



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 659 317 A5

⑤① Int. Cl.⁴: F 28 D 20/00
F 24 D 11/00
C 09 K 5/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 1754/81

⑦③ Inhaber:
Dipl.-Ing. Ludwig Ludin, Anglikon (Wohlen AG)

⑫② Anmeldungsdatum: 16.03.1981

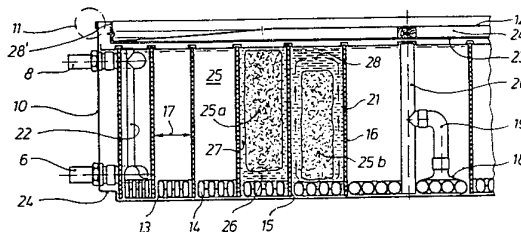
⑫④ Patent erteilt: 15.01.1987

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.01.1987

⑦② Erfinder:
Laing, Inge, Remseck 2 (DE)
Laing, Karsten, Karlsruhe (DE)
Laing, Oliver, Tübingen (DE)

⑤④ **Latentwärmespeicher.**

⑤⑦ Latentwärmespeicher mit einer bei vorgegebener Temperatur schmelzbaren Masse (25), die von Wärmeübertragern (13, 16) durchsetzt ist und gemeinsam mit diesen einen Behälter (10) füllt. Der Behälter ist als kreiszylindrisches Gefäß ausgebildet, welches so aufgestellt ist, dass die Achse des Zylinders senkrecht steht. Der Wärmeübertrager (16) ist aus langgestreckten Streifen gebildet, die spiralförmig um die vertikale Achse gewunden sind. Der Abstand (17) von Spiralgang zu Spiralgang ist so gewählt, dass die Kristallisation über die gesamte Länge gleichmäßig voranschreitet, wenn der Speicher entladen wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Latentwärmespeicher, der als zylindrischer Behälter (10) aufgebaut ist und mindestens einen von Kanälen durchzogenen Wärmeübertrager enthält, durch den ein flüssiger Wärmeträger hindurchgeleitet wird, welcher Wärmeübertrager mit einer phasenwechselnden Speichermasse im Wärmeaustausch steht und dessen Kanäle an den Enden durch die Wandung des zylindrischen Behälters hindurch nach aussen führen, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (16, 40, 41, 42, 43, 50, 51, 54) als langgestrecktes Band ausgebildet ist, welches einer um die Hochachse des Behälters (10) sich entwickelnden Spirale folgt, so dass ein Kanal zwischen den benachbarten Gängen der Spirale die Speichermasse (25) aufnimmt, wodurch über die gesamte Lade- und Entladephase eine gleichmässige Wärmeübertragung sichergestellt ist, und dass das nach aussen führende Ende des Wärmeübertragers mit einer die Wand des Behälters (10) durchsetzenden Leitung (8) kommuniziert, während das innere Ende des Wärmeübertragers mit einem Ende eines weiteren spiralförmig verlaufenden Wärmeübertragers (13) kommuniziert, und dass das andere Ende dieses zweiten Wärmeübertragers (13) mit einer zweiten die Wand des Behälters (10) durchsetzenden Rohrleitung (6) kommuniziert und dass die Füllhöhe der Speichermasse (25) annähernd der obersten Kante der Wärmeübertrager entspricht.

2. Latentwärmespeicher nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Wärmeübertrager (13) als Bodenplatte ausgebildet ist.

3. Latentwärmespeicher nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (50, 51, 54) zwei Gruppen von Kanälen (52 und 59) enthält, die zwischen drei Blechstreifen (50, 51, 54) geformt sind, von denen ein nach aussen weisender (50) mit einem gewellten (51) über Nähte (53) verbunden ist und ein nach aussen weisendes Deckblech (54) über Warzen (55) mittels Buckelschweissung mit dem gewellten Blechstreifen (51) verbunden ist.

Die Erfindung betrifft einen Latentwärmespeicher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Allen bekannten statischen Latentspeichern haftet der Nachteil an, dass ihre Kapazität mit der Zahl der Zyklen sinkt und schliesslich völlig verloren geht, da die Impfkristalle stratifizieren. Es sind deshalb Ausführungsformen geschaffen worden, bei denen die Kristallisation auf der Oberfläche von Drehrohr-Wärmetauschern erfolgt, so dass eine stetige Umwälzung der Schmelze sichergestellt ist.

Es sind ferner Latentspeicher bekanntgeworden, bei denen diese Separation durch motorisch betriebene Mischer verhindert wird. Die Einbeziehung motorisch angetriebener Umwälzeinrichtungen in den Speicheraufbau führt aber zu erhöhter Anfälligkeit, da die meisten Speichermassen stark korrosiv sind.

Es sind weiterhin Verfahren bekanntgeworden, die durch eine Fixierung gleichmässig verteilter Impfkristalle in der Schmelze eine statische Ausbildung des Speichers ermöglichen.

Dies gilt grundsätzlich für statische Speicher, von denen zwei verschiedene Grundaufbauten bekannt geworden sind. In einem Fall ist die Speichermasse in einer Vielzahl kleiner Behälter von z.B. kugelförmiger Form untergebracht, wobei der zwischen diesen Behältern verbleibende Raum vom flüssigen Wärmeträger ausgefüllt ist, so dass die Behälterumhüllung zur wärmetauschenden Wandung wird. Im zweiten Fall befindet sich die Speichermasse in einem Tank, der von wärmeträgerdurchströmten Wärmetauschelementen durchsetzt ist.

Beide Systeme weisen den gleichen Nachteil auf. Durch die Volumenzunahme beim Schmelzen der vorher kristallinen Speichermasse entstehen Nester, in denen sich extrem hohe Drücke bilden können. Die so verursachten Kräfte verformen sowohl die Behälterwand als auch die Wärmetauscher. Im Gegensatz zu Heizungssystemen kann der das Behältervolumen überschreitende Teil der Schmelze nicht in Hochbehälter eingeleitet werden, da er dort auskristallisieren würde, worauf beim Wärmeentzug in der Speichermasse Hohlräume entstehen, die ihrerseits wieder zu unkontrollierbaren Spannungen durch die Einwirkung des Atmosphärendruckes führen.

Eine weitere Schwierigkeit für den Einsatz des an sich vorteilhafteren zweiten Systems ist dadurch gegeben, dass die Speichermasse erst am Ort der Inbetriebnahme einzufüllen wäre, weil sonst die Speichergewichte zu gross würden. Dies aber erfordert kostspielige Geräte, da die Speichermasse im überhitzten, flüssigen Zustand eingefüllt werden muss, andererseits aber nicht der Luft ausgesetzt werden darf.

Die Erfindung, wie sie im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 definiert ist, weist einen Weg, mit dem die beschriebenen Nachteile überwunden werden. Die Erfindung sieht einen massegefüllten Behälter vor. Dieser ist als zylindrischer Behälter von solcher Grösse ausgebildet, dass dessen Abmessungen und Gewicht einen Einzeltransport auch in Treppenhäusern und Kellerräumen zulässt. Mehrere solcher Behälter werden am Aufstellungsort zu Speicherbatterien zusammengefügt. In jedem Behälter befindet sich mindestens ein grossflächiger, als langes Band ausgebildeter wärmeträgerdurchströmter Wärmeübertrager, der die Speichermasse in definierten Abständen durchsetzt und in Form einer Spirale mit vertikal verlaufender Achse ausgebildet ist, wodurch eine gleichmässige Wärmeübertragung sichergestellt ist. Die Steigung der Spirale ist nicht notwendigerweise konstant, sondern wird vorteilhafterweise so gewählt, dass beginnend vom Eintritt des Wärmeübertragers bis zum Austritt die zwischen zwei benachbarten Windungen eingeschlossene Speichermassenschicht in ihrer Stärke stets abnimmt, so dass der seit Eintritt in den Wärmeübertrager bereits teilweise abgekühlte Wärmeträger, dessen Wärmeinhalt kleiner geworden ist, auch eine entsprechend dünnere Speichermassenschicht vorfindet.

Der Grad der Verringerung des Abstandes von Windung zu Windung wird so gewählt, dass sich das Produkt aus Wärmeleitfähigkeit und Eindringtiefe des Wärmestromes proportional mit der Temperaturabnahme des aufladenden Wärmeträgers ändert. Durch diese Massnahme ist sichergestellt, dass der Speichermasseninhalt eines Speicherbehälters in allen Bereichen im gleichen prozentualen Verhältnis, bezogen auf den Abstand des bandförmigen Wärmeübertragers voneinander, aufschmilzt, bis mitten zwischen zwei benachbarten Spiralgängen nur noch eine dünne Wand aus kristalliner Speichermasse verbleibt, die dann auch über die gesamte Länge zur gleichen Zeit aufgeschmolzen wird. Für jeden Ladezustand herrscht dadurch eine aktive Wärmeübertragung über die gesamte Oberfläche des Wärmeübertragers. Da die Haftung der kristallinen Speichermasse an den Wärmeübertragerflächen unmittelbar nach Aufnahme der Ladung durch Bildung einer Schmelzschicht unterbrochen wird, können sich die gefürchteten Kräfte durch örtliche Volumenzunahme nicht ausbilden, denn die überschüssige Schmelze steigt am Wärmeübertrager nach oben und sammelt sich dort.

Die Enden der Kanäle in den Wärmeübertragern sind mit Rohrelementen verbunden, die durch die Behälterwandung hindurch nach aussen führen, wie im Patentanspruch definiert.

Der Speicher gemäss der Erfindung eignet sich für alle Speichermassen, die keine durch Dichteunterschiede der Komponenten der Speichermasse bedingte Entmischung erfahren. Sollen dagegen Speichermassen eingesetzt werden, die eine Tendenz zu Separation zeigen, so tritt die weitere Aufgabe hinzu, die schwereren Schichten der Schmelze ohne motorisch angetriebene Einrichtungen in die höchsten, leichtesten Schichten der separierten Schmelze zu fördern, wodurch die gewünschte Wiedervermischung erfolgt. Dies wird durch Ausnutzung der Schmelze und der kristallinen Phase in folgender Weise erreicht:

Bei Speichermassen mit niederviskosen Schmelzen bildet sich in allen Bereichen des Behälters praktisch gleichzeitig nach fast völliger Aufschmelzung durch die von den Wärmeübertragerflächen abgegebene Wärme ein Temperaturanstieg in unmittelbarer Nähe des Wärmeübertragers. Der Verlauf des Temperaturgradienten zwischen benachbarten Windungen löst eine Doppeltorusströmung aus, die zu einer innigen Rückmischung der gesamten Schmelze führt.

Vorteilhafterweise werden mehrere Speicher von unterschiedlicher Schmelztemperatur so aufeinandergeschichtet, dass der Speicher mit der höchsten Arbeitstemperatur am tiefsten steht und dass die Arbeitstemperaturen bei den höher gelegenen Speichern abnehmen. Dadurch erfolgt eine Aufheizung des Bodens des jeweils höher angeordneten Speichers. Hierdurch wird für alle über dem untersten Speicher angeordneten Speicher bewirkt, dass die Aufschmelzung im höchsten Bereich der kristallinen Masse erst dann erfolgt, wenn im unteren Bereich ein erheblicher Anteil der Speichermasse bereits aufgeschmolzen ist. Durch diese Anordnung bilden sich während der Aufladung des Speichers neben einer relativ dicken Schmelzzone unterhalb des im jeweils oberen Bereich noch festhängenden kristallinen Körpers von unten nach oben dünner werdende Schmelzonen längs der vertikalen Wärmeübertrager-Wandungen aus, bis schliesslich auch die über das Wärmeübertragerniveau hinausragende Schicht schmilzt. Erst wenn die Schmelzfront das höchste Niveau der Speichermassenfüllung erreicht hat, wird die Fixierung des Festkörpers an den Wärmeübertragern vollends aufgehoben. Der spezifisch schwerere kristalline Kern stürzt daraufhin nach unten und verdrängt die dort befindliche Schmelze über das Niveau des kristallinen Restes. Die sich bei längerwährenden Ladezuständen einzustellende Verschiebung der Dichte, z.B. durch Anreicherung der bodennahen Schmelze mit Anhydrit wird durch die Förderung von Schmelze vom tiefsten Niveau zum höchsten Niveau wieder aufgehoben. Hierdurch ist eine Wiederherstellung der gleichmässigen Konzentration der Schmelze und eine homogene Verteilung vorher abgesunkener oder aufgestiegener Impfkristalle sichergestellt.

Die Entladung der Speicher erfolgt vorteilhaft mit gegenseitiger Durchströmung des Wärmeübertragers. Ist aber gleichzeitige Ladung und Entladung vorgesehen, so werden bevorzugt zwei Wärmekreisläufe vorgesehen. Bei entsprechend druckfester Ausbildung ist dann der Wärmeübertrager gleichzeitig als Verdampfer oder Verflüssiger einer Wärmepumpe einsetzbar.

Die Erfindung soll anhand von konstruktiven Lösungen beschrieben werden.

Fig. 1 zeigt mehrere zu einer Speicherbatterie zusammengefasste Latentwärmespeicher im vertikalen und horizontalen Schnitt.

Fig. 2 zeigt einen Latentwärmespeicher im vertikalen und horizontalen Schnitt, der neben einem vertikal verlaufenden Wärmeübertrager einen horizontal angeordneten Wärmeübertrager besitzt.

Fig. 3 zeigt die Ausbildung des Verbindungsfalzes zwischen Deckel und Behälter.

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch ein extrudierbares Wärmeübertragerelement eines ZweikreisSpeichers.

Fig. 5 zeigt ein gleichartiges Element in Blechausführung.

Fig. 6 zeigt einen Latentspeicher, dessen Wärmeübertrager gleichzeitig den Verflüssiger einer Wärmepumpe bildet.

Fig. 1 zeigt eine Speicherbatterie mit Isolation. Diese besteht aus mehreren Speichern, die aufeinander gestapelt sind. Wenn unterschiedliche Temperaturen gefordert werden und die Schmelze zähflüssig ist, wird der Speicher 1' mit der höchsten Arbeitstemperatur zuunterst angeordnet, es folgen die mit niedrigeren Temperaturen. Bei niederviskosen oder thixotropen Schmelzen werden die Speicher mit der geringeren Arbeitstemperatur unter die mit höherer installiert. Vorteilhaft wird dann die Gruppe 1', 1, 1, 1 durch eine Isolierschicht 2 von einer weiteren Gruppe von Speichern 3, 3 getrennt, die Speichermassen mit einer höheren Schmelztemperatur als die tieferliegenden enthalten. Die Speicher 1 sind auf einer Glasschaumplatte 4 aufgestellt, die so gebildete Säule ist von einer Isolierschicht 5 umgeben. Die Eintrittsstutzen 6 sind durch die Rohrleitung 7 und die Austrittsstutzen 8 durch Rohrleitungen 9 miteinander verbunden, so dass die Wärmeübertrager der einzelnen Speicher parallel zueinander durchströmt werden.

Fig. 2 zeigt einen Latentwärmespeicher bestehend aus dem zylindrischen Behälter 10, der über einen Falz 11 durch den Deckel 12 dicht verschlossen wird. Die Behälter sind durch den Vorsprung 28' und den Einschnürungsbereich 24, die ineinander passen, gegen radiales Verschieben gesichert. Durch den kegelförmigen Deckel 12 wird der Boden des nächsthöheren Speichers abgestützt. Im Boden ist ein kreisförmiger Wärmeübertrager 13 angeordnet, der parallel zueinander verlaufende und parallel geschaltete Kanäle 14 aufweist, zwischen denen Rillen 15 verlaufen, in welche ein Wärmeübertrager, der als zu einer Spirale verformte Doppelstegplatte 16 ausgebildet ist, hineinragt. Der Eintrittsstutzen 6 kommuniziert mit dem kreisförmigen Wärmeübertrager 13, dessen Kanalquerschnitt trotz unterschiedlicher Steigung 17 der spiralig verlaufenden Doppelstegplatte 16 stets gleich bleibt, so dass die axiale Erstreckung der Kanäle 14 nach aussen hin zunimmt. Die Kanäle dieses Wärmeübertragers (13) sind mit dem Sammler 18 verbunden, der über einen Rohrbogen 19 mit dem Sammelrohr 20 des aus der Doppelstegplatte 16 bestehenden Wärmeübertragers kommuniziert.

Dieses Sammelrohr (20) verteilt die Wärmeträgerströmung gleichmässig, so dass sämtliche Kanäle 21 der Doppelstegplatte 16 gleichmässig durchströmt werden. Am Ende der spiraligen Doppelstegplatte, deren Spiralsteigung nach aussen hin abnimmt, ist wiederum ein Sammelrohr 22 angeordnet, dessen Inneres über den Austrittsstutzen 8 durch die Wandung des Behälters 10 hindurchführt. Die Speichermasse ragt einige mm über den Oberrand der Doppelstegplatte 16 hinaus. Sobald Wärmeträgerflüssigkeit mit einer oberhalb der Schmelztemperatur der Masse 25 liegenden Temperatur der beiden Wärmeübertrager durchströmt, erfolgt eine starke Abschmelzung im Bereich 26 und eine weit weniger starke Abschmelzung im Bereich 27. Sobald der Speichermassenkern 25a keine feste Verbindung zur spiralig verformten Doppelstegplatte 16 mehr hat, fällt er plötzlich in die Position 25b. Während vorher nur eine sehr kleine, der Wärmeausdehnung entsprechende Menge der Schmelze längs der Wandung der Stegplatte 16 nach oben gedrungen ist, wird durch dieses Herabfallen die gesamte darunter befindliche Schmelze im Bereich 26 in den Bereich 28 verdrängt. Hierdurch gelangt ein gleichgrosses Volumen der geschmolzenen Speichermasse in den oberen Bereich und

vermischt sich mit der dort befindlichen Schmelze, die spezifisch leichter ist.

Figur 3 zeigt die stufenweise Ausbildung des Falzes 11 zwischen dem Topf und dem Deckel des Behälters 10.

Fig. 4 zeigt ein Extrusionsprofil aus Kupfer oder Aluminium, bei dem zwei Kanäle 40 und 41 durch eine Wandung 42 voneinander abgetrennt sind, wobei ferner die Rippen 43 zur Wärmeübertragung zur Speichermasse hin dienen. Zwischen den gestrichelten Linien 44 können die Kanäle 40 und 41 voneinander getrennt werden, die verbleibenden Wandelemente haben dann dieselbe Wandstärke wie die übrigen Wandbereiche der Kanäle 40 und 41. Zusätzlich werden die beiden Rippen 43 und 43' im Endbereich abgesägt und die Kanäle so aufgedornt, dass Rundrohrstücke entstehen.

Fig. 5 zeigt eine Ausbildung eines Doppelwärmeübertragers, dessen frigengefüllte Kanäle 52 aus dem Blechstreifen 50 und dem durch Rollformung hergestellten gewellten Blechstreifen 51 bestehen, die beide längs der Nähte 53 miteinander rollnahtverschweisst sind. Diese Einheit wird mit einem Deckblech 54 durch Buckelschweissen verbunden. Hierzu sind in regelmässigen Abständen Warzen 55 in das Deckblech 54 eingeprägt. An der Umrandung laufen die Bereiche 50, 51 und 54 zusammen und sind längs des Wärmeübertragers durch eine Rollnaht 56 miteinander verbunden. Der Sammler 57 dient als Wasserzuführung. Das Wasser tritt durch ausgestanzte Öffnungen 58 in die Wasserkkanäle 59 ein. Der Sammler 60 für Frigen ist als Schmiedestück ausgebildet und längs der Peripherie 61 mit den Blech-

streifen 50, 51 und 54 verschweisst. Der Bereich 62 verläuft verjüngend und folgt der Kontur des Blechstreifens 50 und ist ebenfalls mit diesem verschweisst.

Fig. 6 zeigt einen Speicher mit zwei übereinanderliegenden 5 Spiralen aus dem Wärmeaustauscherprofil gemäss Fig. 4. Einer der Kanäle 40 oder 41 kann der Verflüssigung oder auch der Verdampfung von Frigen dienen. Der Speicher wird damit zum integralen Bestandteil einer Wärmepumpe. Die Spirale ist so gewickelt, dass der Einlauf im Bereich des 10 Sammlers 60 erfolgt. Die Steigung 61' der Spirale nimmt zum Rand hin ab, alsdann springen die Kanäle 40 und 41 in die darunterliegende Ebene, wodurch die Steigung der Spirale weiterhin, diesmal von aussen nach innen, abnimmt.

Vorteilhaft werden zwei dieser Speicher in Reihe 15 geschaltet, wobei die Speichermassen eine unterschiedliche Schmelztemperatur, z.B. 34°C und 47°C aufweisen. Bei geringerem Wärmebedarf schaltet ein Ladebegrenzer die Wärmepumpe ab, so dass die Kondensation des Arbeitsmediums bei 34°C erfolgt. Steigt der Wärmebedarf, so wird die 20 Wärmepumpe durch den Ladebegrenzer des 47°-Speichers abgeschaltet, nunmehr wird zuerst der 34°-Speicher aufgeladen, danach der 47°-Speicher. Bei der Entladung wird der Rücklauf des Wärmeträgers zuerst durch den 34°-Speicher, danach durch den 47°-Speicher geleitet. Bei einem dazwi- 25 schen liegenden Wärmebedarf erfolgt die Wärmeentnahme bevorzugt aus dem 34°-Speicher, während der 47°-Speicher jeweils nur impulsartig mit einem vom Wärmebedarf abhängigen Impuls-Pausenverhältnis zugeschaltet wird.

