



(11)

EP 2 407 744 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.05.2016 Patentblatt 2016/21

(51) Int Cl.:
F28F 19/02 ^(2006.01) **F28F 21/08** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11005335.2**

(22) Anmeldetag: **30.06.2011**

(54) **Wärmetauscher mit Korrosionsschutzschicht, Verfahren zur Herstellung eines solchen Wärmetauschers und seine Verwendung**

Heat exchanger with corrosion protective coating, method for its manufacture and application

Echangeur de chaleur avec un couche anticorrosion, procédé de production d'un tel échangeur de chaleur et son utilisation

(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

- **Breindl, Reiner**
45527 Hattingen (DE)
- **Boyraz, Ismail**
44869 Bochum (DE)

(30) Priorität: **14.07.2010 DE 202010010188 U**

(74) Vertreter: **Buse, Mentzel, Ludewig**
Patentanwaltskanzlei
Kleiner Werth 34
42275 Wuppertal (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2012 Patentblatt 2012/03

(73) Patentinhaber: **Erbslöh Aluminium GmbH**
42553 Velbert (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 840 494 EP-A2- 2 116 803
DE-B3-102006 050 681 US-A1- 2010 116 472

(72) Erfinder:
• **Sucke, Norbert William**
47269 Duisburg (DE)

EP 2 407 744 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] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit Einzelkomponenten aus Aluminiumlegierungsmaterial, der eine sehr gute Korrosionsbeständigkeit besitzt. Des Weiteren umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines korrosionsbeständigen Wärmetauschers und seine Verwendung.

[0002] Wärmetauscher im Automobilbereich bestehen heutzutage fast ausschließlich aus Aluminiummaterial. Die Herstellung von Einzelkomponenten solcher Wärmetauscher wird in den Dokumenten EP 1 840 494 A2 und EP 2 116 803 beschrieben. Die Lebensdauer und Haltbarkeit der Wärmetauscher wird wesentlich durch ihre Korrosionsbeständigkeit beeinflusst. Die meisten Aluminiumlegierungen weisen aufgrund ihrer natürlichen Oxidschicht zwar eine Korrosionsbeständigkeit auf, diese ist jedoch für viele Anwendungszwecke nicht ausreichend, insbesondere wenn die Bauteile aus Aluminiummaterial stark sauren bzw. stark basischen Medien ausgesetzt sind. Solche Medien können Umwelteinflüsse sein oder die Bauteile kommen mit solchen Substanzen im Herstellungsprozess in Berührung. Unter anderem werden Einzelkomponenten des Wärmetauschers, wie beispielsweise die von dem Wärmeaustauschmedium durchströmten Flachrohre und die den Wärmeaustausch verbessernden Lamellen, miteinander durch Hartlöten verbunden. Hierzu werden diese Einzelkomponenten des Wärmetauschers mit Lot und Flussmittel beschichtet, wobei nach dem Hartlöten das Flussmittel auf den Wärmetauscherkomponenten verbleibt. Das Dokument US 2010/0116472 beschreibt einen Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wobei eine Beschichtung eines Flachrohrs für Wärmetauscher aus einer Aluminiumlegierung mit einem Silicium-Lotpulver und einem Flussmittel, welches auch Zink enthält, offenbart wird. Silicium-Lot wird auch bei der Verbindung von Komponenten eines Wärmetauschers aus Stahlblech und Aluminium verwendet. Im der Offenlegungsschrift DE 10 2006 050 681 B3 wird zusätzlich eine Zink-Korrosionsschicht vorgesehen. Alle diese Maßnahmen sind noch nicht zufriedenstellend.

[0003] Zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit wurden daher verbesserte Lot/Flussmittelmischungen entwickelt, insbesondere nichtkorrosive Flussmittel, wie beispielsweise Lithiumkryolith. Eine andere Entwicklungsrichtung zielte in der Vergangenheit auf verbesserte Werkstoffe mit einer höheren Korrosionsbeständigkeit. Dabei handelt es sich insbesondere um Aluminiumlegierungen mit hohen Gewichtsanteilen an Mangan (> 0,4 Gew%) sowie hohen Anteilen an Kupfer (> 0,1 Gew%). Bei diesen verbesserten Aluminiumwerkstoffen wird die höhere Korrosionsbeständigkeit jedoch mit einer schlechteren Extrudierbarkeit erkauft. Durch die schlechtere Extrudierbarkeit erhöht sich der Werkstoffverschleiß beim Strangpressen, was neben den höheren Werkstoffkosten auch zu höheren Werkzeugkosten führt.

[0004] Darüber hinaus hat sich herausgestellt, dass

die aus dem Automobilbau bekannten Wärmetauscher nicht ausreichend korrosionsbeständig für eine Anwendung bei der Gebäudeklimatisierung sind. Insbesondere bei großen Gebäuden, wie beispielsweise Hotels, befinden sich solche Klimaanlage auf dem Dach. Diese Klimaanlage sind starken Umweltbelastungen ausgesetzt, zum einen durch Industriestäube, die edlere Metalle wie Eisen, Kupfer oder Titan enthalten können und damit bei dem unedleren Werkstoff Aluminium Korrosion bewirken. Zum anderen kann aber auch eine Chlorbelastung, welche durch gechlortes Wasser der Hotelpools hervorgerufen wird, Korrosionsursache sein.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen Wärmetauscher mit einer höheren Korrosionsbeständigkeit und damit größeren Anwendungsbreite zur Verfügung zu stellen.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einem Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erfüllt. Dieser neue Wärmetauscher besitzt Einzelkomponenten aus Aluminiumlegierungsmaterial, wobei die Einzelkomponenten oder zumindest ein Teil der Einzelkomponenten in bekannter Weise durch Hartlöten miteinander verbunden sind. Des Weiteren besitzt dieser Wärmetauscher zusätzlich eine äußere Korrosionsschutzschicht, welche die verlöteten Einzelkomponenten abdeckt und an den Einzelkomponenten haftet. Diese Korrosionsschutzschicht enthält im Wesentlichen Siliciumdioxid. Diese äußere Korrosionsschutzschicht enthält mindestens 50 Gew% Siliciumdioxid, vorzugsweise mehr als 50 Gew% Siliciumdioxid. Das Siliciumdioxid liegt vorzugsweise als kolloidales Siliciumdioxid vor und kann noch kieselsäurehaltige Verbindungen enthalten. Die Korrosionsschutzschicht hat einen lackartigen Charakter und ist gegen Säuren und Alkalien stabil.

[0007] Durch diese äußere Korrosionsschutzschicht werden Teile oder alle Einzelkomponenten des Wärmetauschers abgedeckt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform besteht die gesamte äußere Oberfläche des Wärmetauschers aus dieser Korrosionsschutzschicht. Damit werden vor allen Dingen auch die verlöteten Einzelkomponenten geschützt. Das nach dem Verlöten auf den Einzelkomponenten verbleibende Flussmittel und die Lötstellen werden von der Korrosionsschutzschicht abgedeckt und bieten damit keine Angriffspunkte für chemische Reaktionen mit Substanzen, mit welchen der Wärmetauscher durch Umweltbelastungen in Berührung kommt.

[0008] Zum Hartlöten werden in der Regel die Grundprofile, wie beispielsweise Rohre oder flache Hohlprofile, mit einem Lotmittel bestehend aus Lot, Flussmittel und gegebenenfalls einem Binder beschichtet. Die Binder-substanz trägt dazu bei, dass Lot und Flussmittel besser an dem Grundprofil aus Aluminiumlegierungsmaterial haften. Als Lot wird in der Regel ein Lot aus einer Aluminium-Silicium-Legierung (AlSi-Lot) oder ein Lot aus Silicium (Si-Lot) verwendet. Das Lot stellt beim Hartlöten die stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Aluminiumlegierungsmaterial der Einzelkomponenten her und

das Flussmittel bewirkt, dass an den zu lötenden Stellen, die bestehende Oxidschicht auf den aus Aluminiummaterial bestehenden Einzelkomponenten entfernt wird und eine Neubildung der Oxidschicht während des Lötvorgangs verhindert wird. Als nichtkorrosive Flussmittel werden insbesondere Kaliumfluorid (KF), Lithiumfluorid (LiF), Calciumfluorid (CaF₂), Zinkfluorid (ZnF₂), Aluminiumfluorid (AlF₃), Siliciumfluorid (SiF₄), Kaliumzinkfluoride (KZnF₃, KZnF₄) oder Mischungen aus diesen Komponenten verwendet. Weitere Lotmittel sind einsetzbar.

[0009] Bei einer Ausführungsform eines Wärmetauschers werden gleichzeitig mehrere parallel zueinander angeordnete Flachrohre mit zwischen den Flachrohren vorgesehenen Lamellen durch Hartlötungen verbunden. Die Flachrohre, durch die das Wärmeaustauschmedium strömt, münden endseitig in Sammelbehältern. Auch diese Verbindung zwischen den Flachrohren und den Sammelbehältern kann durch Hartlötungen erzielt werden. Darüber hinaus sind verschiedene Verbindungsmöglichkeiten von Wärmetauscherprofilen mit weiteren Teilen des Wärmetauschers, wie beispielsweise Anschlussstücken und anderen Einzelkomponenten, über andere Verbindungsverfahren möglich. Zur Vorbereitung der Hartverlötung werden in der Regel die Flachrohre mit dem Lotmittel beschichtet, insbesondere bevorzugt unmittelbar nach dem Strangpressen eines Hohlprofilstrangs. Der aus den Einzelkomponenten zusammengebaute Wärmetauscher wird in bekannter Weise einem Lötprozess zugeführt, wobei vorzugsweise gleichzeitig alle Lötverbindungen durch Hartlötungen gebildet werden. Das nicht verbrauchte Flussmittel verbleibt auf den Einzelkomponenten des Wärmetauschers. Der Binder wird beim Hartlötungen zersetzt.

[0010] Bei den Grundprofilen kann es sich um Rohre oder Hohlprofile mit einem rechteckigen, ovalen oder anderen beliebigen Querschnitt handeln, vorzugsweise werden die Grundprofile stranggepresst. Neben Rohren und Hohlprofilen, die ausschließlich einen medienführenden Kanal besitzen, sind auch Mehrkammerhohlprofile, Verbundprofile oder Koaxialrohre als Einzelkomponenten des Wärmetauschers einsetzbar. Die Grundprofile werden nach dem Einsatzzweck des Wärmetauschers ausgewählt. In den Kanälen der Rohre oder Hohlprofile können rippenartige kurze abragende Stege vorgesehen sein, die durch Strangpressen erzeugt werden und den Wärmeaustausch verbessern. Abhängig von dem Medium, das die Grundprofile des Wärmetauschers durchströmt und mit der Innenwandung in Berührung kommt, ist es auch möglich, die Innenwandung dieser Grundprofile mit einer Korrosionsschutzschicht, die im Wesentlichen aus Siliciumdioxid besteht, zu versehen. Auf diese Weise wird auch die Korrosionsbeständigkeit des Wärmetauschers gegenüber diesen Medien erhöht.

[0011] Der besondere Vorteil der zusätzlichen Korrosionsschutzschicht auf dem Wärmetauscher besteht zum einen in der erhöhten Korrosionsbeständigkeit und der damit einhergehenden längeren Haltbarkeit des Wär-

metauschers. Als zusätzlicher Vorteil kann des Weiteren herausgestellt werden, dass die Grundprofile aus gut verformbaren Aluminiumlegierungen hergestellt werden können, insbesondere aus preiswerteren Standard-Aluminiumlegierungen, wie EN1050 oder EN5102, also Aluminiumlegierungen mit geringeren Anteilen an Mangan (höchstens 0,4 Gew%) und geringen Anteilen an Kupfer (höchstens 0,1 Gew%). Diese Aluminiumlegierungen sind gut extrudierbar, so dass sich der Werkstoffverschleiß gegenüber den korrosionsbeständigeren Aluminiumlegierungen mit höheren Mangan- und Kupfergehalten wesentlich verringert.

[0012] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass Wärmetauscher mit diesen Korrosionsschutzschichten aus Siliciumdioxid einen breiteren Anwendungsbereich haben, nämlich zum einen für die Gebäudeklimatisierung, da sie den bekannten Umweltbelastungen, wie beispielsweise den Industriestäuben oder den Chlorbelastungen in der Nähe von Hotelpools, standhalten können.

[0013] Darüber hinaus eröffnet sich die Möglichkeit, solche Wärmetauscher aus Aluminiummaterial auch für Abgaskühler von Kraftfahrzeugen zu verwenden. Diese Abgaskühler haben die Aufgabe, das aus dem Kraftfahrzeug abgeführte Abgas zu kühlen und zurückzuführen. Bisher werden hierfür im Wesentlichen Wärmetauscher aus teurem Edelstahl verwendet, da Edelstahl gegenüber den aggressiven Kondensaten eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit besitzt. In seltenen Fällen wurden bereits Aluminiumguss-Wärmetauscher als Abgaskühler eingesetzt, die eine ausreichende Lebensdauer nur aufgrund sehr hoher Wanddicken haben. Damit wird jedoch nicht der wesentliche Vorteil des Einsatzes von Aluminiummaterialien, nämlich deren geringes Gewicht, ausgenutzt. Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher mit Schutzschichten aus Siliciumdioxid kann auch für Abgaskühler eingesetzt werden, ohne dass für die Grundprofile des Wärmetauschers erhöhte Wanddicken vorgesehen werden müssen. Damit steht für die Abgaskühlung ein gegenüber dem Edelstahl-Wärmetauscher leichter Aluminium-Wärmetauscher zur Verfügung, der darüber hinaus günstiger in der Herstellung ist.

[0014] Der vorbeschriebene korrosionsbeständige Wärmetauscher wird in folgender Weise erhalten. Die aus Aluminiumlegierungsmaterial bestehenden Einzelkomponenten, wie beispielsweise Grundprofile, Lamellen, Sammelbehälter, werden zu einem Wärmetauscher vormontiert. Insbesondere die Grundprofile weisen für die Hartlötverbindung eine Lotmittelbeschichtung auf. Selbstverständlich ist es auch möglich, andere oder sämtliche Einzelkomponenten mit einer entsprechenden Lotmittelbeschichtung zu versehen. Nach dem Zusammenbau der metallischen Einzelkomponenten zu einem Wärmetauscher erfolgt der Hartlötprozess, in der Regel in einem entsprechenden Ofen. Bei diesem Hartlötprozess werden die zu verlötenden Einzelkomponenten fest zu einem stabilen Wärmetauscher verbunden, wobei das Lotmittel eine stoffschlüssige Verbindung zwischen den

aus Aluminiummaterial bestehenden Einzelkomponenten herbeiführt. Nach dem Hartlötprozess befindet sich das für den Hartlötprozess notwendige Flussmittel noch auf der Oberfläche des Wärmetauschers. Es ist nicht notwendig, dieses Flussmittel vom Wärmetauscher zu entfernen. Es wird unmittelbar auf die Oberfläche des Wärmetauschers eine festhaftende Schicht aufgebracht. Diese Schicht deckt die äußere Oberfläche des Wärmetauschers teilflächig oder vollständig ab.

[0015] Bei der Beschichtungssubstanz handelt es sich um Substanzen, die Siliciumdioxid enthalten oder um Substanzen, die zu Siliciumdioxid umgewandelt werden können. Letztere sind beispielsweise Substanzen aus der Gruppe der Kieselsäuren, Polysiloxane, Silikonharze oder Silicate. Aus Monokieselsäure $\text{Si}(\text{OH})_4$, Dikieselsäure $(\text{HO})_3\text{Si}-\text{O}-\text{Si}(\text{OH})_3$, Trikieselsäure $(\text{HO})_3\text{Si}-\text{O}-\text{Si}(\text{OH})_2-\text{O}-\text{Si}(\text{OH})_3$ oder Polykieselsäure $\text{H}_{2n+2}\text{Si}_n\text{O}_{3n+1}$ kann durch Kondensation, d.h. Wasserabspaltung, Siliciumdioxid gebildet werden. Polysiloxane lassen sich im wässrigen Medium unter Alkoholabspaltung in Siliciumdioxid umwandeln. Silikonharze werden bei erhöhter Temperatur katalytisch in Kieselsäure umgewandelt und Silicate lassen sich in sauren Medien in Silicone bzw. Kieselsäure umwandeln, so dass sämtliche vorgenannte Beschichtungssubstanzen in nachfolgenden Verfahrensschritten, insbesondere bei erhöhter Temperatur, dem sogenannten "Einbrennen" eine Siliciumdioxid-Schutzschicht auf der Oberfläche des beschichteten Wärmetauschers ergeben.

[0016] Die vorgenannten Beschichtungssubstanzen können durch Aufsprühen, durch Aufspritzen, durch einen Tauchvorgang oder durch Bestreichen auf die Oberflächen der Einzelkomponenten des Wärmetauschers aufgebracht werden. Es ist auch möglich, den Wärmetauscher in einem kontinuierlichen Beschichtungsprozess durch einen Beschichtungsvorhang zu fahren. Die Beschichtungssubstanz kann allein oder mit weiteren Substanzen als Mischung aufgetragen werden. Die Beschichtungssubstanz allein wird als Dispersion, als Lösung oder als Gel aufgetragen.

[0017] Bei der aufgetragenen oder entstehenden Siliciumdioxid-Schutzschicht handelt es sich um eine Korrosionsschutzschicht, die klar bis opak ist. Bei geringen Schichtdicken beeinflusst die Korrosionsschutzschicht den Wärmeübergang, beispielsweise zwischen einem durch ein Grundprofil eines Wärmetauschers strömenden Wärmeaustauschmedium mit der Umgebungsluft, nicht nachweisbar.

[0018] Es hat sich herausgestellt, dass eine gleichmäßig auf der gesamten Außenoberfläche des Wärmetauschers verteilte Korrosionsschutzschicht mit einer geringen Schichtdicke von bereits wenigen Mikrometern eine wesentliche Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit zeigt.

[0019] Zur Erhöhung der Haftfestigkeit der Schutzschicht kann der Wärmetauscher nach dem Hartlöten mit Wasserdampf behandelt werden, so dass sich an der Oberfläche des aus Aluminiumlegierungsmaterial beste-

henden Wärmetauschers eine Böhmschicht bildet. Es hat sich gezeigt, dass diese Böhmschicht eine bessere Anhaftung der nachfolgenden Beschichtung ermöglicht.

[0020] Auch das nach dem Löten auf den Aluminiumkomponenten des Wärmetauschers verbleibende Flussmittel trägt zur Haftfestigkeit der Schutzschicht bei. Es ist daher günstig, wenn die Flussmittelbeschichtung auf den Einzelkomponenten gleichmäßig war, vorzugsweise im Bereich von 2 bis 7 g/m² liegt.

[0021] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird nach dem Hartlöten des Wärmetauschers dieser, bevor die Beschichtung zur Bildung der Schutzschicht vorgenommen wird, einer Behandlung mit alkalischen oder sauren Medien unterzogen. Bei dieser Behandlung, die zu fettfreien Oberflächen der aus Aluminiummaterial bestehenden Einzelkomponenten des Wärmetauschers führt, hat sich wiederum herausgestellt, dass sich die Benetzbarkeit bei der nachfolgenden Beschichtung verbessert.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit Einzelkomponenten jeweils aus Aluminiumlegierungsmaterial, wobei zumindest ein Teil der Einzelkomponenten durch Hartlöten miteinander verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die miteinander verlöteten Einzelkomponenten eine äußere Korrosionsschutzschicht aus mindestens 50 Gew% Siliciumdioxid besitzen.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrosionsschutzschicht gleichmäßig verteilt über die gesamte Außenoberfläche des Wärmetauschers vorliegt.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Grundprofile mit mindestens einem Strömungskanal für ein Wärmeaustauschmedium, Lamellen und gegebenenfalls Sammelbehälter als Einzelkomponenten des Wärmetauschers eingesetzt sind, wobei die Grundprofile mit den Lamellen und/ oder den Sammelbehältern durch Hartlöten verbunden sind.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenwandung der Sammelbehälter und/ oder die Innenwandung der Kanäle der Grundprofile zusätzlich mit einer Korrosionsschutzschicht aus mindestens 50 Gew% Siliciumdioxid versehen ist.
5. Wärmetauscher nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rohre oder Hohlprofile als Grundprofile eingesetzt sind, vorzugsweise stranggepresste Hohlprofile, stranggepresste Mehrkammerprofile, stranggepresste Verbundprofile oder

stranggepresste Koaxialrohre.

6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundprofile aus einer gut verformbaren Aluminiumlegierung bestehen, wobei der Anteil an Mangan in der Legierung höchstens 0.4 Gew% und der Anteil an Kupfer in der Legierung höchstens 0.1 Gew% beträgt. 5
7. Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Reste des Lotmittels, welches der Hartverlötung von Einzelkomponenten des Wärmetauschers diente, von der Korrosionsschutzschicht abgedeckt sind, wobei das Lotmittel ein Lot und ein nichtkorrosiven Flussmittel ist, vorzugsweise ein AlSi-Lot oder ein Si-Lot sowie ein Flussmittel ausgewählt aus Kaliumfluorid (KF), Lithiumfluorid (LiF), Calciumfluorid (CaF₂), Zinkfluorid (ZnF₂), Aluminiumfluorid (AlF₃), Siliciumfluorid (SiF₄), Kaliumzinkfluoride (KZnF₃, KZnF₄) und Mischungen daraus. 10 15 20
8. Verwendung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Kühlung und Klimatisierung von Kraftfahrzeugen und Gebäuden, beispielsweise als Kühler, als Verdampfer, als inneren Wärmetauscher einer Klimaanlage oder als Abgaskühler. 25
9. Verfahren zur Herstellung eines korrosionsbeständigen Wärmetauschers aus Einzelkomponenten aus Aluminiumlegierungsmaterial, **gekennzeichnet durch** nachfolgende Verfahrensschritte: 30
 - Bereitstellung der aus Aluminiumlegierungsmaterial bestehenden Einzelkomponenten eines Wärmetauschers, wobei zumindest ein Teil der Einzelkomponenten mit einem Lotmittel zum Hartverlöten beschichtet ist, 35
 - Zusammenbau der Einzelkomponenten des Wärmetauschers, 40
 - Durchführung eines Hartlötprozesses, um die Einzelkomponenten zu einem stabilen gelöteten Wärmetauscher zu verbinden, 45
 - teilflächiges oder ganzflächiges Aufbringen einer Schutzschicht einer Beschichtungssubstanz auf die Oberfläche des gelöteten Wärmetauschers, wobei die Beschichtungssubstanz ausgewählt ist aus der Gruppe der Kieselsäuren, Polysiloxane, Silikonharze, Silikonate oder eine Siliciumdioxid enthaltene Beschichtungsmischung ist, 50
 - Wärmebehandlung zur Bildung einer festhaftenden Siliciumdioxid-Schutzschicht auf der Oberfläche des Wärmetauschers, wobei diese äußere Schutzschicht mindestens 50 Gew% Siliciumdioxid enthält. 55

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtungssubstanz durch Aufsprühen, durch Aufspritzen, durch Tauchen, durch Bestreichen oder mittels eines Beschichtungsvorhangs erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Hartlöten der Wärmetauscher mit Wasserdampf behandelt wird, so dass sich an der Oberfläche der aus Aluminiumlegierungsmaterial bestehenden Einzelkomponenten des Wärmetauschers eine Böhmitschicht bildet, welche die Anhaftung der nachfolgenden Beschichtung der Schutzschicht unterstützt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Hartlöten der Wärmetauscher einer Behandlung mit alkalischen oder sauren Medien unterzogen wird, wodurch sich die Benetzbarkeit für die nachfolgende Beschichtung mit der Schutzschicht verbessert.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lotmittelbeschichtung ein Lot und ein nichtkorrosives Flussmittel enthält, vorzugsweise ein AlSi-Lot oder ein Si-Lot sowie ein Flussmittel ausgewählt aus KF, LiF, CaF₂, ZnF₂, AlF₃, SiF₄, KZnF₃, KZnF₄ oder Mischungen daraus.

Claims

1. Heat exchanger with individual components each made from aluminium alloy material, whereby a minimum of one part of the individual components is connected to another by brazing, **characterized in that** at least the individual components connected by soldering have an external corrosion protective coating from a minimum of 50 wght% silicon dioxide. 35 40
2. Heat exchanger in accordance with claim 1, **characterized in that** the corrosion protective coating is uniformly distributed across the complete external surface of the heat exchanger, 45
3. Heat exchanger in accordance with claim 1 or 2, **characterized in that** the basic sections are deployed with a minimum of one flow channel for a heat exchange medium, lamellae and, as necessary, a collection container are used as individual components of the heat exchanger, whereby, the basic sections are connected to the lamellae and/or collection containers by brazing. 50 55
4. Heat exchanger in accordance with claim 3, **characterized in that** the inner wall of the collection con-

tainer and/ or the inner wall of the channels of the basic sections are additionally provided with a corrosion protective coating from a minimum of 50 wght% of silicon dioxide.

5. Heat exchanger in accordance with claim 2 or 3, **characterized in that** the tubes or hollow sections are inserted as basic sections, preferably extrusion-moulded hollow sections, extrusion-moulded multi-chamber sections, extrusion-moulded multi-chamber compound sections or extrusion-moulded coaxial tubes.

6. Heat exchanger in accordance with one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the basic sections comprise of an easily malleable aluminium alloy, whereby, the proportion of manganese in the alloy is a maximum of 0.4 wght% and the proportion of copper in the alloy is a maximum of 0.1 wght%.

7. Heat exchanger in accordance with one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the residue of the soldering agent, which is used for brazing individual components of the heat exchanger, are covered by the corrosion protective coating, whereby, the soldering agent is a solder and a on-corrosive flux, preferably an AlSi solder or a Si solder, as well as a flux, selected from potassium fluoride (KF), lithium fluoride (LiF), calcium fluoride (CaF₂), zinc fluoride (ZnF₂), aluminium fluoride (AlF₃), silicon fluoride (SiF₄), potassium zinc fluorides (KZnF₃, KZnF₄) and compounds of these.

8. Application of a heat exchanger in accordance with one of the claims 1 to 7 for cooling and air-conditioning vehicles and buildings, for example as a radiator, as evaporator, as an internal heat exchanger in an air-conditioning system or exhaust gas cooler.

9. Method of manufacturing a corrosion-resistant heat exchanger of individual components made from aluminium alloy material, identified by the following process steps:

- Providing existing individual components of a heat exchanger made from aluminium alloy material, whereby, a minimum of one part of the individual components is coated with a flux for brazing,
- Assembly of the individual components of the heat exchanger,
- Carrying out a brazing process in order to connect the individual components into a stable, soldered heat exchanger,
- applying a protective coating, partly or completely, of a coating substance on the surface of the soldered heat exchanger, whereby, the coating substance is selected from the group of silicic

acids, polysiloxanes, silicon resins, silicones or a coating compound containing silicon dioxide, - Heat treatment to form a firmly adhering silicon dioxide protective coating on the surface of the heat exchanger, whereby, this external protective coating contains a minimum of 50 wght% of silicon dioxide.

10. Method in accordance with claim 9, **characterized in that** the coating substance is applied by spraying, by immersion, by brushing or using a coating curtain.

11. Method in accordance with claim 9 or 10, **characterized in that** the heat exchanger is treated using steam after brazing, so that a coating of böhmite is formed on the surface of the existing individual components of the heat exchanger made from aluminium alloy material, which supports the adhesion of the subsequent coating of the protective coating.

12. Method in accordance with one of the claims 9 to 11, **characterized in that** the heat exchanger is subject to treatment using alkaline or acid media after brazing, whereby, the wettability is improved for the subsequent coating with the protective coating.

13. Method in accordance with one of the claims 9 to 12, **characterized in that** the flux coating contains a solder and a non-corrosive flux, preferably an AlSi solder or a Si solder, as well as a flux selected from KF, LiF, CaF₂, ZnF₂, AlF₃, SiF₄, KZnF₃, KZnF₄ or compounds of these.

Revendications

1. Échangeur de chaleur avec composants individuels, chacun en un alliage à l'aluminium, sachant qu'au moins une partie des composants individuels sont reliés entre eux par brasage fort, **caractérisé en ce que** au moins les composants individuels soudés les uns autres possèdent une couche extérieure anticorrosion composée au moins de 50 % pondéraux de dioxyde de silicium.
2. Échangeur thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche anticorrosion est uniformément répartie sur toute la surface extérieure de l'échangeur thermique.
3. Échangeur thermique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** sont utilisés des profilés de base comportant au moins un conduit d'écoulement d'un fluide d'échange thermique, des lamelles et le cas échéant des réservoirs collecteurs en tant que composants individuels de l'échangeur thermique, sachant que les profilés de base sont reliés par

brasage fort avec les lamelles et/ou les réservoirs collecteurs.

4. Échangeur thermique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la paroi intérieure des réservoirs collecteurs et/ou la paroi intérieure des conduits des profilés de base sont dotées en plus d'une couche de protection anticorrosion composée d'au moins 50 % pondéraux de dioxyde de silicium. 5
5. Échangeur thermique selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** sont utilisés des tuyaux ou profilés creux officiant de profilés de base, de préférence des profilés creux extrudés à la presse, des profilés multichambres extrudés à la presse, des profilés composites extrudés à la presse ou des tubes coaxiaux extrudés à la presse. 10
6. Échangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les profilés de base se composent d'un alliage à l'aluminium facile à déformer, sachant que la part de manganèse dans l'alliage est d'au maximum 0,4 % pondéral et la part de cuivre dans l'alliage est d'au maximum 0,1 % pondéral. 15
7. Échangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** des résidus du produit de brasage qui a servi au brasage fort des composants individuels de l'échangeur thermique sont recouverts par la couche de protection anticorrosion, sachant que le produit de brasage se compose d'un alliage d'apport et d'un fondant non corrosif, de préférence un alliage d'apport AlSi ou une soudure au Si, ainsi que d'un fondant choisi en fluorure de potassium (KF), fluorure de lithium (LiF), fluorure de calcium (CaF₂), fluorure de zinc (ZnF₂), fluorure d'aluminium (AlF₃), fluorure de silicium (SiF₄), fluorures de zinc et de potassium (KZnF₃, KZnF₄), et de mélange de ces composés. 20
8. Utilisation d'un échangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 7, pour refroidir et climatiser des véhicules motorisés et des bâtiments, par exemple comme radiateur, évaporateur, comme échangeur thermique interne d'une climatisation ou comme radiateur de gaz d'échappement. 25
9. Procédé pour fabriquer un échangeur thermique résistant à la corrosion à partir de composants individuels en alliage d'aluminium, **caractérisé par** les étapes de procédé suivantes : 30
 - Fourniture des composants individuels d'un échangeur thermique réalisés en alliage d'aluminium, sachant qu'au moins une partie des composants individuels est recouverte d'un produit d'apport pour effectuer un brasage fort, 35

- Assemblage des composants individuels de l'échangeur thermique,
- Réalisation d'un processus de brasage fort pour relier les composants individuels afin qu'ils forment un échangeur thermique brasé robuste,
- Application sur tout ou partie de la surface de l'échangeur thermique brasé, d'une couche protectrice de substance de revêtement, sachant que la substance de revêtement est choisie dans le groupe des acides siliciques, polysiloxanes, résines de silicone, siliconates ou qu'il s'agit d'un mélange de revêtement contenant du dioxyde de silicium,
- Traitement thermique pour former une couche protectrice en dioxyde de silicium adhérent fermement sur la surface de l'échangeur thermique, sachant que cette couche de protection extérieure contient au moins 50 % pondéraux de dioxyde de silicium.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la substance de revêtement est appliquée par atomisation, pulvérisation, immersion, au pinceau ou au moyen d'un rideau de revêtement. 40
11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'**après le brasage fort l'échangeur thermique est traité à la vapeur d'eau de sorte que se forme, à la surface des composants individuels en alliage d'aluminium formant l'échangeur thermique, une couche de boehmite qui facilite l'adhésion de la couche de protection appliquée ensuite. 45
12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce qu'**après le brasage fort l'échangeur thermique est soumis à un traitement avec des fluides alcalins ou acides qui ont pour effet d'améliorer la mouillabilité en vue de l'application subséquente de la couche de protection. 50
13. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** le revêtement de brasage contient un alliage d'apport et un fondant non corrosif, de préférence un alliage AlSi ou une soudure au Si, ainsi qu'un fondant choisi en KF, LiF, CaF₂, ZnF₂, AlF₃, SiF₄, KZnF₃, KZnF₄ ou en mélanges de ces composés. 55

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

- EP 1840494 A2 [0002]
- EP 2116803 A [0002]
- US 20100116472 A [0002]
- DE 102006050681 B3 [0002]