



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 018 930 A1 2008.10.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 018 930.5

(22) Anmeldetag: 21.04.2007

(43) Offenlegungstag: 23.10.2008

(51) Int Cl.⁸: H02K 1/14 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

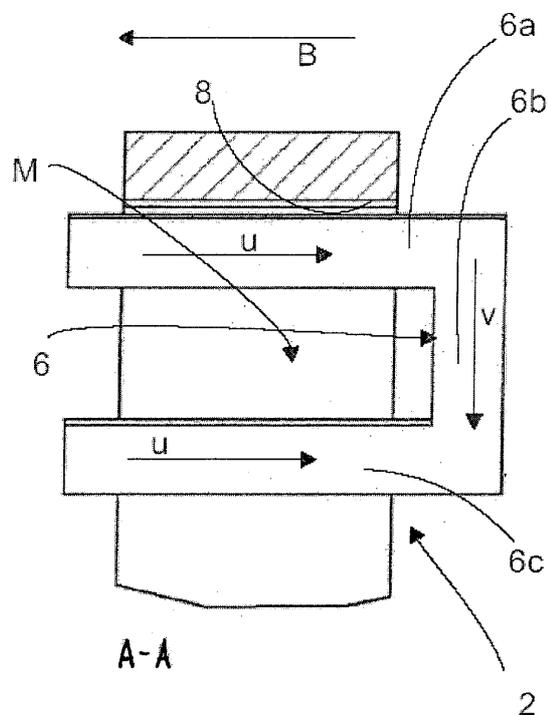
(72) Erfinder:

Gröning, Ingolf, Dr., 97816 Lohr, DE; Kähler,
Christian, Dr., 97816 Lohr, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Elektrische Maschine mit aus Blechen zusammengesetzten Zähnen

(57) Zusammenfassung: Eine elektrische Maschine (1) und insbesondere eine Transversalflussmaschine (1) mit einem Primärteil (2) und einem diesem Primärteil (2) gegenüber bewegbaren Sekundärteil (4), wobei an dem Primärteil (2) eine Vielzahl von Zähnen (6) angeordnet ist und diese Zähne (6) jeweils einen ersten Zahnabschnitt (6a), einen an diesem ersten Zahnabschnitt (6a) angeordneten zweiten Zahnabschnitt (6b) und einen an diesem zweiten Zahnabschnitt (6b) angeordneten dritten Zahnabschnitt (6c) aufweisen und sich der zweite Zahnabschnitt (6b) in einer anderen Richtung erstreckt als der erste Zahnabschnitt (6a) und der dritte Zahnabschnitt (6c). Erfindungsgemäß weist das Primärteil (2) eine Vielzahl von Aussparungen (8) auf, in denen Zähne angeordnet sind, wobei die Zähne (6) formschlüssig mit dem Primärteil (2) verbunden sind und wobei die Zähne (6) jeweils aus einer Vielzahl von Blechen aufgebaut sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine und ein Verfahren zu deren Herstellung. Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf eine Transversalflussmaschine (im Folgenden TFM) beschrieben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung auch auf andere elektrische Maschinen Anwendung finden kann.

[0002] Derartige Transversalflussmaschinen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Im Gegensatz zu normalen elektrischen Maschinen, wie Drehfeldmaschinen, weisen Transversalflussmaschinen keine Durchmesserwicklung sondern eine Umfangswicklung auf. Damit verläuft der magnetische Fluss transversal zur Drehebene.

[0003] Transversalflussmaschinen weisen diverse Vorteile auf. So ist eine Entkopplung des magnetischen und elektrischen Teils möglich und auch ein Wegfall der Wickelköpfe, die selbst nicht zur Momenterzeugung beitragen. Auf diese Weise wird eine wesentlich kleine Polteilung möglich bzw. kann eine kleinere Drehzahl mit großem Moment erreicht werden, wodurch wiederum Getriebe wegfallen können.

[0004] Die Nachteile von Transversalflussmaschinen sind eine sehr aufwändige mechanische Konstruktion, die auch mit entsprechend hohen Herstellungskosten verbunden ist und eine Drehmomentwelligkeit. Der Drehmomentwelligkeit kann jedoch durch eine geeignete Stromregelung und durch konstruktive Maßnahmen wie optimierte Polbedeckung, Schrägung oder Luftspalt-Formgebung begegnet werden.

[0005] Die Fertigung des Primärteils bzw. Stators einer Transversalflussmaschine ist sehr aufwändig und insbesondere gestaltet sich die Einbringung der Zähne bzw. Joche in diesen Stator als sehr aufwendig. Bei der Fertigung von Transversalflussmaschinen wird häufig teures und sprödes Verbundmaterial eingesetzt, um eine dreidimensionale Flussführung zu ermöglichen.

[0006] Aus der DE 103 25 085 B3 ist eine Transversalflussmaschine bekannt. Diese Transversalflussmaschine weist einen Ständer und einen innerhalb dieses Ständers angeordneten Läufer auf. An dem Ständer ist dabei eine Spulenordnung mit einer zylindrischen Wicklung vorgesehen, die koaxial zur Mittellängsachse der Transversalflussmaschine angeordnet ist.

[0007] Dabei wird diese Spulenordnung von einem etwa C-förmig gestalteten Magnetflussjoch eingefasst.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe

zugrunde, eine einfache und kostengünstige Fertigung der Zähne einer Transversalflussmaschine bzw. im Allgemeinen einer elektrischen Maschine zu erreichen sowie eine einfache und kostengünstige Einbringung der Zähne in das Primärteil bzw. den Stator. Gleichzeitig soll zwischen den Zähnen und dem Primärteil ein Kraftschluss erreicht werden, so dass es möglich ist, die Zähne ohne weitere Verbindungselemente, wie beispielsweise Schrauben in der Maschine zu fixieren. Durch die Vermeidung zusätzlicher Verbindungselemente kann das Entstehen von magnetischen Kurzschlüssen bzw. zusätzlichen Gebieten für Wirbelströme verhindert werden.

[0009] Dies wird erfindungsgemäß durch eine elektrische Maschine und insbesondere eine Transversalflussmaschine nach Anspruch 1 und ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Maschine nach Anspruch 12 erreicht. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Eine erfindungsgemäße elektrische Maschine und insbesondere eine Transversalflussmaschine weist ein Primärteil und ein an diesen Primärteil gegenüber bewegbares Sekundärteil auf. Dabei ist an dem Primärteil eine Vielzahl von Zähnen angeordnet und diese Zähne weisen jeweils einen ersten Zahnabschnitt, einen an diesem ersten Zahnabschnitt angeordneten zweiten Zahnabschnitt und einen an diesem zweiten Zahnabschnitt angeordneten dritten Zahnabschnitt auf, wobei sich der zweite Zahnabschnitt in einer anderen Richtung erstreckt als der erste Zahnabschnitt und der dritte Zahnabschnitt. Erfindungsgemäß weist das Primärteil eine Vielzahl von Aussparungen auf, in denen die Zähne angeordnet sind, wobei die Zähne formschlüssig mit dem Primärteil verbunden sind und wobei die Zähne jeweils aus einer Vielzahl von Blechen aufgebaut sind. Vorzugsweise sind die einzelnen Bleche der Zähne deckungsgleich zueinander.

[0011] In Bezugnahme auf die unten angefügten Figuren wird eine elektrische Maschine in Form eines Innenläufermotors beschrieben. Es sind jedoch auch entsprechende Ausführungen denkbar für Außenläufermotoren, Linearmotoren, Scheibenläufermotoren und dergleichen. Das Primärteil wird im Folgenden auch als Stator bezeichnet und das Sekundärteil auch als Rotor. Unter Zähnen werden allgemein Körper verstanden, die sich in einer bestimmten Vorzugsrichtung hier bezüglich des Primärteils erstrecken. Die hier beschriebenen Zähne bzw.

[0012] Halteelemente dienen dazu, um an ihnen eine oder mehrere Spulen für die elektrische Maschine anzuordnen.

[0013] Vorzugsweise weisen der erste Zahnabschnitt und der dritte Zahnabschnitt die gleiche Länge

auf. Besonders bevorzugt erstreckt sich der zweite Zahnabschnitt in einen Winkel von 90° gegenüber dem ersten Zahnabschnitt und dem dritten Zahnabschnitt, sodass sich insgesamt für den Zahn in seiner Gesamtheit eine C-Form ergibt.

[0014] Es ist jedoch auch möglich, dass der erste Zahnabschnitt kürzer ist als der dritte Zahnabschnitt und besonders bevorzugt in einem eingeschobenen Zustand eine Länge aufweist, die der Breite des Statorjoches d. h. des Primärteils entspricht.

[0015] Vorzugsweise werden die einzelnen Zähne in Umfangsrichtung jeweils abwechselnd an dem Primärteil angeordnet bzw. in dieses eingesteckt. Dies bedeutet, dass die Öffnungen der Zähne jeweils in Umfangsrichtung des Stators abwechselnd in unterschiedliche und entgegengesetzte Richtungen ragen.

[0016] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist an den Zähnen in der Umfangsrichtung des Primärteils verlaufende Wicklung angeordnet. Dabei verläuft die Wicklung besonders vorteilhaft innerhalb des von den Zahnabschnitten umschlossenen Bereichs. Damit halten die Zähne die Wicklung an dem Stator.

[0017] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform verläuft die Wicklung mäanderförmig. Durch diese unten genauer beschriebene mäanderförmige Wicklung kann eine bessere Ausnutzung des durch die Zähne gebildeten Raums erreicht werden.

[0018] Bevorzugt werden alle Komponenten des Stators der Transversalflussmaschine, d. h. insbesondere der Stator bzw. der Statorrücken bzw. die Zähne geblecht ausgeführt. Auf diese Weise können die Wirbelstromverluste minimiert werden. Gleichzeitig können im Vergleich zu bisher bekannten Verbundmaterial, welches eine niedrigere Sättigungsgrenze hat, die Bleche und damit der Motor höher ausgelastet werden, sodass sich Motoren ergeben, die eine höhere Kraftdichte bei gleichem Volumen aufweisen und damit ein höheres Moment. Ein weiterer Vorteil des Aufbaus des Stators bzw. der gesamten Transversalflussmaschine aus geblechten Teilen ist, dass kein Material mit dreidimensionaler Ausführung nötig ist. Auch wird die Flussführung optimiert, da der Fluss immer nur entlang der Blechung der Zähne und des Statorrückens geführt wird. Weiterhin erlaubt die Ausführung als Bleche eine technisch vorteilhafte Verbindung des Stators bzw. der Statorsegmente mit den Statorzähnen.

[0019] Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise wird eine form- und kraftschlüssige sowie thermisch sehr gute Verbindung der Zähne mit dem Stator erreicht. Insbesondere ist auch eine Verbindung ohne zusätzliche Verbindungselemente oder nur mit

sehr wenigen Verbindungselementen möglich.

[0020] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die Aussparungen an dem Außenumfang bzw. Außendurchmesser des Primärteils angeordnet und nach außen hin offen. Unter Aussparung werden grundsätzlich alle Arten von Öffnungen oder Durchbrüchen eines Blechs oder allgemein eines Materials verstanden, d. h. sowohl geschlossene Öffnungen mit einem umlaufenden Umfang als auch in Umfangsrichtung zu wenigstens einer Seite hin offene Öffnungen.

[0021] Bei der oben erwähnten Ausführungsform enthält damit der Stator bzw. der Statorrücken Aussparungen für die Zähne an seinem Außendurchmesser. Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die Aussparungen an dem Innenumfang des Primärteils angeordnet und nach innen hin offen. In diesem Fall enthält der Stator Aussparungen für die Zähne an seinem Innendurchmesser.

[0022] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die Aussparungen in radialer Richtung im Inneren des Primärteils d. h. auch im Inneren der einzelnen Bleche als geschlossene Öffnungen angeordnet. Bei dieser Ausführungsform enthalten damit der Stator bzw. die einzelnen Statorbleche Aussparungen, die der Form des Zahns bzw. der Form eines Zahnabschnitts angepasst sind.

[0023] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Primärteil eine Vielzahl von voneinander beabstandeten Segmenten auf und die Aussparungen sind in den Zwischenräumen zwischen diesen Segmenten angeordnet. Bei dieser Ausführungsform sind damit die einzelnen Segmente vollständig voneinander getrennt und die Zwischenräume bilden genau die oben erwähnten Aussparungen. So enthält der Statorrücken durchgängige Aussparungen, sodass sich Statorrückensegmente ergeben. Die Begriffe Stator und Statorrücken werden im Folgenden synonym verwendet.

[0024] Es ist jedoch auch möglich, die oben genannten Ausführungsformen miteinander zu kombinieren, d. h. einige Aussparungen am Außenumfang des Primärteils vorzusehen und andere Aussparungen an seinem Innenumfang. Auch wäre es möglich, beispielsweise zwei Segmente vorzusehen, wobei die Segmente jeweils an ihrem Außen- oder Innenumfang Aussparungen aufweisen.

[0025] Die vorliegende Erfindung ist weiterhin auf ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Maschine und insbesondere einer Transversalflussmaschine gerichtet. Dabei wird eine Vielzahl von Primärteilblechen zu einem Primärteil zusammengesetzt und eine Vielzahl von Zahnblechen wird zu Zähnen zusammengesetzt, wobei diese Zähne jeweils einen

ersten Zahnabschnitt, einen an diesem Zahnabschnitt angeordneten zweiten Zahnabschnitt und einen an diesem zweiten Zahnabschnitt angeordneten dritten Zahnabschnitt aufweisen und sich der zweite Zahnabschnitt in einer anderen Richtung erstreckt als der erste Zahnabschnitt und der dritte Zahnabschnitt. Erfindungsgemäß werden die Zähne und das Primärteil formschlüssig miteinander verbunden.

[0026] Bei einer weiteren vorteilhaften Variante wird an den Zähnen wenigstens eine Wicklung für die Transversalflussmaschine angeordnet. Dabei ist es beispielsweise möglich, zunächst jeden zweiten Zahn von einer Seite her an dem Stator anzuordnen, anschließend die Wicklung aufzusetzen und schließlich die jeweils fehlenden Zähne von der anderen Seite her anzufügen.

[0027] Bei einer weiteren vorteilhaften Variante wird das Primärteil erhitzt, bevor die Zähne an den Primärteil angeordnet werden. Durch die Abkühlung des Primärteils werden die Zähne formschlüssig mit dem Primärteil verbunden.

[0028] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform werden die Zähne jeweils zwischen einzelnen Primärteilsegmenten angeordnet und die Anordnung aus dem Primärteilsegment und den Zähnen wird in ein erhitztes Gehäuse eingebracht. Bei dieser Ausführungsform wird damit das Primärteil in das Gehäuse eingeschrumpft und bei diesem Schrumpfvorgang werden das Primärteil und die Zähne miteinander formschlüssig verbunden.

[0029] Weitere Vorteile und Ausführungsformen ergeben sich aus den beigefügten Zeichnungen. Darin zeigen:

[0030] [Fig. 1](#) eine schematische Gesamtdarstellung einer erfindungsgemäßen Transversalflussmaschine;

[0031] [Fig. 2a](#) eine teilweise Ansicht eines erfindungsgemäßen Primärteilsegments mit einem darin angeordneten Zahn in einer ersten Ausführungsform;

[0032] [Fig. 2b](#) die Anordnung aus [Fig. 2a](#) in einer Sicht entlang der Linie A-A aus [Fig. 2a](#);

[0033] [Fig. 3a](#) eine teilweise Ansicht eines erfindungsgemäßen Primärteilsegments mit einem darin angeordneten Zahn in einer zweiten Ausführungsform;

[0034] [Fig. 3b](#) die Anordnung aus [Fig. 3a](#) in einer Sicht entlang der Linie A-A aus [Fig. 3a](#);

[0035] [Fig. 4a](#) eine teilweise Ansicht eines erfindungsgemäßen Primärteilsegments mit einem darin angeordneten Zahn in einer dritten Ausführungsform;

[0036] [Fig. 4b](#) die Anordnung aus [Fig. 4a](#) in einer Sicht entlang der Linie A-A aus [Fig. 4a](#);

[0037] [Fig. 5a](#) eine teilweise Ansicht eines erfindungsgemäßen Primärteilsegments mit einem darin angeordneten Zahn in einer vierten Ausführungsform;

[0038] [Fig. 5b](#) die Anordnung aus [Fig. 5a](#) in einer Sicht entlang der Linie A-A aus [Fig. 5a](#);

[0039] [Fig. 6a](#) eine Draufsicht auf eine mäanderförmige Spule, und

[0040] [Fig. 6b](#) eine perspektivische Ansicht der Spule aus [Fig. 6a](#).

[0041] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Gesamtdarstellung einer erfindungsgemäßen Transversalflussmaschine **1**. Diese Transversalflussmaschine **1** weist einen teilweise dargestellten Stator **2** und einen diesen gegenüber drehbar angeordneten Rotor **4** auf. An diesem Rotor **4** ist ein Rotorstück **14** angeordnet, und an diesem Rotorstück wiederum eine Vielzahl von Permanentmagneten **16**. Dabei sind diese Permanentmagnete in Umfangsrichtung jeweils unterschiedlich magnetisiert, d. h. auf den in [Fig. 1](#) gezeigten magnetischen Südpol S folgt in Umfangsrichtung zu beiden Seiten jeweils ein Magnet mit einem magnetischen Nordpol. Das Bezugszeichen **12** bezieht sich auf eine Abtriebswelle und das Bezugszeichen **18** auf ein Wälzlager um die Rotorwelle drehbar zu lagern.

[0042] Das Bezugszeichen **3** bezieht sich auf drei Spulen, die in Umfangsrichtung um den Rotor angeordnet sind. Daneben sind Zähne **6** erkennbar, die zum Halten der einzelnen Spulen **10** dienen. Diese Zähne **6** sind wiederum an den Stator **2** befestigt. Das Bezugszeichen **5** kennzeichnet ein Gehäuse der Transversalflussmaschine **1**.

[0043] [Fig. 2a](#) zeigt einen Stator **2** bzw. einen Ausschnitt dieses Stators **2**, genauer eines Statorblechs. Dieser Stator weist eine Aussparung **8** auf, in der ein Zahn **6** bzw. ein erster Zahnabschnitt **6a** dieses Zahns **6** angeordnet ist. Dabei ist zur besseren Darstellung zwischen dem Stator **2** und dem jeweiligen Zahnabschnitt **6a** ein Luftspalt gezeigt. In der Realität ist dieser Luftspalt jedoch nicht vorhanden. Der Zahn **6** weist einen zweiten Zahnabschnitt **6b**, der sich radial nach Innen in Richtung eines (nicht gezeigten) Sekundärteils erstreckt. An dem zweiten Zahnabschnitt **6b** ist ein dritter Zahnabschnitt **6c** angeordnet, der jedoch in [Fig. 2a](#) durch den zweiten Zahnabschnitt **6b** verdeckt wird.

[0044] Die Aussparung **8** weist radial außen eine (nicht im Detail gezeigte) Krümmung auf, und entsprechend kann auch der erste Zahnabschnitt **6a** an

seinem aus radial außenliegendem Außenumfang eine entsprechende Krümmung aufweisen.

[0045] [Fig. 2b](#) zeigt eine Ansicht der in [Fig. 2a](#) gezeigten Darstellung entlang der Linie A-A aus [Fig. 2a](#). Man erkennt, dass der Zahn **6** eine hufeisen- bzw. C-förmige Form aufweist. Dabei ist der erste Zahnabschnitt **6a** durch den Stator **2** in der Richtung B durchgeschoben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Darstellung, wie weit die Zähne **6** bzw. der Zahnabschnitt **6a** in den Stator **2** hineingeschoben ist, nicht notwendigerweise maßstäblich ist. Das Bezugszeichen u bezieht sich auf eine Richtung, in der sich der erste Zahnabschnitt **6a** und der dritte Zahnabschnitt **6c** erstrecken, das Bezugszeichen v kennzeichnet die Richtung, in der sich der zweite Zahnabschnitt **6b** erstreckt. Das Bezugszeichen M kennzeichnet den von dem Zahn **6** umschlossenen bzw. umgebenen Bereich.

[0046] Der Zahn **6** setzt sich bei der in den [Fig. 2a–Fig. 5b](#) gezeigten Ausführungsform aus einer Vielzahl von aneinander angeordneten Blechen zusammen, wobei diese Bleche jeweils bevorzugt deckungsgleich sind. Auch der Stator bzw. das Statorsegment **2** setzt sich aus einer Vielzahl von wesentlichen deckungsgleichen Blechen zusammen.

[0047] Es wäre jedoch auch möglich, die Bleche unterschiedlich zueinander auszuführen, sodass insgesamt beispielsweise eine sich verjüngende Form beschrieben wird, und auf diese Weise die formschlüssige Einpressung der Zähne in die Aussparung und damit in das Statorsegment günstiger erfolgen kann. Auch könnten die Bleche des Stators und der Zähne in Form ineinander greifender Stufen ausgeführt sein. Genauer könnte beispielsweise der aus einer Vielzahl von deckungsgleichen Blechen zusammengesetzte Stator einen Vorsprung bzw. eine Ausnehmung aufweisen, die mit einer entsprechend angeformten Ausnehmung bzw. einem entsprechend angeformten Vorsprung der ebenfalls aus deckungsgleichen Blechen zusammengesetzten Zähnen zusammenwirkt.

[0048] Damit werden bei den in den [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) gezeigten Ausführungsformen der Zähne diese jeweils an dem Stator bzw. Statorsegment gehalten.

[0049] Durch die Anbindung der Zähne **6** an das Statorsegment **2** wird eine sehr günstige thermische Ankopplung der Zähne an den Stator erreicht. Auch ist eine sichere Übertragung der Kräfte und Momente von den Zähnen auf den Stator möglich und auch die (nicht gezeigte) Wicklung kann besonders günstig thermisch an die Zähne und den Stator angekoppelt werden. Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist auch eine Fertigung durch einen steckbaren Aufbau möglich, d. h. bevorzugt werden die einzel-

nen Zähne **6** immer abwechselnd von links und rechts eingeschoben, sodass deren Öffnungen immer abwechselnd nach links und rechts zeigen. Die Wicklung dieser TFM ist, wie oben dargestellt, vorzugsweise mäanderförmig ausgeführt und verläuft in dem von den C-förmigen Zähnen umschlossenen Bereich.

[0050] [Fig. 3a](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung. Hier ist die Aussparung nicht am Innenumfang, sondern am Außenumfang des Stator bzw. Statorsegments **2** angeordnet bzw. die Aussparung nimmt wiederum den ersten Abschnitt **6a** des Zahns auf.

[0051] [Fig. 3b](#) zeigt auch hier eine entsprechende Darstellung entlang der Linien A-A. Bei dieser Variante ist es zusätzlich vorteilhaft möglich, dass die Zähne in einem bestimmten Maß über den Außendurchmesser des Stators **2** hinausstehen. Beim Einbringen des vorliegenden Stators in ein Gehäuse können diese überstehenden Bereiche bzw. Toleranzen verpresst werden, sodass eine mechanische Verbindung und damit ein günstiger thermischer Übergang zwischen den Zähnen **6** und den Stator **2** erzeugt wird. Auch ist es möglich, dass bei der in [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) gezeigten Ausführungsform die Zähne plan mit dem Außendurchmesser des Stators **2** abschließen, sodass nach dem Einbringen des vollständigen Stators in das (nicht gezeigte) Gehäuse günstige thermische Übergänge erzeugt werden.

[0052] Die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) zeigen eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung. Hier ist die Aussparung **8** als Öffnung bzw. Loch in dem Stator bzw. Statorsegment **2** ausgebildet (d. h. in den einzelnen Statorblechen). Auch wird darauf hingewiesen, dass tatsächlich zwischen der Öffnung **8** und dem Zahn **6** bzw. einem ersten Zahnabschnitt **6a** kein Luftspalt besteht. Wie in der [Fig. 4b](#) gezeigt, wird hier der erste Abschnitt **6a** des Zahns vollständig von dem Stator **2** eingefasst.

[0053] Bei den in den [Fig. 2a–Fig. 4b](#) gezeigten Ausführungsformen werden die jeweiligen Statorrücken bzw. Statorsegmente **2** vorzugsweise erhitzt, sodass sich die einzelnen Aussparungen **8** vergrößern. In den so erhitzten Statorrücken werden die Zähne, genauer die Zahnabschnitte **6a** (und auch die Wicklung) eingeschoben. Durch das Abkühlen werden die Zähne (kraft-)schlüssig mit dem Statorrücken verbunden, so dass die Kräfte, die auf die Zähne **6** wirken, auf den Statorrücken bzw. das Statorsegment **2** übertragen werden. Insbesondere in den in [Fig. 2a–Fig. 3b](#) gezeigten Ausführungsformen werden die Zähne **6** zusätzlich vorteilhaft mechanisch verbunden, da die Kräfte auf die Zähne üblicherweise die Zähne von den Stator bzw. dem Statorsegment **2** wegzuziehen versuchen. Dadurch wird eine höhere Sicherheit der Verbindung gewonnen. Eine derartige

zusätzlich mechanische Verbindung kann beispielsweise in Form von Schweißnähten bestehen, die zwischen den Statorsegmenten und den Zahnabschnitten **6a** gebildet werden. Vorteilhaft treten jedoch bei allen gezeigten Ausführungsformen keinerlei Schweißnähte an den Zahnabschnitten **6c** und bevorzugt auch nicht an den zweiten Zahnabschnitten **6b** auf. Derartige Schweißnähte würden relativ leicht zu ungewollten Wirbelströmen führen.

[0054] Bei den in den [Fig. 2a–Fig. 3b](#) gezeigten Ausführungsformen sind gewisse Toleranzen der Zähne bzw. der Aussparung zulässig bzw. vorteilhaft, da diese Toleranzen von dem Innenraum (vgl. [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#)) bzw. von dem Außenraum (vgl. [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#)) aufgenommen werden können.

[0055] Anstelle des hier beschriebenen Verfahrens, welches ein Erhitzen des Stators bzw. der Statorsegmente beinhaltet, wären jedoch auch andere Verbindungsverfahren möglich, wie ein Einpressen, Einschieben, Verschweißen oder Verlöten der Zähne in bzw. mit dem Stator.

[0056] Die [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) zeigen eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Erfindung. Hier ist der Stator aus einer Vielzahl von Segmenten **2** zusammengesetzt und zwischen diesen Segmenten **2** sind jeweils die Zähne **6** angeordnet.

[0057] Im Rahmen der Fertigung werden die einzelnen Zähne **6** und die Statorrückensegmente **2** vollständig angeordnet und gemeinsam in ein erhitztes Gehäuse eingebracht. Nach dem Abkühlen des Gehäuses ergibt sich eine form- und kraftschlüssige Verbindung aller Teile. Bei all den gezeigten Ausführungsformen können die Zähne so ausgeführt werden, dass die Form des Luftspalts nachgebildet wird, in dem die Aussparung der Form der Zähne nachbildet. Dadurch ist es möglich, Motoren mit reduzierter Kraft bzw. Drehmomentwelligkeit zu fertigen und auch wird eine bessere Form bzw. ein verbesserter Kraftschluss erreicht. Weiterhin ist es auch möglich, im Rahmen der Herstellung zunächst die Spule mit den Zähnen der einen Seite aufzustecken und danach die Zähne der anderen Seite. Auch wäre es möglich, die Zähne mit der Spule zunächst zu vergießen und anschließend in ein Gehäuse einzuschumpfen.

[0058] Bevorzugt weisen auch die Zähne bzw. der dritte Zahnabschnitt **6c** an ihrem Innenumfang eine Krümmung auf, der später der Luftspalt zwischen dem Stator und dem Rotor bestimmt. Genauer gesagt werden einzelne Luftspalte zwischen den jeweiligen Zahnabschnitten **6c** und dem Rotor gebildet. Diese Luftspalte können derart beschaffen sein, dass die einzelnen Luftspalte auf einer gemeinsamen geometrischen Kreislinie liegen. Es wäre jedoch auch möglich, dass die Zahnabschnitte **6c** so gestaltet

sind, dass die jeweiligen Luftspalte im Vergleich zu der genannten geometrischen Kreislinie einen geringeren oder einen größeren Krümmungsradius oder auch variierende Dicken aufweisen. Diese Ausführungsform mit geringeren oder größeren Krümmungsradien oder mit variierender Dicke, die auch als Blumenform bezeichnet werden kann, trägt zu einer Reduzierung der Drehmomentwelligkeit bei.

[0059] Die [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) zeigen eine mäanderförmige Spule in einer Draufsicht ([Fig. 6a](#)) und in einer perspektivischen Draufsicht ([Fig. 6b](#)). Durch diese mäanderförmige Ausbildung können die in der Transversalfflussmaschine vorhandenen Räume besser genutzt und damit eine höhere Menge an Kupfer eingebracht werden. Genauer können die durch die jeweiligen Zähne begrenzten Räume besser genutzt werden, in dem die Zähne, wie oben erwähnt, abwechselnd zueinander jeweils umgekehrt eingebracht werden und die jeweils einseitig zusätzlich zur Verfügung stehenden Räume von der Spule **3** genutzt werden. Diese mäanderförmige Spule kann bei allen oben gezeigten Ausführungsformen zur Anwendung kommen. Die Breite **6** der Spule ist im Wesentlichen (abgesehen von geringen Breitenänderungen im Bereich der Krümmungen) konstant.

[0060] Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Bezugszeichenliste

1	Transevralfflussmaschine
2	Primärteil, Stator
3	Wicklung
4	Sekundärteil, Rotor
5	Gehäuse
6	Zahn
6a	erster Zahnabschnitt
6b	zweiter Zahnabschnitt
6c	dritter Zahnabschnitt
8	Aussparung
12	Abtriebswelle
14	Rotorstück
16	Permanentmagnet
18	Wälzlager
u, v	Richtung
B	Richtung
M	von den Zahnabschnitten umschlossener Bereich
S	magnetischer Südpol
b	Breite der Wicklung

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 10325085 B3 [\[0006\]](#)

Patentansprüche

1. Eine elektrische Maschine (1) und insbesondere eine Transversalflussmaschine (1) mit einem Primärteil (2) und einem diesem Primärteil (2) gegenüber bewegbaren Sekundärteil (4), wobei an dem Primärteil (2) eine Vielzahl von Zähnen (6) angeordnet ist und diese Zähne (6) jeweils einen ersten Zahnabschnitt (6a), einen an diesem ersten Zahnabschnitt (6a) angeordneten zweiten Zahnabschnitt (6b) und einen an diesem zweiten Zahnabschnitt (6b) angeordneten dritten Zahnabschnitt (6c) aufweisen und sich der zweite Zahnabschnitt (6b) in einer anderen Richtung erstreckt als der erste Zahnabschnitt (6a) und der dritte Zahnabschnitt (6c); **dadurch gekennzeichnet**, dass das Primärteil (2) eine Vielzahl von Aussparungen (8) aufweist, in denen die Zähne (6) angeordnet sind, wobei die Zähne (6) formschlüssig mit dem Primärteil (2) verbunden sind und wobei die Zähne (6) jeweils aus einer Vielzahl von Blechen aufgebaut sind.

2. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zahnabschnitt (6a) und der dritte Zahnabschnitt (6c) die gleiche Länge aufweisen.

3. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zahnabschnitt (6a) kürzer ist als der dritte Zahnabschnitt (6c) und in einem eingeschobenen Zustand eine Länge aufweist, die der Breite des Primärteils (2) entspricht.

4. Elektrische Maschine (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an den Zähnen (6) eine in einer Umfangsrichtung des Primärteils (2) verlaufende Wicklung (3) angeordnet ist.

5. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklung (3) innerhalb des von dem Zahnabschnitten (6a, 6b, 6c) umschlossenen Bereichs (M) verläuft.

6. Elektrische Maschine (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärteil (2) aus einer Vielzahl von Blechen zusammengesetzt ist.

7. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklung (3) mäandrierförmig verläuft.

8. Elektrische Maschine (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparungen (8) an dem Außenumfang des Primärteils (2) angeordnet und nach außen hin offen sind.

9. Elektrische Maschine (1) nach wenigstens ei-

nem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparungen (8) an dem Innenumfang des Primärteils (2) angeordnet und nach innen hin offen sind.

10. Elektrische Maschine (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparungen (8) in radialer Richtung im Inneren des Primärteils (2) als geschlossene Öffnungen (8) angeordnet sind.

11. Elektrische Maschine (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärteil (2) eine Vielzahl von voneinander beabstandeten Segmenten aufweist und die Aussparungen (8) in den Zwischenräumen zwischen diesen Segmenten angeordnet sind.

12. Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Maschine (1) und insbesondere einer Transversalflussmaschine (1), wobei bevorzugt eine Vielzahl von Primärteilblechen zu einem Primärteil (2) zusammengesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Zahnblechen zu Zähnen (6) zusammengesetzt wird, wobei diese Zähne (6) jeweils einen ersten Zahnabschnitt (6a), einen an diesem ersten Zahnabschnitt (6a) angeordneten zweiten Zahnabschnitt (6b) und einen an diesem zweiten Zahnabschnitt (6b) angeordneten dritten Zahnabschnitt (6c) aufweisen und sich der zweite Zahnabschnitt (6b) in einer anderen Richtung erstreckt als der erste Zahnabschnitt (6a) und der dritte Zahnabschnitt (6c), und die Zähne (6) und das Primärteil (2) formschlüssig miteinander verbunden werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass an den Zähnen (6) eine Wicklung (3) angeordnet wird.

14. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche 12–13, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärteil (2) erhitzt wird, bevor die Zähne (6) an dem Primärteil (2) angeordnet werden.

15. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche 12–14, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (6) jeweils zwischen einzelnen Primärteilsegmenten angeordnet werden und die Anordnung aus den Primärteilsegmenten (2) und den Zähnen (6) in ein erhitztes Gehäuse eingebracht wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

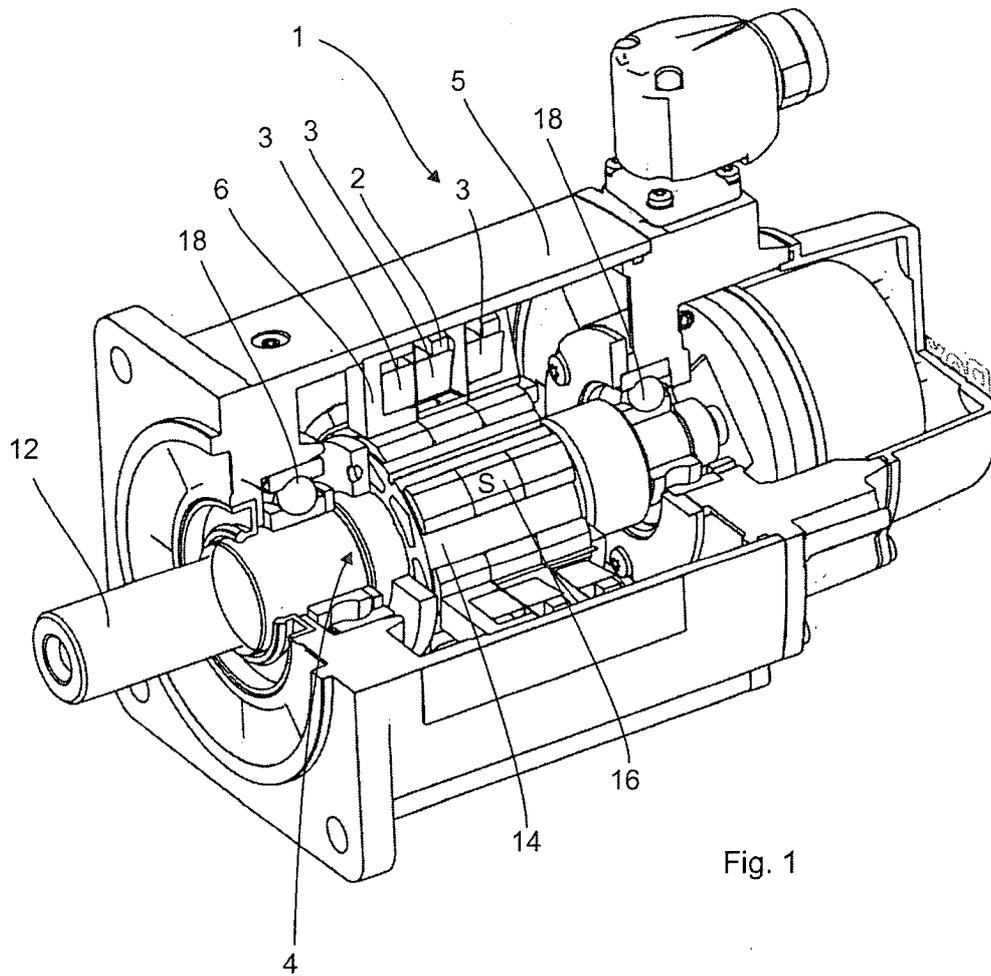


Fig. 1

Fig. 2a

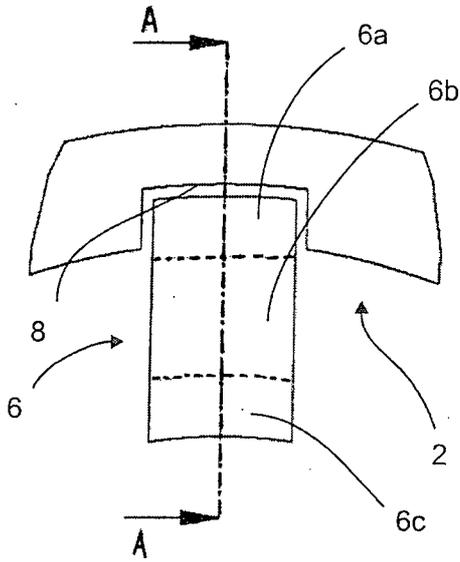


Fig. 2b

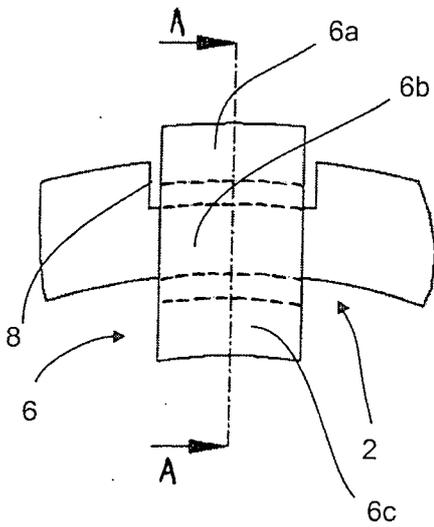
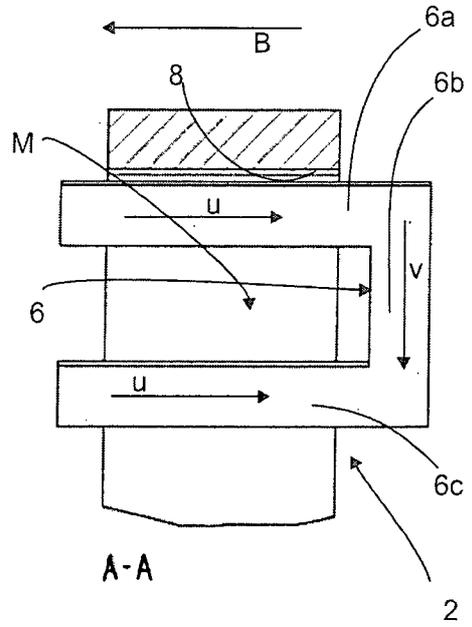


Fig. 3a

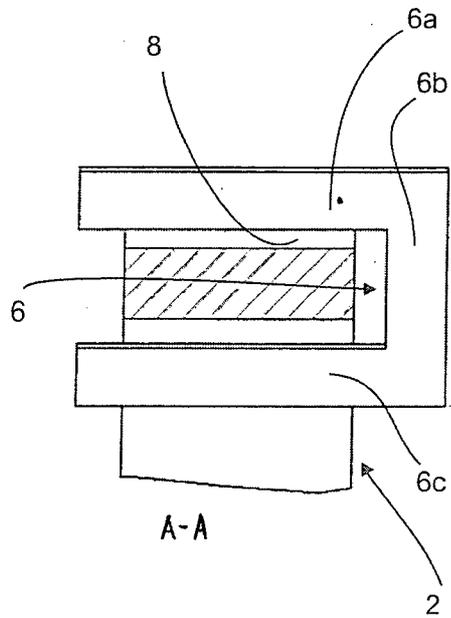


Fig. 3b

Fig. 4a

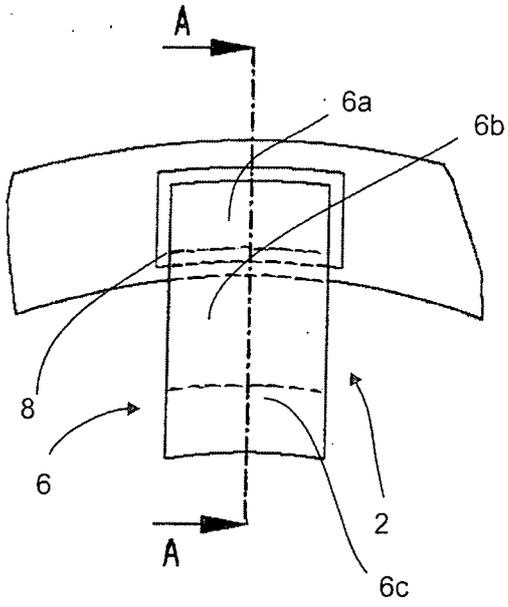


Fig. 4b

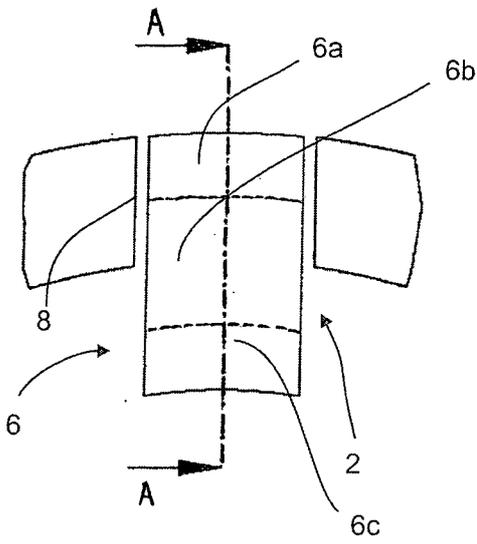
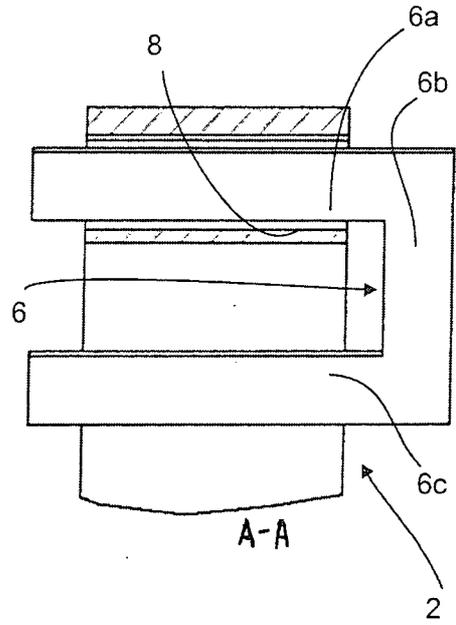


Fig. 5a

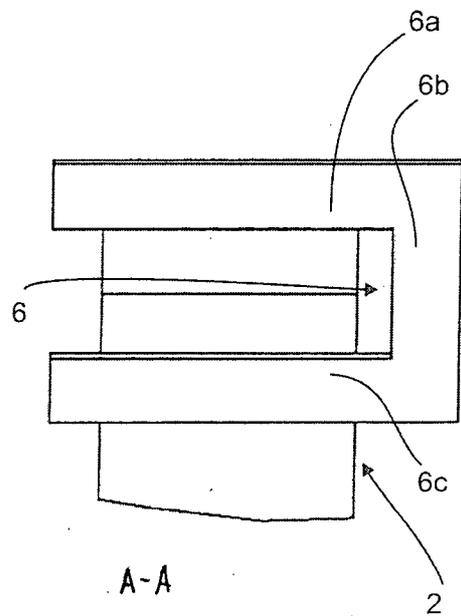


Fig. 5b

