

(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
10. August 2006 (10.08.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/082148 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/050386

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Januar 2006 (24.01.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 005 602.4 7. Februar 2005 (07.02.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESellschaft** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRABNER, Christian**
[AT/DE]; Asternweg 13, 97618 Rödelmaier (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESellschaft**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

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

(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,
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,
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).

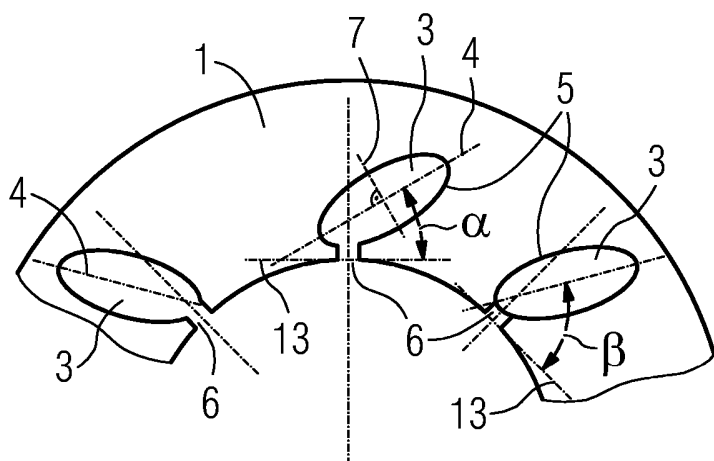
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ELECTRIC MACHINE WITH GROOVES

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE MIT NUTEN



(57) Abstract: The aim of the invention is
to minimize the local surface loss densities
of the ferromagnetic material of an electric
machine. An electric machine with a stator
(2) that is made of layered sheet metal plates
(1) is thus disclosed. The sheet metal plates
(1) have grooves (3) that are oriented in such
a manner that a winding system (12) can be put
into place, wherein each groove (3) has vertical
symmetrical axes of varying lengths and a
substantially round shape.

(57) Zusammenfassung: Um die lokalen
Oberflächenverlustdichten des ferromagneti-
schen Materials einer elektrischen Maschine
zu minimieren. Wird eine elektrische Maschine
mit einem aus geschichteten Blechen (1)
aufgebauten Stator (2) vorgeschlagen, wobei die

Bleche (1) Nuten (3) aufweisen, die derart ausgerichtet sind, dass ein Wicklungssystem (12) untergebracht werden kann wobei jede
Nut (3) zueinander senkrechte unterschiedlich lange Symmetrieachsen und eine im Wesentlichen rundliche Form aufweist.

WO 2006/082148 A1

Beschreibung

Elektrische Maschine mit Nuten

- 5 Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einem aus Blechen aufgebauten Stator, wobei die Bleche Nuten aufweisen, die derart ausgerichtet sind, dass ein Wicklungssystem untergebracht werden kann.
- 10 Bei klassischen Nuten, insbesondere von permanenterregten Synchronmaschinen wie z.B. in dem Fachartikel von "Analysis of Flux Distribution and Core Losses" dargestellt, ergeben sich lokale magnetische Sättigungserscheinungen an scharfen Kanten entlang einer Kontur des Blechschnittes des Stators
- 15 bei einer Drehfeldmaschine. Diese Nutform der bisherigen Drehfeldmaschinen stellt einen Polygonzug dar, der im Wesentlichen eine rechteckförmige oder trapezförmige Grundfläche aufweist. Damit ergeben sich zusätzliche Eisenverluste.
- 20 Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei einer elektrischen Drehfeldmaschine, insbesondere einer permanenterregten Synchronmaschine die Eisenverluste aufgrund lokaler magnetischer Sättigungserscheinungen zu vermeiden.
- 25 Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt dadurch, dass jede Nut zwei zueinander senkrechte unterschiedliche Symmetrieachsen, die als Längs- und Querachse bezeichnet werden und eine im Wesentlichen rundliche Form aufweist.
- 30 Damit tritt eine Homogenisierung des magnetischen Feldes und eine damit verbundene Verlustminderung ein.

In einer Ausführungsform sind die Nuten elliptisch geformt. Dadurch werden die negativen Effekte einer magnetischen ausgeprägten Sättigung des Materials in den Kanten eliminiert.

35 Andererseits wird bei elektrischen Maschinen insbesondere mit Zahnspulenwicklungen, vergleichsweise kleinen Nutzahlen des

Stators und ausgeprägten Polschuhbereichen der gesamte Verlauf des magnetischen Feldes über die weiten Bereiche des Luftspalts und der magnetisch annähernd wie Luft wirksamen Isolierung sowie der Kupferbereiche eine verbesserte Verteilung dieses magnetischen Feldes aufweisen, da die negativen Einflüsse der starken Kanten im magnetischen Kreis vermieden werden.

Es ergibt sich zwar gegenüber einem Rechteck ein verminderter Querschnittsbereich der Nut um den Faktor π , bei der z.B. eingesetzten Zahnpulentechnik ist dies aber nicht störend, da ohnehin bei der vergleichsweise geringen Nutzahl, z.B. sechs, neun oder zwölf des Stators und entsprechend großen Durchmesser der elektrischen Maschine ausreichend Platz vorhanden ist. Es überwiegt bei der Zahnpulentechnik der positive Einfluss der Homogenisierung des Magnetfeldes in Folge der elliptischen Randformen im Bereich der einzelnen Nuten mehr als bei Typen mit einer vergleichsweise hohen Statornutzahl.

Es werden insbesondere in den Zahnköpfen, d.h. in dem Bereich des Luftspaltes die unerwünschte Flussdichte der Amplituden vermieden, so dass es dort zu weniger lokalen Oberflächenverlustdichten kommt.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gemäß der Unteransprüche werden anhand schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 Prinzipdarstellung einer elektrischen Maschine,
FIG 2 Blechschnitt eines Blechs,
FIG 3 und 5 einen weiteren Blechschnitt
FIG 4 Detaildarstellung eines Nutschlitzes
FIG 6 Blechschnitt mit sechs Nuten.

FIG 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer nicht näher dargestellten elektrischen Maschine mit einem aus geschichteten Blechen 1 gebildeten Stator 2. Der schematisch dargestellte Läufer 14 ist mit Permanentmagneten versehen, die entweder im Blechpaket des Läufers 14 in axial verlaufenden Ausnehmungen angeordnet sind, oder auf der Oberfläche des Läufer 14 positioniert und durch eine Bandage gesichert sind.

Die Bleche 1 des Stators 2 gemäß FIG 2 zeigen Nuten 3, die ellipsenförmigen ausgeführt sind und im Wesentlichen axial verlaufen. Dabei ist die Längsachse 4 der Ellipse 5 parallel zu einer gedachten Tangente 13 an den zu dieser Nut 3 korrespondierenden Luftspalt ausgerichtet. Die Querachse 7 der Ellipse 5 ist senkrecht zu dieser gedachten Tangente 13 ausgerichtet. Die Längs- 4 und die Querachse 7 bilden die Symmetrieachsen der Ellipse 5.

FIG 3 zeigt mehrere unterschiedliche Anordnungen der als Ellipse 5 auftretenden Nuten 3. Diese unterschiedlichen Winkel α, β der Längsachsen 4 der Ellipsen 5 zu ihren jeweiligen Tangenten 13 am Luftspalt können in einem Blech 1 respektive in einem Blechpaket vorhanden sein. Die Längsachse 4 ist jeweils unter einem vorgegebenen Winkel α oder β zu einer gedachten Tangente 13 dieser Nut 3 an der Tangente 13 am Luftspalt ausgerichtet.

Ein Blech 1 respektive ein Blechpaket kann aber auch nur einen vorgegebenen Winkel α oder β seiner Nuten 3 aufweisen.

Vorteilhafterweise weisen die Nutschlitz 6 der ellipsenförmigen Nuten 3 eine über die axiale Länge des Stators 2 verlaufende Schrägung auf. Sie dient der Reduzierung der Rastmomente. Diese Schrägung liegt vorteilhafterweise zwischen einer halben und zwei Nutteilungen.

Unabhängig von der Ausführungsform werden damit lokale Oberflächenverlustdichten des ferromagnetischen Materials des Blechs 1 im Betrieb der elektrischen Maschine vermindert.

5 Die in den Nuten 3 vorgesehenen Wicklungssysteme 12 sind ge-
sehnte Wicklungen oder Zahnspulen. Nach Einsetzen der Wick-
lungssysteme 12 z.B. durch an sich bekannte Nadelwickler in
die Nuten 3, werden die Wicklungen vergossen und gegebenen-
falls die Nutschlitz 6, die sich zwischen zwei Zahnköpfen 16
10 gemäß FIG 4 ergeben durch geeignete Materialien gefüllt bzw.
geschlossen. Diese Nutverschlusselemente 15 sind amagnetisch
oder magnetisch ausgeführt und werden vorteilhafterweise in
axial verlaufenden Ausnehmungen 17 der Zahnköpfe 16 positio-
niert.

15

In einer weiteren Ausführungsform gemäß FIG 5 sind die Nuten
3 nicht streng ellipsenförmig ausgebildet, sondern insbeson-
dere bei geringen Nutzahlen z.B. sechs, jeweils am Ende ihrer
Längsachse 4 dem Verlauf des Luftspaltes angepasst.

20

Eine erfindungsgemäße elektrische Maschine ist vierpolig
($2p=4$) ausgeführt und zeigt im Stator (2) mit Drehstromspei-
sung sechs Nuten 3 gemäß FIG 6.

25

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine mit einem aus geschichteten Blechen
(1) aufgebauten Stator (2), wobei die Bleche (1) Nuten (3)
5 aufweisen, die derart ausgerichtet sind, dass ein Wicklungs-
system (12) untergebracht werden kann, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass jede Nut (3) zueinander
senkrechte unterschiedlich lange Symmetrieachsen, die als
Längs-(4) und Querachse bezeichnet werden und eine im wesent-
10 lichen rundliche Form aufweist.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Nuten (3) elliptisch
geformt sind.

15 3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Längsachse (4) der
Nuten (3) eines Blechs (1) unter einem vorgegebenen Winkel
(α, β) zu einer jeweils zugeordneten Tangente (13) angeordnet
20 sind.

4. Elektrische Maschine nach Anspruch 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass ein Blech (1) Nuten (3)
mit unterschiedlichen Winkeln (α, β) aufweist.

25 5. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die
Längsachse (4) der Nuten (3) eines Blechs (1) radial oder
tangential angeordnet bzgl. der Achse der elektrischen Ma-
30 schine angeordnet ist.

6. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
der Stator (2) vier-, sechs- oder achtpolig ausgeführt ist.

35 7. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

das Wicklungssystem (12) aus Zahnspulen oder gesehten Spulen aufgebaut ist.

8. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
der Stator (2) eine Nutschlitzfüllung (17) aufweist.

FIG 1

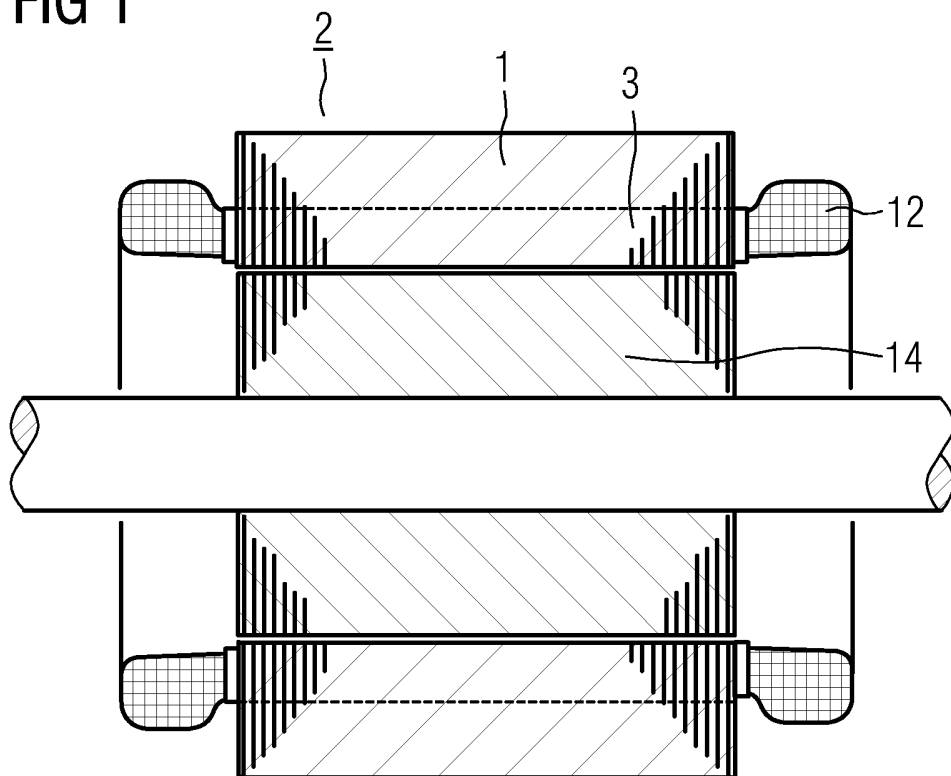


FIG 2

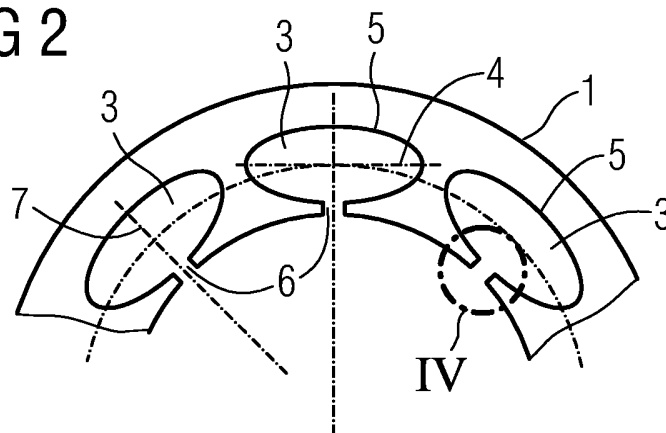


FIG 3

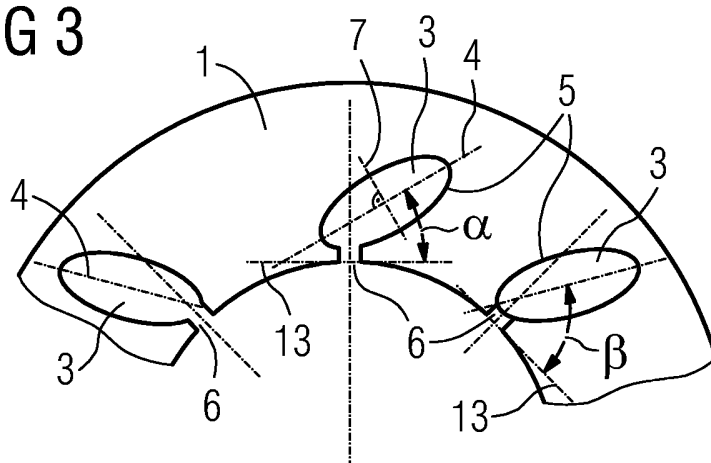


FIG 4

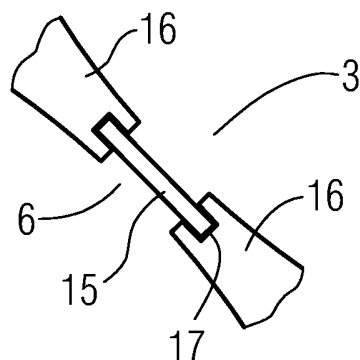


FIG 5

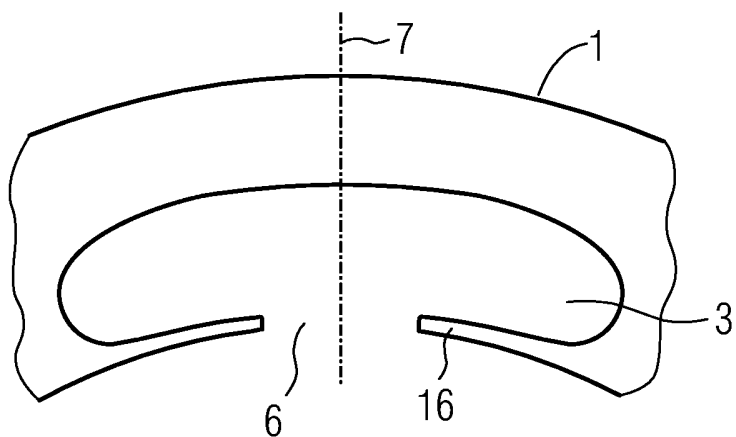
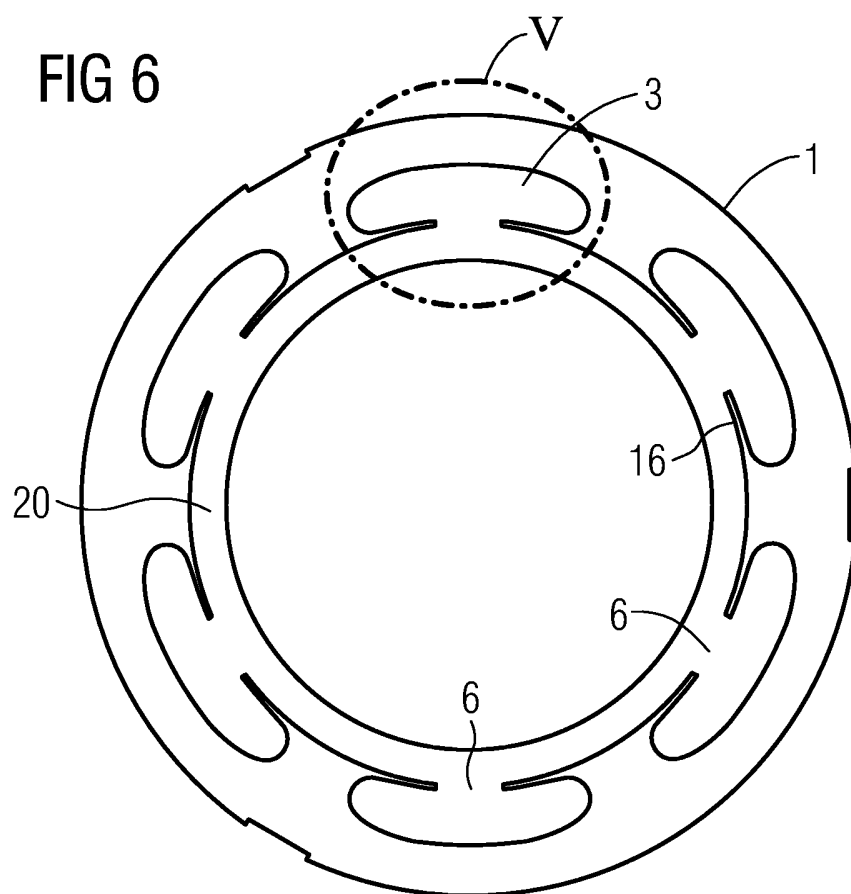


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/050386

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	FR 1 471 039 A (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT) 24 February 1967 (1967-02-24)	1-4
Y	figure 6	8
Y	EP 1 404 002 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 31 March 2004 (2004-03-31) column 3, line 32 - line 38 paragraph [0051]; figure 6	8
X	US 2004/130232 A1 (CHANG FANG-FU) 8 July 2004 (2004-07-08)	1,2,5-7
Y	figure 4	3,4
Y	US 2 830 209 A (FLECKENSTEIN HANS) 8 April 1958 (1958-04-08) figures 1,2	3,4
	----- -/-- -----	

☒ 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

11 May 2006

Date of mailing of the international search report

18/05/2006

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

Zoukas, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/050386

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 887 047 A (FRIEDRICH TELLERT) 17 January 1962 (1962-01-17) page 2, line 14 - line 19; figure 1 -----	1,2,5,7
X	US 4 864 177 A (YANG ET AL) 5 September 1989 (1989-09-05) figures 1-5 -----	1-3,5
X	US 6 787 958 B1 (WALTER RICHARD THOMAS) 7 September 2004 (2004-09-07) abstract; figure 6 -----	1,2,6,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/050386

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 1471039	A	24-02-1967	DE 1488657 A1	12-06-1969
EP 1404002	A	31-03-2004	NONE	
US 2004130232	A1	08-07-2004	CN 2652017 Y	27-10-2004
US 2830209	A	08-04-1958	NONE	
GB 887047	A	17-01-1962	NONE	
US 4864177	A	05-09-1989	NONE	
US 6787958	B1	07-09-2004	CN 1369130 A	11-09-2002
			EP 1192700 A1	03-04-2002
			WO 0103272 A1	11-01-2001
			JP 2003504996 T	04-02-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/050386

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K1/16

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter 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	FR 1 471 039 A (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT) 24. Februar 1967 (1967-02-24)	1-4
Y	Abbildung 6	8
Y	EP 1 404 002 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 31. März 2004 (2004-03-31) Spalte 3, Zeile 32 - Zeile 38 Absatz [0051]; Abbildung 6	8
X	US 2004/130232 A1 (CHANG FANG-FU) 8. Juli 2004 (2004-07-08)	1,2,5-7
Y	Abbildung 4	3,4
Y	US 2 830 209 A (FLECKENSTEIN HANS) 8. April 1958 (1958-04-08) Abbildungen 1,2	3,4
	-/-	

☒ 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/05/2006

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

Zoukas, E

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 887 047 A (FRIEDRICH TELLERT) 17. Januar 1962 (1962-01-17) Seite 2, Zeile 14 - Zeile 19; Abbildung 1 -----	1,2,5,7
X	US 4 864 177 A (YANG ET AL) 5. September 1989 (1989-09-05) Abbildungen 1-5 -----	1-3,5
X	US 6 787 958 B1 (WALTER RICHARD THOMAS) 7. September 2004 (2004-09-07) Zusammenfassung; Abbildung 6 -----	1,2,6,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/050386

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1471039	A	24-02-1967 DE 1488657 A1	12-06-1969
EP 1404002	A	31-03-2004 KEINE	
US 2004130232	A1	08-07-2004 CN 2652017 Y	27-10-2004
US 2830209	A	08-04-1958 KEINE	
GB 887047	A	17-01-1962 KEINE	
US 4864177	A	05-09-1989 KEINE	
US 6787958	B1	07-09-2004 CN 1369130 A	11-09-2002
		EP 1192700 A1	03-04-2002
		WO 0103272 A1	11-01-2001
		JP 2003504996 T	04-02-2003