

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成28年10月27日(2016.10.27)

【公開番号】特開2015-138903(P2015-138903A)

【公開日】平成27年7月30日(2015.7.30)

【年通号数】公開・登録公報2015-048

【出願番号】特願2014-10306(P2014-10306)

【国際特許分類】

H 0 1 L 23/36 (2006.01)

C 0 1 B 31/02 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 23/36 D

C 0 1 B 31/02 1 0 1 F

【手続補正書】

【提出日】平成28年9月9日(2016.9.9)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のカーボンナノチューブが配列されたカーボンナノチューブ集合体と、
前記カーボンナノチューブ集合体の中央領域に形成された熱可塑性樹脂部と、
前記熱可塑性樹脂部を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体の外周領域に形成された未硬化の熱硬化性樹脂部と

を有し、

前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、

前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接していることを特徴とするカーボンナノチューブシート。

【請求項 2】

前記熱可塑性樹脂部及び前記熱硬化性樹脂部は、前記カーボンナノチューブ集合体の上端を被覆していることを特徴とする請求項 1 に記載のカーボンナノチューブシート。

【請求項 3】

前記熱可塑性樹脂部は、前記カーボンナノチューブ集合体の中央領域に複数個に分割されて配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のカーボンナノチューブシート。

【請求項 4】

配線基板と、

前記配線基板の接続パッドに接続された半導体素子と、

前記半導体素子の上に配置され、複数のカーボンナノチューブが配列されたカーボンナノチューブ集合体と、前記カーボンナノチューブ集合体の中央領域に形成された熱可塑性樹脂部と、前記熱可塑性樹脂部を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体の外周領域に形成された熱硬化性樹脂部とを含み、

前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接しているカーボンナノチューブシートと、

前記カーボンナノチューブシートの上に配置された放熱部材とを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】

前記放熱部材は、下面側に凹部を備えて周縁に突出部が設けられており、前記放熱部材の突出部が前記配線基板に接着され、前記放熱部材の凹部の底面に前記カーボンナノチューブシートの上面が接触していることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

基板の上に複数のカーボンナノチューブを形成して、カーボンナノチューブ集合体を得る工程と、

前記カーボンナノチューブ集合体上の中央領域に熱可塑性樹脂材を配置すると共に、前記熱可塑性樹脂材を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体上の外周領域に未硬化の熱硬化性樹脂材を配置する工程と、

加熱処理することにより、前記熱可塑性樹脂材及び前記熱硬化性樹脂材を流動させて前記カーボンナノチューブ集合体の隙間中含浸させる工程と、

前記基板を除去する工程とを有し、

前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接することを特徴とするカーボンナノチューブシートの製造方法。

【請求項 7】

前記熱硬化性樹脂材及び前記熱可塑性樹脂材を含浸させる工程において、

前記カーボンナノチューブ集合体の上端が前記熱硬化性樹脂材及び前記熱可塑性樹脂材で被覆され、かつ前記熱硬化性樹脂材は未硬化の状態で含浸されることを特徴とする請求項 6 に記載のカーボンナノチューブシートの製造方法。

【請求項 8】

前記熱可塑性樹脂材及び前記熱硬化性樹脂材を含浸させる工程の後に、

前記カーボンナノチューブ集合体の上端を被覆する前記熱可塑性樹脂材及び前記熱硬化性樹脂材を研磨して、前記カーボンナノチューブの上端を露出させる工程を有することを特徴とする請求項 7 に記載のカーボンナノチューブシートの製造方法。

【請求項 9】

配線基板の接続パッドに半導体素子を接続する工程と、

複数のカーボンナノチューブが配列されたカーボンナノチューブ集合体と、前記カーボンナノチューブ集合体の中央領域に含浸された熱可塑性樹脂部と、前記熱可塑性樹脂部を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体の外周領域に含浸された未硬化の熱硬化性樹脂部とを含み、

前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接し、かつ、

前記カーボンナノチューブ集合体の上端が前記熱硬化性樹脂部及び前記熱可塑性樹脂部で被覆されたカーボンナノチューブシートを用意する工程と、

前記カーボンナノチューブシートを前記半導体素子の上に配置する工程と、

前記カーボンナノチューブシートの上に放熱部材を配置し、前記放熱部材を下側に押圧しながら加熱処理することにより、前記カーボンナノチューブ集合体上の前記熱可塑性樹脂部及び前記熱硬化性樹脂部を横方向に押し出して、前記カーボンナノチューブ集合体の上端を前記放熱部材に接触させる工程と

を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】

前記カーボンナノチューブの上端を前記放熱部材に接触させる工程において、

前記放熱部材は、下面側に凹部を備えて周縁に突出部が設けられており、前記放熱部材

の突出部が前記配線基板に接着され、前記放熱部材の凹部の底面に前記カーボンナノチューブシートの上面が接触することを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

以下の開示の一観点によれば、複数のカーボンナノチューブが配列されたカーボンナノチューブ集合体と、前記カーボンナノチューブ集合体の中央領域に形成された熱可塑性樹脂部と、前記熱可塑性樹脂部を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体の外周領域に形成された未硬化の熱硬化性樹脂部とを有し、前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接しているカーボンナノチューブシートが提供される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

また、その開示の他の観点によれば、配線基板と、前記配線基板の接続パッドに接続された半導体素子と、前記半導体素子の上に配置され、複数のカーボンナノチューブが配列されたカーボンナノチューブ集合体と、前記カーボンナノチューブ集合体の中央領域に形成された熱可塑性樹脂部と、前記熱可塑性樹脂部を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体の外周領域に形成された熱硬化性樹脂部とを含み、前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接しているカーボンナノチューブシートと、前記カーボンナノチューブシートの上に配置された放熱部材とを有する半導体装置が提供される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

さらに、その開示の他の観点によれば、基板の上に複数のカーボンナノチューブを形成して、カーボンナノチューブ集合体を得る工程と、前記カーボンナノチューブ集合体上の中央領域に熱可塑性樹脂材を配置すると共に、前記熱可塑性樹脂材を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体上の外周領域に未硬化の熱硬化性樹脂材を配置する工程と、加熱処理することにより、前記熱可塑性樹脂材及び前記熱硬化性樹脂材を流動させて前記カーボンナノチューブ集合体の隙間中含浸させる工程と、前記基板を除去する工程とを有し、前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接するカーボンナノチューブシートの製造方法が提供される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

さらに、その開示の他の観点によれば、配線基板の接続パッドに半導体素子を接続する工程と、複数のカーボンナノチューブが配列されたカーボンナノチューブ集合体と、前記カーボンナノチューブ集合体の中央領域に含浸された熱可塑性樹脂部と、前記熱可塑性樹脂部を取り囲むように前記カーボンナノチューブ集合体の外周領域に含浸された未硬化の熱硬化性樹脂部とを含み、前記熱可塑性樹脂部と前記熱硬化性樹脂部とは、前記カーボンナノチューブの下端から上端に形成され、前記熱可塑性樹脂部の側面と前記熱硬化性樹脂部の側面とが前記カーボンナノチューブの間の領域で接し、かつ、前記カーボンナノチューブ集合体の上端が前記熱硬化性樹脂部及び前記熱可塑性樹脂部で被覆されたカーボンナノチューブシートを用意する工程と、前記カーボンナノチューブシートを前記半導体素子の上に配置する工程と、前記カーボンナノチューブシートの上に放熱部材を配置し、前記放熱部材を下側に押圧しながら加熱処理することにより、前記カーボンナノチューブ集合体上の前記熱可塑性樹脂部及び前記熱硬化性樹脂部を横方向に押し出して、前記カーボンナノチューブ集合体の上端を前記放熱部材に接触させる工程とを有する半導体装置の製造方法が提供される。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

【図1】図1(a)及び(b)は実施形態のカーボンナノチューブシートを示す断面図及び平面図である。

【図2】図2(a)及び(b)は実施形態の変形例のカーボンナノチューブシートを示す断面図及び平面図である。

【図3】図3(a)～(d)は実施形態のカーボンナノチューブシートの製造方法を示す断面図(その1)である。

【図4】図4(a)及び(b)は実施形態のカーボンナノチューブシートの製造方法を示す断面図(その2)である。

【図5】図5(a)及び(b)は実施形態のカーボンナノチューブシートの製造方法を示す断面図及び平面図(その3)である。

【図6】図6(a)及び(b)は実施形態のカーボンナノチューブシートの製造方法を示す断面図及び平面図(その4)である。

【図7】図7は実施形態のカーボンナノチューブシートの製造方法を示す断面図(その5)である。

【図8】図8は実施形態のカーボンナノチューブシートの製造方法を示す断面図(その6)である。

【図9】図9(a)及び(c)は実施形態の半導体装置の製造方法を示す断面図(その1)である。

【図10】図10は実施形態の半導体装置の製造方法を示す断面図(その2)である。

【図11】図11は実施形態の半導体装置を示す断面図(その1)である。

【図12】図12は実施形態の半導体装置を示す断面図(その2)である。

【図13】図13は実施形態の半導体装置を示す断面図(その3)である。

【図14】図14はその他の実施形態のカーボンナノチューブシートを示す断面図(その1)である。

【図15】図15(a)及び(b)はその他の実施形態のカーボンナノチューブシートを示す断面図(その2)である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 9 】

また、図 4 (b) に示すように、熱硬化性樹脂シート 2 2 a の開口部 2 2 x の大きさに対応するサイズの未硬化の熱可塑性樹脂シート 2 0 a を用意する。熱可塑性樹脂シート 2 0 a は、熱可塑性樹脂材の一例であり、前述した図 1 (a) 及び (b) のカーボンナノチューブシート 1 の熱可塑性樹脂部 2 0 を形成するための樹脂材料である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 9 9 】

図 1 4 に示すカーボンナノチューブシート 1 b では、熱可塑性樹脂部 2 0 がカーボンナノチューブ集合体 1 0 の中央領域 A に複数個に分割されて配置されている。そして、熱硬化性樹脂部 2 2 は、カーボンナノチューブ集合体 1 0 の外周領域 B から中央領域 A に延びて形成され、複数の熱可塑性樹脂部 2 0 を取り囲んで形成される。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 0 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 0 2 】

図 1 4 のカーボンナノチューブシート 1 b を製造するには、前述した図 5 (a) 及び (b) の工程で、カーボンナノチューブ集合体 1 0 の上に複数の開口部が設けられた熱硬化性樹脂材を配置し、その開口部に熱可塑性樹脂材をそれぞれ配置して、同様に樹脂を含浸させればよい。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 0 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 0 3 】

また、図 1 5 (a) 及び (b) に示すカーボンナノチューブシート 1 c のように、中央領域 A の熱可塑性樹脂部 2 0 内のみにカーボンナノチューブ 1 0 a が設けられ、外周領域 B の熱硬化性樹脂部 2 2 の中にカーボンナノチューブ 1 0 a が存在しない構造としてもよい。