



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112566481 A

(43) 申请公布日 2021.03.26

(21) 申请号 202010079927.4

(22) 申请日 2016.04.07

(30) 优先权数据

2015-120679 2015.06.15 JP

(62) 分案原申请数据

201680034059.X 2016.04.07

(71) 申请人 JX金属株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 冠和树 田中幸一郎

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 吕琳 朴秀玉

(51) Int.Cl.

H05K 9/00 (2006.01)

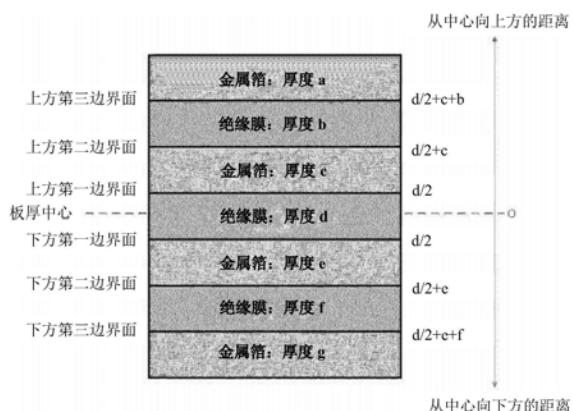
权利要求书1页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

电磁波屏蔽材料

(57) 摘要

本发明提供一种电磁波屏蔽特性、轻量特性以及成形性优良的电磁波屏蔽材料。该电磁波屏蔽材料为当N设为2以上的整数时，由厚度5~100 $\mu\text{m}$ 的N张金属箔和厚度5 $\mu\text{m}$ 以上的N+1张树脂层交替层叠的层叠体，或者由厚度5~100 $\mu\text{m}$ 的N+1张金属箔和厚度5 $\mu\text{m}$ 以上的N张树脂层交替层叠的层叠体所构成的电磁波屏蔽材料，所述层叠体的厚度为100~500 $\mu\text{m}$ ，对于以层叠体的厚度中心为基准位于上下两侧的树脂层和金属箔的顺序相对应的边界面，从基准到这些边界的距离的误差均在±10%以内。



1. 一种电磁波屏蔽材料,当N设为2以上的整数时,由厚度5~100μm的N张金属箔和厚度5μm以上的N+1张树脂层交替层叠的层叠体所构成,或由厚度5~100μm的N+1张金属箔和厚度5μm以上的N张树脂层交替层叠的层叠体所构成,

所述层叠体的厚度为100~500μm,对于以所述层叠体的厚度中心为基准位于上下两侧的树脂层和金属箔的顺序相对应的边界面,从基准到这些边界的距离的误差均在±10%以内。

2. 根据权利要求1所述的电磁波屏蔽材料,其中,

所述树脂层由热塑性树脂形成。

3. 根据权利要求1或2所述的电磁波屏蔽材料,其中,

在所述树脂层的应力应变曲线即SS曲线中, $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 在 $\varepsilon=0.2\sim0.5$ 处始终为0Pa以上。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的电磁波屏蔽材料,其中,

所述金属箔是铜箔。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的电磁波屏蔽材料,其中,

在所述金属箔的与树脂层的界面上施加了含有从Ni、Cr、Co以及Fe组成的群组中选出的至少一种以上的元素的镀层。

6. 根据权利要求5所述的电磁波屏蔽材料,其中,

所述镀层的附着量合计为50~600μg/dm<sup>2</sup>。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的电磁波屏蔽材料,其中,

所述金属箔的表面粗糙度以Rz即十点平均粗糙度计为0.1~1.5μm。

8. 一种电气或电子设备用的包覆材料或外装材料,具备权利要求1~7中任一项所述的电磁波屏蔽材料。

9. 一种电气或电子设备,具备权利要求8所述的包覆材料或外装材料。

## 电磁波屏蔽材料

- [0001] 本申请是下述申请的分案申请：
- [0002] 发明名称：电磁波屏蔽材料
- [0003] 国际申请日：2016年4月7日
- [0004] 国际申请号：PCT/JP2016/061433
- [0005] 国家申请号：201680034059.X

### 技术领域

[0006] 本发明涉及一种电磁波屏蔽材料。特别地，本发明涉及电气或电子设备的包覆材料或外装材料。

### 背景技术

[0007] 近年，全世界对地球环境问题的关心高涨，电动车辆和混合动力车辆等搭载有二次电池注重环保型的车的普及正在进展。在这些车辆中，大多采用通过逆变器将搭载的二次电池产生的直流电流转换成交流电流后，将必要的电力供给交流马达得到驱动力的方式。逆变器的开关操作等会产生电磁波。电磁波会妨碍车载音响设备和无线设备等的信号接收，因此采取将逆变器或与逆变器一起将电池、马达等收容在金属制成的壳体内以屏蔽电磁波的对策（日本特开2003-285002号公报）。

[0008] 另外，不仅是车辆，包括通信设备、显示器以及医疗设备等大量的电气或电子设备也辐射出电磁波。电磁波可能引起精密设备的误工作，此外，也担心对人体的影响。因此，开发了使用电磁波屏蔽材料来减轻电磁波的影响的各种技术。例如，将层叠铜箔和树脂膜形成的铜箔复合体作为电磁波屏蔽材料来使用（日本特开平7-290449号公报）。铜箔具有电磁波屏蔽性，层叠树脂膜以补强铜箔。另外，已知在绝缘材料形成的中间层的内侧和外侧分别层叠了金属层的电磁波屏蔽结构（日本特许第4602680号公报）。另外，还已知这样的电磁波屏蔽用光学部件，其具备：基板，在所述基板的一面上形成由含有金属层以及高屈折率层（五氧化二铌）的多个重复单位膜所构成的层叠部件（日本特开2008-21979号公报）。

- [0009] 现有技术文献
- [0010] 专利文献
- [0011] 专利文献1：日本特开2003-285002号公报
- [0012] 专利文献2：日本特开平7-290449号公报
- [0013] 专利文献3：日本特许第4602680号公报
- [0014] 专利文献4：日本特开2008-21979号公报。

### 发明内容

- [0015] 技术问题

[0016] 在车辆中，从提高燃料效率的观点出发，轻量化成为较大的技术问题，正在研究从金属材料转换成树脂材料或碳纤维材料。但是，虽然树脂材料和碳纤维材料能够立体成形，

但是无法期望其具有电磁波屏蔽效果。另外,若金属材料制成的电磁波屏蔽材料的厚度过小则不能得到优良的屏蔽效果,容易破裂且难以成形加工。在日本特开平7-290449号公报中所记载的技术和在日本特许第4602680号公报所记载的技术也是同样的,为了得到优良的屏蔽效果必须使必要的电磁波屏蔽材料的厚度变得相当大,无法实现足够的轻量化,另外也无法得到优良的成形性。在日本特开2008-21979号公报中所记载的技术,是层叠纳米级的金属层以确保光的通过的技术,因此电磁波屏蔽特性有限,且因过薄的缘故成形性也差。

[0017] 本发明是鉴于上述事项而创造得到的,所要解决的技术问题是提供电磁波屏蔽特性、轻量特性以及成形性优良的电磁波屏蔽材料,特别是适合作为电气或电子设备用的包覆材料或外装材料的电磁波屏蔽材料。

[0018] 解决问题的方案

[0019] 本案发明人为了解决上述问题不断努力研究,发现通过交替层叠5张以上的金属箔以及树脂层,显著地提高了电磁波屏蔽效果。而且,发现通过以层叠体的厚度中心在厚度方向上具有对称性的层叠结构,金属箔和树脂层的密合性变高,可得到高的成形性。本发明是基于该发现而完成的,能够如下所述来限定。

[0020] 在本发明的一方面,提供一种电磁波屏蔽材料,当N设为2以上的整数时,由厚度5~100μm的N张金属箔和厚度5μm以上的N+1张树脂层交替层叠的层叠体所构成,或由厚度5~100μm的N+1张金属箔和厚度5μm以上的N张树脂层交替层叠的层叠体所构成,所述层叠体的厚度为100~500μm,对于以所述层叠体的厚度中心为基准位于上下两侧的树脂层和金属箔的顺序相对应的边界面,从基准到这些边界面的距离的误差均在±10%以内。

[0021] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的一实施方式中,所述树脂层由热塑性树脂所形成。

[0022] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的另一实施方式中,在所述树脂层的应力应变曲线(SS曲线)中, $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 在 $\varepsilon=0.2\sim0.5$ 处始终为0Pa以上。

[0023] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的又一实施方式中,所述金属箔为铜箔。

[0024] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的又一实施方式中,在所述金属箔的与树脂层的界面上施加了含有从Ni、Cr、Co以及Fe组成的群组中选出的至少一种以上的元素的镀层。

[0025] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的又一实施方式中,所述镀层的附着量合计为50~600μg/dm<sup>2</sup>。

[0026] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的又一实施方式中,所述金属箔的表面粗糙度以Rz(十点平均粗糙度)计为0.1~1.5μm。

[0027] 本发明在另一方面,提供了一种电气或电子设备用包覆材料或外装材料,具备本发明所涉及的电磁波屏蔽材料。

[0028] 本发明在又一方面,提供了一种电气或电子设备,具备本发明所涉及的包覆材料或外装材料。

[0029] 发明效果

[0030] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料中,除了具有优良的电磁波屏蔽特性以外,能够实现轻量化,此外,通过采用在厚度方向上对称性高的层叠构造还能够确保成形性。另

外,本发明所涉及的电磁波屏蔽材料能够用金属箔和树脂层这样的简单的结构来构建,经济性也优良。

## 附图说明

[0031] 图1是示意性地示出了构成本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的层叠体结构的一示例。

## 具体实施方式

[0032] (金属箔)

[0033] 作为在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料中使用的金属箔的材料没有特别的限制,但是从提高对交流磁场和交流电场的屏蔽特性的观点出发,优选为导电性优良的金属材料。具体地,优选由电阻率 $5.0 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$ (20℃的值,以下也同样如此)以下的金属所形成,优选金属的电阻率为 $1.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ 以下,更优选为 $7.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 以下,最佳为 $5.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 以下。作为这样的金属,可列举电阻率为约 $1.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ 的铁、电阻率为约 $2.65 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 的铝、电阻率为约 $1.68 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 的铜以及电阻率为约 $1.59 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 的银。考虑电阻率和成本这两者,在实用性方面优选采用铝或铜,由于铝与不同种类的金属接触则容易腐蚀,因此铜更适于如电磁波屏蔽材料般需要接地的材料。本发明所涉及的电磁波屏蔽材料中使用的金属箔可以全部是同一种金属,也可以每层使用不同的金属。另外,还能够使用上述金属的合金。可以在金属箔表面上形成镀层等各种表面处理层以实现促进接合、耐环境性、耐热以及防锈等目的。

[0034] 例如,若金属箔表面氧化则与树脂层的密合性降低。因此,从防止金属箔表面的氧化并提高与树脂层的密合性的观点出发,优选在金属箔与树脂层接触的表面上形成含有从Ni、Cr、Co以及Fe所形成的群组中选出的至少一种以上的元素的镀层。通过提高与树脂层的密合性,在成形加工时难以发生树脂层与金属膜分离。另外,还有提高屏蔽性能的效果。

[0035] Cu等构成金属箔的元素扩散至镀层表面则会导致密合性降低,因此优选镀层的单位面积的附着量合计为 $50\mu g/dm^2$ 以上,更优选为 $100\mu g/dm^2$ 以上,更进一步优选为 $150\mu g/dm^2$ 以上。另外,镀层变厚变硬会导致成形性的劣化,因此优选镀层的附着量合计为 $600\mu g/dm^2$ 以下,更优选为 $500\mu g/dm^2$ 以下,更进一步优选为 $400\mu g/dm^2$ 以下。

[0036] 无论有无镀层,从提高锚固效果所产生的与树脂层的密合性的观点出发,优选金属箔表面的粗糙度以Rz(十点平均粗糙度)计为 $0.1\mu m$ 以上,更优选为 $0.3\mu m$ 以上,更进一步优选为 $0.6\mu m$ 以上。另外,若金属箔表面的粗糙度过大,则在与该金属箔的接合的边界附近树脂强度容易劣化。树脂强度劣化会导致成形加工时树脂层产生内聚破坏、密合性降低。因此,优选金属箔表面的粗糙度以Rz(十点平均粗糙度)计为 $1.5\mu m$ 以下,更优选为 $1.3\mu m$ 以下,更进一步优选为 $1.2\mu m$ 以下。在本发明中,Rz(十点平均粗糙度)是按照JIS B0601:1994使用接触式粗糙度计来测定的。

[0037] 另外,为了提高金属面成为最外层时所必需的耐环境性、耐热性,能够施加Au镀层、Ag镀层、Sn镀层、Ni镀层、Zn镀层、Sn合金镀层(Sn-Ag、Sn-Ni、Sn-Cu等)、镀铬处理等。也能将这些处理进行组合。从成本的观点出发,优选为Sn镀层或Sn合金镀层。

[0038] 在作为金属箔使用铜箔的情况下,从提高屏蔽性能出发,优选是纯度高的铜,纯度

优选为99.5质量%以上、更优选为99.8质量%以上。作为铜箔，能够使用轧制铜箔、电解铜箔、金属化产生的铜箔等，但优选为挠性和成形性优良的轧制铜箔。在铜箔中添加合金元素得到铜合金箔的情况下，这些元素和不可避免的杂质的合计含量未满0.5质量%即可。特别地，在铜箔中，若从Sn、Mn、Cr、Zn、Zr、Mg、Ni、Si和Ag的群组中选出至少一种以上合计含有200～2000质量ppm，则相比于相同厚度的纯铜箔延伸率提高，因此是优选的。

[0039] 本发明所涉及的电磁波屏蔽材料中使用的金属箔的厚度若过薄则金属箔的延展性降低，屏蔽材料成形时容易破裂。在产生破裂的情况下，屏蔽效果也会降低。另外，若每张箔的厚度过薄则需要层叠多个金属箔以得到优良的电磁波屏蔽效果，因此产生了制造成本上升的问题。从这样的观点出发，优选每张金属箔为5μm以上，更优选为10μm以上，更进一步优选为15μm以上，又进一步优选为20μm以上，还进一步优选为25μm以上，还更进一步优选为30μm以上。另一方面，若每张箔的厚度过厚则表现出刚性并且成形性恶化，因此优选每张金属箔的厚度为100μm以下，更优选为75μm以下，更进一步优选为50μm以下，又进一步优选为40μm以下。而且，在本发明中，在金属箔上形成镀层的情况下，金属箔的厚度是指包含镀层厚度的厚度。

[0040] (树脂层)

[0041] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料中，通过在金属箔和金属箔间夹入树脂层可得到对层叠多张金属箔所产生的电磁波屏蔽效果的显著改善。虽然使金属箔彼此直接重叠，通过增加金属箔的合计厚度提高了屏蔽效果，但是不能得到显著的提高效果。认为这是因为金属箔间存在树脂层，因此电磁波的反射次数增加，电磁波被衰减。

[0042] 为了提高成形性，优选不使用接合剂而直接接合树脂层和金属箔。从这样的观点出发，作为树脂层优选使用热塑性树脂。由于使用热塑性树脂作为树脂层的材料，因此能够热压接合树脂层与金属箔。作为热塑性树脂，可列举：PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PEN(聚萘二甲酸乙二醇酯)和PBT(聚对苯二甲酸丁二醇酯)等聚酯，聚乙烯和聚丙烯等烯烃系树脂，聚酰胺，聚酰亚胺，液晶聚合物，聚缩醛，氟树脂，聚氨酯，丙烯酸树脂，环氧树脂，硅树脂，酚醛树脂，三聚氰胺树脂，ABS树脂，聚乙烯醇，尿素树脂，聚氯乙烯(PVC)，聚碳酸酯，聚苯乙烯，聚苯乙烯丁二烯橡胶等，其中由于可加工性和成本的原因，优选为PET、PEN、聚酰胺以及聚酰亚胺。热塑性树脂能够是聚氨酯橡胶、氯丁橡胶、硅橡胶、氟橡胶、苯乙烯系、烯烃系、聚氯乙烯系、尿烷系以及酰胺系等的热塑性弹性体。在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料中使用的树脂层可以全部是同一种树脂，也可以每一层使用不同的树脂。另外，能够使用上述树脂的混合物。能够在树脂层中混入碳纤维、玻璃纤维以及酰胺纤维等纤维强化材料。

[0043] 从成形性的观点出发，对于拉伸应力树脂层整体进行均匀的变形的这种树脂是优选的。若局部变形，则即使树脂层不破裂金属箔破裂的可能性也增高。具体地，优选所述树脂层在应力应变曲线(SS曲线)中 $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 在 $\varepsilon=0.2\sim0.5$ 处始终为0Pa以上。在应力应变曲线(SS曲线)中， $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 在作为金属箔单体特性容易产生破裂的 $\varepsilon=0.2\sim0.5$ 处，若存在树脂层单体的 $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 变成负值的位置，则在形成层叠体时也存在局部变形的位置，成形加工时金属箔容易破裂。

[0044] 作为在应力应变曲线(SS曲线)中 $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 在 $\varepsilon=0.2\sim0.5$ 处始终为0Pa以上的树脂的制造方法，可列举使链状高分子成为彼此通过氢键结合这样的结构并使膜延伸的方法等。

[0045] 树脂材料能够以膜状或纤维状的形态来层叠。另外，可通过在金属箔上涂覆未固

化的树脂组成物后使其固化来形成树脂层,但是由于制造容易性的理由,优选为能够贴合金属箔的树脂层。

[0046] 这样,虽然不借助接合剂层叠金属箔和树脂层是优选的,但是若必要也能够通过接合剂来层叠。使用接合剂的情况没有特别限制,可列举丙烯酸树脂系、环氧树脂系、脲烷系、聚酯系、硅树脂系、醋酸乙烯酯系、聚苯乙烯丁二烯橡胶系、丁腈橡胶系、酚醛树脂系、氨基丙烯酸酯系等,由于制造容易性和成本的理由,优选为脲烷系、聚酯系、醋酸乙烯酯系。在使用接合剂的情况下,优选接合剂层的厚度为 $6\mu\text{m}$ 以下。若接合剂层的厚度超过 $6\mu\text{m}$ ,则层叠金属箔和树脂层后仅金属箔容易破裂。

[0047] 关于树脂层的厚度,若过薄则成形时可能会与金属箔一同破裂而屏蔽性劣化,因此优选每张的厚度为 $5\mu\text{m}$ 以上、更优选为 $10\mu\text{m}$ 以上、更进一步优选为 $15\mu\text{m}$ 以上,又进一步优选为 $20\mu\text{m}$ 以上。另一方面,若每张树脂层的厚度过厚,则柔软性会劣化,因此难以使屏蔽材料适应壳体。因此,优选每张树脂层的厚度为 $200\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $150\mu\text{m}$ 以下,更进一步优选为 $125\mu\text{m}$ 以下。

[0048] (电磁波屏蔽材料)

[0049] 本发明所涉及的电磁波屏蔽材料能够通过层叠上述的金属箔和树脂层来制造。本发明所涉及的电磁波屏蔽材料在一个实施方式中,在N设为2以上的整数时,由N张金属箔和N+1张树脂层交替层叠的层叠体所构成。在本实施方式中,树脂层构成层叠体的最上层以及最下层。通过树脂层构成层叠体的最外层可得到成形性提高的优点。另外,由于金属箔被保护,因此可得到能够防止金属箔的腐蚀和氧化的优点。但是,在本实施方式中,用于接地的加工是必要的,因此制造成本上升。

[0050] 本发明涉及的电磁波屏蔽材料在另一实施方式中,在N设为2以上的整数时,由N+1张金属箔和N张树脂层交替层叠的层叠体所构成。在本实施方式中,金属箔构成层叠体的最上层和最下层。与树脂层构成层叠体的最外层的情况相比,在金属箔构成层叠体的最外层的情况下,虽然成形性劣化但用于接地的加工变得容易。

[0051] N越大则电磁波在金属箔和树脂层间的反射次数更多,屏蔽效果也容易上升,因此N优选为3以上,更优选为4以上。但是,若N变大则每张树脂层以及金属箔的厚度必须变小,若N过大则成形时容易发生破裂并且制造成本增大,因此N优选为6以下,更优选为5以下。

[0052] 在上述任一方式中,构成层叠体的金属箔以及树脂层的总数为奇数。由此,能够构建以金属箔或树脂层为中心层而在上下方向(是指从板厚中心朝向层叠体的上面以及下面的板厚方向)上对称的层叠结构。通过采用对称性高的层叠结构,可得到在成形加工时抑制金属箔的破裂的效果。根据本案发明人的研究结果,对于以层叠体的厚度中心为基准位于上下两侧的树脂层和金属箔的顺序相对应的边界面,优选从基准到这些边界的距离的误差均在 $\pm 10\%$ 以内。

[0053] 此处,对于以层叠体的厚度中心为基准位于上下两侧的树脂层和金属箔的顺序相对应的边界面,所谓优选从基准到这些边界的距离的误差均在 $\pm 10\%$ 以内,是指按顺序算出从层叠体的厚度中心到在上侧的树脂层与金属箔的边界面为止的距离,按顺序算出从层叠体的厚度中心到在下侧的树脂层与金属箔的边界面为止的距离,算出从厚度中心到顺序相同的两个边界的距离差,其距离差为离厚度中心较近一方边界的上述距离的 $10\%$ 以内。优选彼此对应的边界面均在误差 $\pm 8\%$ 以内的距离处,更优选均在误差 $\pm 6\%$ 以内的

距离处,更进一步优选均在误差 $\pm 4\%$ 以内的距离处,又进一步优选均在误差 $\pm 2\%$ 以内的距离处,最佳均在误差 $\pm 0\%$ 的距离处。

[0054] 在图1中,示意性地示出了构成本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的层叠体结构的一示例。图1的层叠体具有使用4张金属箔(厚度分别为a、c、e、g)、3张绝缘膜(厚度分别为b、d、f),从配置在层叠体的板厚中心的绝缘膜开始在上下方向上交替层叠金属箔以及绝缘膜而得到的结构。从板厚中心朝向上方以及下方分别有第一边界面、第二边界面以及第三边界面。从板厚中心到上方第一边界面的距离( $d/2$ )与从板厚中心到下方第一边界面的距离( $d/2$ )必然相等。对于从板厚中心到上方第二边界面的距离( $d/2+c$ )、从板厚中心到下方第二边界面的距离( $d/2+e$ ),两者的距离差 $=|(d/2+c)-(d/2+e)|=|c-e|$ ,其与( $d/2+c$ )以及( $d/2+e$ )中的较小值相比在10%以内。例如,在( $d/2+c) < (d/2+e)$ 的情况下, $0 \leq |c-e|/(d/2+c) \leq 0.1$ 。在( $d/2+c) = (d/2+e)$ 的情况下,任一项均可为分母。对于从板厚中心到上方第三边界面的距离( $d/2+c+b$ )和从板厚中心到下方第三边界面的距离( $d/2+e+f$ ),两者的距离差 $=|(d/2+c+b)-(d/2+e+f)|=|(c+b)-(e+f)|$ ,其与( $d/2+c+b$ )和( $d/2+e+f$ )中的较小值相比在10%以内。例如,在( $d/2+c+b) < (d/2+e+f)$ 的情况下, $0 \leq |(c+b)-(e+f)|/(d/2+c+b) \leq 0.1$ 。在( $d/2+c+b) = (d/2+e+f)$ 的情况下,任一项均可为分母。

[0055] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的一实施方式中,金属箔的合计厚度可以为30~150 $\mu\text{m}$ ,也可为100 $\mu\text{m}$ 以下,还可为80 $\mu\text{m}$ 以下。

[0056] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的一实施方式中,树脂层的合计厚度可以为50~400 $\mu\text{m}$ ,也可为300 $\mu\text{m}$ 以下,还可为200 $\mu\text{m}$ 以下。

[0057] 在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的一实施方式中,构成电磁波屏蔽材料的层叠体的整体厚度为100 $\mu\text{m}$ 以上。通过使层叠体的整体厚度为100 $\mu\text{m}$ 以上,可得到成形加工也难以破裂的优点。层叠体的整体厚度优选为200 $\mu\text{m}$ 以上。另外,在本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的一实施方式中,构成电磁波屏蔽材料的层叠体的整体厚度为500 $\mu\text{m}$ 以下。通过使层叠体的整体厚度在500 $\mu\text{m}$ 以下,可得到成形加工容易的优点。层叠体的整体厚度优选为400 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为300 $\mu\text{m}$ 以下。

[0058] 本发明所涉及的电磁波屏蔽材料特别能够用于电气或电子设备(例如,逆变器、通信设备、谐振器、电子管或放电灯、电加热设备、马达、发电机、电子部件、印刷电路、医疗设备等)的包覆材料或外装材料、与电气或电子设备连接的配线或通信缆线的包覆材料、电磁波屏蔽片、电磁波屏蔽板、电磁波屏蔽袋、电磁波屏蔽箱、电磁波屏蔽室等各种电磁波屏蔽用途。特别地,在这些用途中,能够合适地在需要电磁波屏蔽材料的立体成形品的部位使用。

[0059] 根据本发明所涉及的电磁波屏蔽材料的一实施方式,在200kHz下能够具有23dB以上的磁场屏蔽特性(在接收侧多少程度的信号衰减),优选能够具有25dB以上的磁场屏蔽特性。在本发明中,通过KEC法来测定磁场屏蔽特性。KEC法是指日本关西电子工业振兴中心的「电磁波屏蔽特性测定法」。

[0060] 实施例

[0061] 以下与比较例一同示出本发明的实施例,提供实施例和比较例仅用于更好地理解本发明及其优点,非旨在限制本发明。

[0062] (1.准备金属箔)

[0063] 准备在表1中记载的各金属箔。关于金属箔,按照测试编号制造表1中记载的金属铸锭,进行热轧和冷轧后,重复退火以及冷轧得到表1中记载的各厚度的金属箔。在施加镀层的情况下,在脱脂和酸洗后,在金属箔的两面上按照在表1中测试编号所记载的组成以及附着量的条件下施加电镀。最后,通过进行再结晶退火来软化金属箔。在不施加镀层的情况下,在再结晶退火前不脱脂或酸洗即进行再结晶退火,最后进行酸洗。表中,「一」是没有施加镀层的示例。而且,各金属箔制作成足够大以能够分别实施表面粗糙度的测定、镀层附着量的测定以及层叠体的制作。

[0064] 表1中记载的各符号如下所示。金属箔的导电率按照JIS C2525:1999的双电桥法来测定:

[0065] Cu: 轧制铜箔(20℃下的导电率: $58.0 \times 10^6 \text{ S/m}$ )

[0066] Al: 铝箔(20℃下的导电率: $39.6 \times 10^6 \text{ S/m}$ )

[0067] Ni: 镍箔(20℃下的导电率: $14.5 \times 10^6 \text{ S/m}$ )

[0068] Fe: 软铁箔(20℃下的导电率: $9.9 \times 10^6 \text{ S/m}$ )

[0069] <表面粗糙度的测定>

[0070] 按照JIS B0601:1994使用接触式粗糙度计((株式会社)小阪研究所制造,表面粗糙度测定器SE-3400)来测定以上准备的各金属箔(施加镀层的情况下为电镀后的金属箔)的表面粗糙度Rz(十点平均粗糙度)。多次测定铜箔表面的Rz时的平均值在表1中示出。Rz的值的误差大致在 $\pm 0.2 \mu\text{m}$ 。在表1中每个测试例记载了一个Rz值,意味着在一个测试例中使用的全部的金属箔的表面的Rz被调整到表1记载的值的 $\pm 0.2 \mu\text{m}$ 范围内。藉由电镀的电流密度和电镀前的金属箔的粗糙度的改变,Rz的调整是可能的。

[0071] <镀层附着量的测定>

[0072] 通过测定电镀前后的重量来算出单位面积的镀层附着量。在为合金镀层的情况下用各镀层元素的附着量的合计值来表示附着量。而且,表1中每一个测试例均记载了一个附着量的值,意味着在一个测试例中使用的全部的金属箔的表面的镀层附着量被调整到表1记载的值的 $\pm 5 \mu\text{g/dm}^2$ 范围内。

[0073] (2. 绝缘膜的准备)

[0074] 绝缘膜使用了市售品。表1中记载的各符号如下所示:

[0075] PP: 热塑性聚丙烯膜

[0076] PBT: 热塑性聚对苯二甲酸丁二醇酯膜

[0077] TPU: 热塑性聚氨酯膜

[0078] PC: 热塑性聚碳酸酯膜

[0079] TPI: 热塑性聚酰亚胺

[0080] < $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 的测定>

[0081] 对于准备的各绝缘膜,按照JIS K7127:1999,制作宽度 $12.7 \times$ 长度 $150\text{mm}$ 的测试片,使用拉伸测试机(岛津制作所制造,型号AUTOGRAPH AGS-10kN),在 $50\text{mm/min}$ 的拉伸速度下实施拉伸实验,得到应力应变曲线(SS曲线)。每个测试例中对于在层叠体中使用所有的绝缘膜, $\varepsilon = 0.2 \sim 0.5$ 的 $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 始终为 $0\text{Pa}$ 以上的情况记做○,对于在层叠体中使用的至少一张绝缘膜,存在 $\varepsilon = 0.2 \sim 0.5$ 的 $\partial\sigma/\partial\varepsilon$ 不足 $0\text{Pa}$ 的位置的情况记做×。结果在表1中示出。虽然使用的绝缘膜的种类相同,但是没有成为链状高分子彼此通过氢键来结合的结构,或者膜

不延伸的比较例3以及4的评价为×。

[0082] (3. 电磁波屏蔽材料的制作)

[0083] 交替层叠准备的金属箔以及绝缘膜,在 $10\text{N}/\text{cm}^2$ 的压力下,PP在 $160^\circ\text{C}$ 的温度下,PBT在 $200^\circ\text{C}$ 的温度下,TPU在 $180^\circ\text{C}$ 的温度下,PC在 $230^\circ\text{C}$ 的温度下,TPI在 $280^\circ\text{C}$ 的温度下进行热压接合,制作具有表1中记载各层叠结构的实施例以及比较例的电磁波屏蔽材料。

[0084] <对称性>

[0085] 分别算出从构成电磁波屏蔽材料的层叠体的板厚中心到绝缘膜(树脂层)与金属箔的各边界面的板厚方向上的距离。从板厚中心到朝向一边板面的方向的各边界面的距离,与从板厚中心到朝向相反侧板面的方向的各边界面的距离相比较,到彼此对应的边界面的两个距离差与两个边界面中离板厚中心较近者的上述的距离相比均在10%以内的情况记做○,其他的记做×。结果显示在表2中。

[0086] <密合性评价>

[0087] 另外准备在各测试例中使用的金属箔和树脂层各一张,在 $10\text{N}/\text{cm}^2$ 的压力下,PP在 $160^\circ\text{C}$ 的温度下,PBT在 $200^\circ\text{C}$ 的温度下,TPU在 $180^\circ\text{C}$ 的温度下,PC在 $230^\circ\text{C}$ 的温度下,TPI在 $280^\circ\text{C}$ 的温度下对金属箔和树脂层进行热压接合,制造剥离测试用的试料。接着,对得到的试料按照JIS C5016:1994,进行 $90^\circ$ 剥离测试。剥离强度为 $0.7\text{kN}/\text{m}$ 以上的情况记做○,为 $0.3\text{kN}/\text{m}$ 以上不足 $0.7\text{kN}/\text{m}$ 的情况记做○,不足 $0.3\text{kN}/\text{m}$ 的情况记做×。结果在表2中示出。

[0088] <成形性评价>

[0089] 使用将各测试例的电磁波屏蔽材料制作成半径 $50\text{mm}$ 的半球的模具,材料温度以及模具温度为 $50^\circ\text{C}$ , $5\text{t}$ 的冲压下进行成形时,金属箔或层叠体(金属箔+树脂层)发生破裂的记做×,未破裂的记做○。而且,不存在仅树脂层破裂的情况。结果在表2中示出。

[0090] <屏蔽特性>

[0091] 将各测试例的电磁波屏蔽材料设置在磁场屏蔽效果评价装置(Techno Science Japan公司制造的型号TSES-KEC)中,在频率为 $200\text{kHz}$ 、 $20^\circ\text{C}$ 的条件下,用KEC法评价磁场屏蔽效果。有 $25\text{dB}$ 以上的屏蔽效果的记做○,为 $23\text{dB}$ 以上不足 $25\text{dB}$ 的记做○,不足 $23\text{dB}$ 的记做×。结果在表2中示出。

[0092] (考察)

[0093] 结果在表2中示出。由于比较例1中金属箔以及树脂层的数量不足,因此不能得到高的电磁波屏蔽效果。比较例2-7中层叠体的对称性差,因此成形性产生问题。另外,在比较例2中通过用具有粗的表面的辊进行轧制,使铜表面的粗糙度 $Rz$ 为 $0.8\mu\text{m}$ ,密合性良好。比较例3中虽然施加了镀层,但由于金属箔的粗糙度 $Rz$ 大,因而树脂产生了内聚破坏,所以密合性以及成形性差。比较例1、4中施加了Cu-Ni-Co合金镀层,由于进一步施加了镀层以使表面粗糙度 $Rz$ 为 $0.8\mu\text{m}$ ,因此密合性良好。在比较例5以及6中,由于没有施加镀层,因此密合性差。比较例7中TPU和Cu-Ni-Co合金镀层的兼容性好,金属箔的表面粗糙度适当,因此密合性好,但是由于对称性的问题成形性不足。另一方面,实施例1-18中金属箔以及树脂层的层叠结构合适,在电磁波屏蔽特性、轻量特性以及成形性上有良好的平衡。

[0094] [表1-1]

实施例	层叠结构				金属箔				树脂层			
	种类	张数	厚度 (μm)	按层叠顺序记载	组成	镀层	附着量 (μg/dm <sup>2</sup> )	R <sub>z</sub> (μm)	种类	张数	厚度 (μm) 按层叠顺序记载	θσ / θε
1 PP/Cu/PP/Cu/PP	Cu	2	35.35		Ni-Co合金		105	0.5	PP	3	25.150.25	O
2 Cu/PBT/Cu/PBT/Cu	Cu	3	18.18.18	Ni			60	0.4	PBT	2	100.100	O
3 TPU/Cu/TPU/Cu/TPU	Cu	2	35.35		Cu-Ni合金		230	0.7	TPU	3	50.100.50	O
4 PC/Cu/PC/Cu/PC/Cu/PC	Cu	4	18.9.9.18		Cu-Ni-Co合金		480	1.2	PC	5	25.25.50.25.25	O
5 PP/Cu/PP/Cu/PP	Cu	2	18.18	-		-	0.7	PP	3	50.150.50	O	
6 Cu/PBT/Cu/PBT/Cu	Cu	3	18.12.18	Fe			50	0.4	PBT	2	100.100	O
7 TPU/Cu/TPU/Cu/TPU	Cu	2	18.18		Cu-Ni-Co合金		230	0.7	TPU	3	50.100.50	O
8 Cu/PC/Cu/PC/Cu	Cu	3	18.35.18		Cu-Ni-Co合金		230	0.7	PC	2	100.100	O
9 PP/Cu/PP/Cu/PP	Cu	2	35.35		Cu-Ni-Co合金		250	0.7	PP	3	100.100.100	O
10 PBT/Cu/PBT/Cu/PBT/Cu/PBT	Cu	3	18.12.18		Cu-Ni-Co合金		240	0.7	PBT	4	50.100.100.50	O
11 TPU/Cu/TPU/Cu/TPU	Cu	2	35.35		Cu-Ni-Co合金		260	0.7	TPU	3	50.150.50	O
12 TPI/Cu/TPI/Cu/TPI/Cu/TPI	Cu	3	18.18.18		Cu-Ni-Co合金		260	0.7	TPI	4	75.75.75.75	O
13 PC/Ni/PC/Ni/PC	Ni	2	30.30	-		-	0.5	PC	3	100.100.100	O	
14 PP/Al/PP/Al/PP	Al	2	25.25		-	-	0.6	PP	3	75.100.75	O	
15 PBT/Fe/PBT/Fe/PBT	Fe	2	50.50		-	-	0.7	PBT	3	100.150.100	O	
16 TPU/Al/TPU/Al/TPU	Al	2	25.25		-	-	0.8	TPU	3	50.75.50	O	
17 PC/Cu/PC/Cu/PC/Cu/PC	Cu	4	18.12.9.18		Cu-Ni-Co合金		480	1.2	PC	5	25.25.100.25.25	O
18 TPU/Cu/TPU/Cu/TPU/Cu/TPU	Cu	4	18.9.9.22		Cu-Ni-Co合金		480	1.2	TPU	5	50.50.100.50.50	O

[0095]

[表1-2]

比较例	层叠结构			金属箔			树脂层		
	种类	张数	厚度(μm) 按层叠顺序记载	组成	镀层 (μm)	Rz (μm)	种类	张数	厚度(μm) 按层叠顺序记载
1 PP/Cu/PP	Cu	1	50	Cu-Ni-Co合金	250	0.8	PP	2	50, 50
2 Cu/TPU/Cu	Cu	2	18, 35	-	-	0.8	TPU	1	50
3 Cu/PC/Cu/PC/Cu/PC/Cu	Cu	4	12, 12, 12, 12	Cu-Ni合金	1050	1.8	PC	3	50, 75, 75
4 PP/Cu/PP/Cu/PP	Cu	2	12, 35	Cu-Ni-Co合金	250	0.8	PP	3	50, 50, 100
5 PP/Ni/PP/Ni/PP/Ni/PP	Ni	3	30, 30, 30	-	-	0.5	PP	4	100, 50, 100, 50
6 PBT/Al/PBT/Al/PBT/Al/PBT	Al	3	50, 25, 50	-	-	0.3	PBT	4	25, 12, 25, 12
7 TPU/Cu/TPU/Cu/TPU/Cu/TPU/Cu/TPU/Cu/TPU	Cu	4	18, 9, 9, 20	Cu-Ni-Co合金	480	1.2	TPU	5	50, 50, 100, 75, 50

[0098] [表2-1]

[0099]

实施例	屏蔽材料的特性评价				
	对称性	密合性	成形性	总厚度 ( $\mu\text{m}$ )	屏蔽效果
1	○	◎	◎	135	◎
2	○	◎	◎	254	◎
3	○	◎	◎	270	◎
4	○	◎	◎	204	◎
5	○	○	○	286	◎
6	○	◎	◎	248	◎
7	○	◎	◎	236	◎
8	○	◎	◎	271	◎
9	○	◎	◎	370	◎
10	○	◎	◎	348	◎
11	○	◎	◎	320	◎
12	○	◎	◎	354	◎
13	○	○	○	360	○
14	○	○	○	300	○
15	○	○	○	450	○
16	○	○	○	225	○
17	○	◎	◎	254	◎
18	○	◎	◎	381	◎

[0100]

[表2-2]

[0101]

比较例	屏蔽材料的特性评价				
	对称性	密合性	成形性	总厚度 ( $\mu\text{m}$ )	屏蔽效果
1	○	◎	○	150	×
2	×	○	×	103	◎
3	×	×	×	248	◎
4	×	○	×	247	◎
5	×	×	×	390	◎
6	×	×	×	149	◎
7	×	◎	×	381	◎

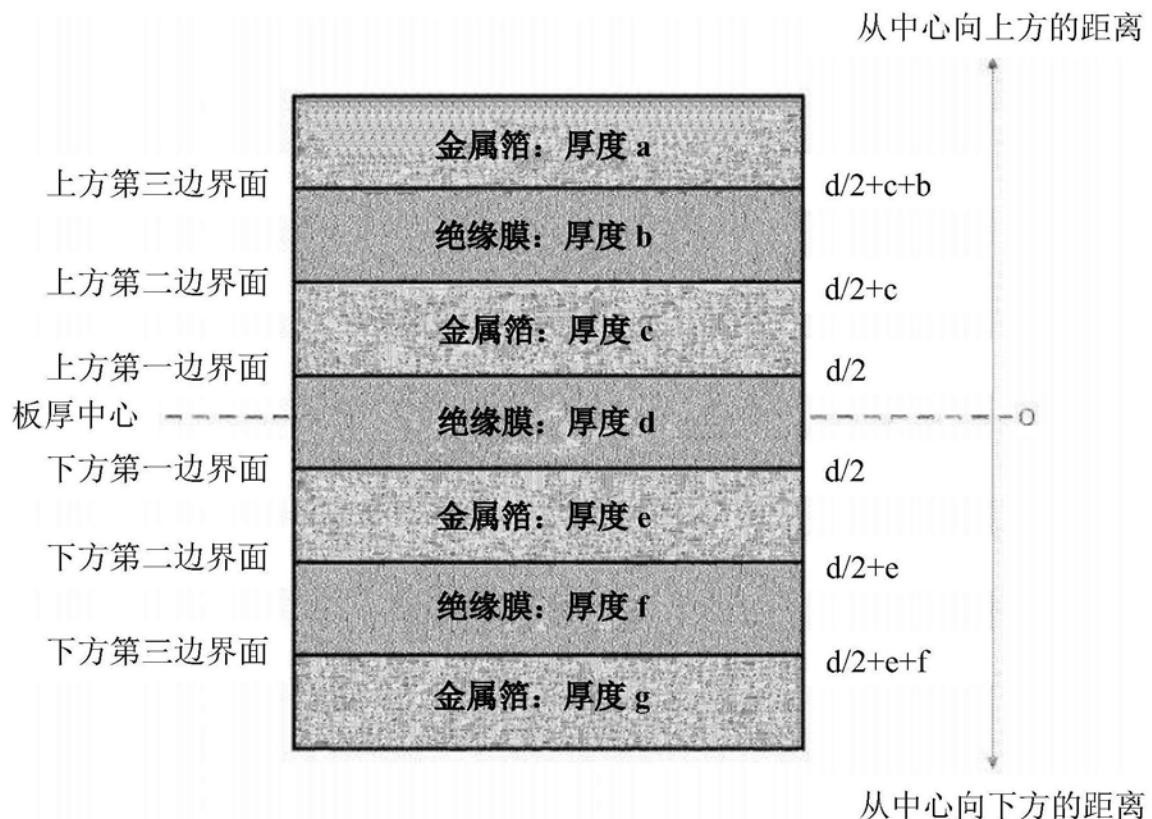


图1