



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 95196261.2

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1130432C

[22] 申请日 1995. 11. 15 [21] 申请号 95196261.2

[30] 优先权

[32] 1994. 11. 16 [33] EP [31] 94203336.6

[86] 国际申请 PCT/NL95/00390 1995. 11. 15

[87] 国际公布 WO96/15199 英 1996. 5. 23

[85] 进入国家阶段日期 1997. 5. 16

[71] 专利权人 DSM 有限公司

地址 荷兰海尔伦

[72] 发明人 J·W·H·汉德尔斯

P·A·M·斯提曼

D·舒尔茨-哈根尼斯特 B·胡伯

审查员 李 旭

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 马崇德 杨九昌

权利要求书 2 页 说明书 12 页

[54] 发明名称 用粉末涂料组合物涂覆基体的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种采用粉末涂料组合物涂覆基体的方法。这种粉末涂料颗粒首先在有磁性或非磁性颗粒存在情况下通过摩擦或感应带电,再转移,接着通过在基体或转送媒体各自和转移设备之间的电场的方式施加于基体上或者施加于转送媒体上然后转移到基体上,之后将粉末涂料组合物熟化或熔化形成粉末涂层。

1、一种采用粉末涂料组合物涂覆基体的方法，其特征在于：其中粉末涂料颗粒首先在有磁性或非磁性颗粒存在情况下通过摩擦或感应带电，再通过5 通过在转送媒体和转移设备之间的电场转移并施加于转送媒体上，随后转送并施加于基体上，之后将粉末涂料组合物熟化或熔化成粉末涂层，并且其中基体是金属、织物、塑料或木制品。

2、权利要求1的方法，其特征在于其中基体是金属。

3、权利要求1或2中的方法，其特征在于使所述颗粒通过摩擦带电。

4、权利要求1或2中的方法，其特征在于粉末涂料颗粒的 $X_{50,3}$ 小于10 80 微米并且 $X_{95,3}$ 小于 120 微米。

5、权利要求1或2中的方法，其特征在于粉末涂料颗粒的 $X_{50,3}$ 小于 30 微米并大于 5 微米，并且 $X_{95,3}$ 小于 50 微米。

6、权利要求1或2中的方法，其特征在于粉末涂料颗粒的 $X_{75,3}$ ： $X_{25,3} < 3$ 。

15 7、权利要求1或2中的方法，其特征在于载体颗粒的 $X_{50,3}$ 小于 180 微米并大于 5 微米， $X_{95,3}$ 小于 200 微米。

8、权利要求1或2中的方法，其特征在于载体颗粒的 $X_{75,3}$ ： $X_{25,3} < 2$ 。

9、权利要求1或2中的方法，其特征在于粉末涂料组合物含有热固性粘合剂体系。

20 10、权利要求9的方法，其特征在于粘合剂体系包括羧化聚酯树脂和三缩水甘油基异氰脲酸酯、环氧树脂、含有羟基酰胺基团的交联剂或脂肪环氧乙烷作为交联剂、羟基化聚酯树脂和六甲氧基甲基蜜胺或者含有异氰酸酯基团的交联剂、含有酚醛树脂交联剂的环氧树脂或者含有氨基树脂交联剂的环氧酯树脂。

25 11、权利要求1或2中的方法，其特征在于磁性的或非磁性的载体颗粒从由铁、钢、镍、磁铁矿、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 或者铁酸盐的核构成的磁性载体颗粒和包括玻璃、非磁性金属、聚合物和陶瓷材料的非磁性载体颗粒中选择。

12、权利要求11的方法，其特征在于涂覆或表面处理载体颗粒。

30 13、权利要求1或2中的方法，其特征在于此方法包括通过与磁性载体颗粒激烈混合和摩擦使粉末涂料颗粒带电，借助于磁力辊转移载体颗粒和粉末涂料颗粒。

14、权利要求1-13中任意一个的方法在线盘涂覆方法或在片材涂

覆方法中的用途。

用粉末涂料组合物涂覆基体的方法

本发明涉及一种采用粉末涂料组合物涂覆基体的方法。

5 在粉末涂料工业中，粉末涂料通常是通过电晕放电或者摩擦起电的方式来带电。再将这种粉末涂料静电地用到所要涂覆的物体上。通常静电喷涂技术包括采用例如记载在 Misev “ Powder Coatings Chemistry and Technology ”, pages 324-344 , John Wiley , 1991 的电晕和/或摩擦充电枪。

10 粉末涂料被认为可用于线盘涂覆工业。线盘涂覆是一种特殊的应用方法，其中解开成卷的金属薄板条，再在最终的再绕之前经过预处理、涂覆和干燥设备。线盘涂覆能够以高产率在短时间内非常有效地进行大面积涂覆。但是，粉末涂料喷射枪容量本身固有的局限限制了粉末涂料用于线盘的速度和线盘涂覆工艺的可靠性。因此，在涂覆工业上急需一
15 种高速度而且能够可靠地连续进行的粉末涂料的应用方法。

其在例如 “ Coil Coatings Strategies in change ” by G.C.Simmons Polymers Paint Colour Journal , July 28 , 1993 , page 373 中作了记载。

本发明的一个目的是提供一种用于以高速度（如 100 米基体/分钟）
20 同时生产高质量涂料的将粉末涂料涂覆在基体上的方法，本方法还能够涉及同时处理大的表面积。

本发明的特征在于其中粉末涂料颗粒首先在有磁性或无磁性颗粒存在情况下通过摩擦或感应带电，接着转移并施加于基体上，或者通过在基体及转送媒体各自和转移设备之间的电场施加于转送媒体上，再转
25 送到基体上，之后将粉末涂料组合物熟化或熔化成粉末涂层并且其中基体是金属、织物、塑料或木制品。这种粉末涂料附着在基体上。

如果采用转送媒体，首先将粉末涂料颗粒通过电场施加于转送媒体上，通过转送媒体转移到基体上，再通过例如电的、静电的或者机械力施加于基体上。在这一施加步骤中也可采用热工艺。

30 目前的工艺能够以至多高达例如 200 米基体/分钟的速度、熟化膜在例如 3 和 200 微米之间的膜厚度将粉末涂料颗粒施加于基体上。而且，这种方法在线盘涂覆工艺中能够满足取消复合喷射枪的需要。

本发明的方法结果形成了基本上完整的（如大于 90 %）涂覆基体。相反，例如在印刷工艺中的涂覆率只有基体的 10 %。

通过摩擦或感应而进行的粉末涂料颗粒的带电、转移或传送以及施加于基体上等可以采用在照相复印技术或激光印刷技术（记载在
5 L.B.Schein, *Electrography and Development Physics*, pages 32-244, Volume 14, Springer Series in Electrophysics 1988; 其公开的内容结合在此作为参考）中常用的工艺来完成。

根据本发明的优选实施方案，将粉末涂料颗粒与磁性或非磁性载体颗粒混合以获得摩擦带电，于是将混合物转移并将粉末涂料颗粒通过基
10 体和转移装置之间的电场施加于基体上。

粉末涂料组合物可以含有任何已知的粘合剂体系，如由 Misev, “Power Coatings, Chemistry and Technology” (John Wiley and Sons, 1991), page 9-171 描述的，此公开的内容在此可作为参考。

粉末涂料组合物可以被摩擦改性，如在 US - A - 5124387 中所描述
15 的，此全部公开结合在此作为参考。

粉末涂料组合物可根据需要含有常规的添加剂，如在 US - A - 5342723 中描述的填料、颜料、抗氧剂、稳定剂、助流剂、催化剂和摩擦添加剂等等。粉末涂料组合物还可含有如在 US - A - 4960666 描述的用于控制流动或者用于控制电荷的添加剂。

粉末涂料组合物可以按照在上述其公开结合在此作为参考的 Misev
20 的 224 - 283 的描述制备并具有同样的特征。研磨、分级和筛分机的选择对于粉末涂料颗粒获得所需粒度是重要的。

粘合剂体系可以是热固性的或热塑性的体系。粉末涂料的粘合剂体系优选是热固性体系。

例如如前所述 Misev 所公开的和诸如 UV - 熟化体系以及电子束熟化体系的自由基熟化体系,多种熟化反应可应用于热固性粉末涂层。在许多情况下，热固性粉末涂料组合物含有一种由树脂和交联剂组成的粘合
25 剂体系。适用的树脂包括聚酯树脂、丙烯酸树脂和醇酸树脂。

适用粘合剂的实例是：饱和的羧化聚酯树脂/三缩水甘油基异氰脲
30 酸酯（TGIC）、饱和的羧化聚酯树脂/环氧树脂、饱和的羧化聚酯树脂/含有羟基酰胺基团的交联剂、饱和的羧化聚酯树脂/脂肪环氧乙烷、饱和的羟基化聚酯树脂/异氰酸酯、聚酯树脂/含有二缩水甘油基邻苯二甲

- 酯的交联剂、饱和的羟基化聚酯树脂/六甲氧基-甲基蜜胺 (HMMM)、饱和的羟基化聚酯/甘脲 (衍生物)、饱和的羟基化聚酯/苯并胍胺 (衍生物)、饱和的羟基化聚酯树脂/氨基树脂、饱和的羟基化聚酯树脂/酚醛树脂、环氧树脂/氨基树脂、环氧树脂/酚醛树脂、环氧树脂/酐、环氧树脂 (自交联)、
- 5 酚醛树脂 (自交联)、环氧酯树脂/氨基树脂、氨基树脂/异氰酸酯、丙烯酸酰胺树脂 (自交联)、丙烯酸树脂/羟基-官能团化合物、不饱和的丙烯酸树脂 (自交联)。不饱和的丙烯酸树脂/乙烯醚、不饱和的聚酯树脂/乙烯醚和饱和的环氧化丙烯酸树脂/十二双酸。

- 优选的粘合剂体系包括诸如羧化聚酯树脂和 TGIC、环氧树脂、含有
- 10 羟基酰胺基团的交联剂 (如 Primid™) 或者脂肪环氧乙烷 (如在 EP-A-600546 所记载的) 作为交联剂。其它优选粘合剂体系包括羟基化聚酯树脂和 HMMM 或者含有异氰酸酯的交联剂、含有酚醛树脂交联剂的环氧树脂以及含有氨基树脂交联剂的环氧酯树脂。

通过熟化或熔化粉末涂料组合物制备粉末涂料。

- 15 粉末涂料颗粒 $X_{50,3}$ (根据 Mechanische Verfahrenstechnik by Prof. Rumpf (Carl Hansen Verlag, 1975) 说明和注解来限定) 的粒度中值 (体积) 可以小于约 200 微米并且优选在 5 和约 60 微米之间。

粒度的选择是根据给定用途所需的最终涂料厚度而定的。

粒度分布和在常规粉末涂料技术中的一样宽。

- 20 优选比较窄的粒度分布。由于显影步骤的有效性随粒度而变化, 更优选比例 $X_{75,3} : X_{25,3} < 3$ (根据上述 Rumpf 的说明书的记载)。

本发明方法一个优点是它能够采用粒度中值在约 5-30 微米之间的颗粒。常规喷射枪很难采用这些颗粒。

载体颗粒可以是磁性的或非磁性的。载体颗粒优选是磁性的颗粒。

- 25 适用的磁性载体颗粒有例如铁、钢、镍、磁铁矿、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、或者一种诸如 CuZn、NiZn、MnZn 和钡的铁酸盐的核。这些颗粒可以呈各种形状, 如不规则的或者规则的。

通常这些载体颗粒的粒度中值在 20 和 700 微米之间。优选载体颗粒具有狭小的粒度分布, 更优选比例 $X_{75,3} : X_{25,3} < 2$ 。

- 30 例如非磁性载体颗粒包括玻璃、非磁性金属、聚合物和陶瓷材料。非磁性和磁性载体颗粒具有类似的粒度。

优选载体核颗粒采用异有机或无机材料涂覆或表面处理来获得, 例如所需的电的、摩擦带电的和/或机械性质。无机材料在 US - A - 4925762 和 US - A - 5039587 中作了描述。有机涂覆材料包括含有氟-、硅氧烷-、丙烯酸-、苯乙烯-丙烯酸、蜜胺-或脲-基团的聚合物。也可以采用这些聚合物的混合物。优选采用含氟聚合物作为涂料。

为了涂覆载体颗粒, 可以采用任何在粉末表面涂覆薄层或厚层适用的方法, 例如将涂料在流化床中喷雾或在转炉中干涂涂料。

载体涂料可以含有适用的填料或添加剂来控制载体涂料的摩擦带电的、电的或机械方面的性质。例如可以采用诸如碳黑和金属粉末的导电材料或控制电荷材料和流动性改进材料。

载体颗粒可以是导电的(如 US - A - 4076857 所述)或不导电的。

为了不经过转送媒体直接施加于金属基体上, 载体颗粒优选不导电的, 并且它们具有良好的高电阻, 如电压 10 伏时为 $10^9 - 10^{11}$ 欧姆, 并且击穿电压大于 1000 伏(采用由 Epping GmbH 提供的电容表测定)。

在采用转送媒体的情况下, 载体颗粒可以是导电的或不导电的。

优选采用具有高击穿电压的载体颗粒, 因为在转移装置和基体或转送媒体之间可采用高压电场以生成厚粉末层。

显影剂含有粉末涂料颗粒和载体颗粒。显影方法是显影的方式而显影设备是一个由显影剂辊(转移介质)、混合螺旋桨、供料设备、刮刀、检测器等等组成的完整体系。其它实例记载在 GB - A - 2097701、US - A - 4147127 和 US - A - 4131081 中。

在本发明中, 显影方法可以是单组份的或双组份的。根据本发明的优选实施方案, 采用其中载体颗粒与粉末涂料颗粒混合的双组份显影方法。

优选将 $X_{50,3}$ 小于 80 微米和 $X_{95,3}$ 小于 120 微米的粉末涂料颗粒和 $X_{50,3}$ 小于 180 微米和 $X_{95,3}$ 小于 200 微米的载体颗粒结合使用。

更优选将 $X_{50,3}$ 小于 30 微米并大于 5 微米和 $X_{95,3}$ 小于 50 微米的粉末涂料颗粒和 $X_{50,3}$ 小于 180 微米并大于 5 微米和 $X_{95,3}$ 小于 200 微米的载体颗粒结合使用。

在双组份显影剂中, 粉末涂料颗粒的量例如在约 1 和约 50 wt % 之间, 优选在约 5 和 25 wt % 之间(相对于显影剂的量)。本发明方法的一个优点是其能够采用浓度远超过 10 wt % 的粉末涂料。因此载体颗粒

的量在约 50 和约 99 wt % (相对于显影剂的量) 并优选在约 75 wt % 和约 95 wt % 之间。

粉末涂料的浓度可以外部控制或内部(在显影设备中)控制。外部控制是通过光的、光热的或电的方式来测定未熟化或熟化粉末的层厚度来完成。内部控制是采用任何类似于感应控制(参见 US - A - 4147127 和 US - A - 4131081) 或体积控制的适用方式通过控制粉末涂料的浓度在显影剂区进行。

在双组份显影方法中, 粉末涂料颗粒是通过与载体颗粒充分混合和摩擦而摩擦带电的。

10 在本发明的方法中, 也可以采用如在 US - A - 4803143 和 US - A - 4543312 中公开的在粉末涂料颗粒中结合了载体颗粒的单组份显影方法。

在单组份显影方法中颗粒是根据选择的粉末涂料颗粒通过感应或摩擦带电的。

15 单组份和双组份显影剂均能够通过磁的、电的和/或机械的转移来转移。

优选转移方式是传送方式。

混合物优选通过如在 US - A - 4460266 所述的磁力辊传送。本发明除了也采用磁刷机之外, 还采用非磁性淋液显影(参见前面结合在此作为参考的 L.B.Schein 的 94 页)、磁性淋液显影(如“ The 9th International Congress on Advances in Non-Impact Printing Technologies/Japan Hardcopy ” 93, pages 133 - 140 所述)。除了也通过空气转移之外, 还可采用粉末云显影。典型方法在 US - A - 2725304 作了描述。也可进行跳动(投影)显影(参见 25 Electrophotography, Fourth International Conference, pages 207-228, Nov. 16 - 18, 1981)。

当采用双组份显影剂时, 与方法有关的参数(如粉末涂料浓度、显影电压和机器参数)可以根据应用选择。这就导致在一定时间间隔之后或者如果某些参数超出了控制范围时需间断更新显影剂。优选如 US - 30 A - 4614165 所述的进行连续补充显影剂物料以避免间断补充造成的间断。

适于被涂覆的基体包括如金属(如铝、钢、电镀锌钢和热浸镀锌

钢)、织物、塑料和木制品。本发明的方法优选采用线盘涂覆基体。优选基体是金属。

这种基体可以是任何诸如带或薄片,即连续的或不连续的形状。

这种基体可以是磁性或非磁性的。如果采用磁性基体和磁性显影剂,通常皮带或辊的中间转送媒体要放置在磁力辊和基体之间,如 EP - A - 354530 所述。

如果在转移设备和基体之间采用转送媒体,可以采用任何适用的转送媒体,如金属卷筒、介电卷筒、金属箔或诸如硅烷橡胶带的聚合物,如 “Proceeding of IS&T's Seventh International Congress on Advances in Non Impact Printing Technologies”, Vol.II, page 453-462 所述,或者可以采用复合材料。

本发明的方法优选用于线盘涂覆工艺中或者用于片材涂覆工艺。采用这种片材涂覆工艺制备的涂覆基体用于罐头的生产是有利的。出人意料的是发现了采用本发明的方法很容易获得具有约5微米厚度的完全密闭的层,而采用喷射技术难以获得这样的层。

本方法也可以用于箔涂覆工艺进一步用于其它其中要将粉末涂料的恒定层施用于表面的方法中。

基体的预处理是重要的。适用的预处理工艺在 “Pretreatment processes and Materials” 1986 European Coil Coating Directory, pages 134-135 中作了描述。

基体可以由底涂料进行预处理或涂覆。这种底涂料可以以湿的薄层或通过本发明的工艺涂覆。

通常在有或没有中介物情况下将多层分步融化在基体上或者分步融化在转送媒体上并一起转送到基体上。

因此本发明的优选方法包括通过与磁性载体颗粒充分混合和摩擦而使粉末涂料颗粒带电,借助于磁力辊转移载体颗粒和粉末涂料颗粒,最后通过在基体和磁力辊之间的电场将粉末涂料颗粒施加于基体上,之后采用本领域已知的技术将粉末涂料组合物熟化或熔化成粉末涂层。

在此优选方法中,也可以采用如前所述的转送媒体。

载体颗粒可以计量加入到混合设备中,其中连同磁力辊还存在一种或多种激烈混合的方式,如涡轮。适用的混合设备在 “Proceeding of Is&T's Seventh International Congress on Adeances in Non Impact Printing

Technologies”， Vol.1, pages 259-265 作了描述，此处全部公开结合在此可供参考。

接着，将为了制备例如相对于载体颗粒浓度为约 5 - 15 wt % 的粉末涂料颗粒所选量的粉末涂料颗粒加入到混合设备中。通过这种方式制成显影剂。

在混合设备中充分混合和摩擦过程中，由于涡轮的作用，载体颗粒和粉末涂料颗粒（摩擦）带相反的电荷。带电粉末涂料颗粒的层覆盖着载体颗粒。因此载体颗粒可作为带电荷粉末涂料颗粒的载体。再将显影剂加入到磁力辊中，其上形成叫做磁刷的类刷结构。磁力辊将刷移到与基体或转送媒体接触的区域。通过这种方式，粉末涂料颗粒与载体颗粒一样在与基体或转送媒体接触的区域是可利用的。通过在磁力辊和基体或转送媒体之间采用足够强的电场，粉末涂料颗粒可以从刷中被吸到基体或者转送媒体上，在其上它们是静电附着。在采用转送媒体的情况下，粉末涂料颗粒就被转移到转送媒体和基体接触的区域，再通过上述转送方式之一转移到基体上。

最后在磁性刷返回到混合料箱时从磁力辊上刮除。

结果，在基体上形成粉末涂料颗粒的层，这个层基本上没有载体颗粒，并且可再被熟化。最后可以采用能够留载载体颗粒的设备，如残留载体的留载设备，如“Proceeding of IS&T Eighth International Congress on Advances in Non Impact Printing Technologies”， pages 391 - 393 所述的。所说粉末涂料颗粒的层的厚度可以通过在磁力辊和基体之间的电场强度、在粉末涂料颗粒上的电荷的量（如通过改变浓度和混合时间）的辊的速度来控制。

下面的非限定性实施例进一步描述本发明。

25

实施例

实施例 I

粉末涂料组合物的制备

通过将 558 份饱和羧化聚酯树脂、（由 DSM Resins 提供的 Uralac P5010™）、42 份重量的三缩水甘油基异氰脲酯（TGIC；由 Ciba Geigy Ltd 提供的 Araldite PT 810™）、300 份重量的二氧化钛、（由 Kronos Titan GmbH 提供的 Kronos 2160™）、9 份重量的流动性控制剂（由

Worlee-Chemie GmbH 提供的 Resiflow PV5™) 和 4.5 份苯偶姻在 “Diosna” V - 30 分批混合器中预混合直至混合物均匀, 再在 Buss - Ko - kneader PLK 46 中溶体捏合, (温度设置在 120 - 130 °C; 捏合螺杆温度为 50 °C; 60 r.p.m.)。

- 5 将冷却的挤出物首先在锤磨机中磨到粒度 < 3 毫米, 再加入至喷嘴直径为 4 毫米的流化床磨机 (Condux CFS8) 中。将物料采用超过大气压 5 巴的压力, 磨机中的分级轮为 1900 r.p.m. 制备出粒度中值为 24 微米、比例 $X_{75,3}/X_{25,3}$ 为 2.3 的粉末涂料。

10 实施例 II

载体的制备

- 将 998 份重量粒度中值为 81 微米、比例 $X_{75,3}/X_{25,3}$ 为 1.32 (均采用激光粒度计 Cilas HR 850 测定) 的 Cu - Zn - 铁酸盐粉末用 2 份重量的聚亚乙烯基二氟化物 (Kynar 301F™) 通过在 Lödige 混合器中混合两种物料进行干涂覆, 并且在转炉中在 200 °C 的 N_2 - 气氛中将这种聚合物涂覆在铁酸盐的表面上制备出粒度中值为 80 微米, 比例 $X_{75,3}/X_{25,3}$ 为 1.32, 电阻在 10 伏的电压下为 1.1×10^{10} 欧姆, 击穿电压大于 1000 伏 (均在 Epping GmbH 的电容表上测定) 的载体。
- 15

20 实施例 III

显影剂 I 的制备

- 将 11 wt % 实施例 I 的粉末涂料组合物和 89 wt % 实施例 II 的载体在 “Skandex” 涂料摇荡机中在室温下充分混合 5 分钟制备显影剂, 在 Epping GmbH 的 q - 表中测定显影剂的电荷分布, 其表明电荷与直径的比 (q/d) - 中值的分布为 2.2 fC/10 微米、标准偏差 1.7 fC/10 微米和 5.2 % 相反电荷颗粒。
- 25

实施例 IV-VI

显影剂 II、III 和 IV 的制备

- 30 将粒度中值为 53 微米、比例 $X_{75,3}/X_{25,3}$ 为 1.47 (均是采用激光粒度计 Cilas HR 850 测定)、电压为 10 伏时电阻为 3.2×10^{10} 欧姆并且击穿电压超过 1000 伏 (均在 Epping GmbH 的电容表上测定) 的涂覆了的

铁酸盐载体和实施例 I 的粉末涂料组合物以载体/粉末涂料的重量比为 86/14、80/20 和 75/25 混合制备显影剂 II、III 和 IV。

显影剂 II 和 III 的电荷分布在 Epping GmbH 的 q/d - 表上测定, 这表明尖的 q/d 分布分别是中值为 - 7.5 和 - 5fC/10 微米、标准偏差为 2.6 和 1.7fC/10 微米和 0.12 和 0.01 % 的相反电荷颗粒。

实施例 VII

在基体上涂覆

将实施例 III 的显影剂加入到磁性刷设备中, 该设备安装在在 Epping GmbH 公司的、可用作 Id - 试验仪 (显影剂寿命试验仪) 的转动金属筒的 2.5 毫米远处。在转动筒上, 安装 0.1 毫米厚的铝片。筒的转动速度 (即涂覆速度) 为 100 米/分钟, 磁刷在与筒同样的方向上速度为 130 米/分钟。将磁刷的刮片调整到距磁力辊 1.5 毫米的位置处。将磁性杆调整到相对于在两个转动轴之间的线 - 10 度的位置处。筒相对于显影剂辊的显影电压设置在 1000 伏。将在一个显影步骤之后制备出的涂覆铝片在 200 °C 的炉中进行熟化以制备平均涂料厚度为 25 微米并且公差小于 ±10 % 的均匀粉末涂层。

实施例 VIII-XI

基体的涂覆

重复实施例 VII 并将铝片采用显影剂 II-IV 显影一次或者几次, 结果如下 (在所有情况下片均被均匀涂覆):

表 I

显影剂	涂覆速度	显影序号	厚度
II	60 米/分钟	3	18-22 微米
III	60 米/分钟	1	15-20 微米
IV	60 米/分钟	1	30-35 微米
IV	130 米/分钟	2	40-45 微米

实施例 XII

制备具有低击穿电压的显影剂

将粒度中值为 154 微米、比例 $X_{75,3}/X_{25,3}$ 为 1.21（均是采用激光粒度计 Cilas HR 850 测定）、在 10V 电压时电阻 1.3×10^{10} 欧姆且击穿电压为 275V（均在 Epping GmbH 的欧姆表上测定）的海绵状表面氧化了的未涂覆的铁载体与实施例 I 的粉末涂料组合物混合，其中粒度分布中细小的部分通过进一步的分级步骤来减少，载体/粉末涂料的比例约为 97/3 来制备显影剂 V。通过提高在显影剂中粉末涂料的浓度不可能明显地提高显影剂的击穿电压。

实施例 XIII

关于涂覆速度和刷速度以及磁场的角度

重复实施例 VII 并且采用显影剂 V 对铝片进行一次显影，结果如下（在所有情况下，显影电压为 - 400V）：

表 II

涂覆速度	刷速度	磁场角度	涂料厚度
7.8 米/分钟	45 米/分钟	-15°	60 - 80 微米
15 米/分钟	60 米/分钟	-15°	30 - 60 微米
7.8 米/分钟	45 米/分钟	+5°	10 - 15 微米
7.8 米/分钟	45 米/分钟	-15°	30 - 40 微米

实施例 XIV

粉末涂料组合物的制备

通过采用 300 份重量的聚酯树脂（由 DSM Resins 提供的 Uralac P5051™）、300 份重量的交联剂（由 Ciba Geigy 提供的 Araldite GB 7004™）、3 份重量的流动性控制剂（由 Byk Chemie 提供的 Byk 361）和 2 份重量的苯偶姻制备与实施例 I 一样的透明粉末涂料。

制得的粉末涂料的速度中值为 10.8 微米，比例 $X_{75,3}/X_{25,3}$ 为 2.9。

实施例 XV

采用透明涂覆粉末涂料制备显影剂

采用 155 份重量的实施例 XIV 的粉末涂料和 845 份重量实施例 II 的载体制备与实施例 III 一样的显影剂 VI。

5 实施例 XVI

薄层涂料的制备

采用显影剂 VI（根据实施例 XIV）以 30 米/分钟的基体速度、78 米/分钟的刷速度在不同的显影电压下涂覆与实施例 VII 一样的铝片。熟化涂覆层的评价结果列于下表；

10

表 III

显影电压	评价涂覆层厚度	评价结果
- 1000V	7.5 微米	高度光滑、密实的膜
-800V	3.5 微米	高度光滑、密实的膜

15 实施例 XVII

在铁质基体上的热转移

将实施例 XV 的显影剂加入到实施例 VII 的磁性刷设备中，再在被 5 毫米厚的加入了导电的碳黑的导电硅烷橡胶涂覆的转动筒上显影。筒的涂覆速度是 30 米/分钟，磁性刷的速度为 78 米/分钟。所有其它参数与实施例 VII 的相同。将显影的粉末涂料层全部转移到约 0.5 毫米厚的铁线盘上，该线盘被加热到 200 °C 的金属辊压在转动筒上，最后在 200 °C 的炉中熟化形成均匀的平均涂料厚度为 8 微米的粉末涂料层。

20 实施例 XVIII

静电转移到铁质基体上

将实施例 XV 的显影剂加入到实施例 VII 的磁性刷设备中。转动筒被 5 毫米厚的加入了导电碳黑的硅烷橡胶的导电涂层和另一个分离的 0.3 毫米厚的（干燥之前由刮刀来确定）硅烷橡胶层涂覆。筒的涂覆速度为 30 米/分钟，磁性刷的速度为 78 米/分钟。所有其它参数与实施例

VII 的相同。将粉末涂料层转移到最大厚度为约 0.5 毫米的铁线盘上，其由其中相对于转动筒电压为 - 500V 的金属辊引导到转动筒上，最后在 200 °C 的炉中熟化产生平均涂覆厚度为 7 微米的均匀粉末涂料层。