

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6864923号
(P6864923)

(45) 発行日 令和3年4月28日 (2021.4.28)

(24) 登録日 令和3年4月7日 (2021.4.7)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 1 C 23/00 (2006.01)	B 2 1 C 23/00 A
B 2 1 C 23/01 (2006.01)	B 2 1 C 23/01 B

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2019-102915 (P2019-102915)	(73) 特許権者	519199004
(22) 出願日	令和1年5月31日 (2019.5.31)		ブギョン ナショナル ユニバーシティ
(65) 公開番号	特開2020-176325 (P2020-176325A)		インダストリーユニバーシティ コーオ
(43) 公開日	令和2年10月29日 (2020.10.29)		ペレーション ファウンデーション
審査請求日	令和1年5月31日 (2019.5.31)		大韓民国, 48547, プサン, ナムグ
(31) 優先権主張番号	10-2019-0044421		, シンソンーロ 365 (ヨンダングード
(32) 優先日	平成31年4月16日 (2019.4.16)		ン, ブギョン ナショナル ユニバーシテ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		ィ)
		(74) 代理人	110000338
			特許業務法人HARAKENZO WOR
			LD PATENT & TRADEMA
			RK
		(72) 発明者	クォン ハンサン
			大韓民国, プサン, スヨング, クァンア
			ンヘビョンーロ 459-5, 402
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(A) (i) アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末、及び (ii) カーボンナノチューブ (CNT) をボールミル (ball mill) して複合粉末を製造する複合粉末製造段階と、

(B) 前記複合粉末を含む多層ビレット (billet) を製造するビレット製造段階と、

(C) 前記ビレットを押出ダイス (extrusion dies) を用いて直接押出 (direct extrusion) させて放熱板 (heat sink) を製造する直接押出段階とを含み、

前記多層ビレットは、

第2シェル層としてアルミニウムからなる缶状の第1ビレット、

第1シェル層として前記第1ビレットの内部に配置され、アルミニウム粉末100体積部に対してカーボンナノチューブを0.09体積部乃至10体積部で含む複合粉末からなる第2ビレット、及び

コア層として前記第2ビレットの内部に配置され、アルミニウム粉末100体積部に対してカーボンナノチューブを0体積部超過0.08体積部以下で含む複合粉末からなる第3ビレットからなることを特徴とする、アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法。

【請求項 2】

前記段階 (A) におけるボールミルは、150 r/min乃至300 r/minの低速

または300r/min以上の高速で12時間乃至48時間の間、前記複合粉末100体積部に対して100体積部乃至1500体積部のボール及び10体積部乃至50体積部の有機溶剤と共に、水平型及びプラネタリーボールミル機を用いて行われることを特徴とする、請求項1に記載のアルミニウム系クラッド放熱板の製造方法。

【請求項3】

前記有機溶剤がヘプタンであることを特徴とする、請求項2に記載のアルミニウム系クラッド放熱板の製造方法。

【請求項4】

前記段階(B)のビレット製造段階は、前記複合粉末を10MPa乃至100MPaの高圧で圧着させる工程を含むことを特徴とする、請求項1に記載のアルミニウム系クラッド放熱板の製造方法。

10

【請求項5】

前記段階(B)のビレット製造段階は、前記複合粉末を30MPa乃至100MPaの圧力下、280℃乃至600℃の温度で1秒乃至30分間、放電プラズマ焼結(spark plasma sintering)させる工程を含むことを特徴とする、請求項1に記載のアルミニウム系クラッド放熱板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放熱板の製造方法及びこれにより製造された放熱板に係り、より詳細には、アルミニウム系クラッド材をベースとする放熱板の製造方法、及びこれにより製造された放熱板に関する。

20

【背景技術】

【0002】

一般に、電子部品などは、駆動時に大量の熱を発生させる。このような電子部品の発熱は、誤作動や破損を発生させるので、これを防止するためには放熱が必ず必要である。主に、放熱のための装置としては、複数の放熱フィンが備えられた放熱板などが採用される。

【0003】

従来では放熱板の素材としてアルミニウムや銅などの金属素材を使用したか、その中でも、アルミニウムは、比重が小さくて軽いため航空機、自動車、船舶、鉄道などに使用され、電気の良い導体であるため送電線などに使用され、大気中における耐食性が強く人体に無害であるため食品工業食器類などにも多用され、この他にペイント、アルミニウム箔による包装、建築材料、原子炉材などにも利用されるなど、現在までに非常に多くの用途が知られている。ただし、アルミニウムは、前述した様々な利点があるものの、機械的・物理的性質が相対的に低いという欠点を持つ。

30

【0004】

そこで、アルミニウムと異種材料とを複合化した素材をベースとして熱伝導性だけでなく、耐食性、機械的特性、加工性などの機能が向上したアルミニウム系放熱板を開発する必要がある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】韓国登録特許第10-1320935号（登録日：2013年10月16日）

【特許文献2】韓国登録特許第10-1329225号（登録日：2013年11月7日）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

本発明の目的は、従来の大量生産方式である直接押出による製造方式であって製造工程が簡単であり、必要とされる設備も比較的単純であって価格競争力が高いため量産に適し、軽量化・高強度・高熱伝導性の放熱板を製造することができる、アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法を提供することにある。

【0007】

本発明の他の目的は、前記アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法によって製造されたアルミニウム系クラッド放熱板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様によれば、(A) (i) アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末、及び (ii) カーボンナノチューブ (CNT) をボールミル (ball mill) して複合粉末を製造する複合粉末製造段階と、(B) 前記複合粉末を含む多層ビレット (billet) を製造するビレット製造段階と、(C) 前記ビレットを押出ダイス (extrusion dies) を用いて直接押出 (direct extrusion) させて放熱板 (heat sink) を製造する直接押出段階とを含み、前記多層ビレットは、コア層、及び前記コア層を取り囲む2層以上のシェル層を含んでなり、前記コア層、及び最外郭シェル層を除くシェル層は、前記複合粉末からなり、前記最外郭シェル層は、(i) アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末、または (ii) 前記複合粉末からなり、前記コア層及びシェル層それぞれに含まれる複合粉末は、アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末に対するカーボンナノチューブの体積分率が互いに異なることを特徴とする、アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法を提供する。

【0009】

また、前記複合粉末は、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末100体積部及び前記カーボンナノチューブ0.01体積部乃至10体積部を含むことを特徴とする。

【0010】

また、前記段階 (A) におけるボールミルは、150 r/min 乃至 300 r/min の低速または 300 r/min 以上の高速で12時間乃至48時間の間、前記複合粉末100体積部に対して100体積部乃至1500体積部のボール及び10体積部乃至50体積部の有機溶剤と共に、水平型及びプラネタリーボールミル機を用いて行われることを特徴とする。

【0011】

また、前記有機溶剤はヘプタンであることを特徴とする。

【0012】

また、前記多層ビレットは、コア層、前記コア層を取り囲む第1シェル層、及び前記第1シェル層を取り囲む第2シェル層からなることを特徴とする。

【0013】

また、前記多層ビレットは、前記第2シェル層としての缶状の第1ビレット、前記第1シェル層として前記第1ビレットの内部に配置された第2ビレット、及び前記コア層として前記第2ビレットの内部に配置された第3ビレットからなることを特徴とする。

【0014】

また、前記第2ビレットは、前記アルミニウム100体積部に対して前記カーボンナノチューブを0.09体積部乃至10体積部で含み、前記第3ビレットは、前記アルミニウム粉末100体積部に対して前記カーボンナノチューブを0体積部超過0.08体積部以下で含むことを特徴とする。

【0015】

また、前記段階 (B) のビレット製造段階は、前記複合粉末を10 MPa 乃至 100 MPa の高圧で圧着させる工程を含むことを特徴とする。

【0016】

また、前記段階 (B) のビレット製造段階は、前記複合粉末を30 MPa 乃至 100 MPa の圧力下、280℃ 乃至 600℃ の温度で1秒乃至30分間放電プラズマ焼結 (sp

10

20

30

40

50

ark plasma sintering) させる工程を含むことを特徴とする。
本発明の他の態様によれば、前記アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法によって製造されたアルミニウム系クラッド放熱板を提供する。

【0017】

また、フィン (fin) 型放熱板またはバー (bar) 型放熱板であることを特徴とする。

【0018】

また、前記フィン型放熱板は、SF (Straight Fin) 型またはPF (Pin Fin) 型であることを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0019】

本発明に係るアルミニウム系クラッド放熱板の製造方法は、従来の大量生産方式である直接押出による製造方式であって製造工程が簡単であり、必要とされる設備も比較的単純であって価格競争力が高いため量産に適し、軽量化、高強度及び高熱伝導性のアルミニウム系クラッド放熱板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明のアルミニウム系クラッド放熱板の製造方法の工程フローチャートである。

【図2】ビレット製造過程を模式的に示す図である。

20

【図3】多層ビレットの一例を模式的に示す斜視図である。

【図4】本発明の実施例で製造したアルミニウム系クラッド放熱板の写真である。

【図5】本発明によって製造されるバー (bar) 型放熱板の写真である。

【図6】本発明によって製造されるバー (bar) 型放熱板の長さ方向の断面図である。

【図7】本発明によって製造されるバー (bar) 型放熱板の長さ方向の側面図である。

【図8】本発明によって製造されるバー (bar) 型放熱板の斜視図である。。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明を説明するにあたり、関連した公知の機能または構成に対する具体的な説明が本発明の要旨を不明瞭にするおそれがあると判断された場合は、その詳細な説明を省略する。

30

【0022】

本発明の概念による実施例は、様々な変更を加えることができ、様々な形態を有することができる。よって、特定の実施例を図面に例示し、本明細書または出願に詳細に説明しようとする。ところが、これは本発明の概念による実施例を特定の開示形態について限定しようとするものではなく、本発明の思想及び技術範囲に含まれるあらゆる変更、均等物及び代替物を含むものと理解されるべきである。

【0023】

本明細書で使用した用語は、単に特定の実施例を説明するために使用されたもので、本発明を限定するものではない。単数の表現は、文脈上明白に異なる意味ではない限り、複数の表現を含む。本明細書において、「含む」または「有する」などの用語は、説示された特徴、数字、段階、動作、構成要素、部分品またはこれらの組み合わせが存在することを指定しようとするもので、一つまたはそれ以上の他の特徴や数字、段階、動作、構成要素、部分品またはこれらの組み合わせの存在または付加の可能性を予め排除しないと理解されるべきである。

40

【0024】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0025】

図1は本発明の一実施例に係るアルミニウム系クラッド放熱板の製造方法の工程フローチャートである。

50

【0026】

まず、図1を参照して、前記アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法を説明する。

【0027】

図1を参照すると、前記アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法は、アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末及びカーボンナノチューブ（CNT）をボールミル（ball mill）して複合粉末を製造する複合粉末製造段階（S10）と、前記複合粉末で多層ビレット（billet）を製造するビレット製造段階（S20）と、前記ビレットを押出ダイス（extrusion dies）を用いて直接押出（direct extrusion）させる直接押出段階（S30）とを含む。

【0028】

まず、アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末及びカーボンナノチューブ（CNT）をボールミル（ball mill）して複合粉末を製造する（S10）。

【0029】

前記アルミニウム合金粉末は、1000番台系、2000番台系、3000番台系、4000番台系、5000番台系、6000番台系、7000番台系及び8000番台系よりなる群から選択されるいずれか一つであり得る。

【0030】

前記複合粉末は前記カーボンナノチューブを含むことにより、これを用いて製造された前記アルミニウム系クラッド放熱板は、高熱伝導性、高強度、軽量化特性を持つので、様々な電子部品及び照明器具などの放熱用素材として非常に有用に活用できる。

【0031】

また、前記複合粉末は、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末以外の金属粉末をさらに含むことができる。前記追加の金属粉末は、銅、マグネシウム、チタン、ステンレス鋼、タングステン、コバルト、ニッケル、スズ、及びこれらの合金よりなる群から選択されるいずれか一つの金属であり得る。

【0032】

ただし、マイクロサイズの前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粒子は、ナノサイズの前記カーボンナノチューブとのサイズ差が大きくて分散が難しく、前記カーボンナノチューブは、強いファンデルワールス力によって凝集しやすく、前記カーボンナノチューブを前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末と均一に分散させるために分散誘導剤がさらに添加できる。

【0033】

前記分散誘導剤としては、ナノSiC、ナノSiO₂、ナノAl₂O₃、ナノTiO₂、ナノFe₃O₄、ナノMgO、ナノZrO₂、及びこれらの混合物よりなる群から選択されるいずれか一つのナノサイズのセラミックを使用することができる。

【0034】

前記ナノサイズのセラミックは、前記カーボンナノチューブを前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粒子の間に均一に分散させる作用をし、特に、前記ナノSiC（ナノシリコンカーバイド、nano Silicon carbide）は、引張強度が高く、鋭く、一定の電気伝導性及び熱伝導性を持っており、高硬度及び高耐火性を有し、熱衝撃に強く、高温性質及び化学的安定性に優れて研磨材、耐火材として使用される。また、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粒子の表面に存在する前記ナノSiC粒子は、前記カーボンナノチューブと前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粒子との直接接触を抑制して、一般に知られている前記カーボンナノチューブと前記アルミニウムまたはアルミニウム合金との反応によって生成できる不健全相のアルミニウムカーバイドの生成を抑制する役割も果たす。

【0035】

前記複合粉末は、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末100体積部、及び前記カーボンナノチューブ0.01体積部乃至10体積部を含むことができる。

【0036】

前記カーボンナノチューブの含有量が前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末100体積部に対して0.01体積部未満である場合、前記アルミニウム系クラッド放熱板の強度は純アルミニウムまたはアルミニウム合金と同様に示されるので、強化材として十分な役割を果たすことができないおそれがあり、前記カーボンナノチューブの含有量が10体積部を超える場合、強度は純アルミニウムまたはアルミニウム合金に比べて増加するもの、延伸率が低下するおそれがある。また、前記カーボンナノチューブの含有量が非常に多くなると、むしろ分散が難しくなり、欠陥として作用して機械的・物理的特性を低下させるおそれもある。

【0037】

また、前記複合粉末が前記分散誘導剤をさらに含む場合、前記複合粉末は、前記アルミニウム粉末100体積部に対して前記分散誘導剤0.1体積部乃至10体積部をさらに含むことができる。

10

【0038】

前記分散誘導剤の含有量が前記アルミニウム粉末100体積部に対して0.1体積部未満である場合には、分散誘導効果が微々たるものであり、10体積部を超える場合には、カーボンナノチューブの凝集により分散が難しくてもむしろ欠陥として作用するおそれがある。

【0039】

一方、前記ボールミルは、具体的には大気、不活性雰囲気、例えば窒素またはアルゴン雰囲気中、150r/min乃至300r/minの低速または300r/min以上の高速で12時間乃至48時間の間、ボールミル機、例えば水平型またはプラネタリーボールミル機を用いて行われ得る。

20

【0040】

このとき、前記ボールミルは、ステンレス容器で、ステンレスボール（直径20φのボールと直径10φのボールを1：1で混合）を前記複合粉末100体積部に対して100体積部乃至1500体積部で装入して行われ得る。

【0041】

また、摩擦係数を減少させるために、工程制御剤として、ヘプタン、ヘキサン及びアルコールよりなる群から選択されるいずれか一つの有機溶剤を前記複合粉末100体積部に対して10体積部乃至50体積部で使用することができる。前記有機溶剤は、ボールミル後の容器をオープンして前記混合粉末の回収の際にフードからすべて蒸発し、回収される混合粉末には、前記アルミニウム粉末と前記カーボンナノチューブのみが残る。

30

【0042】

この時、前記ナノサイズのセラミックである分散誘導剤は、前記ボールミル工程時に発生する回転力によって前記ナノサイズのミリングボールのような役割を果たし、物理的に凝集した前記カーボンナノチューブを分離し、流動性を促進させて前記カーボンナノチューブを前記アルミニウム粒子の表面にさらに均一に分散させることができる。

【0043】

次に、前記得られた複合粉末を含む多層ビレット（billet）を製造する（S20）。

40

【0044】

本段階で製造される前記多層ビレットは、コア層、及び前記コア層を取り囲む2層以上のシェル層を含んでなり、前記コア層、及び最外郭シェル層を除くシェル層は、前記複合粉末からなり、前記最外郭シェル層は、（i）アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末、または（ii）前記複合粉末からなり、前記コア層及びシェル層それぞれに含まれる複合粉末は、アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末に対するカーボンナノチューブの体積分率が互いに異なることを特徴とする。

【0045】

前記多層ビレットに含まれるシェル層の数は、特に限定されないが、経済性などを考慮すると、5層以下であることが好ましい。

50

【0046】

図2は上述したような多層ビレット製造過程の一例を模式的に示す図である。図2を参照すると、前記ビレットは、前記複合粉末10をガイドーGを介して金属缶20に装入し（S20-1）、キャップCで封入または圧着して粉末が流れないようにして製造することができる（S20-4）。

【0047】

前記金属缶20は、電気伝導性及び熱伝導性のある金属からなるものであれば、いずれも使用可能であり、アルミニウムまたはアルミニウム合金缶、銅缶、マグネシウム缶を好ましく使用することができる。前記金属缶20の厚さは、6インチのビレットを仮定する場合に0.5mm乃至150mmであり得るが、これは、ビレットの大きさに応じて様々な厚さ比率を持つことができる。

10

【0048】

図3は本段階で製造できる多層ビレットの一例であって、コア層と、これを取り囲む2層シェル層を含む多層ビレット、すなわち、コア層、前記コア層を取り囲む第1シェル層、及び前記第1シェル層を取り囲む第2シェル層からなる多層ビレットを模式的に示す斜視図である。

【0049】

図3を参照すると、まず、第2シェル層としての中空円筒状の第1ビレット11の内部に、第1シェル層として前記第1ビレット11とは成分が異なる第2ビレット12を配置し、前記第2ビレット12の内部にコア層として前記第2ビレット12とは成分が異なる第3ビレット13をさらに配置して多層ビレットを製造することができる。

20

【0050】

この時、前記第1ビレット11は、中空円筒状であって、一方の入口が閉じた缶（can）状、または両方の入口が開いた中空円筒状であり得る。前記第1ビレット11は、アルミニウム、銅、マグネシウムなどからなり得る。前記第1ビレット11は、前記金属母材を溶融させた後、鋳型に注入して中空円筒状に製造するか、或いは機械加工して製造することができる。

【0055】

この時、前記第2ビレット12と第3ビレット13が含む複合粉末は、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末100体積部に対する前記カーボンナノチューブの体積部が互いに異なり得る。すなわち、図3において、前記第2ビレット12は、前記第3ビレット13とは前記アルミニウムまたはアルミニウム合金100体積部に対する前記カーボンナノチューブの体積部が異なり得る。

30

【0056】

前記第2ビレット12は、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金100体積部に対して前記カーボンナノチューブを0.09体積部乃至10体積部で含み、前記第3ビレット13は、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末100体積部に対して前記カーボンナノチューブを0体積部超過0.08体積部以下で含むことができる。

【0058】

前記多層ビレットは、前記多層ビレットの全体積に対して、前記第2ビレット12を0.01体積%乃至10体積%、及び前記第3ビレット13を0.01体積%乃至10体積%で含むことができ、前記第1ビレット11を残りの体積で含むことができる。

40

【0059】

上述したような構成を持つ多層ビレットを用いて後述の直接押出方法によって放熱板を製造する場合には、相対的に厚さが薄くて強度が弱い部分の強度を部分的にさらに強化することができる。

【0060】

一方、前記多層ビレットが、前記複合粉末を含む前記第2ビレット12又は前記第3ビレット13を含むことにより、前記多層ビレットは、前記封入する前に、10MPa乃至100MPaの高圧で圧着させる工程を含むことができる（S20-2）。

50

【0061】

前記多層ビレットを圧着することにより、以後、前記多層ビレットを押出ダイスを用いて直接押出させることが可能となる。前記複合粉末を圧着する条件が10MPa未満である場合には、製造されたアルミニウム系クラッド放熱板に気孔が発生することができ、前記複合粉末が流下することができ、前記複合粉末を圧着する条件が100MPaを超える場合には、高圧力により前記第2ビレット（2番目以上のビレットを意味する）が膨張することができる。

【0062】

また、前記多層ビレットが、前記複合粉末を含む前記第2ビレット及び／または前記第3ビレットを含むことにより、以後、前記多層ビレットを押出ダイスを用いて直接押出させるために、前記多層ビレットを焼結させる工程をさらに含むことができる（S20-3）。

10

【0063】

前記焼結には、放電プラズマ焼結（spark plasma sintering）または熱間加圧焼結装置を使用することができるが、同じ目的を達成することができる限り、いかなる焼結装置を使用してもよい。ただし、短時間で高精度に焼結することが必要な場合、放電プラズマ焼結を用いることが好ましく、この時、30MPa乃至100MPaの圧力下、280℃乃至600℃の温度で1秒乃至30分間、放電プラズマ焼結を行うことができる。

【0064】

20

次に、前記製造されたビレットを押出ダイスを用いて直接押出させてアルミニウム系クラッド放熱板を製造する（S30）。

【0065】

前記押出ダイスは、平ダイス（Solid Dies）、中空ダイス（Hollow Dies）、半中空ダイス（Semi-Hollow Dies）であり得る。

【0066】

前記直接押出時のダイ角（die angle）は400℃乃至550℃であり、押出比は15乃至120であり、押出速度は2mm/s乃至10mm/sであり、押出圧力は150kg/cm²乃至200kg/cm²であり、ビレット温度は350℃乃至550℃であり得る。前記押出比は、前記ビレットの断面積と前記アルミニウム系クラッド放熱板の断面積との比である。

30

【0067】

一方、前記ビレットが、前記複合粉末を含む前記第2ビレット及び／または前記第3ビレット（2番目以上のビレットを意味）を含む場合には、前記多層ビレットを前記押出ダイスを用いて直接押出させるために、上述したように、前記多層ビレットを高圧で圧着させるか或いは前記焼結させる必要がある。

【0068】

前記アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法は、選択的に、前記製造されたアルミニウム系クラッド放熱板の熱処理などの後処理工程をさらに含むことができる。前記アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法を用いる場合、従来の一般的な熱処理条件で熱処理してもさらに良い熱処理効果を得ることができる。

40

【0069】

本発明の他の一実施例に係るアルミニウム系クラッド放熱板は、前記アルミニウム系クラッド放熱板の製造方法によって製造できる。

【0070】

図4乃至図8は、本発明によって製造される放熱板を示す写真及び図である。

【0071】

本発明によって製造される放熱板の形状には特に限定がなく、フィン（fin）型放熱板（図4）だけでなく、パー型放熱板（図5乃至図8）も製造することができる。

【0072】

50

図4に示した放熱板は、本体と、前記本体から延びた複数のフィンとを含むSF (Straight Fin) タイプのフィン型放熱板であり、図5乃至図8に示した放熱板は、平板状の本体のみからなるバー型放熱板であって、前記放熱板の本体は、外部層、内部層、及び前記外部層と前記内部層との間に位置する中間層の3つの層からなり得る。

【0073】

一例として、前記外部層は、アルミニウム6063 (Al6063) からなり、前記内部層は、アルミニウム3003 (Al3003) からなり、前記中間層は、前記アルミニウム-CNT複合粉末 (Al-CNT) からなり得る。また、前記放熱板の前記複数のフィンは、アルミニウム6063 (Al6063) からなり得る。

【0074】

このような前記放熱板は、アルミニウム6063からなる円筒状の第1ビレットの内部には、アルミニウム3003からなる円柱状の第3ビレットが位置し、前記第1ビレットと前記第3ビレットとの間には、前記複合粉末を含む構造の多層ビレットを製造し、前記多層ビレットを圧着または焼結させた後、これを直接押出することにより製造することができる。

【0075】

以下、本発明を実施例を挙げて詳細に説明する。

【0076】

本発明に係る実施例は、様々な他の形態に変形でき、本発明の範囲を限定するものではない。本発明の実施例は、当業分野における通常の知識を有する者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。

【0077】

[実施例及び比較例：SF (Straight Fin) 型アルミニウム系クラッド放熱板の製造]

<実施例1>

カーボンナノチューブは、純度99.5%、直径10nm以下及び長さ30μm以下を有し(ルクセンブルク、(株)OC Si Al社製)、アルミニウム粉末は、平均粒径45μm、純度99.8%(韓国、Metal Player製)のものを使用した。

【0078】

一方、前記第1ビレットである金属缶の中央に円柱状の第3ビレットが位置し、前記第1ビレットと第3ビレットとの間に第2ビレット(複合粉末)が位置するように、多層ビレットを製造した。

【0079】

前記第2ビレットは、前記アルミニウム粉末100体積部に対してカーボンナノチューブを0.1体積部で含むアルミニウム-CNT複合粉末を含み、前記第1ビレットは、アルミニウム6063からなり、前記第3ビレットは、アルミニウム3003合金からなっている。

【0080】

前記第2ビレットは、具体的には次の方法で製造された。アルミニウム粉末100体積部、前記カーボンナノチューブ0.1体積部の割合でステンレス容器に30体積%で充填し、前記容器にステンレスボール(直径20φのボールと直径10φのボールとを混合)を容器の内部に30体積%まで充填し、ヘプタンを50ml添加した後、これを水平型ボールミル機を用いて250rpmで24時間低速ボールミルさせた。その後、前記容器をオープンして前記ヘプタンをフードからすべて蒸発させ、アルミニウム-CNT複合粉末を回収した。

【0081】

前記製造されたアルミニウム-CNT複合粉末を前記第1ビレットと前記第3ビレットとの間の隙間2.5tに装入させ、100MPaの圧力で圧着させることにより、前記多層ビレットを製造した。

【0082】

直接押出機を用いて押出比100、押出速度5mm/s、押出圧力200kg/cm²、ビレット温度460℃の条件で直接押出することにより、図4に示したSF (Straight Fin) 型アルミニウム系クラッド放熱板を製造した。

【0083】

＜実施例2＞

実施例1と同様の方法で、前記カーボンナノチューブの含有量が1体積部であるアルミニウム-CNT複合粉末を製造し、多層ビレットを製造した。

【0084】

前記製造されたビレットは、実施例1と同様の条件で直接押出することにより、SF (Straight Fin) 型アルミニウム系クラッド放熱板を製造した。

10

【0085】

＜実施例3＞

実施例1と同様の方法で、前記カーボンナノチューブの含有量が3体積部であるアルミニウム-CNT複合粉末を製造し、多層ビレットを製造した。

【0086】

前記製造されたビレットは、実施例1と同様の条件で直接押出することにより、SF (Straight Fin) 型アルミニウム系クラッド放熱板を製造した。

【0087】

＜比較例1＞

CNT10重量%とアルミニウム粉末80重量%とを混合したアルミニウム-CNT混合物を分散誘導剤（溶媒と天然ゴム液を1：1で混合した溶液）と1：1で混合し、超音波を12分間照射して分散混合物を製造した後、分散混合物を管状炉で不活性雰囲気、500℃で1.5時間熱処理して分散誘導剤成分を完全に除去することにより、アルミニウム-CNT混合物を製造した。

20

【0088】

前記製造されたアルミニウム-CNT複合粉末を直径12mm、厚さ1.5mmのアルミニウム缶に投入して封入し、熱間押出機（日本、島津製作所製、モデルUH-500kN）で押出温度450℃、押出比20の条件で熱間粉末押出することにより、SF (Straight Fin) 型アルミニウム系クラッド放熱板を製造した。

【0089】

30

[実験例1：アルミニウム系クラッド放熱板の機械的物性の測定]

実施例及び比較例で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板の引張強度、延伸率及びビッカース硬さを測定し、その結果を下記表1に示した。

【0090】

前記引張強度及び延伸率は、引張速度2mm/sの引張テスト条件及び引張試験片KS規格4号の方法で測定し、前記ビッカース硬さは、300g、15秒の条件及び方法で測定した。

【0091】

【表1】

	引張強度 (MPa)	延伸率 (%)	ビッカース硬さ (Hv)
実施例1	165	21	38
実施例2	203	18	68
実施例3	195	15	60
比較例1	190	10	100
A16063 ¹⁾	120	28	30
A13003 ²⁾	100	31	28

40

【0092】

1) A16063：アルミニウム6063

2) A13003：アルミニウム3003

前記表1を参照すると、実施例で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板は、強い材

50

質（A 1 6 0 6 3）とソフトな材質（A 1 3 0 0 3）の材料を用いて押し出したアルミニウム系クラッド放熱板に比べて強度と延性を同時に持っていることが分かる。

【0093】

また、比較例1で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板は、ビッカース硬さが高いものの、延伸率が非常に低いことが分かる。

【0094】

[実験例2：アルミニウム系クラッド放熱板の耐食性の測定]

実施例及び比較例で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板の耐食性の特性を測定し、その結果を下記表2に示した。

【0095】

前記特性は、海水噴霧試験法でサイズ10×10と厚さ2mmのサンプルをCASS規格で測定した。

【0096】

【表2】

	CASS耐食性	熱伝導 ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
実施例2	400以上	268
比較例1	320	210
A 1 6 0 6 3 ¹⁾	200	194
A 1 3 0 0 3 ²⁾	300	190

【0097】

1) A 1 6 0 6 3：アルミニウム6063

2) A 1 3 0 0 3：アルミニウム3003

前記表2を参照すると、実施例で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板は、強い材質（A 1 6 0 6 3）と耐食性に優れた材質（A 1 3 0 0 3）の材料を用いて少量のCNTの添加でも押し出したアルミニウム系クラッド放熱板に比べて耐食性が非常に向上することを確認することができる。また、比較例1で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板は、純合金よりも高い値を示すが、実施例2で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板よりは低いことが分かる。

【0098】

[実験例3：アルミニウム系クラッド放熱板の熱伝導度の測定]

実施例及び比較例で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板の密度（density）、熱容量（heat capacity）、熱拡散性（diffusivity）、熱伝導度（thermal conductivity）を測定し、その結果を下記表3に示す。

【0099】

前記密度は、アルキメデスの原理でISO規格に基づいて前記アルミニウム系クラッド放熱板の密度を測定し、前記熱容量と熱拡散性は、レーザーフラッシュ方法でサイズ10×10と厚さ2mmのサンプルで測定し、前記熱伝導度は、測定された密度×熱容量×熱拡散度の積で得られた。

【0100】

【表3】

	密度 (g/cm^3)	熱容量 ($J/g \cdot K$)	熱拡散性 (mm^2/s)	熱伝導 ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
実施例3	2.69	0.788	148	294
比較例1	2.7	1.1	84	250
A 1 6 0 6 3 ¹⁾	2.7	0.9	80	194
A 1 1 0 0 5 ²⁾	2.7	0.9	95	230
SWCNT ³⁾	~1.8	0.7	460	~5500

【0101】

- 1) A16063：アルミニウム6063
- 2) A11005：アルミニウム1005
- 3) SWCNT：単一壁カーボンナノチューブ

前記表3を参照すると、実施例で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板は、強い材質（A16063）と軟質の優れた熱伝導性を有する純Al系（A11005）の材料を用いて少量のCNTの添加でも押し出したアルミニウム系クラッド放熱板に比べて熱伝導度が非常に向上することを確認することができる。

【0102】

また、比較例1で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板は、純合金よりは高い値を示すが、実施例3で製造されたアルミニウム系クラッド放熱板よりは低いことが分かる。

10

【0103】

以上、本発明の好適な実施例について詳細に説明したが、前述した実施例は、本発明の特定の一例として提示されるものであり、これによって本発明が限定されるのではなく、後述する特許請求の範囲で定義している本発明の基本概念を利用した当業者の様々な変形及び改良形態も本発明の権利範囲に属するのである。

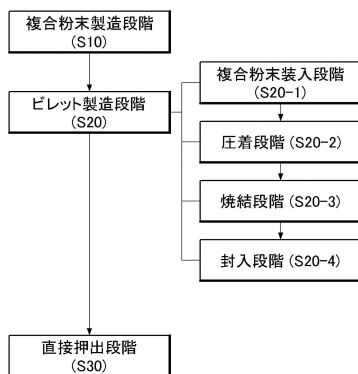
【符号の説明】

【0104】

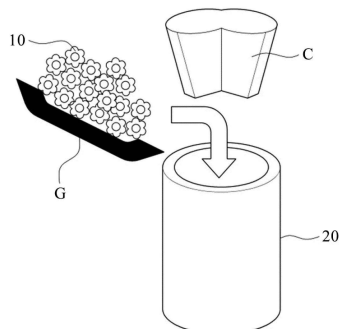
- 10 複合粉末
- 11 第1ビレット
- 12 第2ビレット
- 13 第3ビレット
- 20 金属缶
- G ガイダー
- C キャップ

20

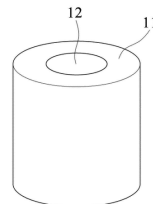
【図1】



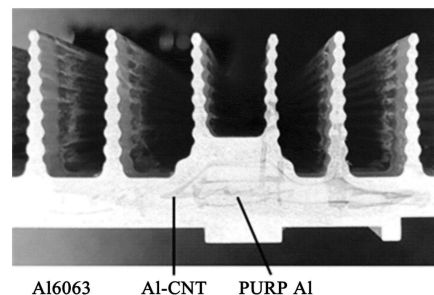
【図2】



【図3】



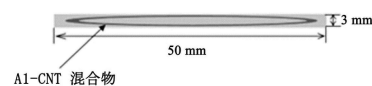
【図4】



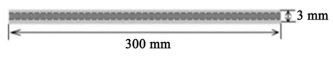
【図5】



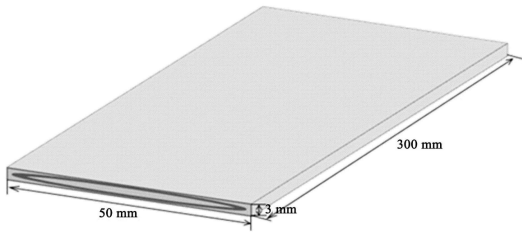
【図6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 坂口 岳志

- (56)参考文献 中国特許出願公開第105734322 (CN, A)
特開平02-179802 (JP, A)
特表2004-536232 (JP, A)
特開2015-053397 (JP, A)
米国特許第05057147 (US, A)
中国特許出願公開第105648249 (CN, A)
特開2011-171291 (JP, A)
特開2015-199982 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21C 23/00-35/06