

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5631287号
(P5631287)

(45) 発行日 平成26年11月26日(2014.11.26)

(24) 登録日 平成26年10月17日(2014.10.17)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 8 F 3/04 (2006.01)	F 2 8 F 3/04 A
F 2 8 F 21/08 (2006.01)	F 2 8 F 21/08 G

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-216957 (P2011-216957)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成23年9月30日(2011.9.30)		株式会社神戸製鋼所
(62) 分割の表示	特願2010-103525 (P2010-103525) の分割		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番 4号
原出願日	平成22年4月28日(2010.4.28)	(74) 代理人	100061745
(65) 公開番号	特開2012-21767 (P2012-21767A)		弁理士 安田 敏雄
(43) 公開日	平成24年2月2日(2012.2.2)	(74) 代理人	100120341
審査請求日	平成24年8月28日(2012.8.28)		弁理士 安田 幹雄
		(72) 発明者	藤井 康之 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所 内
		(72) 発明者	岡本 明夫 東京都品川区北品川5丁目9番12号 株 式会社神戸製鋼所 東京本社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換用プレートの元板材、及び熱交換用プレートの元板材の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面に微細な凹凸が形成されたチタン製の平板材で構成され、後処理として当該平板材に対してミリメートルオーダ以上の山高さを形成するプレス加工が施された後に熱交換用プレートとなる元板材であって、

前記プレス加工時の成形性を向上させるべく、前記凹凸に関し、凸部の高さ(μm)×[凹部の幅(μm)/隣り合う凸部のピッチ(μm)]で定義される形状パラメータが12μm以下となるように、前記元板材の表面の凹凸が形成されていて、

前記凸部は平面視で円形状であり、平板材の表面に千鳥状に配置されており、前記凸部の高さは均一であって、

前記凸部の高さは、十点平均粗さRzが5μm以上であって、0.1×平板材の厚みμm以下とされていることを特徴とする熱交換用プレートの元板材。

【請求項2】

前記形状パラメータが4μm以上となるように、前記元板材の表面に前記凹凸を形成していることを特徴とする請求項1に記載の熱交換用プレートの元板材。

【請求項3】

表面に微細な凹凸が形成されたチタン製の平板材で構成され、後処理として当該平板材に対してミリメートルオーダ以上の山高さを形成するプレス加工が施された後に熱交換用プレートとなる元板材の製造方法であって、

前記凹凸に関し、前記凸部を平面視で円形状に且つ高さを均一に形成すると共に、平板

材の表面に千鳥配置で形成し、凸部の高さ (μm) \times [凹部の幅 (μm) / 隣り合う凸部のピッチ (μm)] で定義される形状パラメータが $12\ \mu\text{m}$ 以下となり、且つ前記凸部の高さが、十点平均粗さ R_z が $5\ \mu\text{m}$ 以上であって、 $0.1 \times$ 平板材の厚み μm 以下となるように、前記元板材の表面に前記凹凸を形成することを特徴とする熱交換用プレートの元板材の製造方法。

【請求項 4】

前記形状パラメータが $4\ \mu\text{m}$ 以上となるように、前記元板材の表面に前記凹凸を形成することを特徴とする請求項 3 に記載の熱交換用プレートの元板材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱交換用プレートの元板材、及び熱交換用プレートの元板材の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、熱交換器等に組み込まれる熱交換用プレートは高い伝熱性を有していることが望まれている。伝熱性を向上させるためには、プレートの表面にミクロンオーダの微細な凹凸を形成し表面積を拡大することがよく、このようにミクロンオーダの微細な凹凸を転写する方法として、例えば、特許文献 1 に示すような技術が開発されている。

20

この特許文献 1 の金属板表面への転写方法では、移送ロールの回転によって金属シートを移送させ、移送している金属シートに対して転写ロールの外周面に転写された凹凸状の転写部を押圧することによって、金属シートの表面に転写ロールの転写部と略同じ凹凸の形状の被転写部を形成させるようにしている。

【0003】

一方、特許文献 2 は、プレートに所定パターンの開孔列を形成し、2枚のプレートを開孔列を交差させて重ねてプレートセットとし、四隅に連通路を開孔した隔壁プレートとプレートセットを交互に積層し、隔壁プレートで区画された流体の流通層を形成し、各流通層を上下の一層を隔てた流通層と連通させたプレート式熱交換器を開示する。この熱交換器に使用される熱交換用プレートは、伝熱性や強度を向上させるために、熱交換用プレート自体に、例えば「ヘリンボーン」と言われる高さ数 mm ~ 数 cm の山形の溝をプレス成形し、その後、熱交換器内に組み込まれるものとなっている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2006 - 239744 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 192140 号公報 (例えば、図 6)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

特許文献 1 に開示された如く、熱交換用プレートにおいて、平板材の表面にミクロンオーダの微細な凹凸を形成し、表面積を拡大することで伝熱性を向上させているが、多くの場合、表面に微細な凹凸が形成された平板材は、そのままの形で熱交換用プレートとなることは少ない。

すなわち、特許文献 2 の図 6 に開示されているように、通常は微細な凹凸が形成された平板材は、その平面に例えば「ヘリンボーン」と言われる高さ数 mm ~ 数 cm の山形の溝がプレス成形され、その後、熱交換器内へ組み込まれる。そのため、微細な凹凸形成後の平板材に関しては、プレス成形性が望まれることとなる。

【0006】

特に、平板材がチタン製の場合、チタンは異方性を有する材料であり、材料の異方性が

50

応力集中部における板厚の減少や歪み勾配等の変形挙動に影響するため、異方性のない他の材料と比較しプレス成形性などが著しく悪い。また、チタンは焼き付きやすい材料であり、プレス時に潤滑油の油膜切れを起こすと、材料の破断、プレス金型や工具との接触により疵が発生しやすくなる。

【0007】

当然ながら、特許文献1や特許文献2に開示された技術は、チタン製の平板材に対する困難性を克服した上で、熱交換用プレートを製造する技術を開示するものとはなっていない。

そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、表面に凹凸が形成されることで伝熱性が非常に優れると共に、後処理であるプレス成形での加工性が非常に良く、容易に熱交換用のプレートへと成形可能な熱交換用プレートの元板材、及びこの元板材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】

前記目的を達成するため、本発明においては以下の技術的手段を講じた。

すなわち、本発明における熱交換用プレートの元板材は、表面に微細な凹凸が形成されたチタン製の平板材で構成され、後処理として当該平板材に対してミリメートルオーダ以上の山高さを形成するプレス加工が施された後に熱交換用プレートとなる元板材であって、前記プレス加工時の成形性を向上させるべく、前記凹凸に関し、凸部の高さ(μm)×[凹部の幅(μm)/隣り合う凸部のピッチ(μm)]で定義される形状パラメータが12μm以下となるように、前記元板材の表面の凹凸が形成されている点にある。

【0009】

前記形状パラメータが4μm以上となるように、前記元板材の表面に前記凹凸を形成していることが好ましい。

前記凸部は平面視で円形状であって、平板材の表面に千鳥状に配置されていることが好ましい。

さらに、前記凸部の高さは、十点平均粗さRzが5μm以上であって、0.1×平板材の厚みμm以下とされていることが好ましい。

【0010】

また、本発明における熱交換用プレートの元板材の製造方法は、表面に微細な凹凸が形成されたチタン製の平板材で構成され、後処理として当該平板材に対してミリメートルオーダ以上の山高さを形成するプレス加工が施された後に熱交換用プレートとなる元板材の製造方法であって、前記プレス加工時の成形性を向上させるべく、前記凹凸に関し、凸部の高さ(μm)×[凹部の幅(μm)/隣り合う凸部のピッチ(μm)]で定義される形状パラメータが12μm以下となるように、前記元板材の表面に前記凹凸を形成する点にある。

【0011】

前記形状パラメータが4μm以上となるように、前記元板材の表面に前記凹凸を形成することが好ましい。

また、前記凸部を平面視で円形状に形成すると共に、平板材の表面に千鳥配置で形成することが好ましい。

さらに、前記凸部の高さが、十点平均粗さRzが5μm以上であって、0.1×平板材の厚みμm以下となるように、平板材の表面に凸部を形成することが好ましい。

なお、本実施形態に係る熱交換用プレートの元板材の最も好ましい形態は、表面に微細な凹凸が形成されたチタン製の平板材で構成され、後処理として当該平板材に対してミリメートルオーダ以上の山高さを形成するプレス加工が施された後に熱交換用プレートとなる元板材であって、前記プレス加工時の成形性を向上させるべく、前記凹凸に関し、凸部の高さ(μm)×[凹部の幅(μm)/隣り合う凸部のピッチ(μm)]で定義される形状パラメータが12μm以下となるように、前記元板材の表面の凹凸が形成されていて、前記凸部は平面視で円形状であり、平板材の表面に千鳥状に配置されており、前記凸部の

10

20

30

40

50

高さは均一であって、前記凸部の高さは、十点平均粗さ R_z が $5 \mu\text{m}$ 以上であって、 $0.1 \times$ 平板材の厚み μm 以下とされていることを特徴とする。

また、本実施形態に係る熱交換用プレートの元板材の製造方法の最も好ましい形態は、表面に微細な凹凸が形成されたチタン製の平板材で構成され、後処理として当該平板材に対してミリメートルオーダ以上の山高さを形成するプレス加工が施された後に熱交換用プレートとなる元板材の製造方法であって、前記凹凸に関し、前記凸部を平面視で円形状に且つ高さを均一に形成すると共に、平板材の表面に千鳥配置で形成し、凸部の高さ (μm) \times [凹部の幅 (μm) / 隣り合う凸部のピッチ (μm)] で定義される形状パラメータが $12 \mu\text{m}$ 以下となり、且つ前記凸部の高さが、十点平均粗さ R_z が $5 \mu\text{m}$ 以上であって、 $0.1 \times$ 平板材の厚み μm 以下となるように、前記元板材の表面に前記凹凸を形成することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明の技術に係る元板材を用いることで、プレス加工時に割れ等を生じることなく熱交換用プレートを製造することができる。製造された熱交換用プレートは、伝熱性が非常に優れたものとなる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】熱交換用プレートの製造方法を示したものである。

【図2】元板材の表面に形成された凹凸形状を示した図である。

20

【図3】元板材の表面に形成された別の凹凸形状を示した図である。

【図4】 L/P と応力集中率との関係を示した図である。

【図5】元板材の表面に形成された凹凸形状の寸法形状と伝熱効率との関係及び元板材の表面に形成された凹凸形状の寸法形状とプレス成形性の良さとの関係を示した図である。

【図6】元板材の表面に凹凸形状を形成する装置の概略を示した図である。

【図7】プレス成形性スコアを算出するための参考図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面にに基づき、本発明の実施の形態を説明する。

図1は、熱交換用プレートの製造方法を示した概念図である。

30

図1に示すように、熱交換用プレートを製造するにあたっては、まず、図1(a)に示すように素材である平板材1を所定の大きさに形成する。そして、図1(b)に示すように、平板材1をプレス加工することによって平板材1の表面1aに微細な凹凸形状を形成したプレート元板(元板材)を作成する。次に、図1(c)に示すように、表面2aに微細な凹凸形状が形成されたプレート元板2(元板材)に、例えば、ヘリンボーンと言われる山形の溝3を形成することにより熱交換用プレート4を製造する。

【0015】

図1(a)に示す平板材1はチタン材であって、その寸法、板厚は最終製品である熱交換用プレート4にて所望される寸法、板厚を考慮して決定される。

この平板材1の表面1aに対して、後述する加工装置10を用いて微細な凹凸形状(複数の凸部5とこの凸部5に挟まれた凹部6)を形成することでプレート元板2が形成される。凹凸形状が形成されたプレート元板2は、伝熱性が非常によい(熱伝達率が非常に高い)ものとなっている。加えて、本発明のプレート元板2はチタン製とされているため、耐食性、強度、軽量化などの特性が他金属と比較し優れている。それゆえに、プレート式熱交換器のプレートなど耐食性、強度が必要となる製品に対して好適である。

40

【0016】

プレート元板2に形成されたヘリンボーン3は、骨格形状を呈した複数の溝であり、溝の大きさは、高さ数mm~数cm、言い換えれば、ミリメートルオーダ以上の山高さとされている。この元板2は、熱交換器内へ組み込まれる。ヘリンボーン3などに代表される斜格子形状は、熱交換器内部の作動流体の流れが不均一である場合に関しても、どの方向

50

からの流れに対しても凹凸が作動流体に対して直交する壁となり得て、乱流による伝熱性向上に寄与することとなる。

【0017】

以降、プレート元板2の表面の凹凸形状の詳細について述べる。

図2(a)に示すように、プレート元板2の表面2aに形成された凸部5は、平面視で円形であって、その直径Dは400 μ m以上とされている。凸部5の平面視での配置は、千鳥状とされている。ここで千鳥状の配置(千鳥配置)とは、縦方向及び横方向において、いずれか一方に隣り合う凸部5、5の中心が一直線上に並ばないという意味である。

【0018】

具体的には、プレート元板2において、縦方向に隣接する凸部5、5は、横方向に半ピッチだけズレており、横方向に隣接する凸部5の中心同士を結んだ直線(一点鎖線)Aと、縦方向に隣接する凸部5の中心同士を結んだ直線(一点鎖線)Bとの角度が60°となるように凸部5を配置してもよい。

このように千鳥格子配列とすることで、熱交換器内の作動流体の流れが不均一である場合に関し、どの方向からの流れに対しても凹凸が作動流体に対して直交する壁となり得ることができ、乱流による伝熱性向上に寄与する。また、チタン等の異方性のある材料に対して、異方性起因の応力集中に対応できる。

【0019】

縦方向や横方向に隣り合う凸部5間の距離L(凹部6の幅L)は、200 μ m以上が好ましい。なお、凹部6の幅Lとは、横方向又は縦方向に隣接する凸部5同士の最短距離であって、「凹部6の幅L = 隣り合う凸部5のピッチP - (凸部5の直径D / 2) × 2」により求めることができる。また、隣り合う凸部5のピッチPとは、横方向又は縦方向に隣接する最も近い凸部5同士の中心間の距離(最短距離にある凸部5同士の中心間距離)である。

【0020】

図2(a)に示した凹部6の幅Lは、縦方向及び横方向ともに同じ値である(縦方向に隣接する凸部5同士の距離と、横方向に隣接する凸部5同士の距離とが共に同じ値)。隣り合う凸部5のピッチP(凸部5の中心間距離)は600 μ m以上が好ましい。

図2(b)に示すように、プレート元板2の表面に形成された凸部5は、断面視にて上方に立ち上がる上壁8と、この上壁8の上縁を水平に結ぶ表壁9とから台形状に構成されている。言い換えれば、凸部5は、その頂部に平坦部(水平部)を有している。また、十点平均粗さRzにて示される凸部5(上壁8)の高さ(以降、高さRzと示すことがある)は5 μ m以上であって、プレート元板2の板厚tの1/10(10分の1)以下となっている。

【0021】

凸部5の高さRzをこの範囲としているのは、板厚に対して凹凸形状が大きすぎると、後述する加工装置10での圧延転写の際に平坦度(形状)が確保できず圧延安定性が得られないためである。また、平坦度が確保できていない板では、後工程でのプレス成形時に応力分布が発生するため、応力が高い箇所において割れが発生するためである。すなわち、プレス加工の際に凸部5の高さRzが大きすぎると割れの原因(起点)となり、疵の原因となる。一方、高さRzが小さすぎると、伝熱効率の向上を図ることができなくなる。

【0022】

ところで、凸部5の平面視形状は、完全な円形でなく、扁平率0.2程度の楕円形までも含む。なお、凸部5の平面視形状に関しては、他に角形など様々な形状が考えられるが、後工程で行われるプレス加工時の応力集中回避の観点から、略円形であることが好ましい。

ところで、凸部5の千鳥配置状態は図2のものに限定はされない。

【0023】

例えば、図3に示すように、横方向に隣接する凸部5の中心同士を結んだ直線(一点鎖

10

20

30

40

50

線) Cと、縦方向に隣接する凸部5の中心同士を結んだ直線(一点鎖線) Dとの角度が45°となるように凸部5を配置してもよいし、他の角度であってもよい。

以上のようなプレート元板2の凹凸形状に関して、その根拠となる事項を説明する。

発明者は、プレート元板2を製造するにあたって、プレート元板2の表面に形成した凸部5の高さ R_z 、凸部5の数(凹部6の幅 L)、隣り合う凸部のピッチ P を最適なものとするため、これらを含む凹凸形状の形状パラメータ『[凸部5の高さ $R_z \times$ (凹部6の幅 L / 隣り合う凸部のピッチ P)]』について着目した。

【0024】

まず、上述した形状パラメータのうち、凸部5の高さ R_z を一定として、凹部6の幅 L / 隣り合う凸部のピッチ P (L / P)を変化させたときを考えると、図4に示すように、 L / P が増加するにしたがって応力集中率が増加する傾向がある。即ち、凹部6の幅 L が大きすぎたり、凸部のピッチ P が狭すぎると、応力が集中してプレス成形(ヘリンボーン等を成形するためのプレス加工)を実施したときなどに、割れが発生し易い状況になる。

10

【0025】

一方、上述した形状パラメータのうち、凸部5の高さ R_z を変化させ、凸部5の高さ R_z を高くした状況を考えると、凹部6の幅 L や隣り合う凸部のピッチ P と同様に、プレス成形を実施した際に、不均一な応力分布が発生して応力が高い箇所において割れが発生する恐れがある。

したがって、プレート元板2のプレス成形性を考えると、凸部5の高さ R_z 又は凹部6の幅 L が大きすぎず、凸部のピッチ P は狭すぎないことが最適であって、これらを表す形状パラメータには上限値があると考えられる。

20

【0026】

そこで、本願出願人は、様々な形状の凹凸が形成されたチタン製のプレート元板2に対してコンピュータシミュレーションを行い、形状パラメータ『[凸部5の高さ $R_z \times$ (凹部6の幅 L / 隣り合う凸部のピッチ P)]』とプレス成形性との関係を明らかにした。

図5は、形状パラメータとプレス成形性スコアとの関係を示したものである。図5に示すように、形状パラメータが大きくなるにつれてプレス成形性スコアは低下するものの、形状パラメータが $12 \mu\text{m}$ 以下であれば、プレス成形性スコアを60点以上とすることができる。即ち、形状パラメータが $12 \mu\text{m}$ 以下であれば、プレス成形性が低下するといった状況は回避することができる。

30

【0027】

なお、プレス加工での成形性に関しては、「プレス成形性スコア」という指標を用いており、この値が60点以上であれば、プレス成形により、割れなどが発生せず所望とする形状に確実に成形できることとされている。この実施形態において、プレス成形性スコアを計算するにあたっては、図7に示すように、成形後(プレス後)の熱交換用プレート4に対して36箇所について点数を付け、これらの点数をまとめることによりプレス成形性スコアとした。詳しくは、熱交換用プレート4において、縦方向に向くA線、C線、E線と交わる各点(各部分)において、割れが生じず健全なら2点、ネッキング傾向があれば1点、割れが生じていれば0点とする。また、縦方向に向くB線、D線と交わる各点(部分)において、健全なら1点、ネッキング傾向があれば0.5点、割れが生じていれば0点とし、全ての各部分の点数に、図7で示すRの値の逆数を掛けることによって割れの状態を数値化する。そして、全体の総点数に対する割れが生じていない割合を計算し、その値をプレス成形性スコアとしている。

40

【0028】

上述したように、形状パラメータが $12 \mu\text{m}$ 以下であれば、プレス成形性が低下するといった状況は回避することができるものの、本発明のプレート元板2は、熱交換器を構成するプレートの元となるものであり、熱交換を行う隔壁となるものである。ゆえに、本発明のプレート元板2においては、熱伝達率が大きい(伝熱効率が大きい)ことも要求される。

【0029】

50

そこで、「凹凸形状を形成していない平板」の伝熱効率を1.00とし、凹凸形状を形成したプレート（熱交換用プレート）における伝熱効率を考えると、熱交換用プレートの伝熱効率は1.00よりも大きいことが必要であるが、現実の熱交換器で著しい作用を奏するためには、伝熱効率は1.05以上あることが望ましいとされている。

ここで、伝熱効率と形状パラメータとの関係を考える。図5に示すように、例えば、凸部5の高さRzを小さくしたり、凹部6の幅Lを小さくしたり、凸部のピッチPを大きくすることによって、形状パラメータは12 μmから徐々に小さくなる。このように、形状パラメータを徐々に小さくすると伝熱効率も徐々に小さくなり、伝熱効率は、凹凸を形成していない平板に近づくことになる。しかしながら、形状パラメータが4 μm以上であれば、現実の熱交換器にて必要とされる伝熱効率（1.05以上）を確保することができる。

10

【0030】

したがって、伝熱効率の点からすれば、プレート元板2を製造するにあたっては、形状パラメータを4 μm以上にすることが好ましい。

さて、凹部6の幅Lを小さくすればするほど、形状パラメータは小さくなる。流体を流したときの温度境界層の観点から考えると、凹部6の幅Lが小さ過ぎると伝熱性の低下を招いてしまうことから、凹部6の幅Lもある程度確保したほうが良い、即ち、形状パラメータも、ある程度大きい必要があると思われる。

【0031】

このように、温度境界層と凹部6の幅Lとの関係性から見ても、形状パラメータは12 μm以下であっても、ある程度確保する必要がある、具体的には、形状パラメータは、上述したように4 μm以上にすることが考えられる。

20

形状パラメータを4 μm～12 μm内のいずれかの値とし、前述したように、凸部5の高さRzを十点平均粗さRzが5 μm～0.1×平板材の厚みμmとすることで、必然的に凹部6の幅L乃至は凸部5ピッチは決定する（割り出すことができる）。

【0032】

加えて、後工程で実施されるプレス作業での加工性や凹凸部5の変形防止を考えるのであれば、プレート元板2における圧着面積比Sが、図2(a)の凹凸形状においては、式(1)を満たすようにすることが好ましい。

30

$$\text{平板材(チタン)の降伏応力 } y > \text{プレス時に凸部にかかる面圧(} P/S \text{)} \quad (1)$$

$$\text{ここで、} S1 = P \cdot P \cdot \tan(\quad / 180 \cdot \quad) / 4$$

$$S2 = \quad / 4 \cdot D \cdot D / 2$$

$$S = \text{圧着面積比} = S2 / S1$$

$$P = \text{プレス加工時の荷重}$$

式(1)のS1は、図2における平面の面積（図2に示した直線A及び直線Bにて囲まれる三角形の面積）である。式(2)のS2は、図2における凸部の面積（前述の三角形内に存在する凸部の面積）である。

40

【0033】

このように、チタン製であって、表面に形状パラメータが4 μm～12 μmとなるような凹凸が形成されている元板材2を用いることで、プレス加工時に割れ等を生じることなく、熱交換器を構成する熱交換用プレート4を製造することができる。このようにして製造された熱交換用プレート4は、熱交換率が1.05以上であって伝熱性が非常に優れたものとなり、この熱交換用プレート4が組み込まれた熱交換器は、熱交換効率の非常に高いものとなる。

【0034】

ところで、上記したプレート元板2は、図6に示すような加工装置10を用いて形成することができる。

50

この加工装置 10 は、移送ロール 11 と、加工ロール 12 と、支持ロール 13 とを備えている。移送ロール 11 は、平板材 1 を移送するためのものであって、加工ロール 12 から見て上流側及び下流側に配置されている。

【0035】

加工ロール 12 は、移送されている平板材 1 の表面にミクロンオーダ（数 μm ~ 数百 μm ）の凹凸を形成するものである。具体的には、加工ロール 12 は加工後のプレート元板 2 において、形状パラメータが $4\ \mu\text{m}$ ~ $12\ \mu\text{m}$ となるように、平板材 1 の表面 1a に凸部 5 及び凹部 6 を形成するものである。即ち、加工ロール 12 には、形状パラメータが $4\ \mu\text{m}$ ~ $12\ \mu\text{m}$ となるように、凸部 5 及び凹部 6 を形成させるための、凸部 5 の高さ Rz 、凹部 6 の幅 L 、隣り合う凸部のピッチ P が設定されている。

10

【0036】

加工ロール 12 の外周面の全周には、凸状（台形の凸）となる加工部 14 がエッチングや放電ダレにより形成されている。加工部 14 の高さは、加工後におけるプレート元板 2 における凸部 5 の高さ Rz が $5\ \mu\text{m}$ 以上となり、且つ、 $0.1 \times$ 平板材の厚み μm 以下となるように設定されている。加工ロール 12 の表面層は、耐荷重性や耐摩耗性の観点より、Crメッキ又はタングステンカーバイト処理を行うとよい。

【0037】

この加工装置 10 では、加工ロール 12 を回転させながら、加工ロール 12 に設けた加工部 14 を、平板材 1 の表面に押しつけることによって、当該平板材 1 の表面に加工部 14 を反転した形状と同じ凸部 5、凹部 6 を形成できる。即ち、加工装置 10 によって、形状パラメータが $4\ \mu\text{m}$ ~ $12\ \mu\text{m}$ 以下となり、高さ Rz が $5\ \mu\text{m}$ 以上で且つ板厚 t に対して 10% 以下となる凹凸を有したプレート元板 2 を形成することができる。なお、凸部 5 の形成は、上記した加工装置に限定されない。

20

【0038】

ところで、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

例えば、熱交換用のプレート 4 は、プレート元板 2 をプレス加工することにより製造されるが、プレート元板 2 のプレス加工は何でも良く、上述したようなヘリンボーンを形成するものでなくてもよい。

30

【0039】

なお、本発明でプレス成形性の評価基準である「スコア」は、一般的なプレス成形性の評価方法とされているエリクセン値（エリクセン試験）と良好な相関関係があることが知られており、本発明で用いたスコアによってもプレス成形性が正確に評価できる。

【産業上の利用可能性】

【0040】

本発明の熱交換用プレートの元板材は、海洋発電等に用いられる熱交換器を構成するプレートの元板として好適である。

【符号の説明】

40

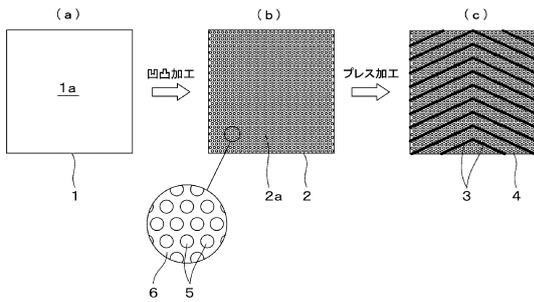
【0041】

- 1 平板材
- 1 a 平板材の表面
- 2 プレート元板（元板材）
- 2 a プレート元板の表面
- 3 溝
- 4 熱交換用プレート
- 5 凸部
- 6 凹部
- 8 上壁

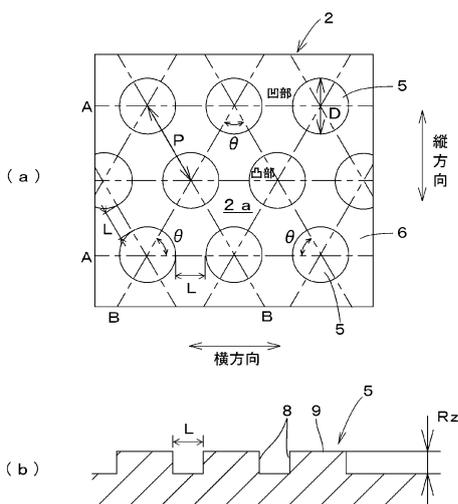
50

- 9 表壁
- 10 加工装置
- 11 移送ロール
- 12 加工ロール
- 13 支持ロール

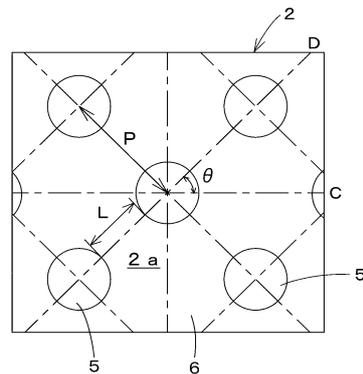
【図1】



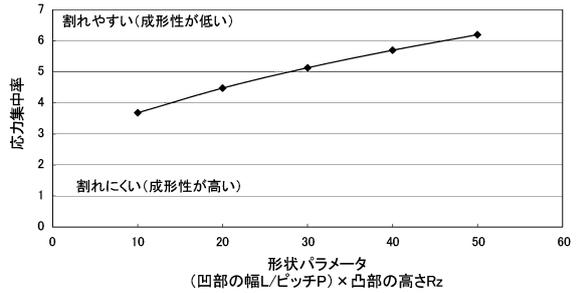
【図2】



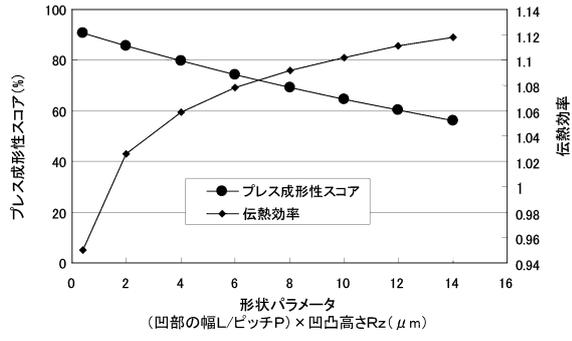
【図3】



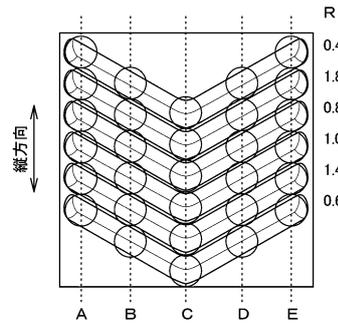
【図4】



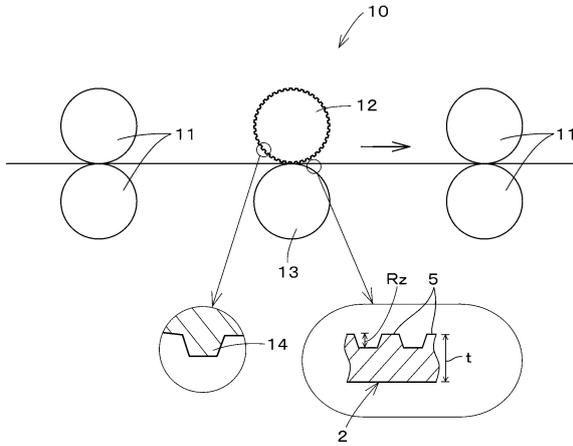
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 逸見 義男
兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所内
- (72)発明者 藤田 皓久
兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所内

審査官 高 藤 啓

- (56)参考文献 特開2005-298930(JP,A)
特開2005-337643(JP,A)
特開2006-214646(JP,A)
特開2009-136893(JP,A)
特表2008-512631(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0081379(US,A1)
米国特許出願公開第2009/0114369(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F28F 3/04
F28F 21/08