

(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
24. Dezember 2008 (24.12.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/155294 A3

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 6/18 (2006.01) *H02P 8/42* (2006.01)
H02P 8/00 (2006.01)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KNECHT, Gerhard
[DE/DE]; Im Bohnenmichel 8, 76473 Iffezheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/057481

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

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juni 2008 (13.06.2008)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, 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:
10 2007 028 384.0 20. Juni 2007 (20.06.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT ARRANGEMENT FOR OPERATING A BRUSHLESS DC MOTOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM BETREIBEN EINES BÜRSTENLOSEN
GLEICHSTROMMOTORS

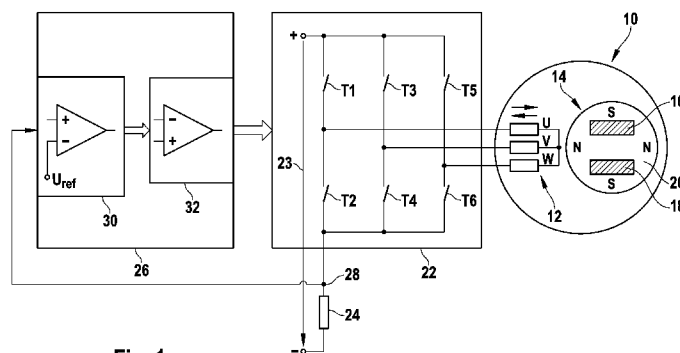


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and a circuit arrangement for operating a brushless DC motor (10), having a rotor (14) excited by a permanent magnet and having different magnetic conductance values in different magnetic axes, particularly designed as a consequent pole rotor. The motor comprises a stator (12) having a multiphase, preferably three-phase stator winding and is controlled by an electronic control device (26) by means of a switching device (22) for consistently supplying current to the winding phases (U, V, W) of the stator winding and is supplied from a DC voltage source (23), test current impulses being connected to the stator winding by the switching device (22) and the current rise in the stator phases being monitored. According to the invention, the motor is operated as a stepper motor and the execution of the individual steps is checked by a sensorless position monitor, the step control being able to be superimposed with a current control for compensating for increased load on the motor, such as when starting. For the sensorless position determination of the rotor (14) and for monitoring the execution of the individual rotor steps, the stator windings (U, V, W) have test current impulses applied within the step pauses, the changing inductivity of the magnetic circuit determining the rise times of the current impulses and providing the position criteria.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines bürstenlosen Gleichstrommotors (10) mit einem permanentmagnetisch erregten Rotor (14) mit unterschiedlichen magnetischen Leitwerten in unterschiedlichen magnetischen Achsen, insbesondere in der Ausführung als Folgepolrotor. Der Motor besitzt einen Stator (12) mit einer mehrphasigen, vorzugsweise dreiphasigen Statorwicklung und wird von einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/155294 A3



(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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:**

2. April 2009

elektronischen Steuervorrichtung (26) über eine Schaltvorrichtung (22) zum folgerichtigen Bestromen der Wicklungsphasen (U, V, W) der Statorwicklung gesteuert und aus einer Gleichspannungsquelle (23) gespeist, wobei durch die Schaltvorrichtung (22) Teststromimpulse auf die Statorwicklung auf geschaltet und der Stromanstieg in den Statorphasen überwacht wird. Erfindungsgemäß wird der Motor als Schrittmotor betrieben und die Ausführung der einzelnen Schritte durch eine sensorlose Positionsüberwachung überprüft, wobei der Schrittsteuerung eine Stromsteuerung überlagert werden kann zum Ausgleich erhöhter Belastung des Motors, z.B. beim Anlauf. Zur sensorlosen Positionsbestimmung des Rotors (14) und zur Überwachung der Ausführung der einzelnen Rotorschritte werden die Statorwicklungen (U, V, W) innerhalb der Schrittpausen mit den Teststromimpulsen beaufschlagt, wobei die sich ändernde Induktivität des Magnetkreises die Anstiegszeiten der Stromimpulse bestimmt und die Positionskriterien liefert.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/057481

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02P6/18 H02P8/00 H02P8/42

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	EP 0 856 937 A (ADVANCED MOTION CONTROLS. INC [US]) 5 August 1998 (1998-08-05) column 1, line 15 - column 2, line 52; figures 1-8 column 3, line 39 - column 4, line 54 column 7, lines 10-24 column 8, line 6 - column 14, line 15 column 20, lines 9-12	1-11, 13, 14
A	----- -/--	12

☒ 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 Januar 2009

Date of mailing of the international search report

28/01/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gusia, Sorin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/057481

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CARDOLETTI L ET AL: "INDIRECT POSITION DETECTION AT STANDSTILL FOR BRUSHLESS DC AND STEP MOTORS" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS. (EPE). AACHEN, 9 - 12 OCTOBER, 1989, DUSSELDORF, EPE SECRETARIAT, DE, vol. 3, 9 October 1989 (1989-10-09), pages 1219-1222, XP000143540 page 1219 - page 1220; figures 1-5	1,8
A	-----	2-7,9-14
X	BENDJEDIA M ET AL: "DSP Implementation of Rotor Position Detection Method for Hybrid Stepper Motors" POWER ELECTRONICS AND MOTION CONTROL CONFERENCE, 2006. IPENC '06. CES/IEEE 5TH INTERNATIONAL, IEEE, PI, 1 August 2006 (2006-08-01), pages 1-5, XP031014427 ISBN: 978-1-4244-0448-3 pages 1,2; figure 1	1,8
A	-----	2-7,9-14
A	EP 0 462 729 A (SEAGATE TECHNOLOGY [KY]) 27 December 1991 (1991-12-27) page 3, lines 34-56; figures 5-11	1-14
A	US 5 569 990 A (DUNFIELD JOHN C [US]) 29 October 1996 (1996-10-29) column 1, line 60 - column 3, line 17; figures 2,14 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/057481

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0856937	A	05-08-1998	CN	1190281 A	12-08-1998
			DE	856937 T1	04-03-1999
			JP	3300765 B2	08-07-2002
			JP	10225174 A	21-08-1998
			TW	398113 B	11-07-2000
EP 0462729	A	27-12-1991	DE	69111916 D1	14-09-1995
			DE	69111916 T2	07-12-1995
			JP	2635237 B2	30-07-1997
			JP	6113585 A	22-04-1994
			US	5028852 A	02-07-1991
US 5569990	A	29-10-1996	NONE		

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CARDOLETTI L ET AL: "INDIRECT POSITION DETECTION AT STANDSTILL FOR BRUSHLESS DC AND STEP MOTORS" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS. (EPE). AACHEN, 9 - 12 OCTOBER, 1989, DUSSELDORF, EPE SECRETARIAT, DE, Bd. 3, 9. Oktober 1989 (1989-10-09), Seiten 1219-1222, XP000143540 Seite 1219 - Seite 1220; Abbildungen 1-5	1,8
A	-----	2-7,9-14
X	BENDJEDIA M ET AL: "DSP Implementation of Rotor Position Detection Method for Hybrid Stepper Motors" POWER ELECTRONICS AND MOTION CONTROL CONFERENCE, 2006. IPEMC '06. CES/IEEE 5TH INTERNATIONAL, IEEE, PI, 1. August 2006 (2006-08-01), Seiten 1-5, XP031014427 ISBN: 978-1-4244-0448-3 Seiten 1,2; Abbildung 1	1,8
A	-----	2-7,9-14
A	EP 0 462 729 A (SEAGATE TECHNOLOGY [KY]) 27. Dezember 1991 (1991-12-27) Seite 3, Zeilen 34-56; Abbildungen 5-11	1-14
A	----- US 5 569 990 A (DUNFIELD JOHN C [US]) 29. Oktober 1996 (1996-10-29) Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 17; Abbildungen 2,14 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/057481

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0856937	A	05-08-1998	CN 1190281 A	12-08-1998
			DE 856937 T1	04-03-1999
			JP 3300765 B2	08-07-2002
			JP 10225174 A	21-08-1998
			TW 398113 B	11-07-2000
EP 0462729	A	27-12-1991	DE 69111916 D1	14-09-1995
			DE 69111916 T2	07-12-1995
			JP 2635237 B2	30-07-1997
			JP 6113585 A	22-04-1994
			US 5028852 A	02-07-1991
US 5569990	A	29-10-1996	KEINE	