(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102471615 B
(45)授权公告日 2015.08.19

(21)申请号 201080032749.4
(22)申请日 2010.07.27
(30)优先权数据
09169332.5 2009.09.03 EP
61/229,565 2009.07.29 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.01.19
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2010/060907 2010.07.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/012627 EN 2011.02.03
(73)专利权人 阿克佐 诺贝尔国际涂料股份有限公司
地址 荷兰阿纳姆
(72)发明人 C·卢卡斯
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 张蓉珺 林柏楠
(51)Int.Cl.
*C09D 5/03*(2006.01)
*C09D 5/10*(2006.01)
*C09D 163/00*(2006.01)
(56)对比文件
CN 1198690 A,1998.11.11,
CN 101952374 A,2011.01.19,
CN 1185799 A,1998.06.24,
审查员 毕胜

权利要求书1页 说明书18页

(54)发明名称

能够具有基本不含锌底漆的粉末涂料组合物

(57)摘要

用于高拉伸钢组件如汽车螺旋弹簧的抗腐蚀和抗片落的涂料可以由包含底漆的涂料组合物形成，该底漆具有环氧树脂（条件是该环氧树脂不具有约860至约930的EEW）、HEW为约200至约500的多羟基官能酚类固化剂和片状填料。该底漆含有小于20重量%的锌。面漆包含环氧当量为约450至约1400的环氧树脂、环氧当量为约1000至约1600的弹性体改性的环氧树脂、发泡剂和增强纤维。

CN 102471615 B

1. 一种包含底漆和面漆的复合涂料，其中所述底漆由包含如下组分的环氧热固性底漆组合物形成：

(i) 环氧树脂，条件是所述环氧树脂不具有 860 至 930 的 EEW；

(ii)HEW 为 200 至 500 的多羟基官能酚类固化剂；和

(iii) 片状填料；和

(iv) 硅灰石，

其中所述环氧热固性底漆含有小于 20 重量％锌；并且

所述面漆由包含如下组分的环氧热固性面漆组合物形成：

(i)EEW 为 450-1400 的环氧树脂；

(ii)HEW 为 200 至 500 的多羟基官能酚类固化剂；

(iii) 发泡剂；和

(iv) 增强纤维。

2. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述面漆进一步包含：

(v)EEW 为 1000 至 1600 的弹性体改性的环氧树脂。

3. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述底漆包含 EEW 为 730 至 1400 的环氧树脂，条件是所述环氧树脂不具有 860 至 930 的 EEW。

4. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述底漆包含 EEW 为 730 至 820 的环氧树脂或 EEW 为 1250 至 1400 的环氧树脂或 EEW 为 780 至 900 的环氧树脂或 EEW 为 750 至 850 的环氧树脂。

5. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中底漆的所述多羟基官能酚类固化剂包含 2- 甲基咪唑。

6. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述片状填料包括云母、滑石或其组合。

7. 根据权利要求 6 的复合涂料，其中所述云母以 10phr 至 40phr 的量存在且具有 10 微米至 35 微米的中值粒径。

8. 根据权利要求 6 的复合涂料，其中所述滑石以 10phr 至 40phr 的量存在且具有 10 μm 至 35 μm 的中值粒径。

9. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述环氧热固性底漆含有小于 10 重量％锌。

10. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述环氧热固性底漆含有小于 5 重量％锌。

11. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述环氧热固性面漆中的所述环氧树脂为以可用 100 份的 10 至 85 份的量存在的双酚 A 环氧树脂。

12. 根据权利要求 2 的复合涂料，其中所述弹性体改性的环氧树脂包含以可用 100 份的 5 至 35 份的量存在的双酚 A 环氧树脂。

13. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中所述环氧热固性底漆不含锌。

14. 根据权利要求 1 的复合涂料，其中面漆的所述增强纤维包括铝硅酸盐、偏硅酸钙、芳族聚酰胺、碳或其组合。

15. 一种由权利要求 1 的复合涂料涂覆的高拉伸合金钢。

16. 一种由权利要求 2 的复合涂料涂覆的高拉伸合金钢。

# 能够具有基本不含锌底漆的粉末涂料组合物

[0001] 发明背景

[0002] 1. 发明领域

[0003] 本发明涉及可以用于高应力钢如汽车弹簧的抗腐蚀和抗片落的涂料组合物以及涂覆有该涂料组合物的高应力钢。

[0004] 2. 相关技术的描述

[0005] 用于涂覆钢的组合物在现有技术中通常是众所周知的。

[0006] 美国专利 5,334,631 公开了一种包含环氧树脂、固化剂、层状锌和锌粉的涂料组合物。可以施加第二层作为面漆涂层，例如基于作为基料 (binder) 的聚酯树脂和作为固化剂的含有环氧基团的组分如异氰脲酸三缩水甘油酯的粉末涂料组合物。该涂料的所述应用为金属，例如铁、钢、铜和铝，其中实施例给出了在气罐外侧上的使用。

[0007] 美国专利 7,018,716 公开了一种包含环氧树脂的以单涂层或底漆涂层包含锌的涂料，其中面漆不含锌，且通过加入纤维和 / 或通过使其产生多孔的发泡剂增强。该涂料的所述应用包括高拉伸应力钢，例如螺旋弹簧。

[0008] 美国专利 4,804,581 公开了一种用弹性体改性的含环氧涂料底漆和羧基官能材料如羧基官能聚酯树脂（作为面漆）涂覆的金属基材。据说该涂料组合物可用于汽车应用中以提供所需的抗片落保护，但是实施例给出了在接地钢板上的使用，而没有给出在高应力钢制品如弹簧上的使用。

[0009] 为了保护高拉伸强度弹簧，所用的早期涂料体系最优选用于提供优异抗腐蚀性的富锌环氧热固性底漆与用于提供优良抗片落性的以高膜厚施用的热塑性面漆上覆涂层的组合（美国专利 5,981,086）。在一些情况下，环氧电泳漆替代富锌底漆。

[0010] 尽管抗片落性和低温物理性能通常较差，美国专利 7,018,716 报道了一种在降低成本情况下相对于热塑性面漆具有竞争性性能的环氧热固性面漆。对锌金属要求的增加以及相关的更高价格的市场变化使得含锌涂料具有较小的吸引力。含锌涂料的应用成本也已经被其相对高的密度（其等于相对于所涂覆面积的较大的材料用量）所损害。因此，需要用于例如高应力钢的基本不含锌涂料。

[0011] 发明概述

[0012] 本发明涉及抗腐蚀和抗片落的双涂层粉末涂料体系，其中环氧热固性底漆主要提供抗腐蚀性并且环氧热固性面漆主要提供抗片落性。本发明还涉及单涂层粉末涂料体系，其中环氧热固性底漆在无面漆下施加。在一些实施方案中，该涂料体系可以用于高拉伸合金钢如汽车悬架弹簧。

[0013] 在本发明的一个实施方案中，涂料组合物包含如下组分：

[0014] (I) 包含如下组分的环氧热固性底漆：

[0015] (i) 环氧树脂；

[0016] (ii)HEW 为约 200 至约 500 的多羟基官能酚类固化剂；和

[0017] (iii) 片状填料，

[0018] 其中所述环氧热固性底漆含有小于 20 重量％锌。

[0019] 在本发明的一些实施方案中，涂料组合物包含环氧树脂，条件是该环氧树脂不具有约 860 至约 930 的环氧当量 (EEW)。

[0020] 在本发明的一些实施方案中，涂料组合物还包含含有如下组分的环氧热固性面漆：

[0021] (i)EEW 为约 520 至约 1300 的环氧树脂；

[0022] (ii)EEW 为约 1000 至约 1600 的弹性体改性的环氧树脂；

[0023] (iii) 发泡剂；和

[0024] (iv) 增强纤维。

[0025] 本发明其他实施方案包括向高拉伸合金钢施用涂料组合物的方法以及涂覆有该组合物的高拉伸合金钢如弹簧。

[0026] 发明详述

[0027] 如在上述实施方案以及本文所述的公开内容和权利要求书中的其他实施方案所使用的，下列术语通常具有所示含义，但如果通过下述术语表示较宽的含义而获得本发明的优点，则这些含义不用于限制本发明的范围。

[0028] 除了在操作实施例中或另有说明，表示在说明书和权利要求书中所用成分、反应条件等的量的所有数值应理解为在所有情况下被术语“约”所修饰。因此，除非有相反说明，在如下说明书和所附权利要求书中所述的数值参数为近似值，其取决于本发明意欲获得的所需性能可以变化。最低限度地且不尝试限制等同于权利要求书范围教义的应用，应根据有效数字的数目和普通四舍五入的方法理解每个数值参数。尽管阐述本发明宽范围的数值范围和参数为近似值，但是在具体实施例中所述的数值尽可能精确地报道。然而，任何数值固有地含有一定由于在它们各自测试方法中存在的标准偏差导致的必然误差。除非另有说明，本文所有百分数、比值和比例均以重量计，尤其是除非另有特别说明，所述组合物中组分的比例以相对于这些组分的混合物总重量的百分数给出。

[0029] 还有，本文中通过端点表示的数值范围包括在该范围内包括的所有数值（例如，1-5 包括 1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、5 等）。

[0030] 还有，本文中定冠词、不定冠词、“至少一种”和“一种或多种”可以替换使用。

[0031] 还有，本文中术语“包含”及其变体在这些术语在说明书和权利要求书中出现时不具有限制性含义。

[0032] 术语“例如”等以及在本申请和权利要求书中公开的示例化合物、范围、参数等用于以非限制性方式说明本发明实施方案。在不背离本发明精神和范围下，本领域熟练技术人员可以使用其他化合物、范围、参数等。

[0033] 由设计考虑和有助于燃料经济性的较轻重量组分所驱使，汽车制造商越来越多地在其车辆设计中使用较轻重量、高拉伸强度的悬架弹簧。通过使用特定合金钢和其他加工方面的组合，这些具有较低金属质量的弹簧获得较大质量弹簧的强度。

[0034] 为了补偿一些优点，以就其整体断裂潜在性而言的一些代价获得这些弹簧的高工程性能。一般而言，由于该类弹簧更硬且操作时内部应力更高，例如由腐蚀坑产生的相对小的金属质量损失可能引起弹簧断裂。由于车辆悬架可能遭受极端腐蚀性环境，特别是在使用各种道路用盐的北方气候中，必须使用对飞砂具有优异抗片落性和抗腐蚀性的保护性涂料来彻底保护高拉伸强度弹簧。

[0035] 常规粉末涂料体系包含通常含有超过 50 重量%锌的底漆以提供抗腐蚀性。本发明底漆满足汽车工业的抗腐蚀性和抗片落标准，但是该底漆可以含有小于 20 重量%锌。在本发明的一些实施方案中，该底漆含有小于 20 重量%锌。在一些实施方案中，该底漆含有小于约 15 重量%锌。在一些实施方案中，该底漆含有小于约 10 重量%锌。在一些实施方案中，该底漆含有小于约 5 重量%锌。在一些实施方案中，该底漆基本不含锌。在一些实施方案中，该底漆不含锌。在这些实施方案中，锌含量包括任意量的锌，其可包含片状填料。含有小于 20 重量%锌，小于约 15 重量%锌，小于约 10 重量%锌，或小于约 5 重量%锌的底漆包括基本不含锌的底漆和不含锌的底漆。本发明面漆可以含有锌，可以含有小于约 50 重量%锌，可以含有小于约 25 重量%锌，可以含有小于约 5 重量%锌，可以基本不含锌或可以不含锌。相似地，含有小于约 50 重量%锌，小于约 25 重量%锌或小于约 5 重量%锌的面漆包括基本不含锌的面漆或不含锌的面漆。

[0036] 尽管就用于高应力钢，尤其是高拉伸强度悬架弹簧的较低成本保护性涂料而言，使用本发明底漆和面漆满足要求，但是由于抗腐蚀性和抗片落性的稍微相反性能，可以选择分开的底漆和面漆。具有良好抗腐蚀性的那些底漆和面漆并不总是具有最佳抗片落性，反之亦然。

[0037] 可以在磷酸锌预处理钢上施用的本发明底漆的一个主要作用是提供抗腐蚀性。此外，该底漆还可以提供一定程度的抗片落性以适应使用比理想面漆厚度小的面漆厚度的那些情况。因此，本发明底漆通过含有环氧树脂、羟基当量 (HEW) 为约 200 至约 500 的多羟基官能酚类固化剂以及片状填料而提供抗腐蚀性和抗片落性。

[0038] 用于本发明的环氧树脂可以由 The Dow Chemical Company 获得并可通过它们的 EEW 范围确定。一些环氧树脂可具有重叠的 EEW 范围，但仍然可区分。例如 The Dow Chemical Company 供应 EEW 为约 475 至约 550 的环氧树脂 D.E.R.™ 671 以及 EEW 为约 450 至约 560 的环氧树脂 D.E.R.™ 661。

[0039] 在一些实施方案中，环氧树脂的选择使得 EEW 处于约 730 的下限和约 1400 的上限之间。在一些实施方案中，底漆包含环氧树脂，条件是该环氧树脂不具有约 860 至约 930 的 EEW。在一些实施方案中，环氧树脂的选择使得 EEW 处于约 730 的下限和约 1400 的上限之间，条件是该环氧树脂不具有约 860 至约 930 的 EEW。具有约 860 至约 930 的 EEW 的环氧树脂可以由 The Dow Chemical Company 以 D.E.R.™ 664UE 市购。环氧树脂非限制性地例如如具有约 1250 至约 1400 的 EEW 的 D.E.R.™ 6155 为具有处于约 730 的下限和约 1400 的上限之间的 EEW 的环氧树脂的实例。还有非限制性地例如具有约 780 至约 900 的 EEW 的由 The Dow Chemical Company 市购的环氧树脂 D.E.R.™ 6330-A10 不认为是具有约 860 至约 930 的 EEW 的环氧树脂，即使 EEW 范围重叠。

[0040] 环氧树脂非限制性地例如可以为具有约 730 至约 820 的 EEW 的双酚 A 环氧树脂、具有约 1250 至约 1400 的 EEW 的双酚 A 环氧树脂、具有约 780 至约 900 的 EEW 的双酚 A 环氧树脂、具有约 750 至约 850 的 EEW 的双酚 A 环氧树脂、具有约 730 至约 840 的 EEW 的双酚 A 环氧树脂、具有约 1150 至约 1300 的 EEW 的双酚 A 环氧树脂或其组合。该类环氧树脂可以分别由 The Dow Chemical Company 以 D.E.R.™663U、D.E.R.™6155、D.E.R.™ 6330-A10 和 D.E.R.™672U 以及由 The Kukdo Chemical Company 以 KD213 和 KD214M 市购。

[0041] 如本文所用以及在实施例中进一步说明的，术语“有效量”的环氧树脂、“有效量”

的多羟基官能酚类固化剂和“有效量”的填料分别描述对底漆做出贡献的环氧树脂、多羟基官能酚类固化剂和填料的量，对于预期应用，例如在高拉伸悬架弹簧 GM 规格 GMW14656 的情况下，该底漆满足工业上可接受的抗腐蚀性标准。

[0042] 一些实施方案将有效量的环氧树脂用于本发明底漆，该环氧树脂非限制性地例如包括具有约 80℃至约 125℃的软化点的基于 2,2- 二 (4- 羟基苯酚 ) 丙烷的环氧树脂。作为非限制性实例，该软化点为约 90℃至约 115℃。环氧树脂可以选自可用于涂料粉末的各种环氧树脂，非限制性地例如，通过表氯醇或多缩水甘油醚与芳族多元醇 ( 非限制性地例如双酚如双酚 A) 反应制备的那些。该环氧树脂可以具有大于 1.0 和可替换地大于 1.9 的环氧官能度。

[0043] 该类环氧树脂可以非限制性地例如通过芳族或脂族多元醇与表氯醇或二氯丙醇在碱 ( 非限制性地例如苛性钠 ) 存在下醚化反应产生。作为非限制性地实例，芳族多元醇可以为二 (4- 羟基苯基 )-2,2- 丙烷 ( 即双酚 A)、二 (4- 羟基苯基 )-1,1- 乙烷、二 (4- 羟基苯基 )-1,1- 异丁烷、二 (4- 羟基叔丁基苯基 )-2,2- 丙烷、二 (2- 羟基萘基 ) 甲烷、4,4’- 二羟基二苯甲酮或 1,5- 戊二醇、1,6- 己二醇、二甘醇、三甘醇、聚乙二醇、聚丙二醇、二丙二醇、二缩水甘油醚或二醇的缩合缩水甘油醚。可以在本发明底漆中作为环氧树脂使用的含有环氧基团的聚合物非限制性地包括多缩水甘油官能丙烯酸系聚合物或环氧酚醛树脂。

[0044] 用于该底漆的其他环氧树脂包括非限制性地例如软化点为约 80℃至约 125℃的环氧化酚醛树脂。在一些实施方案中，该软化点为约 90℃至约 115℃。在一些实施方案中，使用双酚 A 的二缩水甘油醚 (DGEBA) 酚醛树脂改性的环氧树脂。

[0045] 在本发明的一些实施方案中，双酚 A 环氧树脂的获得非限制性地例如通过双酚 A 与表氯醇的缩聚。可以使用的其他树脂化合物非限制性地如用双氰二胺 (dicyandiamine) 固化或与羧基官能聚酯共反应 ( 杂化 ) 的双酚 A 环氧树脂。

[0046] 底漆中环氧树脂或环氧树脂组合的量相对于添加剂和填料的量可以变化。非限制性地例如，按照 phr( 份 /100 份树脂 ) 配方惯例，将树脂和固化剂的总量设为 100 份。则配制剂中总环氧树脂的百分数根据添加剂和填料 phr 水平而变化。在一些实施方案中，环氧树脂或环氧树脂的组合以可用 100 份的约 35 至约 95 份的量存在。

[0047] 在本发明的一些实施方案中，底漆含有有效量的多羟基酚类固化剂。多羟基官能的酚类固化剂可以含有 2- 甲基咪唑。在一些实施方案中，多羟基官能的酚类固化剂具有约 200 至约 500 的羟基当量 (HEW)。该多羟基官能的酚类固化剂可以由双酚 A 的低分子量二缩水甘油醚的双酚 A 封端形成。在一些实施方案中，固化剂为 HEW 为约 240 至约 270 的酚类固化剂且含有约 2% 2- 甲基咪唑固化促进剂。

[0048] 固化剂或固化剂组合的量相对于添加剂和填料的量可以变化。非限制性地例如，按照 phr( 份 /100 份树脂 ) 配方惯例，将树脂和固化剂的总量设为 100 份。则配制剂中总固化剂的百分数根据添加剂和填料 phr 水平而变化。在一些实施方案中，固化剂或固化剂组合以可用 100 份的约 5 至约 65 份的量存在。

[0049] 本发明底漆还包含有效量的片状填料。用于本发明的片状填料包括非限制性地例如中值粒度为约 10 μm 至约 35 μm 的复合铝硅酸盐 ( 白云母 )、中值粒度为约 10 μm 至约 35 μm 的硅酸镁 ( 滑石 )、中值粒度为约 150 μm 至约 200 μm 的 C 改性组合物玻璃片及其组合。这些填料具有片状颗粒几何形状且往往与通过改善的阻挡性能而改善抗腐蚀性的底漆

涂层平行取向。白云母、滑石和玻璃片的中值粒度通过沉降图（沉降分析）确定且在一些实施方案中以约 10phr（份 /100 份树脂）至约 40phr 的量使用。在一些实施方案中，片状填料可以包含小于 20 重量％的层状锌。如上所述，在该实施方案中，小于 20 重量％的锌含量包括任意量的锌，其可以包含片状填料。

[0050] 在本发明的一些实施方案中，底漆可以包含填料，非限制性地例如复合铝硅酸盐（白云母）、偏硅酸钙（硅灰石）、微粉化硅酸镁（滑石）、氧化锌粉末、锌粉、石英粉、硅酸铝、硅酸钙、硅酸镁、碳酸钙、硫酸钡、硫酸钙、氧化铝、玻璃片、C 改性组合物玻璃片及其组合。

[0051] 本发明的一些实施方案包括中值粒度为约 2μm 至约 15μm 的偏硅酸钙（硅灰石）和 / 或中值粒度为约 0.5μm 至约 3.0μm 的微粉化硅酸镁（滑石）。这些填料通过 pH 调节性和吸水性能的结合改善抗腐蚀性。硅灰石和微粉化滑石的中值粒度通过激光衍射技术确定且在一些实施方案中分别以约 10phr 至约 40phr 和约 1phr 至约 8phr 的量使用。

[0052] 在一些实施方案中，面漆包含有效量的 EEW 为约 520 至约 1300 的环氧树脂。环氧树脂可以非限制性例如为 EEW 为约 730 至约 820 的双酚 A 环氧树脂、EEW 为约 860 至约 930 的双酚 A 环氧树脂、EEW 为约 520 至约 560 的双酚 A 环氧树脂、EEW 为约 730 至约 840 的双酚 A 环氧树脂或 EEW 为约 1150 至约 1300 的双酚 A 环氧树脂。该类环氧树脂可以由 The Dow Chemical Company 和 The Kukdo Chemical Company 市购。

[0053] 本文所用术语“有效量”的环氧树脂、“有效量”的弹性体改性的环氧树脂、“有效量”的羧基官能聚酯树脂、“有效量”的发泡剂和“有效量”的增强纤维分别描述对面漆做出贡献的环氧树脂、弹性体改性的环氧树脂、羧基官能聚酯树脂、发泡剂和增强纤维的量，对于预期应用，该面漆满足工业上可接受的标准，例如在高拉伸悬架弹簧的情况下，满足 GM 规格 GMW14656。用于面漆的环氧树脂的非限制性实例包括具有约 80℃至约 125℃的软化点的基于 2,2- 二 (4- 羟基苯酚 ) 丙烷的环氧树脂。

[0054] 面漆中环氧树脂或环氧树脂组合的量相对于添加剂和增强纤维的量可以变化。非限制性地例如，按照 phr（份 /100 份树脂）配方惯例，将环氧树脂、弹性体改性的环氧树脂和，任选地，羧基官能聚酯树脂的总量设为 100 份。则配制剂中总环氧树脂的百分数根据添加剂和增强纤维 phr 水平而变化。在一些实施方案中，环氧树脂或环氧树脂的组合以可用 100 份的约 10 至约 85 份的量存在。

[0055] 环氧树脂可以选自可用于涂料粉末的各种环氧树脂，非限制性地例如，通过表氯醇或多缩水甘油醚与芳族多元醇（非限制性地例如双酚如双酚 A）反应制备的那些。该环氧树脂可以具有大于 1.0 和可替换地大于 1.9 的环氧官能度。通常环氧当量可以为约 450 至约 1400 和可替换地为约 520 至约 1300。

[0056] 环氧树脂的生产可以非限制性地例如通过芳族或脂族多元醇与表氯醇或二氯丙醇在碱（非限制性地例如苛性钠）存在下的醚化反应。芳族多元醇可以非限制性地例如为二 (4- 羟基苯基 )-2,2- 丙烷（即双酚 A）、二 (4- 羟基苯基 )-1,1- 乙烷、二 (4- 羟基苯基 )-1,1- 异丁烷、二 (4- 羟基叔丁基苯基 )-2,2- 丙烷、二 (2- 羟基萘基 ) 甲烷、4,4'- 二羟基二苯甲酮或 1,5- 戊二醇、1,6- 己二醇、二甘醇、三甘醇、聚乙二醇、聚丙二醇、二丙二醇、二缩水甘油醚或二醇的缩合的缩水甘油醚。可以在本发明面漆中作为环氧树脂使用的含有环氧基团的聚合物非限制性地包括多缩水甘油官能丙烯酸系聚合物或环氧酚醛树脂。在一些实施方案中，使用双酚 A 的二缩水甘油醚 (DGEBA) 酚醛树脂改性的环氧树脂。

[0057] 该面漆包含有效量的 EEW 为约 1000 至约 1600 的弹性体改性的环氧树脂。在本发明的一些实施方案中，弹性体改性的环氧树脂是双酚 A 环氧树脂，其与 CTBN（羧基封端的丁二烯 - 丙烯腈）橡胶加合而生成 EEW 为约 1250g/eq 至约 1500g/eq 或约 1100g/eq 至约 1300g/eq 的复合树脂。在一些实施方案中，Tg 为约 30℃至约 50℃。Tg 为玻璃化转变温度，其为非结晶材料从“玻璃态”转变成“橡胶态”的临界温度。就此而言“玻璃态”是指硬脆的（因此较易断裂），而“橡胶态”意指弹性和韧性的。

[0058] 面漆中弹性体改性的环氧树脂或弹性体改性的环氧树脂的组合的量相对于添加剂和增强纤维的量可以变化。非限制性地例如，按照 phr（份 /100 份树脂）配方惯例，将环氧树脂、弹性体改性的环氧树脂和羧基官能聚酯树脂的总量设为 100 份。则配制剂中总弹性体改性的环氧树脂的百分数根据添加剂和增强纤维 phr 水平而变化。在一些实施方案中，弹性体改性的环氧树脂或弹性体改性的环氧树脂的组合以可用 100 份的约 5 至约 35 份的量存在。

[0059] 在本发明的一些实施方案中，面漆还包含有效量的酸值为约 25mgKOH/g 至约 85mg KOH/g 或约 45mg KOH/g 至约 75mg KOH/g 的羧基官能聚酯树脂以提高抗片落性。

[0060] 面漆中羧基官能聚酯树脂或羧基官能聚酯树脂组合的量相对于添加剂和增强纤维的量可以变化。非限制性地例如，按照 phr（份 /100 份树脂）配方惯例，将环氧树脂、弹性体改性的环氧树脂和羧基官能聚酯树脂的总量设为 100 份。则配制剂中总羧基官能聚酯树脂的百分数根据添加剂和增强纤维 phr 水平而变化。在一些实施方案中，羧基官能聚酯树脂或羧基官能聚酯树脂组合以可用 100 份的约 30 份至约 85 份的量存在。

[0061] 可以通过任何常规已知方法，作为非限制性实例例如通过脂族二 - 或多元醇与脂环族、非环状或脂族二 - 或多元羧酸或其酐的缩合反应或脂族二元醇与芳族二 - 或多元羧酸或其酐的缩合反应制备羧基官能聚酯树脂。非限制性地例如，羧基官能聚酯树脂可以由脂族二 - 或多元醇，尤其是低级脂族二醇制备，所述低级脂族二醇非限制性地例如为乙二醇、1,2- 丙二醇、1,3- 丙二醇、1,2- 丁二醇、1,3- 丁二醇、1,4- 丁二醇、2,2- 二甲基丙烷 -1,3- 二醇（即新戊二醇）、1,6- 己二醇、2,3- 己二醇、2,5- 己二醇、二甘醇或二丙二醇。也可以使用多元醇非限制性地如三羟甲基丙烷等来制备羧基官能聚酯。合适二 - 或多元羧酸及酐的实例非限制性地包括邻苯二甲酸、间苯二甲酸、对苯二甲酸、丙二酸、丁二酸、戊二酸、己二酸、庚二酸、辛二酸、壬二酸、癸二酸、十二烷二酸、四氢化邻苯二甲酸、六氢化邻苯二甲酸、马来酸以及该类酸的酐。在一些实施方案中，羧基官能聚酯树脂是含有芳基的聚酯，非限制性地例如，由芳族羧酸非限制性地如邻苯二甲酸、间苯二甲酸或对苯二甲酸与多元醇非限制性地如新戊二醇制备的聚酯。

[0062] 在面漆中存在有效量的发泡 / 起泡剂添加剂以在涂层膜中形成多孔结构。该多孔结构赋予涂层物理性能，例如吸收冲击能量而不破裂的能力。

[0063] 在本发明的其他实施方案中，当固化面漆的密度比没有孔隙时的理论面漆密度降低约 15％至约 50％时，得到高拉伸悬架弹簧在商业上所希望的孔隙率。固化面漆的密度由测得的涂覆板上的涂层重量与相同板上的涂层体积之比计算。涂覆板上的涂层体积通过在细分的板上多次测量得到的平均涂层厚度再乘以板面积而以整体方式得到。在一些实施方案中，发泡和起泡剂以约 0.2phr（份 /100 份树脂）至约 2.0phr 的量使用。在一些实施方案中，使用具有基于 p，p’ - 氧代双（苯磺酰肼）和活化的偶氮二酰胺的组合物的发泡剂。

其他发泡剂非限制性地包括基于对甲苯磺酰肼的发泡剂。

[0064] 在面漆中存在有效量的增强纤维以弥补由存在发泡 / 起泡剂引起的任何强度损失。非限制性地例如，可以使用一系列铝硅酸盐玻璃纤维或天然开采的偏硅酸钙（硅灰石）纤维。在一些实施方案中使用约 3 μm 至约 15 μm 的平均直径和约 5 至约 20 的平均长宽比（在涂料填料的上下文中，长宽比定义为填料颗粒的最大尺寸与最小尺寸的比值）。也可以使用其他增强纤维非限制性地如芳族聚酰胺和碳。在本发明的一些实施方案中以约 20phr 至约 70phr 的量使用增强纤维。在一些实施方案中，增强纤维为直径为 16 微米且长为 150 微米，由 Fibertec 市购的 E 玻璃硅烷处理的玻璃纤维。

[0065] 底漆和面漆还可以包含添加剂，非限制性地如颜料、催化剂 / 固化剂、脱气剂、流动控制剂和抗氧化剂。

[0066] 用于本发明底漆和面漆组合物的颜料非限制性地例如包括二氧化钛、铁氧化物（黄、棕、红、黑）、炭黑和有机颜料。这些颜料可以以本领域技术人员已知的常规量添加。

[0067] 除了存在于底漆中的上述酚类固化剂，涂料组合物可包含催化剂 / 固化剂添加剂，非限制性地例如季铵盐、季盐、膦、咪唑金属盐及其组合。该类添加剂的实例非限制性地包括四丁基氯化铵，四丁基溴化铵或四丁基碘化铵，乙基三苯基乙酸鏻，三苯基膦，2- 甲基咪唑、二月桂酸二丁基锡及其组合。如果在一些实施方案中使用，则催化剂 / 固化剂基于涂料组合物的总重量以约 0 重量％至约 5 重量％和可替换地为约 0.2 重量％至约 2 重量％的量存在于组合物中。

[0068] 在一些本发明实施方案中，面漆可包含有效量的固化剂。该固化剂可为含有 2- 甲基咪唑的多羟基官能酚类固化剂。在一些实施方案中，多羟基官能酚类固化剂具有的羟基当量 (HEW) 为约 200 至约 500。多羟基官能酚类固化剂可以由双酚 A 的低分子量二缩水甘油醚的双酚 A 封端形成。在一些实施方案中，固化剂为具有约 230 至约 260 的 HEW 的酚类固化剂且含有 2- 甲基咪唑固化促进剂。

[0069] 固化剂或固化剂组合的量相对于添加剂和增强纤维的量可以变化。非限制性地例如，按照 phr（份 /100 份树脂）配方惯例，将弹性体改性的环氧树脂和羧基官能聚酯树脂的总量设为 100 份。则配制剂中总固化剂的百分数根据添加剂和增强纤维 phr 水平而变化。在一些实施方案中，固化剂或固化剂组合以可用 100 份的约 5 至约 65 份的量存在。

[0070] 可以向组合物中加入脱气剂以允许存在的任何挥发性材料在烘焙过程中从膜中逃逸出来。安息香为脱气剂，当在一些实施方案中使用时可以基于粉末涂料组合物的总重量以约 0.5 重量％至约 3.0 重量％的量存在。

[0071] 流动控制剂非限制性地包括低分子量丙烯酸系聚合物，非限制性地例如，丙烯酸系聚合物非限制性地如数均分子量为约 1000 至约 50,000 的丙烯酸系聚合物，非限制性地例如，聚丙烯酸月桂酯、聚丙烯酸丁酯、聚丙烯酸 2- 乙基己酯、聚（丙烯酸乙酯 - 丙烯酸 2- 乙基己酯）、聚甲基丙烯酸月桂酯和聚甲基丙烯酸异癸酯以及氟化聚合物，非限制性地如聚乙二醇或聚丙二醇与氟化脂肪酸的酯。分子量超过约 1,000 的聚硅氧烷也可以用作流动控制剂，非限制性地例如，聚（二甲基硅氧烷）或聚（甲基苯基）硅氧烷。流动控制剂可有助于在涂料粉末加热过程中降低表面张力和消除坑的形成。在一些实施方案中，当使用流动控制剂时，其基于粉末涂料组合物的总重量以约 0.05 重量％至 5.0 重量％的量存在。

[0072] 抗氧化剂非限制性包括酚类、亚磷酸盐、亚膦酸盐和内酯类型抗氧化剂及其组合。

在一些实施方案中，抗氧化剂以约 0 重量％至 3 重量％的量存在。

[0073] 本发明的涂料组合物尤其适合用于金属，非限制性地如汽车弹簧。然而，也可以将该涂料组合物施用于碳、木材、玻璃、聚合物和其他基材上。

[0074] 上述底漆和面漆组合物在高拉伸钢上的施用可以通过任何已知技术非限制性地如下列方法 1-3 而完成。与所用的施用技术无关，在高拉伸合金钢上形成的复合涂层（底漆 & 面漆）可以含有与预处理钢表面接触的分开的底漆，非限制性地例如约 1.5- 约 4.0 密耳厚。复合涂层的面漆也可以形成分开的面漆，非限制性地例如约 10- 约 35 密耳厚，其与早期的底漆层结合。也可以施用具有底漆而不具有面漆的涂料组合物。

[0075] 施用技术：

[0076] 1. 方法 1- 为了更理想的沉积，将钢加热到约 220° F 至约 380° F，然后依次施用底漆和面漆。然后再次加热涂覆的钢以形成复合涂层并在该涂层体系上完成全部性能研究。

[0077] 2. 方法 2- 将底漆施用于环境温度的高拉伸合金钢上，然后加热到约 220° F 至约 380° F 以熔化或部分固化涂层。使用由底漆加热保留的理想残留热将面漆施用于热钢上。然后再次加热涂覆的钢以形成复合层并在该涂层体系上完成全部性能研究。

[0078] 3. 方法 3- 以“干燥又干燥”（“dry on dry”）的粉末形式将底漆和面漆依次施用于环境温度的高拉伸钢上，然后进行约 220° F 至约 380° F 的单加热循环以形成复合涂层并在该涂层体系上完成全部性能研究。

[0079] 实施例

[0080] 将参照下述非限制性实施例进一步描述本发明。应理解在不背离本发明精神和范围下，本领域熟练技术人员可以变化和修改这些实施例。

[0081] 根据上述方法 1，由下述成分的混合物制备 17 种底漆和 9 种面漆组合物：

[0082] 底漆组合物

[0083]

| 组分 | 底漆实施例 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 对比例 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 对比例 6 | 对比例 7 | 对比例 8 |
| 双酚 A 环氧树脂 $A^{1A}$ | 75.14 | 73.24 | 71.72 | 71.17 | 55.42 | | | |
| 双酚 A 环氧树脂 $B^{1A}$ | | | | | | 86.33 | 29.13 | 83.19 |
| 双酚 A 环氧树脂 $C^{1A}$ | | | | | 16.30 | | | |
| 双酚 A 环氧树脂 $D^{1A}$ (含有 Acronal 4F 流动改性剂) | 8.56 | 10.46 | 11.98 | 12.53 | 11.98 | 13.70 | 12.08 | 16.81 |
| | | | | | | | | |
| 羧基聚酯树脂 $A^{2A}$ | | | | | | | 58.79 | |
| | | | | | | | | |
| 酚类固化剂 [3] (含有 2-甲基咪唑) | 16.30 | 16.30 | 16.30 | 16.30 | 16.30 | | | |
| Casamid 710[4] | | | | | | | | |
| Epikure P-108[5] | | | | | | 5.00 | | 5.45 |
| | | | | | | | | |
| 2-甲基咪唑 | | | | | | | 0.38 | |
| 安息香 [6] | 0.36 | 0.44 | 0.51 | 0.53 | 0.51 | 0.53 | 0.53 | |
| Black Pearls 800[7] | 0.31 | 0.38 | 0.44 | 0.46 | 0.44 | 0.46 | 0.46 | |
| Tiona 595t[8] | 3.12 | 3.80 | 4.36 | 4.56 | 4.36 | 4..56 | | 7.64 |
| | | | | | | | | |
| 白云母填料 [9] | | 22.20 | 25.42 | 26.58 | 25.42 | | 26.69 | |

[0084]

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 偏硅酸钙(硅灰石)填料[10] | | | 14.52 | 15.19 | 14.52 | 41.77 | 15.24 | |
| K-White TC720[11] | | | | 4.56 | | 4.56 | 4.57 | |
| AZO77H[12] | | | | | | | 29.13 | 9.17 |
| 锌粉 64[13] | | | | | | | | 183.39 |
| | | | | | | | | |
| 总重量 | 103.79 | 126.82 | 145.25 | 151.88 | 145.25 | 151.88 | 152.44 | 305.65 |

[0085]

| 组分 | 底漆实施例 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 对比例 14 | 对比例 15 | 对比例 16 | 17 |
| 双酚 A 环氧树脂 A[1A] | 55.16 | 55.16 | 53.05 | | | 43.67 | 43.67 | | 55.10 |
| 双酚 A 环氧树脂 B[1A] | | | | | 69.35 | | | 29.13 | |
| 双酚 A 环氧树脂 C[1A] | 16.30 | 16.30 | | 73.44 | | | | | 16.33 |
| 双酚 A 环氧树脂 D[1A] (含有 Acronal 4F 流动改性剂) | 12.24 | 12.24 | 12.24 | 12.24 | 12.24 | 12.08 | 12.08 | 12.08 | 12.24 |
| 双酚 A 环氧树脂 H[1B] (酚醛树脂改性) | | | 16.30 | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 羧基聚酯树脂 B[2B] | | | | | | 44.25 | 44.25 | 58.79 | |
| | | | | | | | | | |
| 酚类固化剂[3] | 16.30 | 16.30 | 18.41 | 14.32 | 18.41 | | | | 16.33 |

[0086]

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (含有 2-甲基咪唑) | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 四丁基溴化铵 | | | | | | 0.20 | 0.20 | 0.20 | |
| 安息香[6] | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.52 |
| Black Pearls 800[7] | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | | 0.45 |
| Tiona 595t[8] | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 7.64 | 4.45 |
| Irganox 1076[16] | | | | | | | | | 0.45 |
| | | | | | | | | | |
| 白云母填料[9] | | | 26.58 | 26.58 | 26.58 | | 26.58 | | 24.12 |
| 偏硅酸钙(硅灰石)填料[10] | 15.19 | 15.19 | 15.19 | 15.19 | 15.19 | 41.77 | 15.19 | | 14.84 |
| 玻璃片(改性 C 类型)[14] | 26.58 | | | | | | | | |
| 硅酸镁(滑石)填料[15] | | 26.58 | | | | | | | |
| K-White TC720[11] | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | 4.56 | | 3.60 |
| 锌粉 64[13] | | | | | | | | 183.39 | |
| | | | | | | | | | |
| 总重量 | 151.88 | 151.88 | 151.88 | 151.88 | 151.88 | 152.08 | 152.08 | 291.76 | 148.43 |

[0087] [1A]双酚 A 环氧树脂 A、B、C 和 D 分别具有 860-930、730-820、1250-1400 和 780-900 的 EEW，并且可以由 The Dow Chemical Company 市购。

[0088] [1B]双酚 A 环氧树脂 H 为酚醛树脂改性的，具有 750-850 的 EEW 且可以由 The Dow Chemical Company 市购。

[0089] [2A]酸值为 46-51mg KOH/g 且 Tg 为～ 50℃的羧基官能聚酯树脂，可以由 Cytec Industries Inc. 市购。

[0090] [2B]酸值为 68-74mg KOH/g 且 Tg 为～ 58℃的羧基官能聚酯树脂，可以由 Cytec Industries Inc. 市购。

[0091] [3]HEW 为 240-270 且含有 2％ 2-甲基咪唑固化促进剂的酚类固化剂，可以由 The Dow

Chemical Company 市购。

[0092] [4]Casamid 710 为取代的双氰二胺固化剂，可以由 Thomas Swan&Co.，Ltd 市购。

[0093] [5]Epikure P-108 为经促进的双氰二胺，可以由 Hexion Speciality Chemicals 市购。

[0094] [6]安息香为脱气剂，可以由 Aceto Corporation 市购。

[0095] [7]Black Pearls 800 为炭黑颜料，可以由 Cabot Corporation 市购。

[0096] [8]Tiona 595 为二氧化钛颜料，可以由 Millennium Chemicals 市购。

[0097] [9]平均中值粒度为 20μm 的白云母填料，可以由 Fibertec，Inc. 市购。

[0098] [10]中值粒度为 3.5μm 且长宽比为 3 的偏硅酸钙（硅灰石）填料，可以由 NYCO Minerals 市购。

[0099] [11]K-White TC720 为硅酸镁（滑石）抗腐蚀性颜料，可以由 Tayca Corporation 市购。

[0100] [12]AZO77H 为氧化锌颜料，可以由 U.S.Zinc 市购。

[0101] [13]锌粉 64 为美国 Zinc Corporation 制造并通过 The Cary Company 分销的锌粉。

[0102] [14]公称厚度为 1.3-2.3μm 且 65％长度为 50-300μm 的改性 C 组合物玻璃片，可以由 Glass Flake，Ltd 市购。

[0103] [15]中值粒度为 13μm 且 top-end 粒度为 45μm 的硅酸镁（滑石）填料，可以由 Rio Tinto Minerals 市购。

[0104] [16]Irganox 1076 为酚类抗氧化剂，可以由 BASF 市购。

[0105] 面漆组合物

[0106]

| 组分 | 面漆实施例 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 对比例 1 | 对比例 2 | 对比例 3 | 对比例 4 | 对比例 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 双酚 A 环氧树脂 E[1] | 50.00 | 40.00 | | | | | | | |
| 双酚 A 环氧树脂 F[1] | | | 45.00 | | | | | | |
| 双酚 A 环氧树脂 G[1] | | | | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | |
| 双酚 A 环氧树脂 H[12] | | | | | | | | | 17.86 |
| 双酚 A 环氧树脂 I[12] | | | | | | | | | 62.50 |
| CTBN 改性双酚 A 环氧树脂 A[2] | | | | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | |
| CTBN 改性双酚 A 环氧树脂 B[13] | | | | | | | | | 10.71 |
| | | | | | | | | | |
| 羧基聚酯树脂 A[3] | 50.00 | | | | | | | | |
| 羧基聚酯树脂 B[4] | | 60.00 | 55.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | |
| | | | | | | | | | |
| 酚类固化剂 [14] | | | | | | | | | 8.93 |
| 2-甲基咪唑 | | | | | | | | | 0.27 |
| 取代的双氰胺 [15] | | | | | | | | | 0.54 |
| 安息香 | | | | | | | | | 0.54 |
| 聚四氟乙烯 | | | | | | | | | 2.68 |
| 聚乙烯蜡 | | | | | | | | | 0.89 |
| 受阻胺 Tinuvin 144[16] | | | | | | | | | 0.54 |
| 流动剂 PL-200[17] | | | | | | | | | 0.89 |
| 炭黑颜料 | | | | | | | | | 1.43 |
| | | | | | | | | | |
| 苄基三乙基氯化铵 | 0.25 | 0.34 | 0.34 | 0.29 | 0.32 | 0.34 | 0.34 | 0.34 | |

[0107]

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bentone 38[5] | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.75 | 0.81 | 0.81 | 0.81 | |
| Lanco TF1778[6] | 1.10 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.20 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | |
| p,p'-氧代双(苯磺酰肼)发泡剂[7] | | | | | 1.13 | 1.22 | 1.22 | | |
| 偶氮二酰胺发泡剂[8] | | | | | | | | 1.05 | |
| 对甲苯磺酰肼发泡剂[22] | | | | | | | | | 1.07 |
| Black Pearls 800 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.50 | 1.62 | 1.62 | 1.62 | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 偏硅酸钙(硅灰石)纤维[9] | | | | | | 48.66 | | 48.58 | |
| 铝硅酸盐纤维[10] | | | | | | | 48.66 | | |
| E-玻璃纤维[18] | | | | | | | | | 35.71 |
| Nepheline Syenite[19] | | | | | | | | | 8.93 |
| 硫酸钡[20] | | | | | | | | | 15.95 |
| 碳酸钙[21] | | | | | | | | | 8.93 |
| Atomite[11] | 34.51 | 34.56 | 34.56 | 34.53 | 45.00 | 8.11 | 8.11 | 8.10 | |
| | | | | | | | | | |
| 总重量 | 138.03 | 138.22 | 138.22 | 138.12 | 150.03 | 162.21 | 162.21 | 161.95 | 178.37 |
| 理论涂层密度($g/cm^3$) | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.45 | 1.53 | 1.50 | 1.52 | N/A |
| 多孔涂层密度($g/cm^3$) | N/A | N/A | N/A | N/A | 0.98 | 1.10 | 0.95 | 0.92 | N/A |
| %密度降低 | N/A | N/A | N/A | N/A | 32.40 | 28.10 | 36.7 | 39.5 | N/A |

[0108] [1]双酚A环氧树脂E、F和G分别具有730-820、860-930和520-560的EEW，并且可以由The Dow Chemical Company市购。

[0109] [2]EEW为1250-1500的CTBN改性环氧树脂，可以由CVC Specialty Chemicals，Inc.市购。

[0110] [3]酸值为46-51mg KOH/g且Tg为～50℃的羧基官能聚酯树脂，可以由Cytec Industries Inc.市购。

[0111] [4]酸值为68-74mg KOH/g且Tg为～58℃的羧基官能聚酯树脂，可以由Cytec

Industries Inc. 市购。

[0112] [5]Bentone 38 为有机粘土流变改性剂，可以由 Elementis Specialties 市购。

[0113] [6]Lanco TF1778 为聚乙烯/PTFE 基蜡，可以由 Lubrizol Advanced Materials，Inc. 市购。

[0114] [7]p，p′ －氧代双（苯磺酰肼）发泡剂具有 320° F 的分解点和 125cc/g 的产气率，可以由 Chemtura Corporation 市购。

[0115] [8]偶氮二酰胺发泡剂具有 329-356° F 的分解点和 180cc/g 的产气率，可以由 Chemtura Corporation 市购。

[0116] [9]偏硅酸钙（硅灰石）纤维具有 3μm 的平均粒度和 9 的长宽比，可以由 Fibertec，Inc. 市购。

[0117] [10]铝硅酸盐纤维经硅烷处理且具有 125±25μm 的平均长度，可以由 Lapinus Fibers 市购。

[0118] [11]Atomite 为碳酸钙填料，可以由 Imerys Performance Minerals 市购。

[0119] [12]双酚 A 环氧树脂 H 和 I 分别具有 730-840 和 1150-1300 的 EEW，并且可以由 The Kukdo Chemical Company 市购。

[0120] [13]EEW 为 1100-1300 的 CTBM 改性环氧树脂，可以由 The Kukdo Chemical Company 市购。

[0121] [14]HEW 为 230-260 的酚类固化剂，可以由 The Kukdo Chemical Company 市购。

[0122] [15]Casamid 710 取代双氰胺，可以由 Thomas Swan&Co.，Ltd. 市购。

[0123] [16]可以由 BASF 市购。

[0124] [17]可以由 Estron 市购。

[0125] [18]直径为 16 微米且长度为 150 微米的硅烷处理玻璃纤维，可以由 Fibertec 市购。

[0126] [19]平均粒度为 2.1 微米的 Nepheline Syenite，可以由 Unimin 市购。

[0127] [20]平均粒度为 1.2-1.5 微米的硫酸钡。

[0128] [21]平均粒度为 1.7 微米的碳酸钙，可以由 Omya 市购。

[0129] [22]分解点为 145℃的对甲苯磺酰肼发泡剂，可以由 Dongjin Semichem 市购。

[0130] 底漆实施例试验数据 & 对比例

[0131]

| 底漆实施例 | 30 次循环 SAE J2334 循环腐蚀(蠕变) | | | SAE J400 抗片落性 |
|---|---|---|---|---|
| | 最小值(mm) | 最大值(mm) | 平均值(mm) | 方法 B–(评级) |
| 对比例 1(不含锌) | 4 | 6 | 5.3 | 8A |
| 2(不含锌) | 1 | 3 | 2.4 | 8A |
| 3(不含锌) | 0 | 2 | 1.3 | 8A |
| 4(不含锌) | 0 | 1 | 0.4 | 8A |
| 5(不含锌) | 1 | 3 | 1.9 | 8A |
| 对比例 6(不含锌) | 2 | 5 | 3.9 | 8B |
| 对比例 7(含锌) | 2 | 4 | 3.2 | 7B |
| 对比例 8(含锌) | 0 | 2 | 1.4 | 9B |
| 对比例 14(不含锌) | 3 | 7 | 5.4 | 8A |
| 对比例 15(不含锌) | 2 | 6 | 2.3 | 8B |
| 对比例 16(含锌) | 1 | 4 | 2.1 | 8B |

[0132] 面漆实施例试验数据（具有底漆实施例 4）

[0133] *对高拉伸悬架弹簧进行 Ford 规格 WSS-M2P177-B1 测试，其不允许在 SAE J400 上金属涂层片落。片落评级必须为 10。

[0134]

| 面漆实施例 | SAE J400 抗片落性–方法 B | | |
|---|---|---|---|
| | 评级 | 破坏点 | 合格/失败 |
| 对比例 1 | 8C | 基材对底漆 | 失败 |
| 对比例 2 | 8B | 基材对底漆 | 失败 |
| 对比例 3 | 8B | 基材对底漆 | 失败 |
| 对比例 4 | 8A-8B | 基材对底漆 | 失败 |
| 对比例 5 | 8A | 基材对底漆 | 失败 |

[0135]

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | 10 | N/A | 合格 |
| 7 | 10 | N/A | 合格 |
| 8 | 10 | N/A | 合格 |

[0136] 基材：形成磷酸锌预处理的钢板以模拟悬架弹簧

[0137] 底漆：实施例 4(2.5-3.0 密耳）

[0138] 双涂层膜厚度：15.0-20.0 密耳

[0139] GM 循环腐蚀 (GMW14782)&GM 抗冲击性 (GMW14700)

[0140] 测试程序 :GMW14782( 方法 B)

[0141] 评价程序 :GM 15282( 方法 A)

[0142] 要求 :6mm 的最大平均蠕变回复 (creepback) 和不大于 3mm 的片落

[0143]

| 底漆实施例 (具有面漆 6) | 抗冲击性 GMW 14700 | GMW14782(方法 B) 最大平均蠕变回复(mm) | 合格/失败 |
|---|---|---|---|
| 对比例 1 | 无片落 | 总粘附损失 | 失败 |
| 2 | 无片落 | 4.6 | 合格 |
| 3 | 无片落 | 2.4 | 合格 |
| 4 | 无片落 | 1.6 | 合格 |
| 5 | 无片落 | 3.9 | 合格 |
| 9 | 无片落 | 2.7 | 合格 |
| 10 | 无片落 | 2.4 | 合格 |
| 11 | 无片落 | 2.6 | 合格 |
| 12 | 无片落 | 2.3 | 合格 |
| 13 | 无片落 | 2.6 | 合格 |

[0144] 面漆实施例和试验数据 ( 具有底漆实施例 17)

[0145] 测试程序 :用于双涂层弹簧的 GM9984164 规格

[0146] 基材 :形成磷酸锌预处理的板以模拟悬架弹簧

[0147] 底漆 :实施例 17

[0148] 面漆 :实施例 9

[0149] 双涂层膜厚度 :17-23 密耳

[0150]

| 盐雾 ASTM B-117 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 小时 | GM 要求 | 划痕延伸 | 起泡 | 生锈 | 合格/失败 |
| 1000 | 无起泡或面生锈 | 0 | 无 | 无 | 合格 |
| 2000 | 无 GM 要求 | 0 | 无 | 无 | 合格 |
| 3000 | 无 GM 要求 | 0 | 无 | 无 | 合格 |

[0151] 测试程序 :用于双涂层弹簧的 GM9984164 规格

[0152] 基材 :形成磷酸锌预处理的板以模拟悬架弹簧

[0153] 底漆 :实施例 17

[0154] 面漆 :实施例 9

[0155] 双涂层膜厚度：14-16 密耳

[0156]

| 持续时间 | 结果 | 合格 / 失败 |
|---|---|---|
| 5 次循环 (10 周 ) | 无可见应力断裂、腐蚀、粘合性损失和外观的不利变化 | 合格 |