

明 細 書

高熱伝導性複合磁性体

技術分野

本発明は、軟磁性体粉末を有機結合剤中に混合してなる複合磁性体に関し、特に、熱伝導性に優れた複合磁性体に関する。

背景技術

電磁干渉抑制体は、不要電磁波の干渉によって生じる電磁波障害を抑制するために使用される。

従来、電子機器への外部の不要電磁波の侵入を遮断するために、電子機器を導体でシールドすることが行われている。しかしながら、この導体による電磁波の遮断は、電磁波を反射させることにあるので、電子機器内部のある部品からの輻射波を反射して同じ電子機器内の他の部品に二次ノイズとして悪影響を与えることがある。特に、近年の機器の小形化、使用周波数の高周波化にともない、外部電磁波による障害及び内部電磁波による二次ノイズの問題が深刻である。

特開平 7-212079 は、ある種の軟磁性体の複素透磁率による高周波の吸収を利用して不要電磁波の障害を抑制できる複合磁性体を開示している。この複合磁性体は、軟磁性体粉末を有機結合剤中に混合してなる複合磁性シートからなるものである。

この複合磁性体のシートをそのまま用いることもできるが、導電性シートと積層した構造をとることによって、到来した電磁波を複合磁性シートで吸収し、複合磁性シートを通過した電磁波を導電性シートにより複合磁性シート中に反射させることによって不要電磁波の干渉を抑制する。

このような電磁干渉抑制体は、例えば、電子機器の表面、あるいは、電子機器の中の外部電磁波の影響を受け易い電子部品の周囲に配置される。あるいは、各々が電子部品を実装しかつ互いに離隔して対向して配置された 2 枚のプリント配線基板の間に配置して使用される。

ところで、複合磁性体の形成に用いる有機結合剤は、熱によって影響されやすく、変形、劣化等が発生することから発熱が大きな電子部品に密着させて用いることができないという問題がある。

また、有機結合剤は熱伝導性の劣ることから、発熱量の大きな電子部品からの放熱を妨げるという問題がある。

それ故に本発明の目的は、熱による影響を受けにくく、熱伝導の高い複合磁性体、及び複合磁性体を用いた電磁干渉抑制体を提供することにある。

本発明の他の目的は、熱伝導の高い複合磁性体を用いた放熱シート及びヒートシンクを提供することである。

発明の開示

本発明は、請求項1に記載のように、軟磁性体粉末を有機結合剤中に分散させてなる複合磁性体において、該有機結合剤中に、さらに、熱伝導性粉末が分散されていることを特徴とする高熱伝導性を有する複合磁性体を提供する。

好ましい熱伝導性粉末としては、請求項2に記載した、アルミナ (Al_2O_3) 粉末、窒化アルミニウム (AlN) 粉末、立方晶窒化ボロン (BN) 粉末、絶縁性炭化ケイ素 (SiC) 粉末、および熱伝導性強化材 (カプトン) 粉末のグループから選択された少なくとも一種の粉末が挙げられる。

有機結合剤としては、請求項3に記載のように、ガラス転移温度 $120^\circ C$ 以上の熱可塑性樹脂が好ましく、典型的には、請求項4に記載のように、熱可塑性ポリイミド及び液晶ポリマーが挙げられる。

このような高熱伝導性の複合磁性体は、請求項5に記載のように、導電性支持体と積層して、電磁干渉抑制体として用いることができる。

また、このような高熱伝導性の複合磁性体は、請求項6に記載のように電子機器の放熱シートに兼用したり、請求項7に記載のように電磁干渉抑制を兼ねたヒートシンクを構成することができる。

また、本発明によれば、請求項8および9に記載のように耐熱性の複合磁性体を提供することができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の複合磁性体の実施例を示す概略断面図である。

第2図は、第1図の複合磁性体を用いた電磁干渉抑制体を示す概略断面図である。

第3図は、第1図に示した複合磁性体を放熱シートとして用い、ヒートシンクとともにICパッケージに取り付けた電子装置の側面図である。

第4図は、第1図に示した複合磁性体からなる放熱シートを、ヒートシンクとともに取り付けられたICパッケージを示し、(a)図はその側面図であり、(b)図は放熱シートの平面図である。

第5図は、第1図に示した複合磁性体からなる放熱シートを、ヒートパイプを利用した放熱器とともに取り付けられたICパッケージを示す側面図である。

第6図は、第1図に示した複合磁性体の放熱シートを、ヒートシンクとともに取り付けられたスイッチング装置を示す斜視図である。

第7図は、第1図に示した複合磁性体からなるヒートシンクを取り付けられたスイッチング装置を示す斜視図である。

第8図(a)、(b)及び(c)は、ICパッケージ用のヒートシンクとして、第1図に示した複合磁性体を用いたヒートシンクの異なる構成を示す斜視図である。

第9図は、第8図(c)のヒートシンクを取り付けられたICパッケージの側面図である。

第10図(a)及び(b)は、それぞれ、他の型のヒートシンクを取り付けたICパッケージの側面図、及びヒートシンクの平面図である。

第11図は、本発明の複合磁性体の電気特性、電磁干渉抑制特性、放熱特性を評価するために用いた試料を示す断面図で、(a)、(b)及び(c)は、それぞれ、複合磁性体のみからなる試料、この複合磁性体と導電体との積層体試料、及びこの複合磁性体を用いない比較試料を示す。

第12図は、第11図の各試料の透過レベルを測定するための評価系を示す概略図である。

第13図は、第11図の各試料の電磁結合レベルを測定するための評価系の概

略図である。

発明を実施するための最良の形態

第1図を参照して、本発明による複合磁性体1は、有機結合剤2中に電磁波を吸収するための扁平状（もしくは針状）の軟磁性粉末3を分散するとともに、熱伝導性粉末4が分散されている。

有機結合剤2には、ポリエチレン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、ポリウレタン樹脂、セルロース系樹脂、ニトリル-ブタジエン系ゴム等の熱可塑性樹脂あるいはそれらの共重合体、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アミド系樹脂、イミド系樹脂等が使用できる。

複合磁性体1に高い耐熱性を得るには、有機結合剤2としては、ガラス転移温度120℃以上の熱可塑性樹脂を用いることが良い。例えば、熱可塑性ポリイミド、液晶ポリマーのうち少なくとも1種類を選択して採用することが好ましい。

軟磁性粉末3には、Fe-Al-Si系合金（商標：センダスト）、Fe-Ni系合金（パーマロイ）が使用できる。粉末のアスペクト比は十分に大きい（おおよそ10：1以上）ことが望ましい。

また、熱伝導性粉末4には、アルミナ（ Al_2O_3 ）、窒化アルミ（AlN）、立方晶窒化硼（BN）、酸化ベリウム（BeO）、絶縁性炭化ケイ素（SiC）、あるいは熱伝導性強化材（カプトン）等が使用できる。

尚、ガラス転移温度120℃以上の熱可塑性樹脂を用い、熱伝導性粉末を使用しない場合は、熱伝導性は低い、耐熱性にすぐれた複合磁性体が得られるので、発熱の多い部品に対して、不要電磁波の除去の吸収のために、直接設けたり、あるいは近傍に配置したりすることができる。もちろん導電体と積層することによって、電磁波の反射も行くとともに、熱伝導性が向上することになる。

第2図を参照して、第1図の複合磁性体1を用いた電磁干渉抑制体10が示されており、この電磁干渉抑制体10は、導電性支持体5の両面に複合磁性体1が積層された積層構造を有する。導電性支持体5としては、図では、導電性繊維の織物により構成したものを示したが、導電体薄板、網目状導電体板、

もしくは、軟磁性金属板、網目状軟磁性金属板、もしくは軟磁性金属繊維の織物により構成することができる。尚、複合磁性体1の層は、導電性支持体5の一面のみに設ける構造でも良い。

電磁干渉抑制体10の構造自体、及びその電磁干渉抑制作用については、特開平7-212079号公報に詳細に開示されているため本発明では説明を省略する。

第3図を参照して、配線基板11上に能動素子の電子部品としてICパッケージ12が搭載されている。このICパッケージ12の発生熱の放熱を高めるために、複合磁性体1を介してヒートシンク13を設けている。この構成では、ICパッケージ12からの熱は、熱伝導性に優れた複合磁性体1によってヒートシンク13へ伝導され放熱される。この結果、ICパッケージ12の熱放散が効果的に行われる。すなわち、複合磁性体1は、放熱シートとして用いられている。もちろん、ICパッケージ12の外部からの電磁波及び内部からの電磁波が、複合磁性体1によって吸収されるので、外部電磁波による影響を受けたり、外部に電磁ノイズを放射することが防止される。

放熱シートとして、複合磁性体1の代わりに第2図の電磁干渉抑制体10を用いることもできる。これを表すために、第3図では、複合磁性体を表す参照符号1に電磁干渉抑制体を表す参照符号10を括弧書きで併記してある。

第4図は、第3図の変形例である。第1図の複合磁性体1よりなる放熱シート20には、同図(b)に21で示されるように、貫通穴21が形成されている。その貫通穴21には、同図(a)において15で示されるヒートシンクから下方に延びる複数のピン151が貫通している。尚、放熱シートとしては、第2図の電磁干渉抑制体10を用いることができる。

第5図を参照して、ICパッケージ12上に第1図の複合磁性体1からなる放熱シートまたはブロック22に、穴を設け、この穴に放熱器16のヒートパイプ17を貫装した構造である。この構成では、ICパッケージからの熱は、放熱シート22からヒートパイプ17を通して放熱器16に伝達され、放熱される。

第6図を参照して、スイッチング素子18に対して、第1図の複合磁性体1からなる放熱シート23を介して、フィン付きヒートシンク19を取り付けた装置

を示している。

ヒートシンク自体を、複合磁性体1で構成することができる。この例が、第7図に示されている。同図において、複合磁性体1で構成したヒートシンク30がスイッチング素子18に直接取り付けられている。

第8図は、複合磁性体1で構成するヒートシンクの種々の形状を示している。

(a) 図は、単純な板形状を有するヒートシンク31、(b) 図は、板の両端にフランジを設けたU字形状を有するヒートシンク32、(c) 図は、皿形状を有するヒートシンク33を示している。これらのヒートシンクは、複合磁性体1のみで構成されるだけでなく、第2図の電磁干渉抑制体を用いて、構成されても良い。

第9図は、第8図(c)のヒートシンク33をICパッケージ12に接着剤40によって取り付けた状態を示す側面図である。この構成でも、ICパッケージ12の発熱は効果的に放熱されるとともに、不要電磁波の放射及び侵入を阻止することができる。

第10図は、第1図の複合磁性体1あるいは第2図の電磁干渉抑制体10を用いたヒートシンクの更に他の構造を示す図である。このヒートシンク34は、同図(b)に示すように、断面U字状であり、表面から裏面に多数の貫通穴35を有した構造である。この構造では、ICパッケージ12からの発熱の放熱が、貫通穴35によって促進される。

以下、本発明による複合磁性体、及びこの複合磁性体と導体との積層構造体の例に付いて、その特性を挙げる。

まず、表1の配合比の軟磁性体粉末、有機結合剤及び熱伝導性粉末からなる複合磁性体からなる第11図(a)に示す板状試料Iを作製した。大きさは、3.8×10.2(cm)とした。

即ち、まず、カップリング処理を施した軟磁性体粉末、有機結合剤及び熱伝導性粉末をニーダーで混練し、平行に配置したロールで圧延し、厚さ0.5mmのシート状の複合磁性体を作製した。次に、得られたシートを2枚張り合わせ、第11図(a)に示すような構造の厚さ1mmの試料Iを得た。

表 1

	物質名	配合比 (重量部)
軟磁性体粉末	Fe-Al-Si 合金 平均粒径: $35\ \mu\text{m}$ アスペクト比: >5	80
カップリング処理剤	チタネート系	0.8
有機結合剤	塩素化ポリエチレン	15
熱伝導性粉末	Al_2O_3	5

なお、得られた試料 I を振動試料型磁力計及び走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、磁化容易軸及び磁性粒子の配向方向は、いずれもこの層の面内方向であった。

又、ここで用いた軟磁性体粉末は、 O_2 分圧 20% の $\text{N}_2 - \text{O}_2$ 混合ガス雰囲気中で気相酸化し、Ar 雰囲気中、 650°C で 2 時間アニール処理したもので、表面に酸化皮膜が形成されている。

上で得られた複合磁性体のシート 1 と銅の薄板 50 とを積層した第 11 図 (b) に示す構造の試料 II を作製した。すなわち、厚さ 0.18 mm の極薄の銅板 50 の両側を、複合磁性体 1 のシートで挟んで積層して、ロールで圧延し、全体の厚さを 1 mm とした。

又、比較例として、第 11 図 (c) の構造の試料 III を作製した。すなわち、厚さ 0.18 mm の極薄の銅板 50 の両側に、ポリフッ化ビニルからなる絶縁体 51 のシートを積層し、全体の厚さを 0.3 mm とした。

次に、試料 I から III について、表面抵抗率、透過減衰量、結合減衰量及び放熱量を評価した。

透過減衰量、結合減衰量の測定には、第 12 図及び第 13 図に示すように、電磁波源用発振器 61 と、電磁界強度測定器 62 とのそれぞれに電磁波送信用微小ループアンテナ 63、電磁界受信用微小ループアンテナ 64 を接続した装置を用いた。透過減衰量は、第 12 図に示すように、電磁波送信用微小ループアンテナ 63 と電磁界受信用微小ループアンテナ 64 との間に試料 65 を配置して測定し

た。

一方、結合減衰量は、第13図に示すように、試料65の同一面に、電磁波送信用微小ループアンテナ63及び電磁界受信用微小ループアンテナ64を対向させて測定した。

電磁界強度測定器62には、図示しないスペクトラムアナライザ接続されている。周波数100～1000MHzにおいて、試料65が存在しない状態での電磁界強度を基準として測定した。

放熱量は、シリコン系熱伝導性接着テープ（太陽金網社製サームアタッテ）を用い、試料IからIIIを半導体素子上に接着し、試料が存在しない状態を基準として、試料温度との温度差（ ΔT ）で表した。この温度差の数値が大きい程、放熱効果が高いことを示す。測定条件は、空気の流れ（エアフロー）はない状態で、周囲温度は21～24℃であった。

測定結果を表2に示す。

表 2

	厚さ (mm)	表面抵抗率 (Ω)	透過減衰量 (dB)	結合減衰量 (dB)	温度 ΔT ($^{\circ}\text{C}$)
試料 I	1	1×10^8	6～12	8～10	20
II	1	1×10^8	40～55	2～3	45
III	0.3	1×10^{14}	40～55	-8～-10	24

表2より、本発明の複合磁性体、及びそれと導電体との積層構造のもの（試料I及びII）は、比較試料（試料III）と比べ、同等以上の特性が得られていることがわかる。又、試料IとIIを比べると、試料Iは結合減衰量の点で優れ、試料IIは、放熱量の点で優れていることがわかる。

産業上の利用可能性

本発明によれば、耐熱性及び熱伝導性が良く、電磁波吸収能を有する複合磁性体が得られるので、電子部品や装置の放熱シート及び／またはヒートシンクとし

て使用して、不要電磁波の放射及び侵入を阻止しながら放熱を促進することができる。

請 求 の 範 囲

1. 軟磁性体粉末を有機結合剤中に分散させてなる複合磁性体において、該有機結合剤中に、さらに、熱伝導性粉末が分散されていることを特徴とする高熱伝導性を有する複合磁性体。
2. 請求項1の複合磁性体において、前記熱伝導性粉末が、アルミナ (Al_2O_3) 粉末、窒化アルミニウム (AlN) 粉末、立方晶窒化ボロン (BN) 粉末、絶縁性炭化ケイ素 (SiC) 粉末、および熱伝導性強化材 (カプトン) 粉末のグループから選択された少なくとも一種の粉末であることを特徴とする複合磁性体。
3. 請求項1あるいは2の複合磁性体において、前記有機結合剤は、ガラス転移温度 $120^\circ C$ 以上の熱可塑性樹脂であることを特徴とすることを特徴とする複合磁性体。
4. 請求項3記載の複合磁性体において、前記有機結合剤は、熱可塑性ポリイミド及び液晶ポリマーの内の少なくとも一種であることを特徴とする複合磁性体。
5. 請求項1から4のいずれかに記載の複合磁性体のシートを導電性支持体の両面に積層してなることを特徴とする電磁干渉抑制体。
6. 請求項1から4のいずれかに記載の複合磁性体にて構成したことを特徴とする放熱用シート。
7. 請求項1から4のいずれかに記載の複合磁性体にて構成したことを特徴とするヒートシンク。
8. 軟磁性体粉末を有機結合剤中に分散させてなる複合磁性体において、該有



機結合剤は、ガラス転移温度120℃以上の熱可塑性樹脂であることを特徴とする耐熱性の複合磁性体。

9. 請求項8の複合磁性体において、前記有機結合剤は、熱可塑性ポリイミド及び液晶ポリマーの内の少なくとも一種であることを特徴とする複合磁性体。

