

(19)



(11)

**EP 3 135 792 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.12.2018 Patentblatt 2018/51**

(51) Int Cl.:  
**C23C 10/24** (2006.01) **C23C 10/22** (2006.01)  
**F28F 19/06** (2006.01) **F24D 17/00** (2006.01)  
**F28D 9/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16186063.0**

(22) Anmeldetag: **28.08.2016**

**(54) VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG EINES PLATTENWÄRMEÜBERTRAGERS**

A METHOD FOR COATING A PLATE HEAT EXCHANGER

PROCÉDÉ DE REVÊTEMENT D'UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR À PLAQUES

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **28.08.2015 DE 102015114433**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.03.2017 Patentblatt 2017/09**

(73) Patentinhaber: **PEWO Beteiligungs GmbH  
02979 Elsterheide (DE)**

(72) Erfinder: **Petrick, Egbert  
02979 Elsterheide, (DE)**

(74) Vertreter: **Weissfloh, Ingo  
Prellerstrasse 26  
01309 Dresden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-T2- 69 513 691 JP-A- 2000 079 069**

**EP 3 135 792 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Bei der zentralen Versorgung von Wohnhäusern oder Wohnungen mit warmen Trinkwasser besteht regelmäßig das Problem, dass dieses Trinkwasser von Keimen wie insbesondere die Legionellen zu befreien ist oder dass diese weitestgehend beseitigt oder minimiert werden. Die bei der Warmwasserbereitung eingesetzten Wärmeübertrager, insbesondere Plattenwärmeübertrager besitzen je nach Schaltungsaufbau den Nachteil, dass in diesen sekundärseitig oder trinkwasserseitig, unter für die Keimbildung günstigen Temperaturbedingungen, das Wasser während einer Wasserzapfpause oder einer Zirkulationspause stagniert oder zum Stehen kommt, so dass die Strömung für längere oder bestimmte Zeit unterbrochen wird, jedoch primärseitig oder auf der Heizmedienseite warmes oder heißes Heizmedium den Plattenwärmeübertrager passiert und somit zu einer steten Erwärmung bzw. zu einem Erhalt einer ungünstigen Temperatur führt. Aber auch bei einer vorhandenen Strömung durch den Plattenwärmeübertrager ist es nicht ausgeschlossen, dass sich Keimherde bilden oder das Keime durch den Plattenwärmeübertrager geschwemmt werden und geneigt sind, sich in diesem anzulagern.

**[0002]** Zur Vermeidung von Keimen im Trinkwasser sind bereits unterschiedlichste Verfahren bekannt, welche neben Temperierung auf eine die Keime abtötende Temperatur, die Behandlung des Trinkwassers mit Chemikalien oder UV-Licht vorsehen. Nachteilig hieran ist, dass diese Verfahren neben einem komplizierten Schaltungsaufbau die Wassereigenschaften beeinflussen und zudem langfristig den Schaltungsaufbau durch beispielsweise Ausfällung von Kalk und dessen Ablagerung gefährden, wodurch die Ansiedlung von Keimen begünstigt wird. Die bekannten Verfahren und Vorkehrungen sind insofern ungünstig, dass zusätzlicher konstruktiver Aufwand betrieben wird.

**[0003]** Weiterhin ist darüber hinaus die keimmindernde Wirkung von Silber bekannt. Bekannt ist bereits, dass versilbertes Gewebe oder ein versilbertes Drahtgeflecht in Trinkwasserleitungen eingebracht und vom Trinkwasser umspült wird. Dabei soll das Trinkwasser aufgrund der antimikrobiellen Eigenschaften des Silbers von Keimen befreit werden. Nachteilig hierbei ist, dass durch das eingebrachte Gewebe oder Geflecht der Rohrquerschnitt nicht unerheblich verringert, wodurch einerseits größere Rohrquerschnitte oder andererseits ein erhöhter Förderdruck erforderlich sind.

**[0004]** Offenbart sind jedoch auch aus der DE 69513691 T2 Wärmeübertrager, welche an den Innenfläche mit Zinn oder Silber beschichtet werden, wobei einerseits entsprechend flüssiges Zinn und andererseits entsprechend eine Silbernitrat-Lösung durch den Wärmeübertrager zirkuliert. Das überschüssige flüssige Zinn wird ausgeblasen. Die Reste der Silbernitrat-Lösung werden verdampft, um das Silber anzulagern. Dafür wird der Wärmeübertrager auf eine Temperatur von 800 Grad Celsius erhitzt. Bekannt wurde dieses Verfahren vor dem

Hintergrund, kupfergelötete Wärmeübertrager zu schaffen, welche unempfindlich gegen aggressive Chemikalien, wie Ammoniak, sind. Nachteilig an dem Verfahren ist der Hohe Energieeintrag, um die Reste der Silbernitrat-Lösung verdampfen zu lassen.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Beschichtung eines Plattenwärmeübertragers mit Silber zu schaffen, welches einfach, günstig und zuverlässig umzusetzen ist und zudem eine Keimminde-  
5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

rung an der Innenoberfläche des Plattenwärmeübertragers ermöglicht und zudem eine Verwendung von versilberten Plattenwärmeübertrager in der Trinkwassererwärmung vorsieht.  
**[0006]** Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst, indem bei dem Verfahren zur inneren Beschichtung eines mittels Kupfer gelöteten Plattenwärmeübertragers das die Beschichtung bildende Material eine wässrige Silbernitrat-Lösung ist und diese in mindestens einem Plattenwärmeübertrager geleitet wird und durch diesen zirkuliert, um in das Kupfer zu diffundieren und anschließend wieder aus dem Wärmeübertrager geleitet wird, wobei die Silbernitrat-Lösung den mindestens einen Plattenwärmeübertrager in wechselnder Strömungsrichtung durchströmt. Hierbei wird erreicht, dass auch bei einer niedrigkonzentrierten oder durch Benutzung geschwächten Silbernitrat-Lösung eine ausreichend hohe Diffusionsrate des Silbers in das Kupfer gegeben ist. Um zuverlässig zu vermeiden, dass bei gleichgerichteter Durchströmung am jeweiligen Strömungsvorlauf eine zu intensive Beschichtung erfolgt und am jeweiligen Strömungsrücklauf des Plattenwärmeübertragers eine gegebenenfalls niedrigkonzentrierte oder durch Benutzung geschwächten Silbernitrat-Lösung zu einer mangelhaften Beschichtung führt, ist es von Vorteil, die Strömungsrichtung zu wechseln.

**[0007]** Eine vorteilhafte Anwendung eines Plattenwärmeübertragers mit einer Silberbeschichtung an der Innenoberfläche ist jene als Wärmeübertrager für die Trinkwassererwärmung und für die Keimminderung des Trinkwassers, da sich hierbei der zur Verfügung stehende Querschnitt des Plattenwärmeübertragers zur Wasserdurchleitung nahezu nicht verringert und zudem die konstruktionsbedingten und gewollten Turbulenzen in Plattenwärmeübertrager beim Durchströmen des Trinkwassers zur einer mehrfach wiederholten Berührung des Wasser mit der versilberten Innenoberfläche kommt und sich damit die antimikrobielle Wirkung des Silbers zuverlässig entfalten kann. Auch bei Stagnation der Zirkulation werden Keimbildungen vermieden. Zudem wird die Anlagerung oder Ablagerung von Keimen verhindert. Neben der antimikrobiellen Wirkung kommt es zu einer Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des mit Kupfer gelöteten Wärmeübertragers gegenüber dem Trinkwasser.

**[0008]** Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 13 dargestellt. Eine erfindungsgemäße Verwendung ist in Anspruch 14 definiert.

**[0009]** Indem zwei oder mehr Plattenwärmeübertrager in Reihe und/oder parallel geschaltet werden, lassen sich

mehrere Plattenwärmeübertrager zeitgleich beschichten. Dabei sind die jeweiligen Strömungsverhältnisse, die Größen der zu beschichtenden Innenoberflächen sowie Volumina der jeweiligen Plattenwärmeübertrager zu berücksichtigen, damit die Zirkulation der Silbernitrat-Lösung gleichermaßen durch alle Plattenwärmeübertrager erfolgt.

**[0010]** Vorteilhaft erfolgen die Wechsel der Strömungsrichtung der Silbernitrat-Lösung durch den Plattenwärmeübertrager nach Zeit und/oder nach Volumen gesteuert. Hierdurch wird erreicht, dass die Beschichtung mit Silber bedarfsgerecht und in Abhängigkeit der Silbernitratkonzentration zuverlässig erfolgt. Bevorzugt wird der Volumenstrom bei mehr als einem Plattenwärmeübertrager berücksichtigt, damit die Beschichtung eines jeden Plattenwärmeübertragers unabhängig von der Verschaltung für die Beschichtung sowie unabhängig von der Lage in der Verschaltung zuverlässig erfolgt, indem eine zumindest ausreichende Menge der Silbernitrat-Lösung durch die jeweiligen Plattenwärmeübertrager strömt.

**[0011]** Indem eine Zirkulationspause der Silbernitrat-Lösung bei der wechselnden Strömungsrichtung erfolgt, erhöht sich die Ionenwanderung und damit der Grad der Beschichtung.

**[0012]** In einer Weiterbildung werden die Reste der Silbernitrat-Lösung mittels eines Gases oder Gasgemisches ausgeblasen und/oder mittels Wasser oder einer wässrigen Lösung ausgespült, wobei das Ausblasen und/oder Ausspülen des oder der Plattenwärmeübertrager/s einzeln und/oder als Reihe erfolgt. Hierbei wird erreicht, dass der Plattenwärmeübertrager nach dem Beschichtungsvorgang sofort sauber und einsetzbarer ist. Besondere hochthermische Behandlungen können unterbleiben, wodurch das Verfahren sehr vereinfacht wird.

**[0013]** Indem die Silbernitrat-Lösung während des Zirkulierens auf eine Temperatur von 15 bis 99 Grad Celsius erhitzt wird, wird der Ionenaustausch bzw. Ionenübergang hin zum Kupfer begünstigt.

**[0014]** Indem in einer vorteilhaften Weiterbildung das Gas oder Gasgemisch, beispielsweise aus Stickstoff, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoffen, Edelgasen und/oder Wasserstoff besteht, wird vermieden, dass es beim Ausblasen zu Reaktionen oder Wechselwirkungen mit dem Silber der Silberbeschichtung kommt.

**[0015]** Vorteilhaft wird das Gas oder Gasgemisch vorgewärmt oder erhitzt, wobei das Gas oder Gasgemisch auf eine Temperatur von zwischen 15 und 200 Grad Celsius erhitzt wird. Hierdurch erfolgt neben der Entleerung auch eine innere Trocknung des Plattenwärmeübertragers, wodurch Wasserrückstände bzw. Silbernitrat-Lösungsrückstände zuverlässig vermieden werden.

**[0016]** Nach einer Weiterbildung verbleibt der Plattenwärmeübertrager nach dem Löten bis zum Einleiten der Silbernitrat-Lösung in einer von gegenüber dem Kupfer oxidativen und/oder korrosiven Gasen befreiten Schutzumgebung oder wird der Innenraum des Plattenwärmeübertragers von gegenüber dem Kupfer oxidativen

und/oder korrosiven Gasen abgeschottet. Hierdurch wird eine Passivierung durch Korrosion oder Oxidation der Kupferschicht vermieden, welche die Ionenwanderung des Silbers beeinträchtigen würde. Eine zuverlässige Beschichtung wird durch diese Abschottung begünstigt.

**[0017]** Indem sich der Plattenwärmeübertrager insbesondere nach der Durchströmung mit der Silbernitrat-Lösung in einem Vakuumofen und/oder Lötöfen befindet, wird durch eine Erwärmung ein aufschmelzen bewirkt, welches die Verbindung bzw. Legierung zwischen Silber und Kupfer festigt.

**[0018]** Vorteilhaft ist dabei die Temperatur im Vakuumofen und/oder Lötöfen zwischen 800 Grad Celsius und 1100 Grad Celsius eingestellt. Hierdurch wird zuverlässig das Aufschmelzen erreicht. Bei gleichzeitigem Vakuum bleibt der Verbund der Platten des Plattenwärmeübertragers erhalten.

**[0019]** Indem der Druck im Vakuumofen und/oder Lötöfen zwischen 0,3 bar und 2 bar eingestellt wird, bleibt der Verbund der Platten des Plattenwärmeübertragers zuverlässig erhalten. Zudem erfolgt die weitest gehende Minimierung an reaktiven sowie oxidativen Gasen im Vakuumofen.

**[0020]** Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden näher beschrieben.

**[0021]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur inneren Beschichtung eines mittels Kupfer gelöteten Plattenwärmeübertragers wird eine wässrige Silbernitrat-Lösung in und durch mindestens einen Plattenwärmeübertrager geleitet. Die Silbernitrat-Lösung zirkuliert durch den mindestens einen Plattenwärmeübertrager, damit die Silber-Ionen im ausreichenden Umfang in das Kupfer diffundieren. Nachdem die Silbernitrat-Lösung über einen bestimmten Zeitraum durch den Plattenwärmeübertrager zirkuliert ist, wird diese anschließend wieder aus dem Wärmeübertrager geleitet. Während der Zirkulation durchströmt die Silbernitrat-Lösung den mindestens einen Plattenwärmeübertrager in wechselnder Strömungsrichtung. Hierfür wird beispielsweise eine Zirkulationspumpe betrieben, wobei für eine wechselseitige Strömungsrichtung die Förderrichtung der Pumpe jeweils umgeschaltet wird. Durch die wechselseitige Strömungsrichtung wird vermieden, dass es durch die bei der Benutzung einhergehende Schwächung der Silbernitrat-Lösung zu einer unzureichenden Beschichtung des in der Reihe am Ende liegenden Plattenwärmeübertragers kommt.

**[0022]** Wenn von der Durchströmung eines Plattenwärmeübertragers gesprochen wird, bezieht sich dies auf zumindest den plattenförmigen Innenraum des Plattenwärmeübertragers, der zumindest zwei Anschlüsse besitzt, durch welche im regulären Betrieb zumindest eines der jeweiligen Wärmeübertragermedien und bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Silbernitrat-Lösung in den Plattenwärmeübertrager geführt wird und diesen wieder verlässt.

**[0023]** Die wechselnde Strömungsrichtung geht beispielsweise zudem mit einer Zirkulationspause einher,

in welcher die Silbernitrat-Lösung innerhalb der Anordnung der Plattenwärmeübertrager zum Stillstand kommt. Diese Länge und Häufigkeit der Zirkulationspause richtet sich beispielsweise nach der Konzentration des in Wasser gelösten Silbernitrates und nach der Umgebungstemperatur und begünstigt die Ionen-Wanderung bzw. den Ionen-Austausch.

**[0024]** Vorgesehen ist, dass beispielsweise mehrere Plattenwärmeübertrager in Reihe geschaltet und von der Silbernitrat-Lösung durchströmt werden. Dieser einfache Aufbau ermöglicht die innere Beschichtung, ohne dass zusätzliche hydraulische Maßnahmen erforderlich werden, wie sie beispielsweise bei einer Parallelschaltung von Plattenwärmeübertragern, insbesondere unterschiedlicher Größe erforderlich wären. Bei einer Reihenschaltung der Plattenwärmeübertrager ist es unerheblich, welche Ausbaustufen die jeweiligen Plattenwärmeübertrager haben, da die Durchströmung anordnungsbedingt erzwungen wird. Je größer jedoch die Plattenwärmeübertrager sind, umso größer muss die Strömungsgeschwindigkeit der Silbernitrat-Lösung sein, damit die vollständige Durchströmung an alle Bereiche innerhalb des jeweiligen Plattenwärmeübertragers erfolgt. Die Angabe der Größe des Plattenwärmeübertragers ist unter anderem eine Aussage darüber, aus wie vielen Platten der Plattenwärmeübertrager sich zusammensetzt und welches Volumen er besitzt. Zur Vereinfachung des Verfahrens sollten jedoch annähernd gleich große Plattenwärmeübertrager zusammengeschaltet werden, um etwaige Durchströmungsdefizite zu vermeiden.

**[0025]** Eine parallele Anordnung der Plattenwärmeübertrager lässt sich nach dem Tichelmann-System, auch Tichelmannschen Rohrführung genannt, umsetzen. Nach dem Tichelmann-System werden in diesem konkreten Anwendungsfall Rohre oder Rohrleitungen von einer Pumpe oder einen Reservoir-Tank oder -Behälter mit Pumpe hin zu einer Vielzahl von parallel angeordneten Plattenwärmeübertragern und zurück in einer Ringverlegung so geführt, dass die Summe der Längen von Hinleitung und Rückleitung bei jedem Plattenwärmeübertrager etwa gleich ist. Plattenwärmeübertrager mit einer kurzen Hinleitung haben eine lange Rückleitung und umgekehrt. Damit wird erreicht, dass alle Plattenwärmeübertrager etwa gleichen Druckverlusten ausgesetzt sind und sich damit gleiche Volumenströme einstellen, auch wenn keine Regelventile verwendet werden.

**[0026]** Wie beschrieben erfolgt ein Wechsel der Strömungsrichtung der Silbernitrat-Lösung. Dieser Wechsel lässt sich nach Zeit sowie nach Volumen steuern. Auch hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Silbernitrat-Lösung zumindest jeden Bereich des freiliegenden Kupferlotes an oder auf der inneren Oberfläche des jeweiligen Plattenwärmeübertrager in der erforderlichen Zeit und Intensität erreicht, um die geforderte Beschichtung zu ermöglichen. Daher erfolgen die Wechsel der Strömungsrichtung der Silbernitrat-Lösung nach Zeit bzw. nach Volumen, so dass beispielsweise das gesamte Vo-

lumen der Anordnung der Plattenwärmeübertrager einschließlich der erforderlichen Verrohrung und der Pumpen beispielsweise mindestens zweimal zirkuliert. Diese Angabe ist jedoch auch stark von der jeweiligen Konzentration der Silbernitrat-Lösung abhängig. So kann es erforderlich sein, dass die Silbernitrat-Lösung beispielsweise nur einmal oder aber mindestens fünfmal zirkuliert, weil die Plattenwärmeübertrager beispielsweise einerseits eine kleine Baugröße besitzen und die Silbernitrat-Lösung noch unbenutzt ist oder aber andererseits die Silbernitrat-Lösung bereits vielfach genutzt wurde und nur noch eine geringe Konzentration an Silber-Ionen besitzt.

**[0027]** Ein vereinfachtes Verfahren wird ermöglicht, wenn die Silbernitratlösung nur in den Plattenwärmeübertrager eingefüllt wird und in diesem bewegungsfrei oder zumindest bewegungsarm verbleibt. Damit entfällt die Zirkulation, welche je nach Pumpenaufbau eine Schwächung der Silbernitratlösung bewirken würde.

**[0028]** In einer Weiterführung dieses Ausführungsbeispiels lässt sich der Plattenwärmeübertrager leicht erwärmen, wodurch eine eigenständige Konvektion der Silbernitratlösung innerhalb des Plattenwärmeübertragers ermöglicht wird. Ein nach Möglichkeit blasenfreie Erwärmung auf etwa 70 Grad Celsius ist zu bevorzugen. Gleichwohl sind auch niedrigere und höhere Temperaturen nicht ausgeschlossen.

**[0029]** Zusätzlich lässt sich die Silbernitrat-Lösung während des Zirkulierens auf eine Temperatur von 15 bis 99 Grad Celsius erhitzen. Bevorzugt ist eine Temperatur von 18 bis 25 Grad Celsius und besonders bevorzugt eine Temperatur von 20 bis 22 Grad Celsius. Höhere Temperaturen von über 99 Grad Celsius sind denkbar, sie bewirken jedoch die Dampfbildung bei einem offenen Zirkulationssystem und bei einem geschlossenen Zirkulationssystem eine Druckerhöhung mit einhergehender Temperaturerhöhung in der Gesamtanordnung der jeweils zu beschichtenden Plattenwärmeübertrager.

**[0030]** Nachdem die Silbernitrat-Lösung in der erforderlichen Zeit und Intensität die innere Oberfläche des jeweiligen Plattenwärmeübertragers, insbesondere des Kupfers durch Ionenwanderung des Silbers beschichtet hat, wird die Silbernitrat-Lösung aus dem oder den Plattenwärmeübertragern abgeleitet. Die verbleibenden Reste der Silbernitrat-Lösung sind zu entfernen. Dies erfolgt auf unterschiedliche Weise. Einerseits ist es vorgesehen, dass diese Reste mittels eines Gases oder Gasgemisches ausgeblasen werden. Das Gas oder Gasgemisch kann beispielsweise aus Stickstoff, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoffen, Edelgasen und/oder Wasserstoff bestehen. Bei der Wahl des jeweils eingesetzten Gases oder Gasgemisches ist vorzugsweise darauf zu achten, dass die Gase weder mit den Materialien des Plattenwärmeübertragers, beispielsweise dem Silber, dem Edelstahl und wenn verbleibend noch vorhanden mit dem Kupfer, noch mit dem jeweiligen das Gasgemisch bildenden Gas reagieren oder ein reaktives Gemisch bilden. Mittels Stickstoff ist beispielsweise ein geeignetes Gas gegeben, welches gegenüber den üblicherweise einge-

setzten Materialien der Plattenwärmeübertrager nicht reaktiv ist. Mittels des Stickstoffes lassen sich aus dem jeweiligen Innenraum des Plattenwärmeübertragers die Reste der Silbernitrat-Lösung herausblasen. Das jeweilige Gas oder Gasgemisch sollte jedoch gegenüber bzw. mit der Silbernitratlösung keine Reaktion bewirken.

**[0031]** Andererseits ist es vorgesehen, dass Reste der Silbernitrat-Lösung mittels Wasser oder einer wässrigen Lösung ausgespült werden. Dabei kommt beispielsweise ein entkalktes Wasser zum Einsatz. Auch geeignete Reinigungsflüssigkeiten oder Neutralisierungsflüssigkeiten oder deren wässrige Lösungen sind möglich.

**[0032]** Bei der Kombination des Spülens mit einer Flüssigkeit und dem anschließenden Ausblasen mit einem Gas oder Gasgemisch wird eine zuverlässige Entfernung der Reste der Silbernitrat-Lösung und zudem eine Trocknung des Innenbereiches des Plattenwärmeübertragers erreicht. Das Ausblasen und die Trocknung werden begünstigt, wenn das jeweilige Gas oder Gasgemisch auf eine Temperatur von zwischen 15 und 200 Grad Celsius erhitzt wird. Bevorzugt wird das jeweilige Gas oder Gasgemisch auf eine Temperatur von zwischen 90 und 150 Grad Celsius und besonders bevorzugt auf eine Temperatur von zwischen 100 und 120 Grad Celsius erhitzt. Hierbei ist auf die Gesamttemperaturentwicklung des Plattenwärmeübertragers zu achten, um Spannungen und gegebenenfalls auftretende Zerstörungen innerhalb des Plattenwärmeübertragers zu vermeiden, da beispielsweise nur einer der Innenräume von dem heißen Gas oder Gasgemisch durchströmt wird.

**[0033]** In einem Ausführungsbeispiel kommen bevorzugt Plattenwärmeübertrager zum Einsatz, welche unmittelbar nach dem Löten bis zum Einleiten der Silbernitrat-Lösung in einer von gegenüber dem Kupfer oxidativen und/oder korrosiven Gasen befreiten Schutzumgebung verblieben ist und somit auf dem Kupfer keine passivierende Schicht entstanden ist, welche die Ionenwanderungen zumindest behindern würde. Diese Schutzumgebung wird beim Einleiten der Silbernitrat-Lösung in den oder die Plattenwärmeübertrager verdrängt. Alternativ dazu ist der Innenraum des Plattenwärmeübertragers nach dem Löten von gegenüber dem Kupfer oxidativen und/oder korrosiven Gasen abgeschottet. Eine mögliche Oxidation und/oder Korrosion wird vermieden, da der abgeschottete Innenraum des Plattenwärmeübertragers erst unmittelbar vor dem Einleiten der Silbernitrat-Lösung freigegeben wird. Hierfür werden bzw. sind die jeweiligen Plattenwärmetauscheranschlüsse mit Ventile versehen, welche die Entlüftung bzw. Evakuierung des Plattenwärmeübertragers ermöglichen und erst im Schaltungsaufbau für die Versilberung bzw. vor dem Einleiten der Silbernitratlösung geöffnet oder entfernt werden.

**[0034]** Bei einem konkreten Ausführungsbeispiel befinden sich der oder die Plattenwärmeübertrager insbesondere nach der Durchströmung mit der Silbernitrat-Lösung in einem Vakuumofen und/oder Lötöfen. Hierdurch wird erreicht, dass der Plattenwärmeübertrager in

einer von gegenüber dem Kupfer oxidativen und/oder korrosiven Gasen befreiten Umgebung bzw. Schutzatmosphäre verbleibt bzw. sich in einer solchen Umgebung weiterhin befindet.

**[0035]** Vorteilhaft erfolgt die gesamte Behandlung des oder der Plattenwärmeübertrager mit der Silbernitratlösung in einem kombinierten Vakuum-Löt-Ofen, so dass die jeweilige Anordnung des oder der Plattenwärmeübertrager ohne konstruktive Veränderung zur Nachbearbeitung im Vakuum-Lötöfen verbleiben kann.

**[0036]** Eine Erhitzung des Plattenwärmeübertragers auf über 800 Grad Celsius festigt die Bindung von Kupfer und Silber und ermöglicht das Aufschmelzen der Legierung. Kupfer schmilzt bekanntermaßen bei 1084,62 Grad Celsius, während Silber schon bei 961,8 Grad Celsius seinen Schmelzpunkt hat.

**[0037]** Die Schmelztemperatur einer konkreten Silber-Kupferlegierung liegt beispielsweise bei 896 Grad Celsius, wobei deren Solidustemperatur bei 779 Grad Celsius liegt. Aufgrund der Mengenverhältnisse von Kupfer und Silber im konkreten Anwendungsbeispiel ist mit einer Verschiebung des Schmelzpunktes zu rechnen, welcher sich zuverlässig oberhalb der 800 Grad Celsius und gegebenenfalls auch über 900 Grad Celsius befindet.

**[0038]** Eine mögliche Verwendung eines Plattenwärmeübertragers mit einer Silberbeschichtung an der Innenoberfläche ist jene als Wärmeübertrager für die Trinkwassererwärmung und für die Keimminderung des Trinkwassers. Hierbei wird insbesondere der mit dem Trinkwasser in Berührung kommende Innenraum des Plattenwärmeübertragers mit Silber beschichtet und bewirkt so eine Keimminderung. Diese Keimminderung ist umso wichtiger bei der erfindungsgemäßen Verwendung als Trinkwasservorwärmer in einer zweistufigen Trinkwassererwärmung, da hierbei das Trinkwasser in Zapfpausen längere Zeit in einem für das Keimwachstum, insbesondere der Legionellen günstigen Temperaturbereich verbleibt. Zudem ergibt sich ein Vorteil hinsichtlich der Haltbarkeit der mit Kupfer gelöteten Wärmeübertrager. Das gegenüber dem Kupfer als aggressiv einzuordnende Trinkwasser würde systematisch das Kupfer herauslösen. Damit ist eine Leckage sehr wahrscheinlich und der Plattenwärmeübertrager wäre auszutauschen. Zudem würden die herausgelösten und gesundheitlich kritischen Kupfer-Ionen ins Trinkwasser gelangen. Ein mit Silber innenbeschichteter Wärmeübertrager verhindert zuverlässig das Herauslösen des Kupfers. Die Silberbeschichtung ist gegenüber Kupfer widerstandsfähiger. Es ergeben sich daher die Vorteile, dass das Kupfer nicht herausgelöst und andererseits gefährliche kupfer-Ionen vermieden werden, während eine keimmindernde Wirkung erreicht werden kann und insgesamt der Wärmeübertrager haltbarer wird.

**[0039]** Es ist naheliegend und vorgesehen, dass auch andere Bauformen von Wärmetauschern, welche mit Kupfer gelötet wurden nach diesem Verfahren beschichtbar bzw. nachbearbeitbar sowie für die Trinkwarmwasserbereitung bzw. für die Keimminderung des Trinkwas-

sers verwendbar sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur inneren Beschichtung eines mittels Kupfer gelöteten Plattenwärmeübertragers, wobei das die Beschichtung bildende Material eine wässrige Silbernitrat-Lösung ist und diese in mindestens einem Plattenwärmeübertrager geleitet wird und durch diesen zirkuliert, um in das Kupfer zu diffundieren und anschließend wieder aus dem Wärmeübertrager geleitet wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Silbernitrat-Lösung während der Zirkulation den mindestens einen Plattenwärmeübertrager in wechselnder Strömungsrichtung durchströmt.
2. Verfahren zur inneren Beschichtung eines mittels Kupfer gelöteten Plattenwärmeübertragers, wobei das die Beschichtung bildende Material eine wässrige Silbernitrat-Lösung ist und diese in mindestens einem Plattenwärmeübertrager geleitet, um in das Kupfer zu diffundieren und anschließend wieder aus dem Wärmeübertrager geleitet wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Plattenwärmeübertrager vollständig mit der Silbernitrat-Lösung befüllt wird und für eine zur Beschichtung ausreichenden Zeitspanne bewegungsfrei oder zumindest bewegungsarm verbleibt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zwei oder mehr Plattenwärmeübertrager in Reihe und/oder parallel geschaltet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Wechsel der Strömungsrichtung der Silbernitrat-Lösung nach Zeit und/oder nach Volumen gesteuert erfolgen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 und 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Zirkulationspause der Silbernitrat-Lösung bei der einseitigen/einfachen und/oder wechselnden Strömungsrichtung erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Plattenwärmeübertrager und/oder die Silbernitrat-Lösung auf eine Temperatur von 15 bis 99 Grad Celsius erhitzt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Gas oder Gasgemisch beispielsweise aus Stickstoff, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoffen, Edelgasen und/oder Wasserstoff besteht.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Gas oder Gasgemisch vorgewärmt oder erhitzt wird, wobei das Gas oder Gasgemisch auf eine Temperatur von zwischen 15 und 200 Grad Celsius erhitzt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Plattenwärmeübertrager nach dem Lötens bis zum Einleiten der Silbernitrat-Lösung in einer von gegenüber dem Kupfer oxidativen und/oder korrosiven Gasen befreiten Schutzumgebung verbleibt oder der Innenraum des Plattenwärmeübertragers von gegenüber dem Kupfer oxidativen und/oder korrosiven Gasen abgeschottet wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** sich der Plattenwärmeübertrager insbesondere nach der Befüllung und/oder Durchströmung mit der Silbernitrat-Lösung in einem Vakuumofen und/oder Lötöfen befindet.
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Temperatur im Vakuumofen und/oder Lötöfen zwischen 800 Grad Celsius und 1100 Grad Celsius eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 und 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Druck im Vakuumofen und/oder Lötöfen zwischen 0,3 bar und 1 bar eingestellt wird.
14. Verwendung eines Plattenwärmeübertragers mit einer Silberbeschichtung an der Innenoberfläche als Trinkwasservorwärmer einer zweistufigen Trinkwassererwärmung für die Trinkwassererwärmung und/oder für die Keimminderung des Trinkwassers.

## Claims

1. A copper brazing method for internal coating a plate heat exchanger, wherein the material forming the coating is an aqueous silver nitrate solution and said solution is passed into at least one plate heat exchanger and is circulated by it to diffuse into the copper and subsequently passed out of the heat exchanger,  
**characterised in that**  
the silver nitrate solution flows during circulation through the at least one plate heat exchanger in an alternating flow direction.
2. A copper brazing method for internal coating a plate heat exchanger, wherein the material forming the coating is an aqueous silver nitrate solution and said solution is passed into at least one plate heat exchanger to diffuse into the copper and subsequently passed out of the heat exchanger,  
**characterised in that**  
the plate heat exchanger is completely filled with the silver nitrate solution and remains static or at least motionless for a period of time sufficient for coating.
3. Method according to one of the above claims,  
**characterised in that**  
two or more plate heat exchangers are connected in series and/or in parallel.
4. Method according to one of the claims 1 and 3,  
**characterised in that**  
the change of the flow direction of the silver nitrate solution is controlled according to time and/or volume.
5. Method according to one of the claims 1, 3, and 4,  
**characterised in that**  
the silver nitrate solution pauses to circulate at the one-sided/single and/or alternating flow direction.
6. Method according to one of the above claims,  
**characterised in that**  
the plate heat exchanger and/or the silver nitrate solution is heated to a temperature of 15 C to 99 C.
7. Method according to one of the claims 1, 3, and 6,  
**characterised in that**  
the residues of the silver nitrate solution are blown out by means of a gas or gas mixture and/or rinsed out by means of water or an aqueous solution, whereby the blowing out or rinsing out of the plate heat exchanger(s) occurs individually and/or as a series or a group.
8. Method according to one of the above claims,  
**characterised in that**  
the gas or gas mixture consists, for example, of ni-

trogen, carbon dioxide, hydrocarbons, inert gases and/or hydrogen.

9. Method according to one of the above claims,  
**characterised in that**  
the gas or gas mixture is preheated or heated, whereby the gas or gas mixture being heated to a range temperature from 15 C to 200 C.
10. Method according to one of the above claims,  
**characterised in that**  
the plate heat exchanger, after brazing, remains in a protective environment free from gases which are oxidative and/or corrosive to copper until the silver nitrate solution is introduced, or the interior of the plate heat exchanger is sealed off from gases which are oxidative and/or corrosive to copper.
11. Method according to one of the above claims,  
**characterised in that**  
the plate heat exchanger is located in a vacuum furnace and/or brazing furnace, in particular after the silver nitrate solution has been filled and/or flowed through.
12. Method according to claim 11,  
**characterised in that**  
the temperature in the vacuum furnace and/or brazing furnace is set between 800 C and 1100 C.
13. Method according to one of the claims 9 and 10,  
**characterised in that**  
the pressure in the vacuum furnace and/or brazing furnace is set between 0.3 bar and 1 bar.
14. Use of a plate heat exchanger with a silver coating on the inner surface as a DHW preheater of a two-stage DHW heating system for DHW heating and/or for germ reduction of the DHW.

## Revendications

1. Procédé de revêtement interne d'un échangeur de chaleur à plaques brasées au cuivre, le matériau formant le revêtement étant une solution aqueuse de nitrate d'argent et étant introduite dans au moins un échangeur de chaleur à plaques et circulant à l'intérieur de celui-ci afin de se diffuser dans le cuivre, puis étant évacuée de l'échangeur de chaleur,  
**caractérisé en ce que,**  
pendant sa circulation, la solution de nitrate d'argent traverse l'au moins un échangeur de chaleur à plaques dans un sens d'écoulement variable.
2. Procédé de revêtement interne d'un échangeur de chaleur à plaques brasées au cuivre, le matériau formant le revêtement étant une solution aqueuse de

- nitrate d'argent et étant introduite dans au moins un échangeur de chaleur à plaques, afin de se diffuser dans le cuivre, puis étant évacuée de l'échangeur de chaleur,
- caractérisé en ce que**
- l'échangeur de chaleur à plaques est entièrement rempli de la solution de nitrate d'argent et y demeure sans mouvement ou du moins avec peu de mouvement pendant un laps de temps suffisant pour permettre le revêtement.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
- caractérisé en ce que**
- deux ou plusieurs échangeurs de chaleur à plaques sont montés en série et/ou en parallèle.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 et 3,
- caractérisé en ce que**
- le changement de sens d'écoulement de la solution de nitrate d'argent est commandé en fonction du temps et/ou du volume.
5. Procédé selon l'une des revendications 1, 3 et 4,
- caractérisé en ce qu'une**
- interruption de la circulation de la solution de nitrate d'argent a lieu pour le sens d'écoulement unilatéral/unique et/ou variable.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
- caractérisé en ce que**
- l'échangeur de chaleur à plaques et/ou la solution de nitrate d'argent est chauffé(e) à une température de 15 à 99 degrés Celsius.
7. Procédé selon l'une des revendications 1, 3 à 6,
- caractérisé en ce que**
- les résidus de la solution de nitrate d'argent sont soufflés au moyen d'un gaz ou d'un mélange de gaz et/ou rincés à l'eau ou avec une solution aqueuse, le soufflage ou le rinçage du ou des échangeur(s) de chaleur à plaques étant effectué individuellement et/ou en série ou de façon groupée.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
- caractérisé en ce que**
- le gaz ou le mélange de gaz est constitué par exemple d'azote, de dioxyde de carbone, d'hydrocarbures, de gaz rares et/ou d'hydrogène.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
- caractérisé en ce que**
- le gaz ou le mélange de gaz est préchauffé ou chauffé, le gaz ou le mélange de gaz étant chauffé à une température comprise entre 15 et 200 degrés Cel-
- sus.
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
- caractérisé en ce que,**
- après le brasage et jusqu'à l'introduction de la solution de nitrate d'argent, l'échangeur de chaleur à plaques demeure dans un environnement protecteur protégeant le cuivre contre les gaz oxydants et/ou corrosifs ou que l'intérieur de l'échangeur de chaleur à plaques est isolé des gaz oxydants et/ou corrosifs susceptibles d'attaquer le cuivre.
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
- caractérisé en ce que**
- l'échangeur de chaleur à plaques se trouve dans un four à vide et/ou un four de brasage, en particulier après le remplissage avec la solution de nitrate d'argent et/ou son écoulement dans celui-ci.
12. Procédé selon la revendication 11,
- caractérisé en ce que**
- la température dans le four à vide et/ou le four de brasage est réglée entre 800 degrés Celsius et 1 100 degrés Celsius.
13. Procédé selon l'une des revendications 9 et 10,
- caractérisé en ce que**
- la pression dans le four à vide et/ou le four de brasage est réglée entre 0,3 bar et 1 bar.
14. Utilisation d'un échangeur de chaleur à plaques avec un revêtement en argent sur la surface interne en tant que préchauffeur d'eau sanitaire destiné à une production d'eau chaude sanitaire en deux étapes et/ou à réduire la prolifération microbienne dans l'eau potable.



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 69513691 T2 [0004]