

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880011204.8

[51] Int. Cl.  
H05K 9/00 (2006.01)  
H01F 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2010年3月24日

[11] 公开号 CN 101683020A

[22] 申请日 2008.4.10

[21] 申请号 200880011204.8

[30] 优先权

[32] 2007.4.11 [33] JP [31] 104349/2007

[86] 国际申请 PCT/JP2008/000939 2008.4.10

[87] 国际公布 WO2008/126416 日 2008.10.23

[85] 进入国家阶段日期 2009.10.9

[71] 申请人 户田工业株式会社

地址 日本广岛

[72] 发明人 山本一美 木村哲也

[74] 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

代理人 龙 淳

权利要求书 1 页 说明书 13 页

[54] 发明名称

电磁波干扰抑制片、高频信号用扁平线缆、  
柔性印刷电路板和电磁波干扰抑制片的制造  
方法

[57] 摘要

通过组合导电性碳和累积 50% 体积粒径为 1 ~ 10  $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末进行使用, 可以得到对附近电磁场的电磁波吸收优良, 抑制反射并且适用于高密度安装的电磁波干扰抑制片。本发明电磁波干扰抑制片通过本发明的制造方法得到, 即, 涂敷使导电性碳和累积 50% 体积粒径为 1 ~ 10  $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末分散而得到的涂料, 使得干燥厚度为 10 ~ 100  $\mu\text{m}$ , 然后进行热加压成形。

1. 一种电磁波干扰抑制片，其特征在于：

包含导电性碳 3~10vol%和累积 50%体积粒径为 1~10 $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末 40~65vol%。

2. 根据权利要求 1 所述的电磁波干扰抑制片，其特征在于：

在厚度为 100 $\mu\text{m}$  以下的所述电磁波干扰抑制片中进行微带线测定，电磁波吸收量在 500MHz 为 10%以上，在 3GHz 为 40%以上，并且从 100MHz 到 3GHz 的范围的电磁波反射量为 -5dB 以下。

3. 一种由权利要求 1 或 2 所述的电磁波干扰抑制片构成的高频信号用扁平线缆。

4. 一种由权利要求 1 或 2 所述的电磁波干扰抑制片构成的柔性印刷电路板。

5. 一种电磁波干扰抑制片的制造方法，其由如下步骤构成：

调制涂料的工序，使规定量的导电性碳和规定量的累积 50%体积粒径为 1~10 $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末分散，以使干燥后成为导电性碳为 3~10vol%和累积 50%体积粒径为 1~10 $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末为 40~65vol%的混合比；

以规定厚度将所得到的涂料涂敷在基材上得到涂敷膜的工序；

干燥所得到的涂敷膜的工序；和

对干燥的涂敷膜进行热加压成形的工序。

## 电磁波干扰抑制片、高频信号用扁平线缆、柔性印刷电路板和电磁波干扰抑制片的制造方法

### 技术领域

本发明涉及用于抑制由数字电子设备产生的不必要电磁波的干扰的电磁波干扰抑制片和使用该电磁波干扰抑制片的高频信号用扁平线缆、柔性印刷电路板。

### 背景技术

近年来，数字电子设备显著进步，但在特别是以移动电话、数字照相机和笔记本电脑为代表的移动电子设备中，动作信号的高频化和小型化、轻量化的要求也变得显著，电子部件和配线衬底的高密度安装是最大的技术课题之一。

由于电子设备的电子部件和配线衬底的高密度安装以及工作信号的高频化的发展，不能使产生噪声的部件和其他部件之间具有一定的距离，在抑制由电子设备的微处理器和 LSI、液晶面板等所放射出的不必要辐射时可以使用电磁波干扰抑制片。由于在此用途中有关附近电磁场的电磁波吸收反射现象用已知的远处电磁场（电磁波为平面波的情况）那样的传输线理论进行解释有困难（桥本修，《电波吸收体的动向》、电子信息通信学报、Vol.86 No.10 pp.800-803、2003 年 10 月），所以电磁波干扰抑制片的设计主要还是靠经验。最近，如在专利文献 1 和专利文献 2 中那样，为了附近电磁场中的电磁波吸收，使用将扁平状金属磁性粉末作为软磁性粉末混合在树脂中这种类型的电磁波干扰抑制片。

以往，公开了含有平均粒径为  $10\mu\text{m}$  的扁平状 Fe-Al-Si 合金粉末 90 重量%（关于组成 1 和 3，如果以合金粉末密度为  $6.9\text{kg/l}$ ，树脂分密度为  $1.1\text{kg/l}$  来计算，则为 58.9vol%）作为软磁性粉末的电磁波干扰抑制体。电磁波干扰抑制体的厚度为  $1.2\text{mm}$ （专利文献 1）。

另外，在其制造方法中，公开了“磁性片制造方法，其特征在于，

将扁平状金属磁性粉末分散在树脂和溶剂中而形成的磁性涂料涂敷在具有脱模层的基材上，在干燥之后，剥离干燥的涂敷膜得到磁性片”。在实施例中，磁性片的干燥薄膜厚度为 120 $\mu\text{m}$ 、铁硅铝磁合金粉末的填充率为最大 80 重量%（以铁硅铝磁合金粉末密度为 6.9kg/l,树脂量密度为 1.1kg/l 来计算，为 56.0vol%）的磁性屏蔽片，与专利文献 1 相比，能够实现更薄的磁性片。薄型的磁性片在电子部件和配线衬底的高密度安装中更为适合（专利文献 2）。

专利文献 1：日本特开平 7-212079 号公报

专利文献 2：日本特开 2000-244171 号公报

## 发明内容

随着数字电子设备的小型化和轻量化发展，要求将电子部件和配线衬底更进一步高密度安装，并且，强烈要求更薄且对附近电磁场的电磁波吸收性能优良、电磁波反射少的电磁波干扰抑制片。通常，如果电磁波干扰抑制片越薄，那么电磁波吸收性能就越差，因此，为了进一步使片变薄，需要提高软磁性粉末的含有量，调整片的导电性，并且要确保片实用上的柔软性和强度。

因此本发明目的在于提供一种电磁波干扰抑制片，其可以抑制高密度安装有电子部件的电子设备的电磁波干扰，并在从低频到高频的宽频带具有抑制效果。

一种电磁波干扰抑制片，包含导电性碳 3~10vol%和累积 50%体积粒径为 1~10 $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末 40~65vol%（本发明 1）。

另外，根据本发明 1 中记载的电磁波干扰抑制片，在厚度为 100 $\mu\text{m}$  以下的所述电磁波干扰抑制片中进行微带线测定，电磁波吸收量在 500MHz 为 10%以上，在 3GHz 为 40%以上，并且从 100MHz 到 3GHz 的范围内电磁波反射量为 -5dB 以下（本发明 2）。

另外，本发明是一种由本发明 1 或者 2 记载的电磁波干扰抑制片构成的高频信号用扁平线缆（本发明 3）。

另外，本发明是一种由本发明 1 或者 2 记载的电磁波干扰抑制片构

成的柔性印刷电路板（本发明4）。

另外，本发明是一种电磁波干扰抑制片的制造方法，其由如下步骤构成：调制涂料的工序、通过将以规定厚度得到的涂料涂敷在基材上得到涂敷膜的工序、和干燥所得到的涂敷膜的工序和对干燥的涂敷膜进行热加压成形的工序，在所述调制涂料的工序中，使规定量的导电性碳和规定量的累积50%体积粒径为1~10 $\mu\text{m}$ 的尖晶石铁氧体颗粒粉末分散，以使干燥后成为导电性碳3~10vol%和累积50%体积粒径为1~10 $\mu\text{m}$ 的尖晶石铁氧体颗粒粉末40~65vol%的混合比（本发明5）。

### 发明效果

根据本发明，通过组合导电性碳和累积50%体积粒径为1~10 $\mu\text{m}$ 的尖晶石铁氧体颗粒粉末来使用，能够得到附近电磁场的电磁波吸收优良、并且抑制反射的适于高密度安装的电磁波干扰抑制片。本发明的电磁波干扰抑制片通过本发明的制造方法得到，即，涂敷使导电性碳和累积50%体积粒径为1~10 $\mu\text{m}$ 的尖晶石铁氧体颗粒粉末分散而得到的涂料，使得干燥后的厚度为10~100 $\mu\text{m}$ ，然后热加压成形。

### 具体实施方式

本发明的尖晶石铁氧体颗粒粉末，可以使用Ni-Zn-Cu类或者Mn-Zn类尖晶石铁氧体颗粒粉末。Ni-Zn-Cu类尖晶石铁氧体颗粒粉末具有如下组成：Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为40~50摩尔%、NiO为10~30摩尔%、ZnO为10~30摩尔%、CuO为0~20摩尔%，Mn-Zn类尖晶石铁氧体颗粒粉末具有如下组成：Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为45~55摩尔%、MnO为25~35摩尔%、ZnO为10~15摩尔%。这些尖晶石铁氧体颗粒粉末可以在均匀混合氧化物粉末原料之后，以750℃~1200℃烧制2个小时并粉碎烧制物而得到。

本发明的尖晶石铁氧体颗粒粉末的累积50%体积粒径为1~10 $\mu\text{m}$ ，优选为2~8 $\mu\text{m}$ 。在不足1 $\mu\text{m}$ 时难以高填充尖晶石铁氧体颗粒粉末。如果超过10 $\mu\text{m}$ ，那么50 $\mu\text{m}$ 以下的薄的片就不能得到表面平滑性。

本发明的导电性碳可以使用粒状导电性碳黑或者加工碳纤维得到的纤维状碳。

粒状导电性碳黑的粒径优选 20~60nm, 更优选 30~40nm, 粒状导电性碳黑的 BET 法比表面积优选为 30~1300m<sup>2</sup>/g, 更优选为 700~1300 m<sup>2</sup>/g。尤其优选具有中空壳体结构的高导电性碳黑。

加工碳纤维得到的纤维状碳最好是纤维长度为 3~24mm 的切片纤维 (cut fiber) 或者是纤维长度为 30~150μm 的磨碎纤维 (milled fiber)。电磁波干扰抑制片加工后的纤维长度优选在以扫描型电子显微镜观察片表面时为 10μm~10mm 的程度, 更优选为 30μm~3mm 的程度。在不足 10μm 而使片弯曲时容易使电磁波吸收性能劣化。如果超过 10mm 则会起毛, 因此难以作为片处理。

下面, 对本发明的电磁波干扰抑制片进行描述。

在本发明的电磁波干扰抑制片中, 在组合粒状导电性碳和尖晶石铁氧体颗粒粉末的情况下, 电磁波干扰抑制片中的导电性碳的混合比率为 3~8vol%。在不满足 3vol 的情况下, 电磁波吸收特性低。如果超过 8vol%, 料浆粘度变高, 分散性降低, 难以得到足够的电磁波吸收特性。另外, 由于干燥后的片的弯曲性降低, 在使用上不方便。

在本发明的电磁波干扰抑制片中混合的导电性碳, 在混合粒状导电性碳和纤维状碳来使用的情况下, 由于可以提高碳的分散性, 所以可以将碳整体的填充量提高到 10vol%, 与单独使用粒状导电性碳的情况相比, 可以得到弯曲性和电磁波抑制功能优良的片, 并提高成形性, 加工变得容易。粒状导电性碳和纤维状碳的混合比例 (体积比) 优选为: 粒状导电性碳: 纤维状碳=1: 0.1~1, 更优选为 1: 0.4~1。

本发明的电磁波干扰抑制片可以通过调制涂料的工序、以规定厚度将所得到的涂料涂敷在基材上得到涂敷膜的工序、和干燥所得到的涂敷膜的工序和对干燥后的涂敷膜进行热加压成形的工序来制造, 其中, 在所述调制涂料的工序中, 使规定量的导电性碳和规定量的累积 50% 体积粒径为 1~10μm 的尖晶石铁氧体颗粒粉末分散, 使得干燥后成为导电性碳 3~10vol% 和累积 50% 体积粒径为 1~10μm 的尖晶石铁氧体颗粒粉末成 40~65vol% 的混合比。

在导电性碳和尖晶石铁氧体颗粒粉末的合计填充量不满 43vol% 的情

况下，电磁波吸收量变低，另外如果导电性碳和尖晶石铁氧体颗粒粉末的合计填充量超过 75vol%，那么由于电磁波的反射变大，片的强度和柔软性降低，所以不优选。在单独高填充粒状导电性碳的情况下，由于料浆分散困难并且粘度上升，所以 100 $\mu\text{m}$  以下的片成形变得困难。通过涂敷规定（一定）厚度的涂料，可以调整干燥后的涂敷膜的厚度。

片的厚度虽然可以根据其用途和使用状态调整为各种厚度，但是通常为 100 $\mu\text{m}$  以下，优选为 50 $\mu\text{m}$  以下，在用于高密度安装电子部件的片时优选为 50 $\mu\text{m}$  以下。超过 100 $\mu\text{m}$  的厚度有时对高密度安装的电子电路来说过厚。另外，片的厚度通常为 10 $\mu\text{m}$  以上，优选为 30 $\mu\text{m}$  以上。在不满 10 $\mu\text{m}$  的情况下，片容易变得强度不足。

本发明的电磁波干扰抑制片最好混合 15~30vol% 的树脂作为粘合剂。在树脂量不满 15vol% 的情况下，片的弯曲性差。如果超过 30vol%，电磁波吸收量降低。树脂可以使用 SEBS（苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯嵌段共聚物）等苯乙烯类弹性体、烯烃类弹性体、聚酯类弹性体、聚酰胺类弹性体、聚氨酯类弹性体、硅类弹性体等。并可以在弹性体中混合丙烯树脂、环氧树脂、聚烯烃树脂等来使用。

本发明的电磁波干扰抑制片最好含有 5~20vol% 的阻燃剂。在阻燃剂的含有量不满 5vol% 的情况下，阻燃效果不够，如果超过 20vol%，由于降低了电磁波吸收量所以不优选。阻燃剂优选使用聚磷酸三聚氰胺、氢氧化镁、铝碳酸镁等。其中，最好是氢氧化镁、聚磷酸三聚氰胺。

本发明的电磁波干扰抑制片在厚度为 100 $\mu\text{m}$  以下的片中，电磁波吸收量最好在 0.5GHz 为 10% 以上，在 3GHz 为 40% 以上。在不满足该条件的情况下，电磁波吸收量不够。

本发明的电磁波干扰抑制片在厚度为 100 $\mu\text{m}$  以下的片中，电磁波反射量在 0.1~3GHz 的频率范围中最好为 -5dB 以下。在此之上，由于电磁波反射量过大，所以是不希望的。

下面，对本发明的高频信号用扁平线缆和柔性印刷电路板进行描述。

本发明的高频信号用扁平线缆和柔性印刷电路板使用本发明的电磁波干扰抑制片，降低衬底的小型化和配线衬底主体的噪声放射源。由此

实现了电子电路的高密度化，并能降低驱动电压，提高电流，能够制造具有抗噪声性的衬底。

高频信号用扁平线缆和柔性印刷电路板的制造方法例如可以举出这样的方法：例如，在高频信号用扁平线缆和柔性印刷电路板的基材上，涂敷以上述方式调制的涂料，并在干燥涂敷膜之后进行热加压成形。

本发明的电磁波干扰抑制片的制造方法由调制涂料的工序、以规定的厚度在基材上涂敷所得到的涂料得到涂敷膜的工序、干燥所得到的涂敷膜的工序和对干燥后的涂敷膜进行热加压成形的工序构成，其中，在所述调制涂料的工序中，使规定量的导电性碳和规定量的累积 50% 体积粒径为 1~10 $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末分散，以使干燥后成为导电性碳 3~10vol% 和累积 50% 体积粒径为 1~10 $\mu\text{m}$  的尖晶石铁氧体颗粒粉末 40~65vol% 的混合比。通过涂敷一定厚度的涂料，能够调整干燥后的片的厚度。涂料可以直接涂敷在作为高频信号用扁平线缆和柔性印刷电路板等最终产品的基材上而形成涂敷膜，另外，也可以涂敷在由 PET 等构成的承载膜等基材上形成涂敷膜。在此情况下，可以在对干燥涂敷膜进行热加压成形之后，从基材剥离作为电磁波干扰抑制片使用。由于通过涂料化可以进行高填充并且均匀分散，所以是优选的。

### 实施例

描述实施例所示的各测定值的测定方法

粉末材料的密度：

粉末材料的密度可以如下面所述那样进行测定。密度计使用 Micromeritics 公司制造的多卷密度计（マルチボリューム密度計）1305 型，将 28g（W）粉末投入称量盘中，求得氦气压力抽样体积（V）来求得密度。

$$\text{密度} = W/V \quad (\text{g/cm}^3)$$

电磁波吸收量和反射量的测定：

通过加工成调整到长度为 100mm、宽度为 2.3mm、厚度为 35 $\mu\text{m}$ 、阻抗为 50 $\Omega$  的微带线的衬底进行测定。将所制造的片切割成宽度为 40mm、长度为 50mm 作为实验片。

通过将微带线连接到Hewlett-Packard公司制造的网络分析器8720D,来测定微带线的S参数。使片的长度方向与微带线的长度方向一致,并且使各自的中心一致来进行安装。将与片尺寸相同的发泡倍率从20到30倍的发泡聚苯乙烯的厚度为10mm的板重叠在片上,在其上承载了300g负荷的状态下测定S参数。根据所得到的S参数来计算吸收量(%)和反射量(dB)。

$$\text{吸收量} = (1 - |S_{11}|^2 - |S_{21}|^2) / 1 \times 100 (\%)$$

$$\text{反射量} = 20 \log |S_{11}| (\text{dB})$$

累积50%体积粒径:

尖晶石铁氧体颗粒粉末的累积50%体积粒径是使用日机装株式会社制造的粒度分布测定装置(マイクロトラック)MT3300通过湿式法来测定的。通过将铁氧体粉末5g添加到包含作为分散剂的六偏磷酸(ヘキタメタリン酸)0.2%和作为界面活性剂的非离子界面活性剂(Triton X-100 Dow Chemical公司制造)0.05%的水溶液100ml中,在由超声波均化器(型号:300W,日机装株式会社制造)分散300秒之后,在测定时间30秒、测定范围为0.021到1408 $\mu\text{m}$ 、溶剂折射率为1.33、颗粒折射率为2.94、颗粒形状为非球形条件下测定体积分布。

实施例1:

进行计量,使得在环己酮中溶解有20重量%的苯乙烯类弹性体(密度0.9g/cm<sup>3</sup>)的溶液(日立化成工業株式会社制造TF-4200E)中,除去溶剂后的体积比率为:尖晶石铁氧体(户田工业株式会社制BSN714,累积50%体积粒径5.1 $\mu\text{m}$ 、密度5.1g/cm<sup>3</sup>)为57vol%,苯乙烯类弹性体为21vol%,导电性碳(KETJEN BLACK INTERNATIONAL株式会社制造科琴黑EC密度1.6g/cm<sup>3</sup>)为4vol%,导电性碳(TORAY株式会社制造トレイカカットファイバ-700-006C、密度1.6g/cm<sup>3</sup>)为3vol%,作为阻燃剂的聚磷酸三聚氰胺(三和化学公司制造MPP-A、密度1.8g/cm<sup>3</sup>)为8vol%和氢氧化镁(协和化学制造,KISUMA5A、密度2.4g/cm<sup>3</sup>)为8vol,进行混合,使用SMT公司制造的超声波均化器以每分钟15000转的速度搅拌60分钟,得到料浆。此时,为了调整粘度,添加与弹性体溶液相同体积

的乙基环己酮。将得到的料浆进行真空脱泡处理之后，使用刮刀片涂为承载膜，在有机溶剂干燥之后，制造出片厚度为 80 $\mu\text{m}$  的片。进一步，将得到的片在温度 130 $^{\circ}\text{C}$ 、压力 90MPa、加压时间 5 分钟的条件成形得到厚度为 50 $\mu\text{m}$  的片之后，剥离承载膜。

所得到的片是表面光滑且弯曲性优良的片。并且，使用长度 100mm、宽度 2.3mm、厚度 35 $\mu\text{m}$ 、阻抗 50 $\Omega$  的微带线通过网络分析器测定 S 参数，计算电磁波吸收量和电磁波反射量，结果，电磁波吸收量在 500MHz 为 18%，在 3GHz 为 76%，电磁波反射量在 500MHz 为 -10dB，在 100MHz 到 3GHz 为 -10dB 以下，具有在宽的频率范围内电磁波吸收量高、电磁波反射量低的平衡性优异的特性。

### 实施例 2

采用与实施例 1 相同的方法，制造加热压缩成形后的板厚为 35 $\mu\text{m}$  的片，片中的混合量为，纤维状导电碳（TORAY 株式会社制造 トレイカカットファイバ-700-006C、密度 1.6g/cm<sup>3</sup>）为 2vol%，导电性碳（KETJEN BLACK INTERNATIONAL 株式会社制造 科琴 EC 密度 1.6g/cm<sup>3</sup>）为 3vol%，尖晶石铁氧体颗粒粉末（户田工业株式会社制造 BSF547，累积 50% 体积粒径 3.2 $\mu\text{m}$ 、密度 5.1g/cm<sup>3</sup>）为 57vol%，作为阻燃剂的聚磷酸三聚氰胺（三和化学公司制造，MPP-A，密度 1.8g/cm<sup>3</sup>）为 8vol% 和氢氧化镁（协和化学制造，KISUMA 5A，密度 2.4g/cm<sup>3</sup>）为 8vol%。对于使用微带线进行的 S 参数的评价，电磁波吸收量在 500MHz 为 20%，在 3GHz 为 83%，从 100MHz 到 3GHz 的电磁波反射量为 -9dB 以下，具有在宽的频率范围内电磁波吸收量高、电磁波反射量低的平衡性优异的特性。

### 实施例 3:

采用与实施例 1 相同的方法，制造加热压缩成形后的板厚为 50 $\mu\text{m}$  的片，其中，纤维状导电碳（TORAY 株式会社 カットファイバ トレイカ 700-006C 密度 1.5）为 4vol%，导电性碳（KETJEN BLACK INTERNATIONAL 株式会社制造 科琴黑 EC 密度 1.6g/cm<sup>3</sup>）为 3vol%，尖晶石铁氧体颗粒粉末（户田工业株式会社制造 BSN714，累积 50% 体积粒径为 5.1 $\mu\text{m}$ 、密度 5.1g/cm<sup>3</sup>）为 57vol%，作为阻燃剂的聚磷酸三聚氰胺（三

和化学公司制造 MPP-A、密度  $1.8\text{g/cm}^3$ )为 8vol%，氢氧化镁 (协和化学制造，KISUMA 5A、密度  $2.4\text{g/cm}^3$ )为 8vol%。对于使用微带线进行的 S 参数的评价，电磁波吸收量在 500MHz 为 10%，在 3GHz 为 70%，从 100MHz 到 3GHz 的电磁波反射量为 -11dB 以下，具有在宽的频率范围内电磁波吸收量高、电磁波反射量低的平衡性优异的特性。

#### 实施例 4:

采用与实施例 1 相同的方法，以表 1 中记载的组合制造调整到表 2 的厚度的片。使用微带线通过 S 参数测定电磁波吸收量和电磁波反射量，结果，电磁波吸收量在 500MHz 为 13% 以上，在 3GHz 为 73% 以上，并且，从 100MHz 到 3GHz 的电磁波反射量全部在 -9dB 以下，所得到的片具有电磁波吸收量高、电磁波反射量低的平衡性优异的特性。

#### 实施例 5:

采用与实施例 1 相同的方法，以表 1 中记载的组合制造调整到表 2 的厚度的片。使用微带线通过 S 参数测定电磁波吸收量和电磁波反射量，结果，电磁波吸收量在 500MHz 为 11%，在 3GHz 为 42%，并且，从 100MHz 到 3GHz 的电磁波反射量全部在 -13dB 以下，具有在宽的频率范围内电磁波吸收量高、电磁波反射量低的平衡性优异的特性。

#### 比较例 1:

采用与 1 实施例 1 同样的方法，制造调整到加热压缩成形后的片厚度为  $100\mu\text{m}$  的片，使得铁、铝、硅的重量比为 85: 6: 9，纵横比为 15~20、密度为  $6.9\text{g/cm}^3$ 、平均粒径为  $50\mu\text{m}$  的扁平金属粉为 47vol%。电磁波吸收量在 500MHz 为 10%，在 3GHz 为 43%，并且在 100MHz 到 3GHz 的电磁波反射量为 -10dB 以下，虽然是电磁波吸收和电磁波反射的平衡得以优化的片，但是对于片厚度为  $100\mu\text{m}$  来说，与实施例 1 相比，吸收性能大幅度降低。

#### 比较例 2:

除了将片厚度调整到  $500\mu\text{m}$  以外，采用与比较例 1 相同的方法制造片，得到表 1 的结果。虽然电磁波吸收和电磁波反射具有良好的特性，

但是由于片厚有 500 $\mu\text{m}$  厚，所以并不适合高密度安装。

比较例 3~10:

采用与实施例 1 相同的方法，以表 1 中记载的组合制造调整到表 2 的厚度的片。虽然比较例 3~9 中任何一个片的电磁波反射量都在 -20dB 以下，但是电磁波吸收量在 500MHz 不足 10%，在 3GHz 不足 26%，只得到了电磁波吸收少的电磁波干扰抑制片。

另外，比较例 9，虽然尝试与实施例 1 相同地以表 1 的组合来制造片，但是由于纤维不分散而不能涂敷涂料，所以不能制造片。比较例 10 的片，电磁波吸收量较好，在 500MHz 为 33%，在 3GHz 为 90%，但是由于电磁波反射峰值大到 -4.5dB，所以在信号传输中存在问题。

比较例 11~12:

以与实施例 3（比较例 11）和实施例 4（比较例 12）相同的方法，使用表 1 的尖晶石铁氧体颗粒粉末，如表 1 所示的组成那样，制作导电性碳的填充量减少的片。虽然电磁波反射量均在一 12dB 以下，但电磁波吸收量在 500MHz 低至 6%和 7%，在 3GHz 低至 28%和 32%。

实施例 6 和 7、比较例 13 和 14:

以与实施例 1 同样的方法，以表 1 中记载的组合制作调整到表 2 的厚度的片。

上述实施例、比较例的组合如表 1 所示。

[表 1]

材料	混合组成(vol%)														树脂
	导电性碳		羰基铁粉		尖晶石铁氧体颗粒粉末		扁平	粒状	阻燃剂		Mg(OH) <sub>2</sub>	TF-4200E			
	粒状	纤维状	R1470	R1641	BSN714	BSF547			SENDUST	SENDUST			磷酸三聚氰胺	阻燃剂	
实施例 1	4	3	-	-	57	-	-	-	-	8	8	8	20		
实施例 2	3	2	-	-	-	57	-	-	-	8	8	8	22		
实施例 3	4	3	-	-	45	-	-	-	-	8	8	8	32		
实施例 4	3	2	-	-	-	45	-	-	-	8	8	8	32		
实施例 5	8	-	-	-	60	-	-	-	-	8	8	8	16		
实施例 6	5	3	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	31		
实施例 7	5	5	-	-	55	-	-	-	-	8	8	8	19		
比较例 1	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	53		
比较例 2	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	53		
比较例 3	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35		
比较例 4	-	2	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	33		
比较例 5	-	2	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	36		
比较例 6	-	2	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38		
比较例 7	2	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	36		
比较例 8	2	-	-	-	-	-	-	55	-	-	-	-	43		
比较例 9	-	15	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30		
比较例 10	15	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30		
比较例 11	1	1	-	-	45	-	-	-	-	8	8	8	37		
比较例 12	1	1	-	-	-	45	-	-	-	8	8	8	37		
比较例 13	12	-	-	-	55	-	-	-	-	8	8	8	17		
比较例 14	-	12	-	-	55	-	-	-	-	8	8	8	17		

由上述实施例、比较例得到的电磁波干扰抑制薄片的特性如表 2 所示。

[表 2]

片特性	片厚度	吸收量 (%)		反射量最大值(dB)
	( $\mu\text{m}$ )	0.5GHz	3GHz	0.1-3GHz
实施例 1	50	18	76	-10
实施例 2	50	20	83	-9
实施例 3	50	10	70	-11
实施例 4	50	13	73	-9
实施例 5	50	11	42	-13
实施例 6	100	34	73	-12
实施例 7	50	25	68	-11
比较例 1	100	10	43	-10
比较例 2	500	20	85	-7
比较例 3	50	2	16	-23
比较例 4	50	4	18	-23
比较例 5	50	4	19	-24
比较例 6	50	4	26	-20
比较例 7	50	6	30	-14
比较例 8	50	5	26	-20
比较例 9	不能片化	不能测定	不能测定	不能测定
比较例 10	50	33	90	-4.5
比较例 11	50	6	28	-18
比较例 12	50	7	32	-12
比较例 13	50	27	78	-5
比较例 14	不能片化	不能测定	不能测定	不能测定

对由实施例 1、5 和比较例 13 所得到的电磁波干扰抑制薄片，进行弯曲试验。弯曲试验是将切成宽度为 40mm、长度为 50mm 的试验片，在确认基于带状线的电磁波吸收量、反射量的初期特性之后，铺在形成边

缘的具有 70 度斜面的厚 3mm 的塑料板下面，使试验片的短边（40mm）平行于塑料板的具有斜面的一边，沿着斜面弯曲，在试验片紧贴边缘和斜面的状态下，将试验片在垂直于具有斜面的一边的方向进行拉伸，同时在拉伸方向上沿轻轻抑制的塑料板滑动，尽量均匀地顺序弯曲整个试验片。该操作执行 10 次之后，测定通过微带线的电磁波吸收量、反射量，确认特性的变化。确认相对于初期电磁波吸收量是否变化 20% 以上的特性。

实施例 1 和 5 的电磁波干扰抑制薄片在弯曲试验前后的 3GHz 的吸收量变化为 9% 和 13%。即，如果同时使用粒状导电性碳和纤维状导电性碳，那么可以得到弯曲性和电磁波抑制功能更优的片。比较例 13 的电磁波干扰抑制薄片在弯曲试验前后的特性变化为 36%。

以上，虽然使用实施例对本发明进一步详细进行了描述，但是在不脱离本发明精神的范围内，本发明的数值范围规定当然也可以包含将上述任意实施例的数值作为临界值使用的全部范围规定，这也应该被认为是本说明书所记载的内容。

#### 产业上的可用性

本发明的电磁波干扰抑制片在片厚度薄到 100 $\mu\text{m}$  以下的情况下也具有在宽的频率范围内吸收量高、反射量低的平衡性优异的特性，所以适用于对于附近电磁场的电磁波吸收特性优良、电磁波反射少的电磁波干扰抑制薄片。