

(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
29. November 2007 (29.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/134605 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 1/28 (2006.01) *H02P 1/20* (2006.01)
H02P 3/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DK2007/000239

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Mai 2007 (22.05.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 024 099.5 23. Mai 2006 (23.05.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DANFOSS A/S [DK/DK]; DK-6430 Nordborg (DK).
IC ELECTRONIC A/S [DK/DK]; Eksportvej 7-9, Laur-
bjerg, DK-8870 Langaa (DK).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SKAARUP, Jan
[DK/DK]; Elgaardsmide 40, DK-8370 Hadsten (DK).

(74) Gemeinsamer Vertreter: DANFOSS A/S;
Patentabteilung, DK-6430 Nordborg (DK).

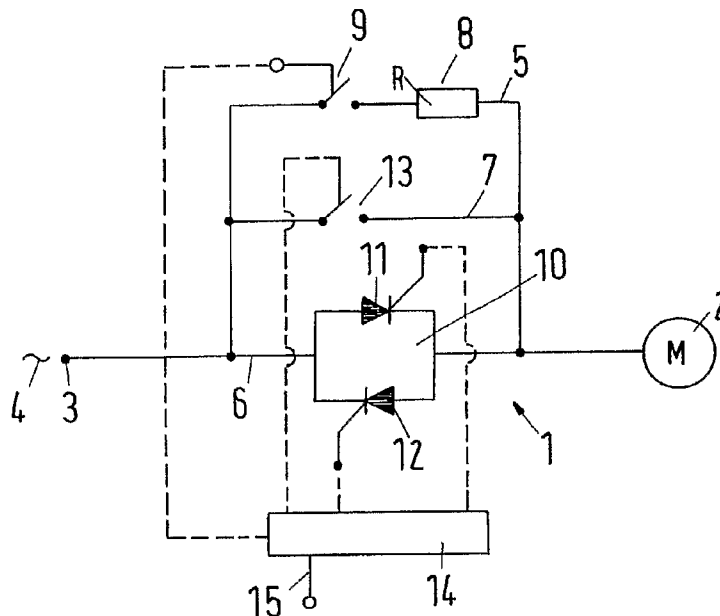
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, 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.

(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,
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR STARTING AN ELECTRIC MOTOR AND STARTING CIRCUIT FOR AN ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STARTEN EINES ELEKTRISCHEN MOTORS UND STARTSCHALTUNG FÜR EI-
NEN ELEKTRISCHEN MOTOR



(57) Abstract: A method is disclosed for starting an electric motor (2), in which the motor (2) is supplied with current (4) via a starting circuit (1) having multiple paths (5, 6, 7), and the current (4) is conducted through various paths (5, 6, 7) one after another, the power being controlled in one phase of the starting process by means of a semiconductor circuit (10). The desired aim is to achieve a controlled starting of the motor with sufficient torque. To this end, the current (4) at the beginning of the starting process is limited only by an ohmic resistance (8), and the current is then controlled by means of the semiconductor circuit (10).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/134605 A1



CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchebericht

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

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Starten eines elektrischen Motors (2) angegeben, bei dem der Motor (2) über eine mehrere Pfade (5, 6, 7) aufweisende Startschaltung (1) mit Strom (4) versorgt wird und der Strom (4) nacheinander durch unterschiedliche Pfade (5, 6, 7) geleitet wird, wobei der Strom in einer Phase des Startens durch eine Halbleiterschalteranordnung (10) gesteuert wird. Man möchte einen kontrollierten Start des Motors mit ausreichendem Moment ermöglichen. Hierzu ist vorgesehen, daß man den Strom (4) zu Beginn des Startens nur durch einen ohmschen Widerstand (8) begrenzt und den Strom dann durch die Halbleiterschalteranordnung (10) steuert.

Verfahren zum Starten eines elektrischen Motors
und Startschaltung für einen elektrischen Motor

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten eines elektrischen Motors, bei dem der Motor über eine mehrere Pfade aufweisende Startschaltung mit Strom versorgt wird und der Strom nacheinander durch unterschiedliche Pfade geleitet wird, wobei der Strom in einer Phase des Startens
5 durch eine Halbleiterschalteranordnung gesteuert wird.

Ferner betrifft die Erfindung eine Startschaltung für einen elektrischen Motor mit einer variabel steuerbaren Halbleiterschalteranordnung zwischen dem Motor und einem Versorgungsanschluß, einer Steuereinrichtung und
10 einer weiteren Strombeeinflussungseinrichtung.

Ein derartiges Verfahren und eine derartige Startschaltung sind aus EP 0 395 589 B1 bekannt. Beim Starten wird der Strom zunächst durch eine Halbleiterschalteranordnung geleitet, die in Reihe mit einem NTC-Widerstand angeordnet ist. Die Halbleiterschalteranordnung, die durch zwei antiparallel geschaltete Thyristoren gebildet ist, läßt den zum Motor fließenden Strom ansteigen. Gleichzeitig verringert sich der Widerstandswert des NTC-Widerstandes aufgrund der zunehmenden Temperatur. Nach einem anfänglichen Anstieg der Stromamplitude nimmt die Stromstärke wieder
15 ab, so daß man einen Bypass-Pfad schließen kann, so daß der Motor direkt mit Strom versorgt wird.
20

US 3 573 580 zeigt eine weitere Startschaltung, bei der in einer Phase eines 3-Phasen-Motors eine Halbleiterschalteranordnung aus zwei antiparallel geschalteten Thyristoren vorgesehen ist. Diese Thyristoren werden
25 mit steigendem Triggerwinkel angesteuert, so daß der Strom zum Motor

CONFIRMATION COPY

zunehmen kann. Als "Triggerwinkel" wird hier und in der weiteren Beschreibung der Winkel bezeichnet, über den der Thyristor leitend geschaltet ist.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kontrollierten Start des Motors mit ausreichendem Moment zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß man den Strom zu Beginn des Startens nur durch einen
10 ohmschen Widerstand begrenzt und den Strom dann durch die Halbleiter-schalteranordnung steuert.

Mit dieser Vorgehensweise erreicht man mehrere Vorteile. Zum einen bewirkt die Strombegrenzung durch einen ohmschen Widerstand, daß der
15 zum Motor gelangende Strom nach wie vor eine Sinusform aufweist, wenn die Versorgungsspannung ebenfalls sinusförmig ist. Damit werden zum einen Belastungen durch Oberschwingungen des Motors klein gehalten, so daß man den Motor mit einem vergleichsweise großen Strom anfahren kann und damit ein großes Startmoment erhält. Mit diesem Startmoment
20 kann sich der Motor "losreißen", wenn er beispielsweise gegen ein großes Gegenmoment arbeiten kann. Eine derartige Situation ergibt sich beispielsweise dann, wenn der Motor eine Pumpe antreiben muß, beispielsweise Wärmepumpen, Hydraulikpumpen für Öl, Wasser etc., Hochdruckpumpen für Wasser etc. Andererseits wird bei einer sinusförmigen Strom-
25 beaufschlagung des Motors auch erreicht, daß die Rückwirkungen auf das speisende Netz klein gehalten werden. Darüber hinaus ergibt sich ein vergleichsweise schneller Startverlauf. Es ist möglich, den Motor innerhalb eines Bruchteils einer Sekunde, beispielsweise innerhalb von 200 ms, auf seine Soll-drehzahl zu bringen. Damit ist das Starten über den ohmschen
30 Widerstand mit einem "Kickstarter" vergleichbar. Sobald der Motor zu rotieren beginnt, bildet er keinen Kurzschluß mehr, so daß der Strom auch

durch den Motor selbst begrenzt wird. In diesem Fall kann man problemlos zu der Steuerung durch die Halbleiterschalteranordnung übergehen, ohne daß die Rückwirkungen auf das speisende Netz oder die Belastungen des Motors zu groß werden.

5

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß man nach der Steuerung durch die Halbleiterschalteranordnung den Strom direkt zum Motor leitet. Man sieht also einen Bypass-Pfad vor, der die Halbleiterschalteranordnung und auch den ohmschen Widerstand überbrückt, so daß der
10 Motor dann direkt vom speisenden Netz gespeist wird. Dies reicht für den "normalen" Betrieb, wenn also der Motor seine Betriebsdrehzahl erreicht hat, vollkommen aus.

Bevorzugterweise beschränkt man die Steuerung des Stroms durch den
15 ohmschen Widerstand auf eine vorbestimmte Anzahl von Perioden des Stromes, die maximal fünf Perioden beträgt. In vielen Fällen wird man bereits bei ein oder zwei Perioden des Stromes, der durch den ohmschen Widerstand begrenzt ist, eine ausreichende Drehzahl des Motors erreicht haben, so daß man die Stromsteuerung danach durch die Halbleiterschalteranordnung vornehmen kann, ohne negative Rückwirkungen auf das
20 speisende Netz oder den Motor befürchten zu müssen.

Auch ist von Vorteil, wenn man den Strom durch unterschiedlich große ohmsche Widerstände begrenzt. Man kann dann in der Phase des Startens, in der der Strom durch die ohmschen Widerstände begrenzt ist, be-
25 reits eine Steuerung der Stromstärke vornehmen, die besser an den Drehzahlverlauf des Motors angepaßt ist.

Vorzugsweise leitet man den Strom durch die Halbleiterschalteranordnung zu dem ohmschen Widerstand und steuert die Halbleiterschalteranord-
30 nung zu Beginn des Startvorgangs voll auf. Mit anderen Worten kann man

in diesem Fall die Halbleiterschalteranordnung und den ohmschen Widerstand in Reihe anordnen. Wenn man die Halbleiterschalteranordnung voll aufsteuert, dann heißt dies, daß auch hier der Stromverlauf sinusförmig ist. Bei Verwendung von Thyristoren steuert man die Thyristoren beispielsweise so, daß sie bereits ab dem Nulldurchgang des Stromes leitend
5 sind. Auch in diesem Fall besteht kein Problem darin, daß sich unkontrollierte oder unerwünschte Stromtransienten bilden, die nicht sinusförmig sind. Diese ergeben sich allenfalls dann, wenn der Motor schon rotiert. Wenn man auf die Steuerung durch die Halbleiterschalteranordnung über-
10 gehen möchte, dann kann man beispielsweise den ohmschen Widerstand durch einen Bypass überbrücken.

In einer alternativen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß man die Halbleiterschalteranordnung und den ohmschen Widerstand parallel be-
15 treibt. In diesem Fall ist in dem Pfad, in dem der ohmsche Widerstand angeordnet ist, ein Schalter angeordnet, mit dem es möglich ist, den ohmschen Widerstand mit dem Motor zu verbinden oder ihn davon zu trennen. Bei diesem Schalter kann es sich um einen mechanischen Schalter handeln, beispielsweise ein Relais. Es ist aber auch möglich, zu diesem
20 Zweck einen elektrischen oder elektronischen Schalter zu verwenden.

Vorzugsweise betreibt man die Halbleiterschalteranordnung beim Wechseln des Stroms zur Halbleiterschalteranordnung mit einem kleinen Triggerwinkel und vergrößert den Triggerwinkel dann. Der Triggerwinkel ist,
25 wie oben bereits erwähnt, der Winkel, in dem die Halbleiterschalteranordnung leitend ist. Wenn man davon ausgeht, daß sich eine Halbwelle des Stromes über 180° (elektrisch) erstreckt, dann betreibt man die Halbleiterschalteranordnung beispielsweise so, daß die Halbleiterschalter nur in den letzten 20 bis 40° der Halbwelle durchgeschaltet werden. Dieser Win-
30 kelbereich wird dann zunehmend vergrößert, bis die Halbleiterschalter beispielsweise über die gesamte Halbwelle leitend sind.

Die Aufgabe wird bei einer Startschaltung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die weitere Strombeeinflussungseinrichtung als ohmscher Widerstand ausgebildet ist, der in einem Pfad vom Versorgungs-
anschluß zum Motor schaltbar ist, und die Steuereinrichtung zu Beginn
5 eines Startvorganges den Strom zunächst durch den ohmschen Widerstand leitet und danach durch die Halbleiterschalteranordnung steuert.

Wie oben im Zusammenhang mit dem Verfahren ausgeführt, ist es auf
10 diese Weise möglich, den Strom beim Starten des Motors durch einen ohmschen Widerstand zu begrenzen, ohne daß er auf andere Weise, beispielsweise durch die Halbleiterschalteranordnung, gesteuert werden muß. Wenn man den Strom durch einen ohmschen Widerstand leitet,
dann behält er seine Sinusform, die von dem speisenden Netz zur Verfü-
15 gung gestellt wird. Bei einer Sinusform ergeben sich relativ wenige Verlustleistungen. Insbesondere vermeidet man Verluste durch Stromtransienten. In diesem Fall kann man zu Beginn eines Startvorganges, also dann, wenn der Motor noch steht, einen Strom mit einer vergleichsweise
großen Amplitude verwenden. Durch die große Amplitude erhöht sich das
20 Startmoment des Motors, so daß sich der Motor auch gegen größere Gegenmomente losreißen kann. Weiterhin hat das große Startmoment den Vorteil, daß der Motor relativ schnell auf seine Betriebsdrehzahl kommt. Ein stehender Motor kann vereinfacht ausgedrückt als kurzgeschlossener
Transformator betrachtet werden, der nur sehr wenig zu einer Strombe-
25 grenzung beiträgt. Sobald sich der Motor aber dreht, erzeugt er eine elektromotorische Gegenspannung, die zu einer Strombegrenzung beiträgt. In diesem Fall kann die Steuereinrichtung auf die Halbleiterschalteranordnung umsteuern, so daß man den Strom in einer zweiten Phase des Startens durch die Halbleiterschalteranordnung steuern kann.

Vorzugsweise ist ein schaltbarer Bypass-Pfad zwischen dem Versorgungsanschluß und dem Motor vorgesehen. Sobald der Motor seine Betriebsdrehzahl erreicht hat, ist eine Steuerung weder durch die Halbleiterschalteranordnung noch durch den ohmschen Widerstand erforderlich. In diesem Fall kann man die Halbleiterschalteranordnung und den ohmschen Widerstand sozusagen überbrücken, so daß man weitere Verlustleistungen vermeidet.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß der erste Pfad, in dem der ohmsche Widerstand angeordnet ist, parallel zu einem zweiten Pfad angeordnet ist, in dem die Halbleiterschalteranordnung angeordnet ist. In diesem Fall ist es einerseits möglich, den Strom vom ohmschen Widerstand auf die Halbleiterschalteranordnung umzulenken. Andererseits ist es möglich, den ohmschen Widerstand und die Halbleiterschalteranordnung parallel zu betreiben, was für eine gewisse Übergangsphase durchaus zweckmäßig sein kann.

Vorzugsweise ist der erste Pfad in mindestens zwei parallele Teilpfade unterteilt, in denen jeweils ein schaltbarer ohmscher Widerstand angeordnet ist. Durch die Aufteilung in mehrere Teilpfade kann man den Widerstandswert des ohmschen Widerstandes auf einfache Weise verändern und zwar in Abhängigkeit davon, welchen der Teilpfade man durchgängig oder elektrisch leitend macht. Es ist auch möglich, mehrere der Teilpfade gleichzeitig durchzuschalten, so daß sich der Widerstandswert des Gesamtwiderstandes entsprechend vermindert.

Bevorzugterweise weist der erste Pfad eine Schalteinrichtung auf, die über eine Verzögerungseinrichtung mit der Halbleiterschalteranordnung im zweiten Pfad verbunden ist. Über die Verzögerungseinrichtung kann man auf einfache Weise erreichen, daß einerseits der erste Pfad mit dem ohmschen Widerstand noch elektrisch leitend ist und andererseits die Halblei-

terschalteranordnung bereits ebenfalls Strom durchläßt. In diesem Fall kann man den Übergang zwischen der Phase, in der der Strom ausschließlich durch den ohmschen Widerstand gesteuert wird, und der Phase, in der der Strom durch die Halbleiterschalteranordnung gesteuert wird, sanft gestalten.

In einer alternativen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß der ohmsche Widerstand mit der Halbleiterschalteranordnung in Reihe zwischen dem Versorgungsanschluß und dem Motor angeordnet ist, wobei der ohmsche Widerstand durch einen schaltbaren Kurzschlußpfad überbrückt ist. In diesem Fall steuert man zu Beginn des Startvorgangs die Halbleiterschalteranordnung voll auf, so daß sie den Strom nicht beeinflußt und der Strom in der ursprünglichen Sinusform zum ohmschen Widerstand gelangt. Der ohmsche Widerstand begrenzt dann für einige wenige Perioden die Amplitude des Stromes. Sobald der Motor zu rotieren beginnt, kann man die Halbleiterschalteranordnung zum Steuern des Stromes verwenden und gleichzeitig den ohmschen Widerstand aus der Schaltung herausnehmen, indem man ihn überbrückt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine Startschaltung für einen elektrischen Motor,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Stromverlaufs,

Fig. 3 bis 7 abgewandelte Ausführungsformen der Startschaltung nach Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Startschaltung 1 für einen elektrischen Motor 2, der von einem Versorgungsanschluß 3 gespeist wird. Der Versorgungsanschluß 3

stellt einen Wechselstrom 4 zur Verfügung, der sinusförmig ausgebildet ist. Aus Gründen der Einfachheit ist in Fig. 1 eine einphasige Versorgung des Motors 2 dargestellt. Prinzipiell ist die Startschaltung 1 aber auch auf mehrphasige Versorgungen anwendbar, insbesondere auf eine dreiphasige Versorgung des Motors 2. In diesem Fall kann die Startschaltung 1 in einer Phase oder in mehreren Phasen der Versorgung angeordnet sein.

Die Startschaltung 1 nach Fig. 1 weist drei parallel angeordnete Pfade 5, 6, 7 auf, von denen jeder zwischen dem Motor 2 und dem Versorgungsanschluß 3 angeordnet ist.

Ein erster Pfad 5 weist einen ohmschen Widerstand 8 auf, der in Reihe mit einem Schalter 9 angeordnet ist. Der Schalter 9 kann als mechanischer Schalter ausgebildet sein, beispielsweise in einem elektromagnetisch betätigten Relais. Es ist aber auch möglich, den Schalter 9 als Halbleiterschalter oder auf andere Weise auszubilden.

Ein zweiter Pfad 6 weist eine Halbleiterschalteranordnung 10 auf, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus zwei antiparallel geschalteten Thyristoren 11, 12 gebildet ist.

Ein dritter Pfad 7 weist einen Schalter 13 auf, der ebenfalls mechanisch ausgebildet sein kann, beispielsweise in einem elektromagnetisch betätigten Relais. Auch der Schalter 13 kann als Halbleiterschalter ausgebildet sein.

Zum Betätigen der Schalter 9, 13 und zum Ansteuern der Thyristoren 11, 12 ist eine Steuereinrichtung 14 vorgesehen, die einen nur schematisch dargestellten Starttaster 15 aufweist. Die Steuereinrichtung 14 kann in nicht näher dargestellter Weise eine Verzögerungseinrichtung aufweisen,

mit der zeitliche Abstände beim Betätigen der Schalter 9, 13 und/oder der Thyristoren 11, 12 erzeugt werden können.

Die Startschaltung 1 arbeitet nun wie folgt:

5

Wenn der Motor 2 steht, sind die Schalter 9, 13 geöffnet und die Thyristoren 11, 12 sperren. Der Motor 2 ist also elektrisch vom Versorgungsanschluß 3 getrennt und erhält keinen Strom 4.

- 10 Um den Motor 2 zu starten, schließt die Steuereinrichtung 14 zunächst den Schalter 9 im ersten Pfad 5, so daß der Motor 2 über den ohmschen Widerstand 8 mit Strom versorgt wird. Dabei wird der Motor 2 nur über den ohmschen Widerstand 8 mit Strom versorgt, so daß sich die Kurvenform des Stromes nicht ändert, sondern sinusförmig bleibt, wie die Kurvenform
15 des Wechselstroms 4 am Versorgungsanschluß 3.

Dies ist schematisch in Fig. 2 dargestellt. Nach oben ist dabei die Amplitude des Stromes I in A aufgetragen. Nach rechts ist die Zeit t in ms aufgetragen.

20

- Zum Zeitpunkt A wird der Starttaster 15 betätigt. In einem Bereich B erfolgt die Versorgung des Motors 2 ausschließlich über den ohmschen Widerstand 8. Die Sinusform ist erkennbar. Sobald der Motor 2 mit dem sinusförmigen Strom versorgt wird, beginnt er zu laufen, so daß er eine Gegen-
25 EMK (elektromotorische Kraft) erzeugt. In diesem Fall trägt der Motor 2 mit zur Strombegrenzung bei. Man kann daher bereits nach ein oder zwei Perioden des Wechselstromes 4 die Halbleiterschalteranordnung 10 in Betrieb nehmen und parallel zum Stromfluß durch den ohmschen Widerstand 8 betreiben (Abschnitt C in Fig. 2). Danach schaltet die Steuereinrichtung
30 14 den Schalter 9 auf Unterbrechung, so daß der Motor 2 ausschließlich über die Halbleiterschalteranordnung 10 mit Strom versorgt wird.

Wenn man die Thyristoren 11, 12 der Halbleiterschalteranordnung 10 beispielsweise mit einer Phasenabschnittssteuerung betreibt, dann kann jeder Thyristor 11, 12 während einer positiven Halbwelle des Stromes 4 leitend gemacht werden. In einer frühen Phase des Startvorganges wird man die Thyristoren 11, 12 nur für einen relativ kleinen Abschnitt der jeweiligen Halbwelle leitend machen, wobei dieser Abschnitt am Ende der Halbwelle angeordnet ist. Der Abschnitt wird dann zunehmend vergrößert, bis die Thyristoren 11, 12 jeweils über die gesamte Halbwelle des Stromes 4 leiten. Dieser Abschnitt ist im Bereich D in Fig. 2 dargestellt.

Der Motor 2 beschleunigt weiter. Sobald er eine gewisse Drehzahl erreicht hat, kann die Steuereinrichtung 14 den Schalter 13 im dritten Pfad 7 schließen, so daß der Motor 2 über den dritten Pfad 7 und den zweiten Pfad 6 parallel versorgt wird (Abschnitt E). Danach kann man die Thyristoren 11, 12 abschalten, also auf "nicht leitend" schalten, so daß die Versorgung des Motors 2 ausschließlich über den dritten Pfad 7 erfolgt, der keinerlei Mittel mehr zur Strombegrenzung enthält (Abschnitt F).

Der ganze Verlauf dauert maximal 200 ms, also zehn Perioden bei 50 Hz.

Ein Vorteil dieser Startschaltung liegt darin, daß man den ohmschen Widerstand 8 nutzt, um den Motor 2 in Gang zu setzen. Der ohmsche Widerstand 8 verändert die Kurvenform des Stromes 4 nicht, so daß der Motor 2 mit einem sinusförmigen Strom versorgt wird und störende Stromtransienten entfallen. Dementsprechend kann man den Strom 4 mit einer relativ großen Amplitude dem Motor 2 zuführen, so daß er ein großes Losbrechmoment erzeugen kann. Ein derartiges Losbrechmoment ist insbesondere bei der Verwendung des Motors 2 zum Antrieb von Pumpen, Kompressoren oder ähnlichem von Vorteil, weil diese Aggregate beim Anlaufen ein relativ großes Gegenmoment erzeugen.

Darüber hinaus läßt sich die Rückwirkung des Motors 2 auf das versorgende Netz klein halten, wenn der große Strom zu Beginn des Startvorganges sinusförmig verläuft.

5

Der ohmsche Widerstand 8 wirkt als eine Art Kickstarter. Sobald der Motor 2 angelaufen ist, kann man den dem Motor 2 zugeführten Strom sozusagen rampenförmig steigen lassen unter Zuhilfenahme der Halbleiterschalteranordnung 10. Die Halbleiterschalteranordnung wird zu Beginn so be-
10 trieben, daß die Thyristoren 11, 12 mit einem kleinen Triggerwinkel gezündet werden, d.h. die Zündung erfolgt, wenn man die Länge einer Halbwelle mit 180° elektrisch ansetzt, kurz vor 180° , also bei einem kleinen Triggerwinkel. Der Triggerwinkel wird dann solange vergrößert, bis er dicht bei 0° , also zu Beginn der Halbwelle, liegt.

15

Durch die Verwendung des ohmschen Widerstandes 8 erhält man eine "Kickstartfunktion", bei der der Motor 2 zu Beginn des Startens mit einem relativ hohen Strom versorgt wird, ohne daß man jedoch kurze hohe Stromtransienten am Versorgungsnetz erhält. Dies setzt natürlich voraus,
20 daß der ohmsche Widerstand 8 an den Motor 2 angepaßt ist.

Die Fig. 3 bis 7 zeigen abgewandelte Ausgestaltungen, bei denen gleiche und einander entsprechende Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Steuereinrichtung 14 ist in allen Fällen nicht dargestellt,
25 aber natürlich vorhanden.

Bei der Ausgestaltung nach Fig. 3 ist die Halbleiterschalteranordnung 10 mit dem ohmschen Widerstand 8 in Reihe geschaltet. Diese Reihenschaltung ist durch den Schalter 13 im dritten Pfad 7 überbrückt.

30

Zu Beginn des Startvorganges wird die Halbleiterschalteranordnung 10 voll aufgesteuert und der Schalter 9 ist geöffnet, so daß der zum Motor gelangende Strom 2 ausschließlich durch den ohmschen Widerstand 8 begrenzt ist und, da die Thyristoren der Halbleiterschalteranordnung 10
5 praktisch im Nulldurchgang aufgesteuert werden, nach wie vor seine Sinusform hat.

Sobald der Motor 2 eine gewisse Drehzahl erreicht hat, wird der Schalter 9 geschlossen und der ohmsche Widerstand 8 überbrückt, so daß die Steuerung des Stromes über die Halbleiterschalteranordnung 10 erfolgt. Bei
10 weiter zunehmender Drehzahl kann dann der Schalter 13 geschlossen werden, so daß die Halbleiterschalteranordnung 10 keinen Einfluß mehr auf den Strom zum Motor 2 nehmen kann.

15 Die Ausgestaltung nach Fig. 4 entspricht im wesentlichen der der Fig. 1 mit der Änderung, daß der Schalter 13 im dritten Pfad 7, also im Bypass-Pfad, extern montiert ist. Er ist also nicht mehr in die Startschaltung 1 körperlich integriert.

20 Bei der Ausgestaltung nach Fig. 5 ist der dritte Pfad weggelassen worden. Die Steuerung des Stroms zum Motor 2 erfolgt auch im Betrieb ausschließlich über die Halbleiterschalteranordnung 10. Damit läßt sich beispielsweise eine variable Geschwindigkeitsregelung des Motors 2 erreichen.

25 Bei der Ausgestaltung nach Fig. 6 sind zwei erste Pfade 5a, 5b vorgesehen, wobei in jedem Pfad ein ohmscher Widerstand 8a, 8b und ein Schalter 9a, 9b vorgesehen sind. Es können auch mehr als die beiden dargestellten Teilpfade 5a, 5b vorgesehen sein. Die Widerstände 8a, 8b können
30 sich unterscheiden. Sie können aber auch gleich groß sein. Durch die Schalter 9a, 9b können die Widerstände 8a, 8b in den Stromkreis zum

Motor 2 geschaltet werden. Mit Hilfe der Schalter 9a, 9b hat man die Möglichkeit, unterschiedlich große ohmsche Widerstände 8a, 8b oder eine Kombination dieser Widerstände 8a, 8b in Parallelschaltung in den Stromfluß zum Motor zu schalten. Damit läßt sich das Startverhalten weiter beeinflussen.

In Fig. 7 sind die drei Pfade 5, 6, 7 in jeweils getrennten Baueinheiten 16, 17, 18 angeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten eines elektrischen Motors, bei dem der Mo-
5 tor über eine mehrere Pfade aufweisende Startschaltung mit Strom
versorgt wird und der Strom nacheinander durch unterschiedliche
Pfade (5, 6, 7) geleitet wird, wobei der Strom in einer Phase des
Startens durch eine Halbleiterschalteranordnung (10) gesteuert
wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den Strom zu Beginn
10 des Startens nur durch einen ohmschen Widerstand (8) begrenzt
und den Strom dann durch die Halbleiterschalteranordnung (10)
steuert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man
15 nach der Steuerung durch die Halbleiterschalteranordnung (10) den
Strom direkt zum Motor leitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
man die Steuerung des Stroms durch den ohmschen Widerstand
20 (8) auf eine vorbestimmte Anzahl von Perioden des Stromes be-
schränkt, die maximal fünf Perioden beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekenn-
zeichnet, daß man den Strom durch unterschiedlich große ohmsche
25 Widerstände (8) begrenzt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekenn-
zeichnet, daß man den Strom durch die Halbleiterschalteranord-
nung (10) zu dem ohmschen Widerstand (8) leitet und die Halblei-
30 terschalteranordnung (10) zu Beginn des Startvorgangs voll auf-
steuert.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man die Halbleiterschalteranordnung (10) und den ohmschen Widerstand (8) parallel betreibt.

5

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß man die Halbleiterschalteranordnung (10) beim Wechseln des Stroms zur Halbleiterschalteranordnung (10) mit einem kleinen Triggerwinkel betreibt und den Triggerwinkel dann vergrößert.

10

8. Startschaltung für einen elektrischen Motor mit einer variabel steuerbaren Halbleiterschalteranordnung (10) zwischen dem Motor (2) und einem Versorgungsanschluß (3), einer Steuereinrichtung (14) und einer weiteren Strombeeinflussungseinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die weitere Strombeeinflussungseinrichtung als ohmscher Widerstand (8) ausgebildet ist, der in einem Pfad (5) vom Versorgungsanschluß (3) zum Motor (2) schaltbar ist, und die Steuereinrichtung (14) zu Beginn eines Startvorganges den Strom (4) zunächst durch den ohmschen Widerstand (8) leitet und danach

15

20

9. Schaltung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein schaltbarer Bypass-Pfad (7) zwischen dem Versorgungsanschluß (3) und dem Motor (2) vorgesehen ist.

25

10. Schaltung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Pfad (5), in dem der ohmsche Widerstand (8) angeordnet ist, parallel zu einem zweiten Pfad (6) angeordnet ist, in dem die Halbleiterschalteranordnung (10) angeordnet ist.

30

11. Schaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Pfad (5) in mindestens zwei parallele Teilpfade (5a, 5b) unterteilt ist, in denen jeweils ein schaltbarer ohmscher Widerstand (8a, 8b) angeordnet ist.
- 5
12. Schaltung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Pfad (5) eine Schalteinrichtung (9) aufweist, die über eine Verzögerungseinrichtung mit der Halbleiterschalteranordnung im zweiten Pfad (6) verbunden ist.
- 10
13. Schaltung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der ohmsche Widerstand (8) mit der Halbleiterschalteranordnung (10) in Reihe zwischen dem Versorgungsanschluß (3) und dem Motor (2) angeordnet ist, wobei der ohmsche Widerstand (8) durch einen schaltbaren Kurzschlußpfad überbrückt ist.
- 15

1/2

Fig.1

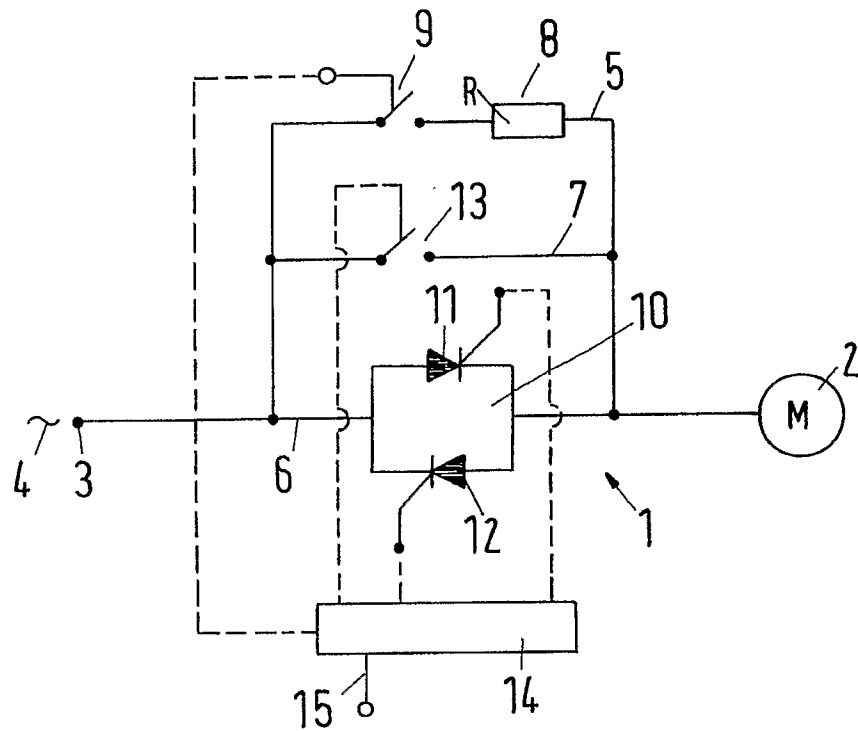
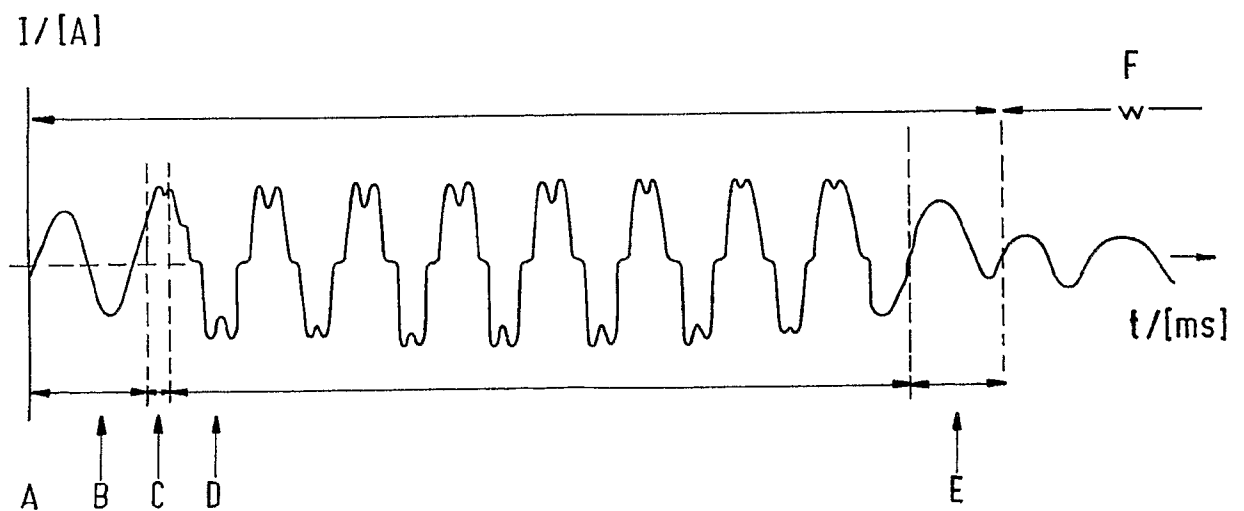


Fig.2



2/2

Fig.3

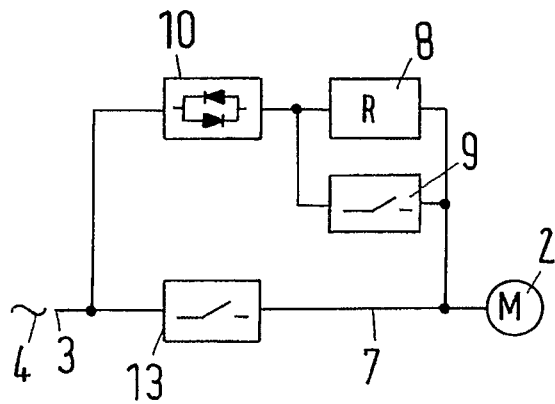


Fig.4

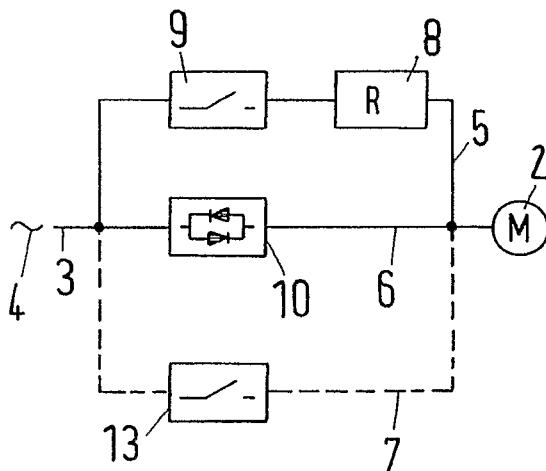


Fig.5

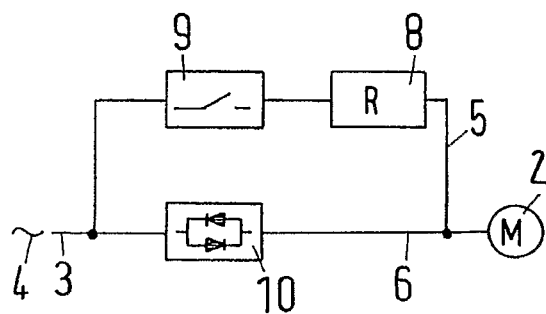


Fig.6

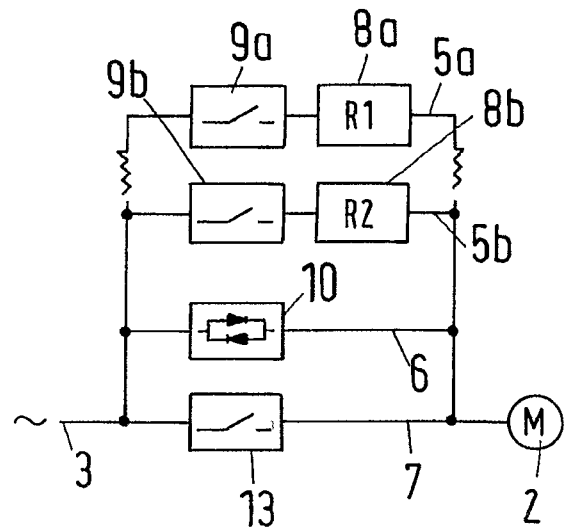
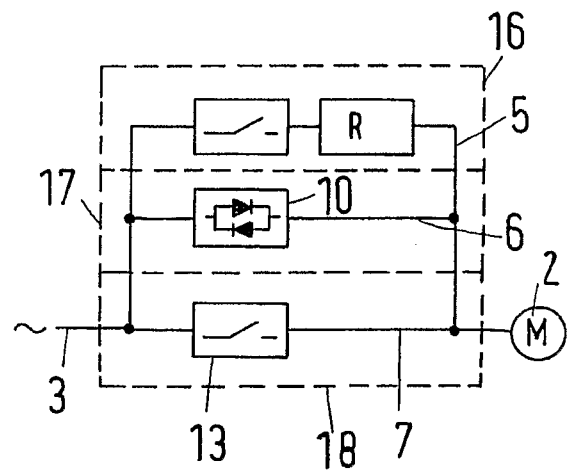


Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DK2007/000239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02P1/28 H02P3/18 H02P1/20

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)
H02P

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	WO 2005/010630 A (MAGTECH AS [NO]; STRAND FRANK [NO]; HAUGS ESPEN [NO]) 3 February 2005 (2005-02-03) page 1, lines 23,24; figures 1-8 page 11, lines 3,4; figures 10-15	1,8
X	page 4, columns 3-22; figures 1-15 page 5, columns 1,2	2-7,9-13
Y	JP 03 098480 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO; TOSHIBA ENGINEERING CO) 24 April 1991 (1991-04-24) abstract; figures 1,2,4	1-13
Y	DE 24 32 896 A1 (EBERLE WERKE KG) 29 January 1976 (1976-01-29) page 4, paragraph 2; figures 1-3 page 9, paragraph 1	1-13
	----- -/--	



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

10 August 2007

Date of mailing of the international search report

24/08/2007

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

Kanelis, Konstantin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DK2007/000239

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 27 38 249 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 1 March 1979 (1979-03-01) claim 1; figure 1 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DK2007/000239

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005010630	A	03-02-2005	NONE	
JP 3098480	A	24-04-1991	NONE	
DE 2432896	A1	29-01-1976	NONE	
DE 2738249	A1	01-03-1979	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02P1/28 H02P3/18 H02P1/20

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02P

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	WO 2005/010630 A (MAGTECH AS [NO]; STRAND FRANK [NO]; HAUGS ESPEN [NO]) 3. Februar 2005 (2005-02-03) Seite 1, Zeilen 23,24; Abbildungen 1-8 Seite 11, Zeilen 3,4; Abbildungen 10-15	1,8
X	Seite 4, Spalten 3-22; Abbildungen 1-15 Seite 5, Spalten 1,2	2-7,9-13
Y	JP 03 098480 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO; TOSHIBA ENGINEERING CO) 24. April 1991 (1991-04-24) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,4	1-13
Y	DE 24 32 896 A1 (EBERLE WERKE KG) 29. Januar 1976 (1976-01-29) Seite 4, Absatz 2; Abbildungen 1-3 Seite 9, Absatz 1	1-13
	----- -/--	



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

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/08/2007

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

Kanelis, Konstantin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 27 38 249 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 1. März 1979 (1979-03-01) Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DK2007/000239

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005010630	A	03-02-2005	KEINE	
JP 3098480	A	24-04-1991	KEINE	
DE 2432896	A1	29-01-1976	KEINE	
DE 2738249	A1	01-03-1979	KEINE	