



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114058296 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 18

(21) 申请号 202111568342.X

(22) 申请日 2021.12.21

(71) 申请人 北京工商大学

地址 100048 北京市海淀区阜成路33号

(72) 发明人 张扬 王晨卉 高晗 刘帅

(74) 专利代理机构 北京中知星原知识产权代理

事务所(普通合伙) 11868

代理人 艾变开

(51) Int. Cl.

C09J 133/04 (2006.01)

C09J 9/02 (2006.01)

C09J 7/38 (2018.01)

权利要求书1页 说明书13页 附图1页

(54) 发明名称

一种具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶及其制备方法,属于电磁屏蔽材料制备领域。所述复合压敏胶采用外加静磁场,溶液流延的方法制备。复合压敏胶具有三层结构,金属磁性填料在每层的厚度方向上具有不同的取向结构。上层垂直于基膜方向的填料有助于电磁波的进入;中间层与水平面呈现一定倾斜角度的填料有助于电磁波发生大量的多重反射和散射;下层平行于基膜方向的填料可以使电磁波重新反射到材料的内部。三层之间良好的匹配使得电磁辐射得以大幅度衰减,使本发明制备的压敏胶具有高屏蔽效能和强吸收的特征。此外,本发明提供的复合压敏胶可以重复粘贴使用,可以广泛应用于柔性电子设备、便携式以及可穿戴电子产品等领域。



1. 一种具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,其特征在于所述复合压敏胶具有三层结构,金属磁性填料在每层的厚度方向上具有不同的取向结构。

2. 根据权利要求1所述的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,其特征在于所述金属功能填料在下层内部平行于基膜方向取向,在中间层内部与水平面呈现 α 角度的取向,其中 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 或者 $90^\circ < \alpha < 180^\circ$,在上层内部垂直于基膜方向取向。

3. 根据权利要求1所述的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,丙烯酸酯压敏胶和金属磁性填料两部分组成。其中,丙烯酸酯压敏胶占电磁屏蔽功能复合压敏胶的45.5~87.0wt.%,金属磁性填料占电磁屏蔽功能复合压敏胶的13.0~54.5wt.%。

4. 根据权利要求3所述的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,其特征在于丙烯酸酯压敏胶的初始黏度为3000~5000CPS,剥离强度为1.20~1.50N/mm。

5. 根据权利要求3所述的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,其特征在于金属磁性填料由链球状镍粉与片状镍粉复配组成;其中链球状镍粉的平均链长为16.0~70.0 μ m,片状镍粉的平均片径为22.0~68.0 μ m。

6. 根据权利要求3所述的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,其特征在于所述丙烯酸酯压敏胶的固含量为30.0~60.0wt.%,上层、中间层和下层金属磁性填料与每层电磁屏蔽功能复合压敏胶固含量的质量比均为1~2:1~2,中间层链球状金属磁性填料与片状金属磁性填料的质量比为1~8:1。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,其特征在于所述的电磁屏蔽功能复合压敏胶每层的厚度均为0.10~0.20mm。

8. 权利要求1-7任一项所述具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶的制备方法,其特征在于,采用外加静磁场和溶液流延相结合来构筑取向结构,在基膜的表面依次形成金属功能填料平行于基膜方向取向的取向基膜层L1(下层)、金属功能填料以相对于基膜方向呈 α 角度取向的取向膜层L2(中间层)和金属功能填料以垂直于基膜方向取向的取向膜层L3(上层)。

9. 根据权利要求8所述的制备方法,其特征在于,具体包括如下步骤:

(1) 将片状镍粉加入丙烯酸酯压敏胶(片状镍粉:丙烯酸酯压敏胶固含量的质量比为1~2:1~2)中,搅拌,之后脱泡,制得混合液S1和S3;

(2) 将链球状和片状镍粉(链球状:片状的质量比为1~8:1)加入丙烯酸酯压敏胶(镍粉:丙烯酸酯压敏胶固含量的质量比为1~2:1~2)中,搅拌,之后并脱泡,制得混合液S2;

(3) 将混合液S1在水平放置的聚乙烯基膜表面流延,将其放入静磁场中,磁场方向平行于基膜方向进行取向,取向时间为3-4h,之后将其置入烘箱干燥,得到L1取向膜;

(4) 待混合液S1完全干燥之后,在L1取向膜的空气侧表面流延混合液S2,将其放入静磁场中,磁场方向与水平面呈现 α 角度,其中 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 或者 $90^\circ < \alpha < 180^\circ$,取向时间为3-4h,之后将其置入烘箱干燥,得到L1+L2取向膜;

(5) 待混合液S2完全干燥之后,在得到L1+L2取向膜的L2面的空气侧表面流延混合液S3,将其放入静磁场中,磁场方向垂直于基膜方向,取向时间为3-4h,之后将其置入烘箱干燥,待其完全干燥后,最终获得具有取向结构的L1+L2+L3电磁屏蔽功能复合压敏胶。

10. 根据权利要求9所述的制备方法,其特征在于所述的步骤(3)~(5)的静磁场均为1.2T静磁场。

一种具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电磁屏蔽复合材料的技术领域,具体来说,涉及一种具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,以及一种通过外加静磁场制备取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶的方法。

背景技术

[0002] 随着电子、电气设备使用量的增加,形成复杂的电磁环境。电磁干扰不仅会引起电气设备的故障,还有可能导致信息泄漏、错误操作,损害电子设备的性能。电磁干扰屏蔽技术的研究日益受到重视。

[0003] 聚合物基压敏胶可以将两种材料牢固结合在一起,使用方便,价格低廉。但是,由于绝缘特性,此类压敏胶不具备电磁屏蔽能力,限制了它们作为电磁屏蔽材料的应用。向其中填充功能填料可以赋予聚合物电磁屏蔽效能。高填充含量虽然会提高材料的电磁屏蔽性能,但是会引起界面粘合力弱、成本高、加工能力差等一系列不良影响。随着新一代柔性电子设备向智能化、便携化以及可穿戴化发展,对电磁屏蔽材料的柔性、轻质等方面也提出了更高的要求,亟需研究制备新型高性能、多功能柔性电磁屏蔽压敏胶。

[0004] CN 110408342 A公开了一种碳纳米球填充的双固化导电胶带的制备方法及其在电磁屏蔽胶带中的应用。首先将碳纳米球加入N-乙基吡咯烷酮中搅拌均匀,加入引发剂,继续搅拌,得到碳纳米球引发剂溶液;其次将异冰片基丙烯酸酯、丙烯酸和丙烯酸异辛酯加入N-乙基吡咯烷酮中,搅拌均匀,在避光环境下加入光引发剂,继续搅拌,得到丙烯酸酯前驱体聚合物;之后在避光环境下,将碳纳米球引发剂溶液丙烯酸酯前驱体聚合物混合,加热搅拌预反应,再加入引发剂继续反应,得到碳纳米球改性的聚丙烯酸酯压敏胶;最后将聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜充分浸渍于碳纳米球改性的聚丙烯酸酯压敏胶中,提拉取出,紫外线光照射固化,得到碳纳米球填充的双固化双面导电胶带。该制备方法过程复杂、工艺条件要求较高,制备材料的电磁屏蔽效能最高为28dB。

[0005] CN 103525340 A公开了一种水溶性环氧改性丙烯酸酯树脂胶黏剂及其使用该胶黏剂制备的电磁屏蔽胶膜。通过使用丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸、甲基丙烯酸、苯乙烯中的三种或多种混合使用,并在水溶性引发剂的引发下发生聚合。此外,需要加入乳化剂,环氧树脂,固化剂,增稠剂,电磁屏蔽粒子等组分制备电磁屏蔽胶膜。该制备方法所需实验原料较多,且过程复杂。填料在制备的胶膜中无序分布,不利于发挥填料的独特结构提升材料电磁性能的优势。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶。

[0007] 本发明提供的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶,其特征在于所述复合压敏胶具有三层结构,金属磁性填料在每层的厚度方向上具有不同的取向结构。

[0008] 进一步,所述的金属功能填料在下层内部平行于基膜方向取向,在中间层内部与

水平面呈现 α 角度的取向,其中 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$,或者 $90^\circ < \alpha < 180^\circ$,在上层内部垂直于基膜方向取向。优选地, α 可以为 10° 、 20° 、 30° 、 40° 、 50° 、 60° 、 70° 、 80° 、 120° 、 150° 。最优选 $50^\circ < \alpha < 60^\circ$ 或者 $120^\circ < \alpha < 130^\circ$

[0009] 进一步,所述的电磁屏蔽功能复合压敏胶,主要由丙烯酸酯压敏胶和金属磁性填料两部分组成。

[0010] 进一步,所述的丙烯酸酯压敏胶的初始黏度为3000~5000CPS,剥离强度为1.20~1.50N/mm。

[0011] 进一步,所述的金属磁性填料由链球状镍粉与片状镍粉复配组成;其中链球状镍粉的平均链长为16.0~70.0 μm ,片状镍粉的平均片径为22.0~68.0 μm 。

[0012] 进一步,所述的丙烯酸酯压敏胶的固含量为30.0~60.0wt.%,上层、中间层和下层金属磁性填料与每层电磁屏蔽功能复合压敏胶固含量的质量比均为1~2:1~2,中间层链球状金属磁性填料与片状金属磁性填料的质量比为1~8:1。

[0013] 进一步,所述的电磁屏蔽功能复合压敏胶每层的厚度均为0.10~0.20mm。

[0014] 本发明还提供前述具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶的制备方法,其中,采用外加静磁场和溶液流延相结合的方法来构筑取向结构,在基膜的表面依次形成金属功能填料平行于基膜方向取向的取向基膜层L1(下层)、金属功能填料以相对于基膜方向呈 α 角度取向的取向膜层L2(中间层)和金属功能填料以垂直于基膜方向取向的取向膜层L3(上层)。上述制备方法,具体包括如下步骤:

[0015] (1)将片状镍粉加入丙烯酸酯压敏胶(片状镍粉:丙烯酸酯压敏胶固含量的质量比为1~2:1~2)中,搅拌,之后脱泡,制得混合液S1和S3;

[0016] (2)将链球状和片状镍粉(链球状:片状的质量比为1~8:1)加入丙烯酸酯压敏胶(镍粉:丙烯酸酯压敏胶固含量的质量比为1~2:1~2)中,搅拌,之后并脱泡,制得混合液S2;

[0017] (3)将混合液S1在水平放置的聚乙烯基膜表面流延,将其放入静磁场中,磁场方向平行于基膜方向进行取向,取向时间为3-4h,之后将其置入烘箱干燥,得到L1取向膜;

[0018] (4)待混合液S1完全干燥之后,在L1取向膜的空气侧表面流延混合液S2,将其放入静磁场中,磁场方向与水平面呈现 α 角度,其中 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 或者 $90^\circ < \alpha < 180^\circ$,取向时间为3-4h,之后将其置入烘箱干燥,得到L1+L2取向膜;

[0019] (5)待混合液S2完全干燥之后,在得到L1+L2取向膜的L2面的空气侧表面流延混合液S3,将其放入静磁场中,磁场方向垂直于基膜方向,取向时间为3-4h,之后将其置入烘箱干燥,待其完全干燥后,最终获得具有取向结构的L1+L2+L3电磁屏蔽功能复合压敏胶。

[0020] 性能测试:

[0021] 电磁屏蔽效能测试:按照标准GBJ8820-2015测试电磁屏蔽效能。

[0022] 剥离强度测试:按照标准GB/T8808-1988测试剥离强度。

[0023] 本发明的有益效果:

[0024] 本发明所提供的电磁屏蔽功能复合压敏胶具有三层结构,金属磁性填料在每层的厚度方向上具有不同的取向结构。金属填料在复合压敏胶的上层(L3)内部垂直于基膜方向取向,在中间层(L2)内部与水平面呈现一定倾斜角度取向,在下层(L1)内部平行于基膜方向取向。当电磁波从压敏胶的上层进入材料内部时,垂直于基膜方向的金属功能填料有助

于电磁波的进入,有效的避免了电磁波在压敏胶表面发生强反射引发的电磁二次污染问题。当电磁波进入中间层时,与水平面呈现一定倾斜角度的金属功能填料有助于电磁波发生大量的多重反射和散射,使电磁波在中间层中得以大量衰减。当电磁波进入下层时,平行于基膜方向的金属功能填料可以使电磁波重新反射进入到压敏胶的内部,延长了电磁波在材料内部的传输路径,有效的提升了金属填料的使用率,使电磁能量进一步削弱。三层之间良好的电磁匹配特性使得电磁辐射得以大幅度衰减,使本发明制备的压敏胶具有高屏蔽效能和强吸收的特征。同时,制备压敏胶的过程没有使用有机溶剂,价格低廉、绿色、节能、环保。该电磁屏蔽功能复合压敏胶具有良好的柔性和强的粘附性能,可以方便的粘贴在需要电磁防护的产品和设备表面,并且可以重复粘贴使用。此外,本发明的方法具有制备工艺简单、流程易控、易于大规模工业化生产等优点。

附图说明

[0025] 图1表示的是本发明制备的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶的结构示意图;

[0026] 图2表示的是实施例26制备的具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶在8.2-12.4GHz的电磁屏蔽效能图。

具体实施方式

[0027] 下面以示例性实施例的方式更详细地描述本发明具有取向结构的电磁屏蔽功能复合压敏胶及其制备方法。提供这些实施例是为了使本说明书更充分和完整,以使本领域技术人员能够充分理解和实施本发明专利,但是本发明并不限定为所列的示例性实施例。

[0028] 测试方法:

[0029] 复合压敏胶电磁屏蔽效能:使用波导法来测试。

[0030] 吸收损耗占电磁屏蔽效能的百分比: $SE_A\% = SE_A/SE$,其中,SE代表总的电磁屏蔽效能,单位dB; SE_A 代表吸收损耗的屏蔽效能,单位dB; $SE_A\%$ 代表吸收损耗的屏蔽效能占总的屏蔽效能的百分比。

[0031] 实施例1:

[0032] (1) 分别称取两份45.0g平均片径为22.0 μ m的片状镍粉和100.0g固含量为45.0wt.%的丙烯酸酯压敏胶,放入单口烧瓶。在室温下,通过机械搅拌将其混合均匀,转速为150rpm,搅拌1h后,得到两份混合液S1和S3;称取一份22.5g平均链长为16.0 μ m的链球状镍粉、22.5g平均片径为22.0 μ m的片状镍粉和100.0g固含量为45.0wt.%的丙烯酸酯压敏胶,放入单口烧瓶。在室温下,通过机械搅拌将其混合均匀,转速为150rpm,搅拌1h得到混合液S2。

[0033] (2) 将混合液S1、S2和S3放入真空脱泡机中脱泡30min。

[0034] (3) 将混合液S1放入流延机流延盒内,在水平放置的聚乙烯基膜表面流延,平行基膜的1.2T静磁场中4h,之后将其置于60 $^{\circ}$ C的烘箱干燥,获得L1取向膜。

[0035] (4) 待混合液S1完全干燥之后,在L1取向膜的空气侧表面流延混合液S2,将混合液S2放入流延机流延盒内,在L1取向膜的空气侧表面流延,随后将其放入与水平面呈现10 $^{\circ}$ 的1.2T静磁场中4h,将其置于60 $^{\circ}$ C的烘箱干燥后,获得L1+L2取向膜。

[0036] (5) 待混合液S2完全干燥之后,在得到L1+L2取向膜的L2面的空气侧表面流延混合液S3,将混合液S3放入流延机流延盒内,在L1+L2取向膜的L2面的空气侧表面流延,随后将其放入垂直基膜方向的1.2T静磁场中4h,将其置于60°C的烘箱干燥,待其完全干燥后,获得具有取向结构的L1+L2+L3电磁屏蔽功能复合压敏胶。

[0037] 通过在流延过程中,控制刮刀高度,使L1,L2,L3取向膜的厚度均为0.10mm。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达15.22dB,吸收损耗占总屏蔽效能的36.23%,剥离强度为0.55N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0038] 实施例2:

[0039] 方法如实施例1,只是将(1)中链球状镍粉的平均链长由16.0 μm 调整为57.0 μm 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达33.45dB,吸收损耗占总屏蔽效能的42.15%,剥离强度为0.63N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0040] 实施例3:

[0041] 方法如实施例1,只是将(1)中链球状镍粉的平均链长由16.0 μm 调整为70.0 μm 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达28.74dB,吸收损耗占总屏蔽效能的40.71%,剥离强度为0.59N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0042] 实施例4:

[0043] 方法如实施例2,只是将(1)中片状镍粉的平均片径由22.0 μm 调整为49.0 μm 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达38.23dB,吸收损耗占总屏蔽效能的45.74%,剥离强度为0.68N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0044] 实施例5:

[0045] 方法如实施例2,只是将(1)中片状镍粉的平均片径由22.0 μm 调整为68.0 μm 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达34.12dB,吸收损耗占总屏蔽效能的43.25%,剥离强度为0.65N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0046] 实施例6:

[0047] 方法如实施例4,只是将(4)中静磁场与水平面的夹角由10°调整为20°。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达41.04dB,吸收损耗占总屏蔽效能的46.08%,剥离强度为0.70N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0048] 实施例7:

[0049] 方法如实施例4,只是将(4)中静磁场与水平面的夹角由10°调整为30°。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达43.67dB,吸收损耗占总屏蔽效能的49.40%,剥离强度为0.71N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0050] 实施例8:

[0051] 方法如实施例4,只是将(4)中静磁场与水平面的夹角由 10° 调整为 40° 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达48.36dB,吸收损耗占总屏蔽效能的52.73%,剥离强度为0.73N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0052] 实施例9:

[0053] 方法如实施例4,只是将(4)中静磁场与水平面的夹角由 10° 调整为 50° 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达68.61dB,吸收损耗占总屏蔽效能的76.98%,剥离强度为0.88N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0054] 实施例10:

[0055] 方法如实施例4,只是将(4)中静磁场与水平面的夹角由 10° 调整为 60° 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达70.52dB,吸收损耗占总屏蔽效能的78.36%,剥离强度为0.90N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0056] 实施例11:

[0057] 方法如实施例4,只是将(4)中静磁场与水平面的夹角由 10° 调整为 70° 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达69.87dB,吸收损耗占总屏蔽效能的77.14%,剥离强度为0.89N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0058] 实施例12:

[0059] 方法如实施例4,只是将(4)中静磁场与水平面的夹角由 10° 调整为 80° 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达43.99dB,吸收损耗占总屏蔽效能的55.97%,剥离强度为0.69N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0060] 实施例13:

[0061] 方法如实施例4,只是将(3)、(4)、(5)中放置时间由4h调整至3h。(4)中静磁场与水平面的夹角由 10° 调整为 150° 。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达43.67dB,吸收损耗占总屏蔽效能的49.50%,剥离强度为0.68N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0062] 实施例14:

[0063] 方法如实施例10,只是将(1)中制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由22.5g调整为27.0g,片状镍粉的质量由22.5g调整为18.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达80.13dB,吸收损耗占总屏蔽效能的86.77%,剥离强度1.10N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0064] 实施例15:

[0065] 方法如实施例10,只是将(1)中制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由22.5g调整为32.0g,片状镍粉的质量由22.5g调整为13.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达77.11dB,吸收损耗占总屏蔽效能的83.15%,剥离强度为0.94N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0066] 实施例16:

[0067] 方法如实施例10,只是将(1)中制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由22.5g调整为36.0g,片状镍粉的质量由22.5g调整为9.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达75.59dB,吸收损耗占总屏蔽效能的80.90%,剥离强度为0.92N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0068] 实施例17:

[0069] 方法如实施例10,只是将(1)中制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由22.5g调整为40.0g,片状镍粉的质量由22.5g调整为5.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达63.31dB,吸收损耗占总屏蔽效能的72.67%,剥离强度为0.83N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0070] 实施例18:

[0071] 方法如实施例14,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由45.0g调整为22.5g;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由27.0g调整为13.5g,片状镍粉的质量由18.0g调整为9.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达55.48dB,吸收损耗占总屏蔽效能的66.40%,剥离强度为1.09N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0072] 实施例19:

[0073] 方法如实施例14,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由45.0g调整为90.0g;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由27.0g调整为54.0g,片状镍粉的质量由18.0g调整为36.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达81.89dB,吸收损耗占总屏蔽效能的88.18%,剥离强度为1.12N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0074] 实施例20:

[0075] 方法如实施例14,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由45.0g调整为30.0g,丙烯酸酯压敏胶的固含量由45.0wt.%调整为30.0wt.%;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由27.0g调整为18.0g,片状镍粉的质量由18.0g调整为12.0g,丙烯酸酯压敏胶的固含量由45.0wt.%调整为30.0wt.%。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达77.76dB,吸收损耗占总屏蔽效能的84.82%,剥离强度为1.01N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0076] 实施例21:

[0077] 方法如实施例20,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由30.0g调整为15.0g;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由18.0g调整为9.0g,片状镍粉的质量由12.0g调整为6.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达51.31dB,吸收损耗占总屏蔽效能的62.29%,剥离强度为0.99N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0078] 实施例22:

[0079] 方法如实施例20,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由30.0g调整为60.0g;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由18.0g调整为36.0g,片状镍粉的质量由12.0g调整为24.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽

性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达78.43dB,吸收损耗占总屏蔽效能的86.36%,剥离强度为1.02N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0080] 实施例23:

[0081] 方法如实施例20,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由30.0g调整为60.0g,丙烯酸酯压敏胶的固含量由30.0wt.%调整为60.0wt.%;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由18.0g调整为36.0g,片状镍粉的质量由12.0g调整为24.0g,丙烯酸酯压敏胶的固含量由30.0wt.%调整为60.0wt.%.通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达50.49dB,吸收损耗占总屏蔽效能的58.32%,剥离强度为0.75N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0082] 实施例24:

[0083] 方法如实施例23,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由60.0g调整为30.0g;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由36.0g调整为18.0g,片状镍粉的质量由24.0g调整为12.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达42.36dB,吸收损耗占总屏蔽效能的49.68%,剥离强度为0.74N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0084] 实施例25:

[0085] 方法如实施例23,只是将(1)中制备混合液S1和S3时,片状镍粉的质量由60.0g调整为120.0g;制备混合液S2时,链球状镍粉的质量由36.0g调整为72.0g,片状镍粉的质量由24.0g调整为48.0g。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达55.43dB,吸收损耗占总屏蔽效能的64.75%,剥离强度为0.76N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0086] 实施例26:

[0087] 方法如实施例14,通过在流延过程中,控制刮刀高度,使L1,L2,L3取向膜的厚度均为0.15mm。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达92.95dB,吸收损耗占总屏蔽效能的89.18%,剥离强度为1.21N/mm。复合压敏胶的电磁屏蔽效能随频率的变化如图2所示。将材料的性能列于表1中。

[0088] 实施例27:

[0089] 方法如实施例14,通过在流延过程中,控制刮刀高度,使L1,L2,L3取向膜的厚度均为0.20mm。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,复合压敏胶电磁屏蔽效能可达90.17dB,吸收损耗占总屏蔽效能的88.29%,剥离强度为1.19N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0090] 对比例1:

[0091] 对比实施例26,仅配制混合液S1,使用平行基膜的1.2T静磁场制备L1取向膜。在流延过程中,控制刮刀高度,使L1取向膜的厚度为0.45mm。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,L1取向膜的电磁屏蔽效能可达33.65dB,吸收损耗占总屏蔽效能的44.23%,剥离强度为0.61N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0092] 对比例2:

[0093] 对比实施例26,仅配制混合液S2,使用与水平面的夹角为60°的1.2T静磁场制备L2

取向膜。在流延过程中,控制刮刀高度,使L2取向膜的厚度为0.45mm。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,L2取向膜的电磁屏蔽效能可达36.17dB,吸收损耗占总屏蔽效能的45.96%,剥离强度为0.62N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0094] 对比例3:

[0095] 对比实施例26,仅配制混合液S3,使用垂直基膜的1.2T静磁场制备L3取向膜。在流延过程中,控制刮刀高度,使L3取向膜的厚度为0.45mm。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,L3取向膜的电磁屏蔽效能可达32.34dB,吸收损耗占总屏蔽效能的43.49%,剥离强度为0.61N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0096] 对比例4:

[0097] 选用专利CN 110408342 A中的实施例5中方法作为对比,制备厚度为0.45mm的碳纳米球填充的双固化双面导电胶带。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,测试双固化双面导电胶带的电磁屏蔽效能为35.33dB,吸收损耗占总屏蔽效能的36.78%,剥离强度为0.60N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0098] 对比例5:

[0099] 方法如实施例26,使用平均链长为57.0 μ m的链球状镍粉、平均片径为49.0 μ m的片状镍粉复配替代碳纳米球制备厚度为0.45mm的双固化双面导电胶带,其中链球状镍粉和片状镍粉的质量比为3:2,制备的双固化双面导电胶带中镍粉和聚丙烯酸酯的质量比为1:1。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,测试双固化双面导电胶带的电磁屏蔽效能为38.47dB,吸收损耗占总屏蔽效能的38.03%,剥离强度为0.60N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0100] 对比例6:

[0101] 选用专利CN 103525340 A中的实施例3中方法作为对比,使用该方法制备厚度为0.45mm的电磁屏蔽胶膜。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,测试得到电磁屏蔽膜的电磁屏蔽效能为18.63dB,吸收损耗占总屏蔽效能的26.96%,剥离强度为0.57N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0102] 对比例7:

[0103] 方法如实施例26,使用平均链长为57.0 μ m的链球状镍粉、平均片径为49.0 μ m的片状镍粉复配作为电磁屏蔽粒子制备厚度为0.45mm的电磁屏蔽胶膜,其中链球状镍粉和片状镍粉的质量比为3:2,制备的电磁屏蔽胶膜中镍粉和水溶性环氧改性丙烯酸酯树脂胶黏剂中固含量的质量比为1:1。通过矢量网络分析仪使用波导法在8.2-12.4GHz频率下对其电磁屏蔽性能进行测试,测试双固化双面导电胶带的电磁屏蔽效能为22.38dB,吸收损耗占总屏蔽效能的30.93%,剥离强度为0.59N/mm。将材料的性能列于表1中。

[0104] 通过实施例1~5,可以看出本发明公开的链球状镍粉平均链长为57.0~70.0 μ m,片状镍粉平均片径为49.0~68.0 μ m时,制备复合压敏胶的电磁屏蔽效能和吸收损耗占总屏蔽效能的百分比较高。

[0105] 通过实施例6~13,可以看出本发明公开的金属功能填料在中间层内部与水平面呈现50°~70°的取向时,制备复合压敏胶的电磁屏蔽效能和吸收损耗占总屏蔽效能的百分比较高。

[0106] 通过实施例14~17,可以看出本发明公开的中间层链球状镍粉与片状镍粉的质量比在1.5~4:1范围内,制备复合压敏胶的电磁屏蔽效能、吸收损耗占总屏蔽效能的百分比和剥离强度较高。

[0107] 通过实施例14和实施例18~25,可以看出本发明公开的丙烯酸酯压敏胶的固含量在30.0~45.0wt.%范围内,每层金属功能填料与该层压敏胶固含量的质量比为1~2:1时,制备复合压敏胶的电磁屏蔽效能、吸收损耗占总屏蔽效能的百分比和剥离强度较高。

[0108] 通过实施例14和实施例26~27,可以看出本发明公开的复合压敏胶每层的厚度在0.15~0.2mm的范围内,其电磁屏蔽效能、吸收损耗占总屏蔽效能的百分比和剥离强度较高。

[0109] 通过实施例26~27与对比例1~3的比较,可以看出本发明公开的不同取向金属功能填料的多层复合压敏胶的电磁屏蔽效能、吸收损耗占总屏蔽效能的百分比和剥离强度要优于单层取向金属功能填料的复合压敏胶。

[0110] 通过实施例26~27与对比例4~7的比较,可以看出本发明公开的不同取向金属功能填料的多层复合压敏胶的电磁屏蔽效能、吸收损耗占总屏蔽效能的百分比和剥离强度要优于现有技术。

[0111] 表1本发明实施例和对比例的性能对比

			角度	压敏胶固含量/wt.%	金属功能填料与该层压敏胶固含量的质量比	中间层链球状镍粉与片状镍粉的质量比	片状镍粉平均片径/ μm	链球状镍粉平均链长/ μm	厚度/mm	电磁屏蔽效能/dB	吸收损耗占总屏蔽效能的百分比/%	剥离强度/N/m ^m
[0112] 实施例1	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	22.0	16.0	0.10	15.22	36.23	0.55
	中间层	链球状:片状	与水平面呈10°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例2	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	22.0	57.0	0.10	33.45	42.15	0.63
	中间层	链球状:片状	与水平面呈10°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	22.0	70.0	0.10	28.74	40.71	0.59

[0113]

例 3	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 10°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 4	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	38.23	45.74	0.68
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 10°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 5	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	68.0	57.0	0.10	34.12	43.25	0.65
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 10°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 6	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	41.04	46.08	0.70
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 20°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 7	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	43.67	49.40	0.71
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 30°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 8	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	48.36	52.73	0.73
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 40°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 9	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	68.61	76.98	0.88
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 50°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	70.52	78.36	0.90

[0114]

例 10	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 11	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	69.87	77.14	0.89
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 70°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 12	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	43.99	55.97	0.69
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 80°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 13	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	1:1	49.0	57.0	0.10	43.67	49.50	0.68
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 150°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 14	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	3:2	49.0	57.0	0.10	80.13	86.77	1.10
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 15	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	32:13	49.0	57.0	0.10	77.11	83.15	0.94
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 16	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:1	4:1	49.0	57.0	0.10	75.59	80.9	0.92
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实	上层	片状	垂直	45.0	1:1	8:1	49.0	57.0	0.10	63.31	72.67	0.83

[0115]

实施例 17	中间层	链球状: 片状	基膜与水平面呈 60°	45.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:1				0.10			
实施例 18	上层	片状	垂直基膜	45.0	1:2	3:2	49.0	57.0	0.10	55.48	66.40	1.09
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	45.0	1:2				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	1:2				0.10			
实施例 19	上层	片状	垂直基膜	45.0	2:1	3:2	49.0	57.0	0.10	81.89	88.18	1.12
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	45.0	2:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	45.0	2:1				0.10			
实施例 20	上层	片状	垂直基膜	30.0	1:1	3:2	49.0	57.0	0.10	77.76	84.82	1.01
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	30.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	30.0	1:1				0.10			
实施例 21	上层	片状	垂直基膜	30.0	1:2	3:2	49.0	57.0	0.10	51.31	62.29	0.99
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	30.0	1:2				0.10			
	下层	片状	平行基膜	30.0	1:2				0.10			
实施例 22	上层	片状	垂直基膜	30.0	2:1	3:2	49.0	57.0	0.10	78.43	86.36	1.02
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	30.0	2:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	30.0	2:1				0.10			
实施例 23	上层	片状	垂直基膜	60.0	1:1	3:2	49.0	57.0	0.10	50.49	58.32	0.75
	中间层	链球状: 片状	与水平面呈 60°	60.0	1:1				0.10			
	下层	片状	平行基膜	60.0	1:1				0.10			
实	上层	片状	垂直	60.0	1:2	3:2	49.0	57.0	0.10	42.36	49.68	0.74

[0116]

施 例 24	中 间 层	链 球 状：片 状	基 膜 与 水 平 面 呈 60°	60.0	1:2				0.10			
	下 层	片 状	平 行 基 膜	60.0	1:2				0.10			
	上 层	片 状	垂 直 基 膜	60.0	2:1				0.10			
实 施 例 25	中 间 层	链 球 状：片 状	与 水 平 面 呈 60°	60.0	2:1	3:2	49.0	57.0	0.10	55.43	64.75	0.76
	下 层	片 状	平 行 基 膜	60.0	2:1				0.10			
	上 层	片 状	垂 直 基 膜	60.0	2:1				0.10			
实 施 例 26	中 间 层	链 球 状：片 状	与 水 平 面 呈 60°	45.0	1:1	3:2	49.0	57.0	0.15	92.95	89.18	1.21
	下 层	片 状	平 行 基 膜	45.0	1:1				0.15			
	上 层	片 状	垂 直 基 膜	45.0	1:1				0.15			
实 施 例 27	中 间 层	链 球 状：片 状	与 水 平 面 呈 60°	45.0	1:1	3:2	49.0	57.0	0.20	90.17	88.29	1.19
	下 层	片 状	平 行 基 膜	45.0	1:1				0.20			
	上 层	片 状	垂 直 基 膜	45.0	1:1				0.20			
对 比 例 1	单 层	片 状	平 行 基 膜	45.0	1:1		49.0		0.45	33.65	44.23	0.61
对 比 例 2	单 层	链 球 状：片 状	与 水 平 面 呈 60°	45.0	1:1	3:2	49.0	57.0	0.45	36.17	45.96	0.62
对 比 例 3	单 层	片 状	垂 直 基 膜	45.0	1:1		49.0		0.45	32.34	43.49	0.61
对 比 例 4									0.45	35.33	36.78	0.60
对 比 例 5						3:2	49.0	57.0	0.45	38.47	38.03	0.60
对 比 例									0.45	18.63	26.96	0.57

[0117]

6												
对 比 例 7						3:2	49.0	57.0	0.45	22.38	30.93	0.59



图1

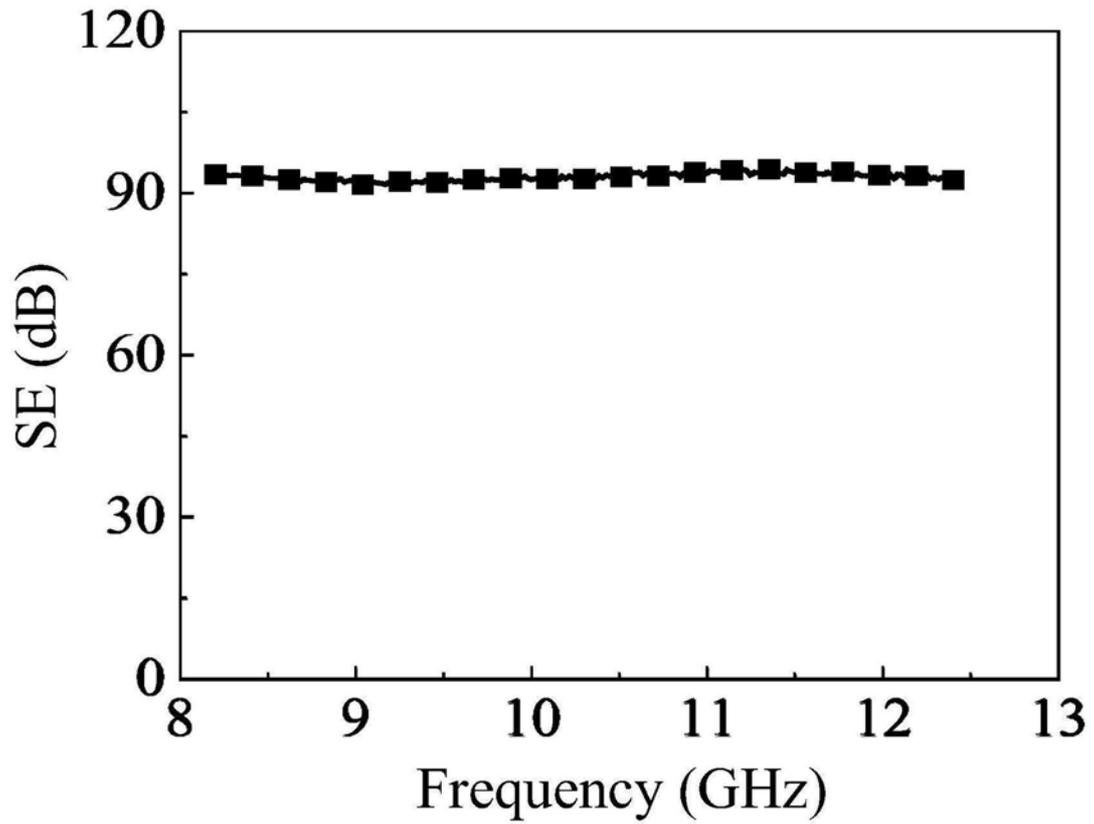


图2