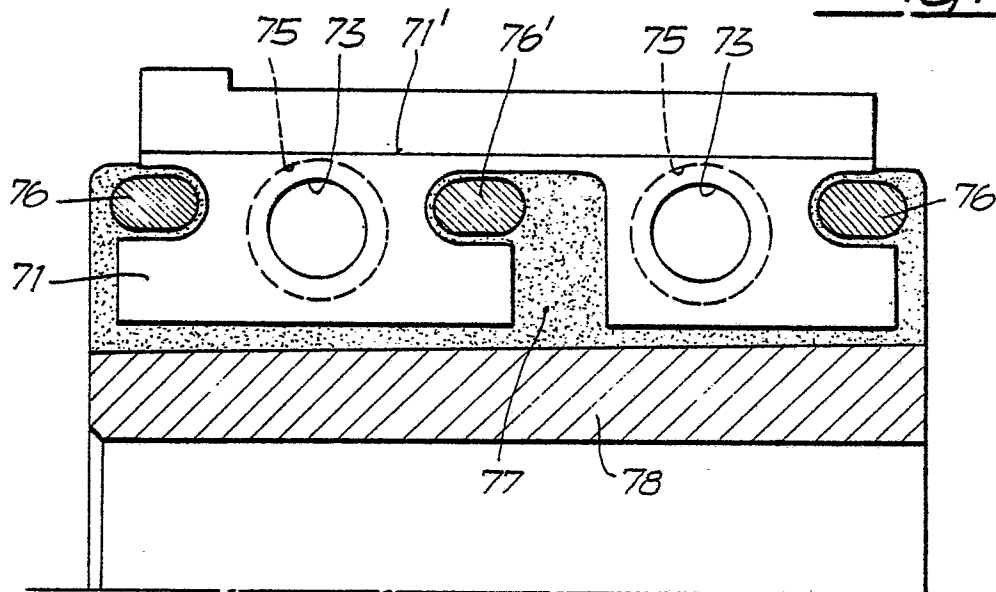
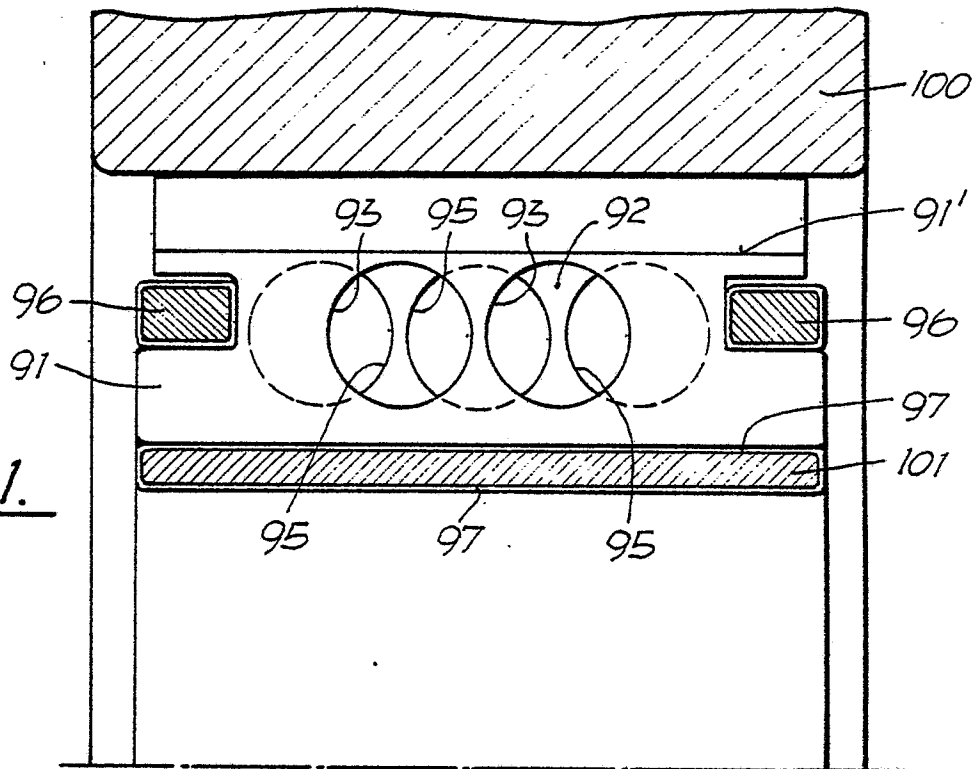
Fig. 9.Fig. 10.

Fig. 11.Fig. 12.