(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
25. April 2019 (25.04.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/076897 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*F28D 20/00* (2006.01) *F24D 11/00* (2006.01)
*F28D 20/02* (2006.01) *H02J 3/28* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/078250

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Oktober 2018 (16.10.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 124 030.6
16. Oktober 2017 (16.10.2017) DE

(71) Anmelder: **BME DR. GOLBS & PARTNER GMBH** [DE/DE]; Humboldtstr. 25, 02625 Bautzen (DE).

(72) Erfinder: **WEBER, Stefan**; Schinnrainstr. 15, 76227 Karlsruhe (DE). **WERNER, Petra**; Steinweg 17, 02681 Schirgiswalde-Kirschau (DE).

(74) Anwalt: **BEHR, Wolfgang**; LORENZ SEIDLER GOSSEL, Widenmayerstr. 23, 80538 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

WO 2019/076897 A1

(54) Title: ENERGY STORAGE SYSTEM

(54) Bezeichnung: ENERGIESPEICHERSYSTEM

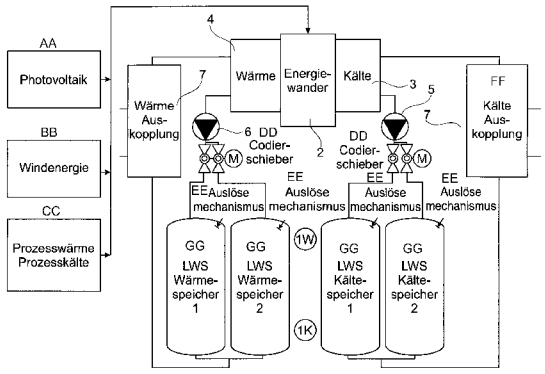



Abb. 1 Wärme- und Kälteerzeugung und Speicherung mit elektronenergie Überschüssen
HH

Fig. 1

AA Photovoltaics
BB Wind energy
CC Process heat
Process coldness
DD Coding disk
EE Release mechanism
FF Colding extraction
GG LWS Heat accumulator
HH Heat and coldness generation and storage with excess electron energy

4 Heat
2 Energy converter
7 Heat extraction
3 Coldness

(57) **Abstract:** The invention relates to an energy storage system for storing heat and coldness and for providing electrical energy, characterized by an energy converter, wherein the energy converter is designed to produce electrical energy from heat and coldness and to produce heat and coldness from electrical energy, the energy converter being in heat-transferring contact with a hot heat exchanger and with a cold heat exchanger, the hot heat exchanger being connected to a heat reservoir and the cold heat exchanger being connected to a coldness reservoir, and a control unit being provided, which operates the energy storage system in a first operating mode, in which heat and coldness are formed from electrical energy by means of the energy converter, and in a second operating mode, in which electrical energy is produced from heat and coldness.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Energiespeichersystem zum Speichern von Wärme und Kälte sowie zur Bereitstellung elektrischer Energie, gekennzeichnet durch einen Energiewandler, wobei der Energiewandler ausgebildet ist, aus Wärme und Kälte elektrische Energie zu erzeugen und aus elektrischer Energie Wärme und Kälte zu erzeugen, wobei der Energiewandler mit einem warmen Wärmetauscher und mit einem kalten Wärmetaucher in wärmeübertragendem Kontakt steht und wobei der warme Wärmetauscher mit einem Wärmespeicher und der kalte Wärmetauscher mit einem Kältespeicher in Verbindung steht, und wobei eine Steuereinheit vorgesehen ist, die das Energiespeichersystem in einem ersten Betriebsmodus betreibt, in dem aus elektrischer Energie mittels des Energiewandlers Wärme und Kälte gebildet werden, und in einem zweiten Betriebsmodus betreibt, in dem aus Wärme und Kälte elektrische Energie erzeugt wird.

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

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).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

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

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

# Energiespeichersystem

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Energiespeichersystem.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, elektrische Energie beispielsweise in einer Batterie, in Form von Druckluft oder mittels eines Pumpspeicherwerks zu speichern.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Energiespeichersystem bereitzustellen, das gegenüber bekannten System einen größeren Anwendungsbereich aufweist.

Diese Aufgabe wird durch ein Energiespeichersystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Danach ist vorgesehen, dass das Energiespeichersystem zum Speichern von Wärme und Kälte sowie zur Bereitstellung elektrischer Energie ausgebildet ist und gekennzeichnet ist durch einen Energiewandler, wobei der Energiewandler ausgebildet ist, aus Wärme und Kälte elektrische Energie zu erzeugen und aus elektrischer Energie Wärme und Kälte zu erzeugen, wobei der Energiewandler mit einem warmen Wärmetauscher und mit einem kalten Wärmetauscher in wärmeübertragendem Kontakt steht und wobei der warme Wärmetauscher mit einem Wärmespeicher und der kalte Wärmetauscher mit einem Kältespeicher in

Verbindung steht, und wobei eine Steuereinheit vorgesehen ist, die das System in einem ersten Betriebsmodus betreibt, in dem aus elektrischer Energie mittels des Energiewandlers Wärme und Kälte gebildet wird, und in einem zweiten Betriebsmodus betriebt, in dem aus in dem Wärme- bzw. Kältespeicher gespeicherter Wärme und Kälte elektrische Energie erzeugt wird.

Durch die vorliegende Erfindung wird eine einfache, kostengünstige und wartungsarme Energiespeichereinheit geschaffen, mittels derer nicht nur elektrische Energie in Form von Wärme und Kälte gespeichert werden kann, sondern umgekehrt auch elektrische Energie aus thermischer Energie bereitgestellt werden kann. Das Energiespeichersystem, das im Folgenden auch einfach als System bezeichnet wird, wird durch eine Steuereinheit so angesteuert, dass je nach Bedarf ein erster oder zweiter Betriebsmodus gewählt wird, wobei das System in dem ersten Betriebsmodus elektrische Energie in thermische Energie wandelt und in dem zweiten Betriebsmodus thermische Energie in elektrische Energie wandelt.

Vorzugsweise wird für beide Wandlungsprozesse ein und derselbe Energiewandler eingesetzt. Denkbar ist jedoch auch, dass in dem ersten Betriebsmodus ein anderer Energiewandler zum Einsatz kommt als in dem zweiten Betriebsmodus.

Der Energiewandler ist exemplarisch als Thermogenerator, Wärmepumpe, Stirlingmotor oder als thermoelektrisches Element ausgeführt.

Vorzugsweise ist eine Ermittlungseinheit vorgesehen, die mit der Steuereinheit in Verbindung steht und die ausgebildet ist, den Bedarf und/oder die zur Verfügung stehende Menge an Wärme und/oder Kälte und/oder elektrischer Energie zu ermitteln, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, in Abhängigkeit dieser Ermittlung den ersten oder den zweiten Betriebsmodus einzustellen. Steht überschüssige elektrische Energie zur Verfügung, beispielsweise von einer Photovoltaikanlage oder von einer Windkraftanlage, kann diese Energie in Wärme und Kälte gewandelt und gespeichert werden.

In dem ersten Betriebsmodus bezieht das System seine Energie aus elektrischen Energieüberschüssen z.B. von Wind- und/oder photovoltaischen Anlagen. Dazu ist

ein Energiewandler so verschaltet, dass er elektrische Energie gleichzeitig in Kälte und Wärme umwandelt. Diese Energieformen werden sodann in jeweiligen Speichereinheiten gespeichert. Dazu können Wärmetauscher und Pumpen eingesetzt werden, die ein Wärmeträgermedium fördern, wobei das Wärmeträgermedium zum Transport thermischer Energie dient, die dann letztlich in dem Wärme- und Kältespeicher gespeichert wird.

Ebenso kann in dem zweiten Betriebsmodus aus in den genannten Speichern gespeicherter Wärme oder Kälte bei Bedarf elektrische Energie erzeugt werden.

Unter der Speicherung von Wärme ist zu verstehen, dass thermische Energie bei einem höheren Temperaturniveau (vorzugsweise > 20 °C) gespeichert wird als dies bei der Speicherung von Kälte der Fall ist. Dementsprechend wird unter der Speicherung von Kälte der Fall verstanden, dass thermische Energie bei einem geringeren Temperaturniveau (vorzugsweise < 20 °C) gespeichert wird, als dies bei der Speicherung von Wärme der Fall ist. Die Speicherung bzw. Erzeugung von Kälte ist somit die Speicherung bzw. Erzeugung von thermischer Energie mit einem geringeren Energiegehalt als dies bei der Speicherung bzw. Erzeugung von Wärme der Fall ist.

Dementsprechend bezeichnet der Begriff „Wärme“ sowie der Begriff „Kälte“ jeweils thermische Energie, wobei der Energiegehalt der Wärme größer ist als der der Kälte.

Vorzugsweise sind der warme Wärmetauscher und der Wärmespeicher Bestandteil eines vorzugsweise geschlossenen Kreislaufs, in dem sich ein Wärmeträgermedium befindet, das in dem Kreislauf durch ein Fördermittel, insbesondere durch eine Pumpe förderbar ist.

Dementsprechend können der kalte Wärmetauscher und der Kältespeicher Bestandteil eines vorzugsweise geschlossenen Kreislaufs sein, in dem sich ein Wärmeträgermedium befindet, das in dem Kreislauf durch ein Fördermittel, insbesondere durch eine Pumpe förderbar ist.

Das Wärmeträgermedium hat die Aufgabe, die in den Wärmetauschern anfallende Wärme bzw. Kälte in den Wärmespeicher bzw. in den Kältespeicher zu fördern oder umgekehrt, Wärme bzw. Kälte aus dem Wärmespeicher bzw. aus dem Kältespeicher zu den Wärmetauschern zu fördern.

Weiterhin ist es denkbar, dass sich zwischen dem Kreislauf und dem Wärmespeicher und/oder dem Kältespeicher ein Wärmetauscher zur Übertragung von Wärme bzw. Kälte befindet. Die Be- und Entladung der Wärme- und Kältespeicher erfolgt somit vorzugsweise über Wärmetauscher, die thermische Energie in diese Speicher übertragen oder aus diesen abziehen.

Vorzugsweise befindet sich in dem Wärmespeicher und/oder in dem Kältespeicher ein Latentwärmespeichermedium. Exemplarisch sind als Phasenwechselmaterialien Salzhydrate, Paraffine, Zeolithe etc. zu nennen. Besonders bevorzugt ist der Einsatz von Natriumacetat-Trihydrat.

Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Art von Speichermedien beschränkt. Es kommen beliebige Speichermedien mit möglichst hoher Energiedichte in Betracht, die in der Lage sind, eine verlustarme Langzeitspeicherung von Wärme und Kälte zu ermöglichen.

Vorzugsweise kann das System auch verwendet werden, um direkt, d.h. ohne Nutzung des Energiewandlers Wärme und/oder Kälte z.B. zur Beheizung bzw. Kühlung von Gebäuden oder zur Bereitstellung von Wärme oder Kälte für Prozesse beliebiger Art bereitzustellen. Entsprechendes gilt für die Speicherung von Wärme bzw. Kälte in den Speichereinheiten. Fällt z.B. in einem chemischen Prozess Abwärme oder Kälte an, kann diese direkt in dem Wärmespeicher bzw. Kältespeichern eingespeist und dort gespeichert werden, ohne dass dazu der Energiewandler eingesetzt wird.

Dazu weist das System eine Koppelstelle zur direkten Nutzung und/oder Einspeisung von Wärme oder Kälte unter Umgehung des Energiewandlers auf.

Vorzugsweise befindet sich die Koppelstelle in dem Kreislauf, in dem sich das Wärmeträgermedium befindet bzw. in dem das Wärmeträgermedium strömt.

Weiterhin kann der Energiewandler mit einer Energiequelle für elektrische Energie in Verbindung stehen, wobei es sich bei der Energiequelle um eine Photovoltaikanlage oder um eine Windenergieanlage handelt. Diese Aufzählung ist exemplarischer Natur und nicht abschließend.

Vorzugsweise steht der Energiewandler mit einem Stromnetz in Verbindung, mittels dessen je nach Betriebsmodus dem Energiewandler Strom zugeführt oder von diesem in das Stromnetz eingespeist wird.

Das System kann mit einem Gebäude oder mit einer Anlage in Verbindung stehen oder Bestandteil eines Gebäudes oder einer Anlage sein, wobei die Verbindung derart ausgebildet ist, dass das Gebäude bzw. die Anlage mittels des Systems beheizbar und/oder kühlbar ist und/oder mit elektrischem Strom versorgbar ist und/oder wobei aus dem Gebäude bzw. aus der Anlage Wärme und/oder Kälte und/oder elektrischer Strom dem System zuführbar ist. Auch die Bereitstellung von elektrischer Energie an das Gebäude bzw. an die Anlage und die Umwandlung von elektrischer Energie, die in oder an dem Gebäude oder an der Anlage anfällt in Wärme oder Kälte ist denkbar.

Beispielsweise ist eine Lösung denkbar, bei der das Gebäude mit einer Photovoltaikanlage (im Folgenden auch als PV-Anlage bezeichnet) ausgestattet ist und zudem einen Wärme- und Kältespeicher aufweist. Bei hinreichender Sonneneinstrahlung wird die durch die PV-Anlage bereitgestellte elektrische Energie in Wärme und Kälte umgewandelt und in den Speichern gespeichert. Wird Wärme oder Kälte zur Beheizung oder Kühlung des Gebäudes benötigt, kann diese unmittelbar aus den jeweiligen Speichern entnommen werden. Wir elektrische Leistung benötigt, etwa für das Stromnetz des Gebäudes kann die Wärme/Kälte in elektrischen Strom gewandelt werden, der im Stromnetz des Gebäudes abgerufen bzw. genutzt werden kann.

Denkbar ist, dass genau ein Wärme- und genau ein Kältespeicher vorgesehen sind. Auch ist es möglich und stellt eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung dar, dass eine Mehrzahl von Wärmespeichern und/oder Kältespeichern vorhanden ist, die über Ventile oder sonstige Schaltelemente selektiv ansteuerbar sind.

Wie bereits oben ausgeführt, kann vorgesehen sein, dass der Energiewandler als Wärmepumpe, Thermogenerator, Stirlingmotor oder thermoelektrisches Element ausgebildet ist. Diese Aufzählung ist nicht abschließend, sondern beispielhafter Natur.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wandlung von elektrischer Energie in Wärme und Kälte sowie zur Wandlung von Wärme und Kälte in elektrischer Energie mittels eines Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei in einem ersten Betriebsmodus aus elektrischer Energie Wärme und Kälte gebildet wird, und in einem zweiten Betriebsmodus aus Wärme und Kälte elektrische Energie erzeugt wird.

Dabei kann die Wahl des Betriebsmodus von dem Bedarf und/oder der zur Verfügung stehenden Menge an Wärme und/oder Kälte und/oder elektrischer Energie abhängen.

Dem System kann in dem ersten Betriebsmodus elektrische Energie aus einer Energiequelle für erneuerbare Energie zugeführt werden, wie z.B. von einer PV- oder Windkraftanlage.

In dem zweiten Betriebsmodus elektrische Energie einem Gebäude oder einer Anlage zugeführt wird.

Zudem ist es auch möglich, ohne Nutzung des Energiewandlers Wärme und/oder Kälte in den Wärmespeicher oder Kältespeicher einzuspeisen oder umgekehrt aus dem Wärmespeicher oder Kältespeicher Wärme und/oder Kälte abzuführen, um diese z.B. zur Beheizung bzw. Kühlung eines Gebäudes zu nutzen.

Vorteile der vorliegenden Erfindung bestehen unter anderem in gegenüber Batterielösungen geringeren Investitionskosten, einer hohen Lebensdauer (> 20 Jahre), in einem geringen Flächenbedarf sowie in einer verlustarmen Langzeitspeicherung von Energie. Abgesehen davon sind durch die erfindungsgemäße Lösung dezentrale Lösungen realisierbar, die zudem wartungsarm sind. Unter einer dezentralen Lösung ist zu verstehen, dass vorzugsweise das System in einem Haushalt oder in einer industriellen Anlage angeordnet werden kann und nicht als zentrales System eingesetzt werden muss, dass eine Vielzahl von Haushalten oder industriellen Anlagen versorgt, wenngleich dies von der vorliegenden Erfindung ebenfalls nicht ausgeschlossen ist.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Begriffe „ein“ und „eine“ nicht zwingend genau eines der fraglichen Elemente bezeichnet, wenngleich auch dies von der Erfindung umfasst ist, sondern auch die Mehrzahl dieser Elemente mit umfasst. Ebenso ist schließt die Verwendung des Plurals auch das Vorhandensein des fraglichen Elementes im Singular ein und umgekehrt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung des Energiespeichersystems in dem ersten Betriebsmodus und

Figur 2: eine schematische Darstellung des Energiespeichersystems in dem zweiten Betriebsmodus.

Figur 1 zeigt das System in dem ersten Betriebsmodus, in dem elektrische Energie aus einer Photovoltaik-Anlage und/oder aus einer Windkraftanlage dem Energiewandler 2 über einen oder mehrere Stromanschlüsse zugeführt wird und diese Energie in Form von Wärme und Kälte gespeichert wird. Auch elektrischer Strom aus Prozessabwärme /-kälte kann dem Energiewandler zugeführt werden.

In dem Energiewandler wird der zugeführte Strom in Kälte- und Wärmeenergie, d.h. in thermische Energie umgewandelt, wobei die Wärmeenergie in dem warmen Wärmetauscher 4 und die Kälteenergie in dem kalten Wärmetauscher 3 bereitgestellt wird. Wie dies weiter aus der Figur hervorgeht, sind diese Wärmetauscher Bestandteile eines jeweils geschlossenen Kreislaufs, das von einem Wärmeträgermedium durchströmt wird, das seinerseits von einer Pumpe 5, 6 gefördert wird.

Im Falle der Zufuhr elektrischer Energie zu dem Energiewandler 2 wird die in den Wärmeübertragern 3, 4, bereitgestellte Wärme bzw. Kälte von dem Wärmeträgermedium aufgenommen, das sich dabei aufwärmt bzw. abkühlt. Das Wärmeträgermedium transportiert die thermische Energie zu einem weiteren Wärmetauscher bzw. Wärmeübertrager, der die Wärme bzw. Kälte in den Wärmespeicher 1W bzw. in den Kältespeicher 1K einspeichert. Dort wird die Wärme bzw. Kälte gespeichert, bis sie benötigt wird.

Wie dies aus Figur 1 weiter hervorgeht, sind jeweils zwei Wärmespeicher 1W und zwei Kältespeicher 1K vorgesehen, wobei sich zwischen der Pumpe 5, 6 und den Speichern eine Schalteinrichtung, vorzugsweise ein oder mehrere Ventile befinden, über die einzelne oder mehrere Speicher ausgewählt werden können, um diese mit Wärme oder Kälte zu beladen. Ist ein Speicher be- oder entladen, kann auf einen weiteren Speicher umgeschaltet werden. Auch ist es denkbar, mehrere Speicher gleichzeitig zu be- oder entladen, sofern dies erforderlich ist.

Das Bezugszugszeichen 7 kennzeichnet Koppelstellen, die sich in den genannten Kreisläufen befinden. In diese Koppelstellen 7 kann direkt, d.h. ohne Nutzung des Energiewandlers Wärme in den Wärmespeicher eingeführt oder abgezogen und ebenso Kälte in den Kältespeicher eingeführt oder abgezogen werden. Dies in Figur 1 durch den Begriff „Prozesswärme/Prozesskälte“ gekennzeichnet

Figur 2 zeigt den Vorgang der Stromerzeugung mittels des erfindungsgemäßen Systems.

Wird elektrischer Strom benötigt, steuert die Steuerung das System derart an, dass die gespeicherte Wärme- und Kälteenergie aus dem Wärmespeicher (1W) und Kältespeicher (1K) mittels der Pumpen 5, 6 zu den Wärmeübertragern 3, 4 geleitet wird und zwar mittels des Wärmeträgermediums. Dort wird die thermische Energie zum Energiewandler 2 geleitet. Dieser erzeugt aus Wärme- und Kälteenergie die elektrische Energie zur weiteren Verwendung. Die erzeugte elektrische Energie kann in ein Stromnetz (Hausnetz, öffentliches Netz etc.) eingespeist werden oder steht anderweitig zur Eigennutzung im Umfeld zur Verfügung.

Das System gemäß dem Ausführungsbeispiel kann auch zur direkten Kältenutzung verwendet werden. Dabei wird die gespeicherte Kälteenergie aus dem Kältespeicher (1K) zur Auskoppeleinheit 7 für Kälte geleitet. Die Auskoppeleinheit ist mit entsprechenden Kälteverbrauchern für Prozesse beliebiger Art sowie beispielsweise auch zur Gebäudekühlung bzw. Klimatisierung verbunden.

Das System gemäß dem Ausführungsbeispiel kann auch zur direkten Wärmenutzung verwendet werden. Dazu fördert die Pumpe 6 die gespeicherte Wärmeenergie mittels des Wärmeträgermediums aus dem Wärmespeicher 1W zur Auskoppeleinheit 7 für Wärme. Diese Auskoppeleinheit ist mit entsprechenden Wärmeverbrauchern für Prozesse oder Gebäude, wie z.B. für die Heizung eines Gebäudes verbunden.

Das System gemäß dem Ausführungsbeispiel kann auch verwendet werden, um externe Wärme und/oder Kälte, z.B. Prozessabwärme, die als Überschüsse anfallen über die Auskoppeleinheiten und die Pumpen 5, 6 in die jeweiligen Speichereinheiten 1W, 1K eingespeichert werden. Diese Energie kann dann in Form von thermischer Energie oder über den Stromwandler in Form von elektrischer Energie entnommen werden.

Über die Ventilsteuerungen M lässt sich die Speicherkapazität beliebig erweitern und die an die jeweiligen Anwendungsfälle anpassen. Über die Ventilsteuerungen M ist auch eine parallele oder serielle, d.h. zeitlich hintereinander folgende Be- oder Entladung der Speicher möglich.

Dabei ist auch die Anpassung verschiedene Temperaturniveaus möglich. Es lassen sich so flexible Anpassungen, besonders an Prozessabwärme und –kälte vornehmen.

## Patentansprüche

1. Energiespeichersystem zum Speichern von Wärme und Kälte sowie zur Bereitstellung elektrischer Energie, gekennzeichnet durch einen Energiewandler, wobei der Energiewandler ausgebildet ist, aus Wärme und Kälte elektrische Energie zu erzeugen und aus elektrischer Energie Wärme und Kälte zu erzeugen, wobei der Energiewandler mit einem warmen Wärmetauscher und mit einem kalten Wärmetaucher in wärmeübertragendem Kontakt steht und wobei der warme Wärmetauscher mit einem Wärmespeicher und der kalte Wärmetauscher mit einem Kältespeicher in Verbindung steht, und wobei eine Steuereinheit vorgesehen ist, die das Energiespeichersystem in einem ersten Betriebsmodus betreibt, in dem aus elektrischer Energie mittels des Energiewandlers Wärme und Kälte gebildet werden, und in einem zweiten Betriebsmodus betreibt, in dem aus Wärme und Kälte elektrische Energie erzeugt wird.

2. Energiespeichersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ermittlungseinheit vorgesehen ist, die mit der Steuereinheit in Verbindung steht und die ausgebildet ist, den Bedarf und/oder die zur Verfügung stehende Menge an Wärme und/oder Kälte und/oder elektrischer Energie zu ermitteln, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, in Abhängigkeit dieser Ermittlung den ersten oder den zweiten Betriebsmodus einzustellen.

3. Energiespeichersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der warme Wärmetauscher und der Wärmespeicher Bestandteil eines vorzugsweise geschlossenen Kreislaufs sind, in dem sich ein Wärmeübertragungsmedium befindet, das in dem Kreislauf durch ein Fördermittel, insbesondere durch eine Pumpe förderbar ist.

4. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der kalte Wärmetauscher und der Kältespeicher Bestandteil eines vorzugsweise geschlossenen Kreislaufs sind, in dem sich ein Wärmeübertragungsmedium befindet, das in dem Kreislauf durch ein Fördermittel, insbesondere durch eine Pumpe förderbar ist.

5. Energiespeichersystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen dem Kreislauf und dem Wärmespeicher und/oder dem Kältespeicher ein Wärmetauscher zur Übertragung von Wärme bzw. Kälte befindet.

6. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich in dem Wärmespeicher und/oder in dem Kältespeicher ein Wärmespeichermedium, insbesondere ein Latentwärmespeichermedium befindet.

7. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Koppelstelle zum direkten Abzug und/oder zur direkten Einspeisung von Wärme oder Kälte aus dem bzw. in das Energiespeichersystem unter Umgehung des Energiewandlers vorgesehen ist.

8. Energiespeichersystem nach Anspruch 7 sowie nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Koppelstelle in dem Kreislauf befindet.

9. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiewandler mit einer Energiequelle für elektrische Energie in Verbindung steht, wobei es sich bei der Energiequelle um eine Photovoltaikanlage oder um eine Windenergieanlage oder um eine sonstige elektrische Energiequelle handelt.

10. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiewandler mit einem privaten oder öffentlichen Stromnetz in Verbindung steht.

11. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass das Energiespeichersystem mit einem Gebäude oder mit einer Anlage in Verbindung steht oder Bestandteil eines Gebäudes oder einer Anlage ist, wobei die Verbindung derart ausgebildet ist, dass das Gebäude bzw. die Anlage mittels des Energiespeichersystems beheizbar und/oder kühlbar und/oder mit elektrischer Energie versorgbar ist und/oder wobei aus dem Gebäude bzw. aus der Anlage Wärme und/oder Kälte und/oder elektrische Energie dem Energiespeichersystem zuführbar ist.

12. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Wärmespeichern und/oder Kältespeichern vorhanden ist, die über Ventile selektiv ansteuerbar sind.

13. Energiespeichersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiewandler als Wärmepumpe, Thermogenerator, Stirlingmotor oder als thermoelektrisches Element ausgebildet ist.

14. Verfahren zur Wandlung von elektrischer Energie in Wärme und Kälte sowie zur Wandlung von Wärme und Kälte in elektrische Energie mittels eines Energiespeichersystems nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei in einem ersten Betriebsmodus aus elektrischer Energie Wärme und Kälte gebildet wird, und in einem zweiten Betriebsmodus aus Wärme und Kälte elektrische Energie erzeugt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Wahl des Betriebsmodus von dem Bedarf und/oder der zur Verfügung stehenden Menge an Wärme und/oder Kälte und/oder elektrischer Energie abhängt.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass dem Energiespeichersystem in dem ersten Betriebsmodus elektrische Energie aus einer Energiequelle für erneuerbare Energie zugeführt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass in dem zweiten Betriebsmodus elektrische Energie aus dem Energiespeichersystem einem Gebäude oder einer Anlage zugeführt wird.

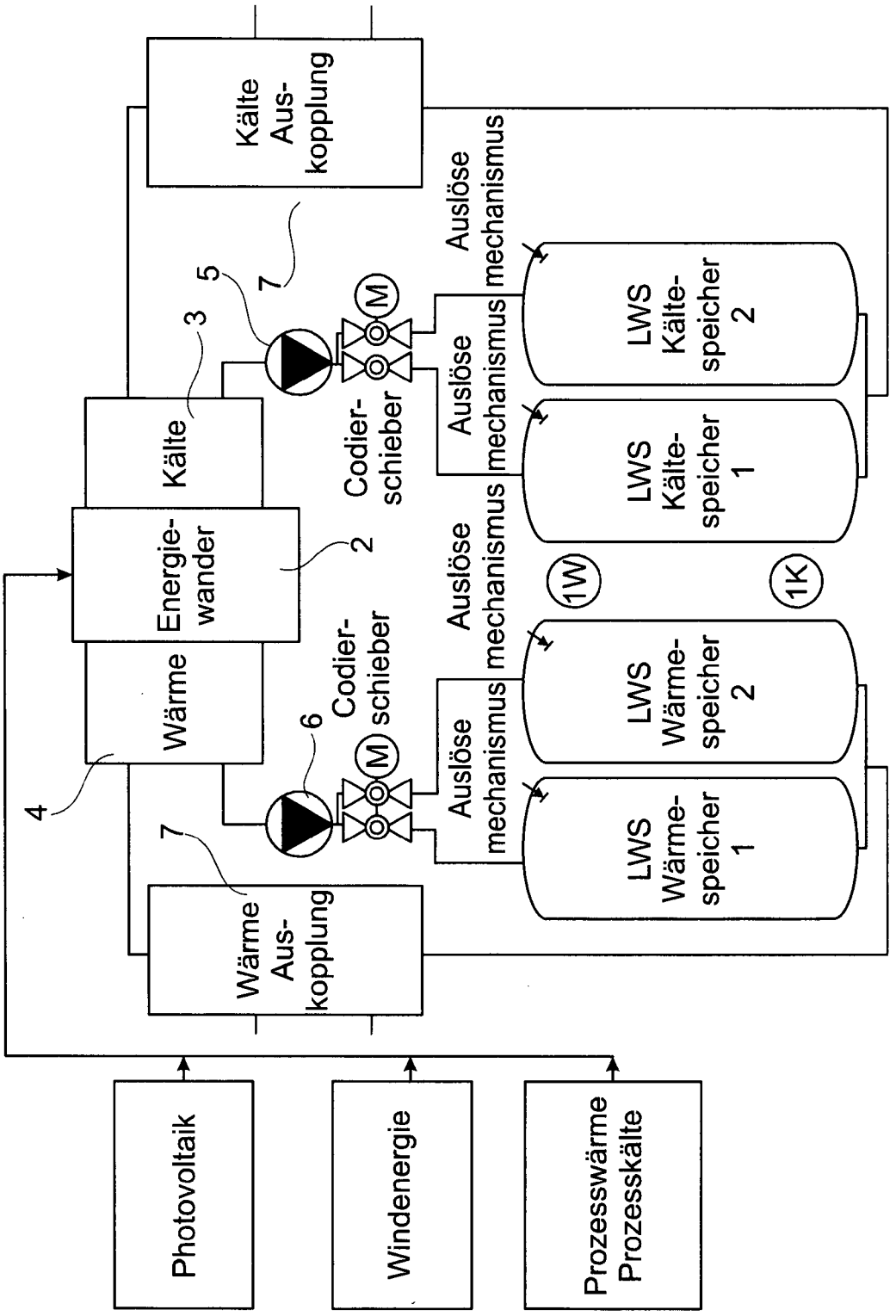



Abb. 1 Wärme- und Kälteerzeugung und Speicherung mit elektronenergie Überschüssen

Fig. 1

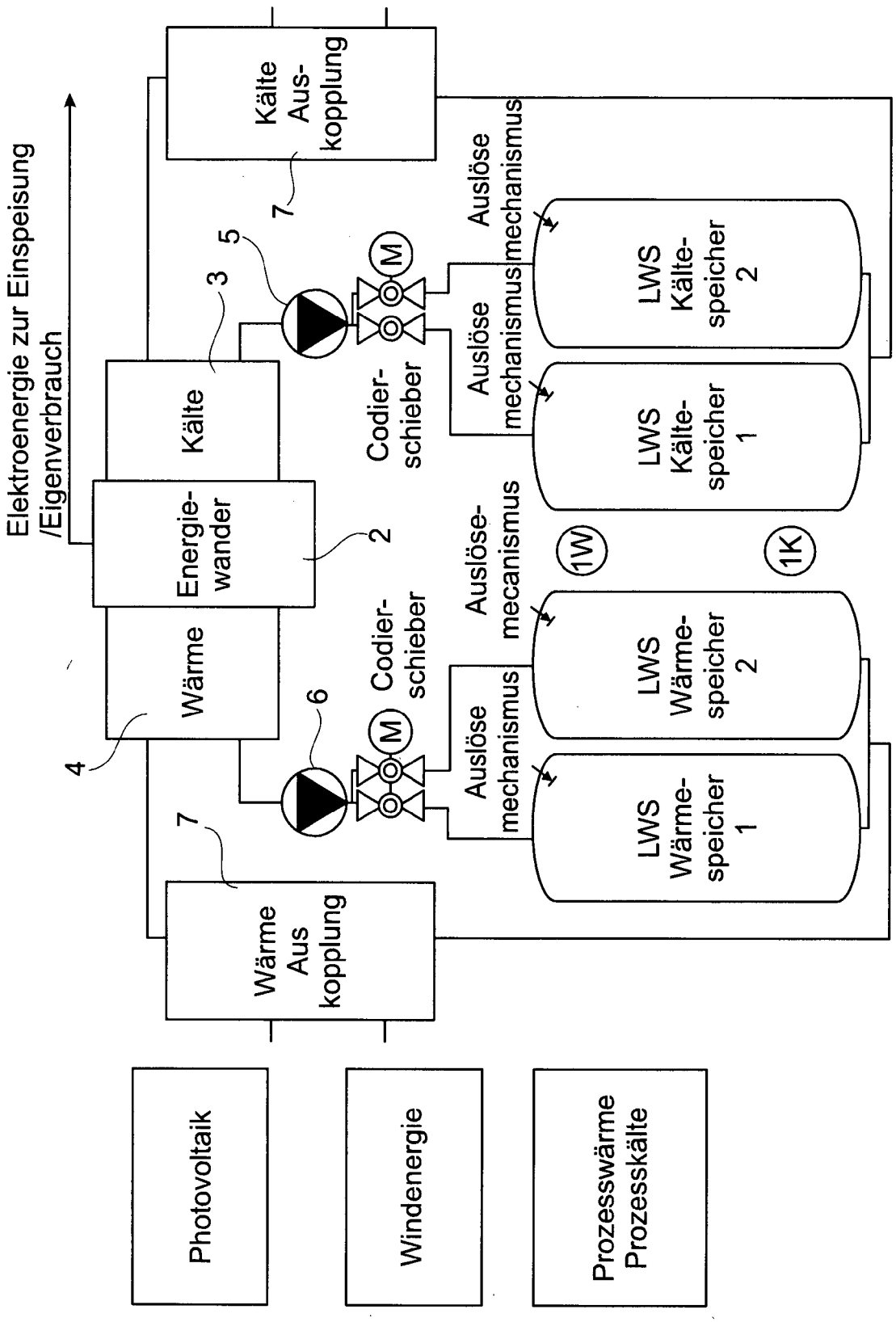



Abb. 2 Stromerzeugung aus Kälte- und Wärmeenergie

Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/EP2018/078250**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***F28D 20/00***(2006.01)i; ***F28D 20/02***(2006.01)i; ***F24D 11/00***(2006.01)i; ***H02J 3/28***(2006.01)i

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)

F28D; H02J; F24H; F24D

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 | US 2010107635 A1 (TSUBONE KENJI [JP]) 06 May 2010 (2010-05-06)<br>the whole document | 1-5,7-10,12-17 |
| X | WO 2011058383 A2 (SUNAMP LTD [GB]; FIELD JOHN [GB]; BISSELL ANDREW [GB]) 19 May 2011 (2011-05-19)<br>the whole document | 1-17 |
| X | EP 2241737 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 20 October 2010 (2010-10-20)<br>the whole document | 1,3-6,9,10,12-17 |
| X | EP 2312129 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 20 April 2011 (2011-04-20)<br>the whole document | 1,3-6,9,10,13-17 |
| A | US 4402188 A (SKALA STEPHEN F [US]) 06 September 1983 (1983-09-06)<br>abstract; figures 1-3 | 1,3-10,12-17 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **07 February 2019** | **15 February 2019** |

| Name and mailing address of the ISA/EP | Authorized officer |
|---|---|
| **European Patent Office**<br>**p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk**<br>**Netherlands**<br>Telephone No. **(+31-70)340-2040**<br>Facsimile No. **(+31-70)340-3016** | **Bloch, Gregor**<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/EP2018/078250**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| US 2010107635 A1 | 06 May 2010 | CN 101622511 A | 06 January 2010 |
| | | DE 112008000569 T5 | 07 January 2010 |
| | | JP 4650438 B2 | 16 March 2011 |
| | | JP 2008215708 A | 18 September 2008 |
| | | US 2010107635 A1 | 06 May 2010 |
| | | WO 2008108452 A1 | 12 September 2008 |
| WO 2011058383 A2 | 19 May 2011 | CN 102695924 A | 26 September 2012 |
| | | CN 105202959 A | 30 December 2015 |
| | | CN 105222204 A | 06 January 2016 |
| | | CN 105222632 A | 06 January 2016 |
| | | CN 105222633 A | 06 January 2016 |
| | | CN 105241122 A | 13 January 2016 |
| | | DK 2502004 T3 | 02 January 2018 |
| | | EP 2502004 A2 | 26 September 2012 |
| | | ES 2653566 T3 | 07 February 2018 |
| | | KR 20120117984 A | 25 October 2012 |
| | | US 2012227926 A1 | 13 September 2012 |
| | | US 2018195741 A1 | 12 July 2018 |
| | | WO 2011058383 A2 | 19 May 2011 |
| EP 2241737 A1 | 20 October 2010 | CN 102459846 A | 16 May 2012 |
| | | EP 2241737 A1 | 20 October 2010 |
| | | JP 2012523815 A | 04 October 2012 |
| | | RU 2011146040 A | 20 May 2013 |
| | | US 2012060501 A1 | 15 March 2012 |
| | | WO 2010118915 A1 | 21 October 2010 |
| EP 2312129 A1 | 20 April 2011 | CN 102575529 A | 11 July 2012 |
| | | EP 2312129 A1 | 20 April 2011 |
| | | JP 2013507559 A | 04 March 2013 |
| | | RU 2012119524 A | 20 November 2013 |
| | | US 2012222423 A1 | 06 September 2012 |
| | | WO 2011045282 A2 | 21 April 2011 |
| US 4402188 A | 06 September 1983 | NONE | |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/078250

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28D20/00 F28D20/02 F24D11/00 H02J3/28
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
F28D H02J F24H F24D

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 | US 2010/107635 A1 (TSUBONE KENJI [JP])<br>6. Mai 2010 (2010-05-06)<br>das ganze Dokument | 1-5,<br>7-10,<br>12-17 |
| X | WO 2011/058383 A2 (SUNAMP LTD [GB]; FIELD JOHN [GB]; BISSELL ANDREW [GB])<br>19. Mai 2011 (2011-05-19)<br>das ganze Dokument | 1-17 |
| X | EP 2 241 737 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH])<br>20. Oktober 2010 (2010-10-20)<br>das ganze Dokument | 1,3-6,9,<br>10,12-17 |
| X | EP 2 312 129 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH])<br>20. April 2011 (2011-04-20)<br>das ganze Dokument | 1,3-6,9,<br>10,13-17 |

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 7. Februar 2019 | 15/02/2019 |

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

2

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/078250

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| A | US 4 402 188 A (SKALA STEPHEN F [US])<br>6. September 1983 (1983-09-06)<br>Zusammenfassung; Abbildungen 1-3<br>----- | 1,3-10,<br>12-17 |

2

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/078250

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| US 2010107635 A1 | 06-05-2010 | CN 101622511 A | 06-01-2010 |
| | | DE 112008000569 T5 | 07-01-2010 |
| | | JP 4650438 B2 | 16-03-2011 |
| | | JP 2008215708 A | 18-09-2008 |
| | | US 2010107635 A1 | 06-05-2010 |
| | | WO 2008108452 A1 | 12-09-2008 |
| WO 2011058383 A2 | 19-05-2011 | CN 102695924 A | 26-09-2012 |
| | | CN 105202959 A | 30-12-2015 |
| | | CN 105222204 A | 06-01-2016 |
| | | CN 105222632 A | 06-01-2016 |
| | | CN 105222633 A | 06-01-2016 |
| | | CN 105241122 A | 13-01-2016 |
| | | DK 2502004 T3 | 02-01-2018 |
| | | EP 2502004 A2 | 26-09-2012 |
| | | ES 2653566 T3 | 07-02-2018 |
| | | KR 20120117984 A | 25-10-2012 |
| | | US 2012227926 A1 | 13-09-2012 |
| | | US 2018195741 A1 | 12-07-2018 |
| | | WO 2011058383 A2 | 19-05-2011 |
| EP 2241737 A1 | 20-10-2010 | CN 102459846 A | 16-05-2012 |
| | | EP 2241737 A1 | 20-10-2010 |
| | | JP 2012523815 A | 04-10-2012 |
| | | RU 2011146040 A | 20-05-2013 |
| | | US 2012060501 A1 | 15-03-2012 |
| | | WO 2010118915 A1 | 21-10-2010 |
| EP 2312129 A1 | 20-04-2011 | CN 102575529 A | 11-07-2012 |
| | | EP 2312129 A1 | 20-04-2011 |
| | | JP 2013507559 A | 04-03-2013 |
| | | RU 2012119524 A | 20-11-2013 |
| | | US 2012222423 A1 | 06-09-2012 |
| | | WO 2011045282 A2 | 21-04-2011 |
| US 4402188 A | 06-09-1983 | KEINE | |