

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6003778号  
(P6003778)

(45) 発行日 平成28年10月5日(2016.10.5)

(24) 登録日 平成28年9月16日(2016.9.16)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 8 F 19/02 (2006.01)

F 2 8 F 19/02 5 0 1 C

F 2 8 D 7/00 (2006.01)

F 2 8 D 7/00 A

F 2 8 F 1/40 (2006.01)

F 2 8 F 1/40 H

B 2 3 K 1/00 (2006.01)

B 2 3 K 1/00 3 3 0 H

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

C 2 3 C 16/455

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-77625 (P2013-77625)  
 (22) 出願日 平成25年4月3日(2013.4.3)  
 (65) 公開番号 特開2014-202390 (P2014-202390A)  
 (43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)  
 審査請求日 平成27年8月17日(2015.8.17)

(73) 特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 110001472  
 特許業務法人かいせい特許事務所  
 (72) 発明者 加福 一彰  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 (72) 発明者 畔柳 功  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 (72) 発明者 山中 保利  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換器の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の熱交換器構成部品(21、22)を組み付ける組付工程と、  
 前記組付工程の後に行われるとともに、前記熱交換器構成部品(21、22)の表面に  
 化学気相成長法によって被膜(30～35)を形成する被膜形成工程とを含んでおり、  
 前記被膜形成工程では、前記化学気相成長法によって、前記熱交換器構成部品(21、  
 22)の表面に、結晶状態の被膜(33)とアモルファス状態の被膜(34)とを、複数  
 交互に積層形成することを特徴とする熱交換器の製造方法。

【請求項 2】

さらに、前記組付工程の後に行われるとともに、前記複数の熱交換器構成部品(21、  
 22)同士をろう付けするろう付工程とを含んでおり、  
 前記被膜形成工程は、前記ろう付工程の後に行われることを特徴とする請求項1に記載  
 の熱交換器の製造方法。

【請求項 3】

前記結晶状態の被膜(33)は、前記熱交換器構成部品(21、22)の構成材料より  
 も電位が貴であり、

前記アモルファス状態の被膜(34)は、前記熱交換器構成部品(21、22)の構成  
 材料よりも電位が卑であることを特徴とする請求項1または2に記載の熱交換器の製造方  
 法。

【請求項 4】

10

20

前記結晶状態の被膜（３３）および前記アモルファス状態の被膜（３４）は、前記熱交換器構成部品（２１、２２）の構成材料よりも電位が貴であることを特徴とする請求項１または２に記載の熱交換器の製造方法。

【請求項５】

前記化学気相成長法は、アトミックレイヤーデポジションであることを特徴とする請求項１ないし４のいずれか１つに記載の熱交換器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、熱交換器の製造方法に関するものである。

10

【背景技術】

【０００２】

従来、燃焼により発生する排気と冷却媒体との間で熱交換を行うことで排気を冷却する排気熱交換器が知られている（例えば、特許文献１参照）。この種の排気熱交換器は、排気が流通するチューブの内部に接合されたインナーフィンを備えており、チューブ内を流れる排気と、チューブの外側を流れる冷却水とを熱交換させることで、排気を冷却するように構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

20

【特許文献１】特開２００８－３９３８０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

ところで、上述のような排気熱交換器においては、凝縮水に対する耐食性を確保する必要がある。したがって、排気熱交換器の構成部品の材質として、耐食性の高い材料（例えば、ステンレスの場合、クロムの含有量が最大のもの）が用いられており、材料コストが高くなるという問題がある。

【０００５】

これに対し、チューブの内壁面（排気と接触する面）およびインナーフィンにメッキ処理を施すことにより、チューブの耐食性を確保する手法が考えられる。しかしながら、メッキ処理では、メッキ被膜の膜厚が厚くなり、また液体状態の金属を用いてメッキ被膜を成膜するため、チューブおよびインナーフィン等の構成部品を組み付けた熱交換器構造体にメッキ処理を施すと、当該熱交換器構造体内部の微細部（例えば、インナーフィン）において目詰まりを起こすおそれがある。このため、この手法を採用することは困難である。

30

【０００６】

また、組み付け前の構成部品（チューブおよびインナーフィン）にメッキ処理を施した後、当該構成部品を組み付けるという手法も考えられる。しかしながら、構成部品の搬送時や構成部品同士の組み付け時にメッキ被膜に傷が付く可能性があるため、この手法を採用することも困難である。特に、構成部品を組み付けた後に当該構成部品をろう付け接合する場合は、ろう付け時にメッキ被膜が溶解してしまうという問題もある。

40

【０００７】

本発明は上記点に鑑みて、腐食による貫通孔が生じること（孔食）を確実に抑制できる熱交換器の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記目的を達成するため、請求項１に記載の発明では、複数の熱交換器構成部品（２１、２２）を組み付ける組付工程と、組付工程の後に行われるとともに、熱交換器構成部品（２１、２２）の表面に化学気相成長法によって被膜（３０～３５）を形成する被膜形成

50

工程とを含んでおり、被膜形成工程では、化学気相成長法によって、熱交換器構成部品（21、22）の表面に、結晶状態の被膜（33）とアモルファス状態の被膜（34）とを、複数交互に積層形成することを特徴とする。

【0009】

これによれば、熱交換器構成部品（21、22）の表面に被膜（30～35）を形成することで、当該被膜（30～35）により、熱交換器構成部品（21、22）に腐食による貫通孔が生じることを抑制できる。このとき、被膜形成工程を組付工程の後に行うので、構成部品の搬送時や構成部品同士の組み付け時に被膜（30～35）に傷が付くことを防止できる。さらに、ドライコーティング法的一种である化学気相成長法によって熱交換器構成部品（21、22）の表面に被膜（30～35）を形成することで、被膜形成工程時に熱交換器内部の微細部において目詰まりを起こすことを防止できる。したがって、熱交換器構成部品（21、22）に腐食による貫通孔が生じることを確実に抑制することが可能となる。

10

【0010】

また、請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の熱交換器の製造方法において、さらに、組付工程の後に行われるとともに、複数の熱交換器構成部品（21、22）同士をろう付けするろう付工程とを含んでおり、被膜形成工程は、ろう付工程の後に行われることを特徴とする。

【0011】

これによれば、被膜形成工程をろう付け工程の後に行うので、ろう付け時に被膜（30～35）が溶融することを防止できる。このため、熱交換器構成部品（21、22）の表面に被膜（30～35）をより確実に形成することが可能となる。

20

【0012】

なお、本発明において「ろう付け工程の後に行われる」とは、複数の熱交換器構成部品（21、22）同士のろう付け後、ろう付けされた熱交換器構成部品（21、22）の冷却を行うと同時に、被膜形成工程を行うことをも含む意味である。

【0013】

なお、この欄および特許請求の範囲に記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【図面の簡単な説明】

30

【0014】

【図1】第1実施形態に係るEGRクーラを示す側面図である。

【図2】図1のII-II断面図である。

【図3】図2のIII-III断面図である。

【図4】第1実施形態におけるインナーフィンを示す斜視図である。

【図5】第1実施形態におけるチューブを示す拡大断面図である。

【図6】第2実施形態におけるチューブを示す拡大断面図である。

【図7】第3実施形態におけるチューブを示す拡大断面図である。

【図8】第4実施形態におけるチューブを示す拡大断面図である。

【図9】第5実施形態に係るラジエータを示す正面図である。

40

【図10】第5実施形態に係るラジエータを示す要部拡大断面図である。

【図11】他の実施形態（2）におけるチューブを示す拡大断面図である。

【図12】他の実施形態（6）におけるチューブを示す拡大断面図である。

【図13】他の実施形態（7）におけるチューブを示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

【0016】

（第1実施形態）

50

以下、本発明の第１実施形態について図１～図５に基づいて説明する。本実施形態では、本発明の熱交換器を排気熱交換器（ＥＧＲクーラ）に適用した例を説明する。

【００１７】

ＥＧＲクーラ１は、図示しない内燃機関（エンジン）での燃焼により発生した排気をエンジンに再循環させる際に、その排気をエンジンの冷却水（冷却媒体）によって冷却する排気熱交換器である。ＥＧＲクーラ１は、図１～図３に示すように、主に、複数のチューブ２１と、インナーフィン２２と、水側タンク２３と、排気側タンク２４とを備えている。これらの部材２１～２４は、アルミニウム合金製であり、ろう付けにより接合されている。

【００１８】

チューブ２１は、図２および図３に示すように、排気が流通する排気流路２１ａを構成する管であり、内部を排気が流れるようになっている。また、チューブ２１の外部を冷却水が流れるようになっており、このチューブ２１を介して、排気と冷却水とを熱交換させる。

【００１９】

具体的には、図２に示すように、チューブ２１の排気流れ方向から見たときの断面形状は、長辺２１ｃと短辺２１ｄを有する扁平形状である。長辺２１ｃ側となる扁平面に垂直な方向（図中上下方向）に、複数のチューブ２１が積層されている。また、図２および図３に示すように、本実施形態では、基本的に、隣り合うチューブ２１の外壁によって、隣り合うチューブ２１間に冷却水が流れる冷却水流路２１ｂが構成されている。

【００２０】

水側タンク２３は、一方の水側タンク２３でＥＧＲクーラ１に流入した冷却水を各冷却水流路２１ｂに分配供給し、他方の水側タンク２３で各冷却水流路２１ｂからの冷却水を集合回収するものである。水側タンク２３は、チューブ２１の排気流れ方向両端部近傍において、積層されたチューブ２１の周囲に設けられている。水側タンク２３は、冷却水入口（図示せず）もしくは冷却水出口２３ａを備えている。

【００２１】

排気側タンク２４は、チューブ２１の排気流れ方向両端部に、それぞれ配置されている。一方の排気側タンク２４で、各チューブ２１に排気を分配供給し、他方の排気側タンク２４で、熱交換を終えた排気を各チューブ２１から集合回収する。

【００２２】

インナーフィン２２は、各チューブ２１内に配置されており、排気と冷却水との間での熱交換を促進させるものである。インナーフィン２２は、チューブ２１の内表面にろう付け接合されている。以下、インナーフィン２２の詳細な構成について説明する。

【００２３】

インナーフィン２２は、図４に示すように、排気の流れ方向に略垂直な断面形状、すなわち、排気の流れ方向から見たときの断面形状が、凸部４１を一方側と他方側に交互に位置させて曲折する波形状であって、排気の流れ方向で、部分的に切り起こされた切り起こし部４２を備え、排気の流れ方向から見たときに、切り起こし部４２によって形成される波形状部分が、排気の流れ方向で隣接する波形状部分に対して、オフセットしているオフセットフィンである。このインナーフィン２２は、凸部４１がチューブ２１の長辺２１ｃ側の内表面と接している。

【００２４】

このインナーフィン２２によって、排気流路２１ａが、図２に示すように、チューブ２１の長辺２１ｃに平行な方向で、複数の流路に分割（言い換えると、区画）されている。さらに、インナーフィン２２によってチューブ２１内で複数の分割された流路は、排気流れ方向で部分的にオフセットしている。すなわち、図４に示すように、排気流路２１ａを複数の流路に分割する壁部４３が、排気の流れ方向に沿って、千鳥状に配置されている。

【００２５】

また、排気流れ方向からインナーフィン２２を見たとき、一方側同士、他方側同士のよ

10

20

30

40

50

うに、同一側の凸部 4 1 であって、排気流れ方向で隣接する凸部 4 1 同士は、ずれて配置されている。本実施形態では、インナーフィン 2 2 の排気の流れ方向での断面形状については、凸部 4 1 の頂点に直線状部分を含む形状となっている。このインナーフィン 2 2 は、プレス加工により、アルミニウム合金製の平板を波形状に折り曲げ、さらに、プレス加工により、切り起こし部 4 2 となる部分を起こすことで製造される。

#### 【 0 0 2 6 】

続いて、本実施形態におけるチューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 の詳細な構成について、図 5 に基づいて説明する。なお、チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 が、本発明の熱交換器構成部品に相当している。

#### 【 0 0 2 7 】

チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 は、アルミニウム合金製の芯材 2 0 を有している。芯材 2 0 の表面（排気と接触する面）には、アトミックレイヤーデポジション（ALD）によって形成された被膜 3 0 が設けられている。この被膜 3 0 は、芯材 2 0 よりも電位が貴になっている。本例では、被膜 3 0 は  $TiO_2$  により構成されている。

#### 【 0 0 2 8 】

被膜 3 0 は、芯材 2 0 の表面に均一に成膜されている。具体的には、被膜 3 0 のうち最も厚い部分の厚さと最も薄い部分の厚さとの差分の割合が、例えば、15%以下、望ましくは10%以下となっている。また、被膜 3 0 の平均膜厚は、ナノメートルオーダー（1 nm ~ 100 nm）になっている。

#### 【 0 0 2 9 】

続いて、本実施形態の EGR クーラ 1 の製造方法について説明する。

#### 【 0 0 3 0 】

まず、EGR クーラ 1 の構成部品を組み付ける組付工程を行う。具体的には、積層配置された複数本のチューブ 2 1 内にインナーフィン 2 2 を装填してチューブ積層体を仮組みした後、当該チューブ積層体に水側タンク 2 3 および排気側タンク 2 4 を組み付けする。これにより、チューブ 2 1、インナーフィン 2 2、水側タンク 2 3 および排気側タンク 2 4 の仮固定（仮組み付け）が完了する。

#### 【 0 0 3 1 】

次に、組付工程にて仮組み付けされた EGR クーラ 1 の構成部品をろう付け接合するろう付け工程を行う。具体的には、上述の仮組み付け体を加熱炉内に搬入し、チューブ積層体（すなわちチューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2）、水側タンク 2 3 および排気側タンク 2 4 をろう付けにて一体接合する。

#### 【 0 0 3 2 】

次に、ろう付工程にてろう付け接合された EGR クーラ 1 の構成部品の内表面に被膜 3 0 を形成する被膜形成工程を行う。具体的には、EGR クーラ 1 の内部、すなわちチューブ 2 1 の内部にコーティング材料を流通させることにより、アトミックレイヤーデポジションによって、チューブ 2 1 の内壁面およびインナーフィン 2 2 の表面に被膜 3 0 を形成する。

#### 【 0 0 3 3 】

以上説明したように、熱交換器構成部品であるチューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 の表面に被膜 3 0 を形成することで、当該被膜 3 0 により、チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 に腐食による貫通孔が生じることを抑制できる。具体的には、被膜 3 0 として、チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 の芯材 2 0 よりも電位が貴になるものを用いることで、芯材 2 0 が腐食することを抑制できる。

#### 【 0 0 3 4 】

このとき、被膜形成工程をろう付け工程の後に行うので、ろう付け時に被膜 3 0 が溶融することを防止できる。さらに、ドライコーティング法的一种である化学気相成長法によってチューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 の表面に被膜 3 0 を形成することで、被膜形成工程時に熱交換器内部の微細部（インナーフィン 2 2 部分）において目詰まりを起こすことを防止できる。したがって、チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 に腐食による貫

10

20

30

40

50

通孔が生じることを確実に抑制することが可能となる。

【0035】

また、本実施形態では、成膜工程において、EGRクーラ1の内部(チューブ21の内部)にコーティング材料を流通させることにより、アトミックレイヤーデポジションによって、チューブ21の内壁面およびインナーフィン22の表面に被膜30を形成している。これによれば、製品であるEGRクーラ1自体をチャンバとして、製品内部であるチューブ21の内壁面およびインナーフィン22の表面に被膜30を形成することができるので、簡易な方法で被膜形成工程を実現することが可能となる。

【0036】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について図6に基づいて説明する。本第2実施形態では、チューブ21およびインナーフィン22の芯材20の表面に形成された被膜30が、芯材20よりも電位が卑になっている。本例では、被膜30は $Al_2O_3$ により構成されている。

【0037】

これにより、芯材20の耐食性が、被膜30に対して相対的に高くなる。このため、被膜30が芯材20に対する犠牲腐食作用を発揮するので、芯材20が腐食することを抑制できる。

【0038】

また、図6に示すように、凝縮水の付着により被膜30に腐食による貫通孔が生じた場合であっても、芯材20の板面に平行な方向(図6中の矢印方向)へ被膜30の腐食が進行し、芯材20の板厚方向への腐食の進行を抑制できる。

【0039】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について図7に基づいて説明する。本第3実施形態では、図7に示すように、チューブ21およびインナーフィン22の芯材20の表面に、芯材20よりも電位が貴となる第1耐食被膜31および第2耐食被膜32が、複数交互に積層形成されている。

【0040】

第1耐食被膜31および第2耐食被膜32は、それぞれ、アトミックレイヤーデポジションにより形成されている。また、第1耐食被膜31および第2耐食被膜32は、結晶状態で形成されている。本例では、第1耐食被膜31は $TiO_2$ で構成されており、第2耐食被膜32は $Cr_2O_3$ で構成されている。

【0041】

以上説明したように、チューブ21およびインナーフィン22の芯材20の表面に二種類の耐食被膜31、32を複数交互に積層形成することで、芯材20に腐食による貫通孔が生じることをより確実に抑制できる。

【0042】

(第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態について図7に基づいて説明する。本第4実施形態では、図8に示すように、チューブ21およびインナーフィン22の芯材20の表面に、結晶状態であって、かつ、芯材20よりも電位が貴となる耐食被膜33と、アモルファス状態であって、かつ、芯材20よりも電位が卑となる犠牲被膜34とが、複数交互に積層形成されている。耐食被膜33および犠牲被膜34は、それぞれ、アトミックレイヤーデポジションにより形成されている。

【0043】

耐食被膜33および犠牲被膜34は、酸化物被膜(望ましくは不動態被膜)である。具体的には、耐食被膜33および犠牲被膜34は、それぞれ、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Cr_2O_3$ から選ばれる少なくとも一種により構成されている。本例では、耐食被膜33は $TiO_2$ で構成されており、犠牲被膜34は $Al_2O_3$ で構成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 4 】

以上説明したように、チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 の芯材 2 0 の表面に耐食被膜 3 3 および犠牲被膜 3 4 を複数交互に積層形成することで、耐食被膜 3 3 に腐食によるピンホール 4 0 0 が生じた場合であっても、犠牲被膜 3 4 において腐食が芯材 2 0 の板面に平行な方向に進行する。そして、当該犠牲被膜 3 4 が腐食により剥がれ落ちるまで、次の耐食被膜 3 3 へは腐食が進行しない。つまり、腐食は、図 8 の矢印で示すように進行するので、耐食被膜 3 3 のみの場合や、犠牲被膜 3 4 のみの場合と比較して、腐食が芯材 2 0 へ到達することを遅らせることができる。したがって、芯材 2 0 に腐食による貫通孔が生じることをより確実に抑制できる。

## 【 0 0 4 5 】

ところで、芯材 2 0 の表面に結晶状態の被膜のみを形成した場合、被膜を構成する結晶同士の隙間に凝縮水が染み込み、凝縮水が芯材 2 0 にまで達して芯材 2 0 が腐食するおそれがある。

## 【 0 0 4 6 】

これに対し、本実施形態では、耐食被膜 3 3 を結晶状態で形成するとともに、犠牲被膜 3 4 をアモルファス状態で形成している。このため、耐食被膜 3 3 を構成する結晶同士の隙間に凝縮水が染み込んだとしても、アモルファス状態の犠牲被膜 3 4 が芯材 2 0 との間に配置されているので、凝縮水が芯材 2 0 にまで達することを抑制できる。

## 【 0 0 4 7 】

( 第 5 実施形態 )

次に、本発明の第 5 実施形態について図 9 および図 1 0 に基づいて説明する。本第 5 実施形態は、上記第 1 実施形態と比較して、熱交換器の製造工程にろう付け工程が含まれない、すなわちチューブをフィン等にろう付け接合することなく機械的に固定する点が異なるものである。本実施形態では、本発明の熱交換器を、エンジン（内燃機関）の冷却水と空気とを熱交換してエンジン冷却水を冷却するラジエータ 1 0 0 に適用した例を説明する。

## 【 0 0 4 8 】

図 9 中、チューブ 2 1 は冷却水が流通する金属（本例では、アルミニウム合金）製の管である。本実施形態では、チューブ 2 1 として、板材を曲げて扁平（楕円）管状にした後、溶接にて接合した扁平断面形状を有する溶接管（電縫管）を採用している。チューブ 2 1 には、プレート状のフィン 2 2 が複数接続されている。なお、フィン 2 2 の詳細については後述する。

## 【 0 0 4 9 】

タンク 4 は、チューブ 2 の長手方向端部にて複数本のチューブ 2 1 と連通するもので、紙面上側のタンク 4 は、各チューブ 2 1 にエンジン冷却水に分配供給するもので、紙面下側のタンク 4 は、空気との熱交換を終えたエンジン冷却水を集合回収するものである。

## 【 0 0 5 0 】

本実施形態に係るタンク 4 は、チューブ 2 1 が固定される金属製のコアプレート 4 a、及びコアプレート 4 a と共にタンク内空間を構成する樹脂性のタンク本体 4 b 等から構成されている。コアプレート 4 a には、チューブ 2 1 が挿入される挿入孔（図示せず）が複数形成されている。コアプレート 4 a とタンク本体 4 b とは、ゴム製のパッキン等のシール材を介して液密にカシメ固定されている。

## 【 0 0 5 1 】

また、タンク本体 4 b には、冷却水流入口 4 c および冷却水出口 4 d が設けられている。冷却水流入口 4 c は、エンジンの冷却水出口側に接続されている。冷却水出口 4 d は、エンジンの冷却水入口側に接続されている。

## 【 0 0 5 2 】

フィン 2 2 は、チューブ 2 1 の長手方向（図 9 における上下方向）と直交する方向に拡がり、チューブ 2 1 の短径方向に帯状に延びて冷却水の熱交換を促進する金属（本例では、アルミニウム合金）製の薄帯板である。このフィン 2 2 には、図 1 0 に示すように、チ

10

20

30

40

50

チューブ 2 1 が貫通挿入される挿入穴 3 a が形成されている。また、フィン 2 2 には、当該フィン 2 2 の一部を鏝窓状に切り起こしてフィン 2 2 周りを流通する空気を転向させて温度境界層の成長を抑制を有するルーバ 3 e が形成されている。挿入穴 3 a およびルーバ 3 e は、例えばフィン 2 2 にプレス加工を施すことにより形成されている。

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、プレス加工等により挿入穴 3 a が形成された時、つまりチューブ 2 1 を挿入する前の状態においては、挿入穴 3 a の穴寸法は、チューブ 2 1 の外形寸法より小さくなっている。そして、挿入穴 3 a にバーリング加工を施して挿入穴 3 a の寸法をチューブ 2 1 の外形寸法と略同一となるように拡げることにより、チューブ 2 1 の外壁に接触する略筒状のバーリング部 3 b を挿入穴 3 a の縁部に設けている。

10

【 0 0 5 4 】

バーリング部 3 b は、チューブ 2 1 の外周面に沿うようにしてチューブ 2 1 の外周略全域でチューブ 2 1 と接触している。チューブ 2 1 を挿入穴 3 a に挿入した状態で、拡管治具等によりチューブ 2 1 を拡大させることにより、チューブ 2 1 の外周面とバーリング部 3 b とを所定面圧以上の面圧にて圧接させてフィン 2 2 とチューブ 2 1 とを機械的に接合している。

【 0 0 5 5 】

また、挿入穴 3 a の縁部には、この縁部から突出して隣り合うフィン 2 2 に接触させるための複数本（本実施形態では、2 本）の突出部 3 c が設けられている。なお、突出部 3 c は、フィン 2 2 から挿入穴 3 a に相当する部位を打ち抜く際に挿入穴 3 a と同時に成形されたものである。

20

【 0 0 5 6 】

また、突出部 3 c は、バーリング加工前にその先端側が約 90° 曲げ起こされた後、バーリング加工と同時にその根元側がチューブ 2 の長手方向と略平行となるように約 90° 曲げられる。そして、突出部 3 c の先端側に設けられた曲げられた部分 3 d が、隣り合うフィン 2 2 に接触することで、隣り合うフィン 2 2 間のピッチ寸法 p が保持されている。

【 0 0 5 7 】

ここで、チューブ 2 1 およびフィン 2 2 は、上記第 1 実施形態と同様に、アルミニウム合金製の芯材 2 0（第 1 実施形態の図 5 参照）を有している。芯材 2 0 の表面（空気と接触する面）には、アトミックレイヤーデポジション（ALD）によって形成された被膜 3 0（第 1 実施形態の図 5 参照）が設けられている。この被膜 3 0 は、芯材 2 0 よりも電位が貴になっている。本例では、被膜 3 0 は  $TiO_2$  により構成されている。

30

【 0 0 5 8 】

続いて、本実施形態のラジエータ 1 0 0 の製造方法について説明する。

【 0 0 5 9 】

まず、ラジエータ 1 0 0 の構成部品を組み付ける組付工程を行う。具体的には、積層配置されたフィン 2 2 の挿入穴 3 a、および、コアプレート 4 a に形成された挿入孔に、チューブ 2 1 を挿入する。その後、拡管治具によりチューブ 2 1 を拡大させることにより、チューブ 2 1 をフィン 2 2 およびコアプレート 4 a に機械的に接合する。その後、コアプレート 4 a に、タンク本体 4 b を組み付ける。これにより、チューブ 2 1、フィン 2 2 およびタンク 4 の固定（組み付け）が完了する。

40

【 0 0 6 0 】

次に、組付工程にて組み付けされたラジエータ 1 0 0 の構成部品の表面に被膜 3 0 を形成する被膜形成工程を行う。具体的には、アトミックレイヤーデポジションによって、チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 の表面に被膜 3 0 を形成する。

【 0 0 6 1 】

以上説明したように、熱交換器構成部品であるチューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 の表面に被膜 3 0 を形成することで、当該被膜 3 0 により、チューブ 2 1 およびインナーフィン 2 2 に腐食による貫通孔が生じることを抑制できる。

【 0 0 6 2 】

50



このとき、被膜形成工程を組付工程の後に行うので、構成部品の搬送時や構成部品同士の組み付け時に被膜 30 に傷が付くことを防止できる。したがって、チューブ 21 およびインナーフィン 22 に腐食による貫通孔が生じることを確実に抑制することが可能となる。

#### 【0063】

(他の実施形態)

本発明は上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、以下のように種々変形可能である。

#### 【0064】

(1) 上記第3実施形態では、第1耐食被膜 31 および第2耐食被膜 32 を、ともに結晶状態で形成した例について説明したが、これに限定されない。例えば、第1耐食被膜 31 を結晶状態で形成するとともに、第2耐食被膜 32 をアモルファス状態で形成してもよい。また、第1耐食被膜 31 および第2耐食被膜 32 を、ともにアモルファス状態で形成してもよい。

10

#### 【0065】

(2) 上記第3、第4実施形態では、チューブ 21 およびインナーフィン 22 の芯材 20 の表面に二種類の被膜 31 ~ 34 を複数交互に積層形成した例について説明したが、これに限らず、芯材 20 の表面に三種類以上の被膜を複数順番に積層形成してもよい。例えば、図 11 に示すように、芯材 20 の表面に、第1耐食被膜 31、第2耐食被膜 32、第3耐食被膜 33 を、この順に複数積層形成してもよい。

20

#### 【0066】

(3) 上記実施形態では、チューブ 21 およびインナーフィン 22 の芯材 20 の表面に被膜 30 ~ 35 を形成した例について説明したが、被膜 30 ~ 35 を形成する部位はこれらに限定されない。例えば、熱交換器構成部品のうち、異種金属を接合することにより構成されている部位の表面に被膜 30 ~ 35 を形成してもよい。異種金属同士が接合される部位は腐食しやすいので、当該部位の表面に被膜 30 ~ 35 を形成することで、腐食しやすい部位の耐食性を向上させることが可能となる。

#### 【0067】

(4) 上記実施形態では、チューブ 21 およびインナーフィン 22 の芯材 20 の表面に被膜 30 ~ 35 を形成する被膜形成方法として、アトミックレイヤーデポジションを採用した例について説明したが、被膜形成方法はこれに限定されない。例えば、プラズマ CVD、光 CVD、熱 CVD 等の他の化学気相成長法 (CVD) を採用してもよい。

30

#### 【0068】

(5) 上記実施形態では、チューブ 21 およびインナーフィン 22 の芯材 20 として、アルミニウム合金を採用した例について説明したが、これに限らず、例えばステンレスを採用してもよい。

#### 【0069】

(6) 上記第3実施形態では、チューブ 21 およびインナーフィン 22 の芯材 20 の表面に二種類の耐食被膜 31、32 を複数交互に積層形成した例について説明したが、これに限定されない。例えば、図 12 に示すように、二種類の耐食被膜 31、32 のうち最も外側に位置する最外層被膜 310 を、当該最外層被膜 310 より内側に位置するとともに最外層被膜 310 と接する耐食被膜 32 よりも電位が貴となるように構成してもよい。換言すると、二種類の耐食被膜 31、32 のうち電位が貴となる方の被膜 31 が、最も外側に配置されていてもよい。

40

#### 【0070】

なお、最外層被膜 310 (より電位が貴となる耐食被膜 31) としては、モリブデンの酸化物、タンタルの酸化物、ニオブの酸化物、タングステンの酸化物、ジルコニウムの酸化物、チタンの酸化物から選ばれる一種が用いられる。

#### 【0071】

(7) 上記第4実施形態では、チューブ 21 およびインナーフィン 22 の芯材 20 の表

50

面に耐食被膜 33 および犠牲被膜 34 を複数交互に積層形成した例について説明したが、これに限定されない。例えば、図 13 に示すように、耐食被膜 33 および犠牲被膜 34 のうち最も外側に位置する最外層被膜 330 を、当該最外層被膜 330 より内側に位置するとともに最外側被膜 330 と接する被膜 34 よりも電位が貴となるように構成してもよい。換言すると、耐食被膜 33 および犠牲被膜 34 のうち電位が貴となる方の被膜 33 が、最も外側に配置されていてもよい。

【0072】

なお、最外層被膜 330（より電位が貴となる耐食被膜 33）としては、モリブデンの酸化物、タンタルの酸化物、ニオブの酸化物、タングステンの酸化物、ジルコニウムの酸化物、チタンの酸化物から選ばれる一種が用いられる。

【0073】

（8）上記した各実施形態同士は、実施可能な範囲で適宜組み合わせてもよい。例えば、第 5 実施形態のラジエータ 100 のチューブ 21 およびフィン 22 の表面に、第 2 実施形態の被膜 30（芯材 20 よりも電位が卑となる被膜）を形成してもよい。

【0074】

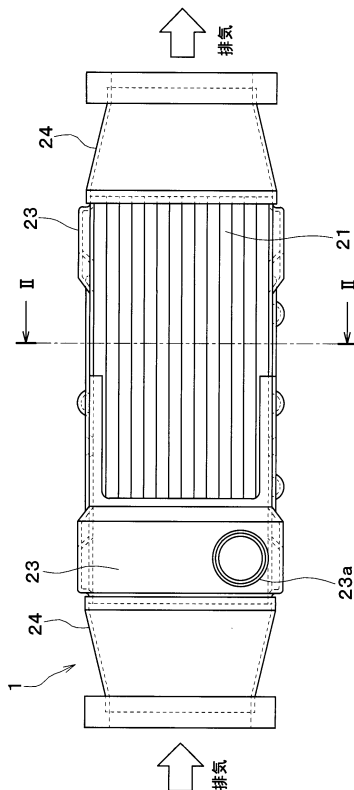
また、第 5 実施形態のラジエータ 100 のチューブ 21 およびフィン 22 の表面に、第 3 実施形態のように第 1 耐食被膜 31 と第 2 耐食被膜 32 とを複数交互に積層形成してもよい。また、第 5 実施形態のラジエータ 100 のチューブ 21 およびフィン 22 の表面に、第 4 実施形態のように耐食被膜 33 と犠牲被膜 34 とを複数交互に積層形成してもよい。

【符号の説明】

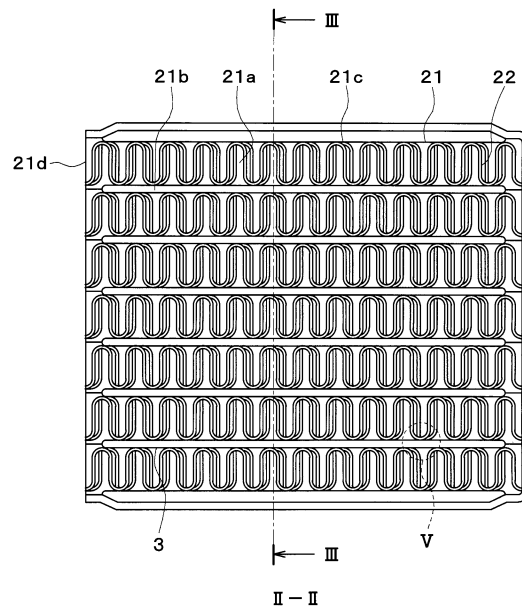
【0075】

- 21 チューブ（熱交換器構成部品）
- 22 インナーフィン（熱交換器構成部品）
- 30 被膜

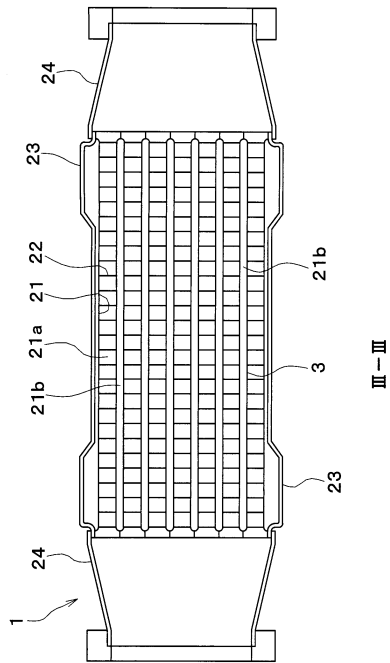
【図 1】



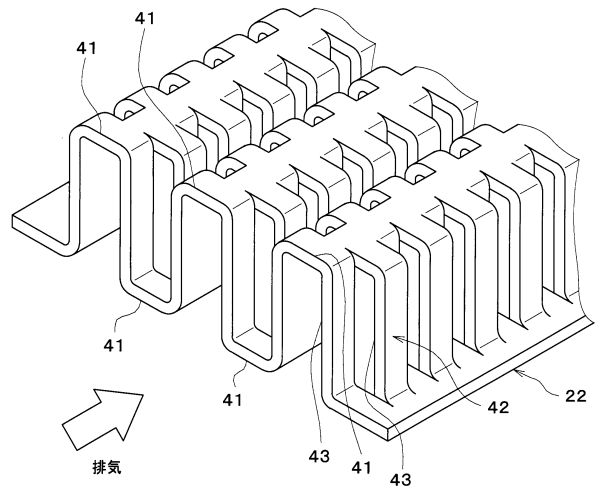
【図 2】



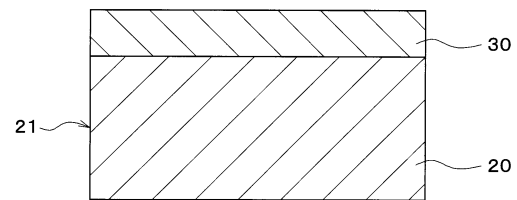
【図 3】



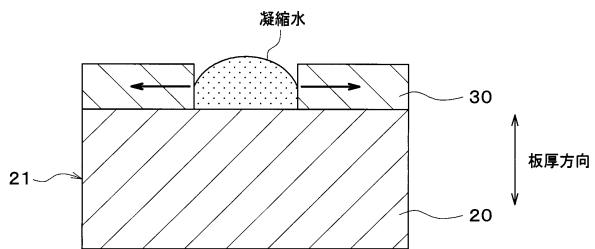
【図 4】



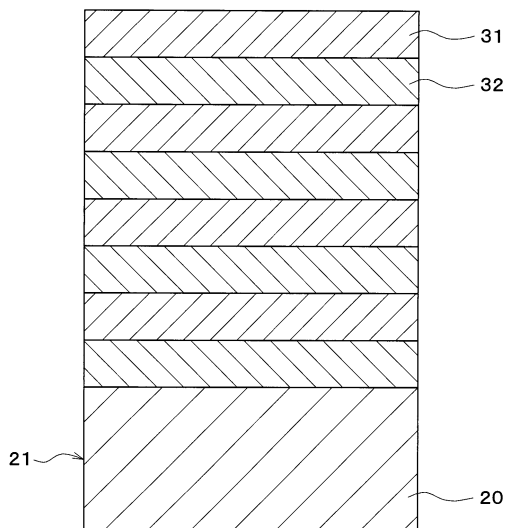
【図 5】



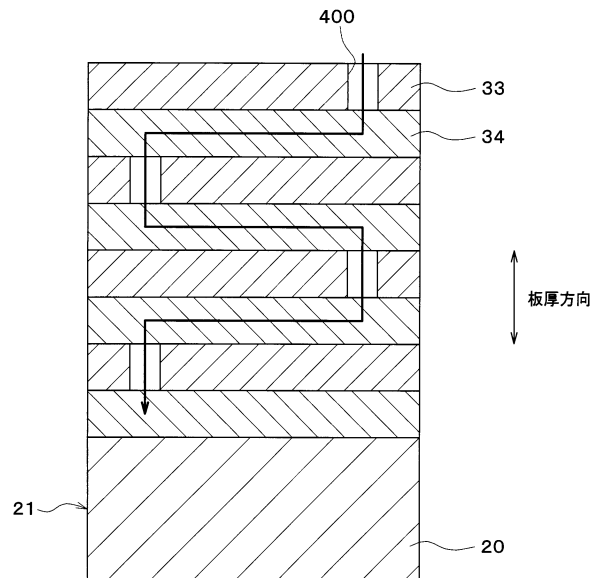
【図 6】



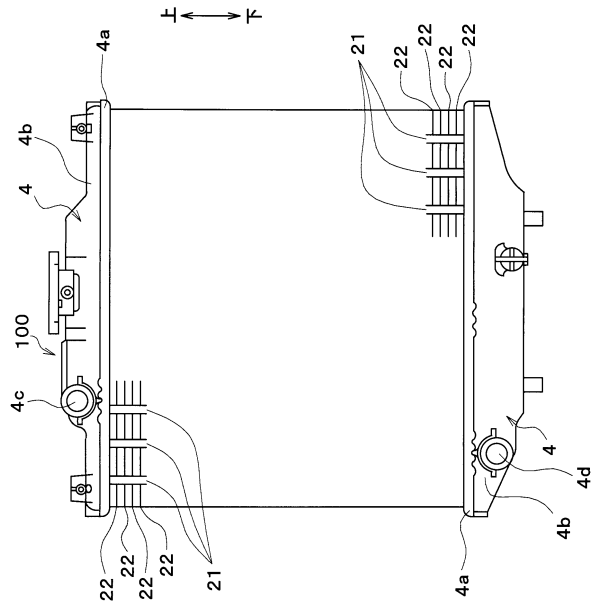
【図 7】



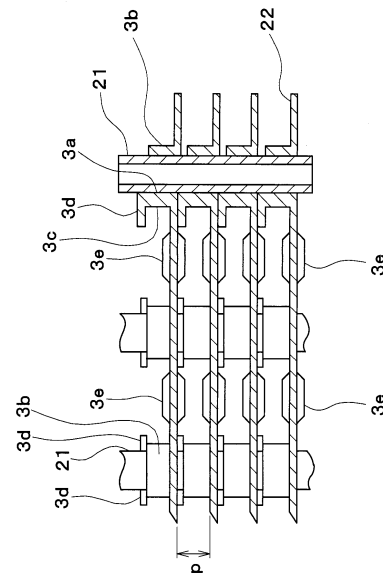
【図 8】



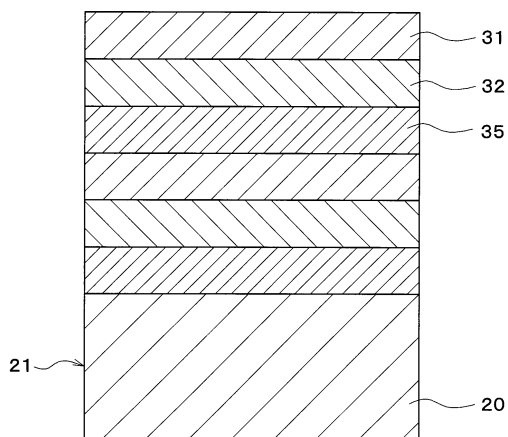
【図 9】



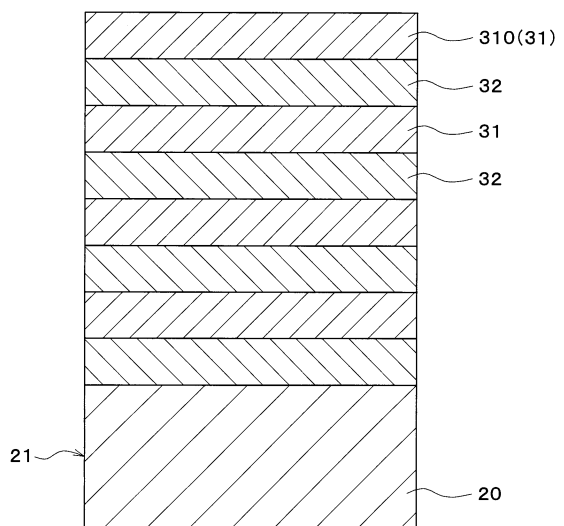
【図 10】



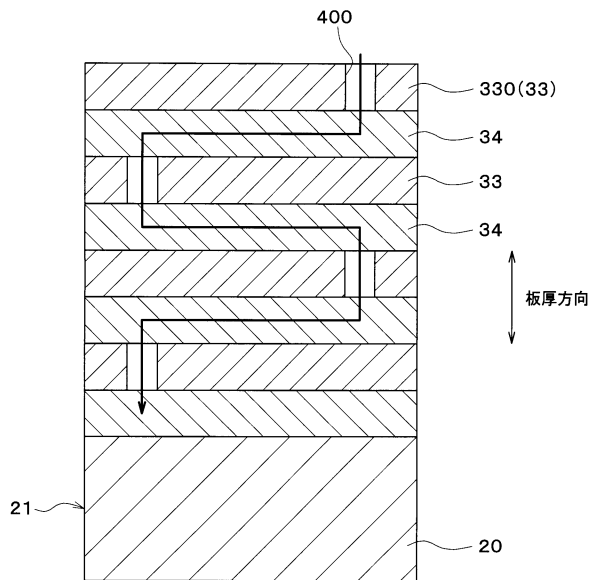
【図 11】



【図 12】



【図 13】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
<b>C 2 3 C 16/40</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 16/40
B 2 3 K 101/14	(2006.01)	B 2 3 K 101:14
B 2 3 K 103/10	(2006.01)	B 2 3 K 103:10

(72)発明者 寺 亮之介  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 佐野 幸浩  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 藤崎 詔夫

(56)参考文献 特開平04-356695(JP,A)  
特表2005-520050(JP,A)  
特開2001-280879(JP,A)  
特開昭62-097767(JP,A)  
特開2006-037158(JP,A)  
特開昭62-151555(JP,A)  
特表2003-535221(JP,A)  
特開2007-123530(JP,A)  
特開2007-194168(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 8 F	1 9 / 0 2
B 2 3 K	1 / 0 0
C 2 3 C	1 6 / 4 0
C 2 3 C	1 6 / 4 5 5
F 2 8 D	7 / 0 0
F 2 8 F	1 / 4 0
B 2 3 K	1 0 1 / 1 4
B 2 3 K	1 0 3 / 1 0