



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95196055.5

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1121280C

[22] 申请日 1995.10.3 [21] 申请号 95196055.5

[30] 优先权

[32] 1994.10.5 [33] US [31] 08/320,892

[86] 国际申请 PCT/US95/13095 1995.10.3

[87] 国际公布 WO96/11068 英 1996.4.18

[85] 进入国家阶段日期 1997.5.6

[71] 专利权人 E-系列公司

地址 美国康涅狄格

[72] 发明人 芭芭拉·E·威廉姆斯 伊兰·哈普

哥拉哈姆·赫恩

[56] 参考文献

US4013615 1977.03.22 C08J3/20

US4443527 1984.04.17 C08J3/20

审查员 张美静

[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

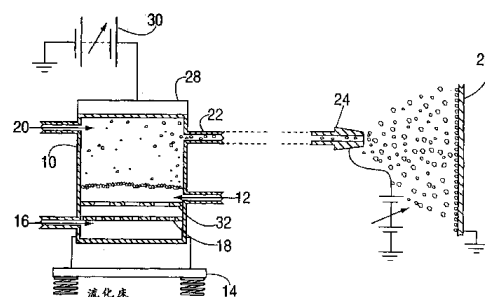
代理人 王以平

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 发明名称 向粉末施加静电荷以使之可用于涂敷的方法

[57] 摘要

一种对树脂粉末混合物加载静电荷的工艺及其应用方法，用于对固态物体进行静电涂敷。该树脂粉末包括：①热固性或热塑性树脂；②与树脂混合或加到树脂表面上的静电特性改变剂。该粉末涂敷的方法为通过电荷感应/传导的装置(28)对粉末加载电荷，并把带电荷的粉末从喷嘴(24)喷射到接地的固体基体(26)上，在热熔化之前，使树脂粉末附着在固体基体上，从而形成持久的涂层。



ISSN 1008-4274

1. 一种向粒状粉末加载静电荷以使其可用于粉末涂敷的工艺，包括将所述粉末与作为静电活性改变剂的聚亚烷基醚相混合，以改善所述粉末上的电荷，并且将所述混合物置于电子感应或传导条件下，其中所述粉末在相对湿度为 20% 的条件下，具有约  $10^9$  到约  $10^{13}$  欧姆·米的电阻率。

2. 一种向粒状粉末加载静电荷以使其可用于粉末涂敷的工艺，包括将所述粉末与作为静电活性改变剂的聚亚烷基二醇相混合，以改善所述粉末上的电荷，并且将所述混合物置于电子感应或传导条件下，其中所述粉末在相对湿度为 20% 的条件下，具有约  $10^9$  到约  $10^{13}$  欧姆·米的电阻率。

3. 一种向粒状粉末加载静电荷以使其可用于粉末涂敷的工艺，包括将所述粉末与作为静电活性改变剂的聚乙氧基化硬脂相混合，以改善所述粉末上的电荷，并且将所述混合物置于电子感应或传导条件下，其中所述粉末在相对湿度为 20% 的条件下，具有约  $10^9$  到约  $10^{13}$  欧姆·米的电阻率。

## 向粉末施加静电荷以使之可用于涂敷的方法

本发明涉及一种在粉末涂敷应用中改进树脂粉末产生静电荷的工艺。一方面，本发明涉及应用载有改进静电荷的树脂粉末涂敷基体的工艺；另一方面，本发明涉及用于涂敷基体的粉末感应/传导加载电荷的系统。

近几年来，在静电粉末涂敷领域已取得很大进展。与其它涂敷方法如刷涂、浸涂和传统喷涂相比，由于具有许多显著的优点，静电粉末涂敷已发展成为一种独立的技术。这些优点包括由于没有溶剂而特有的优点（如更安全、对环境较少危害、清洁的工作环境等），以及减少了为得到可用物品涂敷所需的时间。用这种方法还可以控制涂敷的厚度，并能通过一次涂敷得到高质量的涂层。从该领域大量的早期工作中获得的许多研制方法具有许多优点，然而在技术上仍然存在许多需要克服的缺点。

粉末涂敷是基于静电充电的原理，现有的实际可行的充电方法分为电晕充电系统、摩擦充电系统和混合系统，每种系统由早期的电晕充电系统发展而来，电晕充电系统是一个空心圆筒，粉未经此圆筒由气动传递，粉末的充电由圆筒里的离子附着或喷枪完成。

这里简单回顾现有的每种系统，并给出研制最新摩擦充电系统和混合系统的理由，作为本发明的技术背景。

基本的电晕充电系统有一个离子源（例如高压电晕电极或放射性元素），用离子轰击充电，这种方法常常用于对高绝缘材料充电，如对塑料充电。用这种方法对粉末进行静电充电时效率很低，因为产生许多的离子对粉末的充电不起作用，而是落到其它地方，例如，在粉末涂敷过程中落到工件上。在某些最坏的情况下，在电晕粉末涂敷设备中，充电效率小于1%。

在电晕充电系统中，粉末从给料器经过进料软管传送到喷枪，喷枪

里有一个非常尖锐的电极与高压发生器相连接，结合电极的几何形状，高电压（在某些喷枪中高达 100KV）产生一个超过周围气体击穿强度的电场，周围气体通常是空气，发生电晕放电，在充电电极前面形成自由离子，粉末颗粒传送经过这个空间充电区并被离子附着而带电。这些颗粒按气流的方式运动，那些充分带电的颗粒附着在工件上，工件通常保持于接地零电位。充电电极的极性可以变换，因而颗粒可以充正电荷或负电荷，通常充负电荷好些，因为产生的离子数目较多。

这种系统的充电效率很低，因为仅有一小部分（约 0.5 %）电晕产生的离子促使粉末充电，电晕枪产生的大多数离子不附着在喷射的粉末颗粒上，而是作为“自由离子”漂移到工件上，很快地聚集在工作的附着粉末层上。

随着更多的自由离子到达工件上，粉末层上的电荷密度达到饱和，这时可能产生小量的静电放电（反向电离）而影响涂敷，最终导致涂层质量不佳。

反向电离的发生限制了用电晕充电粉末涂敷设备达到一个适用的涂敷厚度。

除了需要一个高压源外，电晕喷枪的另一个缺点是不适合用于要求穿入腔体和角落的应用情况。这是由于外部高压电极上的全部电压降落在喷枪头和接地工件之间，与此电压相关的电场很少甚至完全没有穿入腔体和凹洼处。这些区域近似于一个封闭的法拉第筒。在这种条件下，内部涂敷只能用气动传送颗粒进入这些区域，要同时保证达到任何地方涂层均匀是十分困难的。

电晕充电系统最普通的替代系统可能是摩擦起电或摩擦充电系统，原来不带电，也就是电中性状态的两种不同材料或不同表面，使它们接触然后分开会产生带电。在此接触分开的过程中，静电荷也会分开，一个表面带有正电荷，而另一个表面则带有负电荷。这一过程在日常生活中常有发生，例如通过管道传送粉末和人走过铺地毯的房间时，在后一种情况下，在鞋底和地毯之间存在摩擦。

这种方法产生的静电荷的数量甚至极性主要取决于许多因素，例如，表面杂质、湿度和接触性质等。尽管这种产生电荷方法用于静电

粉末涂敷，但是会遇到可靠性方面的问题。

标准电晕枪给粉末颗粒加载约  $1 \times 10^{-3} \text{C/kg}$  的电荷，而摩擦充电每接触一次传送数百个电子电荷。因此，为获得与标准电晕枪等量的电荷，需要摩擦接触数千次。实现摩擦充电最简单的方法是用一个直管，在该直管中存在紊流，导致产生大量的粉末与管壁间的碰撞。管壁表面是理想的绝缘体，安装有接地点，因此聚集在管壁表面上的高电势电荷可以减小到零。聚四氟乙烯（PTFE）通常用在商业系统，将它用于摩擦生电系统中保证大多数粉末与其接触时充正电荷。

摩擦起电枪消除了或大大减少了自由离子，因为没有施加电场，粉末颗粒由气流和带电粉末云产生的电场共同引导到工件上。由于这些因素，在摩擦起电系统中 10 ~ 20 秒内不产生反向电离，使用这种系统很容易获得厚涂敷膜。这种系统的另一个优点是它能涂敷内部空腔、小而复杂的零件和具有尖锐角落的产品等。而且摩擦充电不仅克服了法拉第筒效应和减少反向电离，而且便于将喷枪设计成适应于采用不同类型喷嘴。

摩擦起电枪的基本缺点是操作时间延长后，有效电荷效换减少。另一个缺点是颗粒大小的分布极大地影响摩擦充电和它的效率。典型的涂敷粉末包含小、中、大颗粒的组合，其大小范围从直径为亚微米到 80 微米。业已知道，在这种系统内可能发生高极化[hi-polar]粉末充电，较小的颗粒更有可能充负极性电荷。充电效率是颗粒直径的函数，结果最小的颗粒不被电吸引在工件上，其结果是优先附着中等大小的颗粒。这样输送效率降低，同样该系统的运行效率也减小，这是由于喷枪、粉末收集和回收装置中沉积增加。在给料器中还产生流化问题。

最后，还有所谓“混合”枪，它包含前面提到的两种方法，即电晕充电和摩擦起电同在一个枪内，试图将两种系统的优点结合在一起。然而，这种方法并未克服两种枪的主要固有缺点 - 粉末充电效率低和输送效率低。

利用现有材料用于实际工业目的，最好的涂敷效率约 70 ~ 75 %。任何非附着的粉末将被浪费或用特定的再生设备使其再生，将其一小部分加入到未用过的粉末中或将其回收到树脂制备阶段中再重新使用。粉

末涂敷制造商宣称，粉末的利用效率可达 97 ~ 98 %。这种说法是一种刺激，使人们由任何过量喷射都是浪费的湿式喷射系统转开。这一论点的一个缺点是，为了达到如此高的利用率，每条生产线需要一个十分专用的回收设备，因此改变涂敷材料的类型和色彩不是一件容易的事。这样再生设备的装置成本、使用不便的操作工艺过程和为了回收所需的时间都将加到总成本中。

因此，本发明可以达到下列目的中的一个或多个。本发明的目的之一是提供一种在粉末涂敷应用中，克服前述缺点的对粉末加载静电荷的方法。本发明的另一个目的是提供一种粉末加载电荷的方法，以可靠和可重复的方式，在粉末上产生静电荷。本发明的第三个目的是提供一种方法，能够精确可靠地控制生成电荷数量和极性，因此保证工件所有部分要求的涂敷厚度。本发明的第四个目的是提供一种工艺，将电荷加于热塑性和热固性树脂，这种树脂用于粉末涂敷。第五个目的是提供一种在树脂里或其表面加入静电特性改变剂，以增进粉末上的加载静电。本发明的第六个目的是提供一种工艺，用静电充电的粉末做为固态物体的涂层。第七个目的是提供一种工艺，用感应装置涂敷固体物质。第八个目的是提供一种工艺，用粉末状树脂涂敷固体物质，紧接着可以在固态物体上被熔化形成连续均匀的涂层。本发明的第九个目的是提供一种工艺，利用粉末涂敷固态物体，它效率高，浪费最小。

本发明的第十个目的是提供一种有用的系统，将带静电粉末喷射到固态物体上，这种粉末被熔化而形成永久的涂层。第十一个目的是提供一种新系统，它喷射带静电的粉末在加热的固态物体上，因此粉末熔化成一个永久性的涂层。根据以下的说明，这些目的和其它目的将很容易实现。

图 1 是基本电晕充电原理的示意图。

图 2 是基本的摩擦起电的示意图。

图 3 ( a ) 是表示一个物体置于中性电场之间的一个极板上的示意图。

图 3 ( b ) 是图 3 ( a ) 的极板之间加上一个电场的示意图，上板，加一高电压，因此感应电荷流向物体的表面。

图 4 是表明喷嘴的感应充电枪的示意图。

图 5 是感应充电流化床 ( fluidized bed ) 涂敷设备的示意图。

图 6 是本发明采用的利用感应/传导原理的装置的示意图。

从广义上说, 本发明提供了一种改进树脂粉末加静电荷的工艺, 用于粉末涂敷。本发明同时也提供一种为涂敷物体粉末感应加载静电荷的系统, 和一种使用该系统涂敷物体的工艺。

一方面, 本发明涉及一种增进树脂粉末上电荷的工艺, 该工艺为颗粒粉末加载静电荷, 用于粉末涂敷, 同时涉及一种由粉末和至少一种静电活性改变剂组成的混合物, 把该混合物置于静电感应/传导环境中, 充分地给粉末加载静电荷, 在相对湿度为 20 % 时, 该粉末的电阻率约为  $10^9 \sim 10^{13}$  欧姆·米。

认识到前面列举的弊端是由于现有系统的静电学的原因, 本发明者已进行了竭尽全力的研究, 为了研究一种方法, 它依赖一种全新的途径, 用于静电粉末涂敷的粉末充电。结果发现, 克服当前实践的粉末涂敷过程中存在的上述固有的弊端是可能的, 途径是用感应的方法给粉末充电, 首先用增加一种静电活性剂于树脂粉末中使粉末改性。本发明是基于此发现而实现的。

本发明提供一种用感应方法给树脂粉末静电充电的装置, 即通常所说的感应或传导充电。

整个说明书和权利要求中所用的术语“感应”包含感应静电充电和传导静电充电两种意思。

树脂粉末组合物包含 ( i ) 一种热固或热塑树脂; ( ii ) 一种加入到树脂里或树脂上的静电活性改性剂, 使用的改性剂是一种不改变树脂粉末熔化和耐久特征的改性剂, 该改性剂也有助于使电荷容易赋予和保持, 不管粉末颗粒的大小。

因此, 本发明提供一种用于粉末涂敷的粉末静电充电的方法, 没有前面提到的那些通常的缺点, 这种装置使静电荷以可靠和反复的方式有效地和均匀地附着在粉末上, 并且可以准确地可靠地控制产生的静电荷的数量和极性 ( 具有以任何需要的厚度均匀地涂敷工件任何部位的可能性 ) 。

本发明还提供一种工艺，用上面提到的静电充电方法产生一种供表面涂敷固态物体（工件）用的粉末。

本发明的目的可以这样实现，将改性粉末置于出现电场的地方，放置的方式应当是能使电荷流向粉末颗粒，这种粉末颗粒经静电活性剂改性能充分传导以使其易于电传导。粉末的这一性质是以它的电阻率（表面或体积）为特征，一般说，粉末的电阻率越低，用感应对其加静电荷就越容易。一旦充电，粉末被气动输送给工件。粉末一旦沉积（在工件上），其上的电荷将不断减少，其减少的速率随着电阻率的减少而增大。为了使工件输到处理炉，粉末保持附着在工件上的时间足够长是非常重要的。如果电荷减少太快，这一点就不能保证。于是，提出两项要求：为了有效地充电要求低电阻率，而为了耐久附着在工件上要求高电阻率。

为了满足这些相互矛盾的要求，提出了一些不同的对策。首先包括一个折中的电阻率，粉末的电阻率改变成约  $10^9 \sim 10^{13}$  欧姆·米，最好约为  $10^{10} \sim 10^{12}$  欧姆·米。电阻率在这个范围内，充电在大约 0.2 ~ 2 秒的时间里可以达到一个有限值（它是颗粒大小、形状、材料及所加电场强度的函数）的 63 %。

一旦到达接地工件，电荷以同样的时间减少到充电值的 37 %，但产生吸引的镜像力应保持足够长的时间，以使颗粒与基体之间、颗粒本身之间产生附着力。这些力足以使粉末在工件上保持足够长的时间，长到足以将工件运送到处理炉进行永久性熔化。在大约  $275^\circ \sim 450^\circ \text{F}$  的温度下，处理时间一般为 5 ~ 10 分钟。

应当注意，电阻率低于上面提出的下限的粉末不能在工件上或基体上保留足够长的时间以产生附着，而电阻率高于上限，则涂敷过程很难控制。

第二种方法包括将带电粉末喷射到接地的加热的工件上。该工件的温度应当能保证当粉末颗粒落到工件上时使其部分地熔化，这样粉末颗粒对工件的附着是因为由于粉末熔化使工件变湿而不是静电力的原因。

第三种方法涉及稍有不同，但并非不重要的用静电粉末喷涂对电绝缘材料如塑料或陶瓷的涂敷。在这种情况下，粉末充电和喷涂与传统的

传导接地工件的涂敷相似，但是为保证淀积的静电辅助甚至涂敷是以不同方式实现的。

由于工件是绝缘的，当带电粉末云接近时，没有镜像电荷在其上感应，所以粉末将不被吸引到工件上，除非工件本身预先充以与粉末电荷极性相反的电荷。这可通过对工件电晕充电实现，于是，在粉末云与工件之间形成一个淀积场。涂敷进行到工件上没有净电荷为止，且可以保证附着，因为电荷减少不会发生在绝缘的工件上。另一种方法是可能的，某些依赖于绝缘工件的几何形状，即在工件是薄板或薄片的情况下，在工件需要涂敷一面的背面加一个导电基片并在其上加一个与粉末电荷极性相反的电压，这样就可以涂敷工件需要涂敷的一面。

第四种方法涉及一项关键的发现，它是在导致本发明的广泛研究中取得的。为了有效地充电需要低电阻率，为了足够的附着需要高电阻率，要满足这一相互矛盾的要求其最理想的解决办法是将粉末设计成有一个电阻率，这个电阻率从广义上说与环境有关。这就是说，电阻在充电场所和在工件上是主要条件的函数。控制两种场所的条件，首先把粉末设计成对其自身所处的环境中的电荷特别敏感，可使其在充电场所保证有低电阻率，而在工件上有高电阻率。

检测发现静电性质改变剂（以后简称改性剂）的活性是温度、水份含量和电场强度的函数。业已发现一族改性剂，将其加入到目前已有的粉末涂敷用的粉末中，改变这种组合物粉末的电阻率并使它取决于上述提到的温度、水份含量和电场强度等变量。

正如上文已经指出的，本发明的静电涂敷用的树脂粉末组合物，包括热固性或热塑性树脂和重量百分比为 0.01% ~ 20 % 的静电性质改变剂。这种组合物还可以进一步包含有处理剂、颜料、金属粉末填料、流量调节剂、增塑剂或稳定剂。在本发明中，热塑性树脂可以是传统类型的，如环氧树脂，聚脂树脂或丙烯酸树脂。同样地，热塑性树脂可以是氯乙烯树脂、聚酰胺树脂、纤维素树脂、聚烯烃树脂、聚乙烯树脂、聚脂树脂或酰胺尼龙树脂。这些树脂可以单独使用或一起使用。

作为本发明基本组成部份的静电性质改变剂可以是聚亚烷基醚（polyalkylene ether）、聚亚烷基二醇（polyethylene glyco）、聚乙

氧化硬脂醇 ( polyethoxylated stearyl alcohol )、季铵盐或卤化铵盐。这些化合物可以单独使用, 或两种或多种混合使用。

季铵盐包括, 例如, 3 - 十二酰胺丙基三甲基铵硫酸甲酯 ( 3 - lauramidopropyl trimethylammonium methyl sulphate ) ( 由 Cyanamid 公司制造的 CYOSTAT LS ( 季铵盐商标 ), 由同一公司制造的 CYOSTAT SN, CYASTAT SP, CYASTAT 609 ( 季铵盐商标 ) 以及 ICI 公司的 ATMER ( 季铵盐商标 ) 抗静电剂)。

本发明的树脂粉末混合物按照传统的方法可以很容易制备。例如, 粘合剂树脂和改性剂可以用加热、熔化, 并用常规的混合机器如单螺旋挤压机或多螺旋挤压机、密闭式混炼器或加热滚筒搅拌, 然后冷却并粉碎得到粉末。或其它任何制备粉末混合物的通用方法, 如制备混合粘接剂树脂粉末和静电性质改性剂粉末的方法。在某些情况下, 需要用施加机械能于混合物的方法在静电性质改变剂的粘接剂树脂的表面上形成一层薄膜。在这种情况下, 颗粒直径比 ( 体积平均数 ) 需要大于 10 : 1, 粘接剂树脂为较大者。

按照本发明, 涂敷用的树脂粉末颗粒的大小最好在 10 ~ 250 微米的范围内。

本发明的树脂粉末涂敷混合物除了上述成份之外, 还含有硬化剂、颜料、金属粉末、填充剂、流量调节剂、增塑剂、稳定剂和必要时其它添加剂。

本发明的树脂涂敷粉末可以用本发明公开的粉末涂敷装置加到用金属、陶瓷、塑料等制成的基体上。各种不同的底层涂料可以施加到这种基体上, 或各种其它预处理可以应用到这种基体上。下面将描述本发明粉末涂敷设备的最佳实施实例, 但本发明不限于所描述的构造。

参考附图, 本发明将更容易理解, 图 1 和图 2 描述粉末涂敷的现有技术的工艺过程。图 1 是表明基本电晕充电原理的示意图, 图 2 是描述摩擦充电原理的示意图。

感应/传导充电主要依赖于被充电物体或材料表面之上静电荷的流动, 为此, 要充电的物体或材料不能是高电绝缘材料。图 3 ( a ) 用两块平行电极之间的大颗粒来说明这种作用。该图中电极上未加电压, 因

此物体表面没有电荷。在图 3 ( b ) 中，一个电势加在电极上，静电荷从较低电势的电极跃过颗粒表面，颗粒被充电。如果该物体从低电极移出该系统，电荷将被它保留住，它现在已被感应充电。如果电极的极性改变，使较低电势的电极变成较高电势电极，而较高电势电极则接地，同样的情况也将会发生在这种情况下，颗粒被充正电。

如物体不是由电传导材料或部分电传导材料构成，而是由绝缘材料构成，如由特氟隆 ( Teflon ) 构成，则静电荷不能从低电势板越过物体表面，因此它没有取得电荷。

应当注意，术语“感应”可以用在这种情况下，物体无论与接地电极相接触或与高电压电极相接触而成为带电者。更准确地说，当物体与地接触则用“感应”，物体与高压电源接触则用“传导”。这种情况是对称的，故所获的电荷的量也是对称的。

感应/传导充电最重要的参数是充电和放电速率，这是由材料的电传导率所控制的。材料的电阻性越大，达到最高充电荷水平所要求的时间则越长。例如高导电率的金属用感应获得电荷约在几分之一微秒内。而掺杂的聚合物可能需要数秒钟。

用感应/传导方法使材料获得或失去电荷的速率可以用下面的公式近似确定

$$t = \epsilon_0 \epsilon_r P$$

式中  $P$  是材料的电阻率，以欧姆·米表示， $\epsilon_0$  是自由空间里的介电常数 (  $8.85 \times 10^{-12}$  )， $\epsilon_r$  是介质常数，而  $t$  是充电时电荷达到最大值的 63 % 时 ( 或放电达到最大值的 37 % 时 ) 所需要的时间。

高压电源和粉末供给系统两者都是已有的技术。粉末的感应/传导充电将在电荷传送平台上完成，电荷传送平台是本发明的关键部位。准确的设计根据用途而变。举例说，涂敷大而重需用轨道传送工件的平台决不能类似于从传送装置上悬挂下来的用于保险丝盒的平台。充电平台可以装在喷枪枪头内或喷枪“上游”，这样在喷射前先充电而不是在喷射点充电。此外，也可以包含两个充电阶段，第一阶段在枪的上游，使预先充电的粉末到达喷射点；第二阶段用喷枪喷嘴的高压电极在这一点主要完成充电，并且利用在高压喷嘴和接地工件之间建立的电场帮助传送

和淀积粉末。

图3 (a) 是一个示意图, 表示颗粒 (2) 居于上板与中性电场之间的一个极板 (3) 上, 图3 (b) 是一个示意图, 描述在上板 (4) 上加一个高电压, 因而在图3 (a) 的两板之间就加上了一个电场, 感应电荷流向颗粒表面。

图4表示另一种感应涂敷系统。粉末由气动传送到喷射枪头 (5) 处的高压电场区, 粉末在电极 (3) 与 (4) 之间感应而获得电荷, 带电荷的粉末 (6) 被电场和气流共同传送到工件 (7)。运用极板 (counter electrode) 可以增强这一点的电场强度, 并要求增加密度以改善充电。这种电极的作用效果和必要性可以通过对电场几何形状的分析来确定。

图5表示一个用感应/传导充电技术涂敷零件的另一种方法。在此情况下, 要涂敷的物体 (2) 悬挂在流化床 (8) 的上方, 在此床上的粉末与埋在粉末堆里的高压电极 (4) 接触而充电, 涂敷的粉末被流动空气 (9) 和电吸引力共同传送到工件上。

图6是粉末感应充电系统基本设计的一个代表。它表示一个流化床型的静电充电器和粉末涂敷器。粉末被连续地从粉末容器 (未表示出) 通过通道 (12) 送到一个电绝缘床或区域内 (10), 整个床可以安置在一个振动台 (14) 上, 振动台帮助床上的粉末变松。流动空气 (16) 从空气分配器板 (18) 下面供给, 输送空气在靠近床的顶部从进口 (20) 径向进入流化床, 进口 (20) 和至喷嘴 (24) 的出口 (22) 相对, 喷嘴 (24) 将粉末引导到基体 (26)。整个床上建立一个电场, 高电压电极 (28) 由超高压电源 (30) 供电, 低电压电极由与烧结接地栅 (32) 接触的流动粉末的上层构成。当粉末进入流化床时, 电荷被感应在其上, 一旦被流动的输送空气携带向上且携出床外, 这种电荷就被锁定在粉末上, 直到到达工件上。在涂敷器的高电压喷嘴和接地工件之间建立一个电场, 以加速带电粉末的输送和淀积。

考虑下述实例, 对本发明做进一步说明。

例1 粉末改性步骤,

Evlast 1000/1W104是由美国北卡罗莱那州的EVTECH公司制造的

一种商业应用的白色聚脂树脂粉末，用在这个试验实例中。

在相对湿度为 20 % 时，粉末的电阻率确定为  $1.5 \times 10^{15}$  欧姆·米。该电阻率是用英国南安普敦大学沃富逊静电设备公司 ( Wolfson Electrostatics, University of Southampton, UK ) 制造的粉末电阻率测量传感器测量的。

1 公斤这种粉末与重量百分比为 2 % 的 Cyostat LS 剂混合。该混合物被熔化、压制、冷却并磨碎成精细粉末。这种最后得到的粉末被进一步过筛，通过 150 $\mu$ m 的这部分用在这个试验实例中。

该试验粉末的电阻率在相对湿度为 20 % 时是  $1 \times 10^{11}$  欧姆·米，试验粉末的体积平均直径是 40 微米。

该试验粉末以 4 克/分的速度送料供给类似于图 6 所示的装置。一旦出现流化床上的粉末达到足够的量，流动空气和输送空气开始供给，并调节使之达到稳定状态，即通过喷嘴离开流化床的粉末准确地与进入的一样多。一旦达到这个条件，20kV 的电压被加到上电极板，上电极板与接地电极板之间的距离为 10cm。这样，一个 2kV/cm 的最小电场在整个床内建立。

一个面积约为 100cm<sup>2</sup> 的传导靶板( 试验工件 ) 放在喷嘴正前方 30cm 处，该靶板通过静电计与地相接，静电计能测量流向该板的总电荷量。

板上收集粉末的时间为 20 秒，电压加上后 5 秒钟开始。在这个时间里，板上收集的粉末为 1.1 克，通过比板的电荷为  $9.4 \times 10^{-8}$  库仑。这表明，几乎  $1 \times 10^{-4}$  库仑的电荷用感应充电加到 1 公斤的粉末上。这个特定的电荷量足以获得良好的粉末附着，所有粉末在喷射停止后至少在板上附着 2 分钟。

## 例 2

Scotchkote 213 是一种美国明尼苏达州 3M 公司制造的商业熔合粘着环氧树脂粉末，用在这个试验实例中。

一公斤这种粉末与 20g 抗静电剂 ( antistat ) 干混合，这些粉末在 Waring 搅拌器中混合在一起，直到获得所需要的混合物。在改性前后，这种粘合树脂和混合物粉末的电阻率在相对湿度为 20 % 时分别为  $3 \times 10^{14}$  欧姆·米和  $1.2 \times 10^9$  欧姆·米，该试验粉末的体积平均直径为 25

微米。

试验粉末以每分钟3克的进入量供给与实例1相似的装置。同样，达到稳定状态后，20kV的电压加在上电极板。这时靶板被加热到表面温度为115℃，粉末被喷射到板上达30秒钟。在这个时间里，1.35克粉末被传送到板上，同时 $5.5 \times 10^{-7}$ 库仑的电荷流向该板，全部粉末附着在板上，与板接触的一层被融化。

除了替代传统的粉末涂敷系统外，本发明在其它工业涂敷领域得到应用。只要所用的材料能被感应/传导充电且材料的流动特征是适合的，用感应/传导用作充电的方法在一些工业应用中具有许多优点。

例如，用于对电绝缘材料进行高质量的涂敷是十分有利的。一个这种例子是用于对玻璃（如瓶子）进行装饰性涂敷。用传统的静电系统来实现这种涂敷事实上存在一个固有的问题，因为在标准的涂敷设备上，电晕放电产生很高比例的自由离子，这种自由离子给被涂敷的表面充电，所充电荷极性与所用材料极性相同。因为被涂敷的表面是电绝缘的，该电荷不能逃逸，并很快就排斥接着而来的颗粒，结果导致传送效率低，涂敷质量差。在感应/传导充电的情况下，不产生自由离子，所以不会出现这类问题。

还有一些其它特定工业，在应用一个物体或表面之前，用感应/传导给粉末充电也是有利的。把质量良好的涂敷应用于绝缘体、管道和容器的抗腐蚀衬里、灯泡内涂敷、玻璃消光和木制家具或塑料家具装饰性涂敷，可用本发明实现。

业已知道，流行的调味品，如小袋快餐用的干辣椒、乳酪、洋葱目前采用相对粗糙形式的粉末，它效率既低又浪费。许多食品的电阻率为 $10^6 \sim 10^{13}$ 欧姆·米，这使它们成为静电感应充电的理想候选者。同时，用粉末状调味品的快餐本身常常是良好的电导体，由于没有自由离子，更增加了感应充电的优点。

虽然本发明已用前面的实例来说明，但在这里它并未构成对所用材料的限制，相反倒不如说本发明涉及前面公开的一般领域。可在不脱离本发明精神或范围的情况下对本发明作各种变型。

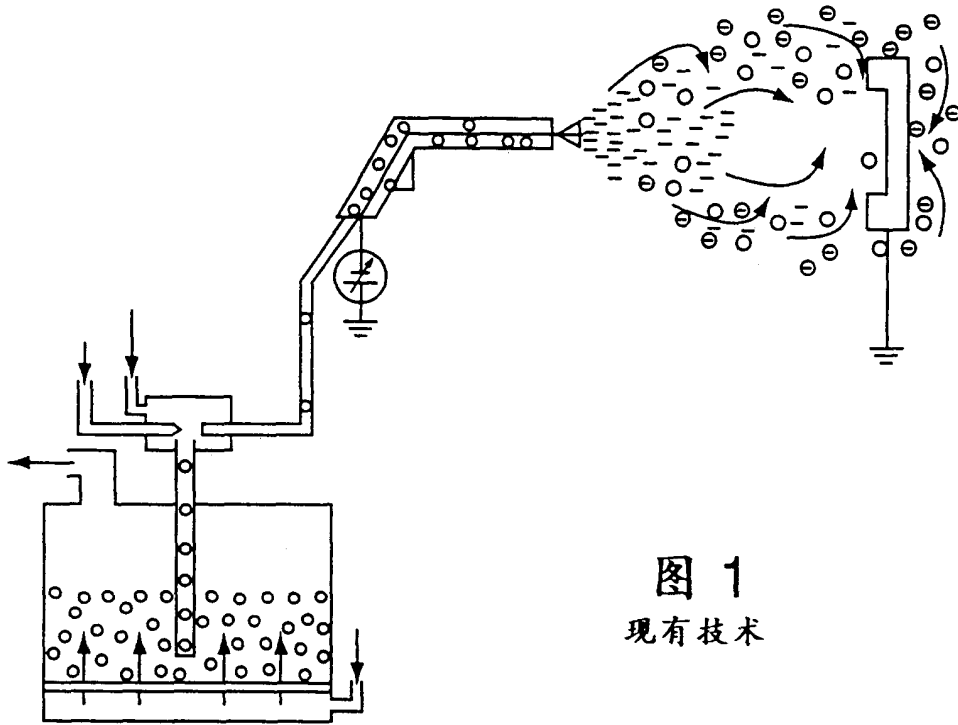


图 1  
现有技术

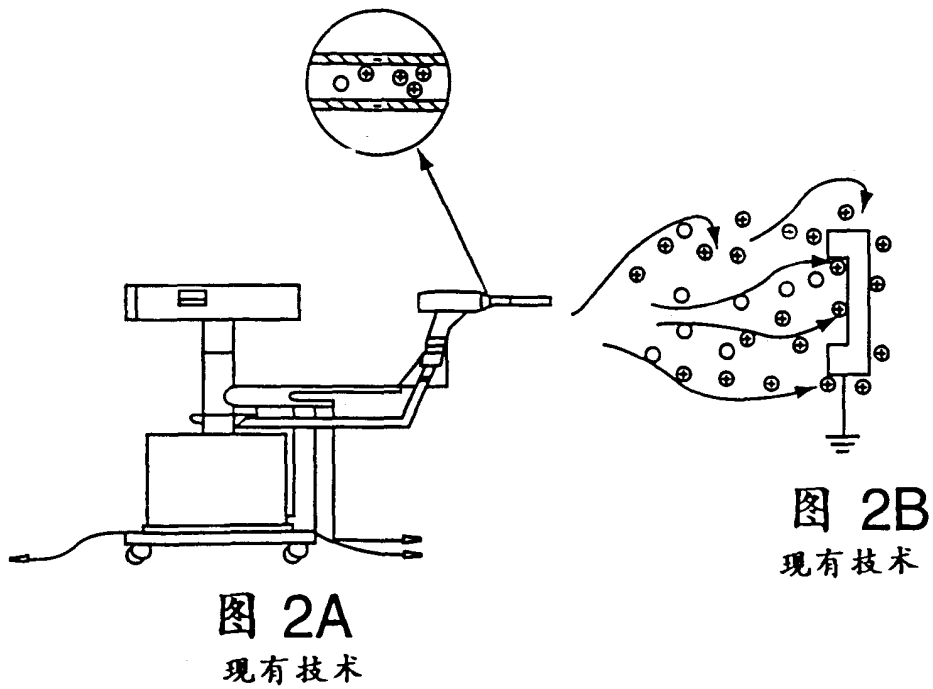


图 2A  
现有技术

图 2B  
现有技术

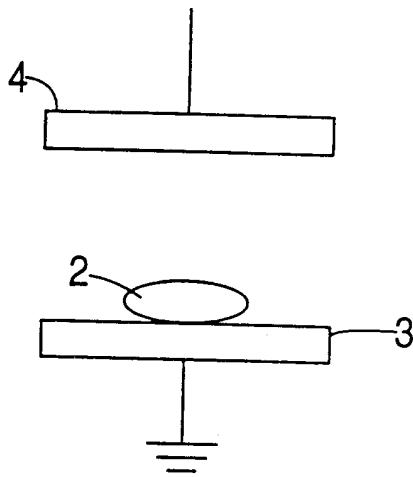


图 3A

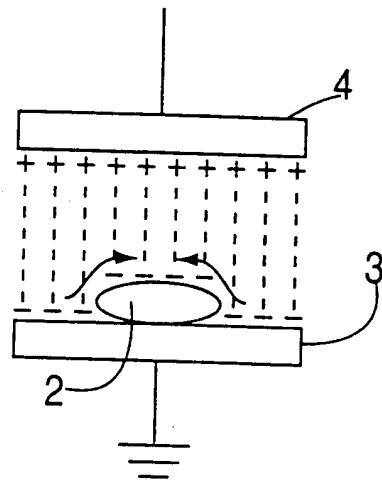


图 3B

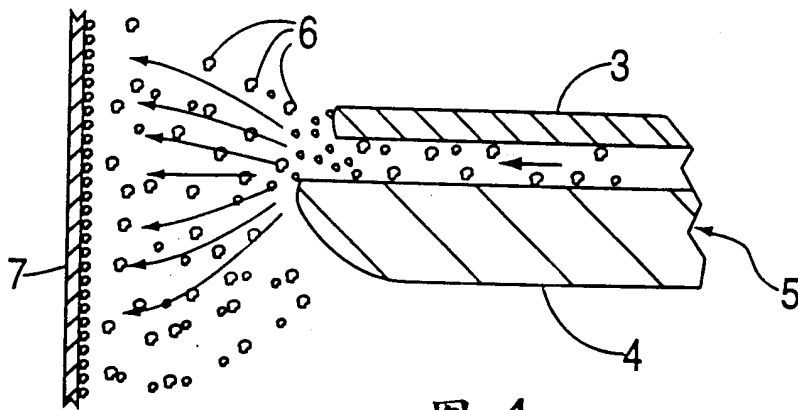


图 4

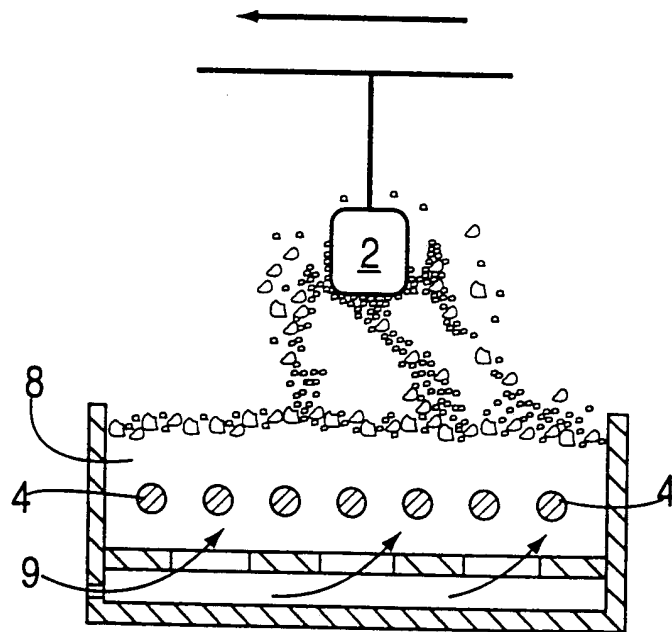


图 5

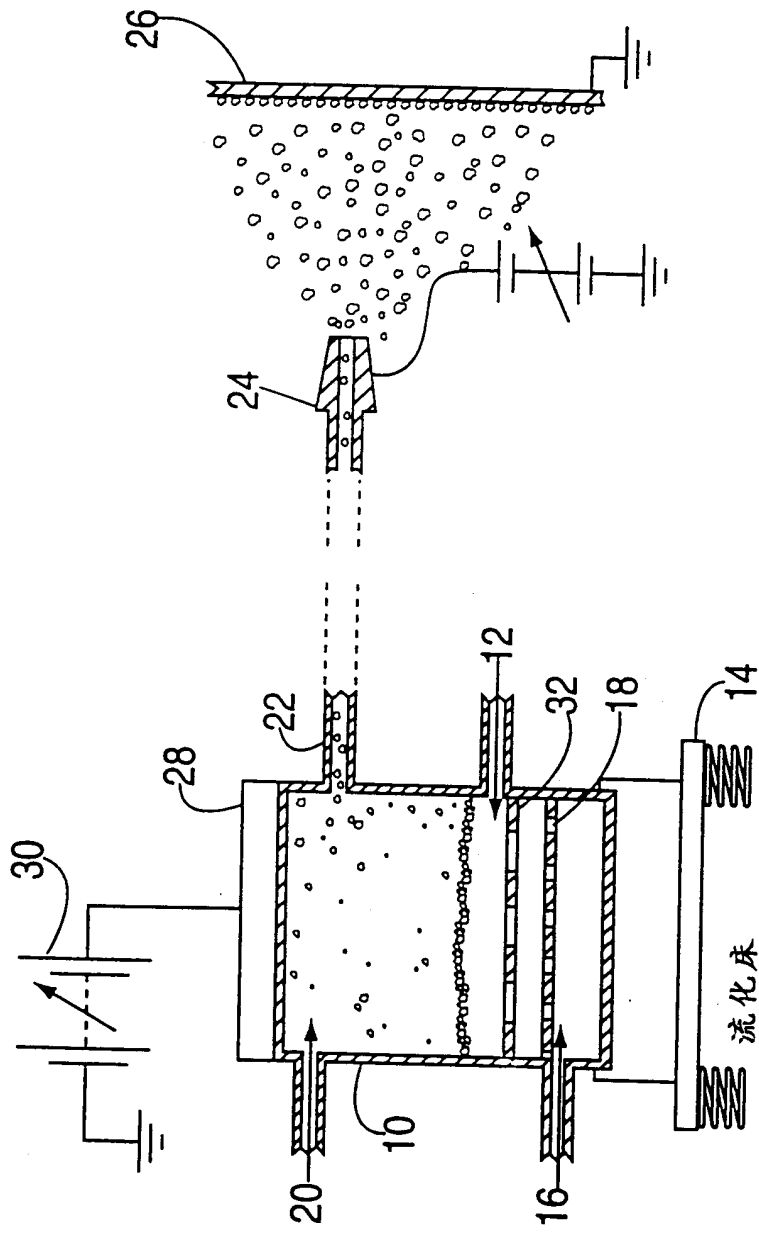


图 6