

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5643500号
(P5643500)

(45) 発行日 平成26年12月17日(2014.12.17)

(24) 登録日 平成26年11月7日(2014.11.7)

(51) Int.Cl.

F 1

F28F 13/18 (2006.01)

F28F 13/18

B

F28F 1/32 (2006.01)

F28F 1/32

H

C09D 129/04 (2006.01)

C09D 129/04

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2009-249067 (P2009-249067)

(22) 出願日

平成21年10月29日 (2009.10.29)

(65) 公開番号

特開2011-94873 (P2011-94873A)

(43) 公開日

平成23年5月12日 (2011.5.12)

審査請求日

平成24年9月28日 (2012.9.28)

(73) 特許権者 000107538

株式会社 U A C J

東京都千代田区大手町一丁目7番2号

(74) 代理人 110000648

特許業務法人あいち国際特許事務所

(72) 発明者 富田 直隆

東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽
金属工業株式会社内

(72) 発明者 磯村 紀寿

東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽
金属工業株式会社内

審査官 新井 浩士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】熱交換器用アルミニウムフィン材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウムよりなる基板と、該基板の表面に形成した1層又は複数層の塗膜とからなり、

該塗膜の最外層は、ケン化度90%以上のポリビニルアルコール系樹脂を固形分質量%で95%以上含有し、かつ流速5L/時間の温度25°の流水に24時間曝した後の表面粗さRaが0.2μm以下の親水性塗膜からなり、

上記親水性塗膜に、少なくともヘキサデカノール又はオクタデカノールからなる高級アルコールを接触させた後の該高級アルコールの付着量が2mg/m²未満であることを特徴とする熱交換器用アルミニウムフィン材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱交換器用アルミニウムフィン材に関する。

【背景技術】

【0002】

空調機や冷蔵庫における熱交換器としては、多数のプレートフィンとチューブとを組み合わせて構成されるプレートフィンチューブ熱交換器が多用されている。

従来、上記プレートフィンには、軽量で熱伝導性及び加工性に優れていることからアルミニウム又はアルミニウム合金（以下、アルミニウムという）が使用されている。

【0003】

上記プレートフィンは、アルミニウム板よりなる熱交換器用フィン材に、上記チューブを挿通して固定するための1~4mm程度の高さのフィンカラー部を有する組み付け孔をプレス加工して作製する。

次いで、この得られたプレートフィンを積層した後に、前記組み付け孔の内部に、別途作製したチューブを挿通させる。

【0004】

チューブには、通常、銅管又は銅合金管を転造加工等によって内面に溝加工を施す加工等を行い、定尺切断・ヘアピン曲げ加工を施したものが供される。

次に、チューブをアルミニウムプレートフィンに拡管固着し、ヘアピン曲げ加工を施した側と反対側のチューブ端部にUバンド管をろう付け加工する工程を経て、熱交換器が作製される。

10

【0005】

上記プレートフィンチューブ熱交換器のフィン表面は、使用時に結露状態となる。

そのため、アルミニウム板よりなる上記熱交換器用フィン材の表面には、親水性塗膜が形成されている。この親水性塗膜により、結露水を均一な水膜とし、円滑に落下、排出させ、結露水による通風抵抗（空気がフィン間を通過する際の抵抗）を低くし、熱交換器の性能を維持することが可能になる。

【0006】

ところが、近年、エアコンなどの空調機の冷房運転時に、噴出しきから水滴が飛散するという所謂水飛び現象が問題となっている。これは、室内空間中を浮遊するさまざまな汚染物質が熱交換器用のプレートフィン表面に付着し、親水化表面が撥水化するためにおこると考えられている。

20

そこで、汚染物質がプレートフィンに付着しても親水性を維持できる耐汚染性に優れた塗料組成物及びアルミニウムフィン材が開発されている（特許文献1~特許文献3参照）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2001-201289号公報

【特許文献2】特開2005-75841号公報

30

【特許文献3】特開2000-256868号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来のフィン材及び塗料組成物を用いても上述の水飛び現象を十分に回避することはできなかった。

本願発明者らは、水飛び現象の原因を詳細に解析した結果、汚染物質の中でも、ヘキサデカノール、オクタデカノール等の高級アルコールが水飛び現象の原因となっていることを見出した。そして、これらの汚染物質がフィン材に付着することにより、フィン材が撥水化しなくとも均一な水膜の形成が阻害され、水飛び現象を引き起こすことを見出した。

40

【0009】

本願発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、ヘキサデカノール等の高級アルコールが付着し難く、水飛び現象を抑制できる熱交換器用アルミニウムフィン材を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、アルミニウムよりなる基板と、該基板の表面に形成した1層又は複数層の塗膜とからなり、

該塗膜の最外層は、ケン化度90%以上のポリビニルアルコール系樹脂を固形分質量%で95%以上含有し、かつ流速5L/時間の温度25℃の流水に24時間曝した後の表面

50

粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下の親水性塗膜からなり、

上記親水性塗膜に、少なくともヘキサデカノール又はオクタデカノールからなる高級アルコールを接触させた後の該高級アルコールの付着量が $2 mg / m^2$ 未満であることを特徴とする熱交換器用アルミニウムフィン材にある（請求項 1）。

【発明の効果】

【0011】

本発明の熱交換器用アルミニウムフィン材においては、上記最外層に、ケン化度 90% 以上のポリビニルアルコール系樹脂を固形分質量 % で 95% 以上 含有し、かつ上記条件で流水に曝した後の表面粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下の上記親水性塗膜が形成されている。該親水性塗膜は、親水性を示し、ヘキサデカノール及びオクタデカノール等の高級アルコールの付着を防止することができる。

そのため、上記熱交換器用アルミニウムフィン材においては、結露水を均一な水膜にすることができ、水飛び現象の発生を抑制することができる。

このように、本発明によれば、ヘキサデカノール等の高級アルコールが付着し難く、水飛び現象を抑制できる熱交換器用アルミニウムフィン材を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】実施例 1 における、基板上に、化成皮膜と親水性塗膜とが形成された熱交換器用アルミニウムフィン材の断面を示す説明図。

【図 2】実施例 1 における、基板上に、化成皮膜と耐食性塗膜と親水性塗膜とが形成された熱交換器用アルミニウムフィン材の断面を示す説明図。

【図 3】実施例 1 における、耐汚染性の評価装置の構成を示す説明図。

【図 4】ポリビニルアルコール系樹脂の基本骨格の構造式を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

上記熱交換器用アルミニウムフィン材は、上述のごとくアルミニウムよりなる基板を有する。

上記基板としては、フィン材として用いられるものであれば、いずれのアルミニウムを用いても良い。本明細書において「アルミニウム」は、アルミニウムを主体とする金属及び合金の総称であり、純アルミニウム及びアルミニウム合金を含む概念である。

【0014】

また、上記熱交換器用アルミニウムフィン材は、上記基板の表面に形成された 1 層又は複数層の塗膜を有している。該塗膜は、上記基板の片面又は両面に形成することができる。

複数層から塗膜は、異なる成分組成の塗料を重ね塗りすることにより形成することができる。同一種類の塗料を一回塗布して形成した塗膜は 1 層であるが、さらに成分組成が同一の塗料を複数回重ね塗りして形成した塗膜も 1 层である。

【0015】

複数層の上記塗膜を形成する場合には、例えば、上記基板の表面に、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリエステル系樹脂、塩化ビニル系樹脂等からなる耐食性塗膜を形成し、さらにその上に上記親水性塗膜を最外層として形成することができる。

この場合には、上記熱交換器用アルミニウムフィン材の耐食性を向上させることができる。

上記耐食性塗膜は、例えば膜厚 $0.5 \sim 3.0 \mu m$ で形成することができる。

上記耐食性塗膜の膜厚が $0.5 \mu m$ 未満の場合には、耐食性を十分に確保することができなくなるおそれがある。一方、 $3.0 \mu m$ を越える場合には、上記熱交換器用アルミニウムフィン材の伝熱性を低下させてしまうおそれがある。

【0016】

また、上記塗膜と上記基板の間には、化成皮膜からなる下地処理層を設けることができる。

10

20

30

40

50

上記化成皮膜としては、例えば、リン酸クロメート、クロム酸クロメート等のクロメート処理、クロム化合物以外のリン酸チタンやリン酸ジルコニウム、リン酸モリブデン、リン酸亜鉛、酸化ジルコニウム等によるノンクロメート処理等の化学皮膜処理、いわゆる化成処理により得られる皮膜を採用することができる。なお、上記クロメート処理やノンクロメート処理等の化成処理方法には、反応型及び塗布型があるが、本発明においてはいずれの手法が採用されても何ら差し支えない。

下地処理層は、例えば 100 mg/m^2 以下で形成することができる。

【0017】

上記基板に化成皮膜を形成する場合には、アルミニウムよりなる基板と上記塗膜との密着性を向上させることができる。また、耐食性を向上することができ、水、塩素化合物等の腐食性物質が基板の表面に浸透した際に惹起される塗膜下腐食が抑制され、塗膜割れや塗膜剥離を防止することができる。10

【0018】

上記親水性塗膜は、ケン化度90%以上のポリビニルアルコール系樹脂を固形分質量%で95%以上含有する。

上記親水性塗膜による上述の高級アルコールに対する付着抑制効果は、上記ポリビニルアルコール系樹脂の含有量が多い程大きくなる。

ポリビニルアルコール系樹脂の含有量が50%以下の場合には、ヘキサデカノール等の高級アルコールが付着し易くなるおそれがある。また、上記親水性塗膜の親水性が低下するおそれがある。より好ましくはポリビニルアルコールの含有量は70%以上がよく、さらにより好ましくは90%以上がよい。20

【0019】

また、ケン化度が90%未満の場合には、上記熱交換器用アルミニウムフィン材表面が結露状態になったときに、上記ポリビニルアルコール系樹脂が結露水に溶け込み易くなる。その結果、上記親水性塗膜が上述の高級アルコールに対する付着抑制効果を十分に発揮することができなくなるおそれがある。

【0020】

ケン化度は、JIS K 6726(1977)に準じて測定することができる。

また、ケン化度は、市販のポリビニルアルコール系樹脂のカタログ等に記載されており、これらのカタログスペックから、ケン化度90%以上のポリビニルアルコール系樹脂を採用することができる。30

【0021】

また、上記ポリビニルアルコール系樹脂は、ポリビニルアルコール(PVA)樹脂及びPVA変性樹脂を含む概念である。

PVAは、図4に示す基本骨格構造を有する合成樹脂であり、PVA変性樹脂は、図4に示す基本骨格構造の水酸基(OH基)の一部を例えばアクリル酸アミド、アルキル基、及びカルボキシル基等で置換した基本骨格構造を有する合成樹脂である。

上記ポリビニルアルコール系樹脂としては、PVA樹脂及び/又はPVA変性樹脂を採用することができる。

【0022】

上記親水性塗膜は、上記ポリビニルアルコール系樹脂以外の合成成分として、例えばポリアクリルアミド系樹脂(ポリアクリルアミド及びその誘導体等)、ポリアクリル酸系樹脂(ポリアクリル酸及びその誘導体等)、セルロース系樹脂(カルボキシメチルセルロースナトリウム、カルボキシメチルセルロース系アンモニウム等)、ポリエチレングリコール系樹脂(ポリエチレングリコール、ポリエチレンオキサイド等)、及びコロイダルシリカ等を含有することができる。これらは1種又は2種以上を含有することができる。40

【0023】

また、上記親水性塗膜は、ノニオン系界面活性剤、カチオン系界面活性剤、及びアニオン系界面活性剤等の界面活性剤を含有することもできる。これらは1種又は2種以上を含有することができる。50

【0024】

また、上記親水性塗膜は、ワックス類を含有することができる。この場合には、上記親水性塗膜の表面の滑りをよくすることができる。

また、上記親水性塗膜は、消泡剤を含有することもできる。

【0025】

また、上記親水性塗膜は、親水性塗膜上に水 $2 \mu l$ を滴下し、10秒以内に接触角計を用いて測定した水との接触角が 50° 以内であることが好ましい。

接触角が 50° を越える場合には、上記親水性塗膜の親水性が不十分になるおそれがある。接触角 50° 以下の親水性塗膜は、上記の所定のポリビニルアルコール系樹脂の含有量を 50% 以上にすることにより実現することができる。より好ましくは 45° 以下がよい。上記親水性塗膜は、流速 $5 L / \text{時間}$ の温度 25°C の流水に 24 時間曝した後及び流水に曝す前において、上述の水との接触角が 50° 以下であることが好ましく、 45° 以下であることがより好ましい。

10

【0026】

また、上記最外層の上記親水性塗膜は、流速 $5 L / \text{時間}$ の温度 25°C の流水に 24 時間曝した後の表面粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下である。

一般に、上記親水性塗膜は、流水に曝した後は、表面粗さ R_a が大きくなる傾向にあるが、本発明においては、上記のごとく流水に曝した後における表面粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下になっている。

20

そのため、熱交換器用アルミニウムフィン材としての実使用環境下でヘキサデカノール等の高級アルコールの付着を長期間抑制することができる。

上記表面粗さ R_a が $0.2 \mu m$ を越える場合には、ヘキサデカノール及びオクタデカノール等の高級アルコールの蒸気が、上記親水性塗膜の表面に接触した際に微粒子となって付着し易くなり、さらに付着した後に脱落し難くなる。そのため、水飛び現象を抑制することが困難になるおそれがある。

【0027】

また、上記親水性塗膜の膜厚は、 $0.3 \sim 10 \mu m$ であることが好ましい。

上記親水性塗膜の膜厚が $0.3 \mu m$ 未満の場合には、その親水性効果を十分に発揮することができなくなるおそれがある。一方、 $10 \mu m$ を超える場合には、上記熱交換器用アルミニウムフィン材の伝熱性を低下させてしまうおそれがある。より好ましくは、上記親水性塗膜の膜厚は $1 \mu m \sim 5 \mu m$ 以下がよい。

30

【実施例】

【0028】

(実施例 1)

本例は、本発明の実施例及び参考例にかかる熱交換器用アルミニウムフィン材（試料 E 1 ~ 試料 E 5）及び比較例にかかる熱交換器用アルミニウムフィン材（試料 C 1 ~ 試料 C 5）を作製し、これらの特性を評価する例である。

本発明の実施例及び参考例にかかる熱交換器用アルミニウムフィン材 1（試料 E 2 ~ 試料 E 5）は、図 1 に示すごとく、アルミニウムよりなる基板 2 と、その表面に形成した親水性塗膜 3 1 からなる塗膜 3 とを有する。

40

また、熱交換器用アルミニウムフィン材 1（試料 E 2 ~ 試料 E 5）においては、図 1 に示すごとく、基板 2 と塗膜 3 との間、即ち、基板 2 と親水性塗膜 3 1 との間に、化成皮膜からなる下地処理層 4 が形成されている。

【0029】

また、試料 E 1 の熱交換器用アルミニウムフィン材 1 は、図 2 に示すごとく、アルミニウムよりなる基板 2 と、その上に形成された下地処理層 4 と、その上に形成された塗膜 3 とを有する。塗膜 3 においては、耐食性塗膜 3 2 と親水性塗膜 3 1 が積層形成されており、耐食性塗膜 3 2 が基板 2 側（下地処理層 4 側）に形成され、その上に形成された親水性塗膜 3 1 が最外層を形成している。

【0030】

50

以下、本例の熱交換器用アルミニウムフィン材 1 の製造方法につき、説明する。

まず、アルミニウムよりなる基板 2 として、J I S A 1 0 5 0 - H 2 6 、厚み 0 . 1 m m のアルミニウム板を準備した。

次に、基板 2 に対してリン酸クロメートを浸漬処理することにより、基板 2 の表面にリン酸クロメートよりなる化成皮膜 4 を形成した。

【 0 0 3 1 】

次に、試料 E 1 の熱交換器用アルミニウムフィン材の作製にあたっては、図 2 に示すごとく、化成皮膜 4 上に、バーコーターを用いてエポキシ樹脂を塗布し、温度 2 2 0 で 1 0 秒間加熱することにより、膜厚 1 μ m の耐食性塗膜 3 2 を形成した。空冷後、表 1 に示す組成の親水性塗膜用の塗料を耐食性塗膜 3 2 の表面に塗布し、温度 2 2 0 で 1 0 秒間加熱することにより、膜厚 1 . 5 μ m の親水性塗膜 3 1 を形成した。このようにして、熱交換器用アルミニウムフィン材 1 (試料 E 1) を得た。 10

【 0 0 3 2 】

また、図 1 に示すように、試料 E 2 ~ 試料 E 5 及び試料 C 1 ~ 試料 C 5 の作製にあたっては、耐食性塗膜を形成することなく、上記化成皮膜 4 の上に、表 1 に示す組成の親水性塗膜用の塗料を塗布し、温度 2 2 0 で 1 0 秒間加熱することにより、膜厚 1 . 5 μ m の親水性塗膜 3 1 を形成した。このようにして、熱交換器用アルミニウムフィン材 1 (試料 E 2 ~ 試料 E 5 及び試料 C 1 ~ 試料 C 5) を得た。

各試料について、親水性塗膜が含有する P V A 系樹脂のケン化度、その含有量、 P V A 系樹脂以外の成分、及び耐食性塗膜の有無を表 1 に示す。なお、親水性塗膜は、表 1 に示す P V A 系樹脂と P V A 系樹脂以外の成分との合計量 1 0 0 質量部からなる。 20

【 0 0 3 3 】

次に、各試料 (試料 E 1 ~ 試料 E 5 及び試料 C 1 ~ 試料 C 5) について、その表面粗さを測定した。

具体的には、まず、各試料を 1 0 0 m m \times 1 0 0 m m 角に切断し、流速 5 L / 時間の流水 (温度 2 5) に 2 4 時間曝した。次いで、各試料から走査型レーザー顕微鏡観察用の試料を調整し、走査型レーザー顕微鏡により、 1 0 0 倍の倍率で、板の圧延方向と平行な方向で表面粗さ R a を測定した。測定は同一条件の試料についてそれぞれ 7 回ずつ実施し、その平均を求めた。その結果を表 1 に示す。

【 0 0 3 4 】

【表1】

(表1)

試料No.	親水性塗膜				耐食性塗膜の有無	
	PVA系樹脂		PVA系樹脂以外の成分	表面粗さRa (μ m)		
	ケン化度 (%)	含有量 (質量部)				
E1	95	98	ノニオン系界面活性剤	0.12	有	
E2	95	98	ノニオン系界面活性剤	0.12	無	
E3	95	75	シリカ系樹脂	0.14	無	
E4	95	95	アクリル系樹脂	0.06	無	
E5	95	55	PEG、ノニオン系界面活性剤 ^{*1}	0.15	無	
C1	95	45	シリカ系樹脂	0.31	無	
C2	95	35	PEG、アクリル系樹脂 ^{*2}	0.21	無	
C3	95	55	アクリル系樹脂	0.30	無	
C4	95	35	PEG、アクリル系樹脂 ^{*2}	0.18	無	
C5	85	98	ノニオン系界面活性剤	0.12	無	

PVA:ポリビニルアルコール

PEG:ポリエチレングリコール

*1:PEGとノニオン系界面活性剤との混合比は重量比で1:1

*2:PEGとアクリル系樹脂との混合比は重量比で1:1

【0035】

次に、各試料について、以下のようにして耐汚染性と親水性の評価を行った。

<耐汚染性>

各試料を100mm×100mm角に切断し、流速5L/時間の流水(温度25℃)に24時間曝した。次いで、図3に示すとく、容積100Lの蓋50付きの円柱形容器5を準備し、この円柱形容器5の底部にヒータ6を配置し、さらにヒータ6上にヘキサデカノールを40ml入れた直径約100mmのビーカ7を配置した。

また、円柱形容器5の上部に、その直径方向に伸びる針金81を張り、さらにこの針金81から円柱形容器5の底部の方向に針金82を垂らした。そして、針金82の端部に、各試料の熱交換器用アルミニウムフィン材1を取り付けた。

次に、ヒータ6を作動させて、ビーカ7内のヘキサデカノールを加熱し、温度60℃で保持した。この状態で円柱形容器5の上部に蓋50を配置して円柱形容器5内を密閉した。このように、熱交換器用アルミニウムフィン材1がヘキサデカノールの蒸気に曝される状態にして、72時間保持した。

次に、各試料に付着したヘキサデカノールをエタノールにより抽出し、ガスクロマトグラフィ分析によりその付着量を定量した。

その結果を表2に示す。

【0036】

<親水性>

接触角計を用いて液滴法により接触角を測定した。

具体的には、各試料の親水性塗膜上に水2μlを滴下し、10秒以内にELMA社製ゴ

10

20

30

40

50

ニオメータを用いて、水との接触角を測定した。

接触角は、流水に曝す前の初期状態の試料と、流速 5 L / 時間の流水（温度 25 ℃）に 24 時間曝した試料についてそれぞれ測定した。

その結果を表 2 に示す。

【0037】

【表 2】

(表2)

試料 No.	耐汚染性 ヘキサデカノール付着量 (mg/m ²)	親水性	
		初期の接 触角(°)	24H後の接 触角(°)
E1	0.2未満	21	44
E2	0.2未満	20	42
E3	0.2未満	9	35
E4	0.2未満	13	24
E5	0.2未満	7	27
C1	18.5	10	29
C2	0.9	19	9
C3	0.3	12	23
C4	2.9	6	26
C5	15	20	51

【0038】

表 1 及び表 2 より知られるごとく、試料 E 1 ~ 試料 E 5 は、十分に優れた親水性を示しつつ、ヘキサデカノールが付着し難くなっていた。即ち、流水に曝す前後において、水との接触角 50 ° 以下という十分に優れた親水性を示しつつ、ヘキサデカノールの付着量が 0.2 mg / m² 未満（検出限界以下）であり、ヘキサデカノールなどの高級アルコールに対して優れた耐汚染性を示した。

【0039】

これに対し、試料 C 1 及び試料 C 2 は、親水性塗膜のポリビニルアルコール系樹脂の含有量が少なすぎ、さらに、表面粗さ Ra が大きすぎるため、ヘキサデカノールの付着量が多くなっていた。

また、試料 C 3 は、表面粗さ Ra が大きすぎ、試料 C 4 はポリビニルアルコール系樹脂の含有量が少なすぎたため、これらの試料 C 3 及び試料 C 4 は、やはりヘキサデカノールの付着量が多くなっていた。

また、試料 C 5 は、ポリビニルアルコール系樹脂のケン化度が低すぎて、流水に曝した後における親水性塗膜の親水性が大きく劣化していた。また、耐汚染性についても、ヘキサデカノールの付着量が多くなっていた。これは、ケン化度の低いポリビニルアルコール系樹脂を用いたため、流水に曝したときに親水性塗膜から流出するポリビニルアルコール系樹脂の量が多くなったことによると考えられる。

【0040】

以上のように、ケン化度 90 % 以上のポリビニルアルコール系樹脂を 50 % を超える量で含有し、かつ表面粗さが 0.2 μm 以下の親水性塗膜を有する熱交換器用アルミニウムフィン材（試料 E 1 ~ 試料 E 5 ）は、優れた親水性を示しつつ、ヘキサデカノール等の高

10

20

30

40

50

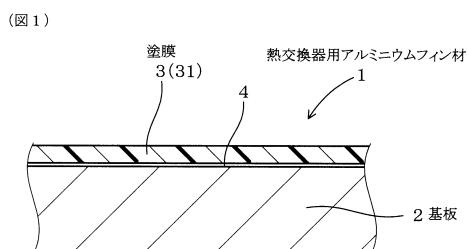
級アルコールが付着しにくい。よって、かかる熱交換器用アルミニウムフィン材は、水飛び現象を防止することができる。

【符号の説明】

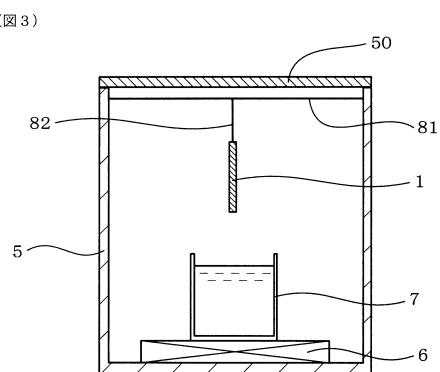
【0041】

- 1 热交換器用アルミニウムフィン材
- 2 基板
- 3 塗膜
- 3 1 親水性塗膜

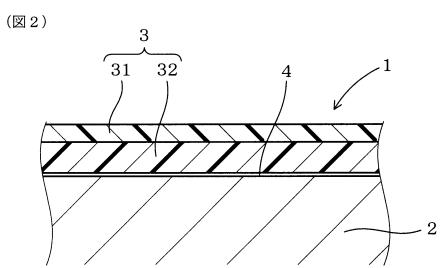
【図1】



【図3】

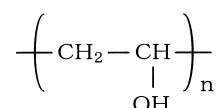


【図2】



【図4】

(図4)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-293177(JP, A)
特開2008-224204(JP, A)
特開2001-247822(JP, A)
特開2002-285140(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 13/18
C09D 129/04
F28F 1/32