

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年9月28日(28.09.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/164406 A1

- (51) 国際特許分類:  
H05K 7/20 (2006.01) H05K 9/00 (2006.01)  
H01L 23/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012155
- (22) 国際出願日: 2017年3月24日(24.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-062335 2016年3月25日(25.03.2016) JP
- (71) 出願人: デクセリアルズ株式会社 (DEXERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 久村 達雄(KUMURA Tatsuo); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 久保 佑介(KUBO Yusuke); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階

デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 荒巻 慶輔(ARAMAKI Keisuke); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 良尊 弘幸(RYOSON Hiroyuki); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).

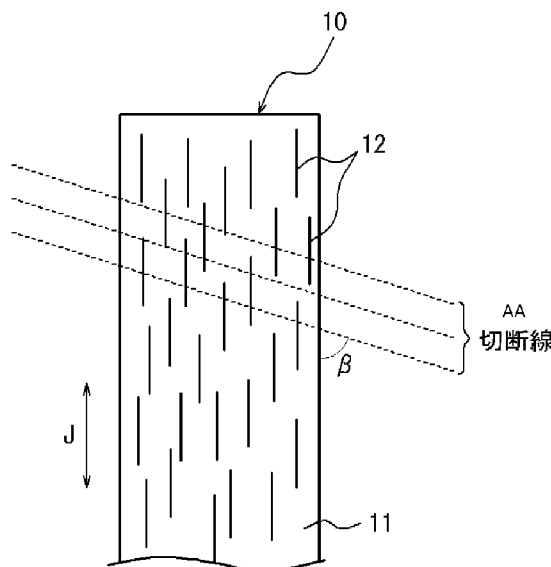
(74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC WAVE-ABSORBING HEAT CONDUCTIVE SHEET, METHOD FOR PRODUCING ELECTROMAGNETIC WAVE-ABSORBING HEAT CONDUCTIVE SHEET AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 電磁波吸収熱伝導シート、電磁波吸収熱伝導シートの製造方法及び半導体装置



AA Cutting line

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing an electromagnetic wave-absorbing heat conductive sheet having superior heat conductivity and electromagnetic wave-absorbing capability. In order to solve the problem, this electromagnetic wave-absorbing heat conductive sheet is characterized by comprising a polymer matrix component, magnetic metal powder, and a fibrous heat conductive filler that is unidirectionally oriented.

(57) 要約: 優れた熱伝導性及び電磁波吸収性を有する、電磁波吸収熱伝導シートを提供する。上記課題を解決するべく、本発明の電磁波吸収熱伝導シートは、高分子マトリックス成分と、磁性金属粉と、一方向に配向している繊維状の熱伝導性充填剤とを含むことを特徴とする。

WO 2017/164406 A1



SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

電磁波吸収熱伝導シート、電磁波吸収熱伝導シートの製造方法及び半導体装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、優れた熱伝導性及び電磁波吸収性を有する、電磁波吸収熱伝導シート、電磁波吸収熱伝導シートの製造方法及び半導体装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 近年、電子機器は、小型化の傾向をたどる一方、アプリケーションの多様性のために電力消費量をそれほど変化させることができないため、機器内における放熱対策がより一層重要視されている。

[0003] 上述した電子機器における放熱対策として、銅やアルミ等といった熱伝導率の高い金属材料で作製された放熱板やヒートパイプ、あるいはヒートシンク等が広く利用されている。これらの熱伝導性に優れた放熱部品は、放熱効果又は機器内の温度緩和を図るため、電子機器内における発熱部である半導体パッケージ等の電子部品に近接するようにして配置される。また、これらの熱伝導性に優れた放熱部品は、発熱部である電子部品から低温の場所へ亘って配置される。

[0004] ただし、電子機器内における発熱部は、電流密度が高い半導体素子等の電子部品であり、電流密度が高いということは、不要輻射の成分となり得る電界強度又は磁界強度が大きいことが考えられる。このため、金属で作製された放熱部品を電子部品の近辺に配置すると、熱の吸収を行うとともに、電子部品内を流れる電気信号の高調波成分をも拾ってしまうという問題があった。具体的には、放熱部品が金属材料で作製されているため、それ自体が高調波成分のアンテナとして機能したり、高調波ノイズ成分の伝達経路として働いてしまうような場合である。

[0005] そのような問題を解決するべく、熱伝導性シートに、磁界のカップリングを断ち切るために、磁性材料を含有するもの技術が開発されている。

例えば特許文献1には、CPU等の半導体とヒートシンクに挟んで用いる電磁吸収熱伝導シートであって、シリコンに軟磁性粉末と熱伝導フィラーを混ぜることによって、軟磁性粉末の磁気吸収効果と、熱伝導フィラーの熱伝導特性で電磁波吸収と熱伝導特性の両立を図る、という技術が開示されている。

しかしながら、特許文献1の技術では、電磁波吸収効果について一定の効果はみられるものの、シートの垂直方向に対する熱伝導率が $1.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 程度であり、近年の放熱に対する要求に対しては十分な特性とはなっていない。

[0006] また、特許文献2には、繊維状導電性カーボンとカルボニル鉄を含んだ電磁波干渉抑制シートであって、繊維状導電性カーボンとカルボニル鉄との体積比率を3~10:50~70とすることでシート強度、柔軟性を確保しつつ電磁波吸収量を増やす、という技術が開示されている。

しかしながら、特許文献2の技術では、繊維状導電性カーボンが10体積%を超えると、分散が不良となり均一なシートが得られなくなるという問題があり、熱伝導性に関しては十分な考慮がされていなかった。

[0007] さらに、特許文献3には、樹脂マトリックス中に、炭素繊維と磁性粉とを含んだ電磁波干渉抑制シートを用いることで、電磁ノイズの抑制及び熱伝導率の向上を図る技術が開示されている。

しかしながら、特許文献3の技術では、良好な熱伝導性が得られるものの、電磁ノイズの抑制という点では十分な効果が得られておらず、実用化の点を考慮するとさらなる改良を図ることが望まれていた。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：特開2001-68312号公報

特許文献2：特許第5103780号公報

特許文献3：特開2011-134755号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0009] 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであって、優れた熱伝導性及び電磁波吸収性を有する、電磁波吸収熱伝導シート及びその製造方法を提供することを目的とする。また、本発明の他の目的は、かかる電磁波吸収熱伝導シートを用い、放熱性及び電磁波抑制に優れた半導体装置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

- [0010] 本発明者らは、上記の課題を解決するべく鋭意研究を重ねた結果、高分子マトリックス成分と、繊維状の熱伝導性充填剤と、磁性金属粉とを含み、該繊維状の熱伝導性充填剤を一方向に配向させるとともに、配向する方向を調整することによって、従来に比べて高いレベルで熱伝導性及び電磁波吸収性を両立できることを見出した。

- [0011] 本発明は、上記知見に基づきなされたものであり、その要旨は以下の通りである。

(1) 高分子マトリックス成分と、磁性金属粉と、一方向に配向している繊維状の熱伝導性充填剤とを含むことを特徴とする、電磁波吸収熱伝導シート。

上記構成によって、優れた熱伝導性及び電磁波吸収性を実現できる。

(2) 前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向方向が、シート面の延在方向に対して $60^\circ$  超え～ $90^\circ$  の範囲であることを特徴とする、上記(1)に記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(3) 前記電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、3GHzでの伝送吸収率が30%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上であることを特徴とする、上記(1)に記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(4) 前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向方向が、シート面の延在方向に対して $30^\circ$  超え～ $60^\circ$  の範囲であることを特徴とする、上記(1)に記載の電

磁波吸収熱伝導シート。

(5) 前記電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が $2.7\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、3GHzでの伝送吸収率が39%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上であることを特徴とする、上記(4)に記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(6) 前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向方向が、シート面の延在方向に対して $0^\circ\sim 30^\circ$ の範囲であることを特徴とする、上記(1)に記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(7) 前記電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が $1.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、3GHzでの伝送吸収率が68%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上であることを特徴とする、上記(6)に記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(8) 前記繊維状の熱伝導性充填剤の含有量が4~40体積%、前記磁性金属粉の含有量が35~75体積%であることを特徴とする、前記(1)~(7)のいずれかに記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(9) 前記繊維状の熱伝導性充填剤の含有量が5~30体積%、前記磁性金属粉の含有量が40~65体積%であることを特徴とする、上記(8)に記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(10) 前記繊維状の熱伝導性充填剤が、炭素繊維であることを特徴とする、前記(1)~(9)のいずれかに記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(11) 前記電磁波吸収熱伝導シートが、無機物フィラーをさらに含むことを特徴とする、前記(1)~(10)のいずれかに記載の電磁波吸収熱伝導シート。

(12) 高分子マトリックス成分と、繊維状の熱伝導性充填剤と、磁性金属粉とを含むシート用組成物を調製する工程と、

前記繊維状の熱伝導性充填剤を配向させる工程と、

前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向を維持した状態で、前記高分子マトリックス成分を硬化させて、シート用成形体を作製する工程と、

前記配向した繊維状の熱伝導性充填剤の長軸方向に対して、 $0^\circ\sim 90^\circ$ の角度となるように、前記シート用成形体を切断し、電磁波吸収熱伝導シートを

作製する工程と、

を含むことを特徴とする、電磁波吸収熱伝導シートの製造方法。

上記構成によって、優れた熱伝導性及び電磁波吸収性を有する電磁波吸収熱伝導シートを提供できる。

(13) 前記繊維状の熱伝導性充填剤を配向させる工程が、中空状の型内に、前記シート用組成物を、高剪断力下で押し出すこと又は圧入することによって行われ、

前記シート用成形体を作製する工程が、前記高分子マトリックス成分を熱硬化させることによって行われることを特徴とする、上記(12)に記載の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法。

(14) 熱源と、放熱部材と、該熱源と該放熱部材との間に挟持された電磁波吸収熱伝導シートを備える半導体装置であって、

前記電磁波吸収熱伝導シートが、請求項1～11のいずれか1項に記載の電磁波吸収熱伝導シートであることを特徴とする、半導体装置。

上記構成によって、優れた放熱性及び電磁波抑制を実現できる。

## 発明の効果

[0012] 本発明によれば、優れた熱伝導性及び電磁波吸収性を有する、電磁波吸収熱伝導シート及びその製造方法を提供することが可能となる。また、かかる電磁波吸収熱伝導シートを用い、放熱性及び電磁波抑制に優れた半導体装置を提供することが可能となる。

## 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の電磁波吸収熱伝導シートの一実施形態を模式的に示した、シートの厚さ方向の断面図である。

[図2]本発明の電磁波吸収熱伝導シートを作製する工程において、シート用成形体を切断する際の状態を模式的に示した図である。

[図3] (a) 本発明の半導体装置の一実施形態を模式的に示した図であり、(b) 本発明の半導体装置の他の実施形態を模式的に示した図である。

[図4]実施例1、比較例4及び比較例1の、周波数に応じた伝送吸収率(%)

を示す図である。

[図5]実施例4、比較例4及び比較例2の、周波数に応じた伝送吸収率（％）を示す図である。

[図6]実施例7、比較例4及び比較例3の、周波数に応じた伝送吸収率（％）を示す図である。

[図7]伝送吸収率（％）の測定に用いた測定系を示した図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態の一例を具体的に説明する。

#### <電磁波吸収熱伝導シート>

まず、本発明の電磁波吸収熱伝導シートについて説明する。

本発明は、高分子マトリックス成分と、繊維状の熱伝導性充填剤と、磁性金属粉とを含む、電磁波吸収熱伝導シートである。

[0015] （高分子マトリックス成分）

本発明の電磁波吸収熱伝導シートに含まれる高分子マトリックス成分は、電磁波吸収熱伝導シートの基材となる高分子成分のことである。その種類については、特に限定されず、公知の高分子マトリックス成分を適宜選択することができる。

例えば、高分子マトリックス成分の一つとして、熱硬化性ポリマーが挙げられる。

[0016] 前記熱硬化性ポリマーとしては、例えば、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、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、熱硬化型変性ポリフェニレンエーテル等が挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

[0017] なお、前記架橋ゴムとしては、例えば、天然ゴム、ブタジエンゴム、イソプレンゴム、ニトリルゴム、水添ニトリルゴム、クロロプレンゴム、エチレンプロピレンゴム、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、ポリイソブチレンゴム、シリコンゴム等が挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

[0018] また、これら熱硬化性ポリマーの中でも、成形加工性及び耐候性に優れるとともに、電子部品に対する密着性及び追従性の点から、シリコンを用いることが好ましい。

前記シリコンとしては、特に制限はなく、目的に応じてシリコンの種類を適宜選択することができる。上述した成形加工性、耐候性、密着性等を得る観点からは、前記シリコンとして、液状シリコンゲルの主剤と、硬化剤とから構成されるシリコンであることが好ましい。そのようなシリコンとしては、例えば、付加反応型液状シリコン、過酸化物を加硫に用いる熱加硫型ミラブルタイプのシリコン等が挙げられる。これらの中でも、電子機器の放熱部材としては、電子部品の発熱面とヒートシンク面との密着性が要求されるため、付加反応型液状シリコンが特に好ましい。

[0019] 前記付加反応型液状シリコンとしては、ビニル基を有するポリオルガノシロキサンを主剤、Si-H基を有するポリオルガノシロキサンを硬化剤とした、2液性の付加反応型シリコン等を用いることが好ましい。

[0020] なお、前記液状シリコンゲルの主剤と、硬化剤との組合せにおいて、前記主剤と前記硬化剤との配合割合としては、質量比で、主剤：硬化剤＝35：65～65：35であることが好ましい。

[0021] また、本発明の電磁波吸収熱伝導シートにおける前記高分子マトリックス成分の含有量は、特に制限されず、目的に応じて適宜選択することができるが、シートの成形加工性や、シートの密着性等を確保する観点からは、20体積％～50体積％程度であることが好ましく、30体積％～40体積％であることがより好ましい。

[0022] (熱伝導性充填剤)

本発明の電磁波吸収熱伝導シートに含まれる熱伝導性充填剤は、シートの熱伝導性を向上させるための成分である。熱伝導性充填剤の種類については

、繊維状の熱伝導性充填剤であること以外は、特に限定されず、公知の熱伝導性充填剤を適宜選択することができる。

図1は、本発明の電磁波吸収熱伝導シートについて、厚さ方向の断面状態を模式的に示したものである。図1に示すように、本発明の電磁波吸収熱伝導シート1では、前記繊維状の熱伝導性充填剤12が、一方向（図1では方向X）に配向していることを特徴とする。

[0023] 図1に示すように、繊維状の熱伝導性充填剤12を配向させることによって、電磁波吸収熱伝導シート1において、繊維状の熱伝導性充填剤12が規則正しく配設されることに加えて、磁性金属粉13が、規則正しく均一に分散されることとなる。その結果、繊維状の熱伝導性充填剤12及び磁性金属粉13の効果が、より効率的に発揮できるため、熱伝導性及び電磁波吸収性を高いレベルで実現できる。

[0024] なお、本発明における前記繊維状の熱伝導性充填剤の「繊維状」とは、アスペクト比の高い（およそ6以上）の形状のことをいう。そのため、本発明では、繊維状や棒状等の熱導電性充填剤だけでなく、アスペクト比の高い粒状の充填材や、フレーク状の熱導電性充填剤等も繊維状の熱導電性充填剤に含まれる。

[0025] ここで、前記繊維状の熱伝導性充填剤の種類については、繊維状で且つ熱伝導性の高い材料であれば特に限定はされず、例えば、銀、銅、アルミニウム等の金属、アルミナ、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、グラファイト等のセラミックス、炭素繊維等が挙げられる。

これらの繊維状の熱伝導性充填剤の中でも、より高い熱伝導性を得られる点からは、炭素繊維を用いることが好ましい。

なお、前記熱伝導性充填剤については、一種単独でもよいし、二種以上を混合して用いてもよい。また、二種以上の熱伝導性充填剤を用いる場合には、いずれも繊維状の熱伝導性充填剤であってもよいし、繊維状の熱伝導性充填剤と別の形状の熱伝導性充填剤とを混合して用いてもよい。

[0026] 前記炭素繊維の種類について特に制限はなく、目的に応じて適宜選択する

ことができる。例えば、ピッチ系、PAN系、PB0繊維を黒鉛化したもの、アー  
ク放電法、レーザー蒸発法、CVD法（化学気相成長法）、CCVD法（沢媒化学気  
相成長法）等で合成されたものを用いることができる。これらの中でも、高  
い熱伝導性が得られる点から、PB0繊維を黒鉛化した炭素繊維、ピッチ系炭素  
繊維がより好ましい。

[0027] また、前記炭素繊維は、必要に応じて、その一部又は全部を表面処理して  
用いることができる。前記表面処理としては、例えば、酸化処理、窒化処理  
、ニトロ化、スルホン化、あるいはこれらの処理によって表面に導入された  
官能基若しくは炭素繊維の表面に、金属、金属化合物、有機化合物等を付着  
あるいは結合させる処理等が挙げられる。前記官能基としては、例えば、水  
酸基、カルボキシル基、カルボニル基、ニトロ基、アミノ基等が挙げられる  
。

[0028] さらに、前記炭素繊維の平均繊維長（平均長軸長さ）についても、特に制  
限はなく適宜選択することができるが、確実に高い熱伝導性を得る点から、5  
0  $\mu\text{m}$ ～300  $\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、75  $\mu\text{m}$ ～275  $\mu\text{m}$ の範囲であること  
がより好ましく、90  $\mu\text{m}$ ～250  $\mu\text{m}$ の範囲であることが特に好ましい。

さらにまた、前記炭素繊維の平均繊維径（平均短軸長さ）についても、特  
に制限はなく適宜選択することができるが、確実に高い熱伝導性を得る点か  
ら、4  $\mu\text{m}$ ～20  $\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、5  $\mu\text{m}$ ～14  $\mu\text{m}$ の範囲であるこ  
とがより好ましい。

[0029] 前記炭素繊維のアスペクト比（平均長軸長さ／平均短軸長さ）については  
、確実に高い熱伝導性を得る点から、6以上であることが好ましく、7～30で  
あることがより好ましい。前記アスペクト比が小さい場合でも熱伝導率等の  
改善効果はみられるが、配向性が低下するなどにより大きな特性改善効果が  
得られないため、アスペクト比は6以上が好ましい。一方、30を超えると、電  
磁波吸収熱伝導シート中での分散性が低下するため、十分な熱伝導率を得ら  
れないおそれがある。

ここで、前記炭素繊維の平均長軸長さ、及び平均短軸長さは、例えばマイ

クロスコープ、走査型電子顕微鏡（SEM）等によって測定し、複数のサンプルから平均を算出することができる。

[0030] また、前記電磁波吸収熱伝導シートにおける前記繊維状の熱伝導性充填剤の含有量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、4体積％～40体積％であることが好ましく、5体積％～30体積％であることがより好ましく、6体積％～20体積％であることが特に好ましい。前記含有量が、4体積％未満であると、十分に低い熱抵抗を得ることが困難になるおそれがあり、40体積％を超えると、前記熱伝導シートの成型性及び前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向性に影響を与えてしまうおそれがある。

[0031] また、本発明の電磁波吸収熱伝導シート1では、図1に示すように、前記繊維状の熱伝導性充填剤12が配向しており、その配向方向Xが、シート面の延在方向Lに対して、特定の角度 $\alpha$ を形成することが好ましい。前記電磁波吸収熱伝導シート1の配向方向Xを調整することで、本発明の電磁波吸収熱伝導シート1の熱伝導性及び／又は電磁波吸収性を、より高いレベルで実現できる。

ここで、前記シート面の延在方向Lとは、その名の通り電磁波吸収熱伝導シート1面が延在する方向のことであり、後述するシート用成形体から電磁波吸収熱伝導シートを切り出した際の切断面方向又は該切断面と直交する方向のことである。

なお、各繊維状の熱伝導性充填剤12の配向方向Xについては、完全一致する必要はなく、本発明では、配向方向Xが $\pm 10^\circ$ 以内のズレであれば、一方向に配向しているといえる。

[0032] 例えば、前記繊維状の熱伝導性充填剤12の配向方向Xが、前記シート面の延在方向Lに対して $60^\circ$  超え～ $90^\circ$  の範囲（角度 $\alpha$ ： $60^\circ$  超え～ $90^\circ$  の範囲）とすることは、熱伝導性をより大きく向上できる点から好ましい。

前記繊維状の熱伝導性充填剤12の配向方向Xが前記シート面の延在方向Lに対して $60^\circ$  超え～ $90^\circ$  の範囲である場合、電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  以上、3GHzでの伝送吸収率が30％以上、6

GHzでの伝送吸収率が70%以上となる。なお、上記伝送吸収率については、 $\phi$  20mmの円盤状に切り出した、厚さ1mmの電磁波吸収熱伝導シートを用い、マイクロストリップライン法によって測定した値である。

- [0033] また、前記繊維状の熱伝導性充填剤 1 2 の配向方向 X が、前記シート面の延在方向 L に対して  $30^\circ$  超え $\sim 60^\circ$  の範囲（角度  $\alpha$  :  $30^\circ$  超え $\sim 60^\circ$  の範囲）とすることは、熱伝導性及び電磁波吸収性をバランスよく向上できる点から好ましい。

前記繊維状の熱導電性充填剤 1 2 の配向方向 X が前記シート面の延在方向 L に対して  $30^\circ$  超え $\sim 60^\circ$  の範囲である場合、電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が  $2.7\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  以上、3GHzでの伝送吸収率が39%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上となる。なお、上記伝送吸収率については、 $\phi$  20mmの円盤状に切り出した、厚さ1mmの電磁波吸収熱伝導シートを用い、マイクロストリップライン法によって測定した値である。

- [0034] 例えば、前記繊維状の熱伝導性充填剤 1 2 の配向方向 X が、前記シート面の延在方向 L に対して  $0^\circ \sim 30^\circ$  の範囲（角度  $\alpha$  :  $0^\circ \sim 30^\circ$  の範囲）とすることは、電磁波吸収性をより大きく向上できる点から好ましい。

前記繊維状の熱導電性充填剤 1 2 の配向方向 X が前記シート面の延在方向 L に対して  $0^\circ \sim 30^\circ$  の範囲である場合、電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が  $1.5\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  以上、3GHzでの伝送吸収率が68%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上となる。この例では、前記繊維状の熱導電性充填剤 1 2 の配向方向 X が小さいので厚さ方向への熱伝導率は低くなるが、面内方向での熱伝導率が高いのでヒートスプレッドとして機能する。なお、上記伝送吸収率については、 $\phi$  20mmの円盤状に切り出した、厚さ1mmの電磁波吸収熱伝導シートを用い、マイクロストリップライン法によって測定した値である。

- [0035] なお、前記繊維状の熱伝導性充填剤 1 2 の配向方向 X を変える方法については、本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法の説明の中で詳細に説明するが、電磁波吸収熱伝導シートの元になるシート用成形体において、熱伝

導性充填剤 1 2 を配向させた状態で、切り出し角度を調整することによって、前記繊維状の熱伝導性充填剤 1 2 の配向方向 X を調整できる。

[0036] (無機物フィラー)

本発明の電磁波吸収熱伝導シートは、無機物フィラーをさらに含むことが好ましい。電磁波吸収熱伝導シートの熱伝導性をより高め、シートの強度を向上できるからである。

前記無機物フィラーとしては、形状、材質、平均粒径等については特に制限がされず、目的に応じて適宜選択することができる。前記形状としては、例えば、球状、楕円球状、塊状、粒状、扁平状、針状等が挙げられる。これらの中でも、球状、楕円形状が充填性の点から好ましく、球状が特に好ましい。

[0037] 前記無機物フィラーの材料としては、例えば、窒化アルミニウム（窒化アルミ：AlN）、シリカ、アルミナ（酸化アルミニウム）、窒化ホウ素、チタニア、ガラス、酸化亜鉛、炭化ケイ素、ケイ素（シリコン）、酸化珪素、酸化アルミニウム、金属粒子等が挙げられる。これらは、一種単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。これらの中でも、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、シリカが好ましく、熱伝導率の点から、アルミナ、窒化アルミニウムが特に好ましい。

[0038] また、前記無機物フィラーは、表面処理が施されたものを用いることができる。前記表面処理としてカップリング剤で前記無機物フィラーを処理すると、前記無機物フィラーの分散性が向上し、熱伝導シートの柔軟性が向上する。

[0039] 前記無機物フィラーの平均粒径については、無機物の種類等に応じて適宜選択することができる。

前記無機物フィラーがアルミナの場合、その平均粒径は、 $1\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1\mu\text{m}$ ～ $5\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $4\mu\text{m}$ ～ $5\mu\text{m}$ であることが特に好ましい。前記平均粒径が $1\mu\text{m}$ 未満であると、粘度が大きくなり、混合しにくくなるおそれがある。一方、前記平均粒径が $10\mu\text{m}$ を超えると

、前記熱伝導シートの熱抵抗が大きくなるおそれがある。

さらに、前記無機物フィラーが窒化アルミニウムの場合、その平均粒径は、 $0.3\mu\text{m}$ ～ $6.0\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $0.3\mu\text{m}$ ～ $2.0\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $0.5\mu\text{m}$ ～ $1.5\mu\text{m}$ であることが特に好ましい。前記平均粒径が、 $0.3\mu\text{m}$ 未満であると、粘度が大きくなり、混合しにくくなるおそれがあり、 $6.0\mu\text{m}$ を超えると、前記熱伝導シートの熱抵抗が大きくなるおそれがある。

なお、前記無機物フィラーの平均粒径は、例えば、粒度分布計、走査型電子顕微鏡（SEM）により測定することができる。

#### [0040] （磁性金属粉）

本発明の電磁波吸収熱伝導シートに含まれる磁性金属粉は、シートの電磁波吸収性を向上させるための成分である。

磁性金属粉の種類については、電磁波吸収性有すること以外は、特に限定されず、公知の磁性金属粉を適宜選択することができる。例えば、アモルファス金属粉や、結晶質の金属粉末を用いることができる。アモルファス金属粉としては、例えば、Fe-Si-B-Cr系、Fe-Si-B系、Co-Si-B系、Co-Zr系、Co-Nb系、Co-Ta系のもの等が挙げられ、結晶質の金属粉としては、例えば、純鉄、Fe系、Co系、Ni系、Fe-Ni系、Fe-Co系、Fe-Al系、Fe-Si系、Fe-Si-Al系、Fe-Ni-Si-Al系のもの等が挙げられる。さらに、前記結晶質の金属粉としては、結晶質の金属粉に、N（窒素）、C（炭素）、O（酸素）、B（ホウ素）等を微量加えて微細化させた微結晶質金属粉を用いてもよい。

なお、前記磁性金属粉については、材料が異なるものや、平均粒径が異なるものを二種以上混合したものをを用いてもよい。

[0041] また、磁性金属粉については、球状、扁平状等を調整することが好ましい。例えば、充填性を高くする場合には、粒径が数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ であって、球状である磁性金属粉を用いることが好ましい。このような磁性金属粉末は、例えばアトマイズ法や、金属カルボニルを熱分解する方法により製造することができる。アトマイズ法とは、球状の粉末が作りやすい利点を有し、熔融

金属をノズルから流出させ、流出させた溶融金属に空気、水、不活性ガス等のジェット流を吹き付けて液滴として凝固させて粉末を作る方法である。アトマイズ法によりアモルファス磁性金属粉末を製造する際には、溶融金属が結晶化しないようにするために、冷却速度を $10^6$  (K/s) 程度にすることが好ましい。

[0042] 上述したアトマイズ法により、アモルファス合金粉を製造した場合には、アモルファス合金粉の表面を滑らかな状態とすることができる。このように表面凹凸が少なく、比表面積が小さいアモルファス合金粉を磁性金属粉として用いると、バインダ樹脂に対して充填性を高めることができる。さらに、カップリング処理を行うことで充填性をより向上できる。

[0043] (その他成分)

本発明の電磁波吸収熱伝導シートは、上述した、高分子マトリックス成分、繊維状の熱伝導性充填剤、無機物フィラー及び磁性金属粉に加えて、目的に応じてその他の成分を適宜含むこともできる。

その他の成分としては、例えば、チキソトロピー性付与剤、分散剤、硬化促進剤、遅延剤、微粘着付与剤、可塑剤、難燃剤、酸化防止剤、安定剤、着色剤等が挙げられる。

[0044] なお、本発明の電磁波吸収熱伝導シートの厚さについては、特に限定はされず、シートを用いる場所等によって適宜変更でき、例えばシートの密着性や強度を考慮すると、0.2mm～5mmの範囲にすることができる。

[0045] <電磁波吸収熱伝導シートの製造方法>

次に、本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法について説明する。

本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法は、高分子マトリックス成分と、繊維状の熱伝導性充填剤と、磁性金属粉とを含むシート用組成物を調製する工程（シート用組成物調製工程）と、

前記繊維状の熱伝導性充填剤を配向させる工程（充填剤配向工程）と、

前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向を維持した状態で、前記高分子マトリックス成分を硬化させて、シート用成形体を作製する工程（シート用成形体



作製工程)と、

前記配向した繊維状の熱伝導性充填剤の長軸方向に対して、 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の角度となるように、前記シート用成形体を切断し、電磁波吸収熱伝導シートを作製する工程(電磁波吸収熱伝導シート作製工程)と、  
を含むことを特徴とする。

上記各工程を経ることで、本発明の電磁波吸収熱伝導シートを得ることができる。得られた電磁波吸収熱伝導シートについては、上述したように、熱伝導性及び電磁波吸収性に優れる。

[0046] (シート用組成物調製工程)

本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法は、シート用組成物調製工程を含む。

このシート用組成物調製工程では、上述した、高分子マトリックス成分、繊維状の熱伝導性充填剤及び磁性金属粉、さらに、無機物フィラー及び／又はその他成分を配合し、シート用組成物を調製する。なお、各成分を配合、調製する手順については特に限定はされず、例えば、前記高分子マトリックス成分に、高分子マトリックス成分、繊維状の熱伝導性充填剤、無機物フィラー、磁性金属粉、その他成分を添加し、混合することにより、シート用組成物の調製が行われる。

[0047] (充填剤配向工程)

本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法は、シート用組成物調製工程を含む。

前記繊維状の熱伝導性充填剤を配向させる方法については、一方向に配向させることができる手段であれば特に限定はされない。

[0048] 前記繊維状の熱伝導性充填剤を一方向に配向させるための方法として、中空状の型内に、前記シート用組成物を、高剪断力下で押し出すこと又は圧入することによって行うことが挙げられる。この方法によって、比較的容易に前記繊維状の熱伝導性充填剤を配向させることができ、前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向は同一( $\pm 10^{\circ}$ 以内)となる。

[0049] 上述した、中空状の型内に、前記シート用組成物を、高剪断力下で押し出すこと又は圧入する方法として、具体的には、押出し成型法又は金型成型法が挙げられる。

前記押出し成型法において、前記シート用組成物をダイより押し出す際、あるいは前記金型成型法において、前記熱伝導性樹脂組成物を金型へ圧入する際、前記バインダ樹脂が流動し、その流動方向に沿って炭素繊維が配向する。この際、ダイの先端にスリットを取り付けると炭素繊維がより配向されやすくなる。

[0050] 成形体（ブロック状の成形体）の大きさ及び形状は、求められる電磁波吸収熱伝導シートの大きさに応じて決めることができる。例えば、断面の縦の大きさが0.5cm～15cmで横の大きさが0.5cm～15cmの直方体が挙げられる。直方体の長さは必要に応じて決定すればよい。

[0051] （シート用成形体作製工程）

本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法は、シート用成形体作製工程を含む。

ここで、前記シート用成形体とは、所定のサイズに切断して得られる本発明の電磁波吸収熱伝導シートの元となるシート（成形体）のことをいう。前記シート用成形体の作製は、上述した充填剤配向工程にて行われた繊維状の熱伝導性充填剤の配向状態を維持したまま、前記高分子マトリックス成分を硬化させることによって行われる。

[0052] 前記高分子マトリックス成分を硬化させる方法や条件については、高分子マトリックス成分の種類に応じて変えることができる。例えば、前記高分子マトリックス成分が熱硬化樹脂の場合、熱硬化における硬化温度を調整することができる。さらに、該熱硬化性樹脂が、液状シリコーンゲルの主剤と、硬化剤とを含有するものである場合、80℃～120℃の硬化温度で硬化を行うことが好ましい。また、熱硬化における硬化時間としては、特に制限はないが、1時間～10時間とすることができる。

[0053] （電磁波吸収熱伝導シート作製工程）

本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法は、電磁波吸収熱伝導シート作製工程を含む。

前記電磁波吸収熱伝導シート作製工程では、図2に示すように、前記配向した繊維状の熱伝導性充填剤12の長軸方向Jに対して、 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の角度 $\beta$ となるように、前記シート用成形体を切断する。

[0054] 図2に示すように、前記シート用成形体作製工程で得られたシート用成形体10は、繊維状の熱伝導性充填剤12の長軸が一定の方向Jに配向された状態となっている（図2では見やすくするために金属磁性粉13を省いた状態を示している。）。前記炭素繊維12の長軸方向Jに対し、一定の切断角度 $\beta$ にてシート状に切断することで、図1に示される電磁波吸収熱伝導シート1を得ることができる。図2における、シート用成形体10の切断面が、図1でのシート面となる。

[0055] なお、前記炭素繊維12の長軸方向Jに対する切断角度 $\beta$ については、得られた電磁波吸収熱伝導シート1における炭素繊維12の配向方向X（シート面の延在方向に対する角度 $\alpha$ ）に応じて、適宜調整することができる。

例えば、前記電磁波吸収熱伝導シート1における炭素繊維12の配向方向Xが、シート面の延在方向に対して $30^{\circ}$ （ $\alpha = 30^{\circ}$ ）の場合には、炭素繊維12の長軸方向Jに対する切断角度 $\beta$ も $30^{\circ}$ とすればよい。

[0056] また、前記シート用成形体の切断については、スライス装置を用いて行われる。

スライス装置については、前記シート用成形体を切断できる手段であれば特に限定はされず、公知のスライス装置を適宜用いることができる。例えば、超音波カッター、かんな（鉋）等を用いることができる。

[0057] （プレス工程）

本発明の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法は、さらに、前記電磁波吸収熱伝導シートの表面を平滑化し、密着性を増し、軽荷重時の界面接触抵抗を軽減するべく、前記電磁波吸収熱伝導シートをプレスする工程（プレス工程）を含むことができる。

前記プレスについては、例えば、平盤と表面が平坦なプレスヘッドとからなる一对のプレス装置を使用して行うことができる。また、ピンチロールを使用してプレスを行ってもよい。

[0058] 前記プレスの際の圧力としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、低すぎるとプレスをしない場合と熱抵抗が変わらない傾向があり、高すぎるとシートが延伸する傾向があるため、0.1MPa～100MPaの圧力範囲とすることが好ましく、0.5MPa～95MPaの圧力範囲とすることがより好ましい。

[0059] <半導体装置>

次に、本発明の半導体装置について説明する。

本発明の半導体装置は、熱源と、放熱部材と、該熱源と該放熱部材との間に挟持された電磁波吸収熱伝導シートを備える半導体装置であって、前記電磁波吸収熱伝導シートが、上述した本発明の電磁波吸収熱伝導シートであることを特徴とする。

本発明の電磁波吸収熱伝導シートを用いることによって、得られた半導体装置は、高い放熱性を有しつつ、電磁波抑制効果にも優れる。

[0060] ここで、前記熱源としては、半導体装置において熱を発するものであれば、特に制限はない。例えば、電子部品等が挙げられ、該電子部品としては、CPU、MPU、グラフィック演算素子、イメージセンサ等が挙げられる。

[0061] また、前記放熱部材としては、前記熱源から発生する熱を伝導して外部に放散させるものである。例えば、放熱器、冷却器、ヒートシンク、ヒートスプレッド、ダイパッド、プリント基板、冷却ファン、ペルチェ素子、ヒートパイプ、金属カバー、筐体等が挙げられる。

[0062] 本発明の半導体装置の一例について、図3（a）及び（b）を用いて説明する。

図3（a）は、本発明の半導体装置の一例を示す断面模式図である。半導体装置は、電磁波吸収熱伝導シート1と、ヒートスプレッド2と、電子部品3と、ヒートシンク5と、配線基板6とを備える。

[0063] 電磁波吸収熱伝導シート 1 は、電子部品 3 で発生する不要電磁波や、他の部品から放射された電磁波を吸収するとともに、電子部品 3 の発する熱を放熱するものであり、図 3 (a) に示すように、ヒートスプレッド 2 の電子部品 3 と対峙する主面 2 a に固定され、電子部品 3 と、ヒートスプレッド 2 との間に挟持されるものである。また、電磁波吸収熱伝導シート 1 は、ヒートスプレッド 2 とヒートシンク 5 との間に挟持される。

[0064] ヒートスプレッド 2 は、例えば、方形板状に形成され、電子部品 3 と対峙する主面 2 a と、主面 2 a の外周に沿って立設された側壁 2 b とを有する。ヒートスプレッド 2 は、側壁 2 b に囲まれた主面 2 a に電磁波吸収熱伝導シート 1 が設けられ、また主面 2 a と反対側の他の面 2 c に電磁波吸収熱伝導シート 1 を介してヒートシンク 5 が設けられる。ヒートスプレッド 2 は、高い熱伝導率を有するほど、熱抵抗が減少し、効率よく半導体素子等の電子部品 3 の熱を吸熱することから、例えば、熱伝導性の良い銅やアルミニウムを用いて形成することができる。

[0065] 電子部品 3 は、例えば、BGA等の半導体パッケージであり、配線基板 6 へ実装される。また、ヒートスプレッド 2 も、側壁 2 b の先端面が配線基板 6 に実装され、これにより側壁 2 b によって所定の距離を隔てて電子部品 3 を囲んでいる。

[0066] そして、ヒートスプレッド 2 の主面 2 a に、電磁波吸収熱伝導シート 1 が接着されることにより、電子部品 3 の発する熱を吸収し、ヒートシンク 5 より放熱する。ヒートスプレッド 2 と電磁波吸収熱伝導シート 1 との接着は、電磁波吸収熱伝導シート 1 自身の粘着力によって行うことができる。

[0067] 図 3 (b) は、本発明の半導体装置の他の一例を示す断面模式図である。

半導体装置は、電磁波吸収熱伝導シート 1 と、ヒートスプレッド 2 と、電子部品 3 と、ヒートシンク 5 と、配線基板 6 とを備える。

[0068] 電磁波吸収熱伝導シート 1 は、電子部品 3 で発生する不要電磁波や、他の部品から放射された電磁波を吸収するとともに、電子部品 3 の発する熱を放熱するものであり、図 3 (b) に示すように、電子部品 3 の上面 3 a に固定

され、電子部品3と、ヒートスプレッド2との間に挟持される。

## 実施例

[0069] 次に、本発明を実施例に基づき具体的に説明する。ただし、本発明は下記の実施例に何ら限定されるものではない。

### [0070] (実施例1)

実施例1では、2液性の付加反応型液状シリコーンに、平均粒径 $5\mu\text{m}$ のFe-Si-B-Crアモルファス磁性粒子と、平均繊維長 $200\mu\text{m}$ のピッチ系炭素繊維（「熱伝導性繊維」 日本グラファイトファイバー株式会社製）とを、体積比で、2液性の付加反応型液状シリコーン：アモルファス磁性粒子：ピッチ系炭素繊維＝35vol%：53vol%：12vol%となるように分散させて、シリコーン組成物（シート用組成物）を調製した。

2液性の付加反応型液状シリコーンは、シリコーンA液（主剤）、シリコーンB液（硬化剤）を19：16の比率で混合したものである。得られたシリコーン組成物を、内壁に剥離処理したPETフィルムを貼った直方体状の金型 $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ の中に押し出してシリコーン成形体を成型した。得られたシリコーン成形体をオーブンにて $100^\circ\text{C}$ で6時間硬化してシリコーン硬化物（シート用成形体）とした。

次に、得られたシリコーン硬化物を、配向された炭素繊維の長軸に対し垂直、すなわち切断角度 $\beta : 90^\circ$ （配向角度 $\alpha : 90^\circ$ ）にて超音波カッターで切断し、厚み $1\text{mm}$ の電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。超音波カッターのスライス速度は、毎秒 $50\text{mm}$ とした。また、超音波カッターに付与する超音波振動は、発振周波数を $20.5\text{kHz}$ とし、振幅を $60\mu\text{m}$ とした。

### [0071] (実施例2)

実施例2では、上記のシリコーン硬化物を切断角度 $\beta : 75^\circ$ （配向角度 $\alpha : 75^\circ$ ）で切断し、厚み $1\text{mm}$ の電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合及び他の工程は実施例1と同じ条件としている。

### [0072] (実施例3)

実施例3では、上記のシリコーン硬化物を切断角度 $\beta : 60^\circ$ （配向角度 $\alpha$

:  $60^\circ$  ) で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合及び他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0073] (実施例 4)

実施例 4 では、上記のシリコン硬化物を切断角度  $\beta$  :  $45^\circ$  (配向角度  $\alpha$  :  $45^\circ$  ) で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合及び他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0074] (実施例 5)

実施例 5 では、上記のシリコン硬化物を切断角度  $\beta$  :  $30^\circ$  (配向角度  $\alpha$  :  $30^\circ$  ) で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合及び他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0075] (実施例 6)

実施例 6 では、上記のシリコン硬化物を切断角度  $\beta$  :  $15^\circ$  (配向角度  $\alpha$  :  $15^\circ$  ) で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合及び他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0076] (実施例 6)

実施例 6 では、上記のシリコン硬化物を切断角度  $\beta$  :  $0^\circ$  (配向角度  $\alpha$  :  $0^\circ$  ) で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合及び他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0077] (比較例 1)

比較例 1 では、上記のシリコン硬化物を切断角度  $90^\circ$  (配向角度  $\alpha$  :  $90^\circ$  ) で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。この例では金属磁性粉の代わりに  $3\sim 5\mu\text{m}$  のシリカ粉末を用いており、配合は体積比で、2液性の付加反応型液状シリコン : シリカ粉末 : ピッチ系炭素繊維 = 35vol% : 53vol% : 12vol% となるように分散させて、シリコン組成物 (シート用組成物) を調製した。他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0078] (比較例 2)

比較例 2 では、上記のシリコン硬化物を切断角度  $45^\circ$  (配向角度  $\alpha$  :  $45^\circ$  ) で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。この例

では金属磁性粉の代わりに3~5 $\mu$ mのシリカ粉末を用いており、配合は体積比で、2液性の付加反応型液状シリコン：シリカ粉末：ピッチ系炭素繊維＝35vol%：53vol%：12vol%となるように分散させて、シリコン組成物（シート用組成物）を調製した。他の工程は実施例1と同じ条件としている。

[0079]（比較例3）

比較例3では、上記のシリコン硬化物を切断角度0°（配向角度 $\alpha$ ：0°）で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。この例では金属磁性粉の代わりに3~5 $\mu$ mのシリカ粉末を用いており、配合は体積比で、2液性の付加反応型液状シリコン：シリカ粉末：ピッチ系炭素繊維＝35vol%：53vol%：12vol%となるように分散させて、シリコン組成物（シート用組成物）を調製した。他の工程は実施例1と同じ条件としている。

[0080]（比較例4）

比較例4では、上記のシリコン硬化物を切断角度0°（配向角度 $\alpha$ ：0°）で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。この例では炭素繊維を含まず、シリコンと金属磁性粉のみで構成され、配合は体積比で2液性の付加反応型液状シリコン：金属磁性粉＝47vol%：53vol%となるように分散させて、シリコン組成物（シート用組成物）を調製した。他の工程は実施例1と同じ条件としている。

[0081]（比較例5）

比較例5では、金型中に押し出してシリコン成形体の成形を行わなかった。そのため、得られた電磁波吸収熱伝導シート中の炭素繊維は一方向に配向していない。他の工程は実施例1と同じ条件としている。

[0082]（比較例6）

比較例6では、金型中に押し出してシリコン成形体の成形を行わなかった。そのため、得られた電磁波吸収熱伝導シート中の炭素繊維は一方向に配向していない。また、この例では金属磁性粉の代わりに3~5 $\mu$ mのシリカ粉末を用いており、配合は体積比で、2液性の付加反応型液状シリコン：シリカ粉末：ピッチ系炭素繊維＝35vol%：53vol%：12vol%となるように分散さ



せて、シリコン組成物（シート用組成物）を調製した。他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0083] （実施例 8 ～ 1 1）

実施例 8 ～ 1 1 では、上記のシリコン硬化物を切断角度 $90^\circ$ （配向角度 $\alpha : 90^\circ$ ）で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合は体積比で、2液性の付加反応型液状シリコン：アモルファス磁性粒子：ピッチ系炭素繊維が、表 2 に示すような割合となる。他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0084] （実施例 1 2 ～ 1 5）

実施例 1 2 ～ 1 5 では、上記のシリコン硬化物を切断角度 $45^\circ$ （配向角度 $\alpha : 45^\circ$ ）で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合は体積比で、2液性の付加反応型液状シリコン：アモルファス磁性粒子：ピッチ系炭素繊維が、表 2 に示すような割合となる。他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0085] （実施例 1 6 ～ 1 9）

実施例 1 6 ～ 1 9 では、上記のシリコン硬化物を切断角度 $0^\circ$ （配向角度 $\alpha : 0^\circ$ ）で切断し、厚み1mmの電磁波吸収熱伝導シートのサンプルを得た。配合は体積比で、2液性の付加反応型液状シリコン：アモルファス磁性粒子：ピッチ系炭素繊維が、表 2 に示すような割合となる。他の工程は実施例 1 と同じ条件としている。

[0086] （評価）

得られた電磁波吸収熱伝導シートの各サンプルについて、以下の評価を行った。評価結果を表 1 に示す。

[0087] （1）熱伝導率

各サンプルを、 $\phi 20\text{mm}$ の円盤状に切り出し熱抵抗を測定した。各電磁波吸収熱伝導シートの熱抵抗は、ASTM D 5470に準拠して、熱伝導率測定装置（ソニー株式会社製）を用い、荷重 $1.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ をかけて測定。この値から熱伝導率を算出した。結果を表 1、表 2 に示した。

## [0088] (2) 伝送吸収率

IEC62333-2に記載されているマイクロストリップライン法を用いた。測定系100は、図7に示したものを、ネットワークアナライザ110により反射信号(S11)と透過信号(S21)を測定している。マイクロストリップライン112は、100×100×1.6mmの誘電体基板(裏面銅)の表面に幅4mmで形成されたもので特性インピーダンス50Ωに調整されている。各サンプル111を、φ20mmの円盤状に切り出し、マイクロストリップライン中央部に張り付け、S11、S21を測定し吸収率を算出した。

この際、電磁波吸収熱伝導シートを設置しない場合の損失を差し引き、電磁波吸収熱伝導シートの効果のみの値として算出した。1、3、6GHzでの値を抽出し、表1及び表2に示した。

また、実施例1、比較例4及び比較例1について、周波数に応じた伝送吸収率(%)を示したものを図4に示し、実施例4、比較例4及び比較例2について、周波数に応じた伝送吸収率(%)を示したものを図5に示し、実施例7、比較例4及び比較例3について、周波数に応じた伝送吸収率(%)を示したものを図6に示した。

## [0089] [表1]

|      | 炭素繊維<br>割合<br>(vol%) | 磁性体<br>割合<br>(vol%) | 熱伝導ファイバー<br>割合<br>(vol%) | 炭素繊維<br>配向角 $\alpha$<br>(deg) | 熱伝導率<br>(W/m·K) | 評価<br>伝送吸収率(%) |      |      |
|------|----------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|------|------|
|      |                      |                     |                          |                               |                 | 1GHz           | 3GHz | 6GHz |
| 実施例1 | 12                   | 53                  | 0                        | 90                            | 8.6             | 3.9            | 35.8 | 76.1 |
| 実施例2 | 12                   | 53                  | 0                        | 75                            | 6.3             | 3.6            | 39.3 | 76.5 |
| 実施例3 | 12                   | 53                  | 0                        | 60                            | 5.3             | 3.8            | 39.7 | 77.6 |
| 実施例4 | 12                   | 53                  | 0                        | 45                            | 3.8             | 4.2            | 51.1 | 75.8 |
| 実施例5 | 12                   | 53                  | 0                        | 30                            | 2.7             | 4.8            | 68.4 | 70.5 |
| 実施例6 | 12                   | 53                  | 0                        | 15                            | 2.1             | 5.3            | 68.0 | 72.4 |
| 実施例7 | 12                   | 53                  | 0                        | 0                             | 1.5             | 11.3           | 69.6 | 65.8 |
| 比較例1 | 12                   | 0                   | 53                       | 90                            | 6.7             | 0.5            | 1.4  | 6.9  |
| 比較例2 | 12                   | 0                   | 53                       | 45                            | 3.5             | 1.0            | 2.0  | 9.8  |
| 比較例3 | 12                   | 0                   | 53                       | 0                             | 1.7             | 1.3            | 3.8  | 53.2 |
| 比較例4 | 0                    | 53                  | 0                        | —                             | 0.9             | 2.6            | 24.0 | 64.5 |
| 比較例5 | 12                   | 53                  | 0                        | 配向なし                          | 2.0-3.1         | 7.1            | 77.0 | 72.2 |
| 比較例6 | 12                   | 0                   | 53                       | 配向なし                          | 2.2-2.6         | 1.0            | 2.1  | 34.7 |

[0090] [表2]

|       | 炭素繊維<br>割合<br>(vol%) | 磁性体<br>割合<br>(vol%) | 熱伝導フィラー<br>割合<br>(vol%) | 炭素繊維<br>配向角 $\alpha$<br>(deg) | 評価              |          |      |      |
|-------|----------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|----------|------|------|
|       |                      |                     |                         |                               | 熱伝導率<br>(W/m·K) | 伝送吸収率(%) |      |      |
|       |                      |                     |                         |                               |                 | 1GHz     | 3GHz | 6GHz |
| 実施例8  | 6                    | 62                  | 0                       | 90                            | 5.47            | 3.6      | 31.9 | 70.5 |
| 実施例9  | 8                    | 59                  | 0                       | 90                            | 6.2             | 4        | 33.1 | 76.1 |
| 実施例1  | 12                   | 53                  | 0                       | 90                            | 8.57            | 3.9      | 35.8 | 76.1 |
| 実施例10 | 16                   | 47                  | 0                       | 90                            | 10.2            | 3.8      | 34.4 | 77.2 |
| 実施例11 | 18                   | 44                  | 0                       | 90                            | 11.8            | 3.9      | 35.8 | 78.1 |
| 実施例12 | 6                    | 62                  | 0                       | 45                            | 3.11            | 4.6      | 42.3 | 78.5 |
| 実施例13 | 8                    | 59                  | 0                       | 45                            | 3.33            | 5.1      | 50.6 | 73.5 |
| 実施例4  | 12                   | 53                  | 0                       | 45                            | 3.76            | 4.2      | 51.1 | 75.8 |
| 実施例14 | 16                   | 47                  | 0                       | 45                            | 4.51            | 4.4      | 50.3 | 76.2 |
| 実施例15 | 18                   | 44                  | 0                       | 45                            | 4.72            | 5.2      | 49.6 | 75.3 |
| 実施例16 | 6                    | 59                  | 0                       | 0                             | 1.53            | 5        | 82   | 72.8 |
| 実施例17 | 8                    | 57                  | 0                       | 0                             | 1.5             | 5.5      | 66.3 | 70.3 |
| 実施例7  | 12                   | 53                  | 0                       | 0                             | 1.46            | 11.3     | 69.6 | 65.8 |
| 実施例18 | 16                   | 47                  | 0                       | 0                             | 1.62            | 7.2      | 72.5 | 75.7 |
| 実施例19 | 18                   | 44                  | 0                       | 0                             | 1.7             | 5.4      | 79.8 | 74.3 |

[0091] 表1の結果から、実施例1、2では、熱伝導率が $6\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上と高く、伝送吸収率も、特に3GHz帯で35%以上、6GHz帯では76%以上となり、特に高周波領域で優れた特性を示している。実施例3、4では、熱伝導率が $3.8\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上と比較的高く、伝送吸収率も、3GHz帯で約40%以上、6GHz帯では75%以上となり、少し低い周波数領域の特性が向上している。実施例5～7では、熱伝導率が $2.7\sim 1.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ と少し低くなるものの、伝送吸収率が、1GHz帯でも5割以上、3GHz帯より高周波領域では、70%弱以上と特に優れた特性を示すことがわかった。

このように、実施例1～7では、優れた熱伝導率及び伝送吸収率が得られ、更に炭素繊維の配向角により、熱伝導率と伝送吸収率の適切なバランス設定が可能となることがわかった。

一方、比較例を見ると、磁性体を含まず炭素繊維とシリカだけで構成した、比較例1及び2では、伝送吸収率が著しく小さく、比較例3では、熱伝導率及び伝送吸収率が共に小さくなっていることがわかった。磁性体のみで構

成した比較例4では、熱伝導率が著しく小さくなっていることがわかった。

また、炭素繊維の配向処理をしていない比較例5、6では、炭素繊維又は熱伝導フィラーの配向がないこと以外は同様の条件である実施例1及び比較例1と比べると、熱伝導性に劣ることがわかった。

[0092] また、表2では、炭素繊維配向角 $90^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $0^\circ$ における炭素繊維と磁性体の含有割合を変えた場合の、熱伝導率及び伝送吸収率の特性値を示しているが、炭素繊維の配向角と共に、炭素繊維と磁性体の含有割合を調整することにより、多様な熱伝導率及び伝送吸収率の特性値設定ができることがわかった。

[0093] また、図4～6では、伝送吸収率の周波数特性を比較したが、炭素繊維のどの配向角 $\alpha$ においても、炭素繊維で構成された比較例及び磁性体で構成された比較例に比べて、炭素繊維及び磁性体の両方を混在させた実施例では、相乗効果によってより優れた伝送吸収率を示すことがわかった。

### 産業上の利用可能性

[0094] 本発明によれば、優れた熱伝導性及び電磁波吸収性を有する、電磁波吸収熱伝導シート及びその製造方法を提供することが可能となる。また、かかる電磁波吸収熱伝導シートを用い、放熱性及び電磁波抑制に優れた半導体装置を提供することが可能となる。

### 符号の説明

- [0095]
- 1 電磁波吸収熱伝導シート
  - 2 ヒートスプレッダ
    - 2 a 主面
    - 2 b 側壁
    - 2 c 他の面
  - 3 電子部品
    - 3 a 上面
  - 5 ヒートシンク
  - 6 配線基板

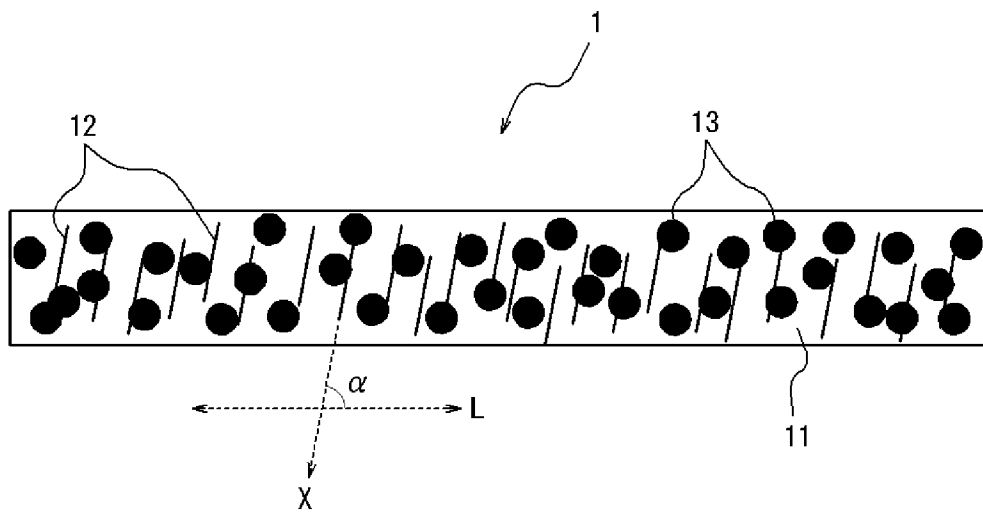
- 1 0 電磁波吸収熱伝導シート
- 1 1 高分子マトリックス成分
- 1 2 炭素繊維
- 1 3 磁性金属粉
- 1 0 0 測定系
- 1 1 0 ネットワークアナライザ
- 1 1 1 電磁波吸収熱伝導シートのサンプル
- 1 1 2 マイクロストリップライン

## 請求の範囲

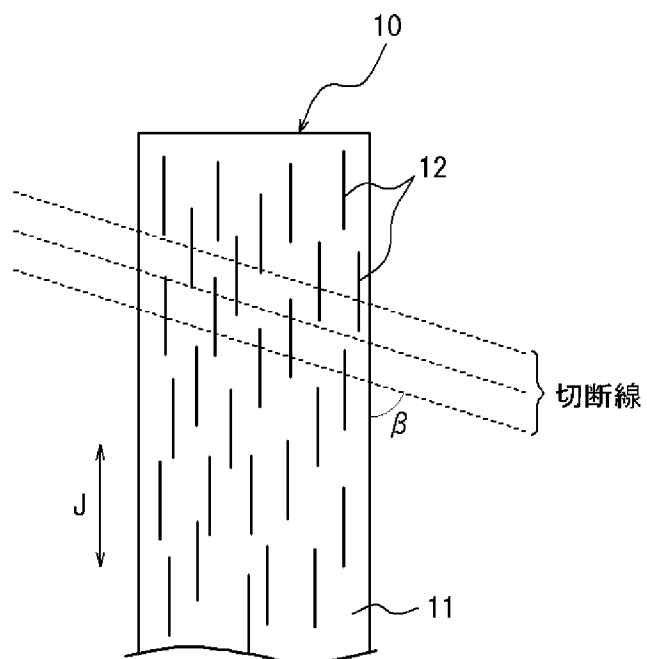
- [請求項1] 高分子マトリックス成分と、磁性金属粉と、一方向に配向している繊維状の熱伝導性充填剤とを含むことを特徴とする、電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項2] 前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向方向が、シート面の延在方向に対して $60^\circ$  超え $\sim 90^\circ$  の範囲であることを特徴とする、請求項1に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項3] 前記電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が $5\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上、3GHzでの伝送吸収率が30%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上であることを特徴とする、請求項2に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項4] 前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向方向が、シート面の延在方向に対して $30^\circ$  超え $\sim 60^\circ$  の範囲であることを特徴とする、請求項1に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項5] 前記電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が $2.7\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上、3GHzでの伝送吸収率が39%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上であることを特徴とする、請求項4に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項6] 前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向方向が、シート面の延在方向に対して $0^\circ \sim 30^\circ$  の範囲であることを特徴とする、請求項1に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項7] 前記電磁波吸収熱伝導シートの、厚さ方向の熱伝導率が $1.5\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上、3GHzでの伝送吸収率が68%以上、6GHzでの伝送吸収率が70%以上であることを特徴とする、請求項6に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項8] 前記繊維状の熱伝導性充填剤の含有量が4 $\sim$ 40体積%、前記磁性金属粉の含有量が35 $\sim$ 75体積%であることを特徴とする、請求項1 $\sim$ 7のいずれか1項に記載の電磁波吸収熱伝導シート。

- [請求項9] 前記繊維状の熱伝導性充填剤の含有量が5～30体積%、前記磁性金属粉の含有量が40～65体積%であることを特徴とする、請求項8に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項10] 前記繊維状の熱伝導性充填剤が、炭素繊維であることを特徴とする、請求項1～9のいずれか1項に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項11] 前記電磁波吸収熱伝導シートが、無機物フィラーをさらに含むことを特徴とする、請求項1～10のいずれか1項に記載の電磁波吸収熱伝導シート。
- [請求項12] 高分子マトリックス成分と、繊維状の熱伝導性充填剤と、磁性金属粉とを含むシート用組成物を調製する工程と、  
前記繊維状の熱伝導性充填剤を配向させる工程と、  
前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向を維持した状態で、前記高分子マトリックス成分を硬化させて、シート用成形体を作製する工程と、  
前記配向した繊維状の熱伝導性充填剤の長軸方向に対して、 $0^{\circ}$ ～ $90^{\circ}$ の角度となるように、前記シート用成形体を切断し、電磁波吸収熱伝導シートを作製する工程と、  
を含むことを特徴とする、電磁波吸収熱伝導シートの製造方法。
- [請求項13] 前記繊維状の熱伝導性充填剤を配向させる工程が、中空状の型内に、前記シート用組成物を、高剪断力下で押し出すこと又は圧入することによって行われ、  
前記シート用成形体を作製する工程が、前記高分子マトリックス成分を熱硬化させることによって行われることを特徴とする、請求項12に記載の電磁波吸収熱伝導シートの製造方法。
- [請求項14] 熱源と、放熱部材と、該熱源と該放熱部材との間に挟持された電磁波吸収熱伝導シートを備える半導体装置であって、  
前記電磁波吸収熱伝導シートが、請求項1～11のいずれか1項に記載の電磁波吸収熱伝導シートであることを特徴とする、半導体装置。

[図1]



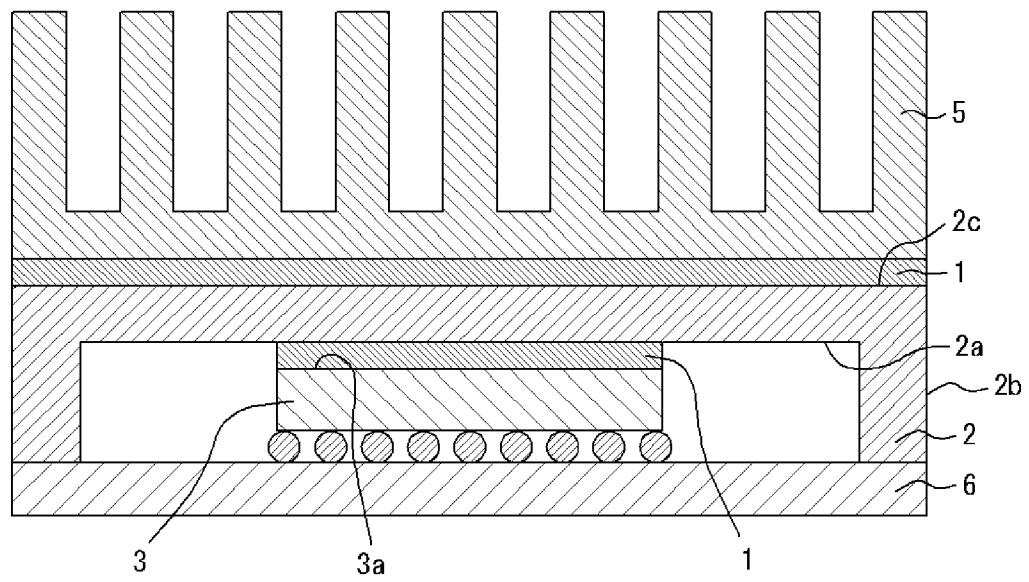
[図2]



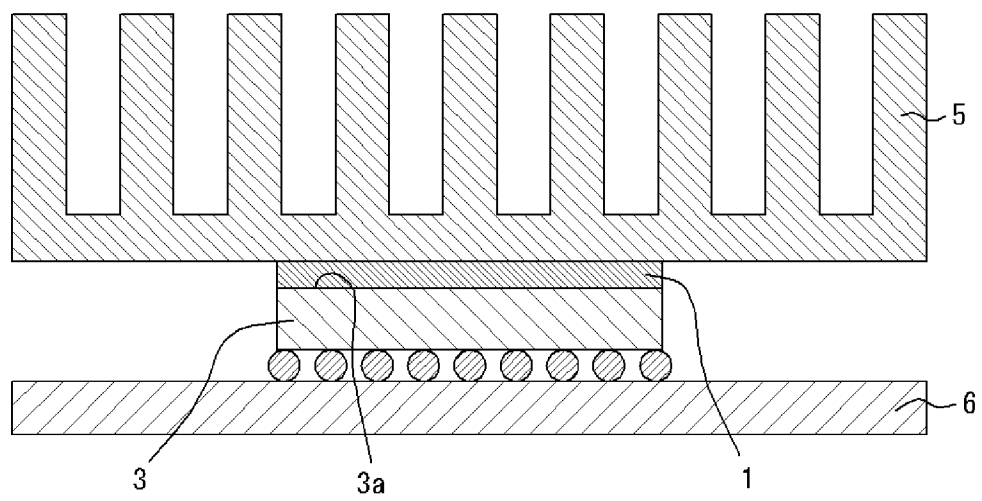


[図3]

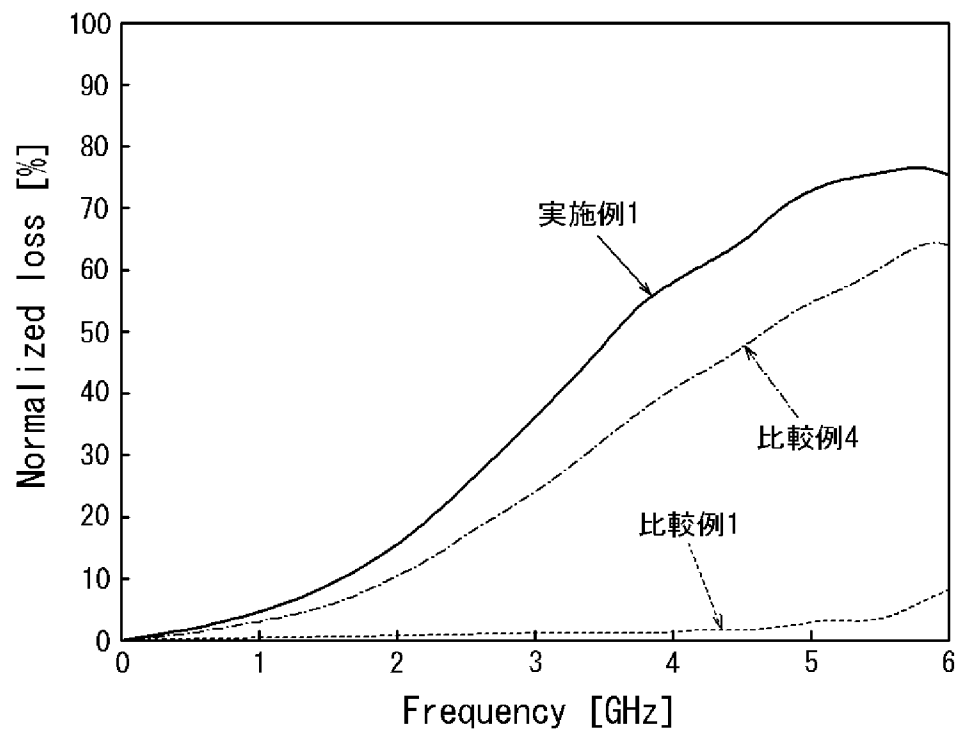
(a)



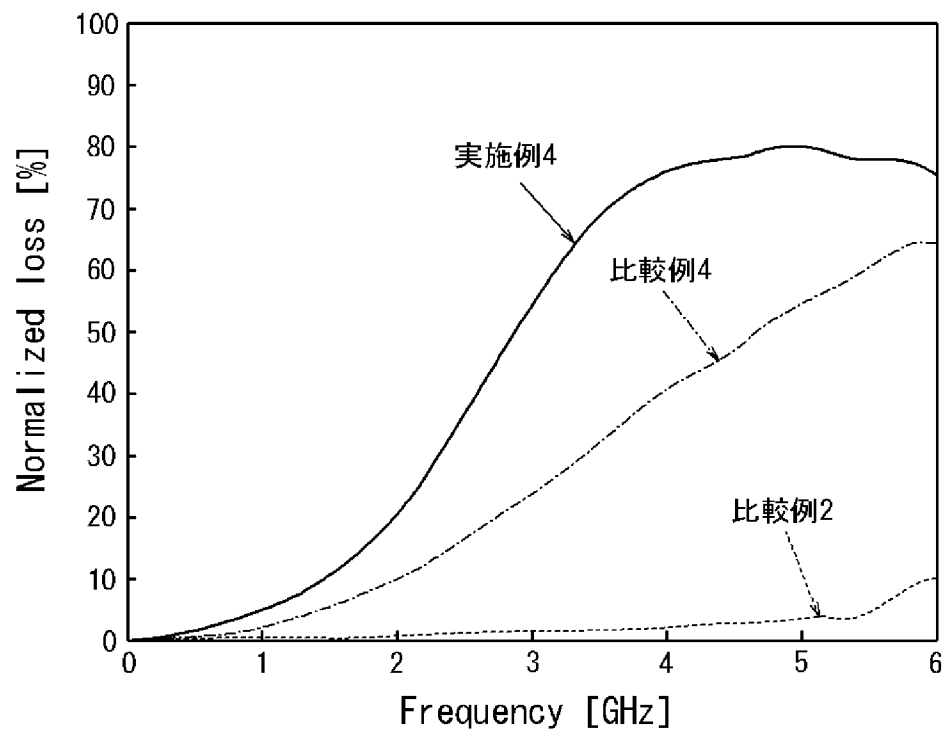
(b)



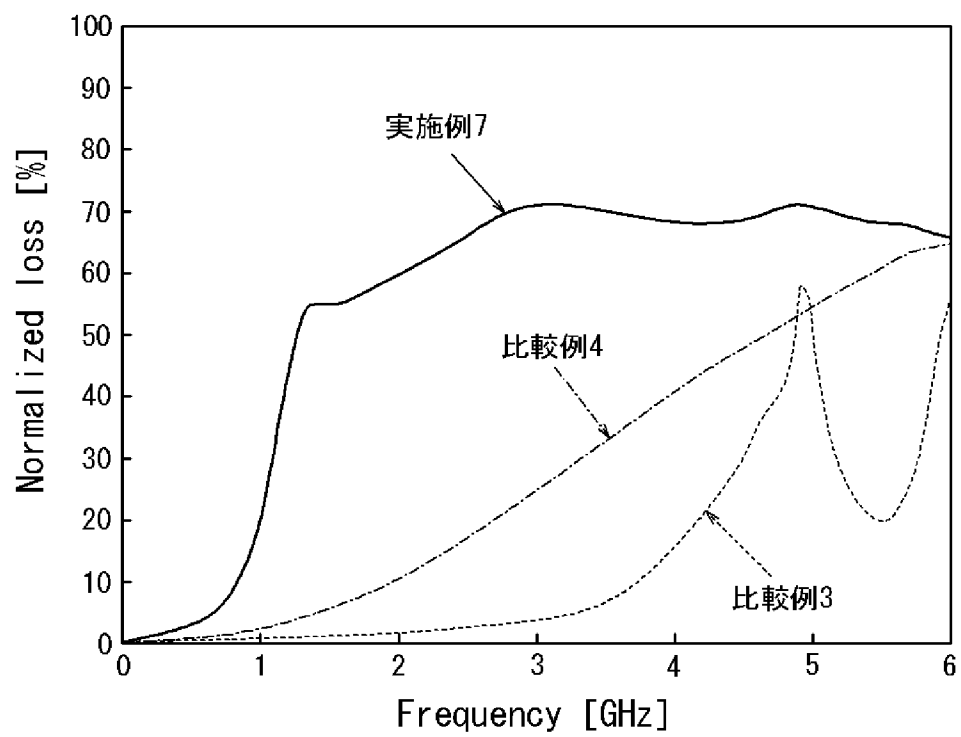
[図4]



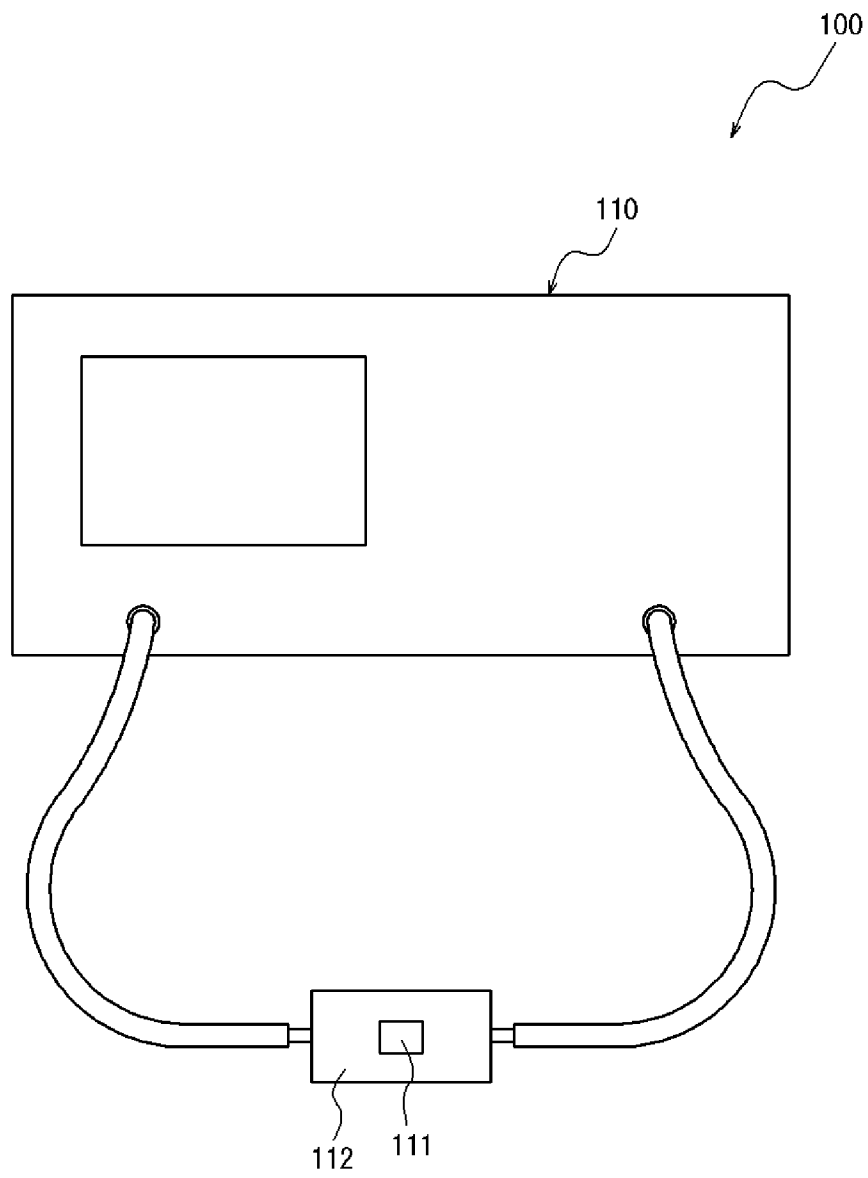
[図5]



[図6]



[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012155

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K7/20(2006.01)i, H01L23/36(2006.01)i, H05K9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05K7/20, H01L23/36, H05K9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Relevant to claim No.       |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Y<br>A    | JP 2011-134755 A (TDK Corp.),<br>07 July 2011 (07.07.2011),<br>paragraphs [0030] to [0050]; fig. 1 to 4<br>(Family: none)                                                                                                                                                                                                                                          | 1, 2, 4, 6, 8-14<br>3, 5, 7 |
| Y<br>A    | JP 2012-23335 A (Sony Chemical & Information<br>Device Corp.),<br>02 February 2012 (02.02.2012),<br>paragraphs [0013] to [0039], [0079]; fig. 1, 2,<br>9 to 12<br>& EP 2583993 A1<br>paragraphs [0026] to [0083], [0155], [0156];<br>fig. 1, 2, 9 to 12<br>& WO 2011/158942 A1 & TW 201209972 A<br>& CN 102971365 A & US 2013/0136895 A1<br>& KR 10-2013-0117752 A | 1, 2, 4, 6, 8-14<br>3, 5, 7 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
06 June 2017 (06.06.17)

Date of mailing of the international search report  
13 June 2017 (13.06.17)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05K7/20(2006.01)i, H01L23/36(2006.01)i, H05K9/00(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05K7/20, H01L23/36, H05K9/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                                                                                                                       | 関連する<br>請求項の番号              |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Y<br>A          | JP 2011-134755 A（TDK株式会社）2011.07.07,<br>段落[0030]-[0050], 図1-4（ファミリーなし）                                                                                                                                                                                                  | 1, 2, 4, 6, 8-14<br>3, 5, 7 |
| Y<br>A          | JP 2012-23335 A（ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株<br>式会社）2012.02.02, 段落[0013]-[0039], [0079], 図1, 2, 9-12<br>& EP 2583993 A1, 段落[0026]-[0083], [0155], [0156], 図1, 2, 9-12<br>& WO 2011/158942 A1 & TW 201209972 A & CN 102971365 A<br>& US 2013/0136895 A1 & KR 10-2013-0117752 A | 1, 2, 4, 6, 8-14<br>3, 5, 7 |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

|                                                               |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                                | 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの     |
| 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                        | 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                     |
| 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                     | 「&」 同一パテントファミリー文献                                                   |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                  |                                                                     |

国際調査を完了した日

06.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

久松 和之

5 D

2956

電話番号 03-3581-1101 内線 3551