

(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
4. Februar 2016 (04.02.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/016304 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 25/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/067380

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2015 (29.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 214 952.5 30. Juli 2014 (30.07.2014) DE

(71) Anmelder: **KSB AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Johann-Klein-Straße 9, 67227 Frankenthal (DE).

(72) Erfinder: **GONTERMANN, Daniel**; c/o KSB
Aktiengesellschaft, Johann-Klein-Straße 9, 67227
Frankenthal (DE). **SCHAAB, Jochen**; c/o KSB
Aktiengesellschaft, Johann-Klein-Straße 9, 67227
Frankenthal (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

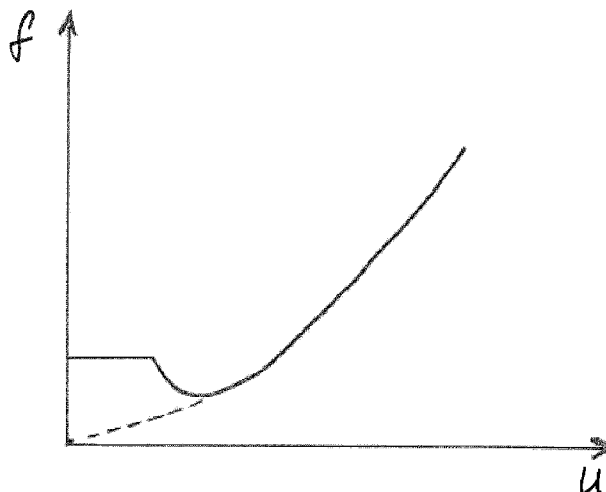
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING THE MOTOR OF A SYNCHRONOUS RELUCTANCE MOTOR FOR A PUMP
AND PUMP COMPRISING A SYNCHRONOUS RELUCTANCE MOTOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR MOTORSTEUERUNG EINES SYNCHRON-RELUKTANZMOTORS FÜR EINE
PUMPE UND PUMPE MIT SYNCHRON-RELUKTANZMOTOR

Fig.3



(57) Abstract: The invention relates to a method for
controlling the motor of a synchronous reluctance motor
for a pump, in particular a centrifugal pump, said motor
comprising a variable-frequency drive which controls the
synchronous reluctance motor in a terminal volts/hertz
operation. The invention also relates to a pump, in
particular a centrifugal pump, comprising at least one
synchronous reluctance motor and a variable-frequency
drive for motor control, the variable-frequency drive being
a terminal volts/hertz variable-frequency drive.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein
Verfahren zur Motorsteuerung eines Synchron-
Reluktanzmotors für eine Pumpe, insbesondere eine
Kreiselpumpe, mit einem Frequenzumrichter, wobei der
Frequenzumrichter den Synchron-Reluktanzmotor im U/f-
Betrieb steuert. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine
Pumpe, insbesondere Kreiselpumpe, mit wenigstens einem
Synchron-Reluktanzmotor und einem Frequenzumrichter
zur Motorsteuerung, wobei der Frequenzumrichter ein U/f-
Umrichter ist.

WO 2016/016304 A1

5

Beschreibung

Verfahren zur Motorsteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors
für eine Pumpe und Pumpe mit Synchron-Reluktanzmotor

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Motorsteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors für eine Pumpe, insbesondere eine Kreiselpumpe, mit einem Frequenzumrichter. Daneben betrifft die Erfindung eine Pumpe zur Ausführung des Verfahrens.

Zum stabilen Betrieb von Synchron-Reluktanzmotoren werden heute Frequenzumrichter eingesetzt, die mit einer vektororientierten Regelung arbeiten. Kennzeichnend für die Kombination von Motor und Leistungselektronik ist, dass der Motor einen Rotor mit einem Flussperrenabschnitt aufweist und das Drehmoment mittels der sogenannten Reluktanzkraft aufgrund der Anisotropie des magnetischen Widerstandes längs des Umfangs entsteht.

Bei derartigen Motorkonstruktionen tritt zwar während des Motorbetriebs kein Schlupf auf, jedoch gilt ein lastabhängiger Polradwinkel, der ein bestimmtes Maximum nicht überschreiten darf, da ansonsten die Gefahr besteht, dass der Motor außer Tritt fällt und zum Stillstand kommt.

Zur energieoptimalen Regelung wird über den Umrichter daher die flussbildende und drehmomentbildende Komponente des Stroms getrennt voneinander geregelt, und zwar in Abhängigkeit der Rotorlage. Die Lage kann einerseits mit Sensoren bestimmt werden oder alternativ sensorlos auf Grundlage diverser Verfahren, so zum Beispiel die Inform-

Methode nach Schrödel, die Injections-Methode gemäß REEL oder gemäß der Arbitrary-Injection-Methode der TU-München, Kennel.

Die genannten Verfahren verzichten zwar auf den Einsatz von Sensoren zur Rotorlagenmessung und reduzieren damit die Fehleranfälligkeit des Systems, jedoch erfordert diese Vorgehensweise eine aufwändige Analyse der Messgrößen. Für die Messung der Rotorlage mittels des Umrichters sind mindestens zwei Strommessungen am Ausgang des Umrichters notwendig, um auf Grundlage der ermittelten Stromwerte die aktuelle Motorlage zu bestimmen. Darüber hinaus benötigt der Umrichter eine hohe Rechenleistung zur Modellbildung. Zu diesem Zweck ist der Umrichter in der Regel mit einem digitalen Signalprozessor (DSP) hardwaretechnisch ausgestattet.

Der Einsatz derartiger DSPs ist jedoch teuer und treibt folglich die Kosten für die Motorsteuerung und die Endanwendung, beispielsweise eine Pumpe, in die Höhe.

Die Idee der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, den Aufwand im Umrichter zur Ansteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors für eine Pumpe deutlich zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der sich an den Hauptanspruch anschließenden Unteransprüche.

Gemäß Anspruch 1 wird ein Verfahren zur Motorsteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors für eine Pumpe, insbesondere eine Kreiselpumpe, unter Verwendung eines Frequenzumrichters vorgeschlagen. Erfindungsgemäß wird der Synchron-Reluktanzmotor durch den Frequenzumrichter im U/f-Betrieb gesteuert. Der Motor wird folglich nicht mehr wie bisher geregelt in Abhängigkeit der Stromgrößen betrieben, sondern stattdessen lediglich gesteuert, insbesondere mittels eines offenen Regelkreises gesteuert. Aufgrund der U/f-Steuerung des Synchron-Reluktanzmotors kann die bisher erforderliche Strommessung und die damit verbundene Berechnung des Motormodells entfallen. Auf den Einsatz hochwertiger DSPs kann verzichtet werden und eine kostengünstigere Umrichteralternative verbaut werden.

Für eine optimale Steuerung ist es sinnvoll, das Verhältnis von Spannung und Frequenz zur Optimierung der Magnetisierung der Synchron-Reluktanzmaschine im Hinblick auf hohe Energieeffizienz an das vorhersehbare Lastverhalten anzupassen. Demnach wird die für den U/f-Betrieb erforderliche Kennlinie in Abhängigkeit der Pumpenanwendung
5 erstellt, um eine möglichst energieeffiziente und wirkungsvolle Ansteuerung der Synchron-Reluktanzmaschine zu erreichen.

Idealerweise weist das U/f-Verhältnis einen statisch-quadratischen Zusammenhang auf,
10 und zwar derart, sodass die Überwindung des Anlaufmomentes sichergestellt und bei kleinen Drehzahlen der Synchron-Reluktanzmaschine keine energieaufwändige Übermagnetisierung des Motors hervorgerufen wird. Ein entsprechendes Verhältnis ist insbesondere dann sinnvoll, wenn sich die Pumpenanwendung durch eine geringe Dynamik auszeichnet, d.h. insbesondere bei Anwendungen, die sich lediglich durch kleine
15 Veränderungen des Drehmoments innerhalb kurzer Zeitspannen auszeichnen. In diesem Fall unterliegt das Verhältnis von Drehmomentbedarf und Drehzahl einem quadratischen Zusammenhang, weshalb auch für das U/f-Verhältnis des Umrichters ein entsprechender Zusammenhang definiert werden kann.

20 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Solldrehzahl für den U/f-Umrichter in Abhängigkeit der tatsächlichen Motordrehzahl und/oder einer indirekt über die Motordrehzahl geregelte Prozessgröße der Pumpenanwendung bestimmt. Die Solldrehzahl dient als Vorgabe für den U/f-Umrichter, der in Abhängigkeit der Solldrehzahl das passende U/f-Verhältnis bestimmt. Aus der Sollfrequenz und Spannungshöhe werden die entsprechenden pulswertenmodulierten Spannungsimpulse zur Ansteuerung
25 des Wechselrichters im PWM-Modulator erzeugt.

Aufgrund der U/f-Steuerung des Synchron-Reluktanzmotors ist die Stabilität des Betriebs des Motors, insbesondere bei schnellen Lastwechseln, erheblich reduziert und es besteht die Gefahr eines Außertrittfallens des Rotors aufgrund einer Überschreitung des
30 maximalen Polradwinkels. Ein Außertrittfallens des Motors zeigt sich durch eine Anomalie der Motordrehzahl bzw. einer indirekt durch die Motordrehzahl geregelten Prozess-

größe der Pumpe, beispielsweise des Ausgangsdrucks. Im Falle eines Außertrittfallens des Rotors besteht daher die Möglichkeit, dies über die Veränderung der indirekt über die Drehzahl des Umrichters geregelten Prozessgröße zu erkennen und den regulären Motorbetrieb über einen Neustart aus dem Stillstand wieder aufzunehmen. Dabei wird die Ansteuerung des Synchron-Reluktanzmotors solange ausgesetzt, bis ein Stillstand des Motors sichergestellt ist.

Für den Fall, dass die indirekt geregelte Prozessgröße ein gemessener Druck ist, wird bevorzugt der Differenzdruck gemessen, insbesondere zwischen End- und Saugdruck der Pumpe. Idealerweise wird der Druck am Druckstutzen der Pumpe und/oder in einer Druckleitung nahe der Pumpe und/oder am Schlechtpunkt eines Heizungssystems, in dem die Pumpe eingesetzt wird, gemessen.

Neben dem erfindungsgemäßen Verfahren betrifft die vorliegende Erfindung ebenfalls eine Pumpe, insbesondere eine Kreiselpumpe, mit wenigstens einem Synchron-Reluktanzmotor und einem Frequenzumrichter zur Motorsteuerung. Erfindungsgemäß ist der verwendete Frequenzumrichter der Pumpe ein U/f-Umrichter. Anstatt der Verwendung eines hochwertigen DSPs zur Regelung eines Synchron-Reluktanzmotors wird stattdessen ein kostengünstigerer U/f-Umrichter verwendet, der lediglich eine Steuerung des Synchron-Reluktanzmotors vornimmt. Die Vorteile und Eigenschaften der erfindungsgemäßen Pumpe entsprechen offensichtlich denen des erfindungsgemäßen Verfahrens, weshalb an dieser Stelle auf eine wiederholende Beschreibung verzichtet werden soll.

Der verwendete U/f-Umrichter kann dabei intern in die Pumpe integriert oder als externer U/f-Umrichter mit dieser verbunden sein.

Insbesondere weist die Pumpe Mittel zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf, beispielsweise einen Differenzdruckgeber bzw. Kommunikationsmittel zur Kommunikation mit einem externen Differenzdruckgeber. Eine Auswerteeinheit kann in Abhängigkeit des erfassten Differenzdruckes eine entsprechende Solldrehzahl für den U/f-Umrichter der Pumpe erzeugen.

Weiterhin ist die Erfindung auf die Verwendung eines U/f-Umrichters für die Ansteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors, vorzugsweise einer Synchron-Reluktanzmaschine zum Antrieb einer Pumpe, insbesondere einer Pumpe gemäß der vorliegenden Erfindung, gerichtet.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer Pumpe gemäß der vorliegenden Erfindung als Heizungsumwälzpumpe und/oder Brauchwasserzirkulationspumpe und/oder Nassläufer. Generell lässt sich die erfindungsgemäße Pumpe bei Anwendungen einsetzen, die sich durch eine geringe Dynamik des Lastverhaltens auszeichnen und zudem lediglich ein geringes Anlaufdrehmoment benötigen.

Insbesondere bei den Anwendungen Heizen/Kühlen ist eine kurze Betriebsunterbrechung aufgrund der relativ langsamen Temperaturänderungen unkritisch. Daher kann der mit der vereinfachten Lösung gegenüber der herkömmlichen Ansteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors bei Pumpen instabilere Motorbetrieb ohne massive Einschränkung in Kauf genommen werden. Die Lösung gemäß der vorliegenden Erfindung wird damit günstiger.

Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung sollen im Folgenden anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1: ein Blockschaltbild einer Motorregelung eines Synchron-Reluktanzmotors für eine Pumpe nach dem Stand der Technik,

Figur 2: ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Motorsteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors für eine Pumpe und

Figur 3: ein mögliches Kennlinienfeld für eine U/f-Steuerung eines Synchron-Reluktanzmotors für eine Pumpe.

Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer konventionellen Motorregelung eines Synchron-Reluktanzmotors 10 zum stabilen Betrieb gemäß dem Stand der Technik. Die am Synchron-Reluktanzmotor 10 anliegende Wechselspannung wird im Block 1 gleichgerichtet und mittels des Kondensators 2 geglättet. Der DSP 12 des Frequenzumrichters erhält als Eingangsgrößen die gleichgerichtete Spannung U sowie die vom Block 7 bereitgestellte Solldrehzahl η , die im Block 7 anhand des gemessenen Differenzdruckes Δp bestimmt wird. Der Differenzdruck Δp wird durch den Differenzdruckgeber 6 gemessen.

Weiterhin empfängt der DSP 12 als Eingangsgröße zwei gemessene Stromkomponenten i_1 , i_2 , die am Ausgang des Umrichters, d. h. am Eingang des Synchron-Reluktanzmotors 10 gemessen werden. Durch die gemessenen Stromgrößen i_1 , i_2 kann die Position des Rotors sensorlos im DSP 12 berechnet werden. Dazu ist jedoch als weitere Eingangsgröße das Motormodell 8 notwendig.

Als Ausgangssignal sendet der DPS 12 das geregelte PWM-Signal an den Wechselrichter 3 des Synchron-Reluktanzmotors 10, wobei das PWM-Signal offensichtlich in Abhängigkeit der erfassten Ströme i_1 , i_2 sowie der Motorspannung U und der Solldrehzahl η geregelt wird.

Für die Implementierung des Frequenzumrichters gemäß Figur 1 ist ein hochwertiger DSP 12 mit ausreichender Rechenleistung erforderlich.

Figur 2 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren zur Ansteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors 10 für eine Pumpe. Gleiche Komponenten der Figuren 1, 2 sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. In der erfindungsgemäßen Ausführung ist auf den kostensensitiven DSP 12 verzichtet worden, da die Motorsteuerung lediglich im U/f-Betrieb erfolgt. Dies bedeutet, dass der Synchron-Reluktanzmotor 10 durch den verwendeten U/f-Umrichter lediglich angesteuert wird. Auf die Bestimmung der Rotorlage wird in diesem Betrieb vollständig verzichtet. Es entfällt folglich die Strommessung und die Berechnung des Motormodells wie sie in Figur 1 gezeigt ist. Der Frequenzumrichter 70 erhält eine in Abhängigkeit eines gemessenen Differenzdruckes Δp bzw. eines einzelnen Druckwertes p_1 im Block 80 bestimmte Solldrehzahl η . Ausgehend von der Solldrehzahl η wird ein

PWM Signal gemäß einer U/f-Kennlinie erzeugt und für die Steuerung der Synchron-Reluktanzmaschine 40 herangezogen.

Das in Figur 2 gezeigte Steuerungsverfahren kann insbesondere bei Kreiselpumpen Anwendung finden, da diese aus antriebstechnischer Sicht als gutmütige Komponente mit geringem Anlaufmoment und geringer Dynamik, d. h. nur kleinen Veränderung des Drehmomentes innerhalb kurzer Zeitspannen, gelten. Zudem unterliegt das Verhältnis von Drehmomentbedarf und Drehzahl einem quadratischen Zusammenhang. Dies eröffnet die Möglichkeit, das U/f-Verhältnis des Umrichters 70 auf einen statischen quadratischen Zusammenhang festzulegen, sodass die Überwindung des Anlaufmomentes sichergestellt ist, bei kleinen Drehzahlen jedoch keine energieaufwändige Übermagnetisierung im Motor hervorgerufen wird.

Ein Beispiel für eine entsprechende U/f-Kennlinie ist in der Figur 3 gezeigt. Die Abweichung vom quadratischen Zusammenhang bei geringen Drehzahlen wird als sogenannter Boost-Vorgang bezeichnet, um einen stabilen Betrieb auch bei geringen Drehzahlen zu ermöglichen.

In der Regel dient der Umrichter in der Kreiselpumpenanwendung nicht zur Drehzahlregelung zum Selbstzweck, sondern zur Implementierung einer Druckregelung. Der Druck wird über einen Drucksensor 6 am Druckstutzen oder in der Druckleitung nahe der Pumpe oder am Schlechtpunkt gemessen. Im unwahrscheinlichen Fall eines Außertrittfallens des Rotors durch eine Drehmomentschwankung, beispielsweise durch Schmutz im Fördermedium, stellt der Umrichter 70 den Druckabfall fest und schaltet den Motor 10 kurz ab. In diesem Fall bremst das Fördermedium den Motor 10 stark ab und bringt diesen nach kurzer Zeit zum Stillstand. Nach dieser kurzen, vorab definierten Zeit erfolgt der Neustart aus dem Stillstand. Insbesondere in den Anwendungen Heizen/Kühlen ist eine kurze Betriebsunterbrechung aufgrund der relativ langsamen Temperaturänderungen unkritisch.

Die in Figur 2 gezeigte Motorsteuerung wird vorzugsweise bei Heizungsumwälzpumpen, Brauchwasserzirkulationspumpen oder Nassläufern eingesetzt.

Patentansprüche

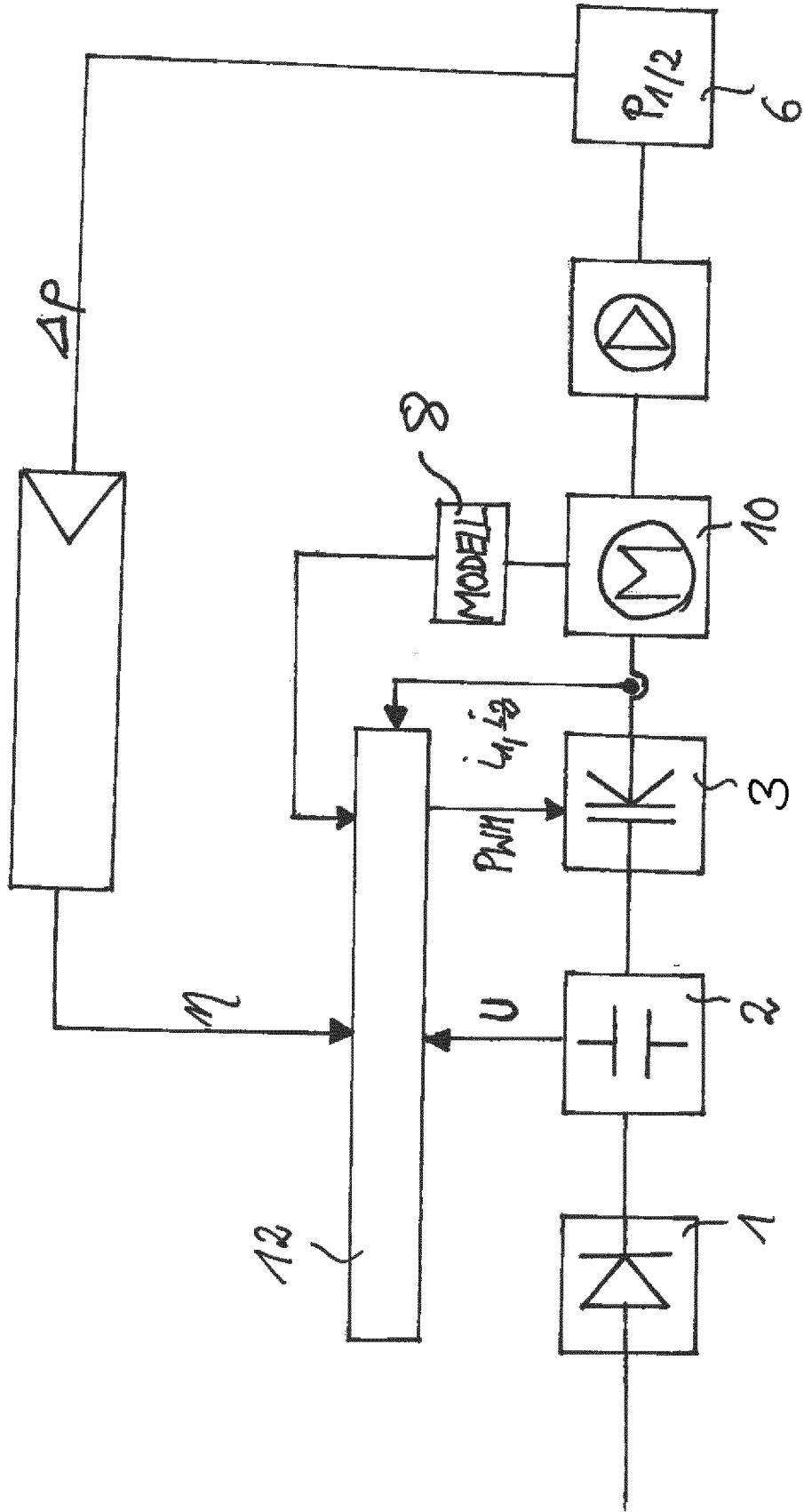
5

- 10 1. Verfahren zur Motorsteuerung eines Synchron-Reluktanzmotors (10) für eine Pumpe, insbesondere Kreiselpumpe, mit einem Frequenzumrichter (70),
dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 dass der Frequenzumrichter (70) den Synchron-Reluktanzmotor (10) im U/f-Betrieb steuert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der U/f-Umrichter im offenen Regelkreis arbeitet.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Spannung zu Frequenz des U/f-Umrichters an die Anwendung des Synchron-Reluktanzmotors (10) angepasst ist.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das U/f-Verhältnis einen statisch-quadratischen Zusammenhang vorsieht und zwar derart, so dass die Überwindung des Anlaufmomentes sichergestellt und bei kleinen Drehzahlen keine energieaufwändige Übermagnetisierung des Synchron-Reluktanzmotors (10) hervorgerufen wird.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Soll-Drehzahl für den U/f-Umrichter in Abhängigkeit der tatsächlichen Mo-

tordrehzahl und/oder einer indirekt über die Motordrehzahl geregelten Prozessgröße der Pumpenanwendung bestimmt wird.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der U/f-Umrichter die Ansteuerung des Synchron-Reluktanzmotors (10) für einen definierten Zeitraum unterbricht, wenn eine Anomalie der tatsächlichen Motordrehzahl und/oder der indirekt geregelten Prozessgröße erkannt wird.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die indirekt geregelte Prozessgröße ein Druck, bevorzugt ein Differenzdruck, besonders bevorzugt der Differenzdruck zwischen End- und Saugdruck der Pumpe ist, wobei der Druck idealerweise am Druckstutzen und/oder in einer Druckleitung nahe der Pumpe und/oder am Schlechtpunkt eines Heizungssystems gemessen wird.
- 15 8. Pumpe, insbesondere Kreiselpumpe, mit wenigstens einem Synchron-Reluktanzmotor (10) und einem Frequenzumrichter (70) zur Motorsteuerung, dadurch gekennzeichnet, dass der Frequenzumrichter (70) ein U/f-Umrichter ist
- 20 9. Pumpe nach Anspruch 8 mit Mitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
- 25 10. Verwendung eines U/f-Umrichters für die Ansteuerung einer Synchron-Reluktanzmaschine, vorzugsweise einer Synchron-Reluktanzmaschine zum Antrieb einer Pumpe, insbesondere einer Pumpe gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9.
11. Verwendung einer Pumpe gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9 als Heizungsumwälzpumpe und/oder Brauchwasserzirkulationspumpe und/oder Nassläufer.

Fig.1 Stand der Technik



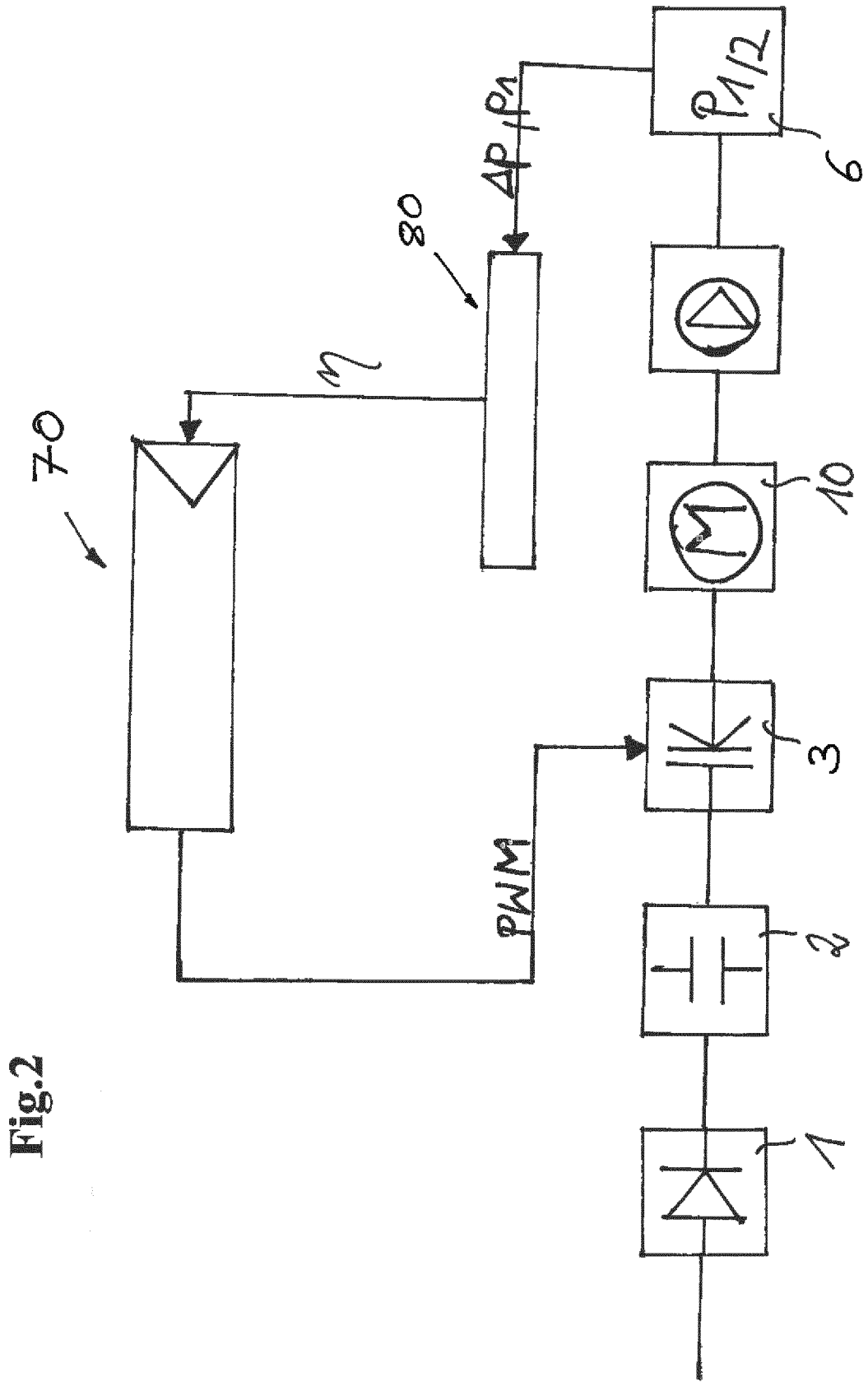
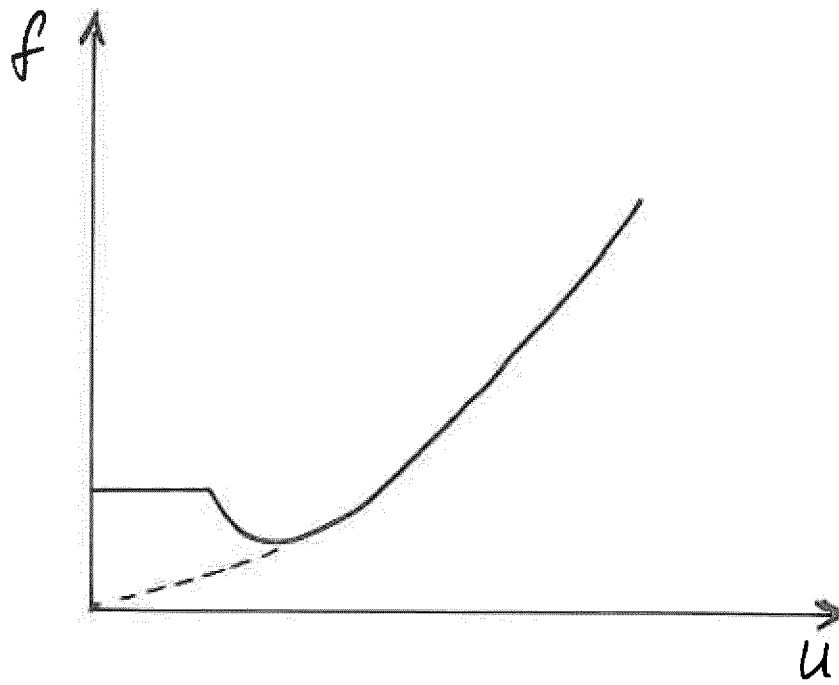


Fig.2

Fig.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/067380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02P25/08
ADD.

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 practicable, 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 2005/050021 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]; HOELZEMER MICHAEL [DE]; SCHOENBORN FRANK [DE] 2 June 2005 (2005-06-02) page 1, line 1 - page 10, line 1	1-3,5,7
Y A	----- DE 10 2011 086572 A1 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 24 May 2012 (2012-05-24) paragraph [0027] - paragraph [0028]; figure 1	4,8-10 6
X	DE 10 2011 086572 A1 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 24 May 2012 (2012-05-24) paragraph [0027] - paragraph [0028]; figure 1	1-3,5, 7-11 4
Y	----- EP 0 812 052 A1 (STOEV A DR [CH]) 10 December 1997 (1997-12-10) column 3, line 27 - line 36; claim 16	8-10
Y	----- DE 41 13 068 A1 (LEYBOLD AG [DE]) 5 November 1992 (1992-11-05) column 3, line 1 - line 48; figure 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 application or patent 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

9 October 2015

Date of mailing of the international search report

21/10/2015

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

Jonda, Sven

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/067380

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005050021 A1	02-06-2005	CA 2546063 A1 CN 1882782 A DE 10354205 A1 EP 1697639 A1 JP 4553262 B2 JP 2007511703 A KR 20060097741 A US 2007071610 A1 WO 2005050021 A1	02-06-2005 20-12-2006 23-06-2005 06-09-2006 29-09-2010 10-05-2007 14-09-2006 29-03-2007 02-06-2005

DE 102011086572 A1	24-05-2012	CN 103328822 A DE 102011086572 A1 EP 2640973 A1 US 2013251540 A1 WO 2012066090 A1	25-09-2013 24-05-2012 25-09-2013 26-09-2013 24-05-2012

EP 0812052 A1	10-12-1997	DE 19622396 A1 EP 0812052 A1	18-12-1997 10-12-1997

DE 4113068 A1	05-11-1992	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02P25/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTER 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 2005/050021 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]; HOELZEMER MICHAEL [DE]; SCHOENBORN FRANK [DE] 2. Juni 2005 (2005-06-02) Seite 1, Zeile 1 - Seite 10, Zeile 1	1-3,5,7
Y		4,8-10
A		6
X	DE 10 2011 086572 A1 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 24. Mai 2012 (2012-05-24) Absatz [0027] - Absatz [0028]; Abbildung 1	1-3,5, 7-11
Y		4
Y	EP 0 812 052 A1 (STOEV A DR [CH]) 10. Dezember 1997 (1997-12-10) Spalte 3, Zeile 27 - Zeile 36; Anspruch 16	8-10
Y	DE 41 13 068 A1 (LEYBOLD AG [DE]) 5. November 1992 (1992-11-05) Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 48; Abbildung 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

9. Oktober 2015

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/10/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Jonda, Sven

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/067380

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005050021 A1	02-06-2005	CA 2546063 A1	02-06-2005
		CN 1882782 A	20-12-2006
		DE 10354205 A1	23-06-2005
		EP 1697639 A1	06-09-2006
		JP 4553262 B2	29-09-2010
		JP 2007511703 A	10-05-2007
		KR 20060097741 A	14-09-2006
		US 2007071610 A1	29-03-2007
		WO 2005050021 A1	02-06-2005

DE 102011086572 A1	24-05-2012	CN 103328822 A	25-09-2013
		DE 102011086572 A1	24-05-2012
		EP 2640973 A1	25-09-2013
		US 2013251540 A1	26-09-2013
		WO 2012066090 A1	24-05-2012

EP 0812052 A1	10-12-1997	DE 19622396 A1	18-12-1997
		EP 0812052 A1	10-12-1997

DE 4113068 A1	05-11-1992	KEINE	
