



(10) 授权公告号 CN 114271041 B

(45) 授权公告日 2024.08.13

(21) 申请号 202080056518.0

(22) 申请日 2020.08.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114271041 A

(43) 申请公布日 2022.04.01

(30) 优先权数据
2019-148183 2019.08.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.02.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/029622 2020.08.03

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/029245 JA 2021.02.18

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 中井义博 桥本浩一

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 周欣

(51) Int.Cl.
H05K 9/00 (2006.01)
H01Q 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2010077198 A, 2010.04.08
JP H11354972 A, 1999.12.24

审查员 雷杰

权利要求书4页 说明书30页

(54) 发明名称

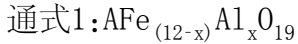
电波吸收性组合物及电波吸收体

(57) 摘要

一种电波吸收性组合物,其包含磁性粉体及粘合剂。一种电波吸收体,其包含磁性粉体及粘合剂。上述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,并且上述粘合剂为聚酰胺。

1. 一种电波吸收性组合物,其包含磁性粉体及粘合剂,
所述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,并且所述粘合剂为选自由聚酰胺9T、聚酰胺11、及非晶性聚酰胺组成的组中的1种以上的聚酰胺。

2. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
所述取代型六方晶铁氧体具有由下述通式1表示的组成;



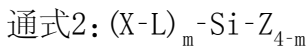
通式1中,A表示选自由Sr、Ba、Ca及Pb组成的组中的1种以上的原子,x满足 $1.50 \leq x \leq 8.00$ 。

3. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
所述取代型六方晶铁氧体为取代型六方晶锆铁氧体。

4. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
所述表面处理剂为选自由硅系化合物及钛系化合物组成的组中的1种以上的化合物。

5. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
所述表面处理剂为硅系化合物。

6. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
所述表面处理剂为由下述通式2表示的硅系化合物;



通式2中,

X表示氢原子、烷基、烯基、芳基、脂环基、杂环基、羟基、丙烯酰胺基、硫烷基、异氰酸酯基、硫氰酸酯基、脒基、氰基、酸酐基、叠氮基、羧基、酰基、硫代氨基甲酰基、磷酸基、磷烷基、磺酸基或氨磺酰基,

L表示选自由单键、亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳基、-O-、-S-、-NR^a-、酯键、硫酯键、酰胺键、硫代酰胺键及磺酰基组成的组中的1种2价基团或键、或将它们中的2种以上组合而成的2价基团或键,

R^a表示氢原子或取代基,

Z表示羟基、烷氧基或烷基,

m为1~3的范围的整数。

7. 根据权利要求6所述的电波吸收性组合物,其中,
通式2中,

m为1,并且X表示烯基或杂环基,或者

m为2或3,并且通式2中包含的多个X分别独立地表示烯基或杂环基。

8. 根据权利要求6所述的电波吸收性组合物,其中,
通式2中,

m为1,并且X表示酰基、丙烯酰胺基或杂环基,或者

m为2或3,并且通式2中包含的多个X分别独立地表示酰基、丙烯酰胺基或杂环基,

所述酰基为(甲基)丙烯酰基,

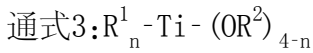
所述杂环基为环氧基。

9. 根据权利要求6所述的电波吸收性组合物,其中,
通式2中,X表示杂环基,该杂环基为环氧基。

10. 根据权利要求9所述的电波吸收性组合物,其中,
通式2中,L包含碳原子数4~12的亚烷基。

11. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
所述表面处理剂为环氧基硅烷。

12. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
所述表面处理剂为由下述通式3表示的钛系化合物;



通式3中,

R^1 表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、芳基或不饱和脂肪族基团,

R^2 表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、烯基、芳基、磷酸酯基或 $-\text{SO}_2\text{R}^S$,

R^S 表示取代基,

n为0~3的范围的整数。

13. 根据权利要求12所述的电波吸收性组合物,其中,
由通式3表示的钛系化合物包含选自由N、P及S组成的组中的1种以上的原子。

14. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,
相对于所述磁性粉体与所述聚酰胺的总质量100质量%包含50质量%以上的所述磁性粉体。

15. 根据权利要求1所述的电波吸收性组合物,其中,

所述磁性粉体为相对于取代型六方晶铁氧体的粉体100质量份用0.5质量份以上且1.5质量份以下的量的表面处理剂进行表面处理而得的取代型六方晶铁氧体的粉体。

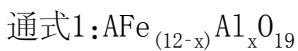
16. 一种电波吸收体,其包含磁性粉体及粘合剂,

所述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,并且

所述粘合剂为选自由聚酰胺9T、聚酰胺11、及非晶性聚酰胺组成的组中的1种以上的聚酰胺。

17. 根据权利要求16所述的电波吸收体,其中,

所述取代型六方晶铁氧体具有由下述通式1表示的组成;



通式1中,A表示选自由Sr、Ba、Ca及Pb组成的组中的1种以上的原子,x满足 $1.50 \leq x \leq 8.00$ 。

18. 根据权利要求16所述的电波吸收体,其中,

所述取代型六方晶铁氧体为取代型六方晶锶铁氧体。

19. 根据权利要求16所述的电波吸收体,其中,

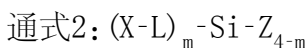
所述表面处理剂为选自由硅系化合物及钛系化合物组成的组中的1种以上的化合物。

20. 根据权利要求16所述的电波吸收体,其中,

所述表面处理剂为硅系化合物。

21. 根据权利要求16所述的电波吸收体,其中,

所述表面处理剂为由下述通式2表示的硅系化合物;



通式2中,

X表示氢原子、烷基、烯基、芳基、脂环基、杂环基、羟基、丙烯酰胺基、硫烷基、异氰酸酯基、硫氰酸酯基、脒基、氰基、酸酐基、叠氮基、羧基、酰基、硫代氨基甲酰基、磷酸基、磷烷基、磺酸基或氨磺酰基，

L表示选自自由单键、亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳基、-O-、-S-、-NR^a-、酯键、硫酸酯键、酰胺键、硫代酰胺键及磺酰基组成的组中的1种2价基团或键、或将它们中的2种以上组合而成的2价基团或键，

R^a表示氢原子或取代基，

Z表示羟基、烷氧基或烷基，

m为1~3的范围的整数。

22. 根据权利要求21所述的电波吸收体，其中，

通式2中，

m为1，并且X表示烯基或杂环基，或者

m为2或3，并且通式2中包含的多个X分别独立地表示烯基或杂环基。

23. 根据权利要求21所述的电波吸收体，其中，

通式2中，

m为1，并且X表示酰基、丙烯酰胺基或杂环基，或者

m为2或3，并且通式2中包含的多个X分别独立地表示酰基、丙烯酰胺基或杂环基，

所述酰基为(甲基)丙烯酰基，

所述杂环基为环氧基。

24. 根据权利要求21所述的电波吸收体，其中，

通式2中，X表示杂环基，该杂环基为环氧基。

25. 根据权利要求24所述的电波吸收体，其中，

通式2中，L包含碳原子数4~12的亚烷基。

26. 根据权利要求16所述的电波吸收体，其中，

所述表面处理剂为环氧基硅烷。

27. 根据权利要求16所述的电波吸收体，其中，

所述表面处理剂为由下述通式3表示的钛系化合物；

通式3： $R_n^1-Ti-(OR^2)_{4-n}$

通式3中，

R¹表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、芳基或不饱和脂肪族基团，

R²表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、烯基、芳基、磷酸酯基或-SO₂R^S，

R^S表示取代基，

n为0~3的范围的整数。

28. 根据权利要求27所述的电波吸收体，其中，

由通式3表示的钛系化合物包含选自自由N、P及S组成的组中的1种以上的原子。

29. 根据权利要求16所述的电波吸收体，其中，

相对于所述磁性粉体与所述聚酰胺的总质量100质量%包含50质量%以上的所述磁性粉体。

30. 根据权利要求16所述的电波吸收体，其中，

所述磁性粉体为相对于取代型六方晶铁氧体的粉体100质量份用0.5质量份以上且1.5质量份以下的量的表面处理剂进行表面处理而得的取代型六方晶铁氧体的粉体。

电波吸收性组合物及电波吸收体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电波吸收性组合物及电波吸收体。

背景技术

[0002] 作为电波吸收体,已知有作为电波吸收材料包含磁性粉体的电波吸收体。并且,作为包含磁性粉体的电波吸收体,可列举混合有磁性粉体和粘合剂的电波吸收体(参考专利文献1、2)。

[0003] 以往技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2003-332784号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2012-9797号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的技术课题

[0008] 近年来,作为使用电波电子设备,用于通过收发电波来识别对象物的雷达受到关注。例如,车载用雷达通过发送电波并接收已发送的电波由对象物(行人、车辆等)反射的电波,能够识别对象物的存在、与对象物的距离等。为了防止与对象物的碰撞,汽车的自动驾驶控制系统根据雷达识别对象物的结果,根据需要自动刹车以停止汽车,或者能够自动控制速度以保持与对象物的距离。

[0009] 如上所述,为了提高根据雷达所识别的结果进行各种控制的系统的可靠性,期望提高雷达的性能。因此,近年来,已经开始研究在雷达的电波收发单元的正面侧(从外部入射的电波的入射侧)设置电波吸收体来提高识别精度。为了提高识别精度,要求电波吸收体具有优异的电波吸收性能。

[0010] 此外,还要求电波吸收体具有优异的机械耐久性,以便长期持续有助于提高雷达的识别精度。

[0011] 鉴于以上情况,本发明的一方式的目的在于,提供一种兼具优异的电波吸收性能和机械耐久性的电波吸收体。

[0012] 用于解决技术课题的手段

[0013] 本发明人等为了实现上述目的重复进行了深入研究的结果,新发现了作为磁性粉体及粘合剂的组合,组合使用经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体和聚酰胺,由此能够获得电波吸收性能及耐久性优异的电波吸收体。

[0014] 即,本发明的一方式涉及一种电波吸收性组合物,其包含磁性粉体及粘合剂,其中,

[0015] 上述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,并且上述粘合剂为聚酰胺。

[0016] 并且,本发明的一方式涉及一种电波吸收体,其包含磁性粉体及粘合剂,其中,

[0017] 上述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,并且上述粘合剂为聚酰胺。

[0018] 在一方式中,上述电波吸收体可以为将上述电波吸收性组合物成型而成的成型品。

[0019] 在一方式中,上述取代型六方晶铁氧体能够具有由下述通式1表示的组成。

[0020] 通式1: $AFe_{(12-x)}Al_xO_{19}$

[0021] 通式1中,A表示选自包括Sr、Ba、Ca及Pb的组中的1种以上的原子,x满足 $1.50 \leq x \leq 8.00$ 。

[0022] 在一方式中,上述取代型六方晶铁氧体可以为取代型六方晶锆铁氧体。

[0023] 在一方式中,上述表面处理剂可以为选自包括硅系化合物及钛系化合物的组中的1种以上的化合物。

[0024] 在一方式中,上述表面处理剂可以为硅系化合物。

[0025] 在一方式中,上述表面处理剂可以为由下述通式2表示的硅系化合物。

[0026] 通式2: $(X-L)_m-Si-Z_{4-m}$

[0027] 通式2中,

[0028] X表示氢原子、烷基、烯基、芳基、脂环基、杂环基、羟基、丙烯酰胺基、硫烷基、异氰酸酯基、硫氰酸酯基、脲基、氰基、酸酐基、叠氮基、羧基、酰基、硫代氨基甲酰基、磷酸基、磷烷基、磺酸基或氨磺酰基,

[0029] L表示选自包括单键、亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳基、-O-、-S-、-NR^a-、酯键、硫酯键、酰胺键、硫代酰胺键及磺酰基的组中的1种2价基团或键、或将这些中的2种以上组合而成的2价基团或键,

[0030] R^a表示氢原子或取代基,

[0031] Z表示羟基、烷氧基或烷基,

[0032] m为1~3的范围的整数。

[0033] 在一方式中,通式2中,m为1,并且X能够表示烯基或杂环基,或、m为2或3,并且通式2中包含多个的X能够分别独立地表示烯基或杂环基。

[0034] 在一方式中,通式2中,m为1,并且X表示酰基、丙烯酰胺基或杂环基,或m为2或3,并且通式2中包含多个的X能够分别独立地表示酰基、丙烯酰胺基或杂环基。上述酰基可以为(甲基)丙烯酰基,上述杂环基可以为环氧基。

[0035] 在一方式中,通式2中,X能够表示环氧基。

[0036] 在一方式中,通式2中,L能够包含碳原子数4~12的亚烷基。

[0037] 在一方式中,上述表面处理剂可以为由下述通式3表示的钛系化合物。

[0038] 通式3: $R_n^1-Ti-(OR^2)_{4-n}$

[0039] 通式3中,

[0040] R¹表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、芳基或不饱和脂肪族基团,

[0041] R²表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、烯基、芳基、磷酸酯基或-SO₂R^S,

[0042] R^S表示取代基,

[0043] n为0~3的范围的整数。

[0044] 在一方式中,由通式3表示的钛系化合物能够包含选自包括N、P及S的组中的1种以

上的原子。

[0045] 在一方式中,上述聚酰胺可以为选自包括聚酰胺46、聚酰胺6、聚酰胺66、聚酰胺610、聚酰胺612、聚酰胺1010、聚酰胺1012、聚酰胺11、芳香族聚酰胺、聚酰胺弹性体及非晶性聚酰胺的组中的1种以上的聚酰胺。

[0046] 在一方式中,上述聚酰胺可以为选自包括聚酰胺9T、聚酰胺11、聚酰胺弹性体及非晶性聚酰胺的组中的1种以上的聚酰胺。

[0047] 发明效果

[0048] 根据本发明的一方式,能够提供一种兼具优异的电波吸收性能和耐久性的电波吸收体及能够用于制造该电波吸收体的电波吸收性组合物。

具体实施方式

[0049] [电波吸收性组合物、电波吸收体]

[0050] 本发明的一方式涉及一种包含磁性粉体及粘合剂的电波吸收性组合物。在上述电波吸收性组合物中,上述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,并且上述粘合剂为聚酰胺。

[0051] 并且,本发明的一方式涉及一种电波吸收体,其包含磁性粉体及粘合剂。在上述电波吸收体中,上述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,并且上述粘合剂为聚酰胺。

[0052] 在本发明及本说明书中,“电波”是指3兆赫 (THz) 以下的频率的电磁波。电波吸收体及用于制造电波吸收体的组合物具有电波吸收性。电波吸收性例如能够通过透射衰减量和/或反射衰减量进行评价,可以说透射衰减量的值越高、反射衰减量的值越高、或透射衰减量的值及反射衰减量的值越高,具有越优异的电波吸收性。

[0053] 在本发明及本说明书中,“粉体”是指多个粒子的集合。所谓“集合”,不限于构成集合的粒子直接接触的方式,还包含粘合剂等插入于粒子彼此之间的方式。

[0054] 以下,对上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体进行更详细的说明。

[0055] <磁性粉体>

[0056] 上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体作为磁性粉体包含经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体。经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体也能够称为被表面处理剂包覆的取代型六方晶铁氧体的粉体。经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体中,构成粉体的至少一部分粒子的至少一部分表面被表面处理剂包覆。例如,能够通过利用公知的方法分析从电波吸收体切出的切片试样来确认电波吸收体包含经表面处理剂表面处理的磁性粉体。或者,能够通过如下来确认,即,利用公知的方法从电波吸收体或电波吸收性组合物采集磁性粉体,并利用质量分析、气相色谱分析等公知的方法分析采集的磁性粉体。

[0057] (取代型六方晶铁氧体的粉体)

[0058] 上述磁性粉体为经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体。在本发明及本说明书中,“六方晶铁氧体的粉体”是指通过X射线衍射分析检测到六方晶铁氧体型的结晶结构作为主相的磁性粉体。主相是指在通过X射线衍射分析所获得的X射线衍射光谱中最高强度的衍射峰所属的结构。例如,当在通过X射线衍射分析所获得的X射线衍射光谱中

最高强度的衍射峰属于六方晶铁氧体型的结晶结构时,判断为六方晶铁氧体型的结晶结构作为主相被检测出。当通过X射线衍射分析仅检测到单一结构时,将该检测到的结构作为主相。六方晶铁氧体型的结晶结构作为构成原子至少包含铁原子、二价金属原子及氧原子。在未取代型六方晶铁氧体中,构成六方晶铁氧体的晶体结构的原子仅为铁原子、二价金属原子及氧原子。相对于此,取代型六方晶铁氧体作为构成六方晶铁氧体的晶体结构的原子,包含铁原子、二价金属原子及氧原子以及1种以上的其他原子。该1种以上的其他原子在六方晶铁氧体的晶体结构中通常为取代一部分铁的原子。二价金属原子是能够作为离子而成为二价的阳离子的金属原子,能够列举锶原子、钡原子、钙原子等碱土类金属原子、铅原子等。在本发明及本说明书中,“六方晶锶铁氧体的粉体”是指六方晶铁氧体的晶体结构中所包含的主要二价金属原子为锶原子。主要二价金属原子是指在六方晶铁氧体的晶体结构中所包含的二价金属原子中以原子%基准占最多的二价金属原子。然而,上述二价金属原子不包含希土类原子。本发明及本说明书中的“希土类原子”选自包括钪原子(Sc)、钇原子(Y)及镧系原子的组。镧系原子选自包括镧原子(La)、铈原子(Ce)、镨原子((Pr)、钕原子(Nd)、钷原子(Pm)、钐原子(Sm)、铕原子(Eu)、钆原子(Gd)、铽原子(Tb)、镝原子(Dy)、铥原子(Ho)、铒原子(Er)、铥原子(Tm)、镱原子(Yb)及镱原子(Lu)的组。

[0059] 取代型六方晶铁氧体作为构成六方晶铁氧体的晶体结构的原子,包含铁原子、二价金属原子及氧原子以及1种以上的其他原子。作为这种原子,能够列举选自包括Al、Ga及In的组中的1种以上的三价金属原子、Mn和Ti、Co和Ti、Zn和Ti等二价和四价的金属原子的组合。取代型六方晶铁氧体优选地可以为取代型六方晶锶铁氧体。

[0060] 在一方式中,上述磁性粉体可以为经表面处理剂表面处理的磁铅石型(通常称为“M型”)的取代型六方晶铁氧体的粉体。磁铅石型的六方晶铁氧体在不包含取代铁的原子,的情况下,具有由组成式: $AFe_{12}O_{19}$ 表示的组成。在此,A能够表示选自包括Sr、Ba、Ca及Pb的组中的至少一种原子,并且还包含这些2种以上以任意比例包含的方式。

[0061] 作为从电波吸收性能的观点考虑为优选的六方晶铁氧体,能够列举磁铅石型的六方晶铁氧体的铁原子的一部分被铝原子取代的取代型的磁铅石型六方晶铁氧体。作为这种六方晶铁氧体的一方式,能够列举具有由下述通式1表示的组成的取代型六方晶铁氧体。

[0062] 通式1: $AFe_{(12-x)}Al_xO_{19}$

[0063] 通式1中,A表示选自包括Sr、Ba、Ca及Pb的组中的一种以上的原子(以下,也记载为“A原子”),可以只有1种,也可以以任意比例包含2种以上,从提高构成粉体的粒子之间的组成的均匀性的观点考虑,优选仅为1种。

[0064] 从高频带中的电波吸收性能的观点考虑,通式1中的A优选为选自包括Sr、Ba及Ca的组中的1种以上的原子,更优选为Sr。

[0065] 通式1中,x满足 $1.50 \leq x \leq 8.00$ 。从高频带中的电波吸收性能的观点考虑,x为1.50以上,更优选大于1.50,进一步优选为2.00以上,更进一步优选大于2.00。并且,从磁特性的观点考虑,x为8.00以下,优选小于8.00,更优选为6.00以下,更优选小于6.00。

[0066] 作为由通式1表示的磁铅石型的取代型六方晶铁氧体的具体例,可列举 $SrFe_{(9.58)}Al_{(2.42)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(9.37)}Al_{(2.63)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(9.27)}Al_{(2.73)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(9.85)}Al_{(2.15)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(10.00)}Al_{(2.00)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(9.74)}Al_{(2.26)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(10.44)}Al_{(1.56)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(9.79)}Al_{(2.21)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(9.33)}Al_{(2.67)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(7.88)}Al_{(4.12)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(7.04)}Al_{(4.96)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(7.37)}Al_{(4.63)}O_{19}$ 、 $SrFe_{(6.25)}Al_{(5.75)}O_{19}$ 、

$\text{SrFe}_{(7.71)}\text{Al}_{(4.29)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{Sr}_{(0.80)}\text{Ba}_{(0.10)}\text{Ca}_{(0.10)}\text{Fe}_{(9.83)}\text{Al}_{(2.17)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{(9.50)}\text{Al}_{(2.50)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{CaFe}_{(10.00)}\text{Al}_{(2.00)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{PbFe}_{(9.00)}\text{Al}_{(3.00)}\text{O}_{19}$ 等。并且,作为具体例,还可列举具有后述表1所示的组成的取代型六方晶锶铁氧体。六方晶铁氧体的组成能够通过高频感应耦合等离子体发光分光分析来确认。作为确认方法的具体例,能够列举后述实施例中所记载的方法。或者,在切断电波吸收体等而使剖面露出后,对于所露出的剖面,例如也能够通过进行能量分散型X射线分析来确认电波吸收体中所包含的磁性粉体的组成。

[0067] 在一方式中,取代型六方晶铁氧体的粉体中,可以是晶相为单相,也可以是包含多个晶相的粉体,优选晶相为单相,更优选为晶相为单相的磁铅石型的取代型六方晶铁氧体的粉体。

[0068] “晶相为单相”的情况是指在X射线衍射分析中仅观察到1种显示任意的结晶结构的衍射图谱。X射线衍射分析例如能够通过后述实施例中所记载的方法来进行。当包含多个晶相时,在X射线衍射分析中,观察到2种以上的显示任意的结晶结构的衍射图谱。对于衍射图谱的归属,例如能够参考国际衍射数据中心(ICDD:International Centre for Diffraction Data(注册商标))的数据库。例如,对于含有Sr的磁铅石型六方晶铁氧体的衍射图谱,能够参考国际衍射数据中心(ICDD)的“00-033-1340”。但是,若铁原子的一部分被铝原子等取代原子取代,则峰位置从不包含取代原子时的峰位置偏移。

[0069] (取代型六方晶铁氧体的粉体的制造方法)

[0070] 作为取代型六方晶铁氧体的粉体的制造方法,可列举固相法及液相法。固相法是通过将多个固体原料以干式混合后获得的混合物进行煅烧来制造六方晶铁氧体的粉体的方法。相对于此,液相法包含使用溶液的工序。以下,对通过液相法的取代型六方晶铁氧体的粉体的制造方法的一方式进行说明。但是,以下所记载的制造方法为例示,上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体中所包含的磁性粉体的制造方法并不限定于下述例示。

[0071] 液相法的一方式能够包括:

[0072] 工序1,从包含铁原子、选自包括Sr、Ba、Ca及Pb的组中的至少一种原子及取代铁原子的取代原子中的1种以上的溶液中获得沉淀物;及

[0073] 工序2,将通过工序1所获得的沉淀物进行煅烧而获得煅烧体。

[0074] 以下,对各工序进行详细说明。

[0075] 工序1

[0076] 在工序1中,能够以沉淀物的形式获得六方晶铁氧体的前体。例如,为了获得作为取代铁原子的一部分的取代原子包含铝原子的六方晶铁氧体的粉体,能够在溶液中混合铁原子、A原子和铝原子。在该情况下,推测通过工序1所获得的沉淀物为氢氧化铁、氢氧化铝、铁原子和铝原子和A原子的复合氢氧化物等。

[0077] 在工序1中用于获得沉淀物的溶液优选为至少包含水的溶液,更优选为水溶液。例如,能够通过将包含各种原子的水溶液(以下,也记载为“原料水溶液”)与碱水溶液进行混合来生成沉淀物。并且,工序1能够包括将沉淀物进行固液分离的工序。

[0078] 原料水溶液例如可以为包含Fe盐、Al盐及A原子的盐的水溶液。这些盐例如可以为硝酸盐、硫酸盐、氯化物等水溶性的无机酸盐。

[0079] 作为Fe盐的具体例,可列举氯化铁(III)六水合物($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、硝酸铁(III)九水合物($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)等。

[0080] 作为Al盐的具体例,可列举氯化铝六水合物($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、硝酸铝九水合物($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)等。

[0081] A原子的盐可以是选自包括Sr盐、Ba盐、Ca盐及Pb盐的组中的1种以上。

[0082] 作为Sr盐的具体例,可列举氯化锶六水合物($\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、硝酸锶($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$)、乙酸锶0.5水合物($\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$)等。

[0083] 作为Ba盐的具体例,可列举氯化钡二水合物($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、硝酸钡($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$)、乙酸钡($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba}$)等。

[0084] 作为Ca盐的具体例,可列举氯化钙二水合物($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、硝酸钙四水合物($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)、乙酸钙一水合物($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$)等。

[0085] 作为Pb盐的具体例,可列举氯化铅(II)(PbCl_2)、硝酸铅(II)($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)等。

[0086] 但是,上述是例示,也能够使用其他盐。用于制备原料水溶液的各种盐的混合比只要根据所需六方晶铁氧体组成确定即可。

[0087] 作为碱水溶液,可列举氢氧化钠水溶液、氢氧化钾水溶液等。碱水溶液的浓度例如能够设为 $0.1\text{mol/L} \sim 10\text{mol/L}$ 。但是,只要能够生成沉淀物即可,碱水溶液的种类及浓度并不限定于上述例示。

[0088] 原料水溶液与碱水溶液只要进行混合即可。原料水溶液与碱水溶液可以一次混合总量,也可以将原料水溶液与碱水溶液慢慢混合。并且,也可以向原料水溶液及碱水溶液中的任一个中慢慢地添加另一种并进行混合。混合原料水溶液与碱水溶液的方法并无特别限定,例如可列举通过搅拌进行混合的方法。搅拌机构也并无特别限定,能够使用一般的搅拌机构。搅拌时间可以设定为能够生成沉淀物的时间,能够根据原料水溶液的组成、所使用的搅拌机构的种类等来适当地设定。

[0089] 例如,从防止突沸的观点考虑,混合原料水溶液与碱水溶液时的温度(液温)优选为 100°C 以下,从良好地进行沉淀物的生成反应的观点考虑,更优选为 95°C 以下,进一步优选为 15°C 以上且 92°C 以下。作为调整温度的机构,能够使用一般的加热装置、冷却装置等。通过原料水溶液与碱水溶液的混合而获得的水溶液在液温 25°C 下的pH例如从更容易获得沉淀物的观点考虑,优选在 $5 \sim 13$ 的范围,更优选在 $6 \sim 12$ 的范围。能够通过调节pH来控制取代原子的含有率。

[0090] 生成沉淀物后,将所获得的沉淀物进行固液分离时,其方法并无特别限定,可列举倾析法、离心分离、过滤(抽吸过滤、加压过滤等)等方法。例如,当通过离心分离进行固液分离时,离心分离的条件并无特别限定,例如,能够以转速 2000rpm (revolutions per minute)以上进行3分钟 \sim 30分钟的离心分离。并且,离心分离可以进行多次。

[0091] 工序2

[0092] 工序2为将通过工序1所获得的沉淀物进行煅烧的工序。

[0093] 在工序2中,通过将由工序1获得的沉淀物进行煅烧,能够将六方晶铁氧体的前体转换为六方晶铁氧体。煅烧可以使用加热装置来进行。加热装置并无特别限定,能够使用电炉等公知的加热装置、根据生产线制作而成的煅烧装置等。煅烧例如能够在大气环境下进行。煅烧温度及煅烧时间只要设定为能够将六方晶铁氧体的前体转化为六方晶铁氧体的范围即可。煅烧温度例如优选为 900°C 以上,更优选为 $900^\circ\text{C} \sim 1400^\circ\text{C}$ 的范围,进一步优选为 $1000^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ 的范围。煅烧时间例如优选为1小时 \sim 10小时的范围,更优选为2小时 \sim 6小

时的范围。并且,也能够在煅烧前干燥通过工序1所获得的沉淀物。干燥机构并无特别限定,例如可列举烘箱等干燥机。干燥温度例如优选为50°C~200°C的范围,更优选为70°C~150°C的范围。干燥时间例如优选为2小时~50小时的范围,更优选为5小时~30小时的范围。另外,上述煅烧温度及干燥温度可以是进行煅烧或干燥的装置的内部环境温度。

[0094] 通过上述工序2所获得的煅烧体可以是六方晶铁氧体的前体转化而显示六方晶铁氧体的结晶结构的块状的煅烧体或粉体状的煅烧体。此外,也能够实施粉碎该煅烧体的工序。粉碎能够通过乳钵及研杵、粉碎机(切碎机、球磨机、珠磨机、辊磨机、喷磨机、锤磨机、磨碎机等)等公知的粉碎机构进行。例如,当使用介质进行粉碎时,介质的粒径(所谓介质直径)例如,优选为0.1mm~5.0mm的范围,更优选为0.5mm~3.0mm的范围。“介质直径”在球状介质的情况下是指随机选择的多个介质(例如,珠子)的直径的算术平均。在非球状介质(例如,非球状珠子)的情况下,是指从透射型电子显微镜(TEM;Transmission Electron Microscope)或扫描型电子显微镜(SEM;Scanning Electron Microscope)的观察图像求出的、随机选择的多个介质的圆当量直径的算术平均。作为介质的材料,例如能够列举玻璃、氧化铝、钢、氧化锆、陶瓷等。并且,当使用切碎机进行粉碎时,能够根据粉碎的煅烧体的量、使用的切碎机的尺寸等来确定粉碎条件。例如,在一方式中,切碎机的转速能够设为5000~25000rpm左右。

[0095] (表面处理剂)

[0096] 上述取代型六方晶铁氧体的粉体经表面处理剂表面处理。本发明人等进行深入研究的结果,新发现了通过同时使用经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体和聚酰胺,能够提高电波吸收体的电波吸收性能及机械耐久性。

[0097] 作为机械耐久性,例如能够列举耐冲击疲劳性。耐冲击疲劳性优异的电波吸收体即使受到冲击力也不易疲劳,因此能够长期持续有助于提高雷达的识别精度,因此优选。可推测通过作为磁性粉体的经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体和作为粘合剂的聚酰胺的组合,能够提高构成磁性粉体的粒子与粘合剂的相容性及接合强度,并且能够抑制在粒子与粘合剂的界面产生的破坏现象的产生。由此,认为能够提高耐冲击疲劳性。

[0098] 并且,作为机械耐久性,例如还能够列举滑动耐性,滑动耐性优异的电波吸收体由于与其他部件的接触等,即使受到滑动力也难以磨损,因此能够长期持续有助于雷达的识别精度,因此优选。构成磁性粉体的粒子与粘合剂的相互作用能够有助于提高滑动耐性。关于该相互作用,可推测通过作为磁性粉体的经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体和作为粘合剂的聚酰胺的组合,能够提高构成磁性粉体的粒子与粘合剂的相容性及接合强度,并且即使受到滑动力,也能够抑制磁性粉体的粒子从电波吸收体脱离或部分被刮除。由此,认为能够提高滑动耐性。

[0099] 但是,以上仅为推测,并不限定本发明。

[0100] 作为表面处理剂,能够列举选自包括硅系化合物及钛系化合物的组中的1种以上的化合物。从进一步提高滑动耐性的观点考虑,优选硅系化合物及钛系化合物,从进一步提高耐冲击疲劳性及滑动耐性的观点考虑,更优选硅系化合物。在本发明及本说明书中,“系”是指“包含”。硅系化合物及钛系化合物可以为有机化合物或无机化合物,从进一步提高机械耐久性的观点考虑,优选为有机化合物。

[0101] 能够用作以下所记载的表面处理剂的各种化合物中所包含的基团的至少一部分可以为具有反应性的基团。具有反应性的基团是指能够与其他基团或键反应,并且在反应后成为与反应前不同的结构的基团。表面处理剂在表面处理后,在包覆取代型六方晶铁氧体的粉末的状态下反应性基团有时以反应后的形式存在,这种方式也包含在本发明中。

[0102] 硅系化合物

[0103] 作为适合作为表面处理剂的硅系化合物能够列举由下述通式2表示的硅系化合物。

[0104] 通式2: $(X-L)_m-Si-Z_{4-m}$

[0105] 通式2中,X表示氢原子、烷基、烯基、芳基、脂环基、杂环基、羟基、丙烯酰胺基、硫烷基、异氰酸酯基、硫氰酸酯基、脲基、氰基、酸酐基、叠氮基、羧基、酰基、硫代氨基甲酰基、磷酸基、磷烷基(phosphanyl group)、磺酸基或氨磺酰基。

[0106] L表示选自包括单键、亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳基、-O-、-S-、-NR^a-、酯键、硫酯键、酰胺键、硫代酰胺键及磺酰基的组中的1种2价基团或键、或将这些中的2种以上组合而成的2价基团或键,

[0107] R^a表示氢原子或取代基。

[0108] Z表示羟基、烷氧基或烷基。

[0109] m为1~3的范围的整数。

[0110] 由X表示的基团以及由L表示的基团及键可以具有取代基,也可以不具有(即未取代)。作为取代基,例如能够列举羟基、硫烷基、硫氰酸酯基、脲基、酸酐基、羧基、酰基、氨基甲酰基等。在本发明及本说明书中,对于具有取代基的基团及键,除非另有说明,则碳原子数是指除取代基以外的部分的碳原子数。在由“X-L”表示的结构中,当存在能够被理解为X中所包含的部分和L中所包含的部分的部分时,该部分应当被理解为X中所包含的部分。

[0111] 当m为2或3时,通式2中所包含的多个X在一方式中能够相同,在另一方式中也能够不同。这一点对于L也相同,并且,对于“4-m”为2或3时的Z也相同。

[0112] 以下,对通式2进行更详细的说明。

[0113] 通式2中,X表示氢原子、烷基、烯基、芳基、脂环基、杂环基、羟基、丙烯酰胺基、硫烷基、异氰酸酯基、硫氰酸酯基、脲基、氰基、酸酐基、叠氮基、羧基、酰基、硫代氨基甲酰基、磷酸基、磷烷基(phosphanyl group)、磺酸基或氨磺酰基。

[0114] 可采用为X的烷基、烯基及芳基的碳原子数优选分别独立地为1~30的范围,更优选为1~25的范围,进一步优选为1~20的范围,更进一步优选为1~15的范围。在本发明及本说明书中,除非另有说明,则“烷基”不包含环烷基。烷基包含直链烷基及支链烷基。

[0115] 可采用为X的脂环基可以为环烷基、环烯基及环炔基中的任一个。环烷基的碳原子数优选为3~20的范围,更优选为4~15的范围,进一步优选为5~10的范围。环烯基及环炔基的碳原子数优选分别独立地为6~20的范围,更优选为6~15的范围,进一步优选为6~10的范围,更进一步优选为6。

[0116] 构成可采用为X的杂环基的杂环可以为饱和或不饱和的脂肪族杂环或芳香族杂环,也可以为单环或稠环。并且,也可以是桥环。作为杂环所具有的杂原子,例如可列举氧原子、氮原子及硫原子。1个杂环中所包含的杂原子的数并无特别限制,例如优选为1~3个,更优选为1个或2个。杂环的碳原子数优选为2~10的范围,更优选为4或5。杂环优选为3~7元

环,更优选为3~6元环,进一步优选为3~5元环。作为杂环的具体例,可列举环氧环、3,4-环氧环己烷环、呋喃环及噻吩环。在一方式中,由X表示的杂环基可以为环氧基。在本发明及本说明书中,“环氧基”中包含该基团中所包含的杂环为环氧环(3元环)的方式和包含环氧环与饱和烃环稠合而成的结构的环状基团的方式。作为该环状基,例如,能够列举3,4-环氧环己烷环。

[0117] 作为可采用为X的酸酐基,优选为具有羧酸酐的结构1价基团,例如可列举3,4-二氢-2,5-呋喃二酮等马来酸酐基、琥珀酸酐基、戊二酸酐基、己二酸酐基及柠康酸酐基。

[0118] 可采用为X的酰基的碳原子数优选为1~40的范围,更优选为1~30的范围,进一步优选为1~20的范围,更进一步优选为2~15的范围。在本发明及本说明书中,“酰基”包含甲酰基、氨基甲酰基、烷基羰基、烯基羰基及芳基羰基。作为烯基羰基,能够优选列举(甲基)丙烯酰基。在本发明及本说明书中,“(甲基)丙烯酰基”包含丙烯酰基和甲基丙烯酰基。

[0119] 可采用为L的亚烷基可以为直链亚烷基及支链亚烷基中的任一个。亚烷基的碳原子数优选为1~30的范围,更优选为2~25的范围,进一步优选为3~20的范围,更进一步优选为4~12的范围。作为亚烷基的具体例,可列举亚甲基、亚乙基、亚异丙基、丁烯基、戊烯基、亚环己基、亚庚基、亚辛基、壬烯基、癸烯基及十一碳烯基。

[0120] 可采用为L的亚烯基可以为直链亚烯基及支链亚烯基中的任一个。亚烯基的碳原子数优选为2~20的范围,更优选为2~15的范围,进一步优选为2~10的范围,更进一步优选为2~6的范围。作为亚烯基的具体例,可列举亚乙烯基及亚丙烯基。

[0121] 可采用为L的亚炔基可以为直链亚炔基及支链亚炔基中的任一个。亚炔基的碳原子数优选为2~20的范围,更优选为2~15的范围,进一步优选为2~10的范围,更进一步优选为2~6的范围。作为亚炔基的具体例,可列举亚乙炔基及亚丙炔基。

[0122] 可采用为L的亚芳基的碳原子数优选为6~20的范围,更优选为6~15的范围,进一步优选为6~12的范围,更进一步优选为6~10的范围。作为亚芳基的具体例,例如能够列举亚苯基及亚萘基。

[0123] 作为可采用为L的 $-NR^a-$ 的 R^a 中的取代基,可列举烷基(优选为碳原子数1~12,更优选为碳原子数1~8)、烯基(优选为碳原子数2~12,更优选为碳原子数2~8)、炔基(优选为碳原子数2~12,更优选为碳原子数2~8)、芳基(优选为碳原子数6~20,更优选为碳原子数6~10)及杂环基。作为构成可采用为 R^a 的杂环基的杂环,能够列举作为构成可采用为X的杂环基的杂环先前示出的杂环,优选的杂环基也为针对可采用为X的杂环基所记载那样。作为 $-NR^a-$,例如可列举 $-NH-$ 。

[0124] 当L表示将选自包括单键、亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳基、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NR^a-$ 、酯键、硫酯键、酰胺键、硫代酰胺键及磺酰基的组中的2种以上组合而成的2价基团(以下,也记载为“可采用为L的组合而成的基团”)时,构成可采用为L的组合而成的基团的上述基团及键的数优选为2~8的范围,更优选为2~6的范围,进一步优选为2~4的范围。

[0125] 并且,可采用为L的组合而成的基团的分子量优选为20~1000的范围,更优选为30~500的范围,进一步优选为40~200的范围。

[0126] 作为可采用为L的组合而成的基团,例如可列举脲键、硫脲键、氨基甲酸酯基、磺酰胺键、亚芳基-亚烷基、 $-O-$ 亚烷基、酰胺键-亚烷基、 $-S-$ 亚烷基、亚烷基- $O-$ 酰胺键-亚烷基、亚烷基-酰胺键-亚烷基、亚烯基-酰胺键-亚烷基、亚烷基-酯键-亚烷基、亚芳基-酯键-亚烷

基、-(亚烷基-0)-、亚烷基-0-(亚烷基-0)-亚烷基(“(亚烷基-0)”均为重复单元)、亚芳基-磺酰基-0-亚烷基及酯键-亚烷基。

[0127] 关于构成可采用为Z的烷氧基的烷基,“烷基”还包含环烷基。构成可采用为Z的烷氧基的烷基可以为直链烷基、支链烷基及环烷基中的任一个,也可以组合具有这些形式。可采用为Z的烷基优选为直链烷基。

[0128] 构成可采用为Z的烷氧基的烷基的碳原子数优选为1~15的范围,更优选为1~10,进一步优选为1~5,更进一步优选为1或2。作为构成烷氧基的烷基的具体例,可列举甲基、乙基、丙基、叔丁基、戊基及环己基。

[0129] 作为可采用为Z的烷基,能够列举构成可采用为Z的烷氧基的烷基,对于优选的烷基也为对于构成可采用为Z的烷氧基的烷基所记载那样。

[0130] 通式2中,X或L和Z中的至少任一个可以彼此连接而形成环。该环的环构成原子数优选为3~10的范围,更优选为4~8的范围,进一步优选为5或6。

[0131] 通式2中,X优选表示氢原子、脂环基、杂环基、丙烯酰胺基、羟基、硫烷基、硫氰酸酯基、酸酐基、羧基、酰基或磺酸基。并且,L优选表示选自包括亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳基、-O-、-S-、-NR^a-、酯键、硫酯键、酰胺键及磺酰基的组中的1种2价基团或键、或将这些中的2种以上组合而成的2价基团或键。

[0132] 在一方式中,通式2中,m为1,并且X能够表示烯基或杂环基。在另一方式中,m为2或3,并且通式2中包含多个的X能够分别独立地表示烯基或杂环基。

[0133] 并且,在一方式中,通式2中,m为1,并且X能够表示(甲基)丙烯酰基、丙烯酰胺基或环氧基。在另一方式中,m为2或3,并且通式2中包含多个的X能够分别独立地表示(甲基)丙烯酰基、丙烯酰胺基或环氧基。

[0134] 在一方式中,通式2中,X优选表示(甲基)丙烯酰基、丙烯酰胺基或环氧基。并且,L更优选表示选自包括亚烷基、亚烯基、-O-、-NR^a-、酯键及酰胺键的组中的1种2价基团或键、或将这些中的2种以上组合而成的2价基团或键。

[0135] 在一方式中,通式2中,Z中的至少2个优选选自包括烷氧基及羟基的组中,所有Z更优选选自包括烷氧基及羟基的组中。

[0136] 并且,从进一步提高耐冲击疲劳性的观点考虑,作为表面处理剂,优选为包含环氧基的硅系化合物,更优选为环氧基硅烷,进一步优选为碳原子数多的环氧基硅烷,更进一步优选为包含碳原子数4~20的亚烷基的环氧基硅烷。可推测这是因为磁性粉体的粒子的表面与聚酰胺的界面处的柔软性提高。从这点考虑,通式2中,X优选表示环氧基,X表示环氧基,并且L更优选包含碳原子数4~12的亚烷基。

[0137] 作为可用作表面处理剂的硅系化合物的具体例,能够列举后述实施例中使用的各种化合物。并且,作为可用作表面处理剂的硅系化合物的具体例,还能够列举下述化合物。但是,本发明并不限定于这些具体例。

[0138] 甲基三乙酰氧基硅烷、

[0139] 乙基三乙氧基硅烷、

[0140] 甲基三乙氧基硅烷、

[0141] 甲基三甲氧基硅烷、

[0142] 正丙基三甲氧基硅烷、

- [0143] 异丙基三甲氧基硅烷、
- [0144] 正己基三甲氧基硅烷、
- [0145] 正十二烷基三乙氧基硅烷、
- [0146] 正辛基三乙氧基硅烷、
- [0147] 正十八烷基三乙氧基硅烷、
- [0148] 戊基三乙氧基硅烷、
- [0149] 二乙酰氧基二甲基硅烷、
- [0150] 二乙氧基二甲基硅烷、
- [0151] 二甲氧基二甲基硅烷、
- [0152] 二甲氧基二苯基硅烷、
- [0153] 二甲氧基甲基苯基硅烷、
- [0154] 乙烯基二乙氧基甲基硅烷、
- [0155] 乙烯基三(2-甲氧基乙氧基)硅烷、
- [0156] 苯基三甲氧基硅烷、
- [0157] 苯基三乙氧基硅烷、
- [0158] 对苯乙烯基三乙氧基硅烷、
- [0159] 萘基三甲氧基硅烷、
- [0160] 蒽基三甲氧基硅烷、
- [0161] 苣基三甲氧基硅烷、
- [0162] 3-环氧丙基氧丙基(二甲氧基)甲基硅烷、
- [0163] 二乙氧基(3-环氧丙基氧丙基)甲基硅烷、
- [0164] 3-(2-氨基乙氨基)丙基二甲氧基甲基硅烷、
- [0165] 3-(2-氨基乙氨基)丙基三乙氧基硅烷、
- [0166] 3-(2-氨基乙氨基)丙基三甲氧基硅烷、
- [0167] 3-氨基丙基二乙氧基甲基硅烷、
- [0168] 3-氨基丙基三乙氧基硅烷、
- [0169] 3-氨基丙基三甲氧基硅烷、
- [0170] (3-巯基丙基)三乙氧基硅烷、
- [0171] (3-巯基丙基)三甲氧基硅烷、
- [0172] 3-异氰酸酯丙基三乙氧基硅烷、
- [0173] 3-丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷
- [0174] 三乙氧基-1H,1H,2H,2H-十三氟-正辛基硅烷、
- [0175] 2-氰基乙基三乙氧基硅烷、
- [0176] 噻吩基三甲氧基硅烷、
- [0177] 吡啶基三甲氧基硅烷、
- [0178] 咪喃基三乙氧基硅烷。
- [0179] 并且,在一方式中,作为硅系化合物,能够列举硅酮系化合物。作为硅酮系化合物,能够列举聚二甲基硅氧烷、聚环氧烷改性硅酮、氢末端聚二甲基硅氧烷等氢化聚硅氧烷、甲基氢硅氧烷-二甲基硅氧烷共聚物、聚甲基氢硅氧烷等。硅酮系化合物的分子量并无特别限

定。硅酮系化合物的分子量在一方式中,作为重均分子量优选为100~30万左右。作为液状硅酮系化合物,在一方式中,从表面处理效率的观点考虑,优选为100~60,000cSt(厘沲)的粘度(测定温度:25°C)的化合物。作为聚环氧烷改性硅酮,在一方式中,优选为环氧烷含有率为10~90质量%的范围的聚环氧烷改性硅酮,更优选为20~80质量%的聚环氧烷改性硅酮。在氢化聚硅氧烷的情况下,在一方式中,优选为甲基氢硅氧烷单位的含有率为0.1~100mol%的范围的氢化聚硅氧烷,更优选2~50mol%的范围的氢化聚硅氧烷。

[0180] 钛系化合物

[0181] 作为适合作为表面处理剂的钛系化合物能够列举由下述通式3表示的钛系化合物。

[0182] 通式3: $R_n^1 - Ti - (OR^2)_{4-n}$

[0183] (通式3中, R^1 表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、芳基或不饱和脂肪族基团。 R^2 表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、烯基、芳基、磷酸酯基或 $-SO_2R^S$, R^S 表示取代基。 n 为0~3的范围的整数。)

[0184] 当 n 为2或3时,通式3中所包含的多个 R^1 在一方式中能够相同,在另一方式中也能够不同。这一点对于“4- n ”为2、3或4时的 R^2 也相同。

[0185] 以下,对通式3进行更详细的说明。

[0186] R^1 表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、芳基或不饱和脂肪族基团。 R^1 可采用的各基团可以具有取代基,也可以不具有(即未取代)。当具有取代基时,作为取代基,能够列举烷基、烯基、环烷基、芳基、羟基、烷氧基、巯基、氨基、酰基、羧基、烷氧基羰基、氟、氯、溴等卤代基、磺酸基、磺酰胺基、N-磺酰基酰胺基等。

[0187] 可采用为 R^1 的烷基可以是直链烷基或支链烷基。该可采用为 R^1 的烷基的碳原子数优选为1~20的范围,更优选为1~15的范围,进一步优选为1~10的范围,更进一步优选为1~8的范围。上述烷基可以为未取代烷基,也可以为取代烷基。取代烷基例如可以为芳烷基。对于芳烷基,碳原子数作为包含取代基的部分的碳原子数,优选为7~30的范围。作为可采用为 R^1 的烷基的优选的具体例,例如可列举甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正癸基、正十三烷基、正十八烷基、苄基及苯乙基。

[0188] 可采用为 R^1 的环烷基的碳原子数优选为3~20的范围,更优选为3~15的范围,进一步优选为3~10的范围,更进一步优选为3~8的范围。作为可采用为 R^1 的环烷基的优选的具体例,例如可列举环丙基、环戊基及环己基。

[0189] 可采用为 R^1 的酰基的碳原子数优选为2~40的范围,更优选为2~30的范围,进一步优选为2~20的范围,更进一步优选为2~18的范围。

[0190] 可采用为 R^1 的芳基的碳原子数优选为6~20的范围,更优选为6~15的范围,进一步优选为6~12的范围,更进一步优选为6~10的范围。作为可采用为 R^1 的芳基的优选的具体例,例如可列举苯基及萘基,更优选为苯基。

[0191] 可采用为 R^1 的不饱和脂肪族基团中所包含的碳-碳不饱和键的数优选为1~5的范围,更优选为1~3的范围,进一步优选为1或2,更进一步优选为1。上述不饱和脂肪族基团可以包含杂原子,在一方式中,还优选为烃。当上述不饱和脂肪族基团为烃基时,其碳原子数优选为2~20的范围,更优选为2~15的范围,进一步优选为2~10的范围,更进一步优选为2

~8的范围。上述不饱和脂肪族基团更优选为烯基或炔基。

[0192] R^1 优选表示氢原子、烷基、环烷基或芳基,更优选表示烷基或环烷基。

[0193] 通式3中包含2个以上的 R^1 时,2个 R^1 可以彼此连接而形成环。

[0194] R^2 表示氢原子、烷基、环烷基、酰基、烯基、芳基、磷酸酯基(也称为膦酸基。)或 $-SO_2R^S$ 。 R^S 表示取代基。

[0195] R^2 可采用的各基团可以具有取代基,也可以不具有(即未取代)。当具有取代基时,作为取代基,能够列举烷基、烯基、环烷基、芳基、羟基、烷氧基、巯基、氨基、酰基、羧基、烷氧基羰基、氟、氯、溴等卤代基、磺酸基、磺酰胺基、N-磺酰基酰胺基等。

[0196] 可采用为 R^2 的烷基、环烷基、酰基及芳基分别与可采用为 R^1 的烷基、环烷基、酰基及芳基含义相同,各基团的优选方式也相同。

[0197] 并且,可采用为 R^2 的烷基在一方式中,作为取代基还优选具有氨基。取代该烷基的氨基可以为伯氨基、仲氨基或叔氨基。并且,该仲氨基及叔氨基作为取代基可以具有选自包括伯氨基、仲氨基及叔氨基的组中的氨基。

[0198] 可采用为 R^2 的烯基包含直链烯基及支链烯基。可采用为 R^2 的烯基的碳原子数优选为2~18的范围,更优选为2~7的范围,进一步优选为2~5的范围。作为该烯基的优选的具体例,例如可列举乙烯基、烯丙基、丁烯基、戊烯基及己烯基。可采用为 R^2 的烯基优选为取代烯基。作为取代烯基所具有的取代基,能够列举环烷基、芳基、羟基、烷氧基、巯基、氨基、酰基、羧基、烷氧基羰基、氟、氯、溴等卤代基、磺酸基、磺酰胺基、N-磺酰基酰胺基等。

[0199] 磷酸酯基为由 $-P(=O)(-OR^{P1})OR^{P2}$ 表示的基团或其盐。 R^{P1} 及 R^{P2} 分别独立地表示氢原子或取代基。作为盐,例如能够列举焦磷酸盐(pyrophosphate)。在可采用为 R^2 的磷酸酯基中, R^{P1} 及 R^{P2} 分别独立地采用的取代基优选为烷基或磷酸酯基。 R^{P1} 及 R^{P2} 分别独立地采用的烷基与上述可采用为 R^1 的烷基含义相同,烷基的优选方式也相同。 R^{P1} 及 R^{P2} 分别独立地采用的磷酸酯基与可采用为 R^2 的磷酸酯基含义相同,优选方式也相同。当 R^{P1} 和/或 R^{P2} 为磷酸酯基时,构成该磷酸酯基的 R^{P1} 及 R^{P2} 优选分别独立地为烷基。

[0200] 可采用为 R^2 的磷酸酯基在一方式中,优选 R^{P1} 及 R^{P2} 分别独立地为烷基。并且,在一方式中,可采用为 R^2 的磷酸酯基中,优选 R^{P1} 为氢原子,并且 R^{P2} 为磷酸酯基。

[0201] 另外,磷酸酯基与亚磷酸酯基(也称为亚磷酸基。)是互变异构,因此在本发明及本说明书中,磷酸酯基以包含亚磷酸酯基的含义使用。

[0202] 在可采用为 R^2 的 $-SO_2R^S$ 中,作为取代基 R^S ,优选为烷基或芳基。作为可采用为 R^S 的烷基及芳基的优选的方式,能够分别列举上述可采用为 R^1 的烷基及芳基的优选方式。 R^S 优选为具有烷基作为取代基的苯基。取代该苯基的烷基的优选方式与上述可采用为 R^1 的烷基的优选方式相同。

[0203] 通式3中包含2个以上的 R^2 时,2个 R^2 可以彼此连接而形成环。

[0204] n 为0~3的范围的整数,优选为0或1,更优选为0。

[0205] 从进一步提高滑动耐性和/或进一步提高电波吸收性能的观点考虑,由通式3表示的化合物优选包含N、P及S中的至少1种原子。

[0206] 当由通式3表示的化合物具有N(氮原子)时,优选在氨基中包含该N。

[0207] 当由通式3表示的化合物具有P(磷原子)时,优选在磷酸酯基中包含该P。

[0208] 当由通式3表示的化合物具有S(硫原子)时,优选在磺酰基($-SO_2-$)中包含该S。

[0209] 以下,示出可用作表面处理剂的钛系化合物的具体例。但是,本发明并不限定于下述具体例。

- [0210] 异丙基三异硬脂酰基钛酸酯、
- [0211] 异丙基三(十二烷基)苯磺酰基钛酸酯、
- [0212] 异丙基三辛酰基钛酸酯、
- [0213] 异丙基三(二辛基亚磷酸酯)钛酸酯、
- [0214] 异丙基三(二辛基焦磷酸酯)钛酸酯、
- [0215] 异丙基三(硫酸二辛酯)钛酸酯、
- [0216] 异丙基三枯基苯基钛酸酯、
- [0217] 异丙基三(N-氨基乙基-氨基乙基)钛酸酯、
- [0218] 异丙基二甲基丙烯基异硬脂酰基钛酸酯、
- [0219] 异丙基异硬脂酰基二丙烯酸钛酸酯、
- [0220] 异丁基三甲基钛酸酯、
- [0221] 二异硬脂酰基钛酸乙二酯、
- [0222] 二异丙基双(二辛基焦磷酸酯)钛酸酯、
- [0223] 二辛基双(二-十三烷基亚磷酸酯)钛酸酯、
- [0224] 二枯基苯基氧乙酸酯钛酸酯、
- [0225] 双(二辛基焦磷酸酯)氧基乙酸酯钛酸酯、
- [0226] 双(二辛基焦磷酸酯)乙烯钛酸酯、
- [0227] 双(二辛基焦磷酸酯)氧基乙酸酯钛酸酯、
- [0228] 钛酸四异丙酯、
- [0229] 钛酸四正丁酯、
- [0230] 钛酸四辛酯、
- [0231] 钛酸四硬脂基酯、
- [0232] 四异丙基双(二辛基亚磷酸酯)钛酸酯、
- [0233] 四辛基双(二-十三烷基亚磷酸酯)钛酸酯、
- [0234] 四(2,2-二烯丙氧基甲基-1-丁基)双(二-十三烷基)亚磷酸钛酸酯、
- [0235] 钛酸丁酯二聚物、
- [0236] 四乙酰丙酮钛、
- [0237] 乙酰乙酸乙酯钛、
- [0238] 辛二醇钛、
- [0239] 二-2-乙基己基双(2-乙基-3-羟基己氧基)钛。

[0240] 在本发明及本说明书中,由通式2表示的钛系化合物中还包含由通式2表示的化合物的盐的形式。作为盐的形式,能够列举钠盐、钾盐等碱金属盐、镁盐等碱土类金属盐、铵盐等。并且,在本发明及本说明书中,由通式3表示的钛系化合物还包含由通式3表示的化合物的盐的形式。作为盐的形式,能够列举钠盐、钾盐等碱金属盐、镁盐等碱土类金属盐、铵盐等。

[0241] 以上说明的表面处理剂可以单独使用1种,也能够以任意比例组合使用2种以上。通过将表面处理剂与取代型六方晶铁氧体的粉末进行干式混合或湿式混合,能够对取代型

六方晶铁氧体的粉体进行表面处理,并包覆构成粉体的至少一部分粒子的至少一部分表面。对于表面处理方法,能够采用与使用表面处理剂的表面处理相关的公知技术。表面处理中的表面处理剂的使用量相对于取代型六方晶铁氧体的粉体100质量份,优选为0.1~100质量份的范围,更优选为0.5~20质量份的范围。

[0242] 上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体作为磁性粉体包含以上说明的经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体。在上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体中,经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体的填充率并无特别限定。例如,上述填充率作为体积填充率,可以为35体积%以下,也可以在15~35体积%的范围。并且,在一方式中,上述体积填充率可以为35体积%以上。在此情况下,体积填充率例如可以在35~60体积%的范围,优选在35~50体积%的范围。体积填充率是指,对于电波吸收体,相对于电波吸收体的总体积100体积%的体积基准的含有率。对于电波吸收性组合物,体积填充率是指固体成分(即除溶剂以外的成分)相对于总体积100体积%的体积基准的含量。

[0243] 并且,从电波吸收性能的观点考虑,在上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体中,经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体相对于该粉体与聚酰胺的总质量(100质量%),优选包含10质量%以上,更优选包含30质量%以上,进一步优选包含50质量%以上。另一方面,从滑动耐性的观点考虑,在上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体中,经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体相对于该粉体与聚酰胺的总质量(100质量%),优选包含90质量%以下,更优选包含80质量%以下,进一步优选包含75质量%以下。

[0244] <粘合剂>

[0245] 上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体包含上述磁性粉体和粘合剂。粘合剂为树脂,上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体包含聚酰胺作为粘合剂。聚酰胺为包含多个酰胺键的树脂,例如能够列举结晶性聚酰胺、非晶性聚酰胺及聚酰胺弹性体。在本发明及本说明书中,“非晶性聚酰胺”是指通过差示扫描量热仪(Differential scanning calorimetry;DSC)测定的吸热曲线与基底的变化没有区别,实质上不存在结晶度。具体而言,在本发明中,是指通过DSC以升温速度10°C/分钟测定的结晶熔接热量为4J/g以下的聚酰胺。“结晶性聚酰胺”是指不对应于非晶性聚酰胺的聚酰胺。

[0246] 作为结晶性聚酰胺,例如能够列举脂肪族聚酰胺、芳香族聚酰胺及半芳香族聚酰胺。

[0247] 作为脂肪族聚酰胺,例如可列举聚 ϵ -己酰胺(聚酰胺6)、聚己二酰丁二胺(聚酰胺46)、聚己二酰己二胺(聚酰胺66)、聚己内酰胺/聚己二酰己二胺共聚物(聚酰胺6/66)、聚十一酰胺(聚酰胺11)、聚己内酰胺/聚十一酰胺共聚物(聚酰胺6/11)、聚十二酰胺(聚酰胺12)、聚己内酰胺/聚十二酰胺共聚物(聚酰胺6/12)、聚癸二酰己二胺(聚酰胺610)、聚十亚甲基癸二酰胺(聚酰胺1010)、聚十二酰己二胺(聚酰胺612)、聚十亚甲基十二酰胺(聚酰胺1012)、聚己二酰十一烷二胺(聚酰胺116)及它们的混合物或共聚物等。

[0248] 作为芳香族聚酰胺,例如可列举聚六亚甲基间苯二甲酰胺(聚酰胺6I)、聚六亚甲基对苯二甲酰胺(聚酰胺6T)、聚六亚甲基对苯二甲酰胺/聚六亚甲基间苯二甲酰胺共聚物(聚酰胺6T/6I)、聚己内酰胺/聚六亚甲基对苯二甲酰胺共聚物(聚酰胺6/6T)、聚己内酰胺/聚六亚甲基间苯二甲酰胺共聚物(聚酰胺6/6I)、聚己二酰己二胺/聚六亚甲基对苯二甲酰

胺共聚物(聚酰胺66/6T)、聚己二酰己二胺/聚六亚甲基间苯二甲酰胺共聚物(聚酰胺66/6I)、聚三甲基六亚甲基对苯二甲酰胺(聚酰胺TMDT)、聚双(4-氨基环己基)甲烷癸酰胺(聚酰胺PACM12)、聚双(3-甲基-4-氨基环己基)甲烷癸酰胺(尼龙二甲基PACM12)、聚间苯二甲基己二酰胺(聚酰胺MXD6)、聚九亚甲基对苯二甲酰胺(聚酰胺9T)、聚十亚甲基对苯二甲酰胺(聚酰胺10T)、聚十一亚甲基对苯二甲酰胺(聚酰胺11T)及它们的混合物或共聚物等。作为芳香族聚酰胺,能够使用全芳香族聚酰胺,也能够使用半芳香族聚酰胺。聚酰胺能够通过包含二胺和二羧酸的聚合性成分的聚合来获得,并且能够通过包含芳香族二胺和芳香族二羧酸的聚合性成分的聚合来获得全芳香族聚酰胺。当聚合性成分中所包含的二胺和二羧酸中的只有一种具有芳香族结构时,能够获得半芳香族聚酰胺。

[0249] 作为非晶性聚酰胺,例如可列举间苯二甲酸/对苯二甲酸/1,6-己二胺/双(3-甲基-4-氨基环己基)甲烷的缩聚物、对苯二甲酸/2,2,4-三甲基-1,6-己二胺/2,4,4-三甲基-1,6-己二胺的缩聚物、间苯二甲酸/双(3-甲基-4-氨基环己基)甲烷/ ω -月桂内酰胺的缩聚物、间苯二甲酸/对苯二甲酸/1,6-己二胺的缩聚物、间苯二甲酸/2,2,4-三甲基-1,6-己二胺/2,4,4-三甲基-1,6-己二胺的缩聚物、间苯二甲酸/对苯二甲酸/2,2,4-三甲基-1,6-己二胺/2,4,4-三甲基-1,6-己二胺的缩聚物、间苯二甲酸/双(3-甲基-4-氨基环己基)甲烷/ ω -月桂内酰胺的缩聚物、间苯二甲酸/对苯二甲酸/其他二胺成分的缩聚物等。

[0250] 作为聚酰胺弹性体,例如可列举硬链段为聚酰胺且软链段为聚醚或聚酯的多嵌段共聚物。作为硬链段,例如可列举聚酰胺6、聚酰胺66、聚酰胺610、聚酰胺11、聚酰胺12等。作为软链段的聚醚,可列举聚乙二醇、二醇聚(氧四亚甲基)乙二醇、聚(氧亚丙基)乙二醇等,作为聚酯,可列举聚(己二酸乙二酯)乙二醇、聚(丁烯-1,4-己二酸)乙二醇等。

[0251] 作为上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体中所包含的聚酰胺,优选为聚酰胺46、聚酰胺6、聚酰胺66、聚酰胺610、聚酰胺612、聚酰胺1010、聚酰胺1012、聚酰胺11、芳香族聚酰胺、聚酰胺弹性体及非晶性聚酰胺,从进一步提高电波吸收性能、耐冲击疲劳性及滑动耐性的观点考虑,更优选为聚酰胺9T、聚酰胺11、聚酰胺弹性体及非晶性聚酰胺。

[0252] 对于聚酰胺的分子量,在一方式中,重均分子量优选为1,000~500,000的范围。重均分子量为1,000以上时,作为树脂能够具有充分的机械强度,因此优选,为500,000以下时,与上述磁性粉体的混合性优异,因此优选,并且从电波吸收性组合物容易成型加工的观点考虑也优选。本发明及本说明书中的“重均分子量”是指通过以六氟异丙醇为移动相的凝胶渗透色谱法分析的、相对于标准聚甲基丙烯酸甲酯的分子量的相对分子量。

[0253] 作为上述聚酰胺的市售品的具体例,例如可列举聚酰胺9T(KURARAY CO.,LTD制 Genestar N1000A)、聚酰胺11(Arkema S.A.制Rilsan BMN 0)、聚酰胺1010(Daicel-Evonik Ltd.制Vestamid TerraDS16)、聚酰胺1012(Arkema S.A.制Hiprolon 400NN)、非晶性聚酰胺(Daicel-Evonik Ltd.制Trogamid CX7323)、聚酰胺弹性体(Arkema S.A.制Pebax 7033及Pebax Rnew80R53)等。

[0254] 上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体可以仅包含1种聚酰胺,也可以以任意比例包含2种以上的聚酰胺。上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体中的聚酰胺的填充率并无特别限定,但是,例如,作为体积填充率,优选为65体积%以上,更优选为65体积%以上且92体积%以下,进一步优选为65体积%以上且85体积%以下。当上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体包含2种以上的聚酰胺时,填充率是指2种以上的聚酰胺的总填充率。

这一点对于与其他成分有关的填充率也相同。

[0255] <添加剂>

[0256] 上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体包含经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体及聚酰胺,也可以任意包含1种以上的添加剂。作为添加剂,可列举分散剂、分散助剂、防霉剂、抗静电剂、抗氧化剂等。添加剂可以为一种成分担负两种以上的作用的添加剂。上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体作为添加剂能够以任意填充率包含市售品或通过公知的方法制造的产品。

[0257] 此外,作为添加剂,还能够列举各种填充剂。填充剂的形状并无特别限定,例如可以是纤维状也可以是非纤维状,也可以将纤维状填充剂和非纤维状填充剂组合使用。作为填充剂,例如可列举玻璃纤维、玻璃研磨纤维、碳纤维、钛酸钾晶须、氧化锌晶须、硼酸铝晶须、芳纶纤维、氧化铝纤维、碳化硅纤维、陶瓷纤维、石棉纤维、石膏纤维、金属纤维等纤维状填充剂、硅灰石、沸石、絹云母、高岭土、云母、粘土、叶蜡石、膨润土、石棉、滑石、硅酸铝等硅酸盐、氧化铝、氧化硅、氧化镁、氧化锆、氧化钛、氧化铁等金属化合物、碳酸钙、碳酸镁、白云石等碳酸盐、硫酸钙、硫酸钡等硫酸盐、氢氧化镁、氢氧化钙、氢氧化铝等氢氧化化物、玻璃珠、陶瓷珠、氮化硼、碳化硅等非纤维状填充剂。填充剂可以具有中空结构,也可以不具有。也能够同时使用2种以上的填充剂。并且,在一方式中,例如为了提高填充剂的机械特性,也能够通过异氰酸酯系化合物、有机硅烷系化合物、有机钛酸酯系化合物、有机硼烷系化合物、环氧化合物等偶联剂你来预备处理填充剂。例如,作为市售的聚酰胺,有作为与填充剂的混合物而市售的聚酰胺,也能够使用该聚酰胺。

[0258] <电波吸收性组合物及电波吸收体的制造方法>

[0259] 上述电波吸收性组合物及上述电波吸收体的制造方法并无特别限定。上述电波吸收性组合物能够使用上述磁性粉体、聚酰胺、根据需要的溶剂、添加剂等并通过公知的方法来制造。例如,上述电波吸收体可以为将上述电波吸收性组合物成型而成的成型品。上述电波吸收性组合物例如能够将上述磁性粉体及聚酰胺、根据需要进一步将溶剂、添加剂等混合而成的混合物一边加热一边混炼而制成混炼物。混炼物例如能够以颗粒的形式获得。通过将混炼物通过挤出成型、冲压成型、注射成型、模内成型等公知的成型方法成型为所期望的形状,能够获得电波吸收体(成型品)。电波吸收体的形状并无特别限定,可以是板状、线形状等任意的形状。“板状”包含片状及薄膜状。板状的电波吸收体也能够称为电波吸收板、电波吸收片、电波吸收膜等。上述电波吸收体可以是单一组成的电波吸收体(例如,单层的电波吸收板),也可以是组成不同的2种以上的部分的组合(例如层叠体)。并且,上述电波吸收体可以具有平面形状,也可以具有立体形状,也可以是具有平面形状的部分与具有立体形状的部分的组合。平面形状例如可列举片状、薄膜状等形状。作为立体形状,例如可列举筒状(圆筒状、方筒状等)、喇叭状、箱状(例如,至少一个表面是开放的)等。

[0260] 例如,从处理容易性的观点考虑,电波吸收体的厚度优选为20.0mm以下,更优选为10.0mm以下,进一步优选为5.0mm以下。从机械特性的观点考虑,厚度优选为1.0mm以上,更优选为2.0mm以上。例如,能够通过调整电波吸收体的厚度来控制后述透射衰减量。另外,当电波吸收体为层叠体时,厚度是指构成层叠体的电波吸收体的总厚度。电波吸收体的厚度是使用数显测长机测定的值,具体为在随机选择的9个位置测定的测定值的算数平均。

[0261] 电波吸收性组合物可以包含溶剂,也可以不包含溶剂。当电波吸收性组合物包含

溶剂时,作为溶剂,并无特别限定,例如可列举水、有机溶剂或水和有机溶剂的混合溶剂。

[0262] 作为有机溶剂,可列举甲醇、乙醇、正丙醇、异丙醇、甲氧基丙醇等醇类、丙酮、甲基乙基酮、环己酮等酮类、四氢呋喃、乙腈、乙酸乙酯、甲苯等。其中,作为溶剂,从干燥速度的观点考虑,优选为酮类,更优选为环己酮。当电波吸收性组合物包含溶剂时,组合物中的溶剂的含量并无特别限定,只要根据电波吸收体的制造方法确定即可。

[0263] 上述电波吸收性组合物能够通过混合上述成分来制备。混合方法并无特别限定,例如可列举通过搅拌混合的方法。作为搅拌机构,能够使用公知的搅拌装置。例如,作为搅拌装置,可列举桨式搅拌机、叶轮搅拌机等搅拌机。搅拌时间只要根据搅拌装置的种类、电波吸收性组合物的组成等来设定即可。

[0264] 作为上述电波吸收体的制造方法的一方式,能够列举通过如上述例示的公知的成型方法将上述电波吸收性组合物成型为所期望的形状的方法。

[0265] 并且,作为上述电波吸收体的制造方法的另一方式,能够列举将上述电波吸收性组合物涂布于支撑体,作为电波吸收层制造电波吸收体的方法。在此所使用的支撑体可以在电波吸收体被组装到应赋予电波吸收性的物品之前被去除,也可以不去除而与电波吸收体一同组装到物品中。

[0266] 作为支撑体,并无特别限定,能够使用公知的支撑体。作为支撑体,例如可列举金属板(铝、锌、铜等金属板)、玻璃板、塑料片材(聚酯(聚对苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯、聚对苯二甲酸丁二酯等)、聚乙烯(直链状低密度聚乙烯、低密度聚乙烯、高密度聚乙烯等)、聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚酰胺、聚酰胺酰亚胺、聚砜、聚氯乙烯、聚丙烯腈、聚苯硫醚、聚醚酰亚胺、聚醚砜、聚乙烯醇缩醛、丙烯酸树脂等片材)、层合或蒸镀有对上述金属板进行例示的塑料片材等。塑料片材优选进行双轴延伸。支撑体的形状、结构、尺寸等能够适当地选择。

[0267] 作为支撑体的形状,例如可列举板状。支撑体的结构可以为单层结构,也可以为两层以上的层叠结构。支撑体的尺寸能够根据电波吸收体的尺寸等来适当地选择。支撑体的厚度通常为0.01mm~10mm左右,例如,从处理性的观点考虑,优选为0.02mm~3mm,更优选为0.05mm~1mm。

[0268] 在支撑体上涂布上述电波吸收性组合物的方法并无特别限定,例如可列举使用膜涂布机、刮刀式涂布机、敷贴器等的方法。干燥涂布上述电波吸收性组合物而形成的涂布膜的方法并无特别限定,例如可列举使用烘箱等公知的加热装置的方法。干燥温度及干燥时间并无特别限定。作为一例,干燥温度可以为70°C~90°C的范围,干燥时间可以为1小时~3小时的范围。

[0269] 上述电波吸收体能够组装于希望赋予电波吸收性的各种物品中。例如,板状的电波吸收体能够直接或以使其在任意部分弯曲等任意形式组装到物品中。并且,也能够通过注射成型等调整成所期望的形状而组装于物品中。

[0270] 具有优异的电波吸收性能的电波吸收体对于提高雷达的识别精度是有用的。作为电波吸收性能的指标的一例,能够列举透射衰减量。例如,上述电波吸收体的透射衰减量可以为6.0dB以上。为了提高雷达的识别精度,期望提高雷达的指向性。透射衰减量高能够有助于提高雷达的指向性。从进一步提高雷达的指向性的观点考虑,上述电波吸收体的透射衰减量优选为8.0dB以上,更优选为8.5dB以上,进一步优选为9.0dB以上,更进一步优选为

10.0dB以上。并且,上述电波吸收体的透射衰减量例如可以为15.0dB以下、14.5dB以下、14.0dB以下、13.5dB以下、13.0dB以下、12.5dB以下或12.0dB以下。但是,从提高雷达的指向性的观点考虑,优选电波吸收体的透射衰减量高。因此,上述电波吸收体的透射衰减量可以超过上述例示的值。

[0271] 此外,上述电波吸收体的反射衰减量例如可以为6.0dB以上。为了提高雷达的识别精度,期望通过用电波吸收体去除或减少不必要的电波成分来提高雷达选择性地接收来自对象物的电波的选择性。反射衰减量高能够有助于去除或减少不必要的电波成分。从这一点考虑,上述电波吸收体的反射衰减量优选为8.0dB以上,更优选为8.5dB以上,进一步优选为9.0dB以上,更进一步优选为10.0dB以上。并且,上述电波吸收体的反射衰减量例如可以为18.0dB以下、17.5dB以下、17.0dB以下、16.5dB以下、16.0dB以下、15.5dB以下或15.0dB以下。但是,从去除或减少不必要的电波成分的观点考虑,优选电波吸收体的反射衰减量高。因此,上述电波吸收体的反射衰减量可以超过上述例示的值。

[0272] 作为近年来受到关注的雷达的车载用雷达是使用毫米波的频带的电波的雷达。毫米波是30GHz~300GHz的频率的电磁波。优选上述电波吸收体对于电波的频率、即处于3兆赫(THz)以下的频带的1个以上的频率表示上述范围的透射衰减量及反射衰减量。从用于提高车载用雷达的识别精度的有用性的观点考虑,上述电波吸收体表示上述范围的透射衰减量及反射衰减量的频率优选为处于毫米波的频带,即30GHz~300GHz的频带的1个以上的频率,更优选为处于60GHz~90GHz的频带的1个以上的频率,进一步优选为处于75GHz~85GHz的频带的1个以上的频率。作为一例,上述电波吸收体可以为频率76.5GHz中的透射衰减量及频率76.5GHz中的反射衰减量在上述范围的电波吸收体。这种电波吸收体适合作为为了减少车载用毫米波雷达的旁瓣而在车载用雷达的电波收发单元的正面侧(从外部入射的电波的入射侧)安装的电波吸收体。

[0273] 本发明及本说明书中的“透射衰减量”是通过自由空间法将入射角度设为 0° ,并在环境温度 $15\sim 35^\circ\text{C}$ 的测定环境下进行S参数的测定,作为S参数的S21而求出的值。“反射衰减量”是通过相同的测定作为S参数的S11而求出的值。测定能够使用公知的矢量网络分析仪及喇叭天线来进行。作为测定方法的具体例,能够列举后述实施例中所记载的方法。

[0274] 对于电波吸收体,有时在与电波入射到电波吸收体的面相反的面(所谓的背面)上层叠金属层。这种电波吸收体称为匹配型电波吸收体。匹配型电波吸收体能够通过设置金属层并利用相位差吸收来提高反射衰减特性。相对于此,上述电波吸收体在一方式中,电波吸收体本身能够具有优异的反射衰减特性。详细而言,上述电波吸收体在一方式中能够不依赖于金属层而显示出高反射衰减量。在背面不层叠金属层而使用的电波吸收体通常称为透射型电波吸收体。在包含磁性粉体和粘合剂的以往的透射型电波吸收体中,通常,当试图增加透射衰减量时,反射衰减量趋于降低。相对于此,上述电波吸收体在一方式中能够不依赖于金属层而显示出高的反射衰减量,并且能够显示出高的透射衰减量。

[0275] 本说明书中所记载的“金属层”是指包含金属的层,且实质上反射电波的层。但是,当包含磁性粉体和粘合剂的上述电波吸收体包含金属时,这种电波吸收体不对应于上述金属层。在此,所谓“实质上反射电波”,是指例如在将金属层层叠在电波吸收体的背面的状态下使电波入射到电波吸收体时反射所入射的电波的90%以上。作为金属层的方式,可列举金属板、金属箔等。例如,可列举通过蒸镀形成于电波吸收体的背面的金属层。上述电波吸

收体在一方式中能够在背面不设置金属层而使用。从电波吸收体的回收利用的观点及成本方面考虑,优选能够在无金属层的情况下使用。并且,由于金属层的劣化、金属层与电波吸收体的剥离等,在背面层叠金属层而使用的电波吸收体的质量可能降低。从不会产生这种质量下降的观点考虑,也优选能够在背面不设置金属层而使用。

[0276] 实施例

[0277] 以下,根据实施例对本发明进行说明。但是,本发明并不限于实施例所示的方式。除非另有说明,则以下所记载的工序及评价在环境温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的环境中进行。

[0278] [磁性粉体的制作]

[0279] <磁性粉体A-1(取代型六方晶锶铁氧体的粉体)的制作>

[0280] 搅拌保持在液温 35°C 的蒸馏水400.0g,在搅拌中的水中分别以10mL/min的流速在相同的添加定时添加所有量的、将氯化铁(III)六水合物($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)57.0g、氯化锶六水合物($\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)27.8g及氯化铝六水合物($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)10.7g溶解于水216.0g中来制备的原料水溶液和在浓度5mol/L的氢氧化钠水溶液181.3g中添加水113.0g来制备的溶液,得到第1液体。

[0281] 接着,将第1液体的液温变更为 25°C 之后,在保持该液温的状态下,添加浓度1mol/L的氢氧化钠水溶液24.7g,得到第2液体。所获得的第2液体的pH为9.0。第2液体的pH是使用台式pH计(HORIBA,Ltd.制F-71)来测定的。

[0282] 接着,搅拌15分钟第2液体,获得了含有成为磁铅石型六方晶铁氧体的前体的反应产物的液体(含前体的液体)。

[0283] 接着,对含前体的液体进行三次离心分离处理(转速:3000rpm、旋转时间:10分钟),回收了所获得的沉淀物。

[0284] 接着,将回收的沉淀物在内部环境温度为 80°C 的烘箱内干燥12小时,获得了前体粉体。

[0285] 接着,将前体粉体放入马弗炉中,在大气环境气体下,将炉内的温度设定为 1100°C ,煅烧4小时,由此获得了煅烧体。

[0286] 接着,将所获得的煅烧体作为粉碎机使用切碎粉碎机(OSAKA CHEMICAL Co.,Ltd.制Wonder Crusher WC-3),将该粉碎机的可变速度刻盘设定为“5”(转速:约10000~15000rpm)并粉碎90秒钟。

[0287] 综上,获得了磁性粉体A-1。

[0288] <磁性粉体A-2~A-7(取代型六方晶锶铁氧体的粉体)的制作>

[0289] 除了将第2液体的pH调整为后述表1所示的pH这一点以外,进行与磁性粉体A1的制作相同的操作,获得了磁性粉体A-2~A-7。

[0290] <磁性粉体A-8(未取代型六方晶锶铁氧体的粉体)的制作>

[0291] 将碳酸锶 $[\text{SrCO}_3]$ 15.02g、氧化铁 $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$ 90.24g在玛瑙乳钵中混合及粉碎,获得了磁铅石型六方晶铁氧体的前体的粉体。

[0292] 接着,将前体粉体放入马弗炉中,在大气环境气体下,将炉内的温度设定为 1200°C ,煅烧4小时,由此获得了煅烧体。

[0293] 接着,将所获得的煅烧体作为粉碎机使用切碎粉碎机(OSAKA CHEMICAL Co.,Ltd.制Wonder Crusher WC-3),将该粉碎机的可变速度刻盘设定为“5”(转速:约10000~

15000rpm)并粉碎90秒钟。

[0294] 综上,获得了磁性粉体A-8。

[0295] <晶体结构的确认>

[0296] 通过X射线衍射分析确认了构成上述各磁性粉体的磁性体的结晶结构。作为测定装置,使用了作为粉末X射线衍射装置的PANalytical公司的X'Pert Pro。以下示出测定条件。

[0297] -测定条件-

[0298] X射线源:CuK α 线

[0299] (波长:1.54Å (0.154nm)、输出:40mA、45kV)

[0300] 扫描范围:20°<2 θ <70°

[0301] 扫描间隔:0.05°

[0302] 扫描速度:0.75°/min

[0303] 上述X射线衍射分析的结果,确认到磁性粉体A-1~A-8具有磁铅石型结晶结构,并且为不包含除磁铅石型以外的结晶结构的单相的磁铅石型六方晶铁氧体的粉体。

[0304] <组成的确认>

[0305] 通过高频感应耦合等离子体发光分光分析确认了构成上述各磁性粉体的磁性体的组成。具体而言,通过以下方法进行了确认。

[0306] 将放入磁性粉体12mg和浓度4mol/L的盐酸水溶液10mL的容器烧杯在设定温度为120°C的热板上保持3小时,获得了溶解液。在得到的溶解液中加入纯水30mL之后,使用薄膜孔径0.1 μ m的膜过滤器进行了过滤。使用高频感应耦合等离子体发光分光分析装置(Shimadzu Corporation制ICPS-8100)进行了如此得到的滤液的元素分析。根据得到的元素分析结果,求出各原子相对于铁原子100原子%的含有率。然后,根据得到的含有率确认了磁性体的组成。其结果,确认到磁性粉体A-1~A-7的组成中,通式1中的A为Sr,x为表1所示的值。并且,确认到磁性粉体A-8具有SrFe₁₂O₁₉的组成(即未取代型锶铁氧体)。

[0307] 对于磁性粉体A-1~A-7,通过以下方法测定了共振频率。将测定结果示于表1。

[0308] (共振频率的测定方法)

[0309] 使用各磁性粉体,通过以下方法制作了共振频率测定用片材试样。

[0310] 使用搅拌装置(THINKY CORPORATION制THINKY MIXER ARE-310)以转速2000rpm将磁性粉体9.0g、丙烯腈丁二烯橡胶(NBR)(JSR Corporation制JSR N215SL)1.05g及环己酮(溶剂)6.1g搅拌并混合5分钟,由此制备了用于制作片材试样的组合物。

[0311] 接着,使用敷贴器将制备出的组合物涂布于玻璃板(支撑体)上,形成了上述组合物的涂布膜。

[0312] 接着,将所形成的涂布膜在内部气氛温度80°C的烘箱内干燥2小时之后,从玻璃板剥离了片材试样(厚度:0.3mm)。

[0313] 使用如上获得的片材试样,并使用keysight公司的矢量网络分析仪(产品名:N5225B)及KEYCOM Corp.的喇叭天线(产品名:RH12S23),并通过自由空间法,将入射角设为0°且将扫描频率设为60GHz~90GHz而测定了S参数。使用Nicholsson-Ross模型法从该S参数计算出虚部的透磁率 μ' 的峰值频率,并将该峰值频率作为共振频率。将结果示于表1。

[0314] [表1]

[0315]	磁性粉体A-1	磁性粉体A-2	磁性粉体A-3	磁性粉体A-4	磁性粉体A-5	磁性粉体A-6	磁性粉体A-7
第2液体的pH	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0
X值	2.35	2.28	2.21	2.14	2.00	1.87	1.80
共振频率[GHz]	87.2	85.1	82.3	79.8	76.5	72.8	69.3

[0316] 由表1所示的结果,能够确认到通过调整第2液体的pH,能够控制通式1中的x的值(即A1含有率)。此外,还能够确认到,能够通过控制A1含有率来控制磁性粉体的共振频率。可以说磁性粉体的共振频率越高,在高频段的电波吸收性能越良好。

[0317] <经表面处理剂表面处理的磁性粉体R-1的制作>

[0318] 将20g上述获得的磁性粉体A-1和0.2g表面处理剂SP-3(烯丙基三甲氧基硅烷),使用切碎粉碎机(OSAKA CHEMICAL Co.,Ltd.制wonder crusher WC-3),将该粉碎机的可变速速度转盘设定为“3”并混合60秒钟。

[0319] 接着,将上述混合后的粉体放入设定温度90°C的烘箱中,并加热干燥3小时,从而获得了经表面处理剂表面处理的磁性粉体R-1。

[0320] <经表面处理剂表面处理的磁性粉体R-2~R-38的制作>

[0321] 除了使用表2所示的磁性粉体,并以表2所示的使用量使用表2所示的表面处理剂这一点以外,进行与磁性粉体R-1的制作相同的操作,从而获得了经表面处理剂表面处理的磁性粉体R-2~R-38。

[0322] 将上述磁性粉体R-1~R-38的详细内容示于表2(表2-1~2-4)。下述表所示的表面处理剂的使用量是相对于表面处理的磁性粉体100质量份的量。

[0323]

[表2-1]

经表面处理的磁性粉体		R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6	R-7	R-8	R-9	R-10
粉体	种类	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-5	A-5	A-5
	表面处理剂	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3	SK-1	SK-2	SK-3
使用量[质量份]		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

[表2-2]

经表面处理的磁性粉体		R-11	R-12	R-13	R-14	R-15	R-16	R-17	R-18	R-19	R-20
磁性粉体	种类	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5
	表面处理剂	SV-1	SV-2	SV-3	SV-4	SV-5	SP-1	SP-2	SP-4	ST-1	ST-2
使用量[质量份]		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

[表2-3]

经表面处理的磁性粉体		R-21	R-22	R-23	R-24	R-25	R-26	R-27	R-28	R-29	R-30
磁性粉体	种类	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5
	表面处理剂	ST-3	ST-4	ST-5	ST-6	ST-7	ST-8	ST-9	ST-10	SI-1	SI-2
使用量[质量份]		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

[表2-4]

经表面处理的磁性粉体		R-31	R-32	R-33	R-34	R-35	R-36	R-37	R-38
磁性粉体	种类	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-5	A-8
	表面处理剂	SI-3	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3	SP-3
使用量[质量份]		1.0	0.2	0.5	1.5	2.0	5.0	10.0	1.0

[0324] 表2中的表面处理剂为下述表面处理剂。

[0325] [表面处理剂]

- [0326] SK-1: 烯丙基三甲氧基硅烷 (Gelest公司制SIA0540.0)
- [0327] SK-2: 苯乙基三甲氧基硅烷 (Gelest公司制SIP6722.6)
- [0328] SK-3: [2-(3-环己烯基)乙基]三甲氧基硅烷 (Gelest公司制SIC2460.0)
- [0329] SV-1: 乙烯基三甲氧基硅烷 (Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd.制KBM-1003)
- [0330] SV-2: 7-辛烯基三甲氧基硅烷 (Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd.制KBM-1083)
- [0331] SV-3: (3-甲基丙烯酰氧基丙基)三甲氧基硅烷 (Gelest公司制SIM6487.4)
- [0332] SV-4: 8-甲基丙烯酰氧基辛基三甲氧基硅烷 (Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd.制KBM-5803)
- [0333] SV-5: 3-丙烯酰胺丙基三甲氧基硅烷 (Gelest公司制SIA0146.0)
- [0334] SP-1: 3-缩水甘油丙基三甲氧基硅烷 (Gelest公司制SIG5840.0)
- [0335] SP-2: 5,6-环氧己基三乙氧基硅烷 (Gelest公司制SIE4675.0)
- [0336] SP-3: 8-缩水甘油氧基辛基三甲氧基硅烷 (Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd.制KBM-4803)
- [0337] SP-4: 2-(3,4-环氧环己基)乙基三甲氧基硅烷 (Gelest公司制SIE4670.0)
- [0338] ST-1: 钛酸四正丁酯 (Matsumoto Fine Chemical Co.,Ltd.制Orgatix TA-21)
- [0339] ST-2: 钛酸正丁酯二聚物 (Matsumoto Fine Chemical Co.,Ltd.制Orgatix TA-23)
- [0340] ST-3: 异丙基三异硬脂酰基钛酸酯 (Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.制PLENACT TTS)
- [0341] ST-4: 二辛基双(二-十三烷基)磷酸钛酸酯 (Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.制PLENACT 46B)
- [0342] ST-5: 二异丙基双(二辛基焦磷酸酯)钛酸酯 (Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.制PLENACT 38S)
- [0343] ST-6: 双(二辛基焦磷酸酯)氧基乙酸酯钛酸酯 (Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.制PLENACT 138S)
- [0344] ST-7: 双(二辛基焦磷酸酯)亚乙基钛酸酯 (Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.制PLENACT 238S)
- [0345] ST-8: 异丙基三(N-氨基乙基-氨基乙基)钛酸酯 (Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.制PLENACT 44)
- [0346] ST-9: 异丙基三(十二烷基)苯磺酰基钛酸酯 (Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.制PLENACT 9SA)
- [0347] ST-10: 二-2-乙基己氧基双(2-乙基-3-羟基己氧基)钛 (Matsumoto Fine Chemical Co.,Ltd.制Orgatix TC-201)
- [0348] SI-1: 聚二甲基硅氧烷 (Gelest公司制DMS-T21、重均分子量5,970)
- [0349] SI-2: 聚环氧烷改性硅酮 (Gelest公司制DBE-621、环氧乙烷含有率50%、重均分子量2,500)
- [0350] SI-3: 氢末端聚二甲基硅氧烷 (Gelest公司制DMS-H21、重均分子量6,000)
- [0351] [电波吸收体的制作]
- [0352] <实施例1>

[0353] 将3.0g磁性粉体R-1、2.0g聚酰胺B-1(聚酰胺弹性体)及作为抗氧化剂的受阻酚化合物(BASF公司制Irganox 1330)0.05g导入到将设定温度设为200°C的混炼机(TOYO SEIKI co.,LTD.制Lab Plast Mill Micro)中并进行混合,以转子转速100rpm进行5分钟混炼,获得了块状混炼物。

[0354] 将所获得的块状混炼物使用加热加压机压制成型(加热温度:190°C、压制时间:1分钟、压力:20MPa),制作了长10.0cm×宽10.0cm×厚2.0mm的电波吸收体(电波吸收片)。

[0355] <实施例2~50>

[0356] 作为经表面处理剂表面处理的磁性粉体使用表3所示的磁性粉体,并使用表3所示的聚酰胺,除了这一点以外进行与实施例1相同的操作,制作了电波吸收体(电波吸收片)。

[0357] <实施例51~54>

[0358] 用于制备实施例1的混炼物的混合物中的磁性粉体及聚酰胺的含量相对于磁性粉体和聚酰胺的总质量,磁性粉体为60质量%,聚酰胺为40质量%。在实施例51~54中,如表3所示变更磁性粉体及聚酰胺的含量,除了这一点以外,进行与实施例1相同的操作,从而制作了电波吸收体(电波吸收片)。

[0359] <比较例1>

[0360] 除了未使用磁性粉体R-1这一点以外,进行与实施例1相同的操作,从而制作了聚酰胺制片材。

[0361] <比较例2、3>

[0362] 除了作为磁性粉体使用了表3所示的磁性粉体(未进行表面处理)这一点以外,进行与实施例1相同的操作,从而制作了电波吸收体(电波吸收片)。

[0363] <比较例4>

[0364] 除了作为磁性粉体使用表3所示的磁性粉体(经表面处理剂表面处理的未取代型六方晶铁氧体的粉体)这一点以外,进行与实施例1相同的操作,从而制作了电波吸收体(电波吸收片)。

[0365] 在上述实施例及比较例中分别制作多个片材,并将各片材用于下述评价。

[0366] [评价方法]

[0367] <电波吸收性能>

[0368] 通过以下方法,测定了实施例及比较例的各片材的透射衰减量(单位:dB)及反射衰减量(单位:dB)。

[0369] 作为测定装置,使用keysight公司的矢量网络分析仪(产品名:N5225B)及KEYCOM Corp.的喇叭天线(产品名:RH12S23),并通过自由空间法,将入射角设为0°且将扫描频率设为60GHz~90GHz,将上述各片材的一个平面朝向入射侧进行S参数的测定,将76.5GHz的频率中的S参数S₂₁设为透射衰减量,将76.5GHz的频率中的S参数的S₁₁设为反射衰减量。

[0370] 根据测定到的值,通过以下基准评价了电波吸收性能。

[0371] (评价基准)

[0372] A:透射衰减量及反射衰减量均为10.0dB以上

[0373] B:透射衰减量及反射衰减量均为8.0dB以上且小于10.0dB

[0374] C:透射衰减量及反射衰减量均为6.0dB以上且小于8.0dB

[0375] D:透射衰减量及反射衰减量均小于6.0dB

[0376] <耐冲击疲劳性>

[0377] 从实施例及比较例的各片材切出长10.0cm×宽1.0cm×厚2.0mm的试样,使用冲击疲劳试验机(YAMAMOTO METAL TECHNOS Co.,Ltd制),以冲击能量1J、转速78rpm、行程速度2.59次/分钟反复进行冲击试验,求出试样断裂为止的次数,根据以下基准评价了耐冲击疲劳性。

[0378] (评价基准)

[0379] A:直到断裂为止的反复冲击次数为1万次以上

[0380] B:直到断裂为止的反复冲击次数为2000次以上且小于1万次

[0381] C:直到断裂为止的反复冲击次数为100次以上且小于2000次

[0382] D:直到断裂为止的反复冲击次数小于100次

[0383] <滑动耐性>

[0384] 将实施例及比较例的各片材,按照JIS K6264-2(2005),使用锥形磨损试验机(Toyo Seiki Seisaku-sho,Ltd.制),作为磨损轮使用Toyo Seiki Seisaku-sho,Ltd.制CS-10,以荷载4.9N、转速60rpm旋转1000次而进行了磨损试验。对于各片材测定试验前后的质量,通过下述式:质量减少量(%)=(试验前的片材的质量-试验后的片材的质量)×100计算质量减少量(%),并根据以下基准评价了滑动耐性。

[0385] 是指质量减少量越小,在磨损试验中磁性粉体的脱落或部分刮擦越少。

[0386] (评价基准)

[0387] A:质量减少量小于0.05%

[0388] B:质量减少量为0.05%以上且小于0.1%

[0389] C:质量减少量为0.1%以上且小于0.2%

[0390] D:质量减少量为0.2%以上

[0391] 将以上结果示于表3(表3-1~3-7)。

[0392]

[表3-1]

磁性粉体	种类		实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6	实施例7	实施例8	实施例9	实施例10
	表面处理剂	种类 使用量 [质量份]	R-1 SP-3	R-2 SP-3	R-3 SP-3	R-4 SP-3	R-5 SP-3	R-6 SP-3	R-7 SP-3	R-8 SK-1	R-9 SK-2	R-10 SK-3
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	含量[质量%]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
聚酰胺	种类	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1
	含量[质量%]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	电波吸收性能	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
	耐冲击疲劳性	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	滑动耐性	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B

[表3-2]

磁性粉体	种类		实施例11	实施例12	实施例13	实施例14	实施例15	实施例16	实施例17	实施例18	实施例19	实施例20
	表面处理剂	种类 使用量 [质量份]	R-11 SV-1	R-12 SV-2	R-13 SV-3	R-14 SV-4	R-15 SV-5	R-16 SP-1	R-17 SP-2	R-18 SP-4	R-19 ST-1	R-20 ST-2
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	含量[质量%]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
聚酰胺	种类	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1
	含量[质量%]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	电波吸收性能	B	B	B	B	B	B	A	A	A	B	C
	耐冲击疲劳性	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C
	滑动耐性	B	A	B	B	B	B	A	A	A	A	B

[0393]

[表3-3]

磁性粉体	种类		实施例21	实施例22	实施例23	实施例24	实施例25	实施例26	实施例27	实施例28	实施例29	实施例30
	表面处理剂	种类 使用量 [质量份]	R-21 ST-3	R-22 ST-4	R-23 ST-5	R-24 ST-6	R-25 ST-7	R-26 ST-8	R-27 ST-9	R-28 ST-10	R-29 SI-1	R-30 SI-2
	含量[质量%]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
聚酰胺	种类	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	含量[质量%]	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1
	电波吸收性能	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	耐冲击疲劳性	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B
	滑动耐性	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B

[表3-4]

磁性粉体	种类		实施例31	实施例32	实施例33	实施例34	实施例35	实施例36	实施例37	实施例38	实施例39	实施例40
	表面处理剂	种类 使用量 [质量份]	R-31 SI-3	R-32 SP-3	R-33 SP-3	R-34 SP-3	R-35 SP-3	R-36 SP-3	R-37 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3
	含量[质量%]	1.0	0.2	0.5	1.5	2.0	5.0	10.0	1.0	1.0	1.0	1.0
聚酰胺	种类	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	含量[质量%]	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	B-2	B-3	B-4
	电波吸收性能	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	耐冲击疲劳性	B	C	A	A	A	B	B	B	C	B	B
	滑动耐性	C	B	A	A	B	B	C	C	B	B	B
		B	C	A	A	A	A	A	A	B	B	B

[0394]

[表3-5]

磁性粉体	种类		实施例41	实施例42	实施例43	实施例44	实施例45	实施例46	实施例47	实施例48	实施例49	实施例50
	表面处理剂	种类 使用量 [质量份]	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3
		含量[质量%]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
聚酰胺		种类	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		含量[质量%]	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14
		电波吸收性能	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		耐冲击疲劳性	B	A	B	B	A	A	A	B	A	A
		滑动耐性	B	A	A	B	B	A	A	B	A	B
			A	A	A	A	B	B	A	A	A	B

[0395]

[表3-7]

[表3-6]

磁性粉体	种类		实施例51	实施例52	实施例53	实施例54
	表面处理剂	种类 使用量 [质量份]	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3	R-5 SP-3
		含量[质量%]	1.0	1.0	1.0	1.0
聚酰胺		种类	20	40	70	80
		含量[质量%]	B-1	B-1	B-1	B-1
		电波吸收性能	80	60	30	20
		耐冲击疲劳性	C	B	A	A
		滑动耐性	A	A	A	A
			A	A	A	B

		比较例1	比较例2	比较例3	比较例4	
[0396]	磁性粉体	种类	-	A-5	A-8	R-38
		表面处理剂		-	-	SP-3
	种类	-				-
	使用量[质量份]			60	60	
聚酰胺	种类	B-1	B-1	B-1	B-1	
	含量[质量%]	100	40	40	40	
电波吸收性能		D	C	D	D	
耐冲击疲劳性		C	D	D	D	
滑动耐性		D	D	D	C	

[0397] 表3中的聚酰胺为下述聚酰胺。

[0398] [聚酰胺]

[0399] B-1:聚酰胺弹性体 (Arkema S.A.制Pebax 7033)

[0400] B-2:聚酰胺46 (DSM公司制Stanyl TW363)

[0401] B-3:聚酰胺6 (DSM公司制Novamid ST120)

[0402] B-4:聚酰胺66 (Toray Industries, Inc.制Amilan CM3001-N)

[0403] B-5:聚酰胺6T (Mitsui Chemicals, Inc.制Arlen AE4200)

[0404] B-6:聚酰胺9T (KURARAY CO., LTD制Genestar N1000A)

[0405] B-7:聚酰胺610 (Daicel-Evonik Ltd.制Vestamid Terra HS16)

[0406] B-8:聚酰胺612 (Arkema S.A.制Hiprolon 90NN)

[0407] B-9:聚酰胺1010 (Daicel-Evonik Ltd.制Vestamid Terra DS16)

[0408] B-10:聚酰胺1012 (Arkema S.A.制Hiprolon 400NN)

[0409] B-11:聚酰胺11 (Arkema S.A.制Rilsan BMN 0)

[0410] B-12:聚酰胺MXD6 (Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation制Lenny1002H、含有玻璃纤维20质量%)

[0411] B-13:非晶性聚酰胺 (Daicel-Evonik Ltd.制TROGAMIDE CX7323)

[0412] B-14:芳香族聚酰胺 (EMS-CHEMIE Ltd.制Grivory GTR45)

[0413] 实施例1~54的电波吸收体作为磁性粉体包含经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体,作为粘合剂包含聚酰胺。

[0414] 相对于此,比较例2的电波吸收体包含未进行表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体和聚酰胺,比较例3的电波吸收体包含未进行表面处理的未取代型六方晶铁氧体的粉体和聚酰胺,比较例4的电波吸收体包含经表面处理剂表面处理的未取代型六方晶铁氧体的粉体和聚酰胺。

[0415] 由表3中实施例1~54和比较例2~4的比较能够确认到,作为磁性粉体和粘合剂,通过组合经表面处理剂表面处理的取代型六方晶铁氧体的粉体和聚酰胺,可获得电波吸收性能及机械耐久性优异的电波吸收体。

[0416] 产业上的可利用性

[0417] 本发明的一方式在进行汽车的自动驾驶控制等的各种自动驾驶控制的技术领域中是有用的。