(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
13. Oktober 2011 (13.10.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/124413 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04B 49/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/052730

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2011 (24.02.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102010014106.2 7. April 2010 (07.04.2010) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **WEBASTO AG** [DE/DE]; Kraillinger Straße 5, 82131 Stockdorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GALTZ, Gunter** [DE/DE]; Beim Schusterbauer 1A, 82064 Straßlach-Dinghartting (DE).

(74) Anwalt: **SCHUMACHER & WILLSAU PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Nymphenburger Str. 42, 80335 München (DE).

(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, CL, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

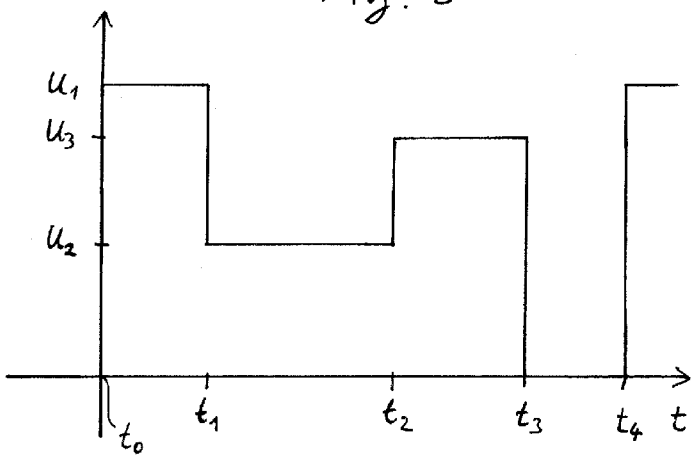
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A DOSING PUMP AND DEVICE HAVING A DOSING PUMP

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DOSIERPUMPE UND VORRICHTUNG MIT EINER DOSIERPUMPE

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a dosing pump (12), in particular for conveying fuel for a vehicle heater, wherein the dosing pump comprises a piston (14) which can be moved back and forth between a start position and an end position, and a drive unit (18) which can be electrically excited by applying a voltage, having the following procedure: controlling and/or regulating the voltage for generating an effective voltage to transfer the piston from the start position to the end position, wherein the effective voltage reaches a first maximum (U1) in a start phase (t0 - t1), and is lower than the first maximum in a subsequent intermediate phase (t1 - t2). According to the invention, the effective voltage reaches a second maximum (U3) in an end phase (t2 - t3) following the intermediate phase. The effective voltage during the start phase and/or the intermediate phase and/or the end phase can be constant in each case, for example, or defined by a step function. The invention also relates to a device having a dosing pump (12) and a control/regulation unit (20), wherein the control/regulation unit (20) is suitable for controlling voltage applied to a drive unit (18) of the dosing pump.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/124413 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe (12), insbesondere zum Fördern von Brennstoff für ein Fahrzeugheizgerät, wobei die Dosierpumpe einen zum Fördern zwischen einer Anfangsposition und einer Endposition hin- und herbewegbaren Kolben (14) und eine durch Anlegen einer Spannung elektrisch erregbare Antriebseinheit (18) umfasst, mit der folgenden Maßnahme: Steuern und/oder Regeln der Spannung zum Erzeugen einer Effektivspannung, um den Kolben von der Anfangsposition in die Endposition zu überführen, wobei die Effektivspannung in einer Anfangsphase (t0 - t1) ein erstes Maximum (U1) annimmt und in einer anschließenden Zwischenphase (t1 - t2) niedriger als das erste Maximum ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Effektivspannung in einer der Zwischenphase nachfolgenden Endphase (t2 - t3) ein zweites Maximum (U3) erreicht. Die Effektivspannung während der Anfangsphase und/oder der Zwischenphase und/oder der Endphase kann beispielsweise jeweils konstant sein oder durch eine Treppenfunktion definiert sein. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung mit einer Dosierpumpe (12) und einer Steuer/Regeleinheit (20), wobei die Steuer/Regeleinheit (20) geeignet ist, eine an einer Antriebseinheit (18) der Dosierpumpe angelegte Spannung zu steuern.

Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe und Vorrichtung mit einer Dosierpumpe

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe, insbesondere zum Fördern von Brennstoff für ein Fahrzeugheizgerät, wobei die Dosierpumpe einen zum Fördern zwischen einer Anfangsposition und einer Endposition hin- und herbewegbaren Kolben und eine durch Anlegen einer Spannung elektrisch erregbare Antriebseinheit umfasst, mit der folgenden Maßnahme:

Steuern und/oder Regeln der Spannung zum Erzeugen einer Effektivspannung, um den Kolben von der Anfangsposition in die Endposition zu überführen, wobei die Effektivspannung in einer Anfangsphase ein erstes Maximum annimmt und in einer anschließenden Zwischenphase niedriger als das erste Maximum ist.

Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Ein derartiges Verfahren ist aus der DE 10 2005 024 858 A1 bekannt. Die Amplitude der an der Antriebseinheit anliegenden Spannung bestimmt die Größe einer auf den hin- und herbewegbaren Kolben wirkenden Antriebskraft und somit die Geschwindigkeit des Kolbens. Die Spannung kann pulsbreitenmoduliert sein. In diesem Fall wirkt sich die momentane Amplitude der angelegten Spannung nicht direkt auf die Geschwindigkeit des Kolbens aus, sondern ein zeitlicher Mittelwert der Spannung bestimmt eine Effektivspannung, die wiederum die auf den Kolben wirkende Kraft bestimmt. Die Effektivspannung ergibt sich aus der momentanen Spannung durch Mittelung über ein Zeitintervall, das lang ist im Vergleich zu modulationsbedingten Schwankungen der Spannung, dabei jedoch kurz ist im Vergleich zu einer Periodendauer der Bewegung des Kolbens.

Um den Kolben auf verbesserte Weise ausgehend von der Anfangsposition in Bewegung zu setzen und in die Endposition zu überführen, sieht die DE 10 2005 024 858 A1 vor, dass die Effektivspannung während eines Erregungszeitintervalls nicht konstant ist, sondern variiert, also mindestens zwei verschiedene Effektivspannungswerte annimmt. Hierdurch kann einerseits erreicht werden, dass der Kolben zu Beginn des Erregungszeitintervalls so schnell als möglich beginnt, sich zu bewegen. Andererseits kann erreicht werden, dass der Kolben mit nicht zu hoher Geschwindigkeit seine Endposition erreicht. Dadurch

kann ein hörbares und eventuell störendes Anschlaggeräusch vermieden oder zumindest reduziert werden.

Die DE 10 2007 061 478 A1 beschreibt das Ermitteln eines Fehlerzustandes einer Dosierpumpe, bei welchem der Kolben seinen Endanschlag nicht erreicht. Durch Erhöhen einer mittleren anliegenden Spannung wird versucht, den Kolben schneller beziehungsweise überhaupt zu bewegen.

Aus der DE 600 36 720 T2 geht eine Dosierpumpe hervor, die in der Lage ist, einen hochviskosen Fluidzustand automatisch, nämlich durch Wahrnehmen der Position und Geschwindigkeit eines Ankers, zu erkennen und eine angelegte Energie zu erhöhen, um einen Hub der Pumpe während dieses Fluidzustandes erfolgreich abzuschließen.

Eine Dosierpumpe ist im Allgemeinen für bestimmte Betriebsbedingungen optimiert. Unter den Betriebsbedingungen sind Parameter wie zum beispielsweise die Umgebungstemperatur, die Viskosität der zu fördernden Flüssigkeit sowie der auf den Kolben wirkende Gegendruck zu verstehen. Die Betriebsbedingungen können zeitlich variieren. Sowohl der elektrische Widerstand der Antriebseinheit als auch die Viskosität der zu fördernden Flüssigkeit sind im Allgemeinen temperaturabhängig. Typischerweise umfasst die Antriebseinheit eine Spule zum Erzeugen eines Magnetfeldes, und der Widerstand der Spule nimmt mit steigender Temperatur zu. Typischerweise ist dabei die Zunahme des elektrischen Widerstandes bedeutender als die Abnahme der Viskosität der zu fördernden Flüssigkeit, so dass bei höherer Temperatur tendenziell eine höhere Spannung an der Antriebseinheit erforderlich ist. Ein auf den Kolben wirkender Gegendruck (Ausgangsdruck) tritt auf, wenn der Ausgang der Dosierpumpe an ein unter Druck stehendes Reservoir oder an eine unter Druck stehende Leitung angeschlossen ist.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe anzugeben, welches in einem möglichst hohen Maße tolerant gegenüber Temperaturänderungen und/oder gegenüber Änderungen der Viskosität der zu fördernden Flüssigkeit und/oder gegenüber Änderungen eines auf den Kolben wirkenden Gegendrucks ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Das erfindungsgemäße Verfahren baut auf dem gattungsgemäßen Stand der Technik dadurch auf, dass die Effektivspannung in einer der Zwischenphase nachfolgenden Endphase ein zweites Maximum erreicht. Der Verlauf der Effektivspannung während der Anfangsphase und der Zwischenphase kann so gestaltet sein, dass der Kolben unter Normalbedingungen seine Endposition gerade eben erreicht oder er beim Erreichen seiner Endposition eine im Vergleich zu seiner Maximalgeschwindigkeit niedrige Endgeschwindigkeit aufweist. Die Endphase ist eine im Vergleich zur Zwischenphase spätere Phase. Die Endphase kann sich insbesondere an die Zwischenphase anschließen. In der Endphase wird eine im Vergleich zur Zwischenphase erhöhte Effektivspannung erzeugt. Unter Normalbedingungen, zum Beispiel bei normaler Temperatur (zum Beispiel 15 °C) und/oder normaler (zum Beispiel niedriger) Viskosität der geförderten Flüssigkeit und/oder normalem (zum Beispiel niedrigem) Ausgangsdruck führt das Anlegen der Spannung in der Endphase dazu, dass der Kolben etwas länger in seiner Endposition verweilt, bevor er in seine Anfangsposition zurückkehrt. Bei einer hinreichend hohen Temperatur, einer hinreichend hohen Viskosität oder einem hinreichend hohen Ausgangsdruck hingegen würde der Kolben ohne zusätzliche Energiezufuhr seine Endposition nicht erreichen. In diesem Fall stellt das zweite Maximum der Effektivspannung, welches in der Endphase auftritt, sicher, dass der Kolben seine Endposition erreicht. Das vorgeschlagene Verfahren eignet sich somit insbesondere für den Einsatz bei variablen Umgebungstemperaturen, für das Fördern einer Flüssigkeit, deren Viskosität veränderlich ist, für das Fördern verschiedener Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität, sowie für das Fördern gegen einen veränderlichen Ausgangsdruck. Bei normaler Temperatur, normaler Viskosität der zu fördernden Flüssigkeit und normalem Ausgangsdruck führt die während der Endphase erhöhte Effektivspannung zu keinem lauteren oder höchstens zu einem geringfügig lauteren Anschlaggeräusch des Kolbens, da der Kolben in diesem Fall seine Endposition bereits in der Zwischenphase erreicht.

Es kann vorgesehen sein, dass das zweite Maximum niedriger als das erste Maximum ist. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass bei vielen in der Praxis anzutreffenden Anwendungen anzunehmen ist, dass auch bei der größten zu erwartenden Temperatur der Kolben bei Ende der Zwischenphase bereits mehr als die Hälfte seines Hubes zurückgelegt hat, so dass die in der Endphase erfolgende Beschleunigung geringer sein kann als die Beschleunigung in der Anfangsphase.

Während der Anfangsphase und/oder der Zwischenphase und/oder der Endphase kann die Effektivspannung beispielsweise jeweils konstant sein oder durch eine Treppenfunkti-

on definiert sein. Das Erzeugen einer derartigen Effektivspannung ist technisch besonders einfach.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Effektivspannung während der Zwischenphase null. Ein Anschlaggeräusch des Kolbens bei Erreichen der Endposition kann hierdurch minimiert werden.

Es kann vorgesehen sein, dass der Kolben seine Endposition während der Zwischenphase erreicht. Deser Fall kann zum Beispiel dann eintreten, wenn die Dosierpumpe unter Normalbedingungen betrieben wird.

Gleichfalls kann vorgesehen sein, dass der Kolben seine Endposition während der Endphase erreicht. Dieser Fall kann zum Beispiel bei erhöhter Umgebungstemperatur eintreten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Spannung unabhängig von der Bewegung des Kolbens gesteuert/geregelt. Ein einmal bestimmter Effektivspannungsverlauf kann somit für mehrere Zyklen des Pumpvorgangs verwendet werden. Eine Bestimmung des beabsichtigten Effektivspannungsverlaufs während des normalen Pumpbetriebs kann entfallen. Insbesondere entfällt die Notwendigkeit, zum Steuern und/oder Regeln der Spannung während des Steuerns/Regelns die Position des Kolbens zu bestimmen oder Informationen über die aktuelle Position des Kolbens auszuwerten. Auch der Zeitpunkt während des Erregungszeitintervalls, zu dem der Kolben die Position bei oder nahe der Endstellung erreicht hat, muss nicht ermittelt werden.

Es kann vorgesehen sein, dass die Spannung zumindest zeitweise pulsbreitenmoduliert wird. Dies kann durch ein Steuern und/oder Regeln eines Tastverhältnisses erfolgen. Alternativ zu einer Pulsbreitenmodulation könnte die Spannung beispielsweise auch so gesteuert/geregelt werden, dass sie zu jedem Zeitpunkt möglichst identisch zu der beabsichtigten Effektivspannung ist.

Es kann vorgesehen sein, dass eine Steuer/Regeleinheit auf gespeicherte Informationen, die den Effektivspannungsverlauf definieren, zugreift und die Spannung auf der Grundlage dieser Informationen steuert/regelt. Die Informationen können beispielsweise in Form einer digitalen Liste oder Tabelle gespeichert sein, beispielsweise auf einem elektronischen, optischen oder magnetischen Speicher oder Datenträger. Die Liste beziehungsweise Ta-

belle kann einem Satz von Zeitpunkten einen entsprechenden Satz von beabsichtigten Werten der Effektivspannung zuordnen. Alternativ kann die Liste beziehungsweise Tabelle einem Satz von Zeitpunkten Spannungswerte derart zuordnen, dass der entsprechende Spannungsverlauf den beabsichtigten Effektivspannungsverlauf ergibt. Alternativ kann die Liste beziehungsweise Tabelle einem Satz von Zeitpunkten einen entsprechenden Satz von Tastverhältnissen zuordnen.

In dem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass die Steuer/Regeleinheit keine Informationen verwendet, die Rückschlüsse auf eine tatsächliche Position oder Geschwindigkeit des Kolbens erlauben. Hierdurch wird ein besonders preisgünstiges und robustes Verfahren geschaffen.

Es kann vorgesehen sein, dass eine Rückstellkraft eine Rückkehr des Kolbens in die Anfangsposition bewirkt. Unter der Rückstellkraft wird eine Kraft verstanden, die in Richtung einer Ruhelage des Kolbens wirkt, wenn der Kolben aus der Ruhelage ausgelenkt ist. Die Ruhelage kann identisch zu der Anfangsposition des Kolbens sein. Die Rückstellkraft kann beispielsweise durch eine Feder erzeugt werden, die so angeordnet ist, dass sie bei einer Bewegung des Kolbens von der Anfangsposition zur Endposition elastisch deformiert wird. Es kann vorgesehen sein, dass die Spannung während einer Auszeit auf null gesteuert/geregelt wird. In dem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass die Länge der Auszeit während der Durchführung des Verfahrens gesteuert/geregelt wird, um die Förderrate der Dosierpumpe zu steuern und/oder zu regeln.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst eine Dosierpumpe der eingangs beschriebenen Art sowie eine Steuer/Regeleinheit, die geeignet ist, die folgende Maßnahme durchzuführen: Steuern und/oder Regeln der Spannung zum Erzeugen einer Effektivspannung, um den Kolben von der Anfangsposition in die Endposition zu überführen, wobei die Effektivspannung in einer Anfangsphase ein erstes Maximum annimmt und in einer anschließenden Zwischenphase niedriger als das erste Maximum ist, wobei die Effektivspannung in einer der Zwischenphase nachfolgenden Endphase ein zweites Maximum erreicht. Die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläuterten Vorteile ergeben sich analog für die erfindungsgemäße Vorrichtung.

Es kann vorgesehen sein, dass die Steuer/Regeleinheit einen Speicher und einen Prozessor umfasst und ein Verlauf der Effektivspannung zumindest teilweise durch in dem Speicher vorhandene durch den Prozessor lesbare Informationen definiert ist. Die Informatio-

nen können beispielsweise eine digitale Liste/Tabelle umfassen, die mindestens zwei Zeitpunkten explizit oder implizit jeweils einen entsprechenden Effektivspannungswert zuordnet. Der Speicher kann beispielsweise ein elektronischer, optischer oder magnetischer Speicher oder Datenträger sein, zum Beispiel ein Read-Only Memory (ROM).

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erreicht der Kolben unter Normalbedingungen seine Endposition während der Zwischenphase. Dies kann durch eine entsprechende Abstimmung des Effektivspannungsverlaufs erreicht werden, zum Beispiel durch die Wahl der jeweiligen Länge der Anfangsphase, der Zwischenphase und der Endphase sowie der Höhe der Effektivspannung während dieser Phasen.

Auch wird bevorzugt, dass der Kolben bei erhöhter Temperatur und/oder dann, wenn die Dosierpumpe eine hochviskose Flüssigkeit fördert, seine Endposition während der Endphase erreicht. Auch dies kann durch eine entsprechende Abstimmung oder Programmierung des Effektivspannungsverlaufes erreicht werden.

Die Erfindung wird nun anhand beispielhafter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Komponenten.

Es zeigen:

Figur 1 eine Dosierpumpe zu einem ersten Zeitpunkt eines Pumpzyklus.

Figur 2 die Dosierpumpe zu einem zweiten Zeitpunkt des Pumpzyklus.

Figur 3 den Verlauf einer Effektivspannung.

Figur 4 ein Flussdiagramm des Betriebs einer Dosierpumpe.

Figur 5 den Verlauf einer Effektivspannung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Figur 1 zeigt schematisch ein Beispiel einer Vorrichtung 10 zum Pumpen einer Flüssigkeit, zum Beispiel eines Brennstoffs, von einer Eingangsleitung 22 mittels einer Dosierpumpe 12 zu einer Ausgangsleitung 24. Die Dosierpumpe 12 umfasst ein Gehäuse und einen

Kolben 14, der zusammen mit dem Gehäuse eine Pumpkammer 16 definiert. Die aktuelle Position des Kolbens 14 relativ zum Gehäuse definiert ein aktuelles Volumen der Pumpkammer 16. Figur 1 zeigt den Kolben 14 in einer Anfangsposition, bei der die Pumpkammer 16 ihr maximales Volumen annimmt.

Figur 2 zeigt den Kolben 14 in einer Endposition, in der das Volumen der Pumpkammer 16 null ist. Der Kolben 14 steht mit einer elektrischen Antriebseinheit 18 in Verbindung. Die Antriebseinheit 18 ist geeignet, zyklisch oder periodisch eine Kraft F auf den Kolben 14 auszuüben, um den Kolben 14 zwischen seiner Anfangsposition und seiner Endposition hin- und herzubewegen. Die Dosierpumpe 12 kann eine Feder (nicht dargestellt) aufweisen, die eine Rückkehr des Kolbens 14 von der Endposition zur Anfangsposition bewirkt, ohne dass hierzu ein Aufbringen einer Kraft durch die Antriebseinheit 18 erforderlich wäre. Die Antriebseinheit 18 weist eine Spule auf, an die eine elektrische Spannung U angelegt werden kann, um einen Strom und damit die Kraft F zu erzeugen. Die an der Spule anliegende Spannung U wird durch eine Steuer/Regeleinheit 20 gesteuert/geregelt. Die Spannung U kann amplitudenmoduliert sein. Alternativ kann sie pulsbreitenmoduliert sein.

Figur 3 illustriert beispielhaft den zeitlichen Verlauf einer effektiven Spannung (Effektivspannung) U_{eff}, die der an der Spule der Antriebseinheit 18 angelegten Spannung U entspricht. Die Effektivspannung ist periodisch mit einer Periodendauer T. Zum Zeitpunkt t_0 befindet sich der Kolben 14 in seiner Anfangsposition. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Effektivspannung der Höhe U_1 angelegt. Durch diese Spannung wird der Kolben 14 in Richtung der Endposition in Bewegung gesetzt. Zu einem späteren Zeitpunkt t_1 wird die Effektivspannung auf einen Wert U_2 reduziert ($U_2 < U_1$). Zu einem späteren Zeitpunkt t_2 wird die Effektivspannung auf einen Wert U_3 erhöht. Zu einem späteren Zeitpunkt t_3 wird die Effektivspannung auf null reduziert. Zum Zeitpunkt t_4 beginnt ein neuer Pumpzyklus, in dem eine Effektivspannung analog zu der Effektivspannung im Intervall $[0, t_4]$ angelegt wird. Die Intervalle t_0 bis t_1, t_1 bis t_2, t_2 bis t_3 sowie t_3 bis t_4 werden jeweils als Anfangsphase, Zwischenphase, Endphase und Ausphase (Auszeit) bezeichnet. Für gegebene Längen dieser Phasen und gegebene Spannungswerte U_1, U_2 und U_3 hängt die Bewegung des Kolbens von dem elektrischen Widerstand der Antriebseinheit, der Viskosität der geförderten Flüssigkeit sowie dem Ausgangsdruck ab. Insbesondere der elektrische Widerstand und die Viskosität können ihrerseits von der Umgebungstemperatur abhängen.

Unter Normalbedingungen (zum Beispiel bei normaler Temperatur, niedriger oder normaler Viskosität und normalem Ausgangsdruck) bewegt sich der Kolben wie folgt. In der An-

fangsphase [t_0, t_1] wird der Kolben durch die hohe Effektivspannung U_1 in Bewegung gesetzt. In der darauf folgenden Zwischenphase [t_1, t_2] wird er durch Reibungskräfte und/oder den Ausgangsdruck, welche durch die nun anliegende niedrigere Spannung U_2 nicht vollständig kompensiert werden, abgebremst und erreicht in etwa zum Zeitpunkt t_2, vorzugsweise genau zum Zeitpunkt t_2, seine Endposition. Seine Endgeschwindigkeit, das heißt seine Geschwindigkeit beim Erreichen der Endposition, ist dabei vorzugsweise gering, möglichst null. Der in der nun folgenden Endphase [t_2, t_3] angelegte Effektivspannungspuls der Höhe U_3 wirkt sich auf den Kolben nur insofern aus, als er eine sofortige Rückkehr des Kolbens in seine Anfangsposition verhindert. Er führt hingegen nicht zu einem lauteren Anschlaggeräusch, da der Kolben bereits angeschlagen ist oder sich nahe am Anschlag befindet. Während der Auszeit [t_3, t_4] kehrt der Kolben schließlich aufgrund einer Rückstellkraft in seine Anfangsposition zurück.

Unter erschwerten Betriebsbedingungen (zum Beispiel bei höherer Temperatur, höherer Viskosität der zu fördernden Flüssigkeit oder höherem Ausgangsdruck) bewegt sich der Kolben etwas anders. In der Anfangsphase [t_0, t_1] wird er beschleunigt. Aufgrund der erschwerten Betriebsbedingungen hat er zum Zeitpunkt t_2 seine Endposition noch nicht erreicht. Seine Geschwindigkeit zum Zeitpunkt t_2 ist null oder sogar negativ. Durch den zum Zeitpunkt t_2 einsetzenden Spannungspuls der Höhe U_3 wird der Kolben erneut beschleunigt und erreicht während der Endphase [t_2, t_3] oder möglicherweise auch erst während der Auszeit [t_3, t_4] die Endposition. Das Vorsehen einer erhöhten Effektivspannung in der Endphase [t_2, t_3] stellt somit sicher, dass der Kolben auch unter den erschwerten Betriebsbedingungen die vorgegebene Endposition erreicht.

Das Flussdiagramm in Figur 4 veranschaulicht die Ansteuerung der Dosierpumpe 12 gemäß dem in Figur 3 skizzierten Effektivspannungsverlauf. Zum Zeitpunkt t_0 wird eine Effektivspannung der Höhe U_0 angelegt (Schritt S1). Zum nachfolgenden Zeitpunkt t_1 wird die Effektivspannung auf den Wert U_1 reduziert (Schritt S2). Zum nachfolgenden Zeitpunkt t_2 wird die Effektivspannung auf den Wert U_2 erhöht (Schritt S3), wobei U_2 geringer als U_0 ist. Zum nachfolgenden Zeitpunkt t_3 wird die Effektivspannung auf null reduziert, um eine Rückkehr des Kolbens in seine Anfangsposition zu erlauben (Schritt S4). Zum nachfolgenden Zeitpunkt t_4 kehrt das Verfahren zu Schritt S1 zurück.

Figur 5 zeigt schematisch den Effektivspannungsverlauf gemäß einer weiteren Ausführungsform. In der Anfangsphase [t_0, t_1] nimmt die beabsichtigte Effektivspannung den konstanten hohen Wert U_1 an. In der darauffolgenden Zwischenphase [t_1, t_2] beträgt die Effek-

tivspannung null. In der sich daran anschließenden Endphase [t_2, t_3] ist die Effektivspannung durch eine steigende Treppenfunktion charakterisiert. Hierdurch wird die Dosierpumpe für unterschiedliche Betriebsbedingungen optimiert. Die drei unterschiedlichen Spannungsniveaus während der Endphase [t_2, t_3] können beispielsweise drei unterschiedlichen Temperaturwerten oder Viskositätswerten zugeordnet sein. Das höchste und späteste Spannungsniveau in der Endphase [t_2, t_3] wirkt sich dabei vorteilhaft bei Vorliegen der höchsten Temperatur beziehungsweise Viskosität aus. Selbstverständlich ist auch eine andere Anzahl von Spannungsniveaus während der Endphase [t_2, t_3] vorstellbar. Beispielsweise könnte die Effektivspannung während der Endphase durch eine Treppenfunktion und insbesondere durch eine steigende Treppenfunktion mit zwei, drei, vier oder fünf Stufen definiert sein. Auch sind Ausführungsformen realisierbar, bei denen die Effektivspannung anders als in Figur 3 und Figur 5 nicht abschnittsweise konstant ist, sondern sich stetig ändert.

Bezugszeichen:

10	Vorrichtung
12	Dosierpumpe
14	Kolben
16	Pumpkammer
18	Antriebseinheit
20	Steuer/Regeleinheit
22	Eingangsleitung
24	Ausgangsleitung
U	Spannung
Ueff	Effektivspannung
t	Zeit

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe (12), insbesondere zum Fördern von Brennstoff für ein Fahrzeugheizgerät, wobei die Dosierpumpe einen zum Fördern zwischen einer Anfangsposition und einer Endposition hin- und herbewegbaren Kolben (14) und eine durch Anlegen einer Spannung elektrisch erregbare Antriebseinheit (18) umfasst, mit der folgenden Maßnahme:

Steuern und/oder Regeln der Spannung zum Erzeugen einer Effektivspannung, um den Kolben von der Anfangsposition in die Endposition zu überführen, wobei die Effektivspannung in einer Anfangsphase (t0 - t1) ein erstes Maximum (U1) annimmt und in einer anschließenden Zwischenphase (t1 - t2) niedriger als das erste Maximum ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Effektivspannung in einer der Zwischenphase nachfolgenden Endphase (t2 - t3) ein zweites Maximum (U3) erreicht.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Maximum niedriger als das erste Maximum ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Effektivspannung während der Anfangsphase und/oder der Zwischenphase und/oder der Endphase jeweils konstant ist oder durch eine Treppenfunktion definiert ist.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Effektivspannung während der Zwischenphase null ist.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben seine Endposition während der Zwischenphase erreicht.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben seine Endposition während der Endphase erreicht.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannung unabhängig von der Bewegung des Kolbens gesteuert/geregelt wird.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannung zumindest zeitweise pulsbreitenmoduliert wird.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuer/Regeleinheit (20) auf gespeicherte Informationen, die einen Verlauf der Effektivspannung für die Anfangsphase, die Zwischenphase und die Endphase definieren, zugreift und die Spannung auf der Grundlage dieser Informationen steuert/regelt.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer/Regeleinheit (20) keine Informationen verwendet, die Rückschlüsse auf eine tatsächliche Position oder Geschwindigkeit des Kolbens (14) erlauben.

11. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Rückstellkraft eine Rückkehr des Kolbens (14) in die Anfangsposition bewirkt.

12. Vorrichtung (10) mit:

- einer Dosierpumpe (12), insbesondere zum Fördern von Brennstoff für ein Fahrzeugheizgerät, wobei die Dosierpumpe einen zum Fördern zwischen einer Anfangsposition und einer Endposition hin- und herbewegbaren Kolben (14) und eine durch Anlegen einer Spannung elektrisch erregbare Antriebseinheit (18) umfasst, und

- einer Steuer/Regeleinheit (20), die geeignet ist, die folgende Maßnahme durchzuführen:

Steuern und/oder Regeln der Spannung zum Erzeugen einer Effektivspannung, um den Kolben von der Anfangsposition in die Endposition zu überführen, wobei die Effektivspannung in einer Anfangsphase (t0 - t1) ein erstes Maximum (U1) annimmt und in einer anschließenden Zwischenphase (t1 - t2) niedriger als das erste Maximum ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Effektivspannung in einer der Zwischenphase nachfolgenden Endphase (t2 - t3) ein zweites Maximum (U3) erreicht.

13. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer/Regeleinheit (20) einen Speicher und einen Prozessor umfasst und ein Verlauf der Effektivspannung zumindest teilweise durch in dem Speicher vorhandene durch den Prozessor lesbare Informationen definiert ist.

14. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (14) unter Normalbedingungen seine Endposition während der Zwischenphase erreicht.

15. Vorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (14) bei erhöhter Temperatur und/oder dann, wenn die Dosierpumpe (12) eine hochviskose Flüssigkeit fördert, seine Endposition während der Endphase erreicht.

Fig. 1

Stand der Technik

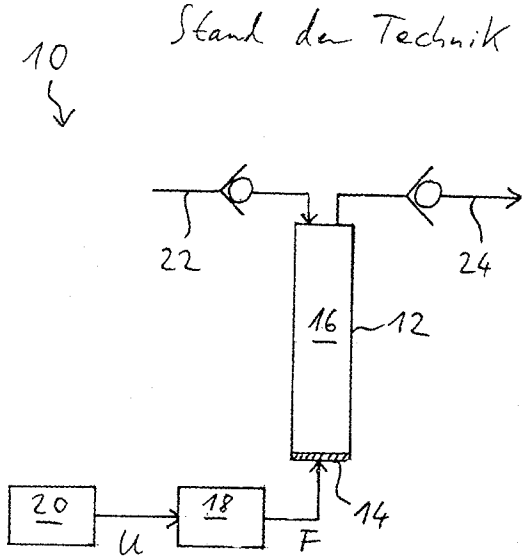


Fig. 2

Stand der Technik

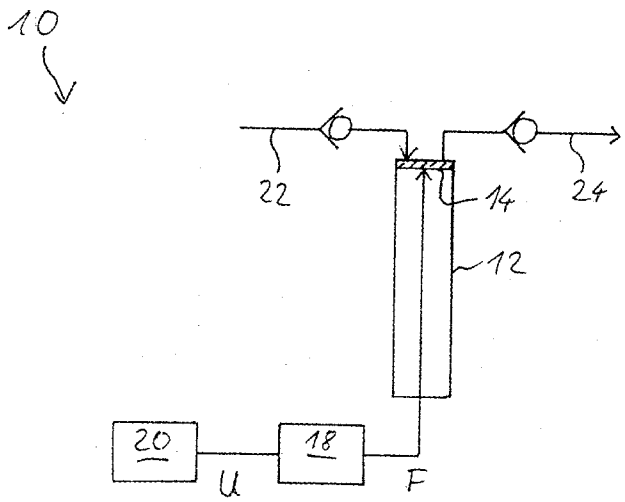


Fig. 3

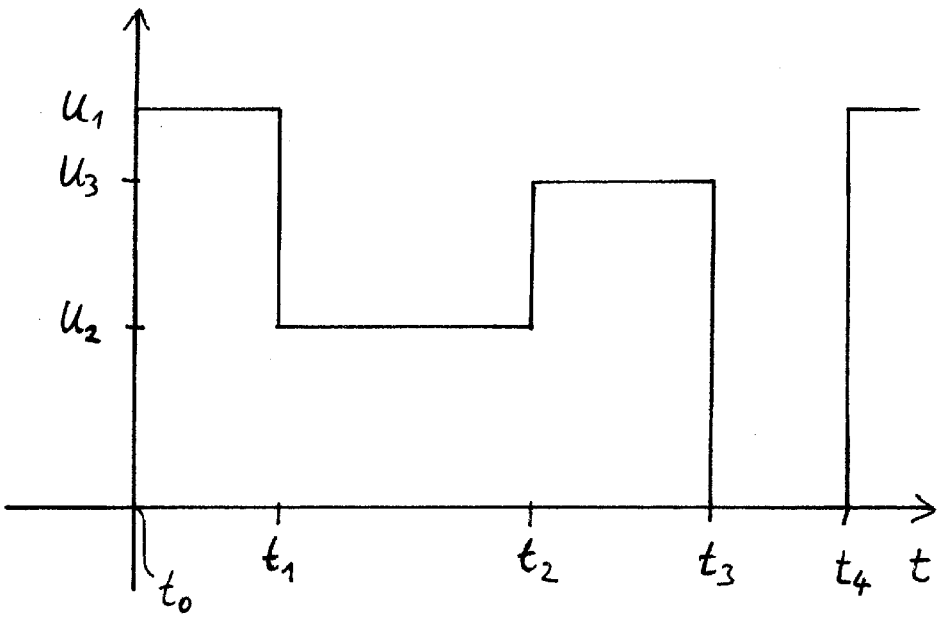


Fig. 4

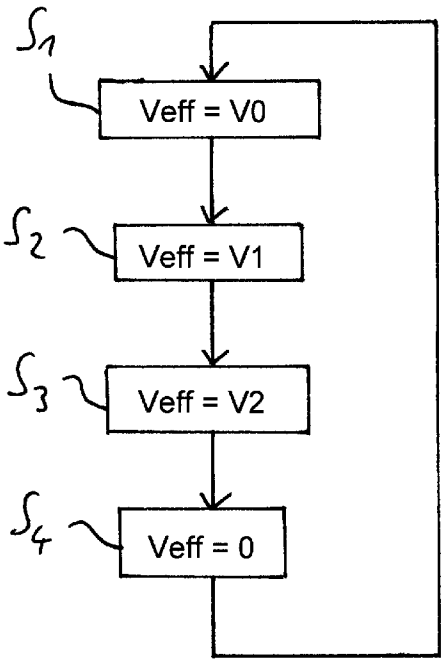
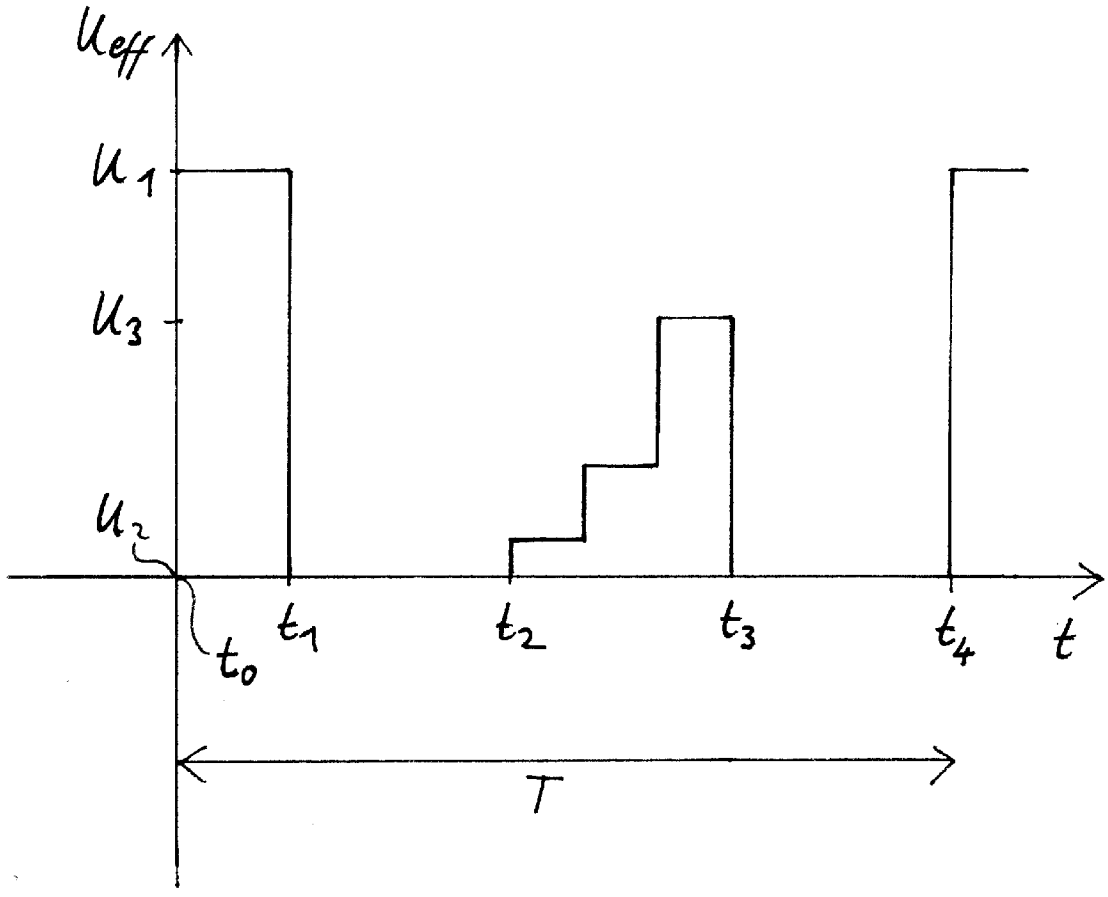


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/052730

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F04B49/06
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)
F04B

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 Y	DE 10 2004 002454 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 25 August 2005 (2005-08-25) paragraph [0007] - paragraph [0034] -----	1,2,6,7, 11-13 8
Y	DE 101 52 782 A1 (WEBASTO THERMOSYSTEME GMBH [DE] WEBASTO AG FAHRZEUGTECHNIK [DE]) 22 May 2003 (2003-05-22) paragraph [0007]; claim 3 -----	8
A	DE 10 2007 021759 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 24 December 2008 (2008-12-24) abstract -----	1,12
A	DE 298 21 022 U1 (ASF THOMAS IND GMBH [DE]) 1 July 1999 (1999-07-01) claim 1 -----	1,12

☐ 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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 May 2011	06/06/2011

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

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/052730

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102004002454 A1	25-08-2005	AT 475804 T	15-08-2010
		EP 1555433 A2	20-07-2005
DE 10152782 A1	22-05-2003	NONE	
DE 102007021759 A1	24-12-2008	NONE	
DE 29821022 U1	01-07-1999	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/052730

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04B49/06
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04B

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 Y	DE 10 2004 002454 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 25. August 2005 (2005-08-25) Absatz [0007] - Absatz [0034] -----	1,2,6,7, 11-13 8
Y	DE 101 52 782 A1 (WEBASTO THERMOSYSTEME GMBH [DE] WEBASTO AG FAHRZEUGTECHNIK [DE]) 22. Mai 2003 (2003-05-22) Absatz [0007]; Anspruch 3 -----	8
A	DE 10 2007 021759 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 24. Dezember 2008 (2008-12-24) Zusammenfassung -----	1,12
A	DE 298 21 022 U1 (ASF THOMAS IND GMBH [DE]) 1. Juli 1999 (1999-07-01) Anspruch 1 -----	1,12

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Mai 2011	06/06/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fistas, Nikolaos

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/052730

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004002454 A1	25-08-2005	AT 475804 T	15-08-2010
		EP 1555433 A2	20-07-2005
DE 10152782 A1	22-05-2003	KEINE	
DE 102007021759 A1	24-12-2008	KEINE	
DE 29821022 U1	01-07-1999	KEINE	