(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 654 785 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.05.2016 Patentblatt 2016/21

(21) Anmeldenummer: **04762594.2**

(22) Anmeldetag: **04.08.2004**

(51) Int Cl.:
H01R 39/04 *(2006.01)* ***H01R 43/06*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2004/001749

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/015695 (17.02.2005 Gazette 2005/07)

(54) **KOMMUTATOR**

COMMUTATOR

COLLECTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **05.08.2003 DE 10335894**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.05.2006 Patentblatt 2006/19

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **DEIERLING, Hans**
  31137 Hildesheim (DE)
- **HASERT, Wolfram**
  71384 Weinstadt (DE)
- **AHRENS, Dieter**
  38271 Baddeckenstedt (DE)
- **MORITZ, Juergen**
  70327 Stuttgart (DE)
- **PFLUGMACHER, Olaf**
  31180 Giesen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 263 766
CH-A- 361 332
DE-U1- 29 802 497
FR-A- 2 532 789

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 654 785 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE-OS 32 43 191 ist ein Kommutator bekannt, der zur Stromversorgung von Läufern elektrischer Maschinen dient. Dieser Kommutator hat an seinem Umfang angeordnete Lamellen, die als Gleitkontakte für Bürsten dienen. Jede der Lamellen weist schwalbenschwanzförmige Formschlussverbindungen auf, die ein sich axial erstreckendes Profil aufweisen. Die Lamellen werden mit ihrer nach radial innen gerichteten Seite, und damit mit den schwalbenschwanzförmigen Formschlussverbindungen, in eine aushärtbare Masse eingebettet, so dass sich schließlich ein sicherer Formschluss zwischen der ausgehärteten Masse und den Lamellen ergibt. Die Hinterschnitte sind für relativ niedrige Geschwindigkeiten bzw. Drehzahlen des Läufers geeignet.

[0002] Aus der deutschen Gebrauchsmusterhilfsanmeldung DE-U 1 774 892 ist ebenfalls ein Kommutator für die gleichen Zwecke bekannt. Die aus dieser Schrift bekannten Lamellen weisen im Gegensatz zur zuvor genannten Schrift sich in Umfangsrichtung bzw. quer zur Axialrichtung sich erstreckende Schwalbenschwanznuten bzw. -profile auf.

[0003] Beide bisher bekannten Kommutatoren sind jedoch nur für relativ geringe Drehzahlen, geeignet, da einerseits die Masse einer jeden einzelnen Lamelle relativ hoch ist und andererseits die jeweils offenbarten Formschlussverbindungen nur geringe Kräfte aufnehmen können.

[0004] Aus der französischen Offenlegungsschrift FR 2 532 789 A1 ist ein Kommutator bekannt, der nicht nur Axialhinterschnitte sondern auch Querhinterschnitte aufweist. Aus dem Dokument DE 298 02 497 U1 ist ein Kommutator zur Stromversorgung von elektrischen Maschinen offenbart, nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1. Dort gezeigte Axialhinterschnitte sind durch mehrere Querhinterschnitte konstanter Höhe unterbrochen.

Vorteile der Erfindung

[0005] Der erfindungsgemäße Kommutator mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass durch unterschiedliche radiale Höhen zweier benachbarter Querhinterschnitte zweier Hohlprofile, deren Höhen zu einem Wicklungsanschluss hin abnehmen, im Bereich zwischen aufliegender Bürste und Wicklungsanschluss ein Querhinterschnitt angeordnet werden kann. Dies ermöglicht die Strombelastbarkeit einer Lamelle insgesamt weiterhin sehr hoch zu halten und dennoch eine sehr gute Schleuderfestigkeit zu erreichen.

[0006] Aus der Kombination dieser beiden unterschiedlichen Formschlussverbindungen ergibt sich insgesamt eine deutlich verbesserte Schleuderfestigkeit des Kommutators, da einerseits höhere Zentripetalkräfte kompensiert werden können und andererseits sich durch diese zusätzliche Ausnehmung der Querhinterschnitte die Masse einer jeden einzelnen Lamelle verringert. Als weiterer wesentlicher Effekt bei der Gestaltung des hier vorgeschlagenen Kommutators ergibt sich eine deutlich verbesserte fluiddynamische Gestaltung der radialen Innenseite des Kommutators. Die fluiddynamische Gestaltung ist insofern von Bedeutung, als dass die im Kommutator ausgehärtete Masse zuvor in einem Formwerkzeug in den radialen Innenraum des Kommutators eingepresst wird und sich bei der erfindungsgemäßen Gestaltung des Kommutators eine deutlich bessere Füllung durch diese aushärtbare Masse radial innerhalb des Kommutators ergibt. Durch diese verbesserte Füllung ergeben sich insgesamt größere tragende Querschnitte zwischen der ausgehärteten Masse und den Lamellen und somit eine nochmals gesteigerte Schleuderfestigkeit des Kommutators. Mit diesem Kommutator sind gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Kommutatoren um bis zu 25% höhere Drehzahlen möglich.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des Kommutators nach dem Hauptanspruch möglich. Befindet sich der zumindest eine weitere Querhinterschnitt bezogen auf die Achsiale Erstreckung der Lamelle im Wesentlichen in einer ersten Hälfte des Kommutators bzw. einer Lamelle, so ist der Strompfad von der nach radial außen gerichteten Oberfläche des Kommutators zu einem Wicklungsanschluss an die Lamelle hin praktisch nicht geschwächt. So ergibt sich trotz Verringerung des Kupferanteils der Lamelle eine sehr gute Strombelastbarkeit, da der Widerstand innerhalb der Lamelle praktisch nicht oder nur unwesentlich geschwächt wird. Der Widerstand einer jeden einzelnen Lamelle bleibt nahezu konstant, die Wärmeentwicklung wird nicht erhöht. Eine bezüglich der eben erwähnten Effekte weitere Verbesserung ergibt sich dann, wenn der zumindest eine weitere Querhinterschnitt bezogen auf die axiale Erstreckung der Lamelle im Wesentlichen in einem ersten Drittel der Lamelle angeordnet ist.

[0008] Um eine gute Kraftübertragung zwischen Lamelle und ausgehärteter Masse bzw. Pressmasse zu erhalten ist vorgesehen, dass zwei Querhinterschnitte zusammen eine Schwalbenschwanzform aufweisen.

[0009] Eine weiter verbesserte fluiddynamische Gestaltung wird dann erreicht, wenn einerseits zwei eine Schwalbenschwanzform bildende Querhinterschnitte ein gemeinsames Hohlprofil bilden, das sich über eine Länge von maximal 40% einer Lamellenlänge erstreckt.

[0010] Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Lamellen zumindest an einer axialen Seite eine Stirnfläche aufweisen, die von einer in Umfangsrichtung orientierten Nut unterbrochen ist. Durch diese Nut

ist es zusätzlich möglich, die Stirnfläche einer Lamelle über die Nut in der bereits erwähnten Pressmasse zu lagern und somit auch an den Außenseiten der Lamellen eine Stützwirkung zu erhalten.

Zeichnungen

[0011] In den Zeichnungen sind Ausfuhrungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Kommutators dargestellt. Es zeigen

Figur 1	in schematischer Darstellung eine räumliche Ansicht eines Kommutators,
Figur 2	eine räumliche Darstellung einer einzelnen Lamelle,
Figur 3	eine Seitenansicht der Lamelle aus Figur 2,
Figur 4	ein Ausführungsbeispiel einer Lamelle,
Figur 5 bis Figur 7	drei weiteren Beispiele von Lamellen bzw. deren Profil in schematischer wobei Figur 6 eine Lamelle gemäss der Erfindung offenbart.

Beschreibung

[0012] In Figur 1 ist in etwas schematisierter Darstellung ein Kommutator 10 dargestellt. Der Kommutator 10 besteht aus am Umfang gleichmäßig verteilt angeordneten Lamellen 13, die untereinander isoliert beabstandet sind. Die Lamellen 13 weisen jeweils Formschlussverbindungselemente auf, die in einer ausgehärteten Masse 16 eingebettet sind. Die ausgehärtete Masse 16 hat nach der Fertigstellung des Kommutators 10 eine insgesamt ringförmige Gestalt. Eine Bohrung 19 bzw. ein zylinderförmiges Loch innerhalb der Masse 16 dient dazu, den Kommutator auf einer hier nicht dargestellten Welle eines Läufers zu befestigen. Die ausgehärtete Masse 16 ist in diesem Beispiel derart geformt, dass diese an einem stirnseitigen Ende der Lamellen 13 einen Bund 22 bildet.

[0013] Figur 2 zeigt ein erstes Beispiel einer einzelnen Lamelle 13. Diese Lamelle 13 ist insgesamt L-förmig und besteht demzufolge aus einem kürzeren Schenkel 25 und einem längeren Schenkel 26. Der kürzere Schenkel 25 dient hier als Wicklungsanschluss 27. An diesen Wicklungsanschluss 27 werden später am Läufer Drahtenden der Läuferwicklung befestigt. Der längere Schenkel 26 dient mit seiner radial nach außen gerichteten Oberfläche 29 als Gegenkontakt für später darauf gleitende Bürsten. Wie sowohl in Figur 2, als auch in der dazugehörigen Stirnansicht, Figur 2a, zu erkennen ist, weist jede Lamelle Axialhinterschnitte 32 auf, die sich jeweils in Achsrichtung des Kommutators erstrecken und paarweise beiderseits einer Lamelle 13 eine schwalbenschwanzförmige Formschlussverbindung ermöglichen. Während in Figur 2 vier weitere sogenannte Querhinterschnitte 35 vorgesehen sind, die sich profilartig quer zur Achsrichtung des Kommutators erstrecken, so ist doch insgesamt vorgesehen, dass sich zusätzlich zu den Axialhinterschnitten 32 zumindest ein weiterer Querhinterschnitt 35 in Querrichtung zur Lamelle 13 erstreckt.

[0014] Figur 3 zeigt die Lamelle 13 aus Figur 2 in einer Seitenansicht. Die axiale Erstreckung der Lamelle 13 ist in Richtung der Kommutatorachse orientiert, die hier mit 37 bezeichnet ist. Die Lamelle 13 lässt sich in zwei axiale Hälften einteilen, wobei eine erste Hälfte - in Figur 3 zur Rechten - vom Wicklungsanschluss 27 abgewandt ist. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der zumindest eine weitere Querhinterschnitt 35, hier im Bild sind insgesamt vier Querhinterschnitte 35 dargestellt, bezogen auf die axiale Erstreckung der Lamelle 13 im Wesentlichen in der ersten Hälfte, nämlich in der vom Wicklungsanschluss 27 abgewandten Hälfte, angeordnet ist.

[0015] Gemäß einem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 kann es sich als günstig erweisen, auf Grund hoher Strombelastung einer jeden Lamelle den zumindest einen weiteren Querhinterschnitt 35, bezogen auf die axiale Erstreckung der Lamelle, im Wesentlichen in einem ersten Drittel anzuordnen, wobei dieses erste Drittel auch hier vom Wicklungsanschluss 27 abgewandt ist. Wie unter anderen in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, ist vorgesehen, zwei jeweils benachbarte Querhinterschnitte 35 so nebeneinander anzuordnen, dass diese zusammen eine Schwalbenschwanzform aufweisen bzw. bilden.

[0016] In Figur 5 ist ein zweites Beispiel einer Lamelle 13 dargestellt. Wie auch in den nachfolgenden Beispielen ist hier auf die Darstellung der Axialhinterschnitte verzichtet worden, da diese zur nachfolgenden Erläuterung ohne Bedeutung sind. Gemäß dem Beispiel nach Figur 5 ist vorgesehen, dass zwei Querhinterschnitte 35 zusammen ein schwalbenschwanzförmiges gemeinsames Hohlprofil 40 bilden. Dieses Hohlprofil 40 soll sich dabei über eine maximale axiale Länge erstrecken, die 40% einer Lamellenlänge entspricht. Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 ist vorgesehen, dass mehrere Querhinterschnitte 35 mehrere schwalbenschwanzförmige Hohlprofile 40 bilden, die unterschiedliche radiale Höhen aufweisen. Zusätzlich sollen die Höhen der Querhinterschnitte 35 zum Wicklungsanschluss 27 hin abnehmen. So weist das dem Wicklungsanschluss 27 nächstgelegene Hohlprofil 40 eine Höhe h_{r1} auf, die kleiner ist, als die Höhe h_{r2} des nächsten Hohlprofils 40. Dementsprechend hat das dritte Hohlprofil 40 eine Höhe h_{r3}, die am größten ist und vom Wicklungsanschluss 27 am weitesten entfernt ist.

[0017] Das Beispiel aus Figur 7 zeigt ein Hohlprofil 40, das aus zwei Querhinterschnitten 35 gebildet ist, wobei der Querhinterschnitt 35, welcher dem Wicklungsanschluss 27 am nächsten gelegen ist, eine geringere Höhe h_{r1} als der Querhinterschnitt 35 aufweist, der dem Wicklungsanschluss 27 abgewandt ist.

Wie beispielsweise in Figur 3 und Figur 4 dargestellt ist, kann des weiteren vorgesehen sein, dass die Stirnseiten der Lamellen 13 von einer in Umfangsrichtung orientierten Nut 45 unterbrochen sind. Im Verbund der Lamellen 13 mit der Masse 16 kann somit ein weiterer Formschluss zwischen Masse 16 und Lamellen 13 verwirklicht werden, in dem die Masse 16 sich nach axial außen jeweils bundförmig nach radial außen erstreckt und somit in die Nuten 45 eingreift.
Das Herstellungsverfahren für diesen Kommutator 10 lässt sich wie folgt beschreiben:

Zunächst wird ein Kupferband mittels eines Gießverfahrens hergestellt. Dieses Kupferband hat ein L-förmiges Profil und weist bereits die Querhinterschnitte 35 auf. Mittels verschiedener Prägeprozesse wird zunächst die Form der Einzellamellen vorgeprägt und die Axialhinterschnitte 32 an den Umfangsseiten der Lamellen 13 eingeformt. Anschließend wird nach einer erforderlichen Anzahl von Lamellen 13, beispielsweise sind dies 23 oder 28 Lamellen, das Kupferprofil durch einen Stanzvorgang abgelängt. Daran anschließend wird der so erhaltene Streifen in eine Ringform gerollt und in ein Presswerkzeug eingesetzt. Anschließend wird im Presswerkzeug der ringförmige Lamellenstrang mit der plastischen Masse 16 gefüllt und zum Kommutator 10 hin gepresst. Mit der zusätzlichen vorgesehenen Nutverkrallung bzw. den Querhinterschnitten 35 hat jede einzelne Lamelle 13 eine zusätzliche Verstärkung des Formschlusses zur Pressmasse 16, die den Fliehkräften entgegensteht. Durch eine mögliche Abstufung der Nuttiefen h_{r1}, h_{r2}, h_{r3}, ... können störende Einflüsse, beispielsweise Temperaturstau oder zu große Leitungswiderstände, vermieden werden.

Patentansprüche

1. Kommutator zur Stromversorgung von Läufern elektrischer Maschinen, mit am Umfang des Kommutators (10) angeordneten Lamellen (13), wobei eine jede Lamelle (13) mittels einer Axialhinterschnitte (32) aufweisenden Formschlussverbindung in einer ausgehärteten Masse (16) sicher eingebettet ist und sich die Axialhinterschnitte (32) profilartig in Achsrichtung des Kommutators (10) erstrecken, wobei sich mehrere Querhinterschnitte (35) mehrerer Hohlprofile (40) profilartig quer zur Achsrichtung des Kommutators (10) erstrecken und die Axialhinterschnitte (32) durch die weiteren Querhinterschnitte (35) unterbrochen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei benachbarte Querhinterschnitte (35) zweier Hohlprofile (40) unterschiedliche radiale Höhen (h_{r1}, h_{r2}, h_{r3}) aufweisen und die Höhen der Querhinterschnitte (35) zu einem Wicklungsanschluss (27) hin abnehmen.

2. Kommutator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querhinterschnitte (35) bezogen auf die Axialerstreckung der Lamelle (13) im Wesentlichen in einer ersten Hälfte angeordnet ist.

3. Kommutator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Querhinterschnitte (35) zusammen eine Schwalbenschwanzform aufweisen.

4. Kommutator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei eine Schwalbenschwanzform bildende Querhinterschnitte (35) ein gemeinsames Hohlprofil (40) bilden, das sich über eine Länge von maximal 40% einer Lamellenlänge erstreckt.

5. Kommutator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamellen (13) zumindest an einer axialen Seite eine Stirnfläche aufweisen, die von einer in Umfangsrichtung orientierten Nut (45) unterbrochen ist.

6. Elektrische Maschine mit einem Kommutator nach einem der vorstehenden Ansprüche.

Claims

1. Commutator for supplying power to the rotors of electrical machines, having laminations (13) which are arranged over the circumference of the commutator (10), wherein each lamination (13) is securely embedded in a hardened compound (16) by means of an interlocking connection which has axial undercuts (32), and the axial undercuts (32) extend in a profile-like manner in the axial direction of the commutator (10), wherein a plurality of transverse undercuts (35) of a plurality of hollow profiles (40) extend in a profile-like manner transversely to the axial direction of the commutator (10), and the axial undercuts (32) are interrupted by the further transverse undercuts (35), **characterized in that** two adjacent transverse undercuts (35) of two hollow profiles (40) have different radial heights (h_{r1}, h_{r2}, h_{r3}) and the heights of the transverse undercuts (35) decrease in the direction of a winding connection (27).

2. Commutator according to Claim 1, **characterized in that** the transverse undercuts (35) are arranged substantially in a first half with respect to the axial extent of the lamination (13).

3. Commutator according to either of the preceding claims, **characterized in that** two transverse undercuts (35) together have a dovetail shape.

4. Commutator according to one of the preceding claims, **characterized in that** two transverse undercuts (35), which form a dovetail shape, form a common hollow profile (40) which extends over a length of at most 40% of a lamination length.

5. Commutator according to one of the preceding claims, **characterized in that** the laminations (13) have, at least on an axial side, an end face which is interrupted by a slot (45) which is oriented in the circumferential direction.

6. Electrical machine comprising a commutator according to one of the preceding claims.

Revendications

1. Collecteur pour l'alimentation électrique de rotors de machines électriques, comprenant des lamelles (13) disposées sur le pourtour du collecteur (10), chaque lamelle (13) étant enrobée de manière sécurisée dans une masse durcie (16) au moyen d'un assemblage à complémentarité de formes qui présente une contre-dépouille axiale (32) et les contre-dépouilles axiales (32) s'étendant à la manière d'un profil dans la direction de l'axe du collecteur (10), plusieurs contre-dépouilles transversales (35) de plusieurs profils creux (40) s'étendant à la manière de profils transversalement à la direction de l'axe du collecteur (10) et les contre-dépouilles axiales (32) étant interrompues par les contre-dépouilles transversales (35) supplémentaires, **caractérisé en ce que** deux contre-dépouilles transversales (35) adjacentes de deux profils creux (40) présentent des hauteurs radiales (h_{r1}, h_{r2}, h_{r3}) différentes et les hauteurs des contre-dépouilles transversales (35) diminuent en direction d'une borne d'enroulement (27).

2. Collecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les contre-dépouilles transversales (35) sont disposées sensiblement dans une première moitié en référence à la projection axiale de la lamelle (13).

3. Collecteur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux contre-dépouilles transversales (35) présentent ensemble la forme d'une queue d'aronde.

4. Collecteur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux contre-dépouilles transversales (35) formant une queue d'aronde forment un profil creux (40) commun qui s'étend sur une longueur maximale de 40 % de la longueur d'une lamelle.

5. Collecteur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les lamelles (13) présentent au moins sur un côté axial une surface frontale qui est interrompue par une rainure (45) orientée dans le sens circonférentiel.

6. Machine électrique équipée d'un collecteur selon l'une des revendications précédentes.

Fig. 1

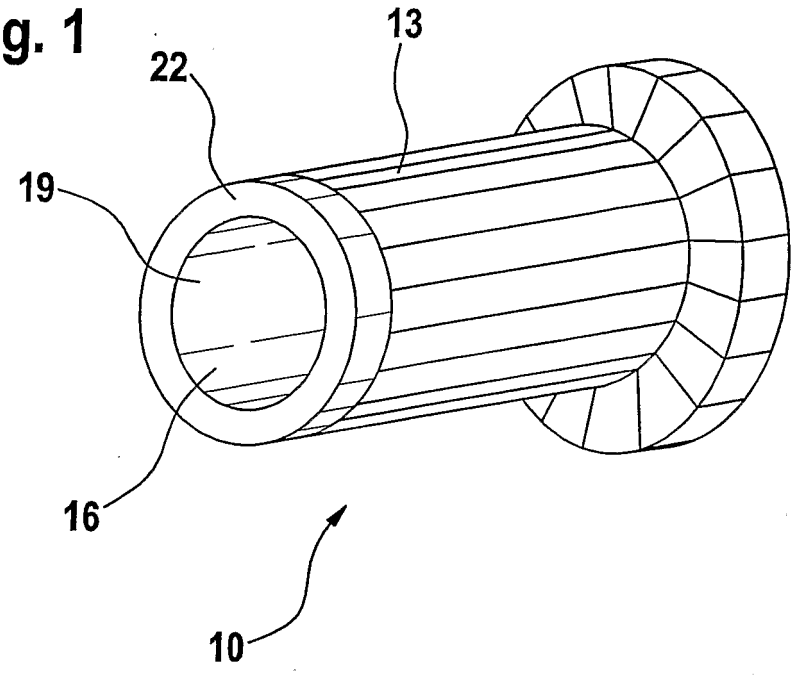


Fig. 2

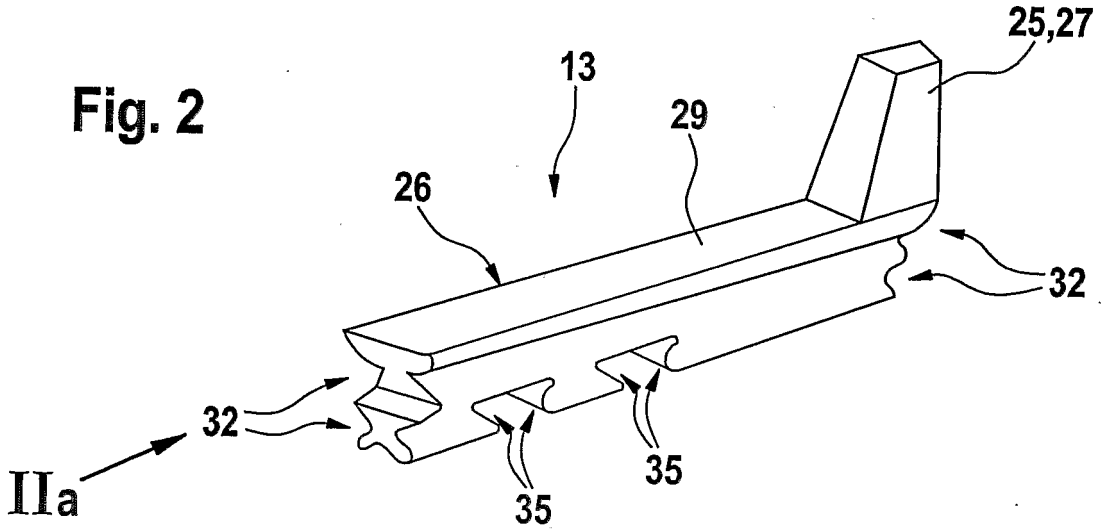
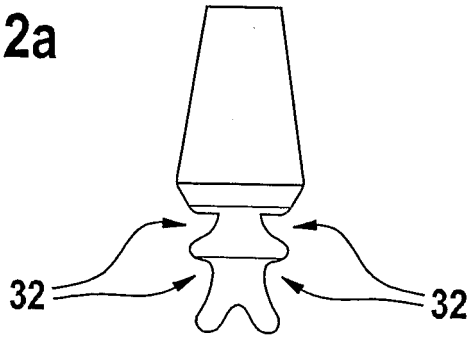


Fig. 2a



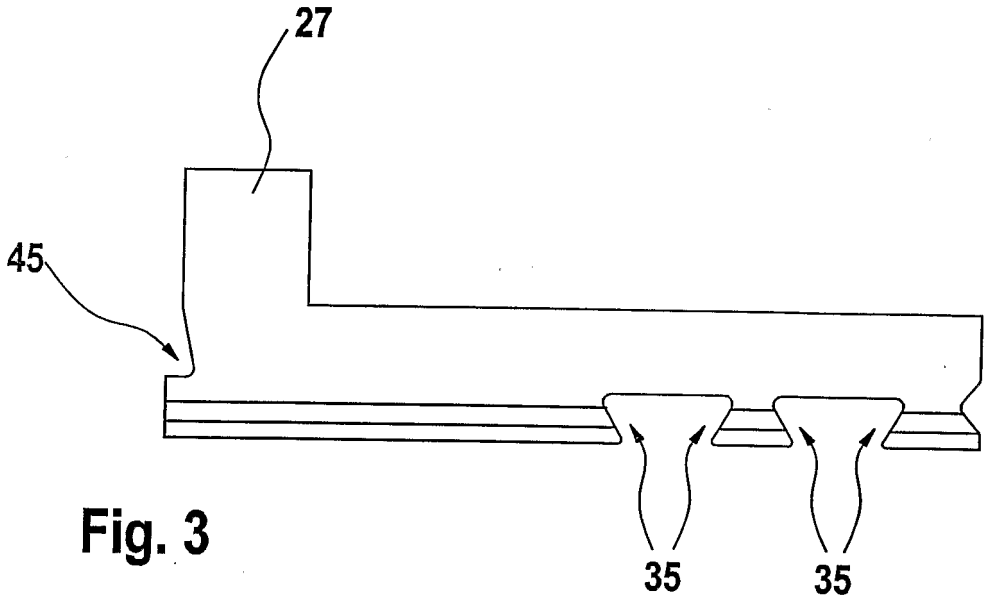


Fig. 3

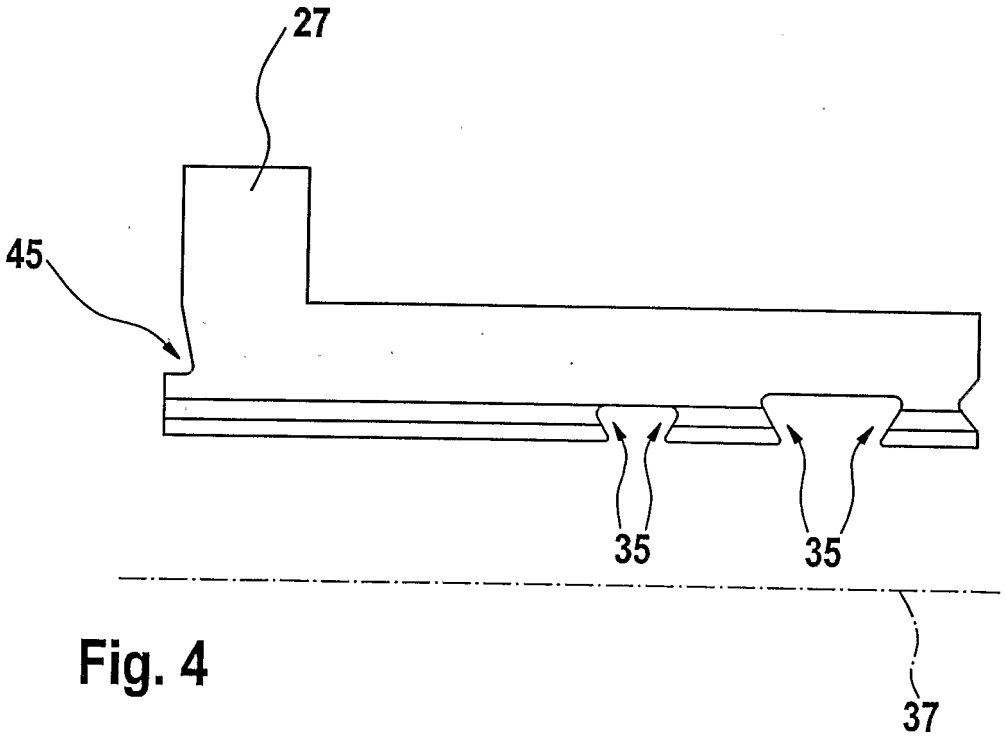


Fig. 4

Fig. 5

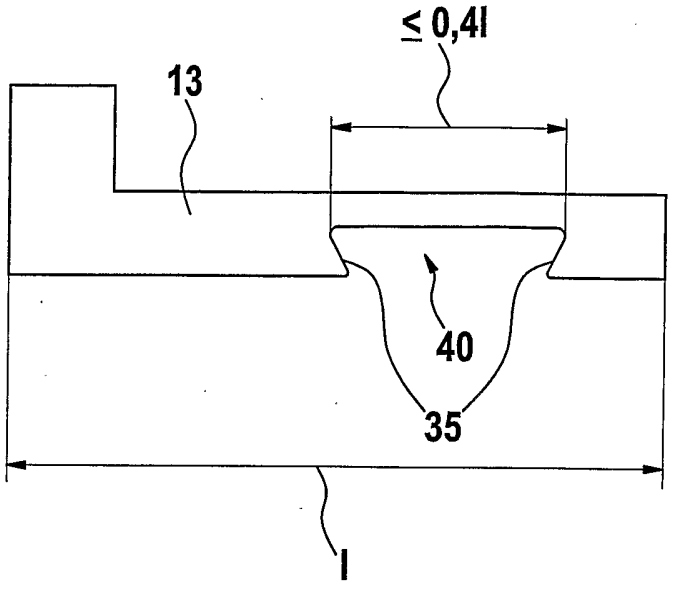


Fig. 6

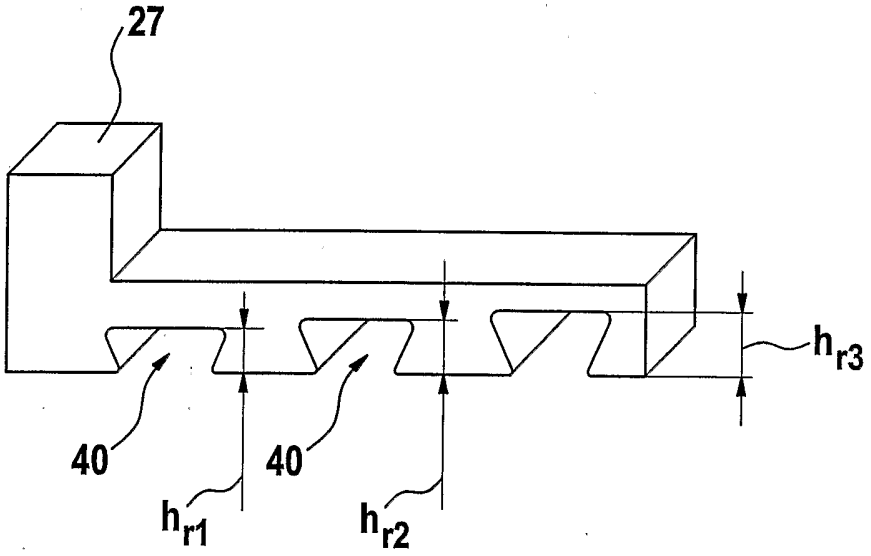
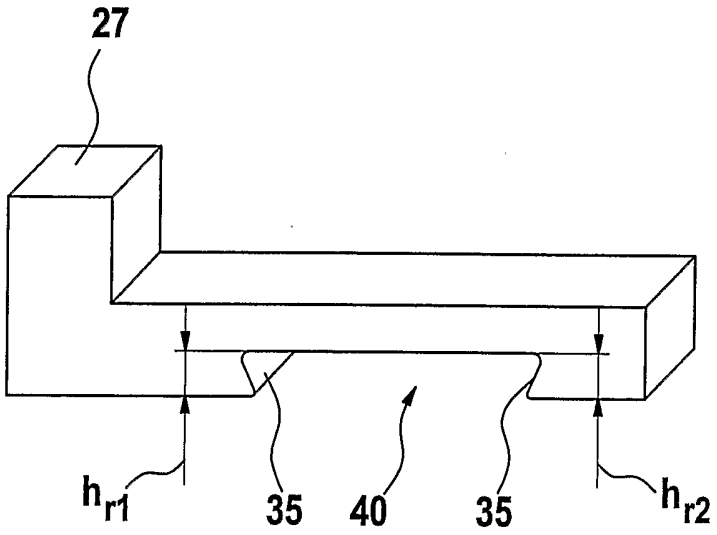


Fig. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE OS3243191 A **[0001]**
- DE 1774892 U **[0002]**
- FR 2532789 A1 **[0004]**
- DE 29802497 U1 **[0004]**