



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111819011 A

(43) 申请公布日 2020.10.23

(21) 申请号 201980015641.5

(22) 申请日 2019.03.11

(30) 优先权数据

1803873.7 2018.03.12 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.08.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/021580 2019.03.11

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2019/177950 EN 2019.09.19

(71) 申请人 伊利诺斯工具制品有限公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 希拉·哈密尔顿

斯蒂芬·弗兰克·米切尔

(74) 专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖 秦婷婷

(51) Int.Cl.

B08B 7/00 (2006.01)

G03G 21/00 (2006.01)

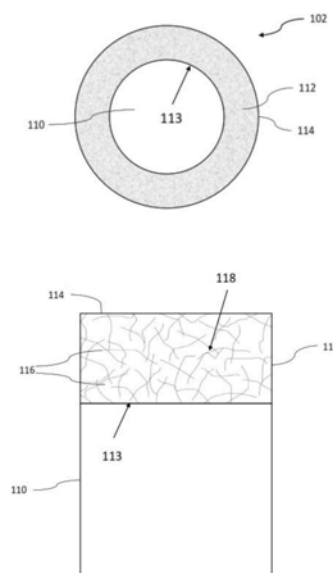
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

接触式清洁表面组装件及其制造方法

(57) 摘要

一种接触式清洁表面组装件及其制造方法，该接触式清洁表面组装件包括具有电导率（例如，电导率）的弹性体层，该弹性体层（112）具有用于与待清洁的部件接触的导电表面（114）以及用于从导电层（112）提取电荷的导电路径（110）电接触的另一导电表面（113）。



1. 一种接触式清洁表面组装件,包括具有体电导率(例如,电导率)的弹性体层,所述弹性体层具有用于与待清洁的部件接触的导电表面以及与用于从导电层提取电荷的导电路径电接触的另一导电表面。
2. 根据权利要求1所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体层与所述导电路径电接触。
3. 根据权利要求2所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体层与所述导电路径紧密接触。
4. 根据权利要求1或2所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电路径是用于所述弹性体层的导电支撑件。
5. 根据权利要求3所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体层与所述支撑件紧密接触。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中电荷提取路径是从所述导电层到所述导电路径。
7. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述组装件是辊。
8. 根据权利要求1至6中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述组装件包括平面的(或基本上平面的)片材。
9. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体层包括导电元件。
10. 根据权利要求9所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件形成网络。
11. 根据权利要求9或10所述的接触式清洁表面组装件,其中所述网络是导电的(例如,彼此邻近或接触)。
12. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体层包括导电元件的互连网络。
13. 根据权利要求12所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件是细长的。
14. 根据权利要求12或13所述的接触式清洁表面组装件,其中所述细长导电元件是中空的。
15. 根据权利要求12至14中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件是碳。
16. 根据权利要求12至15中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件是纳米管。
17. 根据权利要求12至16中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件是碳纳米管。
18. 根据权利要求16或17所述的接触式清洁表面组装件,其中所述纳米管是单壁碳纳米管。
19. 根据权利要求18所述的接触式清洁表面组装件,其中所述碳纳米管为单个碳原子壁厚度。
20. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电表面或每个导电表面的表面电阻小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 。

21. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电表面或每个导电表面的表面电阻在约 $1 \times 10^6 \Omega$ 至约 $1 \times 10^9 \Omega$ 范围内。

22. 根据权利要求4至21中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述支撑件是轴。

23. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述细长导电元件均匀地分散遍布在所述弹性体材料中。

24. 根据权利要求9至23中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件分散成以便其被嵌入和保持在所述弹性体材料中。

25. 根据权利要求9至24中的任一项所述的接触式清洁辊,其中所述导电元件在所述弹性体材料中随机地定向。

26. 根据权利要求9至25中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件具有在约 $5\mu\text{m}$ 至约 $30\mu\text{m}$ 的范围内的长度。

27. 根据权利要求9至26中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件具有在约 $1\text{nm}$ 至约 $200\text{nm}$ 范围内的直径。

28. 根据权利要求9至28中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述导电元件在所述弹性体中的浓度按所述弹性体的重量计为至少约0.015%。

29. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体包括硅橡胶或聚氨酯中的一种。

30. 根据以上权利要求中的任一项所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体包括热固化的有机硅或聚氨酯中的一种。

31. 根据权利要求30所述的接触式清洁表面组装件,其中所述弹性体是双组分室温固化硅橡胶。

32. 一种接触式清洁表面辊,包括:

芯部区域,

以及包覆所述芯部区域的表面区域,其中所述表面区域包括弹性体和分散在所述弹性体材料内的多个细长元件,其中所述细长元件由非电绝缘材料形成。

33. 根据权利要求1至31中的任一项所述的接触式清洁表面组装件在接触式清洁过程中的用途。

34. 一种接触式清洁装置,包括根据权利要求1至31中的任一项所述的接触式清洁表面组装件。

35. 一种制造接触式清洁辊的方法,所述方法包括:

提供流体形式的弹性体,

将由非电绝缘材料形成的细长元件分散到所述弹性体中,

提供接触式清洁辊的芯部区域,和

用所述弹性体包覆所述芯部区域。

36. 根据权利要求35所述的方法,所述方法随后包括使所述弹性体固化。

37. 一种制造接触式清洁表面组装件的方法,所述方法包括:

提供弹性体的预聚物,

将由非电绝缘材料形成的聚合物改性剂添加到所述预聚物中,

引起所述预聚物的聚合，

使所述聚合物固化以形成具有体电导率的弹性体清洁表面。

38. 根据权利要求35至37中的任一项所述的方法，其中，在固化之后，使所述导电元件分散遍布在所述弹性体中。

39. 根据权利要求35至38中的任一项所述的方法，其中，在固化之后，所述导电元件形成网络。

40. 根据权利要求35至39中的任一项所述的方法，其中所述导电元件以随机的取向进行取向。

## 接触式清洁表面组装件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于接触式清洁过程中的接触式清洁表面组装件,具体但不排他地涉及一种包括具有体电导率的弹性体层的接触式清洁表面组装件。本发明还涉及一种制造接触式清洁表面组装件的方法。

### 背景技术

[0002] 使用接触式清洁来清洁基底表面。一旦基底表面被清洁干净,基底表面可以用于各种复杂的过程中,例如用于制造电子器件、光电器件和平板显示器。通常,使用橡胶或弹性体清洁辊而从基底表面除去污染颗粒,然后可以使用粘性辊从清洁辊除去污染颗粒。

[0003] 在操作中,接触式清洁辊接触基底的至少上表面,通过粘附移除机理(例如,范德华力和粘附力)移除碎屑,其中用于形成接触式清洁辊的材料固有性质吸引碎屑并使碎屑粘附到接触式清洁辊的表面上。据认为,由于污染颗粒和辊之间相互吸引的范德华力,接触式清洁辊以这种方式将颗粒从基底表面拉除。因此,现有的接触式清洁辊可通过最大化与基底表面的接触来确保移除污染颗粒的有效性。

[0004] 除了接触式清洁辊的材料中固有的弱范德华静电力之外,还可能产生其他静电荷。接触式清洁过程依赖于不同表面之间的接触,有可能成为摩擦电效应和静电荷积聚产生的电荷的来源。因此,在电子组装工厂中,紧邻基底(例如在100mm范围内)使用的任何设备必须是非绝缘的,并且须具有足够低的表面电阻以防止静电荷造成的基底损坏。

[0005] 当接触式清洁辊具有足够的表面粘附性以清洁基底(即,待清洁部件)时,在接触式清洁过程期间可能产生静电荷。

[0006] 表面电阻 $R_s$ 定义为沿着材料表面的电压与电流的比值,是一种以欧姆( $\Omega$ )量度的材料性质,定义如下:

$$[0007] \quad R_s = \frac{U}{I_s}$$

[0008] 其中 $U$ 是直流电压,表面电流是 $I_s$ 。

[0009] 在美国国家标准协会(ANSI)ESD STM 11.11-2015标准中提供了一种测量表面电阻的公知方法。根据该方法,电子组装工厂在基底的100mm内使用的任何设备必须具有小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 的表面电阻。

[0010] 通常通过测量体积电阻来获得体电导率。在美国国家标准协会(ANSI)ESD STM 11.12-2015标准中提供了一种测量体积电阻的公知方法。

[0011] 典型的橡胶或弹性体清洁辊通常不具有低于 $1 \times 10^9 \Omega$ 的表面电阻,换言之,它们是绝缘的并且不导电。期望提供一种清洁辊,该清洁辊允许静电荷耗散远离待清洁的基底。

[0012] 在制造过程期间使用一种或多种添加剂来改变材料(诸如在接触式清洁辊中使用的那些材料)的性质,这一做法并不罕见。然而,添加剂将必然赋予原始材料不同的性质,并且对原始材料的改变会带来抑制其主要功能(即,接触式清洁)的风险。当试图改变接触式清洁辊的表面特性时,如果该表面对于辊的清洁效率至关重要时,这一风险就特别高。减少

辊表面上的弹性体的量的任何情况将可能意味着弹性体不能够与待清洁的基底充分接触，导致接触和吸引污垢和碎屑的能力降低。此外，如上所述，改性添加剂可能干扰将碎屑吸引到清洁辊表面的通常过程。在这两种情况下，辊的清洁效率将被抑制或降低。

[0013] 通常的导电添加剂，例如纤维和颗粒，可能未均匀地分散在整个弹性体的基体中。因此，辊将具有不均匀的表面电阻，结合有将电荷传导远离清洁表面的部分以及允许电荷积聚并损坏基底的部分。

[0014] 进一步考虑的是，向弹性体中加入添加剂不应影响弹性体或辊的完整性。完整性的损失或其耐磨性的降低可能导致辊磨损太快或表面变得损坏或有凹坑，这进一步降低了其有效性。所有这些因素可能增加接触式清洁过程的运行成本。

[0015] 此外，与弹性体不充分相似（例如，结合表面面积低）的添加剂材料将意味着周围的弹性体不能有效地结合或粘附到添加剂。如果该材料没有牢固地嵌入弹性体内，则当辊操作时，材料将被移出并离开辊表面，从而污染正被清洁和/或正被粘性辊拾起的基底，从而缩短其寿命并增加运行成本。此外，如果材料从辊上除去，则可能导致损坏辊表面，再次降低清洁效率并增加成本。

[0016] 重要的是不使用过量的添加剂，以实现表面电阻的适当降低，因为该材料将不具有成本效益并且可能使接触式清洁辊的成本过高。因此，重要的是使由添加剂提供的电连接性最大化，同时使添加剂的使用量最小化。

[0017] 使用大量添加剂的另一个相关后果是会导致辊表面上该材料的量增加，而弹性体的量减少。上面已经描述了辊表面处弹性体减少的问题。

[0018] 当清洁辊磨损时，重要的是其表面电阻不受影响，否则在清洁辊的寿命期间，静电积聚的风险将增加。如果发生这种情况，则可能需要提早更换辊，并且操作成本将增加。因此，重要的是，改善辊表面电阻的任何事项必须在辊的整个寿命期间持续如此，而不损失有效性。

[0019] 如上所述，某些清洁应用的条件是清洁表面的表面电阻小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 。这不仅要求接触式清洁辊具有小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 的表面电阻，而且必然地该辊必须能够允许静电荷从清洁表面传导至地面。辊还必须在其处于连续操作中时如此，即，辊必须在其正在旋转时一直都使得电荷能够被传导。因此，提供在局部区域具有低电阻的辊可能是不足够的，但其必须能够在其操作期间一直都将电荷从基底表面传导到合适的接地装置（即，接至地面）。

[0020] 本发明的目的是缓解或减轻上述问题中的至少一个或多个。

[0021] 本发明的一个目的是缓解或减轻由接触式清洁表面组装件产生的静电荷积聚的问题。

[0022] 另一个目的是缓解或减轻静电荷的问题而不降低或不抑制接触式清洁辊的清洁有效性，或不降低接触式清洁表面组装件或粘性辊的工作寿命。

[0023] 本发明的又一目的是将接触式清洁表面组装件的表面电阻减小到小于 $1 \times 10^9 \Omega$ ，并且进一步地，在实现这一点的同时，提供路径以允许静电荷传导到地面。

[0024] 本发明的另一个目的是降低表面电阻，同时使非绝缘添加剂的量最小化并使其电连接性最大化。

[0025] 本发明的另一个目的是改善连接性，同时减轻接触式清洁表面组装件完整性的任何降低或改善其完整性。

[0026] 本发明的另一个目的是当使用在合适的接触式清洁装置中使用的接触式清洁表面组装件时缓解或减轻静电荷。

[0027] 此外,本发明的又一个目的是提供一种制造能够缓解或减轻静电荷的接触式清洁表面组装件的方法。

### 发明内容

[0028] 根据本发明的一个方面,提供了一种接触式清洁表面组装件,该接触式清洁表面组装件包括具有体电导率(例如,电导率)的弹性体层,该弹性体层具有用于与待清洁的部件接触的导电表面,以及与用于从导电层提取电荷的导电路径电接触的另一导电表面。

[0029] 在某些实施例中,弹性体层与导电路径电接触。

[0030] 在某些实施例中,弹性体层与导电路径紧密接触。

[0031] 在某些实施例中,导电路径提供从弹性体层到地面的电荷提取(即,电气接地)。

[0032] 在某些实施例中,导电路径包括与弹性体层的导电表面接触的金属电荷提取元件。

[0033] 在某些实施例中,导电路径是弹性体层的导电支撑件。

[0034] 在某些实施方案中,弹性体层与支撑件紧密接触。

[0035] 在某些实施例中,电荷提取路径是从导电层到导电路径。

[0036] 在某些实施例中,弹性体层附接至导电支撑件。

[0037] 在某些实施方案中,弹性体层与导电支撑件紧密接触。更具体地,弹性体层在弹性体层的整个另一导电表面上与支撑体紧密接触。以这种方式,从弹性体层到支撑件的电荷提取发生在弹性体层的整个另一导电表面上。

[0038] 在某些实施例中,导电支撑件由金属导体材料形成。更具体地,金属导体支撑件为不锈钢。

[0039] 在某些实施例中,导电支撑件由非金属导体材料形成。更具体地,非金属导体支撑件为碳纤维。

[0040] 在某些实施例中,支撑件是轴。

[0041] 在某些实施例中,电荷提取路径是从导电层到导电支撑件。更具体地,电荷提取路径是从弹性体材料的导电表面,穿过弹性体材料到弹性体材料的另一导电表面,再到导电支撑件。

[0042] 在某些实施例中,组装件是辊。

[0043] 在某些实施例中,组装件包括平面的(或基本上平面的)片材。

[0044] 在某些实施例中,弹性体层包括导电元件。更具体地,弹性体层包含改性剂,该改性剂包含导电元件。以此方式,改性剂降低了弹性体层的体电阻和表面电阻,并为弹性体层提供体电导率。

[0045] 在某些实施例中,导电元件形成网络。更具体地,导电元件网络是导电的。弹性体层中的导电元件彼此接近或接触,以便导电元件网络提供电荷路径,该电荷路径从弹性体层的外导电表面,穿过弹性体层到弹性体层的另一导电表面,再到导电支撑件。以此方式,可从基底(即,待清洁的部件)提取出电荷,电荷穿过弹性体层到达导电支撑件,再到达地面。

- [0046] 在某些实施例中,弹性体层包括导电元件的互连网络。
- [0047] 在某些实施例中,导电元件是细长的。以此方式,增加了与弹性体层的弹性体接触的导电元件的表面积并且增强了元件在弹性体层中的保持力。
- [0048] 在某些实施例中,细长导电元件是中空的。
- [0049] 在某些实施例中,导电元件是碳。
- [0050] 在某些实施例中,导电元件是纳米管。
- [0051] 在某些实施例中,导电元件是碳纳米管。
- [0052] 在某些实施方案中,纳米管是单壁碳纳米管。以此方式,在弹性体层的清洁性能和其体积电导率之间保持平衡。与粒状碳或碳纤维相比,纳米管的高表面积提供了将碳结合到弹性体中的改进。
- [0053] 更具体地,碳纳米管为单个碳原子壁厚度。
- [0054] 在某些实施例中,导电表面或每个导电表面的表面电阻小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 。更具体地,弹性体层的导电表面和另一导电表面两者的表面电阻都小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 。还更具体地,弹性体层的导电表面和另一导电表面二者的表面电阻基本上相等。
- [0055] 在某些实施例中,导电表面或每个导电表面的表面电阻在约 $1 \times 10^6 \Omega$ 至约 $1 \times 10^9 \Omega$ 的范围内。更具体地,弹性体层的导电表面和另一导电表面两者的表面电阻在约 $1 \times 10^6 \Omega$ 至约 $1 \times 10^9 \Omega$ 的范围内。还更具体地,弹性体层的导电表面和另一导电表面二者的表面电阻基本上相等。
- [0056] 在某些实施例中,细长导电元件均匀地分散遍布在弹性体材料中。
- [0057] 在某些实施例中,导电元件被分散,从而它们被嵌入并保持在弹性体材料中。
- [0058] 在某些实施例中,导电元件在弹性体材料中随机地定向。
- [0059] 在某些实施例中,导电元件具有在约 $5\mu\text{m}$ 至约 $30\mu\text{m}$ 范围内的长度。
- [0060] 在某些实施例中,导电元件具有在约 $1\text{nm}$ 到约 $200\text{nm}$ 范围内的直径。
- [0061] 在某些实施例中,导电元件在弹性体中的浓度按弹性体的重量计为至少约 $0.015\%$ 。
- [0062] 在某些实施例中,弹性体包括硅橡胶或聚氨酯中的一种。
- [0063] 在某些实施例中,弹性体包含有机硅。以此方式,当碳纳米管分散在有机硅材料中时,可以形成导电有机硅层。纳米管通过共价键合而被保留在有机硅聚合物基体内。由于有机硅基体的流动性,其他添加剂例如粒状材料易于从有机硅基体中迁移出来。因此,碳纳米管提供保留在有机硅基体内的保留改性剂。
- [0064] 在某些实施例中,弹性体为双组分室温固化硅橡胶。
- [0065] 根据本发明的另一方面,提供一种接触式清洁辊,包括:
- [0066] 芯部区域,
- [0067] 以及包覆芯部区域的表面区域,其中该表面区域包括弹性体和分散在弹性体材料内的多个细长元件,其中细长元件由非电绝缘材料形成。
- [0068] 根据本发明的又一方面,提供了根据本发明的接触式清洁表面组装件在接触式清洁过程中的用途。
- [0069] 根据本发明的另一方面,提供一种包括根据本发明的接触式清洁表面组装件的接触式清洁装置。



- [0070] 根据本发明的另一方面,提供一种制造接触式清洁辊的方法,该方法包括:
- [0071] 提供流体形式的弹性体,
- [0072] 将由非电绝缘材料形成的细长元件分散到弹性体中,
- [0073] 提供接触式清洁辊的芯部区域,和
- [0074] 用弹性体包覆芯部区域。
- [0075] 在某些实施例中,该方法随后包括使该弹性体固化。
- [0076] 根据本发明的又一方面,提供一种制造接触式清洁表面组装件的方法,该方法包括:
- [0077] 提供弹性体的预聚物,
- [0078] 将由非电绝缘材料形成的聚合物改性剂添加到预聚物中,
- [0079] 引起预聚物的聚合,
- [0080] 使聚合物固化以形成具有体电导率的弹性体清洁表面。
- [0081] 在某些实施例中,在固化之后,使导电元件分散遍布在弹性体中。
- [0082] 在某些实施例中,在固化之后,导电元件形成网络。
- [0083] 在某些实施例中,导电元件以随机的取向进行取向。

#### 附图说明

- [0084] 现在将通过仅示例并参考附图来描述本发明,其中:
- [0085] 图1是根据本发明的实施例使用具有接触式清洁表面组装件的辊的接触式清洁装置的示意性侧视图;
- [0086] 图2是根据本发明实施例的接触式清洁表面组装件的示意性截面图;
- [0087] 图3a是根据本发明第一实施例的接触式清洁表面组装件的另一示意性截面图;
- [0088] 图3b是图3a中的接触式清洁表面组装件的部分的示意性放大截面图;和
- [0089] 图4是本发明一实施例的细长单壁碳纳米管的示意图。

#### 具体实施方式

[0090] 图1是根据本发明的实施例使用作为辊的接触式清洁表面组装件的接触式清洁装置的示意性侧视图。接触式清洁装置1包括安装在传送器4上方的接触式清洁辊2和粘性辊3,传送器4上承载多个有待清洁的基底5。该接触式清洁辊2是细长的并且总体上是圆柱形的,并且被安装在支架(未示出)上,该支架具有垂直于观察平面的轴线,该接触式清洁辊2围绕该轴线自由旋转。下面更详细地描述接触式清洁辊2的具体结构。该粘性辊3总体上是圆柱形的,并且包括本体,该本体具有表面,在该表面上存在粘合剂,并且也安装在支架(未示出)上,该支架具有垂直于观察平面且与该接触式清洁辊2的轴线平行的轴线,该粘性辊3围绕该轴线自由旋转。接触式清洁辊2和粘性辊3安装成彼此接触,从而接触式清洁辊2的顺时针旋转运动导致粘性辊3逆时针旋转运动,反之亦然。从下面对使用的描述,将清楚接触式清洁辊2和粘性辊3需要接触。该接触式清洁辊2还被安装成,当待清洁的基底5在位于传送器4轴线下方的传送器上传送时,接触式清洁辊2能够与待清洁的基底5的表面接触。

[0091] 按下述处理待清洁的基底5。基底5位于传送器4的上表面6上,在图1中传送器4如箭头A所示从右到左移动。待清洁的基底5在接触式清洁辊2下方经过,该接触式清洁辊2以

箭头B所示的顺时针方向旋转。在与接触式清洁辊2接触之前,基底5的上表面覆盖有需要去除的碎屑7,例如灰尘。接触式清洁辊2与基底5的上表面接触,通过静电去除机理去除碎屑7,其中用于形成接触式清洁辊2的材料的固有极性吸引碎屑7并使其粘附到接触式清洁辊2的表面。接触式清洁辊2的表面与碎屑7之间的相对吸引力大于碎屑7与基底5的表面之间的相对吸引力,因此碎屑7得以移除。现在清洁干净的基底5沿着传送器4继续行进到移除台(未示出),并且传送器的下表面8返回,在图1中的左右方向上形成环路,如箭头D所示。为了清洁接触式清洁辊2,如箭头C所示以逆时针方向旋转的粘性辊与接触式清洁辊2的表面接触。此时,碎片7与粘性辊3的表面上存在的粘合剂之间的粘附力大于将碎片7保持到接触式清洁辊2的表面的粘附力,因而碎片得以去除。然后,接触式清洁辊3旋转以将干净的表面呈现给待清洁的下一个基底5。

[0092] 图2是根据本发明的第一实施例的接触式清洁表面组装件的示意性截面图。辊形式的接触式清洁表面组装件用作如上所述的接触式清洁系统1中的接触式清洁辊。该辊102包括导电路径,该导电路径是被包覆在导电弹性体层112中的导电支撑件110。该辊102是细长的并且总体上是圆柱形的,并且经由安装机构被安装到支架(未示出)上以用于接触式清洁装置1中。导电轴110与导电弹性体层112同轴。该轴110可以用于安装辊102,并且在使用中用于辊102的旋转运动。适当地,这种轴110由导电材料形成,例如由金属或非金属或复合导电材料(例如不锈钢或碳纤维复合材料)形成。导电轴110被包覆在弹性体材料112(例如,橡胶或其他天然或合成弹性体材料)中。该弹性体材料是基本上均质的。

[0093] 导电弹性体层112具有表面电阻小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 的导电外表面114。该导电弹性体层112具有导电内表面113,该导电内表面113具有小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 的表面电阻并且与导电轴110接触。以这种方式形成从外表面114到内表面113,再到轴110的导电路径。在使用接触式清洁辊102清洁部件(未在图中示出)的过程中,在表面114处产生的静电荷通过层112传导至由导电轴110提供的导电路径。

[0094] 图3a是根据本发明实施例呈辊102形式的接触式清洁表面组装件的示意性截面图。图3b是同一辊102的部分的示意性放大截面图。辊102包括具有外导电表面114和内导电表面113的弹性体层112。导电弹性体层112包覆并附着到导电不锈钢轴110。外表面114可用于以上述方式从基底表面清除碎屑。

[0095] 在所描述的布置中,弹性体层是双组分室温固化的硅橡胶。

[0096] 弹性体层112包括分散并嵌入在弹性体材料内的多个细长单壁碳纳米管116。细长单壁碳纳米管116分散在层112的弹性体内并形成碳纳米管118的互连网络。纳米管116在弹性体内的分散使得诸构件在表面区域112的基本上整个厚度上,从与导电轴110接触的内导电表面113到外导电表面114,按随机取向散布。纳米管也基本上遍布在辊102的轴向宽度上。此外,当纳米管116包括非电绝缘材料时,则与单独的弹性体相比,整个表面区域112具有降低的电阻或增加的导电性。以此方式,弹性体层112具有由碳纳米管118的互连网络提供的体电导率。

[0097] 层112中的弹性体材料的体电导率为在清洁操作期间产生的电荷提供了到地面的电荷路径。因此,辊不仅在其全新时展现出降低的电阻,而且即使在外表面114磨损时,该效果仍然将持续贯穿其整个使用寿命。

[0098] 细长碳元件116的分散和网络118的形成使得导电表面113和114处的降低的表面

电阻(根据ANSI ESD STM 11.11-2015标准测量)小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 。此外,由于整个弹性体层114具有降低的电阻,所以辊102可以提供路径,该路径允许静电荷远离基底表面而传导到地面。

[0099] 图4描述了本发明一实施例的细长单壁碳纳米管116。纳米管116是分散在弹性体层112内的多个类似的细长单壁碳纳米管中的一个。

[0100] 每个单壁碳纳米管116的长度可以在 $5-30\mu\text{m}$ 的范围内变化,并且可以具有在 $1-200\text{nm}$ 的范围内的直径。在图3a和3b的实施例中,单壁碳纳米管占包括弹性体层112的弹性体的重量的0.02%。

[0101] 细长单壁碳纳米管116分散成以便其形成基本上遍及弹性体层112延伸的导电网络(118,图3b)。因此,如果任何静电荷开始积聚在外表面114上,静电荷将在损坏基底之前立即从基底表面耗散到轴110。

[0102] 细长单壁碳纳米管116确保网络118中的有效互连性。换句话说,当添加非常低量的纳米管116时,由于其每单位长度的低重量和每单位长度的高表面积,纳米管116充分降低了弹性体的电绝缘性质。因此,与其他导电添加剂相比,仅需少量即可确保有效降低辊102的表面电阻并为弹性体层提供所需的体电导率。

[0103] 细长单壁碳纳米管116的中空形状为给定重量的元件提供高表面积,这确保了与周围弹性体的充分结合,以便每个细长构件116牢固地被嵌入弹性体层112内。因此,当弹性体层导电表面114在使用中磨损时,细长元件116不能从辊102分离或松动。

[0104] 此外,细长单壁碳纳米管116的嵌入确保弹性体的完整性不会恶化,并且甚至可以改善或增强表面区域112。

[0105] 纳米管116形成电荷路径,该电荷路径从外导电表面114通过互连网络118到内导电表面113再到导电轴110。电荷可以通过任何合适的接地装置(未示出)从轴110接地。

[0106] 可以设想到对所述实施例的各种修改和实施例。例如,接地装置可以通过任何合适的方式电连接到接触式清洁辊。

[0107] 在本发明的另一实施例中,表面区域112的弹性体包括聚氨酯或硅橡胶。在另外的实施例中,弹性体还可以是热固化的有机硅,或适合于接触式清洁辊的其他材料,如本领域技术人员已知的。

[0108] 在本发明的实施例中,清洁表面组装件可以清洁基底(即,待清洁的部件)的两侧。可以同时或分开地清洁两侧。

[0109] 在本说明书的整个说明书和权利要求书中,词语“包括”和“包含”以及其变化形式意指“包括但不限于”,而不旨在(并且不)排除其他部分、添加剂、部件、完整件或步骤。在本说明书的整个说明书和权利要求书中,单数涵盖复数,除非上下文另有要求。具体地,在使用不定冠词的情况下,除非上下文另有要求,否则说明书应被理解为复数和单数在考虑之内。

[0110] 与本发明的具体的方面、实施例或实例结合描述的特征件、完整件、特性、化合物、化学部分或基团应被理解为可适用于本文描述的任何其他方面、实施例或实例,除非与其不相容。本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征和/或照此公开的任何方法或过程的所有步骤可以按照任意组合方式来组合,除了其中至少部分这样的特征和/或步骤相互排斥的组合方式之外。本发明不限于任何前述实施例的细节。本发明延及

本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中公开的特征中的任何新颖的一个特征或任何新颖组合,或者延及照此公开的任何方法或过程的步骤中的任何新颖的一个步骤或任何新颖的组合。

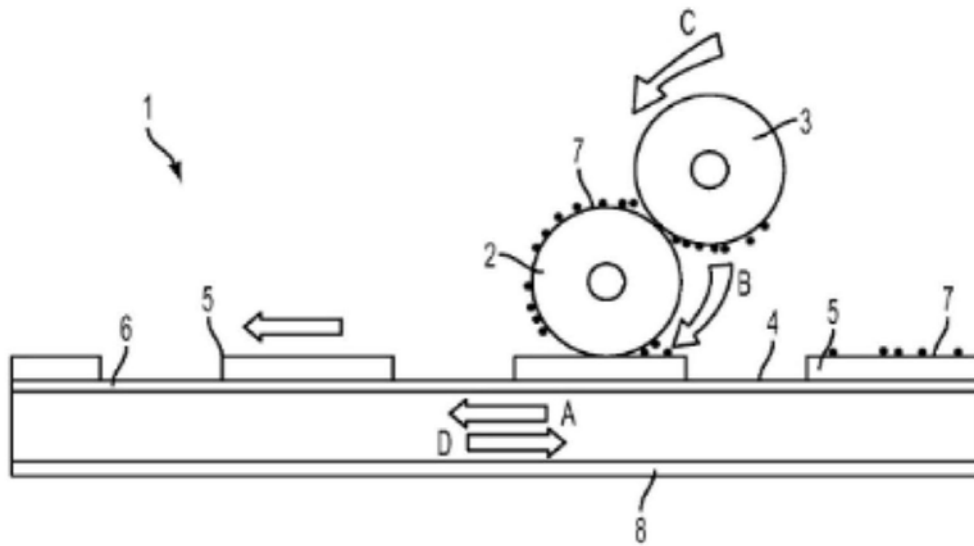


图1

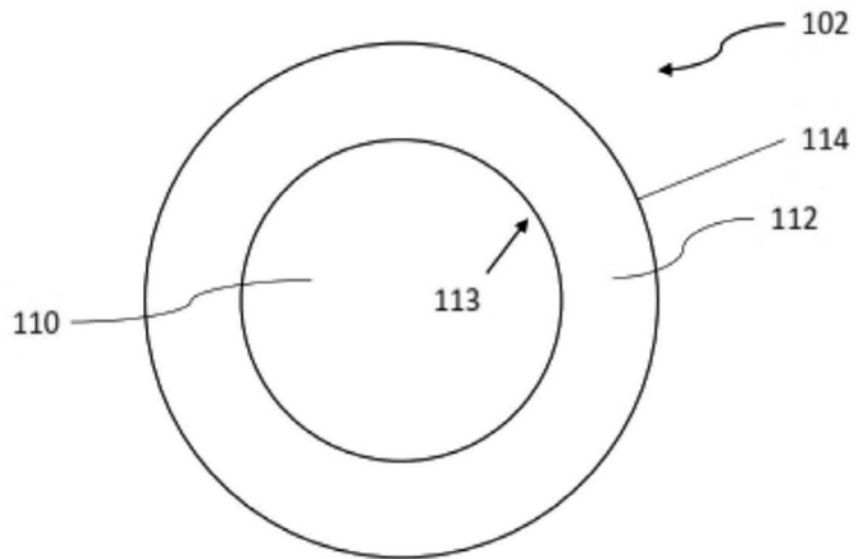


图2

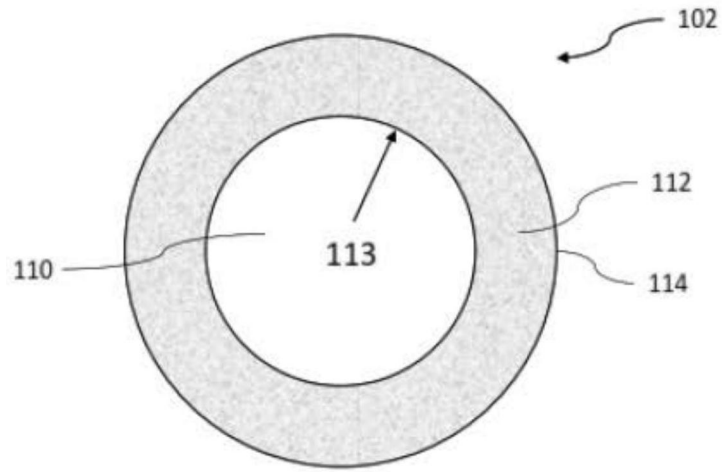


图3a

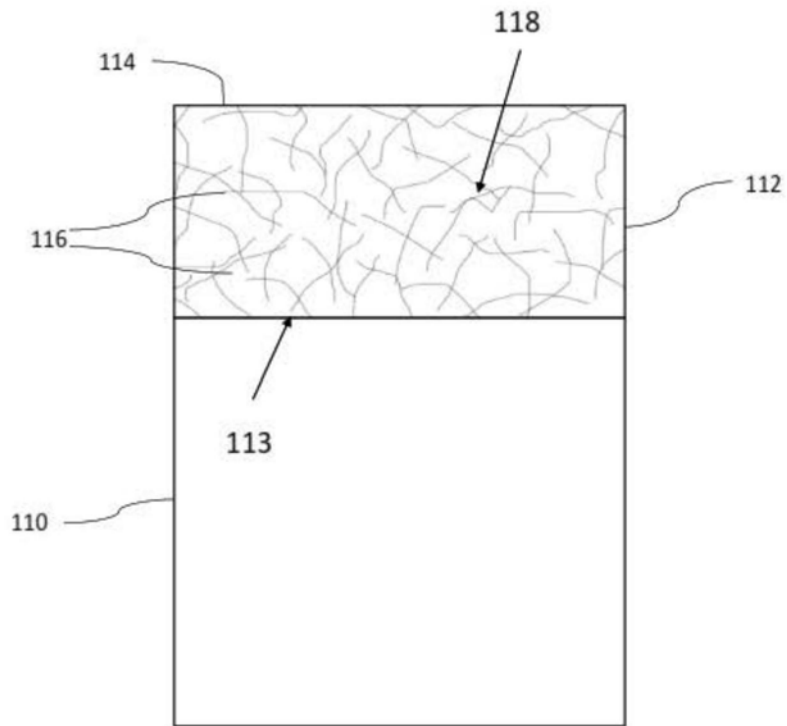


图3b

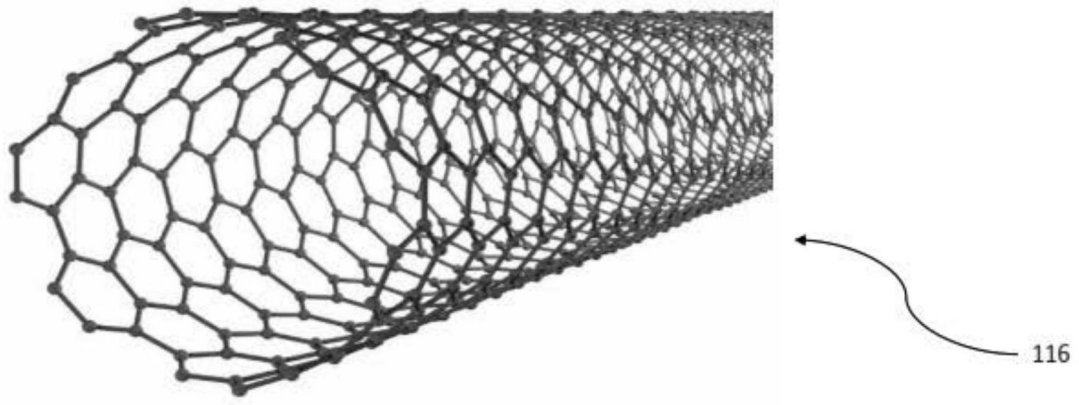


图4