

(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2007-128986

(P2007-128986A)

(43) 公開日 平成19年5月24日(2007.5.24)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 HO 1 L 23/373 (2006.01) HO 1 L 23/36 M 5 F 1 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-318867 (P2005-318867)	(71) 出願人	000237020 ポリマテック株式会社 東京都中央区日本橋本町4丁目8番16号
(22) 出願日	平成17年11月1日(2005.11.1)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	下山 直之 東京都北区田端5丁目10番5号 ポリマテック 株式会社R&Dセンター内
		(72) 発明者	小谷野 茂 東京都北区田端5丁目10番5号 ポリマテック 株式会社R&Dセンター内

最終頁に続く

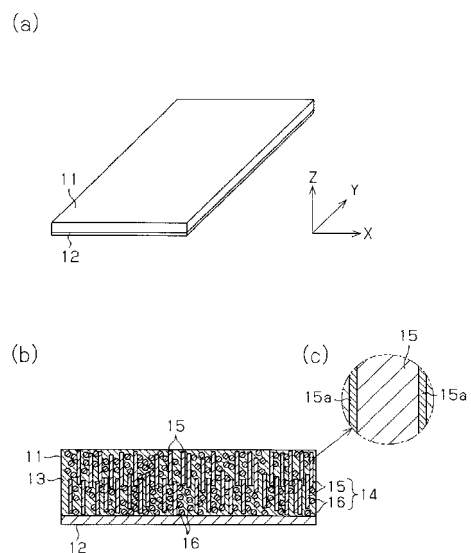
(54) 【発明の名称】 熱伝導性部材およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発熱体から発生する熱を放散させる用途においてより好適に使用可能な熱伝導性部材およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 熱伝導性部材はシート状をなし、その一方の表面上に補強層12が積層されている。シート状の熱伝導性部材11は、高分子マトリックス13と、熱伝導性充填材14とを含有する熱伝導性高分子組成物から成形される。熱伝導性充填材14の少なくとも一部は、繊維状に形成されるとともに一定方向に配向されている。繊維状をなす熱伝導性充填材14の表面には、酸化ケイ素を含む電気絶縁性皮膜15aが形成されている。電気絶縁性皮膜15aの平均厚さは100~400nmである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱伝導性高分子組成物から成形される熱伝導性部材であって、

前記熱伝導性高分子組成物は、高分子マトリックスと、熱伝導性充填材とを含有し、

前記熱伝導性充填材の少なくとも一部が、繊維状に形成されるとともに一定方向に配向され、

前記繊維状をなす熱伝導性充填材の表面には、酸化ケイ素を含む電気絶縁性皮膜が設けられ、

前記電気絶縁性皮膜の平均厚さが 100 ~ 400 nm であることを特徴とする熱伝導性部材。

10

【請求項 2】

前記熱伝導性部材がシート状に形成されている請求項 1 に記載の熱伝導性部材。

【請求項 3】

前記熱伝導性部材の少なくとも一部に積層された補強層を更に備える請求項 2 に記載の熱伝導性部材。

【請求項 4】

前記繊維状の熱伝導性充填材がピッチ系炭素繊維である請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の熱伝導性部材。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の熱伝導性部材の製造方法であって、

20

前記熱伝導性高分子組成物を調製する工程と、

前記繊維状の熱伝導性充填材を一定方向に配向させる配向工程と、

前記熱伝導性充填材の配向を維持した状態で熱伝導性シートを成形する成形工程とを備えていることを特徴とする熱伝導性部材の製造方法。

【請求項 6】

前記配向工程において、前記繊維状の熱伝導性充填材に磁場を印加することによって該繊維状の熱伝導性充填材を配向させる請求項 5 に記載の熱伝導性部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、電子機器における半導体素子、電源、光源、部品などの発熱体から発生する熱を放散させるための熱伝導性部材およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器の高性能化、小型化および軽量化に伴う半導体パッケージの高密度実装化、LSI の高集積化および高速化などによって、電子機器内の各種電子部品からの発熱量が増大している。電子部品の処理能力は熱により低下する。よって、電子部品の性能を維持するために電子部品の蓄熱を回避する必要がある。電子部品の冷却が重要な課題となっている。そのため、発熱体である電子部品と、ヒートシンク等の放熱部材との間に介在して用いられる熱伝導性部材には、優れた熱伝導性能が求められている。

40

【0003】

従来、この種の熱伝導性部材として、高分子マトリックスと、炭素繊維とを含有する熱伝導性組成物によって成形される熱伝導性部材が広く採用されている。例えば、特許文献 1 には、特定の断面構造を有するピッチ系炭素繊維が分散された熱伝導性部材が開示されている。特許文献 2 には、特定のアスペクト比を有する黒鉛化炭素繊維が分散された熱伝導性部材が開示されている。特許文献 3 ~ 10 には、高分子マトリックス中において炭素繊維が一定方向に配向された熱伝導性部材が開示されている。

【0004】

また、特許文献 11 には、気相法により調製された炭素繊維の表面に電気絶縁性皮膜が形成された伝熱用部材が開示されている。電気絶縁性皮膜は、シリコーン樹脂などの合成

50

樹脂材料によって形成されている。特許文献 1 2 には、静電植毛によって熱伝導性繊維が一定方向に配向された異方性伝熱シートが開示されている。熱伝導性繊維の表面には電気絶縁性皮膜が形成されている。異方性伝熱シートは、複数の熱伝導性繊維を被植毛層に静電植毛した後、各熱伝導性繊維間に高分子マトリックスを含浸させることにより製造されている。これらの伝熱用部材および異方性伝熱シートは、前記電気絶縁性皮膜に起因して電気絶縁性を発揮する。

【特許文献 1】特開平 5 - 2 2 2 6 2 0 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 2 8 3 9 5 5 号公報

【特許文献 3】特開平 4 - 1 7 3 2 3 5 号公報

【特許文献 4】特開平 1 0 - 3 3 0 5 0 2 号公報

10

【特許文献 5】特開平 1 1 - 4 6 0 2 1 号公報

【特許文献 6】特開平 1 1 - 3 0 2 5 4 5 号公報

【特許文献 7】特開 2 0 0 0 - 1 9 5 9 9 8 号公報

【特許文献 8】特開 2 0 0 0 - 2 8 1 8 0 2 号公報

【特許文献 9】特開 2 0 0 1 - 1 3 9 8 3 3 号公報

【特許文献 1 0】特開 2 0 0 1 - 3 5 3 7 3 6 号公報

【特許文献 1 1】特開平 5 - 2 3 5 2 1 7 公報

【特許文献 1 2】特開 2 0 0 3 - 1 7 4 1 2 7 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0 0 0 5】

ところが、特許文献 1 から 1 0 に記載の熱伝導性部材には、前記炭素繊維が導電性を有することから、熱伝導性部材が導電性を発揮しないことが好ましい発熱体、具体的には電子機器の電源部、配線が剥き出しになっている回路などへの使用が困難であるという問題があった。特許文献 1 1 に記載の伝熱用部材には、電気絶縁性皮膜の材質である合成樹脂材料に起因して伝熱用部材の熱伝導性が低いという問題があった。

【0 0 0 6】

また、特許文献 1 2 に記載の熱伝導性繊維は、静電植毛に起因して異方性伝熱シートを貫通している。そのため、異方性伝熱シートには、貫通した熱伝導性繊維に起因して異方性伝熱シートの柔軟性が低いことから、発熱体および放熱体との接触部分の平滑性が低い場合には熱伝導性を十分に発揮することができないという問題があった。さらに、各熱伝導性繊維間に高分子マトリックスを含浸させる際に空気が容易に巻き込まれ、この巻き込まれた空気に起因して異方性伝熱シート内に空隙が形成されるおそれがあるという問題があった。

30

【0 0 0 7】

本発明の目的は、発熱体から発生する熱を放散させる用途においてより好適に使用可能な熱伝導性部材およびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 8】

上記の目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、熱伝導性高分子組成物から成形される熱伝導性部材であって、前記熱伝導性高分子組成物は、高分子マトリックスと、熱伝導性充填材とを含有し、前記熱伝導性充填材の少なくとも一部が、繊維状に形成されるとともに一定方向に配向され、前記繊維状をなす熱伝導性充填材の表面には、酸化ケイ素を含む電気絶縁性皮膜が設けられ、前記電気絶縁性皮膜の平均厚さが 1 0 0 ~ 4 0 0 n m である熱伝導性部材を提供する。

40

【0 0 0 9】

請求項 2 に記載の発明は、前記熱伝導性部材がシート状に形成されている請求項 1 に記載の熱伝導性部材を提供する。

請求項 3 に記載の発明は、前記熱伝導性部材の少なくとも一部に積層された補強層を更に備える請求項 2 に記載の熱伝導性部材を提供する。

50

【0010】

請求項4に記載の発明は、前記繊維状の熱伝導性充填材がピッチ系炭素繊維である請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の熱伝導性部材を提供する。

請求項5に記載の発明は、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の熱伝導性部材の製造方法であって、前記熱伝導性高分子組成物を調製する工程と、前記繊維状の熱伝導性充填材を一定方向に配向させる配向工程と、前記熱伝導性充填材の配向を維持した状態で熱伝導性シートを成形する成形工程とを備えていることを特徴とする熱伝導性部材の製造方法を提供する。

【0011】

請求項6に記載の発明は、前記配向工程において、前記繊維状の熱伝導性充填材に磁場を印加することによって該繊維状の熱伝導性充填材を配向させる請求項5に記載の熱伝導性部材の製造方法を提供する。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、発熱体から発生する熱を放散させる用途においてより好適に使用可能な熱伝導性部材が提供される。また本発明によれば、そうした熱伝導性部材の製造方法も提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明を熱伝導性部材に具体化した一実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

20

図1(a)及び(b)に示すように、本実施形態に係る熱伝導性部材はシート状に形成され、該シート状の熱伝導性部材11(以下、シート11という)の一方の表面上には補強層12が形成されている。シート11は、高分子マトリックスと、熱伝導性充填材とを含有する熱伝導性高分子組成物(以下、単に組成物という。)から成形される。このシート11は発熱体と放熱体との間に介在するようにして用いられ、発熱体から放熱体への熱伝導を促進する。

【0014】

シート11には、熱伝導性および電気絶縁性が具備されている。熱伝導性は発熱体から放熱体への熱伝導のし易さを表す指標であり、シート11の熱伝導率および熱抵抗値に起因している。シート11は、熱伝導率が大きいほど、且つ熱抵抗値が小さいほど発熱体から放熱体への熱伝導を促進し、熱伝導性に優れたものとなる。電気絶縁性は発熱体からシート11への通電のし難さを表す指標であり、シート11の体積抵抗率および絶縁破壊電圧に起因している。シート11は、体積抵抗率および絶縁破壊電圧が大きいほど発熱体から通電し難くなり、電気絶縁性に優れたものとなる。

30

【0015】

高分子マトリックスは、熱伝導性充填材をシート11内に保持する。高分子マトリックスの材質はシート11に要求される性能に応じて適宜選択され、高分子マトリックスの材質として例えば熱可塑性または熱硬化性の高分子材料が選択される。熱可塑性の高分子材料の具体例としては、熱可塑性樹脂材料、熱可塑性エラストマー、及びこれらのポリマーアロイが挙げられる。

40

【0016】

熱可塑性樹脂材料の具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-プロピレン共重合体などのエチレン- -オレフィン共重合体、ポリメチルペンテン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリビニルアルコール、ポリアセタール、ポリフッ化ビニリデン及びポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、スチレン-アクリロニトリル共重合体、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体(ABS)樹脂、ポリフェニレンエーテル、変性ポリフェニレンエーテル、脂肪族ポリアミド類、芳香族ポリ

50

アミド類、ポリアミドイミド、ポリメタクリル酸およびそのエステル、ポリアクリル酸およびそのエステル、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリエーテルニトリル、ポリエーテルケトン、ポリケトン、液晶ポリマー、シリコーン樹脂、及びアイオノマーが挙げられる。

【0017】

熱可塑性エラストマーの具体例としては、スチレン-ブタジエン共重合体およびその水添ポリマー、並びにスチレン-イソプレンブロック共重合体およびその水添ポリマー等のスチレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、塩化ビニル系熱可塑性エラストマー、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリウレタン系熱可塑性エラストマー、及びポリアミド系熱可塑性エラストマーが挙げられる。

10

【0018】

熱硬化性の高分子材料の具体例としては、架橋ゴム、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ビスマレイミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル、ジアリルフタレート樹脂、シリコーン樹脂、ポリウレタン、ポリイミドシリコーン、熱硬化型ポリフェニレンエーテル、及び熱硬化型変性ポリフェニレンエーテルが挙げられる。

【0019】

架橋ゴムの具体例としては、天然ゴム、ブタジエンゴム、イソプレングム、ニトリルゴム、水添ニトリルゴム、クロロプレングム、エチレンプロピレングム、塩素化ポリエチレン、クロロスルホン化ポリエチレン、ブチルゴム、ハロゲン化ブチルゴム、フッ素ゴム、ウレタンゴム、アクリルゴム、ポリイソブチレングム、及びシリコーンゴムが挙げられる。

20

【0020】

これらの中でも、シート11の柔軟性が高いうえに、耐熱性などの基本的性質、温度特性、及び電氣的信頼性が高いことから、シリコーンゴム、アクリルゴム、ポリイソブチレングム、エポキシ樹脂、ポリウレタン、不飽和ポリエステル、ポリイミド、ビスマレイミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、フッ素樹脂、ポリフェニレンエーテル、及び熱可塑性エラストマーが好ましく、シリコーンゴム、アクリルゴム、ポリイソブチレングム、エポキシ樹脂、ポリイミド、ポリウレタン、及び熱可塑性エラストマーがより好ましい。

【0021】

熱伝導性充填材は、シート11の熱伝導率を高めることによってシート11の熱伝導性を高める。熱伝導性充填材の形状としては、繊維状、粒子状、板状等が挙げられるが、熱伝導性充填材の少なくとも一部は繊維状に形成されている。熱伝導性充填材は、繊維状に形成された熱伝導性充填材、即ち繊維状充填材のみによって構成されてもよいし、繊維状充填材と、繊維状以外の形状の熱伝導性充填材、即ち非繊維状充填材とから構成されてもよい。

30

【0022】

繊維状充填材の材質の具体例としては、金、銀、銅、及びアルミニウム等の金属、並びに炭素が挙げられる。繊維状充填材は、同一の材質からなる単一種の繊維状充填材のみによって構成されてもよいし、異なる材質からなる複数種の繊維状充填材によって構成されてもよい。シート11の熱伝導率を効果的に高めるために、繊維状充填材はその熱伝導性に異方性を有することが好ましい。そのため、前記繊維状充填材の材質の中でも、熱伝導性の異方性を容易に発揮することができることから炭素が好ましい。

40

【0023】

炭素からなる繊維状充填材、即ち炭素繊維の具体例としては、ピッチ系炭素繊維および黒鉛化炭素繊維が挙げられる。ピッチ系炭素繊維は、溶融紡糸した繊維状ピッチを不融化处理した後、炭素化处理することにより製造される。黒鉛化炭素繊維は、メノフェーズピッチ系の炭素繊維を2000以上の高温で熱処理することにより製造される。これらの中でも、熱伝導性および磁化率の異方性が高いことからピッチ系炭素繊維が好ましい。

【0024】

繊維状充填材の高密度は、好ましくは 0.1 g/cm^3 以上である。繊維状充填材の高

50

密度が 0.1 g/cm^3 未満の場合、組成物を調製する際に繊維状充填材を高分子マトリックス中に分散させることが困難になるおそれがある。繊維状充填材の嵩密度の上限は特に限定されない。繊維状充填材の嵩密度は、繊維状充填材の平均繊維直径および平均繊維長に依存している。そのため、繊維状充填材が炭素繊維の場合、炭素繊維の平均繊維直径は、好ましくは $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ である。炭素繊維の平均繊維直径が $0.1 \mu\text{m}$ 未満の場合、単位重量当たりの炭素繊維の表面積が過剰に大きくなって炭素繊維の嵩密度が過剰に低下するおそれがある。炭素繊維の平均繊維直径が $50 \mu\text{m}$ を超えると、炭素繊維に起因してシート 11 の成形が困難になるおそれがある。

【0025】

一方、炭素繊維の平均繊維長は、好ましくは $2 \sim 1000 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $25 \sim 500 \mu\text{m}$ である。炭素繊維の平均繊維長が $2 \mu\text{m}$ 未満では、単位重量当たりの炭素繊維の表面積が過剰に大きくなって炭素繊維の嵩密度が過剰に低下するおそれがある。炭素繊維の平均繊維長が $1000 \mu\text{m}$ を超えると、炭素繊維同士が絡み合うことにより、シート 11 の成形および炭素繊維の配向が困難になるおそれがある。

【0026】

繊維状充填材の熱伝導率は、好ましくは $300 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である。繊維状充填材の熱伝導率が $300 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 未満の場合、繊維状充填材の熱伝導性が低いことから、シート 11 の熱伝導性を十分に高めることができない。

【0027】

繊維状充填材は通常、その材質に起因して導電性を有している。そのため、繊維状充填材を含有するシート 11 が導電性を発揮してしまうことから、繊維状充填材の表面には電気絶縁性皮膜が形成されている。電気絶縁性皮膜は、酸化ケイ素を含有する電気絶縁性組成物の繊維状充填材へのコーティングによって形成されている。電気絶縁性組成物は、電気絶縁性を発揮する物質として酸化ケイ素のみを含有してもよいし、酸化ケイ素以外の物質を更に含有してもよい。酸化ケイ素以外の電気絶縁性を発揮する物質としては、金属酸化物および金属窒化物が挙げられる。金属酸化物の具体例としては酸化アルミニウムが挙げられる。金属窒化物の具体例としては、窒化ホウ素および窒化ケイ素が挙げられる。

【0028】

電気絶縁性皮膜の平均厚さは $100 \sim 400 \text{ nm}$ であり、好ましくは $100 \sim 200 \text{ nm}$ である。電気絶縁性皮膜の厚さが 100 nm 未満では、電気絶縁性被膜による繊維状充填材の導電性の阻害が不十分であることから、電気絶縁性被膜が形成された繊維状充填材が通電する。電気絶縁性皮膜の厚さが 400 nm を超えると、過剰に厚い電気絶縁性皮膜に起因して、電気絶縁性皮膜が形成された繊維状充填材の熱伝導性が低下する。

【0029】

非繊維状充填材は、形状、粒径などが同一の単一種の非繊維状充填材のみによって構成されてもよいし、形状、粒径などが異なる複数種の非繊維状充填材によって構成されてもよい。非繊維状充填材の形状は、シート 11 の熱抵抗値を効果的に低下させることができることから不定形が好ましい。また、組成物の粘度上昇を効果的に低下させることができることから球状が好ましい。

【0030】

組成物中の熱伝導性充填材の含有量は、 $50 \sim 80$ 質量% が好ましい。熱伝導性充填材の含有量が 50 質量% 未満では、熱伝導性充填材によるシート 11 の熱伝導率の上昇の幅が小さいことから、シート 11 の熱伝導性を十分に高めることができない。熱伝導性充填材の含有量が 80 質量% を超えると、組成物の調製の際に、高分子マトリックス中に熱伝導性充填材を均一に分散させることが困難になる。

【0031】

組成物は、前記各成分以外にも、例えば補強剤、着色剤、難燃剤などの耐熱性向上剤、粘着剤、可塑剤、オイル、硬化遅延剤を含有してもよい。

図 1 (b) 及び (c) に示すように、シート 11 は、高分子マトリックス 13 と、熱伝導性充填材 14 とを備えている。図 1 (b) に示す熱伝導性充填材 14 は、繊維状充填材

10

20

30

40

50

15と、粒子状の熱伝導性充填材16とを有している。繊維状充填材15はその表面に電気絶縁性皮膜15aが形成された状態でシート11中を一定方向に配向されており、発熱体からの熱は、繊維状充填材15の配向方向に沿ってシート11中を伝導される。例えば、図1(b)に示すシート11において、繊維状充填材15はシート11の厚さ方向に沿って配向されている。

【0032】

シート11の体積抵抗率は、シート11の厚みが200 μm の場合、好ましくは 1.0×10^{10} 以上である。シート11の体積抵抗率が 1.0×10^{10} 未満では、電子部品などの発熱体とシート11との間でショートが発生するおそれがある。シート11の体積抵抗率の下限は特に限定されない。

10

【0033】

シート11の硬度は、好ましくはショアA硬度で70以下であり、より好ましくはショアA硬度で40以下であり、特に好ましくはアスカC硬度で60以下である。シート11の硬度がショアA硬度で70を超えると、シート11が十分な柔軟性を発揮することができず、シート11の発熱体および放熱体の表面形状への追従性が低下するおそれがある。シート11の硬度の下限は特に限定されない。シート11の平均厚さは、用途に応じて適宜設定される。

【0034】

補強層12は、その材質などに起因してシート11を補強することにより、シート11が薄いとともにもその可撓性が高い場合、シート11の取り付け作業性を向上させるとともに、発熱体および放熱体に挟持される際に加わる荷重によってシート11が破壊されることを抑制する。補強層12はシート11の表面全体にわたって積層されている。補強層12の具体例としては、高分子フィルム、セラミックフィルム等の良好な電気絶縁性を発揮するものが挙げられる。これら中でも、良好な可撓性を発揮することから高分子フィルムが好ましい。補強層12の厚さは例えば5 μm である。

20

【0035】

シート11は、補強層12と別々に製造された後、表面に補強層12が積層される。シート11は、組成物を調製する調製工程と、繊維状充填材15を一定方向に配向させる配向工程と、シート11を成形する成形工程とを経て製造される。

【0036】

調製工程では、前記各成分が適宜に混合されて組成物が調製される。各成分は、例えばブレンダー、ミキサー、ロール、押出機などの混合・混練装置を用いて混合される。このとき、繊維状充填材が組成物中に均一に分散されるまで混合が行われる。混合後に組成物の脱泡が行われる。この調製工程に先立って、電気絶縁性組成物を繊維状充填材15にコーティングすることによって、繊維状充填材15の表面に電気絶縁性皮膜15aを形成する。電気絶縁性組成物のコーティング方法としては、例えばゾルゲル法が挙げられる。繊維状充填材15が炭素繊維である場合、電気絶縁性組成物のコーティングの際、炭素繊維と電気絶縁性皮膜15aとの接着性を高めるために、炭素繊維の表面を気相法、薬液処理法、電解法などによって酸化してもよい。

30

【0037】

配向工程では、図2に示すように、例えば組成物17が型18内に充填された後、繊維状充填材15が一定方向に配向される。繊維状充填材15の配向は、磁場発生装置を用いた組成物17への磁場の印加によって行われる。このとき、磁場は、組成物17を介して繊維状充填材15に印加される。

40

【0038】

組成物17に印加される磁場の方向は、組成物17中の繊維状充填材15に応じて適宜設定される。例えば、図2においては、磁場発生装置の一对の磁極19が型18の下方及び上方に配設されている。このとき、一对の磁極19の間には、シート11の厚さ方向に沿うように直線状の磁力線19aが発生する。繊維状充填材15が反磁性体である場合、組成物17に磁場が印加されることにより、繊維状充填材15は、磁場の方向と反対方向

50

に磁化されて磁力線 19 a に沿って配向される。また、繊維状充填材 15 の結晶構造の結晶方位に依存して繊維状充填材 15 の磁化率が異方性を持つ場合、繊維状充填材 15 は、磁化率の異方性に従って配向される。

【0039】

成形工程では、型 18 内において、繊維状充填材 15 の配向を維持した状態で高分子マトリックス 13 を硬化又は固化させることにより、図 1 (a) 及び (b) に示すようにシート 11 が成形される。シート 11 の表面への補強層 12 の積層は、例えば接着剤によって補強層 12 をシート 11 の表面に固着させることにより行われる。

【0040】

シート 11 が発熱体及び放熱体に取り付けられる際には、発熱体 (例えば電子部品) 上にシート 11 及び放熱体が順に載置される。このとき、補強層 12 は発熱体又は放熱体に対向する。次いで、シート 11 が発熱体及び放熱体に密着するように、例えば放熱体から発熱体に向かって荷重が加えられ、発熱体及び放熱体によってシート 11 および補強層 12 が挟持される。

10

【0041】

前記の実施形態によって発揮される効果について、以下に記載する。

・ 本実施形態に係る繊維状充填材 15 の表面には、電気絶縁性皮膜 15 a が形成されている。電気絶縁性皮膜 15 a は、酸化ケイ素を含むとともに、平均厚さの下限が 100 nm に設定されている。酸化ケイ素は優れた電気絶縁性を発揮する。そのため、電気絶縁性皮膜 15 a は、繊維状充填材 15 の表面に形成されることによって、繊維状充填材 15 の導電性を効果的に阻害してシート 11 の電気絶縁性を高める。更に、電気絶縁性皮膜 15 a は、その平均厚さの上限が 400 nm に設定されていることにより、繊維状充填材 15 が有する熱伝導性をほとんど阻害せず、電気絶縁性皮膜 15 a に起因するシート 11 の熱伝導性の低下を効果的に抑制する。

20

【0042】

・ 繊維状充填材 15 はシート 11 中において一定方向に配向されており、発熱体から発生した熱は、繊維状充填材 15 の配向方向に沿って伝導される。そのため、繊維状充填材 15 は、それが一定方向に配向されていない場合に比べてシート 11 の熱伝導性を高めることができる。

【0043】

・ シート 11 は補強層 12 によって補強されていることから、その取扱い性および耐久性が容易に向上される。

30

・ 配向工程において、繊維状充填材 15 は磁場の印加によって一定方向に配向される。繊維状充填材 15 として、磁化率の異方性を有する炭素繊維などが用いられた場合、磁場を繊維状充填材 15 に印加することによって、該繊維状充填材 15 を容易に配向させることができる。

【0044】

・ シート 11 の製造において、組成物 17 が型 18 内に充填された後、繊維状充填材 15 の配向および高分子マトリックス 13 の硬化又は固化が行われる。そのため、静電植毛によって繊維状充填材 15 が配向される場合に比べて、繊維状充填材 15 がシート 11 を貫通してその表面から露出することを抑制することができる。よって、貫通した繊維状充填材 15 に起因するシート 11 の柔軟性および電気絶縁性の低下を抑制することができる。よって、貫通した繊維状充填材 15 に起因するシート 11 の柔軟性および電気絶縁性の低下を抑制することができる。よって、貫通した繊維状充填材 15 に起因するシート 11 の柔軟性および電気絶縁性の低下を抑制することができる。よって、貫通した繊維状充填材 15 に起因するシート 11 の柔軟性および電気絶縁性の低下を抑制することができる。

40

【0045】

・ シート 11 の製造において、組成物 17 の調製、脱泡および型 18 への充填後、その状態で高分子マトリックス 13 が硬化又は固化される。そのため、静電植毛された各繊維状充填材 15 間に高分子マトリックス 13 が含浸する場合に比べて空気の巻き込みを抑制することができる。

【0046】

なお、本実施形態は、次のように変更して具体化することも可能である。

50

・ 図3に示すように、配向工程において、スリットダイ等を用いて組成物17を一对の基板20間に塗布した後、組成物17に磁場を印加してもよい。即ち、繊維状充填材15の配向およびシート11の成形の方法は組成物17の粘度によって適宜選択され、例えばパーコータ法、ドクターブレード法、Tダイによる押出成形法、カレンダー成形法、プレス成形法、射出成形法、注型成型法、トランスファー成型法、ブロー成形法、塗布法、印刷法、ディスペンサー法、又はポッティング法が用いられる。

【0047】

・ 配向工程において、磁場の代わりに組成物17に電場を印加してもよい。このとき、繊維状充填材15は電力線に沿って配向される。また、流動場もしくはせん断場を用いて繊維状充填材15を配向させてもよい。

10

【0048】

・ 例えば補強層12の形成後、その上にシート11が成形されることにより、シート11と補強層12とが連続して製造されてもよい。また、シート11及び補強層12が同時に製造されてもよい。

【0049】

・ 図4に示すように補強層12を省略してもよいし、シート11の一对の表面上にそれぞれ積層してもよいし、シート11の表面の一部にのみ積層してもよい。更に、シート11を発熱体に取り付けた後、補強層12をシート11から剥離してもよい。

【0050】

・ 熱伝導性部材は、シート状以外の形状、例えば立方体状、球状、円柱状、板状、又はチューブ状に形成されてもよい。

20

【実施例】

【0051】

次に、実施例及び比較例を挙げて前記実施形態をさらに具体的に説明する。

(実施例1及び2並びに比較例1~3)

実施例1においては、調製工程として、高分子マトリックス13としての付加型の液状シリコーンゲルに、繊維状充填材15としての炭素繊維を混合して組成物を調製した。各成分の配合量を下記表1に示す。表1において、各成分の配合量の数値は重量部を示す。液状シリコーンゲルにおいて、比重は1.0であり、25における粘度は400 mPa・sであった。一方、炭素繊維のアスペクト比は4.5であり、該炭素繊維の表面には、酸化ケイ素からなるとともに平均厚さが200 nmである電気絶縁性皮膜15aを形成した。電気絶縁性皮膜15aの形成はゾルゲル法によって行った。次に、炭素繊維が均一に分散されるまで組成物17を攪拌した後、組成物17の脱泡を行った。

30

【0052】

続いて、配向工程として、回転粘度計を用いて組成物の25における粘度を測定した後、型18内に組成物を充填した。次に、超電磁石を用いて、10テスラの磁束密度を有する磁場を組成物17に印加して、炭素繊維をシート11の厚さ方向に沿って配向させた。次いで、成形工程として、組成物17を120で90分加熱することにより、液状シリコーンゲルを硬化させて円板状のシート11を得た。シート11の厚さは0.5 mmであり、シート11の直径は50 mmであった。

40

【0053】

次に、実施例2では、炭素繊維のアスペクト比を10に変更した以外は、実施例1と同様にしてシート11を得た。

比較例1では、電気絶縁性皮膜15aを省略した以外は、実施例1と同様にしてシート11を得た。比較例2では、配向工程での磁場の印加を省略した以外は、実施例1と同様にしてシート11を得た。比較例3では、配向工程での磁場の印加を省略した以外は、実施例2と同様にしてシート11を得た。

【0054】

表1において、“A”欄は、アスペクト比が4.5であり、且つ平均厚さが200 nmである電気絶縁性皮膜15aを有する炭素繊維を示し、“B”欄は、アスペクト比が10

50

であり、且つ平均厚さが200nmである電気絶縁性皮膜15aを有する炭素繊維を示し、“C”欄は、アスペクト比が4.5である炭素繊維を示す。“磁場”欄の“-”は、配向工程において組成物17に磁場を印加しなかったことを示す。そして、各例のシート11について、下記の各項目に関して測定を行った。その結果を表1に示す。

【0055】

<熱抵抗値>

各例のシート11を四角板状(縦および横:10mm、厚さ:0.5mm)に切断して試験片を得た後、一对の金属板で各例の試験片を挟持した。そして、0.4MPa(4kgf/cm²)の荷重を各試験片に印加した状態で、一方の金属板から試験片を加熱した。次いで、各金属板の温度差から下記式により熱抵抗値を求めた。下記式において、Tは各金属板の温度差を示し、熱量Qは試験片を加熱した際の熱量を示す。

10

【0056】

$$\text{熱抵抗値}(\text{ } / \text{W}) = T / \text{熱量} Q$$

<体積抵抗率>

直径が10mmの一对の金属製電極で各例のシート11を挟持した後、4.9N(500gf)の荷重をシート11に印加した状態で2Wにおけるシート11の体積抵抗率を測定した。

【0057】

【表1】

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2	比較例3
A	100	0	0	100	0
B	0	100	0	0	100
C	0	0	100	0	0
シリコン	100	100	100	100	100
粘度(cP)	6000	20000	5000	5000	20000
磁場(テスラ)	10	10	10	-	-
配向方向	厚さ方向	厚さ方向	厚さ方向	無方向	無方向
熱抵抗値(°C/W)	1.56	1.42	1.32	3.63	2.65
体積抵抗率(Ω·cm)	>1.0×10 ¹⁰	>1.0×10 ¹⁰	200	>1.0×10 ¹⁰	>1.0×10 ¹⁰

20

30

表1に示すように、実施例1及び2においては、熱抵抗値および体積抵抗率の各項目について優れた結果となり、優れた熱伝導性および電気絶縁性を具備していた。そのため、各実施例のシート11は、それらが導電性を発揮しないことが好ましい発熱体から発生する熱を放散させる用途において好適に使用可能である。

【0058】

比較例1においては、炭素繊維の表面に電気絶縁性皮膜15aが形成されていないことから、シート11の体積抵抗率が低くなり、各実施例に比べて電気絶縁性が低下した。比較例2及び3においては、配向工程において組成物17に磁場が印加されていないことから、炭素繊維が一定方向に配向されていなかった。そのため、比較例2及び3のシート11の熱抵抗値が大きくなり、各実施例に比べて熱伝導性が低下した。

40

(実施例3～5並びに比較例4及び5)

実施例3においては、調製工程において、粒子状をなす熱伝導性充填材としての球状アルミナを液状シリコンゲルに更に加え、電気絶縁性皮膜15aの厚さを100nmに設定した以外は、実施例1と同様にしてシート11を得た。球状アルミナの平均粒径は3.2μmであった。実施例4及び5と、比較例5及び6とは、電気絶縁性皮膜15aの厚さを下記表2に示すように設定した以外は、実施例3と同様にしてシート11を得た。表2の“皮膜の厚さ”欄の各数値は、電気絶縁性皮膜15aの厚さを示す。そして、各例のシート11について、前記熱抵抗値および体積抵抗率と、下記の絶縁破壊電圧とに関して測定を行った。その結果を表2に示す。

50

【 0 0 5 9 】

< 絶縁破壊電圧 >

直径が 20 mm の一対の電極で各例のシート 11 を挟持した後、シート 11 に直流電圧負荷を加えた。そして、シート 11 に絶縁破壊が認められたときの電圧値を測定した。絶縁破壊電圧の測定では、厚さが 1.0 mm であるシート 11 を用いた。更に、各例について 3 枚のシート 11 について測定し、1 枚のシート 11 において 4 箇所測定した。表 2 の“絶縁破壊電圧”欄中の各数値は、計 12 点の測定点での測定値の平均を示す。

【 0 0 6 0 】

【表 2】

	実施例 3	実施例 4	実施例 5	比較例 4	比較例 5
皮膜の厚さ(nm)	100	200	400	30 以下	600
体積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$)	$>10 \times 10^{10}$	$>10 \times 10^{10}$	$>10 \times 10^{10}$	100~ 10 $\times 10^{10}$	$>10 \times 10^{10}$
絶縁破壊電圧(kV/mm)	1.5	1.75	2.3	0.25	2.5
熱抵抗値($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	0.8	0.81	0.86	0.75	1.06

10

表 2 に示すように、実施例 3 ~ 5 においては、体積抵抗率、絶縁破壊電圧、及び熱抵抗値の各項目について優れた結果となり、優れた熱伝導性および電気絶縁性を具備していた。そのため、各実施例のシート 11 は、それらが導電性を発揮しないことが好ましい発熱体から発生する熱を放散させる用途において好適に使用可能である。

20

【 0 0 6 1 】

比較例 4 においては、電気絶縁性皮膜 15 a の平均厚さが過剰に薄いことから、シート 11 の絶縁破壊電圧が小さくなり、各実施例に比べて電気絶縁性が低下した。更に、各炭素繊維の電気絶縁性皮膜 15 a の平均厚さを均一に揃えることができなかった。比較例 5 においては、電気絶縁性皮膜 15 a の平均厚さが過剰に厚いことから、シート 11 の熱抵抗値が高くなり、各実施例に比べて熱伝導性が低下した。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 2 】

【図 1】(a) は本実施形態の熱伝導性部材を示す斜視図、(b) は熱伝導性部材を示す断面図、(c) は繊維状をなす熱伝導性充填材および電気絶縁性皮膜を示す拡大断面図。

30

【図 2】熱伝導性部材の製造方法を示す断面図。

【図 3】熱伝導性部材の製造方法の別例を示す断面図。

【図 4】熱伝導性部材の別例を示す断面図。

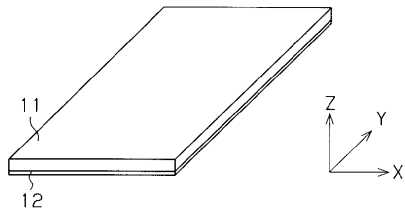
【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

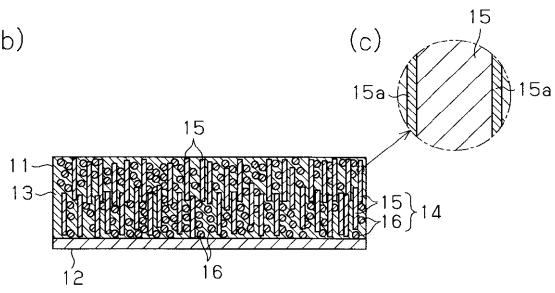
11 ... シート状の熱伝導性部材、12 ... 補強層、13 ... 高分子マトリックス、14 ... 熱伝導性充填材、15 ... 繊維状をなす熱伝導性充填材、15 a ... 電気絶縁性皮膜、17 ... 熱伝導性高分子組成物。

【 図 1 】

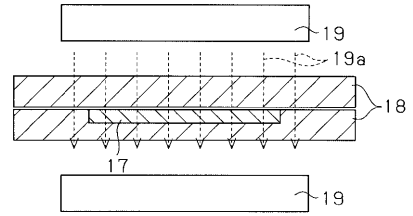
(a)



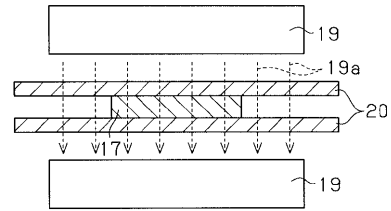
(b)



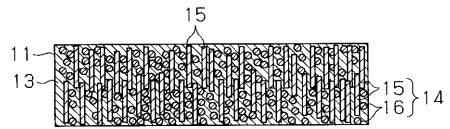
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 航也

東京都北区田端5丁目10番5号 ポリマテック 株式会社R&Dセンター内

Fターム(参考) 5F136 BC00 BC07 FA25 FA51