

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-33104

(P2014-33104A)

(43) 公開日 平成26年2月20日(2014.2.20)

(51) Int.Cl.

H 0 1 L 23/373 (2006.01)

F I

H 0 1 L 23/36

M

テーマコード (参考)

5 F 1 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-173143 (P2012-173143)  
(22) 出願日 平成24年8月3日(2012.8.3)

(71) 出願人 000190688  
新光電気工業株式会社  
長野県長野市小島田町80番地  
(74) 代理人 100107766  
弁理士 伊東 忠重  
(74) 代理人 100070150  
弁理士 伊東 忠彦  
(72) 発明者 川村 賢二  
長野県長野市小島田町80番地 新光電気  
工業株式会社内  
(72) 発明者 青木 周三  
長野県長野市小島田町80番地 新光電気  
工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放熱部品及びその製造方法

(57) 【要約】

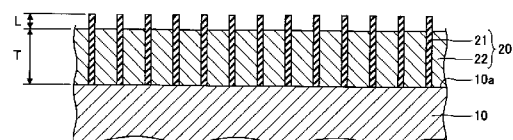
【課題】カーボンナノチューブ等の炭素材料を垂直方向に配向させた放熱部品及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】本放熱部品は、基材と、前記基材の所定の面に対して垂直な方向に配向された炭素材料と、前記炭素材料の間に充填されためっき層と、を有し、前記炭素材料の一部が前記めっき層の表面から前記基材とは反対側に突出している。

【選択図】 図 1

第1の実施の形態に係る放熱部品を例示する断面模式図

1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基材と、  
前記基材の所定の面に対して垂直な方向に配向された炭素材料と、  
前記炭素材料の隙間に充填されためっき層と、を有し、  
前記炭素材料の一部が前記めっき層の表面から前記基材とは反対側に突出している放熱部品。

**【請求項 2】**

全ての前記炭素材料が前記所定の面に対して垂直な方向に配向されている請求項 1 記載の放熱部品。

10

**【請求項 3】**

前記炭素材料は、前記所定の面に林立する線状の材料である請求項 1 又は 2 記載の放熱部品。

**【請求項 4】**

前記炭素材料の一端が前記所定の面に接している請求項 1 乃至 3 の何れか一項記載の放熱部品。

**【請求項 5】**

前記炭素材料がカーボンナノチューブからなる請求項 1 乃至 4 の何れか一項記載の放熱部品。

**【請求項 6】**

前記めっき層がニッケルからなる請求項 1 乃至 5 の何れか一項記載の放熱部品。

20

**【請求項 7】**

基材の所定の面に、化学的気相成長法により、前記所定の面に対して垂直な方向に配向された炭素材料を形成する工程と、  
前記炭素材料の隙間を充填し、前記炭素材料の一部が前記基材とは反対側に突出するようにめっき層を形成する工程と、を有する放熱部品の製造方法。

**【請求項 8】**

基材の所定の面に垂直な方向に磁場を印加する工程と、  
めっき層を形成する材料中に炭素材料が分散されためっき液を用いて、前記磁場中に置いて前記所定の面にめっきを施す工程と、を有し、  
前記めっきを施す工程では、前記炭素材料が前記所定の面に対して垂直な方向に配向され、前記炭素材料の隙間を充填し前記炭素材料の一部が前記基材とは反対側に突出するように前記めっき層を形成する放熱部品の製造方法。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、放熱部品及びその製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

CPU (Central Processing Unit) 等を使用される半導体素子は動作時に高温となるため、その熱を速やかに外部に放熱することは、半導体素子の性能を発揮する上で極めて重要である。

40

**【0003】**

そこで、従来より、半導体素子上にヒートスプレッダやヒートパイプ等の放熱部品を装着して、半導体素子が発する熱を外部に有効に放出する経路を確保することが行われている。又、ヒートスプレッダやヒートパイプ等の放熱部品の放熱性能（熱放射率）を向上する検討が行われている。例えば、ヒートスプレッダやヒートパイプ等の放熱部品の表面にカーボンナノチューブ等の炭素材料が分散された金属層を形成することにより、放熱部品の放熱性能（熱放射率）を向上する試みがなされている。

**【0004】**

50

カーボンナノチューブ等の炭素材料を金属層中に分散する技術としては、例えば、以下の技術を挙げることができる。第１の技術としては、カーボンナノチューブの繊維長よりも細かい孔に、カーボンナノチューブを含むめっき液を入り込ませることにより、カーボンナノチューブを垂直に近い方向に配向させようとする技術である（例えば、特許文献１参照）。第２の技術としては、電気めっきによって金属めっき層を形成する際に、電気力線に沿ってカーボンナノチューブを垂直方向に配向させようとする技術である（例えば、特許文献２参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

10

【特許文献１】特開２００６－１５２３７２号公報

【特許文献２】特開２００１－２８３７１６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、上記第１の技術では、カーボンナノチューブのうちの一部は垂直方向に配向するかもしれないが、多くのカーボンナノチューブは孔に対して斜めに配向する。又、上記第２の技術では、電気めっきの電気力線ではパワーが不十分であるため、垂直方向に配向するカーボンナノチューブの割合をある程度上げることはできるとしても、なお多くのカーボンナノチューブは斜めに配向する。このように、従来知られていた技術では、カーボンナノチューブ等の炭素材料を全体的に垂直方向に配向させることは困難であった。

20

【０００７】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、カーボンナノチューブ等の炭素材料を垂直方向に配向させた放熱部品及びその製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本放熱部品は、基材と、前記基材の所定の面に対して垂直な方向に配向された炭素材料と、前記炭素材料の間に充填されためっき層と、を有し、前記炭素材料の一部が前記めっき層の表面から前記基材とは反対側に突出していることを要件とする。

30

【０００９】

本放熱部品の製造方法の一の形態は、基材の所定の面に、化学的気相成長法により、前記所定の面に対して垂直な方向に配向された炭素材料を形成する工程と、前記炭素材料の空隙を充填し、前記炭素材料の一部が前記基材とは反対側に突出するようにめっき層を形成する工程と、を有することを要件とする。

【００１０】

本放熱部品の製造方法の他の形態は、基材の所定の面に垂直な方向に磁場を印加する工程と、めっき層を形成する材料中に炭素材料が分散されためっき液を用いて、前記磁場中において前記所定の面にめっきを施す工程と、を有し、前記めっきを施す工程では、前記炭素材料が前記所定の面に対して垂直な方向に配向され、前記炭素材料の空隙を充填し前記炭素材料の一部が前記基材とは反対側に突出するように前記めっき層を形成することを要件とする。

40

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、カーボンナノチューブ等の炭素材料を垂直方向に配向させた放熱部品及びその製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】第１の実施の形態に係る放熱部品を例示する断面模式図である。

【図２】第１の実施の形態に係る放熱部品の製造工程を例示する図である。

50

【図 3】第 2 の実施の形態に係る放熱部品の製造工程を例示する図である。

【図 4】熱放射性の確認結果を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について説明する。なお、各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

【0014】

第 1 の実施の形態

[第 1 の実施の形態に係る放熱部品の構造]

まず、第 1 の実施の形態に係る放熱部品の構造について説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態に係る放熱部品の例示する断面模式図である。図 1 を参照するに、放熱部品 1 は、基材 10 と、炭素材料含有層 20 とを有する。

【0015】

基材 10 は、熱伝導率が良好な金属から構成することが好ましく、具体的には、例えば、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、鉄 (Fe)、又はこれらの合金等を用いることができる。但し、基材 10 は、熱伝導率が良好な材料であれば、金属以外の材料から形成してもよい。

【0016】

炭素材料含有層 20 は、基材 10 の面 10a に形成されためっき層 22 中にカーボンナノチューブ 21 が含有された層である。めっき層 22 は、カーボンナノチューブ 21 の間隙に充填されている。めっき層 22 の厚さ T は、例えば、50  $\mu$ m 程度とすることができる。カーボンナノチューブ 21 は、基材 10 の面 10a に対して垂直な方向に配向されており、カーボンナノチューブ 21 の一部がめっき層 22 の表面から基材 10 とは反対側に突出している。

【0017】

なお、本願において、垂直とは、カーボンナノチューブ 21 が基材 10 の面 10a に対して完全に垂直である場合のみではなく、本願の効果を損なわない範囲内で基材 10 の面 10a に対しておおよそ垂直である場合も含むものとする。

【0018】

以降、カーボンナノチューブ 21 のめっき層 22 の表面から突出している部分を、カーボンナノチューブ 21 の突出部と称する場合がある。カーボンナノチューブ 21 の突出部のめっき層 22 の表面からの突出量 L は、例えば、5 ~ 10  $\mu$ m 程度とすることができる。なお、突出量 L は、カーボンナノチューブ 21 ごとに異なってもよい。カーボンナノチューブ 21 の突出部の投影面積は、めっき層 22 の表面に対して 3 % 以上とすることができる。

【0019】

なお、突出量 L が 5  $\mu$ m よりも小さいと放熱性能が低下するため好ましくない。又、突出量 L が 10  $\mu$ m よりも大きいとカーボンナノチューブ 21 が折れたりめっき層 22 から抜けたりするため好ましくない。

【0020】

カーボンナノチューブ 21 の径は、例えば、100 ~ 300 nm 程度とすることができる。カーボンナノチューブ 21 の長さは、例えば、55 ~ 60  $\mu$ m 程度とすることができる。例えば、数万本程度のカーボンナノチューブ 21 が、基材 10 の面 10a に林立している。なお、カーボンナノチューブ 21 は、本発明に係る線状の材料の代表的な一例である。

【0021】

めっき層 22 は、熱伝導率が良好で錆び難い金属から構成することが好ましく、具体的には、例えば、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、コバルト (Co)、金 (Au)、銀 (Ag)、パラジウム (Pd) 等を用いることができる。

【0022】

なお、カーボンナノチューブ 21 に代えて、カーボンナノファイバ、グラファイト、カーボンブラック等の炭素材料を用いても構わない。又、これらの炭素材料が混合したものをを用いても構わない。

#### 【0023】

放熱部品 1 は、例えば、ペーパーチャンバー、ヒートパイプ、ヒートスプレッダ、発光ダイオード (LED) の筐体等に適用することができる。つまり、放熱部品 1 の基材 10 は半導体素子等の発熱体に取り付けられ、半導体素子等の発する熱を基材 10 を介して炭素材料含有層 20 の表面に迅速に伝達する。

#### 【0024】

[ 第 1 の実施の形態に係る放熱部品の製造方法 ]

次に、第 1 の実施の形態に係る放熱部品の製造方法について説明する。図 2 は、第 1 の実施の形態に係る放熱部品の製造工程を例示する図である。まず、図 2 ( a ) に示す工程では、基材 10 を準備し、基材 10 の面 10 a に対して垂直な方向にカーボンナノチューブ 21 を林立するように形成する。

#### 【0025】

基材 10 は、熱伝導率が良好な金属から構成することが好ましく、具体的には、例えば、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、鉄 (Fe)、又はこれらの合金等を用いることができる。但し、基材 10 は、熱伝導率が良好な材料であれば、金属以外の材料から形成してもよい。

#### 【0026】

カーボンナノチューブ 21 は、CVD 法 ( 化学的気相成長法 ) により、基材 10 の面 10 a に対して垂直な方向に林立するように、基材 10 の面 10 a に直接形成できる。より具体的には、基材 10 を所定の圧力及び温度に調整された加熱炉に入れて、CVD 法 ( 化学的気相成長法 ) により、基材 10 の面 10 a にカーボンナノチューブ 21 を形成する。加熱炉の圧力及び温度は、例えば、100 p a 及び 600 程度とすることができる。又、プロセスガスとしては、例えば、アセチレンガス等を用いることができ、キャリアガスとしては、例えば、アルゴンガスや水素ガス等を用いることができる。

#### 【0027】

これにより、基材 10 の面 10 a に、多数のカーボンナノチューブ 21 が、基材 10 の面 10 a に対して垂直な方向に形成される。なお、各カーボンナノチューブ 21 の一端は、基材 10 の面 10 a に接している。

#### 【0028】

カーボンナノチューブ 21 の径は、例えば、100 ~ 300 nm 程度とすることができる。カーボンナノチューブ 21 の長さは、例えば、55 ~ 60  $\mu$  m 程度とすることができる。カーボンナノチューブ 21 の本数は、例えば、数万本程度とすることができる。なお、カーボンナノチューブ 21 の長さ ( 基材 10 の面 10 a からカーボンナノチューブ 21 の先端部までの長さ ) は、カーボンナノチューブ 21 の成長時間によって制御できる。

#### 【0029】

なお、基材 10 として金属以外の材料を用いる場合には、基材 10 の面 10 a にスパッタリング法等により金属触媒層を形成し、金属触媒層上に CVD 法 ( 化学的気相成長法 ) によりカーボンナノチューブ 21 を形成すればよい。金属触媒層としては、例えば、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni) 等を用いることができる。金属触媒層の厚さは、例えば、数 nm 程度とすることができる。

#### 【0030】

次に、図 2 ( b ) に示す工程では、基材 10 の面 10 a にめっき層 22 を形成し、めっき層 22 中にカーボンナノチューブ 21 が含有された炭素材料含有層 20 を作製する。つまり、カーボンナノチューブ 21 の間隙を充填し、カーボンナノチューブ 21 の一部が基材 10 とは反対側に突出するようにめっき層 22 を形成する。この工程により、放熱部品 1 が完成する。

#### 【0031】

10

20

30

40

50

本実施の形態では、基材 10 を給電層として利用する電解めっき法により、基材 10 の面 10 a にめっき層 22 を形成する。めっき層 22 は、各カーボンナノチューブ 21 の一部がめっき層 22 の表面から基材 10 とは反対側に突出するように形成する。めっき層 22 の厚さは、例えば、50  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。

#### 【0032】

カーボンナノチューブ 21 の突出部のめっき層 22 の表面からの突出量は、例えば、5 ~ 10  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。なお、カーボンナノチューブ 21 の突出部のめっき層 22 の表面からの突出量は、カーボンナノチューブ 21 ごとに異なってもよい。カーボンナノチューブ 21 の突出部の投影面積は、めっき層 22 の表面に対して 3 % 以上とすることができる。

10

#### 【0033】

以上のように、第 1 の実施の形態に係る放熱部品 1 では、カーボンナノチューブ 21 の一部がめっき層 22 の表面から基材 10 とは反対側に突出している。そのため、カーボンナノチューブ 21 の突出部からは、基材 10 から伝熱された熱が直ちに放熱され、炭素材料含有層 20 の熱放射性を向上できる。

#### 【0034】

又、各カーボンナノチューブ 21 は、基材 10 の面 10 a に対して垂直な方向に配向されているため、各カーボンナノチューブ 21 の有する繊維長方向（長軸方向）の特性を十分生かすことができ、炭素材料含有層 20 の熱放射性を更に向上できる。

20

#### 【0035】

##### 第 1 の実施の形態の変形例

第 1 の実施の形態では、めっき層 22 を電解めっき法により形成する例を示したが、めっき層 22 は無電解めっき法により形成してもよい。

#### 【0036】

無電解めっき法によりめっき層 22 を形成するには、図 2 (a) と同様の工程を実行後、図 2 (b) に示す工程において、電解めっきに代えて無電解めっきを実行すればよい。無電解めっき法により形成するめっき層 22 の材料としては、例えば、Ni - P、Ni - B、Cu 等を用いることができる。このように、無電解めっき法によりめっき層 22 を形成しても第 1 の実施の形態と同様の効果を奏する。

30

#### 【0037】

##### 第 2 の実施の形態

第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態とは異なる方法により放熱部品 1 を作製する例を示す。なお、第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と共通する部分についての説明は省略する。

#### 【0038】

図 3 は、第 2 の実施の形態に係る放熱部品の製造工程を例示する図である。まず、図 3 (a) に示す工程では、基材 10 を準備し、準備した基材 10 を磁場発生装置（図示せず）内に配置し、磁場発生装置を起動して面 10 a に対して垂直な方向に磁場 M を発生させる。磁場発生装置としては、例えば、超伝導マグネットを用いた装置を使用できる。発生する磁場 M は、例えば、5 ~ 10 テスラ程度とすることができる。なお、基材 10 の材料等は、第 1 の実施の形態と同様とすることができる。

40

#### 【0039】

次に、図 3 (b) に示す工程では、めっき層 22 中にカーボンナノチューブ 21 が含有された炭素材料含有層 20 を形成する。つまり、カーボンナノチューブ 21 が面 10 a に対して垂直な方向に配向され、カーボンナノチューブ 21 の間隙を充填しカーボンナノチューブ 21 の一部が基材 10 とは反対側に突出するようにめっき層 22 を形成する。

#### 【0040】

具体的には、めっき層 22 を形成する材料中にカーボンナノチューブ 21 が分散された電解めっき液を用いて、磁場 M 中において基材 10 の面 10 a に電解めっきを施し、めっき層 22 中にカーボンナノチューブ 21 が含有された炭素材料含有層 20 を形成する。

50

## 【0041】

めっき層22を形成する材料としては、例えば、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、コバルト(Co)、金(Au)、銀(Ag)、パラジウム(Pd)等を用いることができるが、磁場の影響を受け難い材料を選択することが好ましい。なお、めっき層22は、各カーボンナノチューブ21の一部がめっき層22の表面から基材10とは反対側に突出するように形成する。

## 【0042】

基材10の面10aに対して垂直な方向に磁場Mを印加しているため、めっき層22を形成する材料中に分散した多数のカーボンナノチューブ21は、基材10の面10aに対して垂直な方向に配向される。めっき層22の厚さやカーボンナノチューブ21の突出部のめっき層22の表面からの突出量等は、第1の実施の形態と同様とすることができる。なお、本実施の形態では、カーボンナノチューブ21の一端が基材10の面10aに接触していない場合もある。

10

## 【0043】

図3(b)に示す工程で用いる電解めっき液には、カーボンナノチューブ21を分散する分散剤としてのポリアクリル酸が配合されていることが好ましい。又、光沢剤として、アルカンジオール化合物、アルケンジオール化合物又はアルキンジオール化合物が配合されていることが好ましい。

## 【0044】

特に、アルキンジオール分子中にオキシエチレン側鎖を有するアルキンジオールであって、このアルキンジオール化合物の分子量の少なくとも20重量%をオキシエチレン側鎖が占める光沢剤を好適に用いることができる。このオキシエチレン側鎖が占める割合を85重量%以下とすることが好ましい。

20

## 【0045】

更に、電解めっき液には、界面活性剤としてのケトン基、アルデヒド基又はカルボン酸基を有する有機化合物、カーボンモノオキサイド化合物、クマリン誘導体、アリルアルデヒドのスルホン化物、アリル基を有するスルホン化合物、アルキレンカルボキシエステル、アルキレンアルデヒド、アセチレン誘導体、ピリジウム化合物、アルカンスルホン化合物又はアゾ化合物が配合されていてもよい。電解めっき液にカーボンナノチューブ21を分散するには、予め分散剤溶液に浸漬して分散性を向上したカーボンナノチューブ21を電解めっき液に混合することが好ましい。

30

## 【0046】

電解めっき液に混合するカーボンナノチューブ21の混合量は、100ppm以上が好ましく、更に好ましくは500ppm以上、特に好ましくは1000ppm以上である。カーボンナノチューブ21の混合量の上限は1重量%程度である。カーボンナノチューブ21の混合量が1重量%を越えると、カーボンナノチューブ21の分散が困難となる傾向にある。

## 【0047】

このように、カーボンナノチューブ21が分散された電解めっき液を用いて電解めっきを施す際には、カーボンナノチューブ21の分散状態を維持するため、電解めっき液を攪拌しつつ、電流密度を $5\text{ A/dm}^2$ 以下で施すことが好ましい。電流密度を $5\text{ A/dm}^2$ を越える条件で電解めっきを施すと、形成されるめっき層22の表面が凹凸面になり易い傾向にある。

40

## 【0048】

更に、基材10を直流電源(図示せず)の陰極に接続して電解めっき液の液面に対して垂直に載置し、基材10の面10a(電解めっきを施す面)の側方に直流電源(図示せず)の陽極に接続された陽極板(図示せず)を載置する。そして、基材10と陽極板(図示せず)とを左右方向に遥動させつつ電解めっきを施すことによって、カーボンナノチューブ21を基材10の面10aに均一に配設でき、かつ、カーボンナノチューブ21の一部がめっき層22の表面から突出するように形成できる。

50

## 【 0 0 4 9 】

以上のように、めっき層 2 2 を形成する材料中にカーボンナノチューブ 2 1 が分散された電解めっき液を用いて、磁場 M 中において電解めっきを施し、めっき層 2 2 中にカーボンナノチューブ 2 1 が含有された炭素材料含有層 2 0 を形成してもよい。この方法により形成された放熱部品 1 は、第 1 の実施の形態と同様の効果を奏する。

## 【 0 0 5 0 】

なお、第 2 の実施の形態の図 3 ( b ) に示す工程において、電解めっき法に代えて無電解めっき法を用いてもよい。この場合には、めっき層 2 2 を形成する材料として、例えば、Ni - P、Ni - B、Cu 等を用いることができる。そして、めっき層 2 2 を形成する材料中にカーボンナノチューブ 2 1 が分散された無電解めっき液を用いて、磁場 M 中において基材 1 0 の面 1 0 a に無電解めっきを施し、めっき層 2 2 中にカーボンナノチューブ 2 1 が含有された炭素材料含有層 2 0 を形成することができる。

10

## 【 0 0 5 1 】

## [ 実施例 ]

本実施例では、放熱性確認用のサンプルとして、第 1 の実施の形態に係る製造方法で放熱部品 1 を作製した。放熱部品 1 において、基材 1 0 の材料としては銅 ( Cu ) を用い、めっき層 2 2 の材料としてはニッケル ( Ni ) を用いた。めっき層 2 2 の厚さ T ( 図 1 参照 ) は約 5 0  $\mu$  m とし、カーボンナノチューブ 2 1 の突出部のめっき層 2 2 の表面からの突出量 L ( 図 1 参照 ) は 5 ~ 1 0  $\mu$  m 程度とした。

## 【 0 0 5 2 】

次に、放熱部品 1 と放熱性を比較するサンプル ( 比較例 ) として、第 2 の実施の形態に係る製造方法で放熱部品 ( 放熱部品 X とする ) を作製した。但し、磁場発生装置は使用せず、めっき層 2 2 を形成する材料中にカーボンナノチューブ 2 1 が分散された電解めっき液を用いて、磁場を印加しない状態において電解めっきを施し、めっき層 2 2 中にカーボンナノチューブ 2 1 が含有された炭素材料含有層 2 0 を形成した。

20

## 【 0 0 5 3 】

その結果、カーボンナノチューブ 2 1 は、基材 1 0 の面 1 0 a に対してランダムな方向に配向され、カーボンナノチューブ 2 1 の一部がめっき層 2 2 の表面から基材 1 0 とは反対側に突出した放熱部品 X が作製された。つまり、放熱部品 1 と放熱部品 X との主な相違点は、カーボンナノチューブ 2 1 が基材 1 0 の面 1 0 a に対して垂直な方向に配向されているか、ランダムな方向に配向されているかである。

30

## 【 0 0 5 4 】

上記サンプルを作製後、所定のブロックにヒータと温度計とサンプル ( 放熱部品 1 、及び放熱部品 X を順番に搭載 ) を取り付け、ヒータに一定電圧を 3 0 分間印加したときの温度計の温度を測定した。その結果を、図 4 に示す。図 4 において、3 0 分経過後の温度上昇が小さいサンプルほど熱放射性が優れていることを示している。

## 【 0 0 5 5 】

図 4 に示すように、放熱部品 X ( 比較例 ) では、3 0 分経過時の温度は略 6 8 . 3 であった。これに対して、第 1 の実施の形態に係る製造方法で製造した放熱部品 1 ( 実施例 ) では、3 0 分経過時の温度は略 6 6 . 9 であった。つまり、放熱部品 1 ( 実施例 ) では、放熱部品 X ( 比較例 ) に対して 1 . 4 熱放射率が向上している。

40

## 【 0 0 5 6 】

放熱部品 X ( 比較例 ) では、カーボンナノチューブ 2 1 が基材 1 0 の面 1 0 a に対してランダムな方向に配向されている。そのため、先端が折り曲がったりめっき層 2 2 の表面と接していたりして、放熱にあまり寄与しないカーボンナノチューブ 2 1 が存在する。その結果、カーボンナノチューブ 2 1 から十分に熱を外部に逃がすことができなかったと考えられる。

## 【 0 0 5 7 】

一方、放熱部品 1 ( 実施例 ) では、カーボンナノチューブ 2 1 が基材 1 0 の面 1 0 a に対して垂直な方向に配向されている。そのため、カーボンナノチューブ 2 1 の先端が折り

50



曲がっていたりめっき層 22 と接していたりすることはほとんどない。その結果、めっき層 22 に含有されたほぼ全てのカーボンナノチューブ 21 が放熱に寄与できるため、カーボンナノチューブ 21 から十分に熱を外部に逃がすことができたと考えられる。

#### 【0058】

このように、本実施例によれば、カーボンナノチューブ 21 が基材 10 の面 10a に対して垂直な方向に配向されている放熱部品 1（実施例）では、カーボンナノチューブ 21 が基材 10 の面 10a に対してランダムな方向に配向されている放熱部品 X（比較例）に対して熱放射性が向上することが確認された。

#### 【0059】

以上、好ましい実施の形態、変形例、及び実施例について詳説した。しかし、上述した実施の形態、変形例、及び実施例に制限されることはなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施の形態、変形例、及び実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

10

#### 【符号の説明】

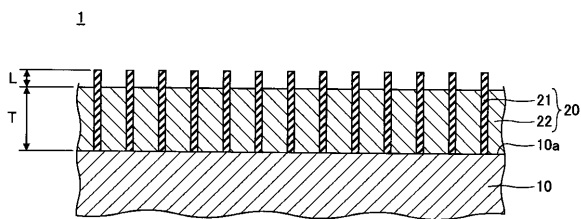
#### 【0060】

- 1 放熱部品
- 10 基材
- 10a 面
- 20 炭素材料含有層
- 21 カーボンナノチューブ
- 22 めっき層
- L 突出量
- M 磁場
- T 厚さ

20

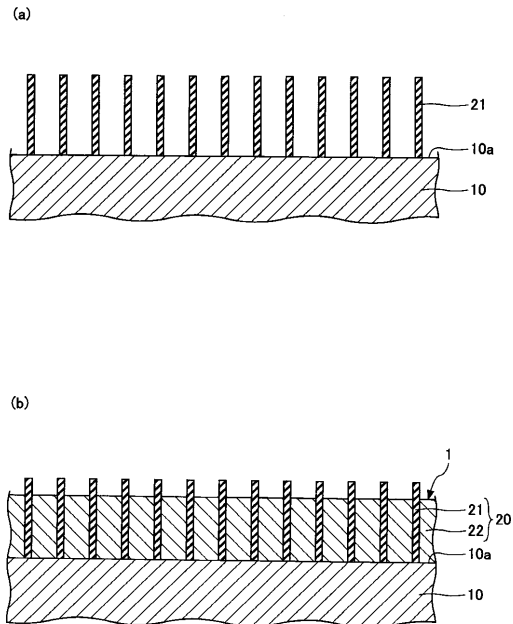
#### 【図 1】

第1の実施の形態に係る放熱部品を例示する断面模式図



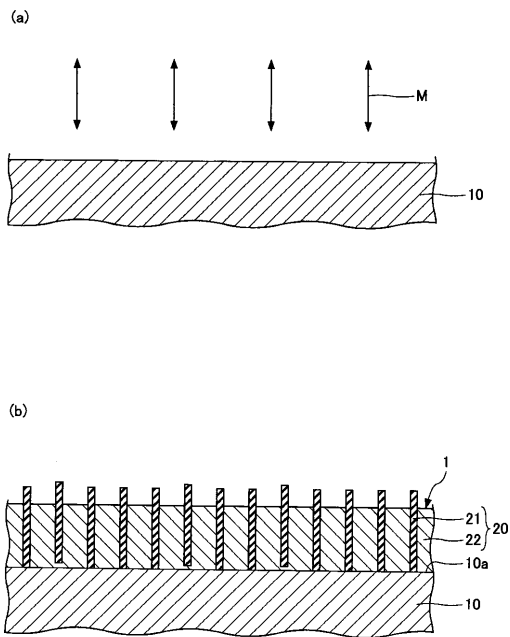
#### 【図 2】

第1の実施の形態に係る放熱部品の製造工程を例示する図



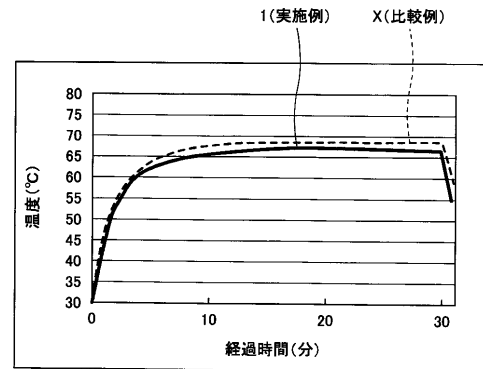
【 図 3 】

第2の実施の形態に係る放熱部品の製造工程を例示する図



【 図 4 】

熱放射性の確認結果を例示する図



---

フロントページの続き

(72)発明者 中沢 昌夫  
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内  
(72)発明者 諏訪 順之  
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内  
F ターム(参考) 5F136 BC00 BC03 FA01 FA02 FA03 FA25