

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Februar 2008 (21.02.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/019954 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 1/16 (2006.01)

(DE). TIMM, Eike Hermann [DE/DE]; Frankenstr. 53,
76532 Baden-Baden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/058023

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

2. August 2007 (02.08.2007)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,
PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

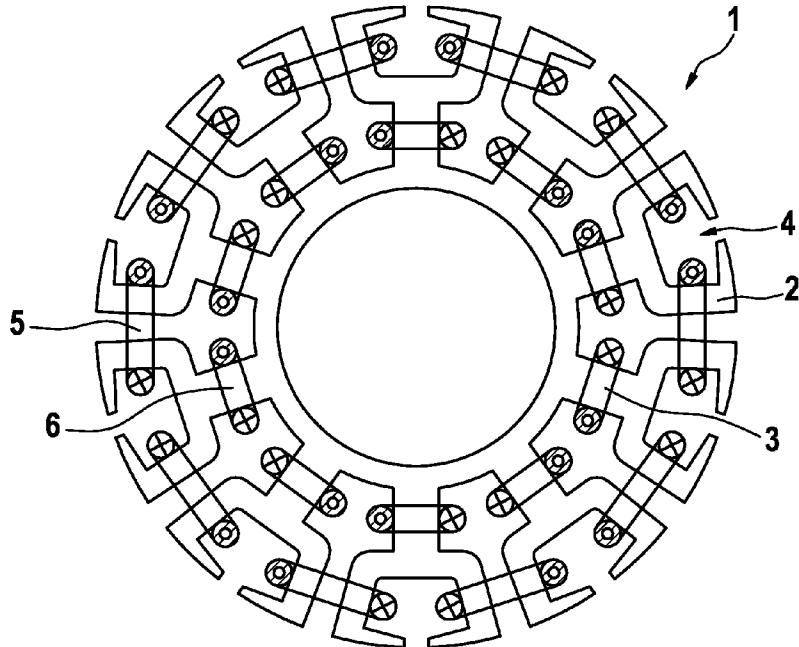
102006038327.3 15. August 2006 (15.08.2006) DE
102007013680.5 22. März 2007 (22.03.2007) DE

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STATOR FOR AN ELECTRIC DRIVE MOTOR

(54) Bezeichnung: STATOR FÜR EINEN ELEKTRISCHEN ANTRIEBSMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a stator (1) for an electric drive motor having a number of stator teeth separated by grooves, wherein the stator teeth are wound by a multi-strand winding, and wherein one strand comprises several coils (5, 6), and wherein individual coils (5) each comprise multiple stator teeth, and preferably multiple stator teeth are combined at the height of their tooth necks into a collective stator tooth (4) having a tooth base (3) and multiple tooth heads (2), characterized in that two stator teeth each are combined into a collective stator tooth (4).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/019954 A1



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Stator (1) für einen elektrischen Antriebsmotor mit einer Anzahl durch Nuten getrennter Statorzähne, wobei Statorzähne von einer mehrsträngigen Wicklung umwickelt sind und wobei ein Strang mehrere Spulen (5, 6) umfasst und einzelne Spulen (5) jeweils mehrere Statorzähne umfassen und mehrere Statorzähne vorzugsweise auf Höhe ihres Zahnhalses zu einem zusammengefassten Statorzahn (4) mit einem Zahnuß (3) und mehreren Zahnköpfen (2) kombiniert sind, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei Statorzähne zu einem zusammengefassten Statorzahn (4) kombiniert sind.

Beschreibung

5

Titel

Stator für einen elektrischen Antriebsmotor

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Stator für einen elektrischen Antriebsmotor mit einer Anzahl durch Nuten getrennter Statorzähne und mit einer mehrsträngigen Wicklung, insbesondere Drehstromwicklung, wobei ein Strang mehrere Spulen umfasst und einzelne Spulen jeweils mehrere Zähne umfassen. Genutete Statoren für elektrische Antriebsmotoren mit einer Anzahl symmetrischer Statorzähne und einer mehrsträngigen Drehstromwicklung sind bekannt.

15

Ein Beispiel für einen bekannten Stator ist in der deutschen Patentanmeldung DE 198 38 335 A1 beschrieben. Der in der genannten Schrift beschriebene Stator zeigt eine Anzahl durch Nuten getrennter Statorzähne und eine mehrsträngige Wicklung, die insbesondere als Drehstromwicklung realisiert sein kann. Dabei umfasst ein Strang mehrere Spulen und einzelne Spulen umfassen jeweils mehrere Zähne, wobei jeweils mehrere Statorzähne zu einem Statorzahn mit mehreren Zahnköpfen zusammengefasst sind.

20

25 Bekanntlich wird der Wirkungsgrad eines Stators wesentlich von seiner Nutfüllung, d. h. dem gesamten Leiterquerschnitt in Bezug auf die Gesamtfläche des Stators, bestimmt.

Vorteile der Erfindung

30 Der erfindungsgemäße Stator für einen elektrischen Antriebsmotor zeigt eine Anzahl durch Nuten getrennter Statorzähne; dabei sind die Statorzähne von einer mehrsträngigen Wicklung umwickelt. Ein Strang umfasst mehrere Spulen und einzelne Spulen umfassen jeweils mehrere Zähne. Dabei sind jeweils zwei Zähne auf Höhe ihres Zahnhal-

ses zu einem zusammengefassten Statorzahn kombiniert. Der Vorteil dieser erfindungsgemäßen Maßnahme besteht in einer besseren Ausnutzung des Bauvolumens durch eine neuartige Anordnung des durch die beschriebene Gestaltung der Statorzähne entstehenden Wickelraumes unter Wahrung der Wickelbarkeit des erfindungsgemäßen Stators unter Verwendung der vorhandenen Wickeltechnologien (Flyer-, Einzugs-, Stab- bzw. Nadelwickeltechnik). Diese Maßnahme führt zu einer Leistungssteigerung bzw. Verkleinerung des mit dem erfindungsgemäßen Stator ausgestatteten Elektromotor, wodurch sich eine Materialeinsparung und ein besseres Leistungsdichte/Kostenverhältnis realisieren lässt.

10

Eine vorteilhafte Variante der Erfindung besteht darin, dass jeder Statorzahn umwickelt ist und/oder sowohl die Zahnpfüße als auch die Zahnköpfe umwickelt sind.

15

Es ist darüber hinaus von Vorteil, wenn eine Spule jeweils zwei Zahnköpfe benachbarter Zähne umfasst und jeweils ein Zahnpfuß von einer weiteren Spule umfasst ist. Dabei hat es sich bewährt, dass die Statorzähne in der Weise ausgestaltet sind, dass die Spulen um die Zahnpfüße und die Spulen um die Zahnköpfe ähnliche Parameter wie bspw. eine ähnliche Flussverkettung zeigen.

20

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung befinden sich auf dem Stator-umfang lediglich zusammengefasste Zähne.

Eine weitere Variante der Erfindung besteht darin, dass für eine Phase gleichzeitig bestromte Spulen benachbarter Zähne gegensinnig gewickelt sind.

25

Die Wickelbarkeit des erfindungsgemäßen Stators kann dadurch erhöht werden, dass auf dem Statorumfang abwechselnd Statorzähne mit einer ersten und einer zweiten geometrischen Form angeordnet sind, so dass sich zwischen den Statorzähnen asymmetrische Nuten ausbilden. In diesem Fall hat es sich ferner bewährt, wenn die Zahnpfüße einer der beiden geometrischen Formen nicht von Spulen umwickelt sind.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass alle Stränge der Wicklung sowohl an den Zahnpfüßen als auch an den Zahnköpfen gewickelt sind

und sich symmetrisch verhalten; dabei können alle Spulen gleichsinnig auf den Statorköpfen bzw. Statorfüßen gewickelt sein.

Nachfolgend sind anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung prinzipiell beschrieben.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

- 10 Figur 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stators;
- Figur 2 eine Darstellung der Flusspfade anhand der magnetischen Feldlinien in dem Fall, in dem die außenliegenden Spulen 5 bestromt sind;
- Figur 3 eine Darstellung der Flusspfade anhand der magnetischen Feldlinien in dem Fall, in dem die innenliegenden Spulen 6 bestromt sind;
- 15 Figur 4 eine Variante der Geometrie des erfindungsgemäßen Stators, bei dem die Form und Anordnung der Statorzähne hinsichtlich der Wickelbarkeit optimiert wurde;
- Figur 5 eine M4-Schaltung zur Ansteuerung des erfindungsgemäßen Stators;
- 20 Figur 6 eine 2H-Schaltung zur Ansteuerung des erfindungsgemäßen Stators;
- Figur 7 eine Variante zur Wicklung des erfindungsgemäßen Stators für mehrphasige Elektromotoren, und
- Figur 8 die Flusspfade, die sich bei der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform ausprägen.

25

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stators 1. Der Stator 1 zeigt dabei an seinem Außenumfang die zusammengefassten Statorzähne 4', die ihrerseits jeweils aus zwei Zahnköpfen 2 und einem Zahnfuß 3 bestehen. Aus Figur 1 wird deutlich, dass der gezeigte Zuschnitt des Stators 1 sowohl für den Fluss der innenliegenden Spulen 6 als auch für den Fluss der außenliegenden Spulen 5 einen vergleichbaren Statorzahn im Luftspalt ausbildet. Dabei wird

von jeder Wicklung der Spulen 5 bzw. 6 derjenige Teil des Stators direkt durchflutet, den sie umschließt. Dabei besteht die Möglichkeit, etwaige auftretende geringfügige Unterschiede in der Flussverkettung zwischen innenliegenden Spulen 6 und außenliegenden Spulen 5 durch die Windungszahl auszugleichen. Es ist darüber hinaus vorteilhaft, die Geometrie des Stators 1 so zu wählen, dass der magnetische Widerstand des oberen Flusspfades sich nur geringfügig vom magnetischen Widerstand des unteren Flusspfades über den Zahnuß 3 und das innere Joch unterscheidet. Unter dem oberen Flusspfad wird dabei derjenige magnetische Flusspfad verstanden, der sich ergibt, wenn die außenliegenden Spulen 5 bestromt sind. Entsprechend wird unter dem unteren Flusspfad derjenige magnetische Flusspfad verstanden, der sich ergibt, wenn die innenliegenden Spulen 6 bestromt sind. In den Figuren 2 bzw. 3 sind die entsprechenden Flusspfade anhand der magnetischen Feldlinien dargestellt. Dabei ist in Figur 2 der Fall gezeigt, dass die außenliegenden Spulen 5 bestromt sind, während in Figur 3 der Fall dargestellt ist, dass die innenliegenden Spulen 6 bestromt sind.

Aus den vorstehenden Figuren 1 bis 3 wird darüber hinaus deutlich, dass die geometrische Gestaltung des erfundungsgemäßen Stators 1 zu einer einfachen Statorgeometrie führt, bei dem sich Hilfszähne, die den Wickelraum einschränken würden, erübrigen. Derartige Hilfszähne hätten den Nachteil, dass sie einerseits allein durch ihr Vorhandensein den zur Verfügung stehenden Wickelraum einschränken und andererseits die anteilige Abdeckung des Luftspaltes mit Blech verringern. Dies resultiert aus der größeren Anzahl an Nuten, die wegen der Wickeltechnik eine Mindestbreite haben. Bei steigender Nutzahl geht dies vom Blech ab, unabhängig davon, ob die Nuten durch Hilfs- oder Hauptzähne erzeugt werden. Eine ähnliche Wirkung hat auch die Gestaltung der erfundungsgemäßen Statorzähne mit lediglich zwei Zahnköpfen 2.

Aus Figur 1 geht darüber hinaus hervor, dass die gleichzeitig bestromten Spulen einer Phase bzw. der dazugehörigen Gegenphase bezogen auf die Spule des benachbarten Statorzahnes immer gegensinnig gewickelt sind. Dieser Effekt lässt sich alternativ auch durch ein gleichsinniges Wickeln der Spulen 5 bzw. 6 und eine gegensinnige Bestromung bei entsprechend gewählter Verschaltung der Spulen 5 bzw. 6 erreichen. Die in Figur 2 abgebildeten Wicklungen enthalten bei einer M4-Verschaltung Lagen für die Hin- und Rückphase; sie sind damit also mindestens zweilagig ausgeführt. Hierauf kann

bei einer 2H-Schaltung verzichtet werden, da hier keine gewickelte Gegenphase benötigt wird. Gute Möglichkeiten der Wicklungsanpassung lassen sich dadurch realisieren, dass die Wicklungen sowohl im inneren wie auch im äußeren Bereich des Stators 1 verteilt werden können; hierdurch lassen sich zahninterne Parallelschaltungen mit zeitintensiven Anhak- bzw. Verfahr- und Verlegevorgängen auf andere Wickelpositionen wirksam unterdrücken.

Bei einfacher Wicklung (ohne Gegenphase) ist dieselbe Anordnung auch mit 2H-Schaltung zu betreiben.

10

Figur 4 zeigt eine Variante der Geometrie des erfindungsgemäßen Stators 1, bei dem die Form und Anordnung der Statorzähne 4 dahingehend optimiert wurde, die Wickelbarkeit mit der Flyer-Wickeltechnik zu verbessern und damit die Zykluszeit beim Wickeln zu verringern. Die Wahl der Geometrie der Statorzähne 4 erfolgt dabei dahingehend, 15 dass sich jeweils unterschiedlich geformte Statorzähne 4 und 4' auf dem Umfang des Stators 1 abwechseln. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird nur noch jeder zweite Statorzahn mit einer innenliegenden Spule 6 versehen. Diese innenliegende Spule 6 wird mit ungefähr doppelter Windungszahl wie die außenliegende Spule 5 ausgeführt. Die in Figur 4 dargestellten, im Bereich des Zahnkopfes 2 näherungsweise dreieckförmigen Statorzähne 4 werden im Bereich ihres Zahnfusses 3 nicht mehr mit einer innenliegenden Spule 6 umwickelt. Die durch die abwechselnd unterschiedliche Geometrie der Statorzähne 4 und 4' bedingte Asymmetrie der zwischen den Statorzähnen 4 und 4' gebildeten Nuten 7 bedingt, dass sich insbesondere die Zahnfüße 3 der Statorzähne 4' mit nicht näherungsweise dreieckförmigem Zahnkopf 2 durch die genannte Flyer- 20 Wickeltechnik gut mit den innenliegenden Spulen 6 umwickeln lassen. Die gewählte Geometrie der Nut 7 zeichnet sich dadurch aus, dass sich gesehen vom Umfang des Stators 1 her vom an seinem Zahnfuß 3 umwickelten Statorzahn 4' weg kein Hinterschnitt nach außen ergibt.

25 Die Wicklung der außenliegenden Spulen 5 wird wie bei der in Figur 1 beschriebenen Statorgeometrie mit gleichbleibender Zahn- und Nutgeometrie unverändert ausgeführt.

Auch in diesem Fall sind für die Leistungsparameter des Motors die Anzahl der Win-

- dungen pro Nut 7 und die Summe der davon erzeugten Durchflutung ausschlaggebend. Bei der in Fig. 1 gezeigten Statorgeometrie ist die innenliegende Spule 6 immer in abwechselndem Wickelsinn gewickelt bzw. bestromt. Dadurch addiert sich die Durchflutung der innenliegenden Spulen von benachbarten Statorzähnen 4, die in der gleichen 5 Nut 7 liegen. Dies entfällt bei der in Figur 4 gezeigten Statorgeometrie. Die innenliegenden Spulen 5 werden alle gleichsinnig ausgeführt (immer noch zweilagig für Hin- und Gegenphase), so dass die Nutdurchflutung sich vom Statorumfang her betrachtet nicht verändert, vgl. Fig. 1 und 4. Die beschriebene Statorgeometrie in Verbindung mit der oben beschriebenen Wicklung lässt sich insbesondere durch eine in Fig. 5 dargestellte sogenannte M4-Schaltung ansteuern. Die innenliegenden Spulen 6 entsprächen dabei beispielsweise der Phase U1 und der Gegenphase U2, die außenliegenden Spulen 5 demnach den Phasen V1 und V2. Die unterschiedlichen Bestromungsrichtungen werden dabei durch den entgegengesetzten Wickelsinn von Hin- und Gegenphase erzielt.
- 10 Mit einer einfachen Wicklung (ohne Gegenphase) lässt sich dieselbe Anordnung auch mit der in Fig. 6 dargestellten 2H-Schaltung betreiben. Die inneren Wicklungen entsprächen dabei beispielsweise der Phase U, die äußeren der Phase V. Die unterschiedlichen Bestromungsrichtungen werden durch die Vollbrückenschaltung möglich, es bedarf keiner gewickelten Gegenphase wie bei der M4-Schaltung bei einer ansonsten identischen Anordnung.
- 15 Die Figuren 5 und 6 zeigen die betrachteten schaltungstechnischen Ausführungen von zweisträngigen Motoren. Figur 5 zeigt die Mittelpunktschaltung, zweisträngig, jeweils mit Hin- und Gegenphase, daher wird diese Schaltung auch als M4-Schaltung bezeichnet. Figur 6 zeigt die Schaltung mit zwei Vollbrücken bzw. H-Brücken ohne in Kupfer vorliegenden Gegenphasen.
- 20 Fig. 7 zeigt eine Variante zur Wicklung des erfindungsgemäßen Stators, durch den sich die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung auf mehrphasige Elektromotoren übertragen lassen.
- 25 Auch in dieser Ausführungsform liegt ein wesentlicher Vorteil der Erfindung in einer effektiven Verdopplung der Zahnzahl im Luftspalt, während nur die Hälfte der Stator-

zähne 4 im Luftspalt auch effektiv als Statorzahn 4 in den der Statorachse zugewandten Bereich der Nut 7 geführt wird. Im Unterschied zu der in Fig. 1 bzw. Fig. 4 gezeigten Statorgeometrie ist die Statorgeometrie gemäß der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform den Anforderungen der N-Phasigkeit angepasst. Darüber hinaus bieten andere

- 5 Nut/Polzahl-Verhältnisse Vorteile beim Rastmoment und bei Geräuschanregungen, die bei einem 2-phasigen Motor durch erhöhte Schrägung vermieden werden müssen, was die verbesserte Leistungsdichte teilweise wieder kompensiert. Auch im vorliegenden Beispiel ergeben sich in vorteilhafter Weise aufgrund der verteilten Wicklung vermin-
10 derte Wickelköpfe, d. h. geringe nicht genutzte Anteile der Spulen. Die Polzahl wird wie bei einem permanentmagneterregten EC-Motor mit doppelter Zahnzahl gewählt.

Der wesentliche Unterschied zu den vorstehend gezeigten Ausführungsformen besteht darin, dass im in Fig. 7 gezeigten Beispiel alle drei mit den Buchstaben a-c bezeichneten Stränge jeweils auf innenliegenden Spulen 6 wie auch auf außenliegenden Spulen 5 au-

- 15 ßen verteilt sind. Wie auch in den in Figur 1 bzw. 4 gezeigten Beispielen sind auch in diesem Fall die Wicklungen als Einzelzahnwicklungen ausgeführt und der Wickelkopf schließt sich jeweils zwischen den mit dem gleichen Buchstaben a-c gekennzeichneten Bereichen der Nuten 7 über den jeweiligen Statorzähnen 4. Ferner werden alle Wicklungen gleichsinnig gewickelt. Dies bietet die Möglichkeit, bei entsprechender Ver-
20 schaltung, Asymmetrien zu vermeiden, die bei einem zweiphasigen Motor mit einem Stator 1 gemäß Fig. 1 bzw. Fig. 4 zwischen der innenliegenden und der außenliegenden Phase entstehen.

Auch im in Fig. 7 dargestellten Fall ist bei der Rastmomentoptimierung darauf zu ach-

- 25 ten, dass der magnetische Widerstand des oberen Flusspfades sich nur geringfügig vom magnetischen Widerstand des unteren Flusspfades über den Zahnfuß und das innere Joch unterscheidet.

Da sich aufgrund anderer Polzahlen bei der dreisträngigen Maschine mit dem in Fig. 7

- 30 dargestellten Stator 1 auch andere Flusspfade ausprägen, lässt sich der Querschnitt des Zahnfusses 3 eher verringern, als dass er wie in den in Fig. 1 bzw. 3 beschriebenen Bei- spielen verstärkt werden müsste.

Fig. 8 zeigt die Flusspfade, die sich bei der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform ausprägen. Im vorliegenden Fall summiert sich der Fluss aus zwei Zahnköpfen wie bei der 2-phasigen Maschine nicht im Zahnfuß 3 auf. Entweder nimmt der Fluss allein den oberen Flusspfad wie im mittleren Statorzahn in Fig. 8 zu sehen oder schließt sich über 5 einen Zahnkopf 2 und das innere Joch hin zum Nachbarzahn. Er wird aber im Luftspalt nicht über beiden kompletten Zahnköpfen gesammelt, da der Magnetwinkel kleiner als der Spulen-/Zahnwinkel ist. Aus diesem Grund ist der Zahnfuß 3 keinen hohen Fluss- spitzen ausgesetzt. Die in den Figuren 1 und 4 gezeigte einfache Statorgeometrie bleibt ansonsten prinzipiell erhalten. Für N-phasickeit sollte die Anzahl der Statorzähne 4 10 durch N teilbar sein, wie hier exemplarisch für N=3 gezeigt. Die Polzahl wird wie für eine klassische, permanentmagneterregte Maschine gewählt, wobei ein zusammengen- fasster Statorzahn für zwei konventionelle Zähne steht.

Patentansprüche

5

1. Stator (1) für einen elektrischen Antriebsmotor mit einer Anzahl durch Nuten getrennter Statorzähne, wobei Statorzähne von einer mehrsträngigen Wicklung umwickelt sind und wobei ein Strang mehrere Spulen (5,6) umfasst und einzelne Spulen (5,6) jeweils mehrere Statorzähne umfassen und mehrere Statorzähne vor-

10 zugsweise auf Höhe ihres Zahnhalses zu einem zusammengefassten Statorzahn (4) mit einem Zahnfuß (3) und mehreren Zahnköpfen (2) kombiniert sind, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei Statorzähne zu einem zusammengefassten Statorzahn (4) kombiniert sind.

15 2. Stator (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Statorzahn (4) umwickelt ist.

3. Stator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Zahnpfüße (3) als auch die Zahnköpfe (2) umwickelt sind.

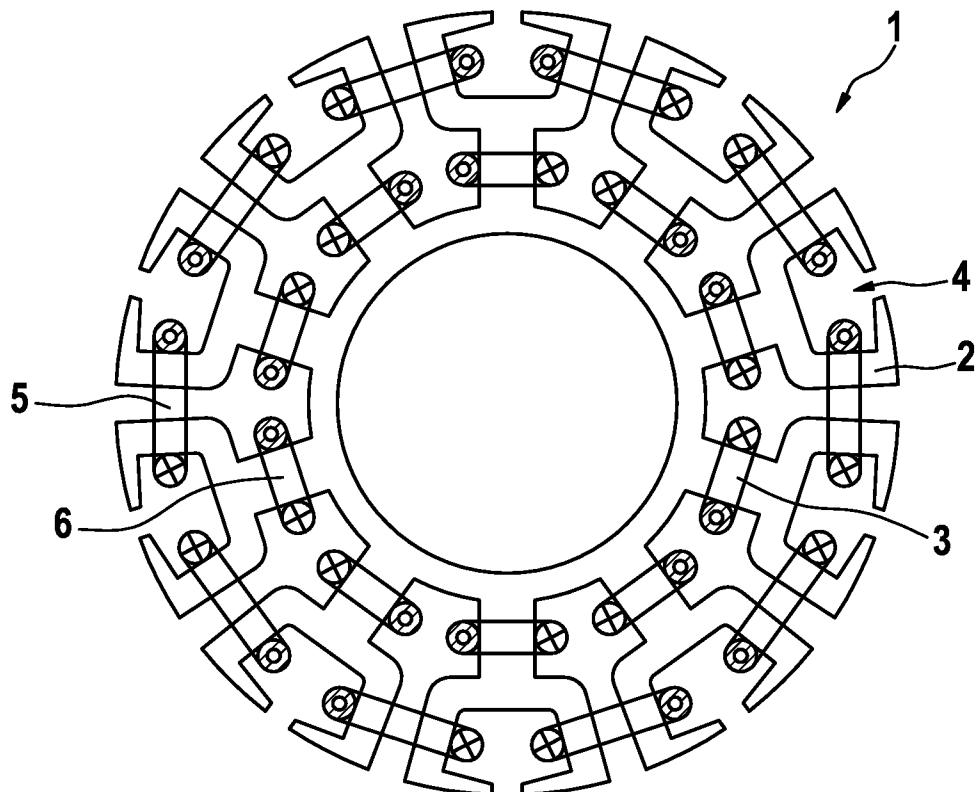
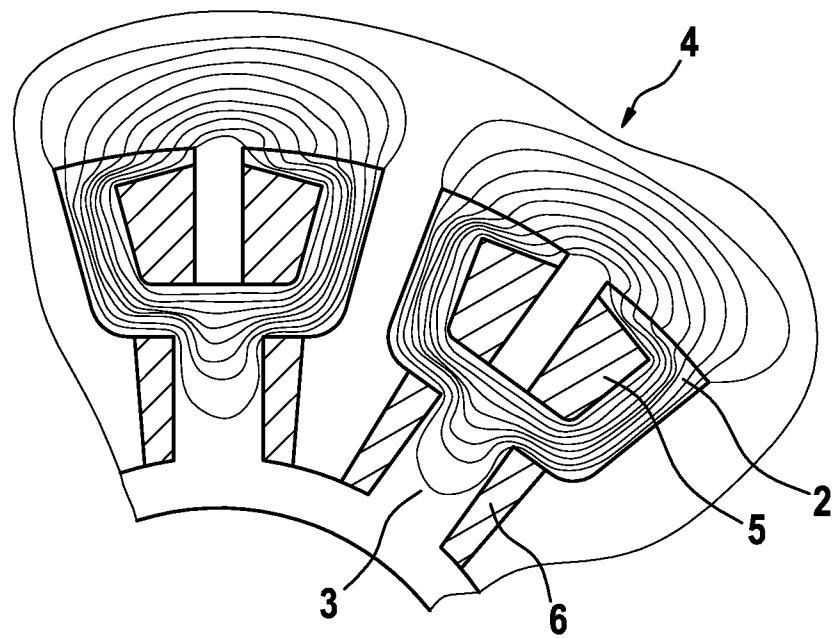
20 4. Stator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spule (5) jeweils zwei Zahnköpfe (2) benachbarter Statorzähne (4) umfasst und jeweils ein Zahnfuß (3) von einer weiteren Spule (6) umfasst ist.

25 5. Stator (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Statorzähne in der Weise ausgestaltet sind, dass die Spulen (5,6) um die Zahnpfüße (3) und die Spulen (5,6) um die Zahnköpfe (2) ähnliche Parameter wie bspw. eine ähnliche Flussverkettung zeigen.

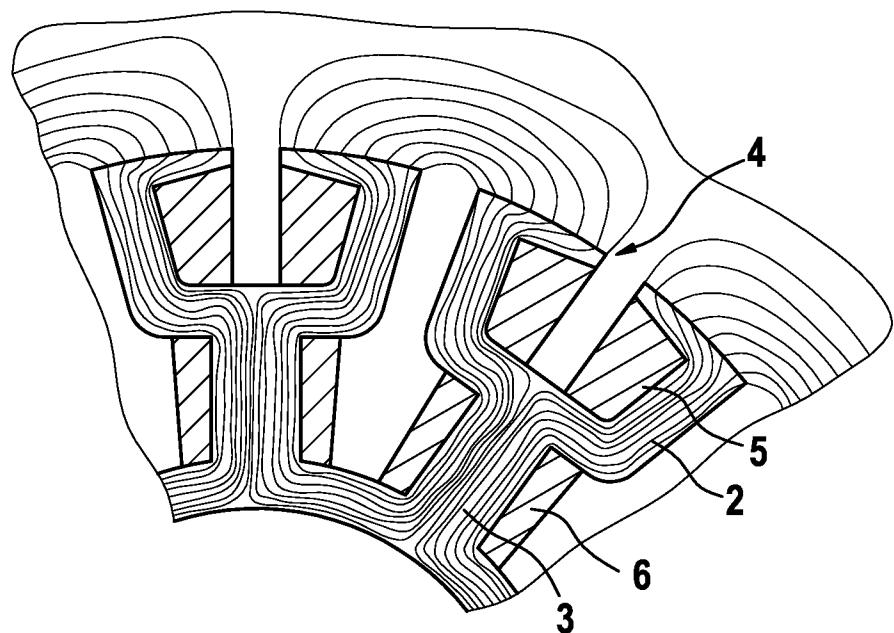
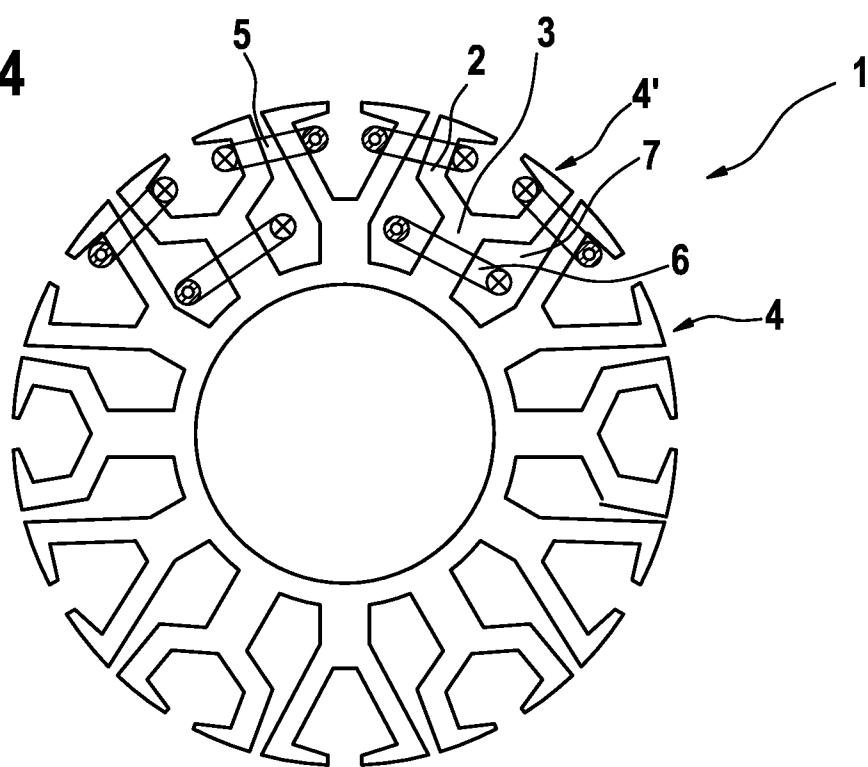
30 6. Stator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich auf dem Statorumfang lediglich zusammengefasste Statorzähne (4) befinden.

7. Stator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für eine Phase gleichzeitig bestromte Spulen (5,6) benachbarter Statorzähne (4) gegensinnig gewickelt sind.
- 5 8. Stator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Statorumfang abwechselnd Statorzähne (4, 4') mit einer ersten und einer zweiten geometrischen Form angeordnet sind, so dass sich zwischen den Statorzähnen (4, 4') asymmetrische Nuten (7) ausbilden.
- 10 9. Stator (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnpfütze (3) einer der beiden geometrischen Formen nicht von Spulen (6) umwickelt sind.
10. Stator (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass alle Stränge der Wicklung sowohl an den Zahnpfützen (3) als auch an den Zahnpöpfen (2) gewickelt sind
15 und sich symmetrisch verhalten.
11. Stator (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass alle Spulen (5,6) gleichsinnig auf den Zahnpöpfen (2) bzw. Zahnpfützen (3) gewickelt sind.

1 / 5

Fig. 1**Fig. 2**

2 / 5

Fig. 3**Fig. 4**

3 / 5

Fig. 5

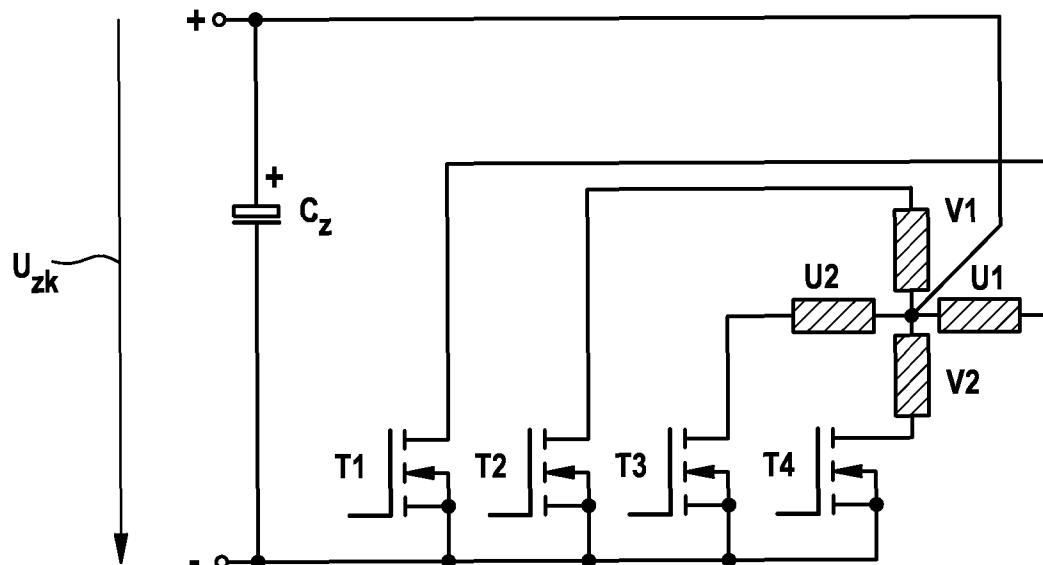
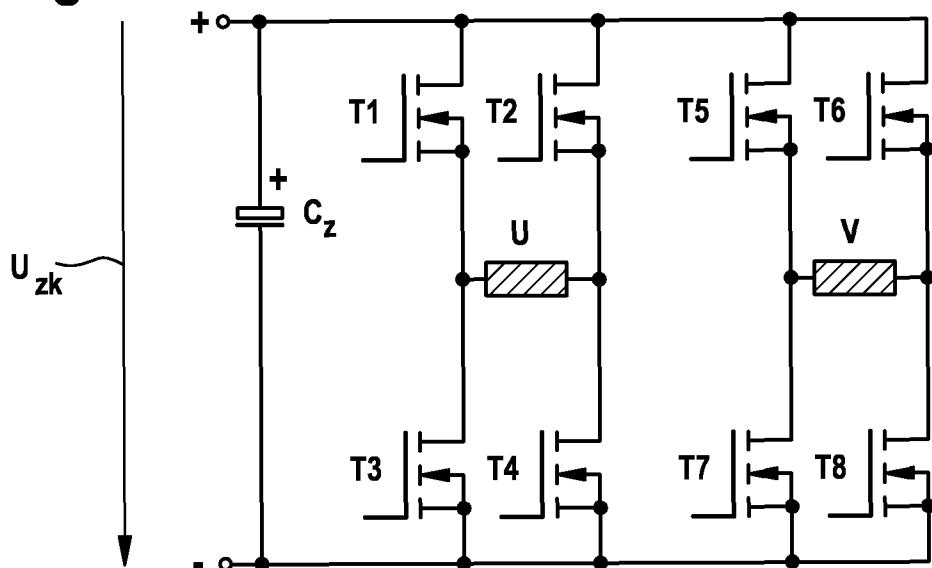
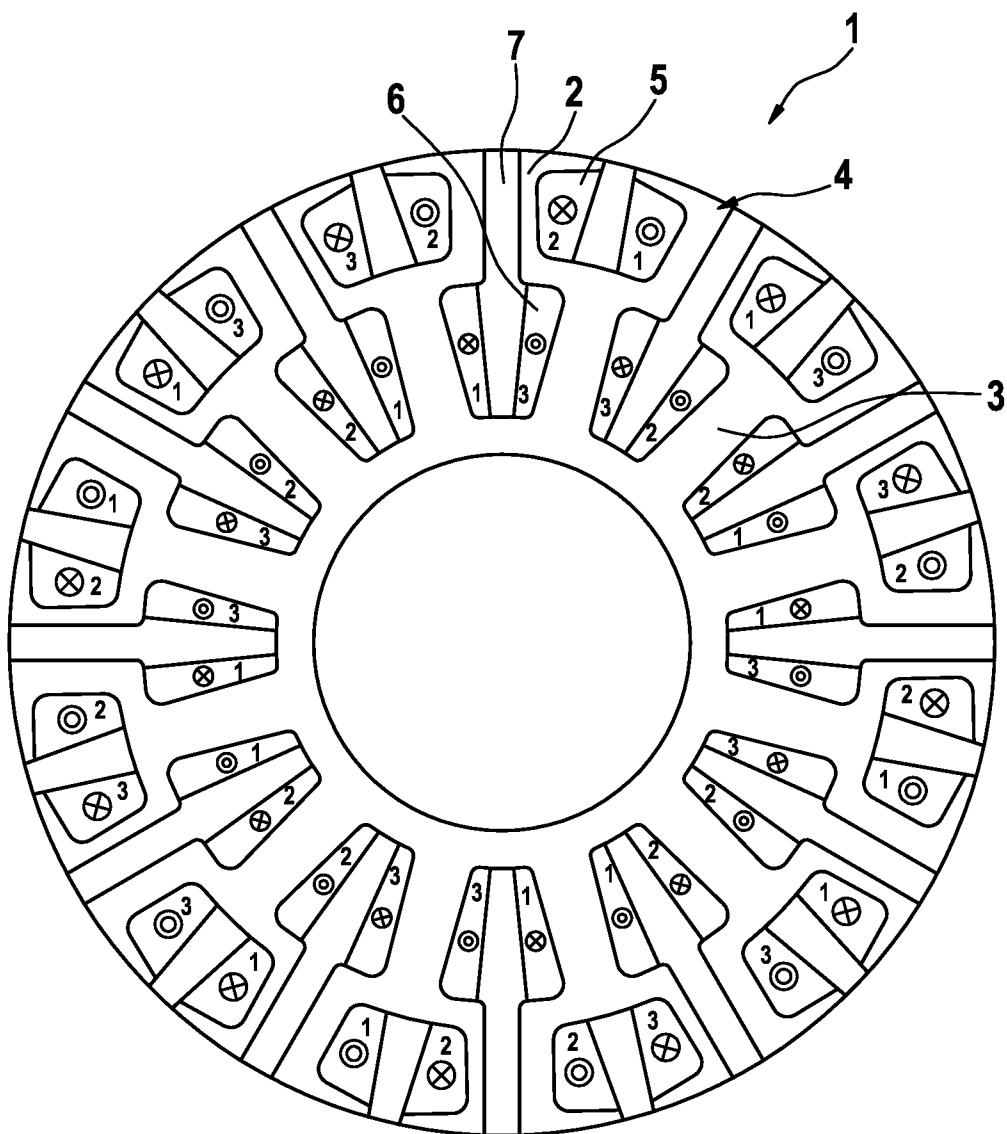


Fig. 6

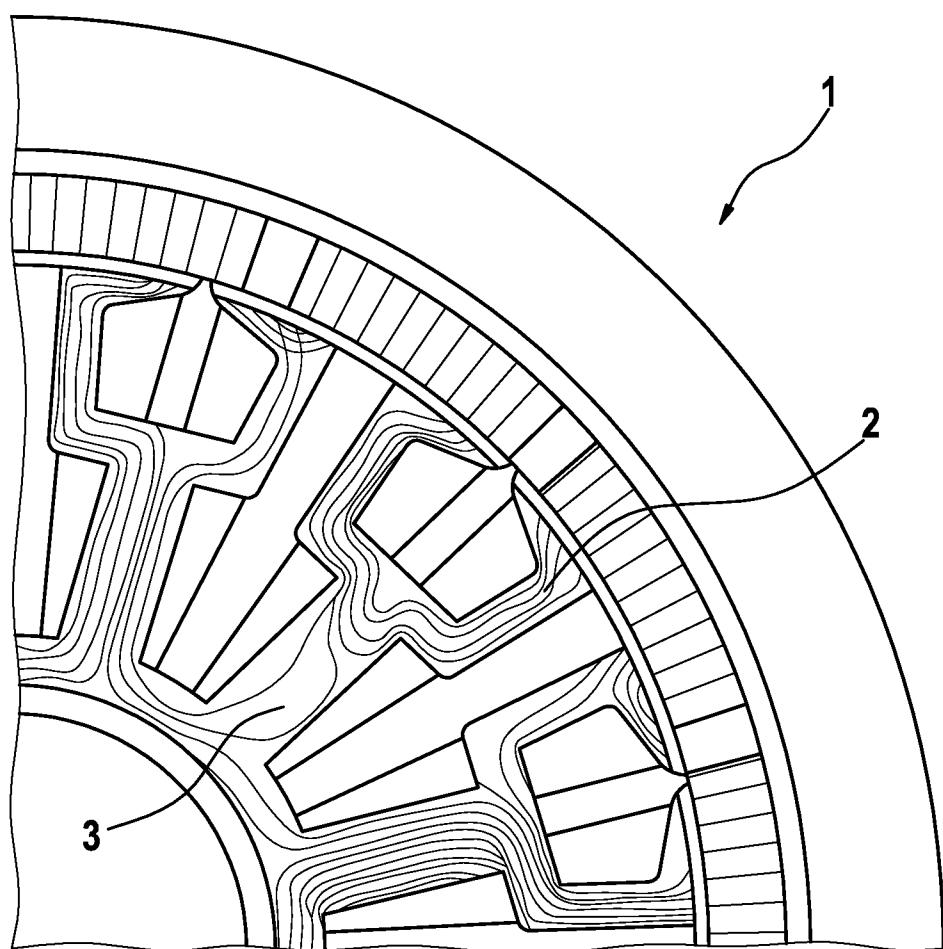


4 / 5

Fig. 7



5 / 5

Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/058023

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K1/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 591 766 A (TAKABA YOSUKE [JP]) 27 May 1986 (1986-05-27) figures 2,3 column 2, line 29 - line 39 column 3, line 3 - line 16	1-4,6,7
Y	-----	8-11
X	VIN MEHTA: "HOW TO DROP THE CEILING ON FAN NOISE" MACHINE DESIGN, PENTON MEDIA, CLEVELAND, OH, US, vol. 63, no. 21, 24 October 1991 (1991-10-24), pages 103-106, XP000274101 ISSN: 0024-9114 page 4 ----- -----	1-4,6 -/-

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

23 November 2007

07/12/2007

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Le Chenadec, Hervé

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2007/058023

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 260 925 A (BARRETT EDWARD L) 7 April 1981 (1981-04-07) figures 4a,5a -----	1-4,6
X	US 4 038 575 A (NORDEBO KNUT ASSAR) 26 July 1977 (1977-07-26) figure 3 -----	1-4,6
X	GB 1 543 150 A (NEW FAN MFG LTD) 28 March 1979 (1979-03-28) figure 4a -----	1-4,6
X	US 4 935 653 A (CHENG PETER [TW]) 19 June 1990 (1990-06-19) figure 1 column 1, lines 40,41 -----	1-6
Y	DE 20 2006 002279 U1 (WEHRLE ANDREAS [DE]) 27 April 2006 (2006-04-27) figures 1,2 -----	8
Y	JP 59 222051 A (KOKUSAN DENKI CO) 13 December 1984 (1984-12-13) abstract figure 3 -----	8
Y	JP 05 022912 A (SHIBAURA ENG WORKS LTD) 29 January 1993 (1993-01-29) abstract figure 2 -----	8
Y	JP 07 075306 A (FUJITSU GENERAL LTD) 17 March 1995 (1995-03-17) abstract figure 2 -----	8
Y	DE 198 38 335 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2 March 2000 (2000-03-02) cited in the application figure 2 column 3, line 15 - line 20 -----	8-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2007/058023	
---	--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4591766	A 27-05-1986	JP	1611477 C	30-07-1991
		JP	2039180 B	04-09-1990
		JP	60160358 A	21-08-1985
US 4260925	A 07-04-1981	NONE		
US 4038575	A 26-07-1977	DE	2413179 A1	26-09-1974
		FR	2222781 A1	18-10-1974
		GB	1468883 A	30-03-1977
		IT	1009322 B	10-12-1976
		JP	50069504 A	10-06-1975
		NL	7403427 A	23-09-1974
		SE	381538 B	08-12-1975
GB 1543150	A 28-03-1979	HK	79679 A	23-11-1979
US 4935653	A 19-06-1990	NONE		
DE 202006002279 U1	27-04-2006	NONE		
JP 59222051	A 13-12-1984	NONE		
JP 5022912	A 29-01-1993	JP	3131635 B2	05-02-2001
JP 7075306	A 17-03-1995	JP	2901125 B2	07-06-1999
DE 19838335	A1 02-03-2000	WO TW	0011775 A1 431050 B	02-03-2000 21-04-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/058023

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K1/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 591 766 A (TAKABA YOSUKE [JP]) 27. Mai 1986 (1986-05-27) Abbildungen 2,3 Spalte 2, Zeile 29 – Zeile 39 Spalte 3, Zeile 3 – Zeile 16	1-4,6,7
Y	-----	8-11
X	VIN MEHTA: "HOW TO DROP THE CEILING ON FAN NOISE" MACHINE DESIGN, PENTON MEDIA, CLEVELAND, OH, US, Bd. 63, Nr. 21, 24. Oktober 1991 (1991-10-24), Seiten 103-106, XP000274101 ISSN: 0024-9114 Seite 4 ----- -/-	1-4,6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. November 2007

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/12/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL – 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Le Chenadec, Hervé

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2007/058023

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 260 925 A (BARRETT EDWARD L) 7. April 1981 (1981-04-07) Abbildungen 4a,5a -----	1-4,6
X	US 4 038 575 A (NORDEBO KNUT ASSAR) 26. Juli 1977 (1977-07-26) Abbildung 3 -----	1-4,6
X	GB 1 543 150 A (NEW FAN MFG LTD) 28. März 1979 (1979-03-28) Abbildung 4a -----	1-4,6
X	US 4 935 653 A (CHENG PETER [TW]) 19. Juni 1990 (1990-06-19) Abbildung 1 Spalte 1, Zeilen 40,41 -----	1-6
Y	DE 20 2006 002279 U1 (WEHRLE ANDREAS [DE]) 27. April 2006 (2006-04-27) Abbildungen 1,2 -----	8
Y	JP 59 222051 A (KOKUSAN DENKI CO) 13. Dezember 1984 (1984-12-13) Zusammenfassung Abbildung 3 -----	8
Y	JP 05 022912 A (SHIBAURA ENG WORKS LTD) 29. Januar 1993 (1993-01-29) Zusammenfassung Abbildung 2 -----	8
Y	JP 07 075306 A (FUJITSU GENERAL LTD) 17. März 1995 (1995-03-17) Zusammenfassung Abbildung 2 -----	8
Y	DE 198 38 335 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. März 2000 (2000-03-02) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 2 Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 20 -----	8-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

 Internationales Aktenzeichen
 PCT/EP2007/058023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4591766	A	27-05-1986	JP	1611477 C		30-07-1991
			JP	2039180 B		04-09-1990
			JP	60160358 A		21-08-1985
US 4260925	A	07-04-1981	KEINE			
US 4038575	A	26-07-1977	DE	2413179 A1		26-09-1974
			FR	2222781 A1		18-10-1974
			GB	1468883 A		30-03-1977
			IT	1009322 B		10-12-1976
			JP	50069504 A		10-06-1975
			NL	7403427 A		23-09-1974
			SE	381538 B		08-12-1975
GB 1543150	A	28-03-1979	HK	79679 A		23-11-1979
US 4935653	A	19-06-1990	KEINE			
DE 202006002279 U1		27-04-2006	KEINE			
JP 59222051	A	13-12-1984	KEINE			
JP 5022912	A	29-01-1993	JP	3131635 B2		05-02-2001
JP 7075306	A	17-03-1995	JP	2901125 B2		07-06-1999
DE 19838335	A1	02-03-2000	WO	0011775 A1		02-03-2000
			TW	431050 B		21-04-2001