(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 029 687 A1** 2011.03.24

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 029 687.5**
(22) Anmeldetag: **23.09.2009**
(43) Offenlegungstag: **24.03.2011**

(51) Int Cl.[8]: ***H01R 39/04*** (2006.01)
H01R 39/20 (2006.01)

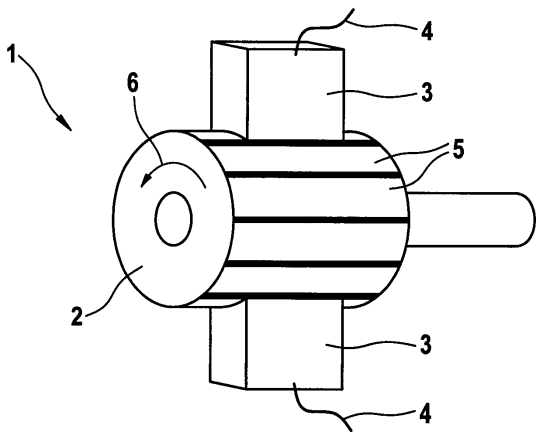
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Goehler, Jan, 70199 Stuttgart, DE; Bayer, Michael, 71636 Ludwigsburg, DE; Winkelmann, Antje, 64342 Seeheim-Jugenheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kommutator zur Stromübertragung in einer elektrischen Maschine**

(57) Zusammenfassung: Ein Kommutator zur Stromübertragung in einer elektrischen Maschine weist einen ankerseitigen Kollektor und mindestens eine am Kollektor anliegende Bürste auf. Mindestens ein stromübertragendes Bauteil des Kommutators ist als poröser Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgebildet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Kommutator zur Stromübertragung in einer elektrischen Maschine nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Stand der Technik

[0002] Zur Stromübertragung auf den in einem Stator rotierend gelagerten Anker sowie zur Stromwendung in kurzgeschlossenen Ankerspulen werden Kommutatoren eingesetzt, bestehend aus einem ankerseitigen Kollektor und an dem Kollektor anliegenden Kohlebürsten. Die gehäusefesten Kohlebürsten liegen an der Mantelfläche des rotierenden Kollektors an, wobei die Materialbeschaffenheit der Kommutatorbestandteile einen wesentlichen Einfluss auf die Stromübertragungsrate von der Kohlebürste auf den Kollektor sowie auf den Verschleiß insbesondere der Kohlebürste hat.

[0003] Aus der DE 40 25 367 C2 ist eine metallgefüllte Kohlebürste für einen Kleinmotor bekannt, die als Sinterbauteil ausgeführt ist und aus einem gereinigten Graphitpulver besteht, das mit Metallpulver vermengt, druckgeformt und anschließend gesintert wird.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kommutator in einer elektrischen Maschine so auszubilden, dass zum einen eine hohe Stromübertragung und zum andern eine hohe Lebensdauer gewährleistet ist.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Die Unteransprüche geben zweckmäßige Weiterbildungen an.

[0006] Der erfindungsgemäße Kommutator wird zur Stromübertragung und Stromwendung in elektrischen Maschinen eingesetzt, insbesondere in Elektromotoren, wobei sowohl eine Verwendung in Gleichstrommotoren als auch in Wechselstrommotoren in Betracht kommt. Beispielsweise können derartige Kommutatoren in Gleichstrom-Startermotoren für Verbrennungsmotoren eingesetzt werden, die entweder als elektrisch oder als permanenterregte Motoren ausgeführt sind und sowohl für Ottomotoren als auch für Dieselmotoren eingesetzt werden können. In Betracht kommen darüber hinaus beispielsweise Start-Stopp-Systeme für Verbrennungsmotoren oder ein Einsatz als elektrische Maschine in Hybridfahrzeugen. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind elektrische Antriebe, insbesondere als Stellmotor in Fahrzeugen, beispielsweise für die Motorkühlung, die Fahrzeugklimatisierung oder als Scheibenwischermotor. Darüber hinaus ist auch ein Einsatz in Elektromotoren für Elektrowerkzeuge möglich. Auch eine Verwendung in Schleifringläufer-Asynchronmotoren und Drehstromgeneratoren mit hoher Robustheit und Lebensdauer ist denkbar.

[0007] Der Kommutator umfasst einen ankerseitigen Kollektor, der fest mit dem Anker der elektrischen Maschine gekoppelt ist, sowie mindestens eine am Kollektor anliegende, gehäusefeste Bürste, über die der Strom auf den Kollektor zur Bestromung von Ankerspulen übertragen wird. Mindestens ein stromübertragendes Bauteil des Kommutators ist als ein poröser Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgeführt. Der poröse Keramikkörper stellt einen Vorkörper (Preform) dar, der während des Herstellungsprozesses mit schmelzflüssigem Metall infiltriert wird, beispielsweise mittels Gasdruckinfiltration oder mittels Squeeze-Cast-Technologie. Das in dieser Weise ausgeführte stromübertragende Bauteil des Kommutators besteht somit aus einem Metall-Keramik-Verbundwerkstoff, welcher als Preform basierter Werkstoff (P-MMC) ausgeführt bzw. in dieser Weise hergestellt ist.

[0008] Der Keramikanteil in dem Verbundwerkstoff sorgt für eine hohe Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit, außerdem wird eine hohe Temperaturbeständigkeit erreicht (bis zu 800°C bei Verwendung von Cu als metallische Komponente). Die Keramikkomponente verringert die Reibung während der Relativbewegung zwischen Bürste und Kollektormantelfläche, so dass die Verschleißbeständigkeit erhöht ist.

[0009] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass auch größere Bauteile mit komplexen Geometrien vollständig und rissfrei mit dem Metall infiltrierbar sind. Dadurch können sowohl die Bürsten als auch der Kollektor mit der jeweils gewünschten Geometrie hergestellt werden.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Kommutator ist zumindest ein Kommutatorbauteil – eine oder mehrere Bürsten und/oder der Kollektor – aus dem Metall-Keramik-Verbundwerkstoff mit dem porösen Keramikkörper mit infiltriertem Metall hergestellt. In Betracht kommen sowohl Ausführungsvarianten, in denen nur die Bürsten oder nur der Kollektor oder sowohl die Bürsten als auch der Kollektor aus dem Metall-Keramik-Verbundwerkstoff hergestellt sind. Für den Fall, dass sowohl die Bürsten als auch der Kollektor aus dem Verbundwerkstoff bestehen, können sowohl gleiche Verbundwerkstoffe als auch unterschiedliche Verbundwerkstoffe für die Bürsten und den Kollektor eingesetzt werden bzw. gleiche oder auch verschiedene Mischungsverhältnisse von Keramik- zu Metallanteil eingesetzt werden.

[0011] Als Keramikkomponente kommen Oxide, Nitride oder Carbide in Betracht, beispielsweise Al_2O_3,

AlN, TiN, Si_3N_4, SiC oder siliziuminfiltriertes SiC. Als metallische Komponente werden bevorzugt hochleitfähige Werkstoffe eingesetzt, insbesondere Kupfer oder Kupferlegierungen, aber auch Silber, Gold, Aluminium, Eisen, Zinn sowie deren Legierungen. Darüber hinaus können bedarfsweise Schmier- und Abrasivstoffe zugegeben werden.

[0012] Der als poröser Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgeführte Verbundwerkstoff besitzt aufgrund seiner dreidimensionalen Netzwerkstruktur der Gefügebestandteile neben der Verschleiß-, der Temperatur- und der Korrosionsbeständigkeit, die auf den Keramikanteil zurückgeht, auch eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit. Durch Variation des Keramikanteils können spezifische elektrische Widerstände zwischen etwa 0.05 μΩm und 10^{15} Ωm erzeugt werden.

[0013] Es kann zweckmäßig sein, die Bürste mit mehreren Funktionsschichten herzustellen, die jeweils als Metall-Keramik-Verbundwerkstoff hergestellt sind, jedoch einen unterschiedlichen Metall- bzw. Keramikanteil aufweisen. Der Übergang zwischen diesen Funktionsschichten kann wahlweise diskret oder kontinuierlich sein. Die Bürste wird beispielsweise mit zwei Schichten mit unterschiedlichem Metallanteil ausgeführt, wobei die in Relativbewegungsrichtung vorn liegende Schicht als Leistungsschicht einen höheren Metallanteil aufweist und eine höhere Stromübertragungsrate aufweist als die in Relativbewegungsrichtung hinten liegende Schicht, die eine Kommutierungsschicht bildet. Der vergleichsweise höhere Keramikanteil in der Kommutierungsschicht ermöglicht durch einen hohen tangentialen Widerstand die Kommutierung und reduziert die an der ablaufenden Kante der Bürste entstehende Funkenbildung.

[0014] Für eine hohe Stromübertragungsrate ist es zweckmäßig, dass die Leistungsschicht, die einen höheren Metallanteil aufweist, im Verhältnis zur Kommutierungsschicht einen größeren Kontaktquerschnitt aufweist, insbesondere eine in Bewegungsrichtung gesehen größere Dicke, gegebenenfalls auch eine größere Breite quer zur Bewegungsrichtung. Die größere Kontaktfläche der Leistungsschicht erlaubt höhere Stromübertragungsraten.

[0015] Zweckmäßigerweise ist auch der Kollektor aus einem Verbundwerkstoff mit einem verhältnismäßig hohen Metallanteil gefertigt, der eine hohe Stromübertragungsrate ermöglicht. Der Verbundwerkstoff, aus dem der Kollektor gefertigt ist, kann zumindest annähernd gleich aufgebaut sein wie der Verbundwerkstoff der Leistungsschicht in der Bürste, er weist aber zweckmäßigerweise einen höheren Metallanteil auf als die Kommutierungsschicht.

[0016] Als weiteres Ausführungsmerkmal kann der Kern des Kollektors als dichter keramischer Isolator dargestellt werden. Hierzu ist der keramische Vorkörper derart ausgeführt, dass die späteren Laufflächen des Kollektors aus einer frei wählbaren Zusammensetzung von Metall und Keramik bestehen. Dabei können axial entlang der Segmente des Kollektors unterschiedliche Mischungsverhältnisse Keramik- zu Metallanteil eingesetzt werden, um die elektrische Kontaktierung zur Ankerwicklung herzustellen.

[0017] Des Weiteren kann es zweckmäßig sein, einen herstellungsbedingten Umguss an der Bürste als Bürstenplatte zu verwenden, über die die elektrische Kontaktierung mithilfe eines starren oder flexiblen elektrischen Leiters (z. B. Litze) erfolgt. Der Umguss stellt eine die Oberfläche des Keramikkörpers zumindest teilweise bedeckende Schicht dar, die als Fußplatte zur Halterung und Kontaktierung der Schichten in der Bürste verwendet werden kann.

[0018] Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

[0019] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Kommutators in einer elektrischen Maschine, bestehend aus einem ankerseitigen Kollektor und zwei diametral gegenüberliegenden, die Kollektormantelfläche kontaktierenden Bürsten,

[0020] Fig. 2 einen Schnitt durch eine Bürste, bestehend aus einer metallischen Bürstenplatte und zwei Schichten, die jeweils aus einem Metall-Keramik-Verbundwerkstoff bestehen und als poröser Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgeführt sind,

[0021] Fig. 3 ein Schnitt durch den Kollektor, dessen Segmente ebenfalls als poröser Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgeführt sind.

[0022] Der in Fig. 1 dargestellte Kommutator **1** wird zur Stromübertragung und Stromwendung in elektrischen Maschinen wie Elektromotoren bzw. Generatoren eingesetzt und umfasst einen zylindrischen Kollektor **2**, der drehfest mit dem Anker der elektrischen Maschine verbunden ist, welcher drehbar in einem Stator gelagert ist, sowie Bürsten **3**, die an der radial außen liegenden Mantelfläche des zylindrischen Kollektors **2** oder an der Scheibenlauffläche auf Kontakt anliegen und Strom auf den Kollektor **2** übertragen, welcher über eine Litze **4** in die Bürsten **3** geleitet wird. Der Kollektor **2** kann gegebenenfalls auch scheibenförmig ausgeführt sein. Andere Kontaktierungen, wie z. B. Metallbänder oder Andruckfedern sind ebenso möglich. In Fig. 1 weist der Kommutator **1** zwei diametral gegenüberliegende Bürsten **3** auf. Grundsätzlich in Betracht kommen aber

auch Kommutatoren mit einer größeren Bürstenanzahl, beispielsweise vier oder sechs Bürsten.

[0023] Der Kollektor **2** weist eine Vielzahl einzelner, in Umfangrichtung separierter Segmente **5** auf, die mit Ankerspulen elektrisch verbunden sind. Bei einer Drehbewegung des Ankers bzw. des Kollektors **2** in Drehrichtung **6** gleitet die Mantelfläche des Kollektors an der zugewandten Stirnfläche der Bürsten **3** entlang, zugleich erfolgt die Stromübertragung von den Bürsten **3** auf die Segmente **5** des Kollektors **2**.

[0024] In Fig. 2 ist ein Schnitt durch eine Bürste **3** dargestellt. Die Stromzufuhr über die Litze **4** oder eine vergleichbare Kontaktierung erfolgt gegebenenfalls in eine Bürstenplatte **7**, die eine Fußplatte darstellt und mit zwei Schichten **8** und **9** der Bürste verbunden ist, welche als Leistungsschicht **8** und Kommutierungsschicht **9** ausgebildet sind. Bezogen auf die Relativbewegung zwischen dem Kollektor und der Bürste liegt die Leistungsschicht **8** vorne und die Kommutierungsschicht **9** hinten, entsprechend ist mit **8a** die zulaufende Kante (Vorderkante) der Bürste **3** und mit **9a** die ablaufende Kante (Hinterkante) bezeichnet. Bei der Relativbewegung zwischen Bürste und Kollektor gelangt die Leistungsschicht **8** vor der Kommutierungsschicht **9** in Kontakt mit dem jeweils nächsten Segment **5** auf dem Kollektor **2**. Die stirnseitige Kontaktfläche der Bürste **3**, die auf Kontakt zur Mantelfläche des Kollektors liegt, ist mit Bezugszeichen **10** versehen.

[0025] Beide Schichten **8** und **9** der Bürste **3** bestehen aus einem Metall-Keramik-Verbundwerkstoff und sind als poröser Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgeführt (Preform-based Metal-Matrix-Composite – P-MMC). Es handelt sich hierbei um einen porösen, keramischen Vorkörper (Preform), der vorzugsweise druckunterstützt mittels Gasdruckinfiltration oder mittels Squeeze-Cast-Technologie mit schmelzflüssigem Metall infiltriert wird. Zweckmäßigerweise besitzt die vorne liegende Leistungsschicht **8** einen größeren Kontaktquerschnitt als die hinten liegende Kommutierungsschicht **9**, so dass im Bereich der Kontaktfläche **10** die Leistungsschicht **8** über eine größere Fläche die Mantelfläche des Kollektors berührt als die Kommutierungsschicht **9**. Der größere Kontaktquerschnitt wird insbesondere durch eine größere Breite bzw. Dicke der Leistungsschicht **8** erzielt, gemessen in Relativbewegungsrichtung. Im Ausführungsbeispiel ist die Dicke der Leistungsschicht **8** etwa doppelt so groß wie die Dicke der Kommutierungsschicht **9**.

[0026] Die Bürstenplatte **7**, über die die elektrische Kontaktierung mittels der Litze **4** oder einer sonstigen Kontaktierung erfolgt, kann als Umguss ausgebildet sein, welcher während des Gießprozesses beim Einbringen des schmelzflüssigen Metalls in den porösen, keramischen Vorkörper entsteht. Der Umguss stellt eine Metallschicht auf der Keramikkörperaußenseite dar und besteht aus dem gleichen Material wie das in den Keramikkörper eingebrachte Metall. Als Keramikkomponente kommen Oxide, Nitride oder Carbide in Betracht, als Metall wird bevorzugt Kupfer oder eine Kupferlegierung verwendet. In Betracht kommen als metallische Komponente aber auch weitere hochleitfähige Metalle wie Silber, Gold, Aluminium, Eisen, Zinn sowie Legierungen hieraus.

[0027] Die Leistungsschicht **8** und die Kommutierungsschicht **9** unterscheiden sich hinsichtlich ihres Keramik- bzw. Metallanteils. Die Leistungsschicht **8** weist einen höheren Metallanteil auf als die Kommutierungsschicht **9**, was die elektrische Leitfähigkeit des Leistungsschicht **8** verbessert. Zugleich ist die Kommutierungsschicht **9** aufgrund des höheren Keramikanteils sehr verschleiß- und temperaturbeständig. Zudem ist die Funkenbildung im Bereich der ablaufenden Kante **9a** aufgrund des höheren Keramikanteils reduziert.

[0028] In Fig. 3 ist der Kollektor **2** im Schnitt dargestellt. Die Segmente **5** auf der Außenseite des Kollektors **2**, die in Umfangsrichtung jeweils voneinander separiert sind, sind ebenfalls aus einem Metall-Keramik-Verbundwerkstoff in Form eines porösen Keramikkörpers mit infiltriertem Metall (P-MMC) gefertigt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 4025367 C2 [**0003**]

Patentansprüche

1. Kommutator zur Stromübertragung in einer elektrischen Maschine, mit einem ankerseitigen Kollektor (**2**) und mindestens einer am Kollektor (**2**) anliegenden Bürste (**3**), **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein stromübertragendes Bauteil (**2**, **3**) des Kommutators (**1**) als ein poröser Keramikkörper mit infiltriertem Metall (P-MMC) ausgebildet ist.

2. Kommutator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bürste (**3**) aus dem Keramikkörper mit infiltriertem Metall gefertigt ist.

3. Kommutator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bürstenplatte (**7**) der Bürste (**3**) von einem Umguss gebildet ist, der beim Gießprozess des Metalls in den Keramikkörper entsteht.

4. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kollektor (**2**) zumindest teilweise als Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgebildet ist.

5. Kommutator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (**11**) des Kollektors (**2**) als keramischer Isolator ausgeführt ist, der Träger von Segmenten (**5**) ist, welche als Keramikkörper mit infiltriertem Metall ausgebildet sind.

6. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein stromübertragendes Bauteil (**2**, **3**) des Kommutators (**1**) zumindest zwei Schichten (**8**, **9**) mit einem sich unterscheidenden Metall-/Keramikanteil im Metall-Keramik-Verbundwerkstoff aufweist.

7. Kommutator nach Anspruch 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bürste (**3**) zwei Schichten (**8**, **9**) mit unterschiedlichem Metallanteil aufweist und die vorne liegende Schicht – bezogen auf die Relativbewegung zwischen Kollektor (**2**) und Bürste (**3**) – als Leistungsschicht (**8**) einen höheren Metallanteil aufweist als die hinten liegende Schicht, die eine Kommutierungsschicht (**9**) bildet.

8. Kommutator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistungsschicht (**8**) einen größeren Kontaktquerschnitt, mit dem die Bürste (**3**) auf Kontakt zum Kollektor (**2**) liegt, als die Kommutierungsschicht (**9**) aufweist.

9. Kommutator nach Anspruch 2, 4 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Metallanteil im Kollektor (**2**) zumindest annähernd den gleichen Metallanteil aufweist wie die Leistungsschicht (**8**) in der Bürste (**3**).

10. Kommutator nach Anspruch 2, 4 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Metallanteil im Kollektor (**2**) höher ist als der Metallanteil aufweist in der Kommutierungsschicht (**9**) in der Bürste (**3**).

11. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramikkomponente aus Oxiden, Nitriden oder Carbiden besteht.

12. Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallkomponente aus Kupfer bzw. einer Kupferlegierung besteht.

13. Elektrische Maschine mit einem Kommutator nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

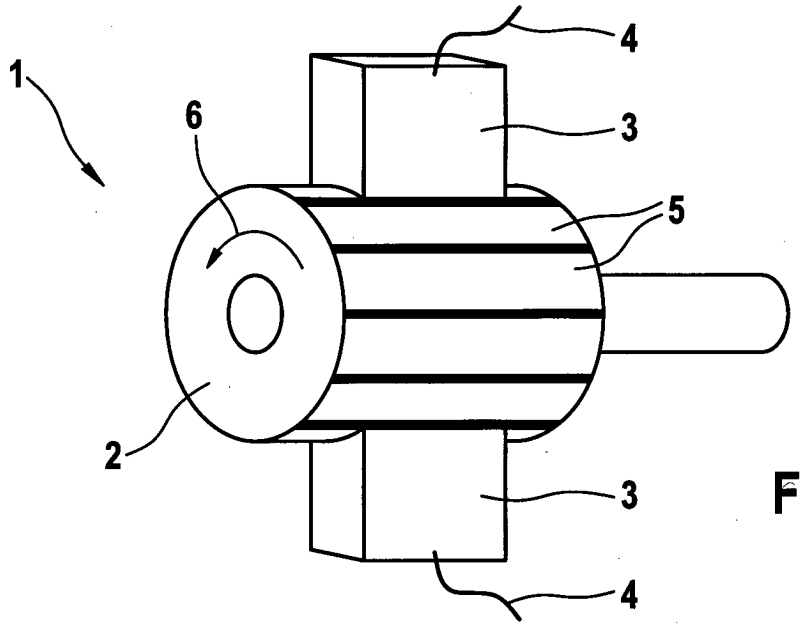


FIG. 1

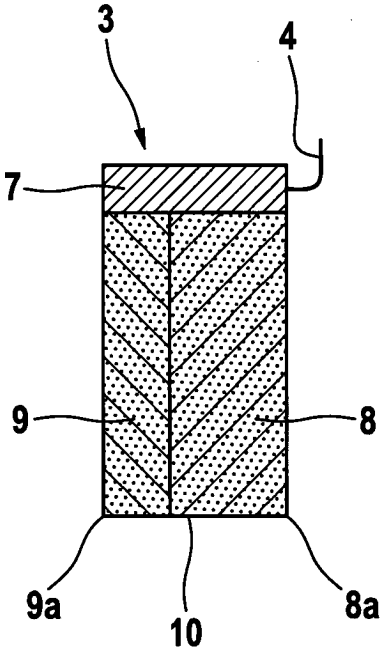


FIG. 2

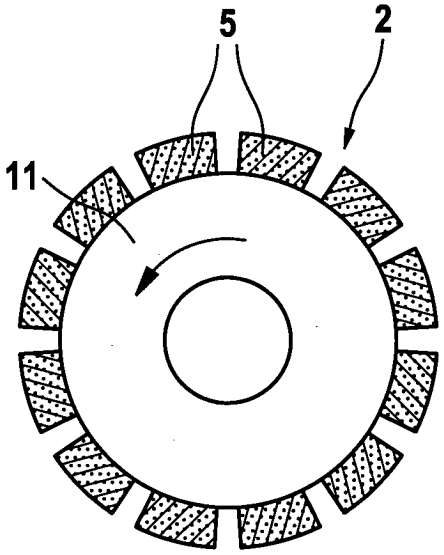


FIG. 3