[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
C08G 59/18
C09D163/00 C08J 3/24
C09D 5/03

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01810050.3

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1185274C

[22] 申请日 2001.5.8 [21] 申请号 01810050.3
[30] 优先权
[32] 2000. 5.26 [33] US [31] 09/579,621
[86] 国际申请 PCT/US2001/014818 2001.5.8
[87] 国际公布 WO2001/092367 英 2001.12.6
[85] 进入国家阶段日期 2002.11.25
[71] 专利权人 H·B·富勒许可和金融公司
地址 美国明尼苏达
[72] 发明人 S·C·哈特 J·G·施迈尔
B·W·卡尔森 S·C·拉森
审查员 白 玉

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 任宗华

权利要求书 2 页 说明书 22 页

[54] 发明名称 用于热敏性基质的粉末组合物

[57] 摘要

本发明涉及新型的热固性粉末涂料组合物，其中包括含酸性官能团的丙烯酸树脂、聚环氧树脂和催化剂。 可将该粉末涂料组合物施加到基质上，特别是热敏性基质如木材基质，并在低温下或在较高温度下经较短的时间固化，从而提供可控光泽和/或高硬度的漆面。 本发明还涉及包括热敏性基质如木材基质，和在该基质的至少一个表面上涂布并固化本发明的粉末涂料组合物的制品。

ISSN1008-4274

1. 一种粉末涂料组合物，其中包括:

a) 1wt%-50wt%含羧酸官能团的丙烯酸树脂，相对于(a)+(b);

b) 50wt%-99wt%聚环氧树脂，相对于(a)+(b); 和

c) 用量足以在300°F或低于300°F下，经30分钟或更少的时间固化组合物的催化剂，其中所述催化剂选自咪唑、咪唑/环氧加合物、叔胺、咪唑啉、单或二羧酸的咪唑啉盐、四烷基铵盐、鏻盐、锡催化剂及其混合物。

2. 权利要求1的粉末涂料组合物，其中所述聚环氧树脂包含2-15wt%的至少一种结晶聚环氧树脂，基于聚环氧树脂的总重。

3. 权利要求1或2的粉末涂料组合物，其中所述催化剂选自2-苯基咪唑、2-甲基咪唑、2-苯基咪唑啉以及2-苯基-2-咪唑啉和十二烷二羧酸的盐及其混合物。

4. 权利要求1的粉末涂料组合物，其中所述聚环氧树脂选自芳族多元醇的缩水甘油醚、含环氧官能团的丙烯酸树脂、杂环聚环氧化物、芳族和脂族多元羧酸的缩水甘油酯及其混合物。

5. 权利要求2或4的粉末涂料组合物，其中所述结晶聚环氧树脂选自异氰脲酸三缩水甘油酯、对苯二甲酸的二环氧甘油酯、偏苯三酸的三缩水甘油酯、四甲基双酚二环氧甘油醚、双酚S二环氧甘油醚、2,5-二叔丁基苯-1,4-二环氧甘油醚、2,5-二叔丁基氢醌二环氧甘油醚、间苯二甲酸二环氧甘油酯和环氧基丙氧基二甲基苄基丙烯酰胺及其混合物。

6. 权利要求1、2和4之任一项的粉末涂料组合物，其中该组合

物，基于固化，提供至少 3H 的铅笔硬度。

7. 权利要求 6 的粉末涂料组合物，其中组合物，基于固化，提供 5-60 的 60°光泽值。

8. 一种含热敏性基质和在该基质的至少一个表面上的固化涂层的制品，所述固化涂层由前述权利要求之任一项的粉末涂料组合物形成。

9. 一种制备权利要求 1 的粉末涂料组合物的方法，该方法包括:

A) 熔融混合 50wt％-99wt％的第一种组分，该第一种组分包括

a-1) 至少一种聚环氧树脂；和

a-2) 至少一种催化剂，和

B) 干混第一种组分和 1wt％-50wt％的第二种组分，该第二种组分包括至少一种含羧酸官能团的丙烯酸树脂。

10. 权利要求 9 的方法，其中所述第二种组分进一步包括至少一种催化剂。

用于热敏性基质的粉末组合物

发明领域

本发明涉及新型的热固性粉末涂料组合物。具体地说，本发明涉及新型的含酸性官能团的丙烯酸/聚环氧粉末涂料组合物。更具体地说，本发明涉及在热敏性基质如木材基质上，通过低温固化或在较高温度下的快速固化， 在其上产生高硬度和/或可控光泽漆面（finish）的涂层用的新型的含酸性官能团的丙烯酸/聚环氧粉末涂料组合物。

发明背景

公知粉末涂布是在基质如金属基质上提供高质量漆面的低污染、成本上有效的方法，因此，在各种工业上，越来越多地用于取代液体涂装。例如在汽车和器械工业中，粉末涂料常规地用于涂布金属物体。金属物体是非常优良的导电体，可加热到高的温度。因此，常规的粉末涂料组合物可通过本领域已知的任何静电沉积技术，容易地涂敷到金属基质上，形成致密的漆面。被涂布的金属基质通常在介于300°F-450°F的高温下固化。由于高温没有使金属基质严重地变形，因此通常不关心工件的热敏性。本领域已很好地开发出在高温下固化，在金属基质上提供高性能涂层的涂料组合物 。

最近，已尝试向非金属基质(亦称为热敏基质，如塑料、预装配的产品和木材产品)上涂敷粉末涂料。木材产品的实例包括家用家具、办公家具和建筑组件如门、旁轨、窗户框架、搁板和模制件。尽管一些塑料制品可用适当的色彩来制造且可以不需要涂层，但是一些其它塑料产品和特别是许多木材产品为了装潢或保护目的或者二者兼而有之必须进行涂布。尽管在涂布非金属基质方面取得一些成功，但由于金属基质与木材基质之间显著的特性差别导致特别是在木材基质上的涂层仍存在一些问题。

自然地，木材基质含有较多的湿气和挥发性化合物。在与在金属基质上的传统粉末涂料有关的高温下，在相对长的固化过程中，湿气和挥发性化合物可容易地以气体形式释放。这种放气破坏了涂层材料的表面，导致在涂层表面上产生针孔和其它缺陷，从而损害涂层的外观。因此，在高温下，经历相对长时间的常规固化不适用于在木材基质上的涂料粉末。目前，避免在涂层表面上产生针孔和其它缺陷的一种方法是提供具有例如木纹状纹理的织构涂层，或提供有橘皮外观的涂层，该涂层可掩饰基质的底层不均匀性。消除放气的另一方法是开发低温固化涂料粉末体系，以降低固化温度和/或缩短固化时间。然而，固化温度越低和/或固化时间越短，越难实现高性能。同样，固化温度越低和/或固化时间越短，越难控制光泽，特别是越难实现美学所要求的低光泽。此外，固化温度越低和/或固化时间越短，当常规的加工温度与目标固化温度在相同的范围内时，越难加工粉末涂料。在高温下固化较长时间的常规涂料粉末可能难以得到高性能涂层，而涂层的性能是通过韧度和耐用性，如硬度、抗刮痕、抗划痕、抗化学性和冲击而定义的。随着固化温度降低或固化时间缩短，这种挑战再次变得更大。

在专利文献中公开了在金属和木材基质二者或之一上使用的各种粉末涂料组合物。

美国专利No.6022927公开了一种在金属和木材基质上使用的丙烯酸粉末涂料组合物。该组合物主要含有含酸性官能团的丙烯酸树脂、含酸性官能团的聚酯与聚环氧(如异氰脲酸三缩水甘油酯(TGIC))的加成化合物以及固化剂，该固化剂还是TGIC，该组合物在金属和木材基质二者上均提供橘皮纹理的表面。该文献特别教导，通过简单混合含羧基官能团的丙烯酸树脂、固化剂(TGIC)和聚酯而制备的涂料粉末不能提供具有所需性能的涂层。只有固化剂(TGIC)和聚酯在形成涂料粉末之前发生加合，才能制备具有所需性能的涂层。一旦加入固化催化剂，固化温度可降低到300°F或低于300°F。在金属基质上测试的60^0光泽值高于75。在金属板上测试的涂层表面的铅笔硬度为F-2H。

美国专利No.5907020公开了一种热固性粉末涂料体系，其以催化的

自固化环氧树脂的挤出物与低温固化剂的混合物为基础。环氧树脂首先与催化剂一起挤出，然后将挤出物与低温固化剂一起混合，形成涂料粉末。低温固化剂是在金属和木材基质上提供低光泽涂层的咪唑催化剂的环氧加合物，或脂族多胺的环氧加合物。固化温度可以是290℉或低于290℉。在钢板上测试的60^0光泽值在15-80间变化。

美国专利No.5721052公开了一种热固性粉末涂料体系，其以双酚A型环氧化物、咪唑催化剂和结构改进剂为基础，用于在金属和木材基质二者上形成木纹状结构漆面。固化温度可以是350℉或低于350℉。在金属板上测试的60^0光泽值低于6。在金属板上测试的涂层表面的铅笔硬度为H-2H。

然而所公开的所有粉末涂料组合物没有提供低温固化或快速固化、可控光泽和高硬度这些优点相结合的在热敏基质上的涂层，特别是在木材基质上的涂层。

因此，需要一种新型的粉末涂料组合物，其可通过常规的粉末涂料涂敷方法在热敏基质上，特别是在木材基质上涂布，并在相对较低的温度和相对较长的时间下或者在相对较高的温度和相对较短的时间下固化，从而产生具有可控光泽和非常高性能如硬度而不损害基质的漆面。

发明概述

本发明提供了一种以粒状形式存在的新型粉末涂料组合物，其基本上由下述物质的混合物组成:

a) 约10wt%-90wt%含羧酸官能团的丙烯酸树脂，相对于(a)+(b);

b) 约10wt%-90wt%聚环氧树脂，相对于(a)+(b);

c) 用量足以在约300℉或低于300℉下，经约30分钟或更少的时间固化组合物的催化剂；和

d) 任选地，增韧剂。

另一方面，本发明提供了一种新型的粉末涂料组合物，其中包括:

a) 约10wt%-90wt%含羧酸官能团的丙烯酸树脂，相对于(a)+(b);

b) 约10wt%-90wt%聚环氧树脂，相对于(a)+(b)；和

c) 用量足以在约300℉或低于300℉下，经约30分钟或更少的时间固化组合物的催化剂；

其中该组合物提供具有至少3H铅笔硬度的漆面。

再一方面，本发明提供了一种新型的粉末涂料组合物，其中包括：

a) 约10wt%-90wt%含羧酸官能团的丙烯酸树脂，相对于(a)+(b)；

b) 约10wt%-90wt%聚环氧树脂，相对于(a)+(b)；

c) 主要充当环氧均聚催化剂的第一种催化剂；和

d) 主要充当环氧/羧酸反应催化剂的第二种催化剂。

再一方面，本发明提供了一种粉末涂料组合物，其中包括：

A) 约50wt%-99wt%的第一种组分，该组分包括：

a-1) 至少一种聚环氧树脂；和

a-2) 至少一种催化剂；和

B) 约1wt%-50wt%与所述第一种组分（A）干混的第二种组分，该组分包括至少一种含羧酸官能团的丙烯酸树脂。

再一方面，本发明提供了一种新型的粉末涂料组合物，其中包括：

a) 约1wt%-50wt%至少一种含羧酸官能团的丙烯酸树脂；

b) 约50wt%-99wt%不止一种聚环氧树脂，其中基于总的环氧树脂，约2wt%-15wt%为至少一种结晶的聚环氧树脂；和

c) 用量足以有效固化所述组合物的催化剂。

本发明的新型粉末涂料组合物可容易地例如通过静电沉积或流化床方法涂敷到各种基质上，特别是涂敷到热敏性基质，如塑料或木材基质上，从而提供具有可控光泽和包括非常高硬度在内的高性能的漆面。

本发明的涂料可在不高于约300℉下，经不大于约30分钟的时间固化，在基质上，特别是在木材基质上形成涂层膜，从而在没有损坏基质的情况下，减少基质的放气。本发明固化的涂层可产生约2-95的60^0光泽值和大于F，优选大于3H的铅笔硬度。

特别地，可容易地通过静电喷涂来涂布本发明的粉末涂料组合物，

并在热敏性基质上，特别是在木材基质上，在约280℉或低于280℉的温度下，经约20分钟或更少的时间固化，产生约5-60，优选约10-40的美学上可接受的60^0低光泽值，和大于H，优选大于3H的铅笔硬度。

也可在高于约300℉，优选高于约325℉的快速固化温度下，经不大于约10分钟，优选不大于约5分钟的时间段固化本发明的涂料，在基质上，特别是在木材基质上，形成涂层膜，同时显示出所要求的物理性能和特性参数如可控的光泽值和/或铅笔硬度。

再一方面，本发明提供了一种含热敏性基质的制品，其中在该基质的至少一个表面上涂布本发明前述的任何新型粉末涂料组合物，并在不大于300℉的温度下，经不大于约30分钟的时间段，或者在大于300℉，优选大于325℉的温度下，经不大于约10分钟的时间段，固化该粉末涂料组合物，产生具有约2-95的可控的60^0光泽值和涉及抗化学性、硬度等可控性能(取决于应用)的装潢和/或保护漆面。

特别地，本发明的制品包括木材基质，其中在该基质的至少一个表面上涂布本发明前述的任何新型粉末涂料组合物，并在约300℉的温度下，经约30分钟或更少的时间，或者在大于300℉，优选大于约325℉的温度下，经不大于约10分钟的时间段，固化该粉末涂料组合物，产生具有约5-60，优选约10-40的60^0光泽值，和大于F，优选大于H，和更优选不小于3H的铅笔硬度的漆面。

发明详述

为了本发明的目的，术语“木材”的定义是包括天然木材和工程木材如胶合板、刨花板、取向线材板、硬质纤维板、中密度纤维板等在内。刨花板可以是标准的，或者可处理刨花板以增强其导电性。用导电的液体涂料组合物预涂布并固化的木材也可用作本发明目的的基质。优选含湿量为约3wt%-10wt%的木材。

为了本发明的目的，“降低的或低的固化温度”是指约300℉或低于300℉的基质表面温度，亦称为部件温度，与高于300℉到约450℉的常规高固化温度相比，该固化温度可实现所需的性能。

为了本发明的目的，“快速固化”是指在快速固化温度下进行的固化，所述快速固化温度是指基质的表面温度，亦称为部件温度，该温度可与常规的固化温度一样高，但为了实现所需的物理性能，其固化时间短于常规的粉末涂料体系固化所要求的时间。

本发明的热固性粉末涂料组合物包括含羧酸官能团的丙烯酸树脂。可在本发明中使用的含羧酸官能团的丙烯酸树脂是由本领域已知的典型的丙烯酸单体形成的，所述单体为：丙烯酸或甲基丙烯酸；丙烯酸衍生物如丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丙酯、丙烯酸异丙酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸异丁酯、丙烯酸2-乙基己酯、丙烯酸异辛酯、丙烯酸十二烷基酯、丙烯酸硬脂醇酯、丙烯酸环己酯、丙烯酸苄酯、丙烯酸羟乙酯、丙烯酸羟丙酯、丙烯酸羟丁酯、1,4-丁二醇单丙烯酸酯和丙烯酸二甲氨基乙酯；甲基丙烯酸衍生物如甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸丙酯、甲基丙烯酸异丙酯、甲基丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸异丁酯、甲基丙烯酸异辛酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸十二烷基酯、甲基丙烯酸硬脂醇酯、甲基丙烯酸环己酯、甲基丙烯酸苄酯、甲基丙烯酸苯酯、甲基丙烯酸羟乙酯、甲基丙烯酸羟丙酯、甲基丙烯酸羟丁酯、1,4-丁二醇单甲基丙烯酸酯和甲基丙烯酸二甲氨基乙酯等。可单独使用或以两种或多种的结合形式使用各种这些单体。也可掺入其它单体如苯乙烯、取代的苯乙烯或乙烯基甲苯等。含羧酸官能团的丙烯酸树脂的商购实例包括，例如S.C. Johnson销售的商品牌号为SCX™丙烯酸树脂的那些。

根据本发明，在本发明的粉末涂料组合物中，可单独使用或以两种或多种的结合形式使用含羧酸官能团的丙烯酸树脂。在一些实施方案中，组合物可含有约10wt%-90wt%，优选约10wt%-60wt%，和最优选约10wt%-40wt%含羧酸官能团的丙烯酸树脂，基于在本发明的粉末涂料组合物中所使用的树脂的总重。在其中含羧酸官能团的丙烯酸树脂与其它组分干混的一些实施方案中，含羧酸官能团的丙烯酸树脂的用量优选约1wt%-50wt%，更优选约2wt%-20wt%，基于在本发明的粉末涂料组合物中所使用的树脂的总重。

本发明的粉末涂料组合物也可包括聚环氧树脂。可在本发明的粉末涂料组合物中使用包括非晶聚环氧树脂和结晶聚环氧树脂在内的各种聚环氧树脂。典型地，聚环氧树脂应当具有至少两个环氧基团/分子，其包括饱和或不饱和、脂族、脂环族或杂环化合物，且可用取代基如卤原子、烷基、醚基等进行取代。适合的聚环氧树脂包括芳族和脂族多元醇的缩水甘油醚、脂环族聚环氧化物、含环氧官能团的丙烯酸树脂、杂环聚环氧化物、芳族和脂族多元羧酸的缩水甘油酯、缩水甘油基多胺和醚胺及其混合物。例如，聚环氧树脂可以是基于双酚A(2,2'-双(对羟基苯基)丙烷)和表氯醇，即双酚A的二环氧甘油醚及其高级加成产物的固体环氧树脂。聚环氧树脂可包括基于双酚F(4,4'-二羟基二苯甲烷)、饱和双酚A(2,2'-双(4-羟基环己基)丙烷)和表氯醇及其高级加成产物的固体环氧树脂。也包括通过表氯醇与线型酚醛树脂反应而制造的环氧树脂。线型酚醛树脂是酚类化合物与甲醛在酸催化剂存在下的缩合物。酚类化合物可以是苯酚本身或诸如甲酚、二甲苯酚、间苯二酚、萘酚等的化合物。环氧树脂可以获自各种商业来源，例如以商品名EPON™或Epikote™获自Resolution Performance Products(Houston, TX)、以商品名Araldite™获自Vantico (Hawthorne, NY)和以商品名DER获自Dow Chemical Company (Midland, MI)。可商购的环氧树脂包括获自Resolution Performance Products的Epikote™ 1001、Epikote™ 1002、Epikote™ 1004、Epikote™ 1007和Epikote™ 1009；获自KUKDO Chemical Ind. Co. Ltd.的Epo-Thoto YD-012；获自Dow Chemical Company的DER™ 642和DER™ 672；获自Vantico的Araldite™ 7220、Araldite™ ECN 1235、Araldite™ ECN1273和Araldite™ ECN 1280。其它有用的环氧树脂包括双酚S环氧树脂；氢化的双酚A环氧树脂。在芳族多元醇的聚缩水甘油醚当中，优选基于双酚A的聚环氧树脂。有用的杂环聚环氧化物包括称为异氰脲酸三缩水甘油酯(TGIC)的1,3,5-三(2,3-缩水甘油基-丙基)-1,3,5-三嗪-2,4,6-(1H,3H,5H)-三酮、1,3,5-三(2,3-缩水甘油基-2-甲基丙基)-1,3,5-三嗪-2,4,6-(1H,3H,5H)-三酮、对苯二酸的二环氧甘油酯和偏苯三酸的

三缩水甘油酯。可商购的杂环聚环氧化物包括获自Vantico的Araldite™PT –810和获自Nissan Chemical的MT-239；缩水甘油酯包括获自Vantico的PT-910。其它有用的结晶聚环氧化物包括四甲基双酚二环氧甘油醚、双酚S二环氧甘油醚、2,5-二叔丁基苯-1,4-二环氧甘油醚、氢醌二环氧甘油醚、2,5-二叔丁基氢醌二环氧甘油醚、间苯二酸二环氧甘油酯和环氧基丙氧基二甲基苄基丙烯酰胺。可商购的结晶聚环氧树脂包括获自Resolution Performance Products的Epoxy Research Resin RSS-1407、获自KUKDO Chemical Ind. Co. Ltd.的EPO-THOTO YDC-1312。可通过使单独的含环氧官能团的丙烯酸酯或其与此前所详举的其它乙烯基单体(包括其他的丙烯酸酯、苯乙烯和取代的苯乙烯)的混合物聚合，制备合适的含环氧官能团的丙烯酸树脂。含环氧官能团的丙烯酸酯单体的实例包括丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯、丙烯酸β-甲基缩水甘油酯、甲基丙烯酸β-甲基缩水甘油酯、N-缩水甘油基丙烯酰胺等，其中优选丙烯酸缩水甘油酯和甲基丙烯酸缩水甘油酯。可商购的含环氧官能团的丙烯酸酯树脂的实例包括获自Reichhold的Fineclad™A-244-A、获自Anderson Co.的Almatex™PD 7690和获自Estron Chemical Company的GMA 300™。

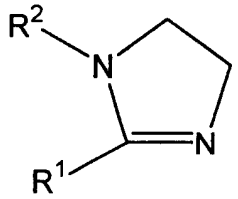
在本发明的粉末涂料组合物中，可单独或以两种或多种结合的形式使用聚环氧树脂。例如，可单独使用一种双酚A型聚环氧树脂，或将其与其它双酚A型聚环氧树脂或与线型酚醛型聚环氧树脂结合使用。同样，可将双酚A型聚环氧树脂与异氰脲酸三缩水甘油酯和/或与含环氧官能团的丙烯酸树脂结合使用。此外，非晶聚环氧树脂可与结晶聚环氧树脂结合使用。

本发明的粉末涂料组合物可包括约10wt%-90wt%，优选约40wt%-90wt%，和更优选约60wt%-90wt%的聚环氧树脂，基于在本发明的粉末涂料组合物中所使用的树脂的总重。在其中聚环氧树脂与其它组分干混的一些实施方案中，聚环氧树脂的用量优选约50wt%-99wt%，更优选约80wt%-98wt%。在其中结晶聚环氧树脂与非晶聚环氧树脂结合使用的一些实施方案中，结晶聚环氧树脂的存在

量为约2wt%-15wt%，基于聚环氧树脂的总重。

本发明的粉末涂料组合物也可包括催化剂，催化剂使粉末涂料在不大于约300℉，优选不大于约280℉的低固化温度下固化，或者在快速固化温度下，经尽可能短的时间固化，从而使在基质内累积的温度最小。有用的催化剂的实例包括咪唑、咪唑/环氧加合物、叔胺、咪唑啉、单或二羧酸的咪唑啉盐、四烷基铵盐、鏻盐、锡催化剂如辛酸锡、及其混合物。咪唑的实例可包括取代的和未被取代的咪唑，如咪唑、2-甲基咪唑和2-苯基咪唑。咪唑/环氧加合物的实例可包括商购于Resolution Performance Products的商品EPON P-101和商购于Vantico的XU HT 261。四烷基铵盐的实例可包括四甲基溴化铵、四甲基碘化铵、四甲基氯化铵、三甲基十四烷基（myrystyl）溴化铵、三甲基十四烷基碘化铵、三甲基十四烷基氯化铵等。鏻盐的实例可包括乙基三苯基溴化鏻、乙基三苯基碘化鏻和乙基三苯基氯化鏻等。叔胺的实例可包括N,N-二甲基环己胺、N,N-二甲基苯胺、N -甲基吗啉、N,N'-二甲基哌嗪、2,2,6,6-四甲基-4-二甲基氨基哌啶、N,N-二甲基十八烷胺、N,N-二甲基十六烷胺、1,8-二氮杂双环[5.4.0]十一碳-7-烯、N,N,N',N'-四甲基六亚甲基二胺、N,N,N',N',N''-五甲基二亚乙基三胺、三亚乙基二胺和苄基二甲胺。咪唑啉的实例包括取代的和未被取代的咪唑啉，如2-苯基咪唑啉。单或二羧酸的咪唑啉盐衍生于咪唑啉基化合物与单或二羧酸。合适的单羧酸和二羧酸每分子分别具有一个或两个羧酸基团(-COOH)。它们包括芳族和脂族(饱和与不饱和的)酸及其结合物(即芳脂族)。典型的单羧酸或二羧酸包括，但不限于对苯二甲酸、间苯二甲酸、邻苯二甲酸、苯甲酸、壬二酸、己二酸、琥珀酸、戊二酸、庚二酸、辛二酸、癸二酸、癸烷二羧酸、十二烷二羧酸、乙酸、2-乙基己酸和马来酸。优选的单和二羧酸是己二酸、癸二酸和十二烷二羧酸。

可用下述通式结构表示咪唑啉基化合物如2-咪唑啉化合物：



其中R^1是氢、芳基、脂族基(饱和或不饱和)、脂环族或芳脂族基，其中优选具有约1-12个碳原子的基团。R^1的实例包括苯基、2-氯苯基、2-羟苯基、4-氯苯基、4-甲基苯基等、烷基如甲基、十一烷基等、芳烷基如苄基等，或氢。R^2是氢或烷基，其中优选具有约1-12个碳原子的基团，如甲基等。

典型地，2-咪唑啉包括2-苯基-2-咪唑啉、2-(2-羟苯基)-2-咪唑啉、2-(2-氯苯基)-2-咪唑啉、2-(4-氯苯基)-2-咪唑啉、2-(4-甲基苯基)-2-咪唑啉、2-正十一烷基-2-咪唑啉、2-苄基-2-咪唑啉、4,4-二甲基-2-咪唑啉和2-甲基-2-咪唑啉。例如在GB2312897(此处引入其作为参考)中公开了单或二羧酸的咪唑啉盐及其制备。

可配制本发明的粉末涂料组合物，以便包括用量足以固化该组合物的至少一种催化剂。优选催化剂的存在量足以在不大于约300℉的低固化温度下，经相对较长的时间，如约30分钟或更少的时间，或者在高于约300℉，优选高于约325℉的快速固化温度下，经不大于约10分钟的时间段，或者在高于约350℉下，经不大于约5分钟的时间段，或者在高于约400℉下，经不大于约3分钟的时间段使组合物固化。优选催化剂的存在量为约0.1-10.0pphr(每100份树脂的份数)，更优选约0.5-5pphr，最优选约1.0-4.0pphr。

在本发明的另一方面中，粉末涂料组合物可包括主要充当环氧均聚催化剂的第一种催化剂和主要充当环氧/羧酸反应催化剂的第二种催化剂。有用的第一种催化剂的实例包括咪唑、咪唑/环氧加合物、叔胺及其混合物。有用的第二种催化剂的实例包括咪唑啉、单或二羧酸的咪唑啉盐、叔胺、四烷基铵盐、鏻盐及其混合物。

尽管不受任何理论的束缚，但认为咪唑通过使环氧环开环加合到环氧树脂上。加合的咪唑充当催化剂，进一步加速环氧环开环，从而促进环氧化物基团的均聚。另一方面，咪唑啉基催化剂可促进环氧化物基团与羧酸基团之间的加成反应，从而进一步降低固化温度。

可通过调节催化剂的用量与比例来配制本发明的粉末涂料组合物，使得可在约300℉或低于300℉，优选约280℉或低于280℉的低固化温

度下，或者在例如高于约300℉，优选不小于约350℉的快速固化温度下，经尽可能短的时间固化该涂料，以达到所需的光泽和高性能，如高硬度。

任选地，本发明的粉末涂料组合物可含有粉末涂料所共有的其它添加剂。这些添加剂包括，但不限于填料、滑爽添加剂、颜料、染料、UV稳定剂、抗氧化剂、流化剂、流动调节剂、脱气剂、增韧剂、结构改进剂等及其混合物。例如，流动调节剂如丙烯酸化合物，如Modaflow 2000或Resiflow P-67或硅化合物是涂料或粉末涂料领域中已知的，可将它们掺入到本发明的粉末涂料组合物中，以改进表面张力，从而便于聚合物的流动，当它们熔化时，可提供最终的固体涂层的更光滑的漆面。可使用增韧剂如固体增塑剂、核/壳材料、橡胶、含羟基或酸官能团的聚酯、苯乙烯/马来酸酐和聚酸酐树脂，以提供更好韧度的漆面。有用的增塑剂的实例可包括蔗糖苯甲酸酯、季戊四醇四苯甲酸酯和环己烷二甲醇二苯甲酸酯。有用的橡胶的实例可包括天然和大多数合成橡胶，如苯乙烯-丁二烯和丙烯腈-丁二烯聚合物。有用的聚酯的实例可包括通过脂族多元醇(包括脂环族多元醇)与脂族和/或芳族多元羧酸和酸酐的缩合反应形成的那些。合适的脂族多元醇的实例可包括1,2-乙二醇、1,3-丙二醇、1,4-丁二醇、1,6-己二醇、新戊二醇、环己烷二甲醇、三羟甲基丙烷等。合适的多元羧酸和酸酐的实例可包括琥珀酸、己二酸、壬二酸、癸二酸、对苯二甲酸、间苯二甲酸、四氢苯二甲酸、六氢苯二甲酸、偏苯三酸以及这些酸的酸酐。视需要，在组合物中，增韧剂的存在量可以至多50wt%，优选约2wt%-30wt%。可加入颜料，使粉末涂料着色。颜料的实例包括，但不限于二氧化钛、炭黑，和任何可获得色彩的有机与无机颜料(这取决于应用)。也可加入特殊效果的添加剂，以产生例如木纹、皱褶等外观。这些其余的添加剂的用量取决于所需的最终涂料的特殊性能。

可通过粉末涂料领域中所使用的常规技术制备本发明的粉末涂料组合物。典型地，使粉末涂料组合物的各组分复合，并完全在一起混合，然后熔融共混并在单螺杆或双螺杆挤出机中挤出。迅速冷却挤出

物，然后在研磨机(如Brinkman研磨机、Bantam锤磨机、Alpine研磨机或ACM研磨机)中研碎，并筛分，以获得合适粒径的粉末(这取决于应用)。尽管大范围的粒径可用于本发明的目的，但典型地，平均粒径为约5-250微米，本发明的粉末涂料组合物的平均粒径优选约10-80微米，和更优选约20-40微米。

在本发明的再一方面中，粉末涂料组合物包括第一种组分(A)与第二种组分(B)的干混物。第一种组分(A)是含至少一种聚环氧树脂和至少一种催化剂的挤出混合物。第二种组分(B)包括至少一种含羧酸官能团的丙烯酸树脂。聚环氧树脂在本发明的粉末涂料组合物中的存在量可以是约50-99wt%，优选约80-98wt%，含羧酸官能团的丙烯酸树脂的存在量可以是约1-50wt%，优选约2-20wt%，基于第一种与第二种组分(A)和(B)的总重。

任选地，第二种组分(B)也可包括一种催化剂或不止一种催化剂的混合物。另外，组分(A)和/或组分(B)也可含有至少一种含酸官能团的聚酯和/或粉末涂料共有的其它添加剂。这些添加剂包括，但不限于填料、滑爽添加剂、颜料、染料、UV稳定剂、抗氧化剂、流化剂、流动调节剂、脱气剂、增韧剂、结构改进剂等及其混合物。

在再一方面中，本发明提供了一种制备本发明干混的粉末涂料组合物的方法。该方法包括熔融混合成分(a-1), (a-2)和其它任选的成分，以获得第一种组分(A)，然后将第一种组分(A)与第二种组分(B)干混，获得本发明干混的粉末涂料组合物。第二种组分(B)可以是不必挤出的含羧酸官能团的丙烯酸树脂，因此可将其以粉末形式直接加入到第一种组分(A)中，获得干混的粉末涂料组合物。或者，可在第二种组分(B)加入到第一种组分(A)中之前，通过独立地熔融混合含羧酸官能团的丙烯酸树脂与其它任选的成分制备第二种组分(B) 。

第一种组分(A)和第二种组分(B)二者在一起干混之前，可以是任何形式如粉末、薄片、碎片、粒状等。

可在干混之前或之后进行研碎和筛分步骤，以获得适当粒径的干混的粉末涂料组合物。

在一个实施方案中，通过复合成分(a-1)，(a-2)和其它任选的成分(若存在的话)，并将其充分混合，制备第一种组分(A)。然后在挤出机，如单或双螺杆挤出机中挤出该混合物。迅速冷却挤出物，并在研磨机(如Brinkman研磨机、Bantam锤磨机、Alpine研磨机或ACM研磨机)中研碎，并筛分，以获得合适粒径的粉末(这取决于应用)。然后，第二种组分(B)(其为不必挤出的含羧酸官能团的丙烯酸树脂)可以独立地加入到组分(A)中，并与组分(A)彻底混合，获得本发明干混的粉末涂料组合物。

在另一实施方案中，通过熔融共混含羧酸官能团的丙烯酸树脂与其它任选的成分(包括例如催化剂、交联剂、含酸官能团的聚酯和/或其它添加剂)，若存在的话，制备第二种组分(B)。研碎挤出物并筛分，获得约0.1微米-250微米，优选约1微米-100微米，和更优选约5微米-60微米的适当粒径的粉末。然后将各自呈粉末形式的两种组分干混在一起，即将一种组分，例如第二种组分(B)独立地加入到第一种组分(A)中或与第一种组分(A)一起混合，或反之亦然，获得本发明干混的粉末涂料组合物。

在另一实施方案中，通过独立地将各组分与任何其它任选的成分一起挤出，制备第一种组分(A)和第二种组分(B)。然后将两种组分的挤出物混合在一起，研碎并筛分，获得适当粒径的粉末组合物。

在另一实施方案中，第二种组分(B)不必挤出，但需要研碎。组分(B)可以独立地加入到第一种组分(A)的挤出物中。然后研碎两种组分并筛分，获得干混的粉末组合物。

尽管大范围的粒径可用于本发明的目的，但典型地，本发明的粉末涂料组合物的平均粒径为约5-250微米，平均粒径优选约10-80微米，和更优选约20-55微米。

可使用任何常规的粉末涂料沉积技术，如静电喷涂，将本发明的粉末涂料组合物涂敷到基质的至少一个表面上，以获得光滑和均匀的涂层。通过在一定温度下，经足以固化组合物的时间，加热被涂布的基质实现固化。通过加入催化剂，可将本发明的粉末涂料组合物的固化

温度调节到低温或调节到较高温度下经短的时间。低的固化温度或较高温度下经较短的固化时间二者均限制基质的热暴露时间，从而减少从木材基质中的放气，而放气可降低或损坏基质的完整性以及最终漆面的连续均匀度。本发明的粉末涂料组合物的固化温度优选约300℉或低于300℉，更优选约280℉或低于280℉，或在较高温度下经较短的时间段。固化时间随固化温度、基质的特性和厚度的变化而变化。在低的固化温度下，固化时间优选小于30分钟，更优选小于约20分钟。在较高的固化温度下，如高于325℉或350℉下，固化时间优选小于约10分钟，更优选小于约5分钟。

本发明固化涂层的厚度随应用和性能要求的变化而变化，但优选介于约1.5mil到约8.0mil。

本发明的粉末涂料组合物可涂敷到各种常规的基质如金属，例如钢或铝、玻璃、陶瓷、碳纤维和石墨上。特别地，本发明的粉末涂料组合物可涂敷到热敏性基质如塑料或纤维增强的塑料基质上，和特别是木材基质上。

典型地，固化温度越低和/或固化时间越短，越难实现高的性能。同样，固化温度越低和/或固化时间越短，越难控制光泽，特别是越难实现美学所要求的低光泽。此外，固化温度越低和/或固化时间越短，当常规的加工温度与目标固化温度在相同的范围内时，越难加工粉末涂料。在高温下，用常规的涂料粉末可能难以得到高性能涂层，而涂层的性能是通过韧度和耐用性测试，如硬度、抗刮痕、抗划痕、抗化学性和冲击而定义的。随着固化温度降低或固化时间缩短，这种挑战再次变得更大。

令人惊奇地，可配制本发明的粉末涂料组合物，以提供制品被涂布的表面所需的高性能和其它特征，同时在低温下或在较高温度经较短的时间段进行固化。例如，可配制本发明的粉末涂料组合物，以提供漆面或高或低的大范围的60^0光泽值(这取决于应用)。令人惊奇地，通过干混组合物中的各组分，可容易得多地调节光泽值。对于美学所需的低光泽值来说，可通过例如选择具有低相容性的树脂或通过使用干

混技术制备组合物，从而配制本发明的粉末涂料组合物，以便提供涂层约5-60，优选约10-40的可控的60^0光泽值。

此外，可例如通过改变交联密度或固化度，或通过选择具有不同玻璃化转变温度(Tg)的树脂，从而配制本发明的粉末涂料组合物，以便提供漆面各种硬度(这取决于应用)。例如，当需要高硬度(如通过测量铅笔硬度而得)时，可使用Tg增高的树脂，配制本发明的粉末涂料组合物，或配制本发明的粉末涂料组合物，以便增加交联密度或固化度。或者，在低的固化温度下增加固化时间或者提高固化温度可增加固化度。典型地，可配制本发明的粉末涂料组合物，以便提供涂层不小于约2H，和优选不小于约3H的铅笔硬度(这取决于应用)。

另外，可配制本发明的粉末涂料组合物，以便在基质上，特别是在木材基质上提供具有美学上可接受的光滑外观以及橘皮或木纹状外观(这取决于应用)的涂层。例如通过在组合物中掺入少量结晶聚环氧树脂，可改进所得漆面的光滑度。另外，显著拓宽了加工窗口(window)。

再一方面，本发明提供了一种含热敏性基质的制品，其中在该基质的至少一个表面上涂布本发明前述的任何新型粉末涂料组合物，并在低固化温度下，或者在较高固化温度下，经较短的时间，固化该粉末涂料组合物，产生具有可控光泽值，特别是具有美学上所需的低光泽和/或高硬度的漆面。

特别地，本发明的制品包括热敏性基质，特别是木材基质，其中在该基质的至少一个表面上涂布本发明前述的任何新型粉末涂料组合物，并在约300℉或低于300℉的温度下，或者在较高的固化温度下，如高于约325℉下，经较短的时间段，固化该粉末涂料组合物，产生具有约2-95，优选约5-60，和更优选约10-40的60^0光泽值，和不小于F，优选不小于H，和更优选不小于3H的铅笔硬度的漆面。

通过下述非限制性实施例进一步阐述本发明。然而，应当理解，可作出许多变化和改性，同时仍在本发明的范围内。以份的形式测量所有组分。此处列举的所有份数、比例和百分比均以重量为单位，除非另有说明。

本发明实施方案的详细说明

测试方法

光泽度

根据ASTM D523镜面光泽度的标准试验方法，测量本发明固化的粉末涂料组合物的光泽度.

铅笔硬度

根据膜硬度的标准试验方法，利用ASTM D3363铅笔试验，测量本发明固化的粉末涂料组合物的铅笔硬度。

MEK抗性

根据测量MEK抗性的标准试验方法，利用ASTM(试验方法)D4752-98的溶剂磨损，测量本发明固化的粉末涂料组合物的MEK抗性。

实施例

实施例1

通过预混合5.0份SCX 843(含酸官能团的丙烯酸树脂，S.C. Johnson, WI)、48.5份YD012(聚环氧树脂，KUKDO Chemical Ind.Co., Ltd., Seoul, Korea)、3.7重量份PT810(TGIC, Vantico)、47.8份GMA 300(含环氧官能团的丙烯酸树脂，Estron Chemical Company, CT)、2.5份2-苯基-2-咪唑啉/十二烷二酸的双盐、1.2份2-苯基咪唑和1.5份Resiflow P-67(丙烯酸树脂，流动添加剂)，制备粉末涂料组合物。然后在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合该混合物、挤出、冷却、研碎，然后通过100目筛网筛分，获得涂料粉末。

然后使用静电喷涂方法，将以上制备的涂料粉末喷涂到中密度纤维板上，并在约275℉的烘箱中固化约10分钟。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，测试结果见表1。

实施例2

根据实施例1制备粉末涂料组合物，所不同的是使用10.0份SCX

843。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表1。

实施例3

根据实施例1制备粉末涂料组合物，所不同的是使用15.0份SCX 843。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表1。

实施例4

根据实施例1制备粉末涂料组合物，所不同的是使用20.0份SCX 843。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表1。

实施例5

根据实施例1制备粉末涂料组合物，所不同的是使用25.0份SCX 843。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表1。

表I

实验编号	60^0光泽值	铅笔硬度	MEK抗性
1	78	5H	通过
2	67	5H	通过
3	34	5H	通过
4	20	5H	通过
5	12.7	6H	通过

实施例6-10

根据实施例1制备粉末涂料组合物，所不同的是在各实施例中分别使用5.0份、10.0份、15.0份和25.0份SCX 848。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表II。

表II

实验编号	60^0光泽值	铅笔硬度	MEK抗性
6	65	5H	通过
7	33	5H	通过
8	25	5H	通过
9	11.4	5H	通过
10	10.6	5H	通过

实施例11

通过预混合14.4份SCX 848、85.6份YD012、1.0份2-甲基咪唑、1.5份Resiflow P-67和25份RCL-2(白色颜料)，制备粉末涂料组合物。然后在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合该混合物、挤出、冷却、研碎，然后通过100目筛网筛分，获得涂料粉末。

然后使用静电喷涂方法，将以上制备的涂料粉末喷涂到中密度纤维板上，并在约280℉的烘箱中固化约15分钟。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表III。

实施例12

根据实施例11制备粉末涂料组合物，所不同的是预混合15.6份SCX 848、31.8份SCX 822、52.6份GT7220(线型酚醛环氧树脂，Vantico)、1.25份2-苯基咪唑啉、1.5份Modaflow 2000和30份RCL-2。然后在约275℉的烘箱中，经约10分钟，固化被涂布的中密度纤维板。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值和MEK抗性，和测试结果见表III。

实施例13

根据实施例12制备粉末涂料组合物，所不同的是预混合28.0份SCX 843、72.0份GT7220、1.5份2-苯基咪唑啉、1.5份Modaflow 2000和30份RCL-2。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值和MEK抗性，和测试结果见表III。

实施例14

根据实施例12制备粉末涂料组合物，所不同的是预混合28.7份SCX

848、71.3份YD012、2.0份2-苯基咪唑、1.5份Modaflow 2000和1.0份BP120(炭黑颜料)。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值和MEK抗性，和测试结果见表III。

实施例15

根据实施例12制备粉末涂料组合物，所不同的是预混合41.1份SCX 848、51.0份YD012、7.7份TGIC、2.5份2-苯基-2-咪唑啉/十二烷二酸的双盐、1.5份Modaflow 2000、1.0份Lanco 1780(蜡)和1.0份Taber Tiger 5512(抗蚀添加剂)。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值和MEK抗性，和测试结果见表III。

表III

实验编号	60^0光泽值	铅笔硬度	MEK抗性
11	30	3H	通过
12	29	-	通过
13	11	-	通过
14	9	-	通过
15	2	-	通过

实施例16

通过预混合19.0份SCX 848、39.3份YD012、3.0份PT-810、38.7份GMA 300、0.5份2-苯基-2-咪唑啉/十二烷二酸的双盐、2.0份2-苯基咪唑、1.5份Resiflow P-67和30份RCL-2，制备粉末涂料组合物。然后在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合该混合物、挤出、冷却、研碎，然后通过100目筛网筛分，获得涂料粉末。

然后使用静电喷涂方法，将以上制备的涂料粉末喷涂到中密度纤维板上，并在约280℉的烘箱中固化约15分钟。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表IV。

实施例17

根据实施例16制备粉末涂料组合物，所不同的是使用1.0份2-苯基-2-咪唑啉/十二烷二酸的双盐。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅

笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表IV。

实施例18

根据实施例16制备粉末涂料组合物，所不同的是使用2.0份2-苯基-2-咪唑啉/十二烷二酸的双盐。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表IV。

实施例19

根据实施例18制备粉末涂料组合物，所不同的是使用1.0份2-苯基咪唑。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表IV。

实施例20

根据实施例19制备粉末涂料组合物，所不同的是没有使用PT-810。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表IV。

实施例21

根据实施例19制备粉末涂料组合物，所不同的是使用1.0份PT-810。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表IV。

表IV

实验编号	60^0光泽值	铅笔硬度	MEK抗性
16	52	3H	通过
17	41	3H	通过
18	25	3H	通过
19	15	4-5H	通过
20	10	7H	通过
21	6.5	9H	通过

实施例22

通过预混合28.7份SCX 848、71.3份YD012、2.0份2-苯基咪唑、1.0份Lanco 1780、1.0份Taber Tiger 5512(蜡)、1.0份Ultranox 626(抗氧化

剂)和30份RCL-2，制备粉末涂料组合物。然后在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合该混合物、挤出、冷却、研碎，然后通过100目筛网筛分，获得涂料粉末。

然后使用静电喷涂方法，将以上制备的涂料粉末喷涂到中密度纤维板上，并在约275°F的烘箱中固化约10分钟。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表V。

实施例23

通过预混合83.8份SCX 835、16.5份Epo-Thoto YDCN-500-90P(邻甲酚线型酚醛环氧树脂)、2.2份2-苯基咪唑、1.5份Modarez MFP A-25-P(流动调节添加剂，Synthron Inc., Morganton, WC)、0.29份Cab-O-Sil CT111G(煅制二氧化硅，Cabot Corp, Tuscola, IL)和30份RCL-2，制备粉末涂料组合物。然后在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合该混合物、挤出、冷却、研碎，然后通过100目筛网筛分，获得涂料粉末。

然后使用静电喷涂方法，将以上制备的涂料粉末喷涂到中密度纤维板上，并在约$275^{下}$的烘箱中固化约10分钟。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表V。

表V

实验编号	60^0光泽值	铅笔硬度	MEK抗性
22	15	4H	通过
23	70	F	通过

实施例24和实施例25

通过预混合46.3份Epo-Thoto YD-012、28.7份GMA 300、10.0份Uniplex 280(蔗糖苯甲酸酯)、1.5份Resiflow P-67、1.5份2-苯基咪唑和30份RCL-2，制备粉末涂料组合物。然后在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合该混合物、挤出、冷却、研碎，然后通过100目筛网筛分，获得组分(A)。

在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合100份SCX 843、30份

RCL-2和30份Nyad325(硅灰石)的预混合物、冷却并通过140目筛网筛分，获得组分(B)。

然后分别以100/10和100/15的w/w之比干混组分(A)和组分(B)，获得两种粉末涂料组合物。

使用静电喷涂方法，将以上制备的涂料粉末喷涂到中密度纤维板上，并在烘箱中，在约350°F的部件温度下固化约3分钟。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表VI。

实施例26

通过预混合62.3份Epo-Thoto YD-012、5.2份EPO-THOTO YDC-1312、20.5份GMA 300、12.0份SCX 843、2.0份DYHARD PI、1.0份Resiflow P-67、30份RCL-2和0.266份氧化铝C。然后在双螺杆挤出机中，在500rpm下，熔融混合该混合物、挤出、冷却、研碎，然后通过140目筛网筛分，获得涂料粉末。

使用静电喷涂方法，将以上制备的涂料粉末喷涂到中密度纤维板上，并在烘箱中，在约350°F的部件温度下固化约3分钟。测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表VI。

实施例27

根据实施例26制备粉末涂料组合物，所不同的是使用Epoxy Research Resin RSS-1407替代EPO-THOTO YDC-1312。

测试固化的粉末涂料的60^0光泽值、铅笔硬度和MEK抗性，和测试结果见表VI。

表VI

实验编号	60^0光泽值	铅笔硬度	MEK抗性
24	33	7H	通过
25	7	9H	通过
26	25	H	通过
27	40	2H	通过