



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113164121 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 17

(21) 申请号 201980074486.4

(22) 申请日 2019.10.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113164121 A

(43) 申请公布日 2021.07.23

(30) 优先权数据
62/760,351 2018.11.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.05.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2019/059234 2019.10.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/099965 EN 2020.05.22

(73) 专利权人 舒万诺知识产权公司
地址 美国

(72) 发明人 布雷特·W·路德维格
马修·J·邦格尔斯
奥德利·A·谢尔曼
杰弗里·A·维泽
杰弗里·D·科顿

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
专利代理师 梁晓广 李金刚

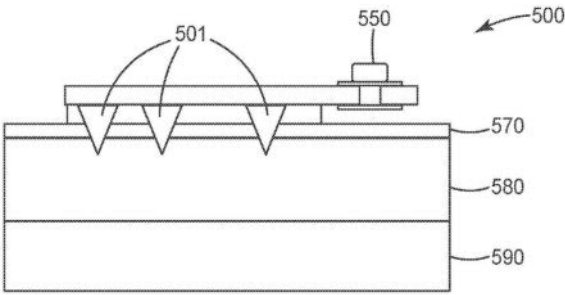
(51) Int.Cl.
A61B 5/268 (2021.01)
A61B 5/25 (2021.01)

(56) 对比文件
US 2017323698 A1, 2017.11.09
US 6622035 B1, 2003.09.16

审查员 张笑阳
权利要求书1页 说明书19页 附图8页

(54) 发明名称
干电极

(57) 摘要
本发明公开了一种干电极,该干电极是在没有皮肤准备或没有使用电解质凝胶的情况下附接到人类皮肤的电极。该电极包括:基底;导电颗粒,该导电颗粒具有至少一个点,该导电颗粒与基底接触;支撑层,该支撑层包封导电颗粒,导电颗粒具有从支撑层突出的点;和电连接器。一些电极具有导电基底,其它电极具有导电支撑层。



1. 一种制备干电极的方法,所述方法包括:
制备前体片材制品,其中制备所述前体片材制品包括:
提供具有表面的基底,所述表面包括碳层和位于所述碳层之上的银条,所述银条被未涂覆碳条隔开;
制备导电颗粒,其中该制备包括:
形成陶瓷四面体,每个陶瓷四面体包括至少一个尖;
通过物理气相沉积工艺用银涂覆所述陶瓷四面体,所述物理气相沉积工艺包括磁控溅射;以及
通过氧化还原反应将涂覆在所述陶瓷四面体上的银的一部分转化成氯化银;
将所述导电颗粒分布在所述基底的所述表面上;
将支撑材料层层合到所述基底的所述表面和所述导电颗粒上;
使所述导电颗粒的尖穿过所述支撑材料层,以使得所述导电颗粒的尖从所述支撑材料层延伸一定距离,以渗透用户皮肤的角质层但未到达真皮层;
其中所述导电颗粒的至少一个尺寸为175微米至1500微米。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述基底包括导电基底。
3. 根据权利要求2所述的方法,所述方法还包括使电连接器与所述导电基底接触以形成电连接。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中所述支撑材料层包括压敏粘合剂层或转移带。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述基底包括非导电基底,并且所述支撑材料层包括导电层。
6. 根据权利要求5所述的方法,所述方法还包括使电连接器与所述导电层和/或所述导电颗粒接触以形成电连接。
7. 根据权利要求4所述的方法,其中使所述导电颗粒的尖穿过所述支撑材料层包括利用辊使所述导电颗粒的尖穿过所述支撑材料层。

干电极

技术领域

[0001] 本公开整体涉及干电极——在没有皮肤准备或没有使用电解质凝胶的情况下附接到人类皮肤的电极,以及涉及用于制备这些干电极的方法。

背景技术

[0002] 用于测量生物电势的电极广泛用于现代临床和生物医学应用中。这些应用涵盖许多生理测试,包括心电图 (ECG)、脑电图 (EEG)、阻抗断层摄影术 (EIT)、肌电图 (EMG) 和眼电图 (EOG)。用于这些类型的生理测试的电极通过将体内的电势或生物电势转化成可由常规测量和记录装置测量的电压而用作换能器。

发明内容

[0003] 本公开涉及干电极——在没有皮肤准备或没有使用电解质凝胶的情况下附接到人类皮肤的电极。本文公开了干电极、用于制备干电极的片材制品前体以及用于制备这些干电极的方法。

[0004] 在一些实施方案中,电极包括:导电基底,该导电基底具有第一主表面和第二主表面;不连续的导电颗粒层,该导电颗粒中的至少一些导电颗粒与导电基底的第二主表面接触,并且包括具有至少一个点的成型颗粒。电极还包括支撑层,该支撑层具有第一主表面和第二主表面,其中支撑层的第一主表面与导电基底的第二主表面接触,并且支撑层包封导电颗粒,使得导电颗粒中的至少一个导电颗粒的至少一个点从支撑层的第二主表面突出。电极中还包括电连接器,该电连接器与导电基底的第二主表面电接触并且从导电基底突出。

[0005] 在其它实施方案中,电极包括:导电基底,该导电基底具有第一主表面和第二主表面;不连续的导电颗粒层,其中该导电颗粒中的至少一些导电颗粒包括具有至少一个点的成型颗粒,并且导电基底包封导电颗粒,使得导电颗粒中的至少一个导电颗粒的至少一个点从导电基底的第二主表面突出;和电连接器,该电连接器与导电基底的第二主表面、导电颗粒或它们的组合电接触。电连接器从导电基底突出。

[0006] 在又另一实施方案中,干电极包括:电连接器,该电连接器具有包括电极板部分的第二主表面和包括头部部分的第一主要部分;和不连续的导电颗粒层,该不连续的导电颗粒层与电连接器的第二主要部分电接触,并且其中导电颗粒包括具有至少一个点的成型颗粒。

[0007] 还公开了可作为干电极的前体的片材制品。在一些实施方案中,片材制品包括:基底,该基底具有第一主表面和第二主表面;不连续的导电颗粒层,该导电颗粒中的至少一些导电颗粒与基底的第二主表面接触,并且导电颗粒包括具有至少一个点的成型颗粒。片材制品还包括支撑层,该支撑层具有第一主表面和第二主表面,其中支撑层的第一主表面与基底的第二主表面接触,并且支撑层包封导电颗粒,使得导电颗粒中的至少一个导电颗粒的至少一个点从支撑层的第二主表面突出。在一些实施方案中,基底包括导电层。在其它实

施方案中,支撑层包括导电层,并且基底包括非导电基底。

[0008] 还公开了用于制备干电极的方法。在一些实施方案中,该方法包括制备前体片材制品,其中制备前体片材制品包括:提供具有第一主表面或第二主表面的基底;提供导电颗粒,该导电颗粒包括具有至少一个点的成型颗粒;使至少一个导电颗粒与基底的第二主表面接触,使得至少一个点从基底的第二主表面突出;提供具有第一主表面和第二主表面的支撑材料层;使支撑材料层的第一主表面与基底的第二主表面和导电颗粒接触,使得至少一个导电颗粒的至少一个点突出穿过支撑材料层的第二主表面。该方法还包括使电连接器与导电基底接触以形成电连接。在一些实施方案中,基底包括导电基底。在其它实施方案中,基底包括非导电基底,并且支撑材料层包括导电层。

附图说明

[0009] 参照以下结合附图对本公开的各种实施方案的详细说明,可更全面地理解本申请。

[0010] 图1为本公开的导电颗粒的实施方案的剖视图。

[0011] 图2为本公开的干电极的实施方案的剖视图。

[0012] 图3为本公开的干电极的另一实施方案的剖视图。

[0013] 图4为本公开的干电极的另一实施方案的剖视图。

[0014] 图5为在人类皮肤上使用本公开的干电极的实施方案的剖视图。

[0015] 图6为本公开的能够形成干电极的片材制品的剖视图。

[0016] 图7为本公开的干电极的另一实施方案的剖视图。

[0017] 图8为示出了本公开的成型颗粒的照片。

[0018] 图9为示出了在实施例8中制备的电极的照片。

[0019] 在所示实施方案的以下描述中,参考了附图并通过举例说明的方式在这些附图中示出了其中可实践本公开的各种实施方案。应当理解,在不脱离本公开的范围的情况下,可利用实施方案,并且可进行结构上的改变。图未必按照比例绘制。图中使用的相似数字指代相似的部件。然而,应当理解,在给定图中使用数字指代部件不旨在限制另一个图中用相同数字标记的部件。

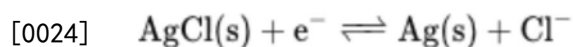
具体实施方式

[0020] 用于测量生物电势的电极广泛用于现代临床和生物医学应用中。这些应用涵盖许多生理测试,包括心电图(ECG)、脑电图(EEG)、阻抗断层摄影术(EIT)、肌电图(EMG)和眼电图(EOG)。用于这些类型的生理测试的电极通过将体内的电势或生物电势转化成可由常规测量和记录装置测量的电压而用作换能器。

[0021] 一般来讲,此类电极附接到皮肤的表面。电极放置在皮肤的表面上的困难在于皮肤的外层(角质层)缺乏水分,并且这种缺乏水分会产生高阻抗。该高阻抗起因于由于角质层中缺乏水分而导致的缺乏离子迁移率。

[0022] 人体的电传导基于离子的移动而不是存在于金属导体中的电子的移动。为了配准来自人体的电子信号,电极必须将离子传导转化成电子传导。当今可用的绝大多数电极通过使用银/氯化银还原/氧化反应来实现这种转导。邻近皮肤的包含 Ag^+ 离子和 Cl^- 离子的水

凝胶润湿角质层,并且使得离子能够在皮肤和电极之间迁移。转导发生在水凝胶和导电材料(通常为导电碳复合材料的金属扣或金属层)的界面处的电极内。导电材料涂覆有银,使得能够发生以下可逆反应,并且因此能够检测体内的电脉冲。



[0025] 使用含水凝胶电极的一个困难在于水凝胶中的水会经受蒸发。因此,当使用时,水凝胶可失水,并且变得无效。另外,在电极的储存和运输中,水凝胶的失水是一项重大挑战。为了防止水凝胶在其使用前失水,常常使用昂贵的包装(诸如带箔衬里封套)来增加此类电极的有限储存寿命。

[0026] 因此,已付出了相当大的努力来开发不使用水凝胶的“干”电极。为了制作干电极,许多尝试曾集中于使用水凝胶来水合干燥角质层的替代方案,即使用小结构来渗透角质层,并且接近位于下面的更富含水分的皮肤层。一般来讲,这些结构涂覆有在存在水分时将形成还原/氧化偶的材料(通常为银和氯化银)。已使用的此类小结构的示例包括微针或类似的小尖结构,以渗透角质层至皮肤的具有更多水分的更深层,在该更深层处离子更具移动性,从而实现传导。

[0027] 制造这些电极的方法(通常涉及注塑或其它类似工艺,随后用氧化还原偶对形成的微针结构进行涂覆)是劳动密集型的、相对高成本的工艺。这些制造问题将干电极局限于缝隙市场。因此,需要新工艺,用于以经济的方式制备干电极以允许这些电极在市场上与相对容易生产的湿电极竞争。

[0028] 在本公开中,描述了生产干电极的方法,该方法涉及使用可以连续工艺制备的微复制型颗粒。此类颗粒已被制备用于用在磨料制品中,并且可用于形成电极构造中的皮肤渗透结构。进一步地,这些颗粒在大部分工艺中可涂覆有氧化还原材料。然后这些经涂覆的颗粒被涂覆到导电基底上以形成干电极。所形成的干电极以及制备干电极的方法在下文更详细地描述。

[0029] 除非另外指明,否则说明书和权利要求书中所使用的表达结构尺寸、量和物理特性的所有数字在所有情况下均应理解成由术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容来寻求获得的期望特性而变化。用端值来表述的数值范围包括该范围内所包含的所有数字(如1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)及该范围内的任何范围。

[0030] 除非内容另外明确指明,否则如本说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一个”、“一种”和“所述”涵盖了具有多个指代物的实施方案。例如,对“一层”的引用涵盖了具有一个层、两个层或更多个层的实施方案。除非内容另外明确指明,否则如本说明书和所附权利要求书中所使用的,术语“或”一般以包括“和/或”的意义使用。

[0031] 如本文所用,术语“粘合剂”是指可用于将两个粘附体粘附在一起的聚合物组合物。粘合剂的示例为压敏粘合剂和凝胶粘合剂。

[0032] 本领域的普通技术人员熟知压敏粘合剂组合物具有包括如下在内的特性:(1)有力且持久的粘着性,(2)用手指按压就能进行粘附,(3)足够的固定到粘附体上的能力,和

(4) 足够的内聚强度以从粘附体上干净地移除。经发现良好地用作压敏粘合剂的材料为经设计和配制而表现出所需粘弹特性,从而使得粘性、剥离粘附力和剪切保持力达到期望平衡的聚合物。获得特性的适当平衡不是简单的方法。

[0033] 如本文所用,术语“凝胶粘合剂”是指包含能够粘附到一个或多个基底的液体或流体的粘性半固体交联基质。凝胶粘合剂可具有与压敏粘合剂共同的一些特性,但它们不是压敏粘合剂。“水凝胶粘合剂”是让水作为交联基质内包含的流体的凝胶粘合剂。

[0034] 术语“(甲基)丙烯酸酯”是指醇的单体丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯。丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯单体或低聚物在本文中通称为“(甲基)丙烯酸酯”。被称为“(甲基)丙烯酸酯官能”的材料为包含一个或多个(甲基)丙烯酸酯基团的材料。

[0035] 如本文所用,术语“成型磨料颗粒”和“成型颗粒”能够互换使用,并且是指可作为磨料颗粒使用的陶瓷颗粒,其中颗粒的至少一部分具有预定形状,该预定形状由用于形成成型前体颗粒的模具腔复制而得。成型颗粒通常将具有基本上复制了用于形成成型颗粒的模具腔的预定几何形状。如本文所用,成型颗粒不包括通过机械粉碎操作获得的磨料颗粒。

[0036] 术语“室温”和“环境温度”能够互换使用,意指在20°C至25°C范围内的温度。

[0037] 术语“T_g”和“玻璃化转变温度”可互换使用。如果测量,除非另有说明,否则T_g值通过差示扫描量热法(DSC)以10°C/分钟的扫描速率测定。通常,不测量共聚物的T_g值,而是使用熟知的Fox公式,使用由单体供应商提供的单体T_g值来计算该值,如本领域技术人员所理解的。

[0038] 本文公开了可用于制作干电极的片材制品、干电极以及制作干电极的方法。本文所描述的片材制品是包含多层聚合物材料和非聚合物材料的基本上连续的片材,其中聚合物层和非聚合物层可为连续的或不连续的。制备可随后被切割、成形或成型为干电极的片材制品的优点在于此类工艺相对于可用于制作干电极的其它选项的通用性和低成本。使用本公开的片材制品可制备多种干电极。另外,如下文将更详细地描述,导电成型颗粒的使用允许直接形成离散的干电极以及由本公开的片材制品形成的干电极。另外,离散的干电极可形成为阵列,并且从而再次利用低成本的制造工艺。

[0039] 多种片材制品可被制备,并且用于形成干电极。一般来讲,片材制品包括基层、支撑层,其中不连续的导电颗粒层被支撑层包围,其中导电颗粒的至少一个点从支撑层突出。多种材料可用于制备本公开的片材制品。

[0040] 片材制品包括基层。该基层用作基部,片材的其余部分可组装在该基部上。多种基层是合适的。在一些实施方案中,基层是单层,在其它实施方案中,基层是多层基层。

[0041] 在一些实施方案中,基层是载体层,所谓载体层是指基层用在片材制品的制备中,但不作为片材制品的永久部分被包括,而是在某一时刻被去除。合适的载体层的示例包括多种聚合物膜。在一些实施方案中,基层包括剥离衬里。剥离衬里在粘合剂领域中是熟知的,并且包括具有固有剥离特性或在至少一个表面上具有剥离涂层的聚合物膜。

[0042] 在一些实施方案中,基底包括非导电基底,比如上述载体层,但基底不从电极去除。这样,非导电基底保留在最终制品中。

[0043] 在其它实施方案中,基底包括具有第一主表面和第二主表面的导电基底。导电基底可包括单层构造或者其可为多层构造。如果导电基底为多层构造,则多层构造的第二主

表面为导电层,使得导电颗粒与导电层电接触。在一些实施方案中,导电基底包括具有导电层和非导电层的两层构造。多种此类导电基底是合适的。在一些实施方案中,导电基底包括具有导电涂层的膜层,诸如聚合物膜层。聚合物膜的示例包括包含一种或多种聚合物的膜,所述聚合物为诸如乙酸丁酸纤维素;乙酸丙酸纤维素;三乙酸纤维素;聚(甲基)丙烯酸酯,诸如聚甲基丙烯酸甲酯;聚酯,诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯;基于萘二羧酸的共聚物或共混物;聚醚砜;聚氨酯;聚碳酸酯;聚氯乙烯;间规立构聚苯乙烯;环烯烃共聚物;以及聚烯烃,包括聚乙烯和聚丙烯,诸如浇铸和双轴取向的聚丙烯。膜可包括单层或多层,诸如经聚乙烯涂覆的聚对苯二甲酸乙二醇酯。多种导电涂层是合适的,诸如金属、金属网格的薄涂层或导电碳的连续涂层。

[0044] 本公开的片材制品还包括不连续的导电颗粒层。所谓不连续的层是指该层包括并非全部彼此接触的离散颗粒。

[0045] 多种导电颗粒适合用于本公开的片材制品中。一般来讲,导电颗粒包括具有导电金属涂层的非压缩成型颗粒。通常,导电颗粒由通过用于制作成型磨料颗粒的方法制备的颗粒制备,但导电颗粒可具有多种形状,包括诸如菱角的形状。导电金属涂层可为多层涂层,例如,导电金属涂层可覆盖成型颗粒的整个或基本上整个表面,并且二次涂层(诸如银涂层或银/氯化银涂层)可选择性地涂覆在第一导电金属涂层的全部或一部分上。在一些实施方案中,导电颗粒包括完全涂覆有银的颗粒,并且该涂层的一部分转化为银/氯化银涂层,或者银涂层的一部分可用氯化银涂层包覆。在其它实施方案中,颗粒完全涂覆有导电涂层,并且然后颗粒的一部分涂覆有银,并且转化为银/氯化银涂层。虽然各种大小和形状适合于成型颗粒,但成型颗粒的至少一个尺寸为100微米至1500微米。

[0046] 在一些实施方案中,非压缩成型颗粒包括陶瓷成型颗粒。合适的陶瓷成型颗粒的示例为具有倾斜侧壁的成型磨料颗粒,如美国专利号8,142,531中所描述。下面描述制作成型颗粒的步骤。成型磨料颗粒尤其期望用于形成本公开的制品,因为它们可用已知技术大量生产,并且用导电涂层涂覆以形成具有至少一个点的颗粒。这些尖的导电颗粒在形成干电极时是非压缩的并且能够渗透角质层。

[0047] 第一工艺步骤涉及提供可转化为 α -氧化铝的有晶种分散体或无晶种分散体。 α -氧化铝前体组合物通常包括挥发性组分的液体。分散体通常包含足量的液体,以使分散体的粘度足够低,从而能够填充模具腔,并且复制模具表面,但是液体的量不能太多,以致随后将液体从模具腔中去除的成本过高。还可使用勃姆石或除勃姆石之外的氧化铝水合物。勃姆石可通过已知的技术来制备或者可商购获得。市售勃姆石的示例包括商标为“DISPERAL”和“DISPAL”(均可购自沙索北美有限公司(Sasol North America, Inc.))或“HiQ-40”(可购自巴斯夫公司(BASF Corporation))的产品。该分散体可以包含改性添加剂或改性添加剂的前体。改性添加剂可用于增强颗粒的某些所需特性或者提高后续烧结步骤的效率。分散体也可包含成核剂,以增强水合氧化铝或煅烧氧化铝向 α -氧化铝的转化。适用于本公开的成核剂包括 α -氧化铝、 α -氧化铁或其前体、二氧化钛和钛酸盐、氧化铬的细粒或者使转化物成核的任何其它材料。如果使用成核剂的话,则其量应当足够多,以对 α -氧化铝进行转化。例如,在美国专利号4,744,802(Schwabel)中公开了使此类分散体成核的过程。可将胶溶剂添加到分散体中以生产更稳定的水溶胶或胶态分散体。合适的胶溶剂为单质子酸或酸性化合物,诸如乙酸、盐酸、甲酸和硝酸。

[0048] 可通过任何合适的方式(诸如,例如简单地通过将氧化铝一水合物与包含胶溶剂的水混合,或者通过形成氧化铝一水合物浆液,再向该浆液加入胶溶剂)来形成分散体。可添加消泡剂或其它合适的化学品,以降低混合时形成气泡或夹带空气的倾向。如果需要,可添加附加化学品,诸如润湿剂、醇或偶联剂,如美国专利号5,645,619(Erickson等人)、美国专利号5,551,963(Larmie)和美国专利号6,277,161(Castro)中所公开。

[0049] 第二工艺步骤涉及提供具有至少一个模具腔,并且通常为多个腔的模具。该多个腔可在生产工具中形成。生产工具可为带状物、片状物、连续纤维网、涂覆辊(诸如轮转凹版辊)、安装在涂覆辊上的套筒、或模具。该生产工具包含聚合物材料。适合的聚合物材料的实例包括热塑性材料,例如聚酯、聚碳酸酯、聚醚砜、聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯或它们的组合物、或热固性材料。

[0050] 腔体具有规定的三维形状。在示例性实施方案中,当从顶部观察时,腔的形状可被描述为四角形,使得所形成的颗粒具有四面体形状。另选地,可使用其它腔形状。给定模具的腔可具有相同的形状或不同的形状。

[0051] 第三工艺步骤涉及通过任何常规技术来用分散体填充模具中的腔。在一些实施方案中,可使用刀辊涂布机或真空槽模涂布机。如果需要,可使用脱模剂以有助于从模具去除颗粒。

[0052] 第四工艺步骤涉及去除挥发性组分,以干燥分散体。有利地,以快速蒸发速率去除挥发性组分。在一些实施方案中,通过蒸发去除挥发性组分的操作是在高于挥发性组分的沸点的温度下进行的。干燥温度的上限通常取决于制成模具的材料。针对聚丙烯模具,温度应当低于该塑料的熔点。

[0053] 第五工艺步骤涉及从模具腔中去除前体成型颗粒。可通过在模具上单独地或组合地使用以下工艺来从腔中去除前体成型颗粒:使用重力、振动、超声振动、真空或加压空气,以从模具腔中去除颗粒。前体颗粒可在模具外进一步干燥。如果分散体在模具中被干燥至所需程度,则该附加干燥步骤是不必要的。

[0054] 第六工艺步骤涉及煅烧前体成型颗粒。在煅烧期间,基本上所有挥发性物质都被去除,并且存在于分散体中的各种组分均转化成金属氧化物。通常,将前体成型颗粒加热到400°C至800°C的温度,并且将其维持在该温度范围内,直到去除游离水和90重量%以上的任何结合的挥发性物质为止。

[0055] 第七工艺步骤涉及对煅烧的前体成型颗粒进行烧结,以形成 α -氧化铝颗粒。在烧结之前,煅烧的前体成型颗粒并未完全致密化,并且因此缺乏用作成型颗粒所需硬度。烧结按以下步骤进行:将煅烧的前体成型颗粒加热到1000°C至1650°C的温度,并且将其维持在该温度范围内,直到基本上所有的一水合 α -氧化铝(或等同物质)均转化为 α -氧化铝,并且孔隙度减小到小于15体积%。为了实现该转化水平而必须将煅烧的前体成型颗粒在烧结温度下暴露的时间长度取决于多种因素,但通常为五秒至48小时。烧结之后,成型颗粒可具有10GPa、16GPa、18GPa、20GPa或更大的维氏硬度。

[0056] 可使用其它步骤来修改所描述的工艺,诸如将材料从煅烧温度迅速加热到烧结温度,将分散体离心以去除淤渣、废料等。此外,如果需要,可通过合并工艺步骤中的两个或更多个工艺步骤来对本工艺进行修改。在美国专利号4,314,827(Leitheiser)中对可用于修改本公开的工艺的常规工艺步骤进行了更完整的描述。

[0057] 以上概述的步骤仅仅是说明性的,并且本公开不涉及非压缩陶瓷颗粒的制备,而是涉及它们以新的和意料不到的方式用于制备片材制品和干电极的用途。

[0058] 可使用多种不同的技术用金属涂覆所形成的陶瓷颗粒。其中合适的方法有物理气相沉积。物理气相沉积(PVD)描述了可用于生产薄膜和涂层的多种真空沉积方法。PVD的特征在于以下工艺,在该工艺中,材料从凝结相变为蒸汽相,并且然后回到薄膜凝结相。最常见的PVD工艺是溅射和蒸镀。

[0059] 通常,使用在美国专利号4,612,242和7,727,931以及美国专利公开号2014/0363554中描述的方法和设备,用银来涂覆陶瓷颗粒。

[0060] 片材制品还包括支撑层。支撑层具有第一主表面和第二主表面。支撑层的第一主表面与基底的第二主表面接触。支撑层包封导电颗粒,使得导电颗粒中的至少一个导电颗粒的至少一个点从支撑层的第二主表面突出。一般来讲,支撑层的厚度为25微米至500微米,在一些实施方案中为50微米至150微米。

[0061] 在一些实施方案中,支撑层包括压敏粘合剂层。压敏粘合剂是非常合适的支撑层,因为它们可用于将导电颗粒保持在适当位置,并且还用于将所形成的干电极制品粘附到使用者的皮肤。

[0062] 多种压敏粘合剂适合用作支撑层。可用的压敏粘合剂包括基于天然橡胶、合成橡胶、苯乙烯嵌段共聚物、聚乙烯醚、丙烯酸类树脂、聚 α 烯烃、有机硅、聚氨酯或聚脲的压敏粘合剂。

[0063] 可用的天然橡胶压敏粘合剂通常包含塑炼天然橡胶、每100份天然橡胶25份至300份的一种或多种增粘树脂以及通常0.5至2.0份的一种或多种抗氧化剂。天然橡胶的等级范围是从淡白绉级到更深的有棱纹的烟胶片,包括例如CV-60(一种粘度受控的橡胶级)和SMR-5(一种有棱纹的烟胶片橡胶级)。

[0064] 与天然橡胶一起使用的增粘树脂通常包括但不限于木松香及其加氢衍生物;各种软化点的萜烯树脂和基于石油的树脂,例如得自埃克森(Exxon)的“ESCOREZ 1300”系列的C5脂族萜烯衍生树脂,以及得自赫尔克里公司(Hercules, Inc)的“PICCOLYTE S”系列的聚萜烯。可使用抗氧化剂来延迟对天然橡胶的氧化侵蚀,氧化侵蚀可能导致天然橡胶粘合剂的内聚强度损失。可用的抗氧化剂包括但不限于胺类,诸如N-N’二- β -萘基-1,4-苯二胺,以商品名“AGERITE D”购得;酚类,诸如2,5-二-(叔戊基)对苯二酚,以商品名“SANTOVAR A”从孟山都化学公司(Monsanto Chemical Co.)购得;四[亚甲基-3-(3’,5’-二-叔丁基-4’-羟基苯基)丙酸酯]甲烷,以商品名“IRGANOX 1010”从汽巴-嘉基公司(Ciba-Geigy Corp.)购得;以及2-2’-亚甲基双(4-甲基-6-叔丁基苯酚),以商品名抗氧化剂2246购得;以及二硫代氨基甲酸酯,例如二硫代二丁基氨基甲酸锌。针对特殊用途可将其它材料添加到天然橡胶粘合剂中,其中所述添加剂可包括增塑剂、颜料和用于部分硬化压敏粘合剂的固化剂。

[0065] 另一类可用的压敏粘合剂是包括合成橡胶的那些。这种粘合剂通常是橡胶状弹性体,它们是自发粘的或非粘性且需要增粘剂的。

[0066] 自发粘合成橡胶压敏粘合剂包括,例如丁基橡胶(异丁烯和小于3%的异戊二烯的共聚物)、聚异丁烯(一种异戊二烯均聚物)、聚丁二烯(诸如“TAKTENE 220 BAYER”)或苯乙烯/丁二烯橡胶。丁基橡胶压敏粘合剂通常包含抗氧化剂,例如二丁基二硫代氨基甲酸锌。聚异丁烯压敏粘合剂通常不含抗氧化剂。通常需要增粘剂的合成橡胶压敏粘合剂也通常更

容易熔融加工。它们包含聚丁二烯或苯乙烯/丁二烯橡胶、每100份橡胶10份至200份的增粘剂以及每100份橡胶通常0.5份至2.0份的抗氧化剂,诸如“IRGANOX 1010”。合成橡胶的示例是“AMERIPOL 1011A”,其为可从BF古德里奇公司(BF Goodrich)购得的苯乙烯/丁二烯橡胶。可用的增粘剂包括松香衍生物,诸如“FORAL 85”(得自赫克力士公司(Hercules Inc.)的稳定化松香酯)、得自天纳克公司(Tenneco)的“SNOWTACK”系列的松香以及得自Sylvachem公司的“AQUATAC”系列的妥尔油松香;以及合成烃树脂,诸如得自赫克力士公司(Hercules, Inc.)的“PICCOLYTE A”系列聚萘烯、“ESCOREZ 1300”系列C₅脂族烯烃衍生的树脂、“ESCOREZ 2000”系列C₉芳族/脂族烯烃衍生的树脂和聚芳族C₉树脂,诸如得自赫克力士公司(Hercules, Inc.)的“PICCO 5000”系列芳香烃树脂。可针对特殊用途添加其它材料,包括氢化丁基橡胶、颜料、增塑剂、液体橡胶(诸如可购自埃克森公司(Exxon)的“VISTANEX LMMH”聚异丁烯液体橡胶)和部分地硫化粘合剂的固化剂。

[0067] 苯乙烯嵌段共聚物压敏粘合剂一般包含A-B型弹性体或A-B-A型弹性体,其中A表示热塑性聚苯乙烯嵌段,而B表示聚异戊二烯、聚丁二烯或聚(乙烯/丁烯)和树脂的橡胶态嵌段。可用于嵌段共聚物压敏粘合剂中的各种嵌段共聚物的示例包括直链、放射状、星形和递变苯乙烯-异戊二烯嵌段共聚物,诸如可购自壳牌化学公司(Shell Chemical Co.)的“KRATON D1107P”,和可购自埃尼化工弹性体美洲有限公司(EniChem Elastomers Americas, Inc.)的“EUROPRENE SOL TE 9110”;直链苯乙烯-(乙烯-丁烯)嵌段共聚物,诸如可购自壳牌化学公司(Shell Chemical Co.)的“KRATON G1657”;直链苯乙烯-(乙烯-丙烯)嵌段共聚物,诸如可购自壳牌化学公司(Shell Chemical Co.)的“KRATON G1750X”;以及直链、放射状和星形苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物,诸如可购自壳牌化学公司(Shell Chemical Co.)的“KRATON D1118X”,和可购自埃尼化工弹性体美洲有限公司(EniChem Elastomers Americas, Inc.)的“EUROPRENE SOL TE 6205”。聚苯乙烯嵌段往往会形成球状、圆柱状或片状的域,这使得嵌段共聚物压敏粘合剂具有两相结构。与橡胶相相关的树脂通常产生压敏粘合剂中的粘性。橡胶相相关树脂的示例包括:脂族烯烃衍生的树脂,诸如可购自固特异公司(Goodyear)的“ESCOREZ 1300”系列和“WINGTACK”系列;松香酯,诸如均可购自赫克力士公司(Hercules Inc.)的“FORAL”系列和“STAYBELITE”酯10;氢化烃,诸如可购自埃克森公司(Exxon)的“ESCOREZ 5000”系列;聚萘烯,诸如“PICCOLYTE A”系列;以及衍生自石油或松节油来源的萘烯酚醛树脂,诸如可购自赫克力士公司(Hercules, Inc.)的“PICCOFYN A100”。与热塑性相相关的树脂往往使压敏粘合剂变硬。热塑性相相关树脂包括聚芳族,诸如可购自赫克力士公司(Hercules Inc.)的“PICCO 6000”系列芳香烃树脂;香豆酮-茛树脂,诸如可购自Neville公司的“CUMAR”系列;以及其它衍生自煤焦油或石油并具有高于约85°C的软化点的高溶解度参数树脂,诸如可购自阿莫科公司(Amoco)的“AMOCO 18”系列的 α -甲基苯乙烯树脂、可购自赫克力士公司(Hercules, Inc.)的“PICCOVAR 130”烷基芳族聚茛树脂,以及可购自赫克力士公司(Hercules)的“PICCOTEX”系列的 α -甲基苯乙烯/乙烯基甲苯树脂。可以出于特殊目的而添加其它材料,包括橡胶相增塑剂油,诸如可购自利安德石油化工公司(Lyondell Petrochemical Co.)的“TUFFLO 6056”、可购自雪佛龙公司(Chevron)的聚丁烯-8、可购自威特科公司(Witco)的“KAYDOL”,以及可购自壳牌化学公司(Shell Chemical Co.)的“SHELLFLEX 371”;颜料;抗氧化剂,诸如均可购自汽巴-嘉基公司(Ciba-Geigy Corp.)的“IRGANOX 1010”和“IRGANOX 1076”,可购自优耐陆化工公司

(Uniroyal Chemical Co.)的“BUTAZATE”,可购自美国氰胺公司(American Cyanamid)的“CYANOX LDTP”,以及可购自孟山都公司(Monsanto Co.)的“BUTASAN”;抗臭氧剂,诸如“NBC”,一种可购自杜邦公司(DuPont)的二丁基二硫代氨基甲酸镍;液体橡胶,诸如“VISTANEX LMMH”聚异丁烯橡胶;和紫外光抑制剂,诸如可购自汽巴-嘉基公司(Ciba-Geigy Corp)的“IRGANOX 1010”和“TINUVIN P”。

[0068] 聚乙烯醚压敏粘合剂一般是乙烯基甲基醚的均聚物、乙烯基乙基醚或乙烯基异丁基醚的共混物,或者乙烯基醚的均聚物与乙烯基醚和丙烯酸酯的共聚物的共混物,以实现所需的压敏粘合剂性质。根据聚合的程度,均聚物可为粘性油、发粘的软树脂或橡胶状物质。用作聚乙烯醚粘合剂中的原料的聚乙烯醚包括基于以下的聚合物:乙烯基甲基醚,诸如可购自巴斯夫公司(BASF)的“LUTANOL M 40”,以及可购自ISP技术公司(ISP Technologies, Inc.)的“GANTREZ M 574”和“GANTREZ 555”;乙烯基乙基醚,例如“LUTANOL A 25”、“LUTANOL A 50”和“LUTANOL A 100”;乙烯基异丁基醚,例如“LUTANOL I 30”、“LUTANOL I 60”、“LUTANOL IC”、“LUTANOL I 60D”和“LUTANOL I 65D”;甲基丙烯酸酯/乙烯基异丁基醚/丙烯酸,诸如可购自巴斯夫公司(BASF)的“ACRONAL 550 D”。可用于稳定聚乙烯醚压敏粘合剂的抗氧化剂包括例如可购自壳牌公司(Shell)的“IONOX 30”、可购自汽巴-嘉基公司(Ciba-Geigy)的“IRGANOX 1010”以及可购自勒沃库森公司(Bayer Leverkusen)的抗氧化剂“ZKF”。根据在BASF文献中的描述,可以将其它材料加入以用于特殊用途,所述材料包括增粘剂、增塑剂和颜料。

[0069] 丙烯酸压敏粘合剂通常具有约-20°C或更低的玻璃化转变温度,并且可包含从100重量百分比至80重量百分比的C₃-C₁₂烷基酯组分,诸如例如丙烯酸异辛基酯、丙烯酸2-乙基己酯和丙烯酸正丁酯,以及从0重量百分比至20重量百分比的极性组分,诸如例如丙烯酸、甲基丙烯酸、乙烯-乙酸乙烯酯单元、N-乙烯基吡咯烷酮和苯乙烯大分子单体。一般来讲,丙烯酸类压敏粘合剂包含0重量百分比至20重量百分比的丙烯酸和100重量百分比至80重量百分比的丙烯酸异辛基酯。丙烯酸类压敏粘合剂可为自发粘或发粘的。用于丙烯酸树脂的可用增粘剂是诸如可购自赫克力士公司(Hercules Inc.)的“FORAL 85”的松香酯、诸如“PICCOTEX LC-55WK”的芳族树脂、诸如可购自赫克力士公司(Hercules Inc.)的“PICCOTAC 95”的脂族树脂以及诸如可以商品名“PICCOLYTE A-115”和“ZONAREZ B-100”购自亚利桑那化学公司(Arizona Chemical Co.)的 α -蒎烯和 β -蒎烯的萜烯树脂。可以出于特殊目的而添加其它材料,包括氢化丁基橡胶、颜料和用于使粘合剂部分地硫化的固化剂。

[0070] 聚 α 烯烃压敏粘合剂,也被称作聚(1-烯烃)压敏粘合剂,通常包括基本上非交联的聚合物或非交联聚合物,它们可具有在其上接枝的可辐射活化官能团,如美国专利号5,209,971 (Babu等人)中描述的。聚 α -烯烃聚合物可为自粘的和/或包含一种或多种增粘材料。如果非交联,则聚合物的固有粘度通常在如通过ASTM D 2857-93,“用于稀释聚合物的溶液粘度的标准操作”(“Standard Practice for Dilute Solution Viscosity of Polymers”)测量的约0.7dL/g和5.0dL/g之间。另外,聚合物通常主要为无定形的。可用的聚 α 烯烃聚合物包括例如C₃-C₁₈聚(1-烯烃)聚合物,通常为C₅-C₁₂ α -烯烃和其与C₃或C₆-C₈的共聚物以及其与C₃的共聚物。增粘材料通常为在聚 α -烯烃聚合物中可混溶的树脂。在聚 α 烯烃聚合物中的增粘树脂的总量的范围为每100份聚 α 烯烃共聚物中从0至150份重量(根据特定应用)。可用的增粘树脂包括由C₅至C₉不饱和烃单体的聚合得到的树脂、聚萜烯、合成聚萜烯

等。基于这种类型的C₅烯烃馏分的此类市售树脂的示例有可购自固特异轮胎公司(Goodyear Tire)和橡胶公司(Rubber Co.)的“WINGTACK 95”和“WINGTACK 15”增粘树脂。其它烃类树脂包括可购自赫克力士化学公司(Hercules Chemical Co.)的“REGALREZ 1078”和“REGALREZ 1126”以及可购自荒川化学公司(Arakawa Chemical Co.)的“ARKON P115”。可以将其它材料加入以用于特殊用途,这些材料包括抗氧化剂、填料、颜料和辐射活化交联剂。

[0071] 有机硅压敏粘合剂包括两种主要组分,即聚合物或凝胶以及增粘树脂。聚合物通常是高分子量聚二甲基硅氧烷或聚二甲基二苯基硅氧烷,其在聚合物链的末端含有残余的硅醇官能团(SiOH),或者是包含聚二有机硅氧烷软链段和脲或草酰胺封端硬链段的嵌段共聚物。增粘树脂一般为由三甲基硅氧基(OSiMe₃)封端并还包含一些残余硅醇官能团的三维硅酸酯结构。增粘树脂的示例包括SR 545(得自通用电气公司,有机硅树脂事业部(General Electric Co.,Silicone Resins Division),纽约州沃特福德)和MQD-32-2(得自美国信越硅酮有限公司(Shin-Etsu Silicones of America,Inc.),加利福尼亚州托伦斯)。美国专利号2,736,721(Dexter)中描述了典型有机硅压敏粘合剂的制造。美国专利号5,214,119(Leir等人)中描述了硅氧烷脲嵌段共聚物压敏粘合剂的制造。可以出于特殊目的而添加其它材料,包括颜料、增塑剂和填料。填料的用量通常为每100份有机硅压敏粘合剂中的0份至10份的量。可被使用的填料的示例包括氧化锌、二氧化硅、炭黑、颜料、金属粉末和碳酸钙。一种特别适宜的含硅氧烷的压敏粘合剂类别是具有草酰胺封端的硬链段的那些,诸如描述于美国专利号7,981,995(Hays)和美国专利号7,371,464(Sherman)中的那些。

[0072] 在本公开中可用的聚氨酯和聚脲压敏粘合剂包括例如在WO 00/75210(Kinning等人)中以及在美国专利号3,718,712(Tushaus)中、3,437,622(Dahl)和5,591,820(Kydonieus等人)中公开的那些。

[0073] 特别可用的压敏粘合剂是基于至少一种聚(甲基)丙烯酸酯(即,(甲基)丙烯酸类压敏粘合剂)。特别期望的聚(甲基)丙烯酸酯衍生自:(A)至少一种单烯键式不饱和(甲基)丙烯酸烷基酯单体(即,丙烯酸烷基酯和甲基丙烯酸烷基酯单体);以及(B)至少一个单烯键式不饱和自由基共聚的加强单体。增强性单体的均聚物玻璃化转变温度(T_g)高于(甲基)丙烯酸烷基酯单体的均聚物玻璃化转变温度,并且是提高所得共聚物的玻璃化转变温度和内聚强度的单体。选择单体A和单体B,使得由它们形成的共聚物是可挤出的并且能够形成纤维。本文中,“共聚物”是指包含两种或更多种不同单体的聚合物,包括三元共聚物、四元共聚物等。

[0074] 一般来讲,用于制备本发明的纤维的压敏粘合剂组分的单体包括:(A)当均聚时通常具有不大于约0°C的玻璃化转变温度(T_g)的单烯键式不饱和(甲基)丙烯酸烷基酯单体;和(B)当均聚时通常具有至少约10°C的玻璃化转变温度的单烯键式不饱和自由基共聚的增强单体。单体A和单体B的共聚物的玻璃化转变温度可通过差示扫描量热法测量,但是更典型地,T_g是使用熟知的Fox公式利用由单体供应商提供的均聚物T_g值来计算。

[0075] 作为单烯键式不饱和丙烯酸烷基酯或甲基丙烯酸烷基酯(即,(甲基)丙烯酸酯)的单体A有助于纤维的粘合剂组分的共聚物的柔韧性和粘性。一般来讲,单体A的均聚物T_g不高于约0°C。通常,(甲基)丙烯酸酯的烷基基团具有平均约4个至约20个碳原子,并且更一般而言,平均约4个至约14个碳原子。烷基基团可任选地在链中包含氧原子,从而形成例如醚

或烷氧基醚。单体A的示例包括但不限于丙烯酸-2-甲基丁酯、丙烯酸异辛酯、丙烯酸月桂酯、丙烯酸4-甲基-2-戊酯、丙烯酸异戊酯、丙烯酸仲丁酯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸正己酯、丙烯酸2-乙基己酯、丙烯酸正辛酯、丙烯酸正癸酯、丙烯酸异癸酯、甲基丙烯酸异癸酯以及丙烯酸异壬酯。其它的示例包括但不限于,聚乙氧基化的或聚丙氧基化的甲氧基(甲基)丙烯酸酯,例如CARBOWAX的丙烯酸酯(可从Union Carbide商购获得)和NK酯AM90G(可从日本的Shin Nakamura化学公司商购获得)。可以用作单体A的特别合适的单烯键式不饱和(甲基)丙烯酸酯包括丙烯酸异辛酯、丙烯酸-2-乙基己酯以及丙烯酸正丁酯。归类为A单体的各种单体的组合可用于制作用于制作本发明的纤维的共聚物。

[0076] 作为单烯键式不饱和和自由基共聚的增强单体的单体B增加了共聚物的玻璃化转变温度和内聚强度。一般来讲,单体B具有至少约10°C的均聚物T_g。通常,单体B为增强(甲基)丙烯酸类单体,包括丙烯酸、甲基丙烯酸、丙烯酰胺或(甲基)丙烯酸酯。单体B的示例包括但不限于丙烯酰胺类,诸如丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺、N-甲基丙烯酰胺、N-乙基丙烯酰胺、N-羟乙基丙烯酰胺、双丙酮丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、N,N-二乙基丙烯酰胺、N-乙基-N-氨基乙基丙烯酰胺、N-乙基-N-羟乙基丙烯酰胺、N,N-二羟乙基丙烯酰胺、叔丁基丙烯酰胺、N,N-二甲基氨基乙基丙烯酰胺以及N-辛基丙烯酰胺。单体B的其它示例包括衣康酸、巴豆酸、马来酸、富马酸、丙烯酸2,2-(二乙氧基)乙酯、丙烯酸2-羟乙酯或甲基丙烯酸2-羟乙酯、丙烯酸3-羟丙酯或甲基丙烯酸3-羟丙酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸异冰片酯、丙烯酸2-(苯氧基)乙酯或甲基丙烯酸2-(苯氧基)乙酯、丙烯酸联苯酯、丙烯酸叔丁基苯酯、丙烯酸环己酯、丙烯酸二甲基金刚烷酯、丙烯酸2-萘酯、丙烯酸苯酯、N-乙烯基甲酰胺、N-乙烯基乙酰胺、N-乙烯基吡咯烷酮以及N-乙烯基己内酰胺。可用作单体B的优选增强性丙烯酸类单体包括丙烯酸和丙烯酰胺。归类为B单体的各种增强单烯键式不饱和单体的组合可用于制作用于制作本发明的纤维的共聚物。

[0077] 一般来讲,丙烯酸酯共聚物被配制成具有小于约25°C、更典型地小于约0°C的所得T_g。此类丙烯酸酯共聚物通常包含约60份/100份至约98份/100份的至少一种单体A以及约2份/100份至约40份/100份的至少一种单体B。在一些实施方案中,丙烯酸酯共聚物具有约85份/100份至约98份/100份的至少一种单体A以及约2份/100份至约15份/100份的至少一种单体B。

[0078] 如果需要,可使用交联剂以构建粘合剂的共聚物的分子量和强度。通常,交联剂为与单体A和单体B共聚的试剂。交联剂可产生化学交联(例如共价键或离子键)。另选地,交联剂可产生热可逆物理交联,该热可逆物理交联源自例如由于硬链段(即,T_g高于室温,优选地高于70°C的那些链段)的相分离和/或酸/碱相互作用(即,涉及相同聚合物内的官能团或聚合物之间的官能团或聚合物与添加剂之间的官能团的那些相互作用)所导致的增强域的形成。通过使用大分子单体(诸如美国专利号4,554,324(Husman)的苯乙烯大分子单体)或如W099/42536中所描述的聚合物离子交联而发生优选交联。合适的交联剂也在美国专利4,737,559(Kellen)、美国专利5,506,279(Babu等人)和美国专利6,083,856(Joseph等人)中公开。

[0079] 在一些实施方案中,支撑层包括多层构造。多种多层构造是合适的。多层构造可包括或不包括如上所述的至少一层压敏粘合剂。特别合适的多层构造是转移带。双面胶带,也称为“转移带”,是在两个暴露表面上均具有粘合剂的粘合带。在一些转印带中,暴露表面

只是单个粘合剂层的两个表面。其它转印带为具有至少两层相同或不同的粘合剂层的多层转印带,并且在某些情况下为非粘合剂层的中间层。例如,多层转移带可为具有第一粘合剂层、中间层以及第二粘合剂层的3层构造。中间层可提供处理和/或抗撕强度或其它期望的特性。在本公开的片材制品的一些实施方案中,转移带包括三层构造,该三层构造包括第一压敏粘合剂层、第二压敏粘合剂层以及介于第一压敏粘合剂层和第二压敏粘合剂层之间的层。

[0080] 在本发明的片材制品中,转移带是特别合适的支撑层,因为它们是自立式制品,并且可易于层合到基底。在本公开中,可将导电颗粒放置在基底的第二主表面上,并且可将转移带层合到基底,使得转移带的第一主表面接触基底的第二主表面。在该工艺中,在转移带的层合期间,导电颗粒中的至少一些导电颗粒突出穿过转移带的第二主表面。通常,成型颗粒的至少一个点从支撑层的第一主表面突出50微米至1000微米。

[0081] 在基底为导电基底的实施方案中,支撑层可为单层粘合剂或多层转移带。在基底不是导电基底的实施方案中,支撑基底包括导电层。在一些实施方案中,转移带用作支撑层,并且转移带的中心层为导电层。

[0082] 上述片材制品可用于形成本文描述的干电极。描述了干电极的多个不同实施方案。由上述片材制品形成的实施方案可分为两种一般电极构造。第一一般构造包括导电基底、不连续的导电颗粒层、支撑层和电连接器。第二一般电极构造与第一一般构造相关,并且包括导电层、不连续的导电颗粒层和电连接器。下文详细地描述这些构造中的每种构造。

[0083] 在第一构造的一些实施方案中,干电极包括:导电基底,该导电基底具有第一主表面和第二主表面;不连续的导电颗粒层,其中该导电颗粒中的至少一些导电颗粒与导电基底的第二主表面接触;和支撑层,该支撑层具有第一主表面和第二主表面,其中支撑层的第一主表面与导电基底的第二主表面接触;和电连接器,该电连接器与导电基底的第二主表面电接触。导电颗粒包括具有至少一个点的成型颗粒。在该实施方案中,支撑层包封导电颗粒,使得导电颗粒中的至少一个导电颗粒的至少一个点从支撑层的第二主表面突出。

[0084] 干电极包括导电基底。导电基底用作下面描述的导电颗粒的支撑层。多种导电基底是合适的,并且已在上文进行了描述。在一些实施方案中,导电基底包括具有导电涂层的膜层,诸如聚合物膜层。聚合物膜的示例包括包含一种或多种聚合物的膜,所述聚合物为诸如乙酸丁酸纤维素;乙酸丙酸纤维素;三乙酸纤维素;聚(甲基)丙烯酸酯,诸如聚甲基丙烯酸甲酯;聚酯,诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯;基于萘二羧酸的共聚物或共混物;聚醚砜;聚氨酯;聚碳酸酯;聚氯乙烯;间规立构聚苯乙烯;环烯烃共聚物;以及聚烯烃,包括聚乙烯和聚丙烯,诸如浇铸和双轴取向的聚丙烯。膜可包括单层或多层,诸如经聚乙烯涂覆的聚对苯二甲酸乙二醇酯。多种导电涂层是合适的,诸如金属、金属网格的薄涂层或导电碳的连续涂层。

[0085] 干电极还包括不连续的导电颗粒层。所谓不连续的层是指该层包括并非全部彼此接触的离散颗粒。上文详细地描述了导电颗粒。

[0086] 第一一般电极构造包括支撑层。支撑层具有第一主表面和第二主表面。支撑层的第一主表面与导电基底的第二主表面接触。在该实施方案中,支撑层包封导电颗粒,使得导电颗粒中的至少一个导电颗粒的至少一个点从支撑层的第二主表面突出。一般来讲,支撑层的厚度为25微米至500微米,在一些实施方案中为50微米至150微米。

[0087] 上文详细地描述了合适的支撑层。在本发明的干电极中,转移带是特别合适的支撑层,因为它们是自立式制品,并且可易于层合到基底。在本公开中,可将导电颗粒放置在导电基底的第二主表面上,并且可将转移带层合到导电基底,使得转移带的第一主表面接触导电基底的第二主表面。在该工艺中,在转移带的层合期间,导电颗粒中的至少一些导电颗粒突出穿过转移带的第二主表面。通常,成型颗粒的至少一个点从支撑层的第一主表面突出50微米至1000微米。

[0088] 干电极还包括电连接器。电连接器与导电基底的第二主表面电接触,并且从导电基底突出。

[0089] 多种电连接器适合用于本公开的干电极中。基本上适合与湿电极或干电极一起使用的任何电连接器都适合用于当前的干电极中。示例包括美国专利号6,415,170(Loutis等人)中所描述的连接器的螺柱。螺柱具有位于干电极的基底的一侧上的电极板部分,以用于通过导电基底和导电颗粒电连接到干电极的佩戴者的皮肤。电连接器的另一侧上是头部部分,电气装置可附接到该头部部分。头部部分可具有多种形状和大小。

[0090] 本文还公开了第二一般电极构造。第二一般电极构造与第一一般构造相关,并且包括导电层、不连续的导电颗粒层和电连接器。该实施方案类似于上述第一一般电极构造,但在该实施方案中,第一一般构造的导电基底和支撑层组合在单个元件(导电层)中,而不是两个不同的元件。该一般电极构造同样可由上述片材制品制备。用于形成这些干电极的合适片材制品为其中支撑层包括导电层,并且基底包括非导电基底的那些制品。

[0091] 在第二一般电极构造的一些实施方案中,干电极包括具有第一主表面和第二主表面的导电层、不连续的导电颗粒层和电连接器。导电层可为单层,但如下所述,通常包括其它非导电层,并且因此为多层构造。在该实施方案中,导电颗粒中的至少一些导电颗粒包括具有至少一个点的成型颗粒,并且导电层包封导电颗粒,使得导电颗粒中的至少一个导电颗粒的至少一个点从导电层的第二主表面突出。电连接器与导电层的第二主表面、导电颗粒或它们的组合电接触,并且电连接器从导电层的第一主表面突出。

[0092] 多种材料可用作导电层,只要该层是导电的,并且能够包封不连续的导电颗粒层。通常,导电层的厚度为25微米至500微米。

[0093] 在一些实施方案中,导电层包括多层构造。特别合适的多层构造是转移带。上文已描述了转移带。适合用作导电层的转移带的示例为三层构造,该三层构造包括第一压敏粘合剂层、第二压敏粘合剂层以及介于第一压敏粘合剂层和第二压敏粘合剂层之间的导电夹层。在该实施方案中,导电颗粒嵌入第二压敏粘合剂层内,并且与转移带的导电夹层电接触,并且电连接器嵌入第一压敏粘合剂层中,并且与转移带的导电夹层电接触。

[0094] 适合于电极的第二一般构造的颗粒和电连接器与上述用于电极的第一一般构造的颗粒和电连接器相同。与第一一般电极一样,成型颗粒的至少一个点从导电层的第二主表面突出50微米至1000微米。

[0095] 本文还公开了可用导电颗粒制备但不是由片材制品制备的干电极,而是可直接制备离散干电极。在这些实施方案中,可通过将不连续的导电颗粒层粘附到电连接器的电极板部分来形成干电极。上文描述了导电颗粒和电连接器。

[0096] 该实施方案可通过将导电颗粒接触以及粘附到电连接器的电极板部分来制备。多种技术和材料可用于将导电颗粒粘附到电连接器,只要能在导电颗粒和电连接器之间维持

电连接即可。导电粘合剂可用于将导电颗粒粘附到电连接器。电连接器的电极板可涂覆有导电粘合剂,以在电极板部分上形成连续或不连续的导电粘合剂层。然后可使导电颗粒与经涂覆的电极板部分接触。在其它实施方案中,导电颗粒可通过焊接或类似的技术(诸如将电连接器加热到使导电颗粒的导电涂层软化,并且在导电颗粒和电连接器之间形成导电相互作用的温度)粘附到电连接器。如上所述,虽然该实施方案描述了离散干电极的形成,但这些技术也可用于形成离散干电极阵列。离散干电极阵列的形成允许大量生产这些电极。

[0097] 可能令人期望的是,将附加元件添加到该离散构造中以形成干电极。例如,由于电连接器通常相对较小,因此可将基底层附接到该构造以提供更易于处理的较大电极。另外,可将如上所述的支撑层添加到该构造。与先前描述的构造一样,至少一个导电颗粒的至少一个点突出穿过支撑层。这些附加元件为干电极提供支撑和易于处理性。

[0098] 本文还公开了制备干电极的方法。多种方法是合适的。如上所述,在一些实施方案中,该方法涉及制备片材制品以及使用该片材制品来制备干电极。这些方法根据所制备的干电极是第一一般电极构造还是第二一般电极构造而发生变化。另外,可在无需首先制备片材制品的情况下直接制备离散干电极。

[0099] 在一些实施方案中,形成干电极的方法包括形成前体片材制品,其中该前体片材制品包括一般方法,该前体片材制品可通过添加电连接器来制成电极。该方法通常用于制备两种一般电极构造。制备电极的一般方法包括:提供具有第一主表面和第二主表面的基底;提供导电颗粒;使至少一个导电颗粒与基底的第二主表面接触,使得至少一个点从基底的第二主表面突出;提供具有第一主表面和第二主表面的支撑材料层;使支撑材料层的第一主表面与基底的第二主表面和导电颗粒接触,使得至少一个点突出穿过支撑材料层的第二主表面。

[0100] 导电颗粒包括具有至少一个点的成型颗粒,如上文所详述。在干电极包括第一一般构造的方法中,基底包括导电基底。上文已详细地描述了导电基底。该方法还包括使电连接器与导电基底接触以形成电连接。导电基底可为多层构造。在一些实施方案中,导电基底包括两层构造,其中导电层形成基底的第二主表面,并且非导电层形成基底的第一主表面。

[0101] 在这些实施方案中,支撑材料包括上述支撑层。在一些实施方案中,支撑材料层包括压敏粘合剂层。压敏粘合剂可作为液体或溶液提供,并且被涂覆到包含不连续的导电颗粒层的导电基底层。然后,如果压敏粘合剂层溶解于溶剂中则将其干燥,如果压敏粘合剂层以熔融形式提供则可允许其凝固,或者如果压敏粘合剂层作为未固化组合物提供则使其固化。压敏粘合剂也可作为层合到导电基底层的预成形压敏粘合剂层来提供,该导电基底层包含不连续的导电颗粒层。然而,将压敏粘合剂施涂到包含不连续的导电颗粒层的导电基底层上,不连续层的颗粒的点中的至少一些点突出穿过压敏粘合剂层。

[0102] 另外,如上所述,支撑材料层可包括多层构造。合适的多层构造的示例为转移带,其中转移带包括三层构造,该三层构造包括第一压敏粘合剂层、第二压敏粘合剂层以及介于第一压敏粘合剂层和第二压敏粘合剂层之间的层。这些实施方案中的转移带还可包括与第二压敏粘合剂层接触的剥离衬里。包括转移带或类似类型的支撑层的方法包括使支撑材料层的第一主表面与基底的第二主表面和导电颗粒接触。在支撑层为三层转移带的实施方案中,该步骤包括:将第一压敏粘合剂层层合到基底的第二主表面和导电颗粒,以及向层合转移带的剥离衬里施加压力以将导电颗粒的点按压通过转移带,以及去除剥离衬里以暴露

第二压敏粘合剂和导电颗粒的突出点。

[0103] 无论支撑层的组成或其形成方式如何,支撑层都具有合适的厚度,以允许导电颗粒的至少一个点突出穿过支撑层的第二主表面。通常,支撑层的厚度为10微米至500微米。

[0104] 本公开的方法的其它实施方案涉及制备第二一般构造的干电极。这些实施方案还涉及使用预成形片材制品,但片材制品的元件不同于上述片材制品前体中的元件。在这些实施方案中,基底包括非导电基底,并且支撑材料层包括上述导电层。非导电基底可为可去除基底。可去除基底是指基底未结合到最终干电极中,而是用作在其上放置导电颗粒的载体。可去除基底的示例包括如上所述的剥离衬里。在其它实施方案中,非导电基底不是可去除基底,而是保持为最终制品的一部分。通常,非导电基底包括聚合物膜。合适的聚合物膜的示例包括包含一种或多种聚合物的膜,该一种或多种聚合物为诸如乙酸丁酸纤维素;乙酸丙酸纤维素;三乙酸纤维素;聚(甲基)丙烯酸酯,诸如聚甲基丙烯酸甲酯;聚酯,诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯;基于萘二羧酸的共聚物或共混物;聚醚砜;聚氨酯;聚碳酸酯;聚氯乙烯;间规立构聚苯乙烯;环烯烃共聚物;以及聚烯烃,包括聚乙烯和聚丙烯,诸如浇铸和双轴取向的聚丙烯。膜可包括单层或多层,诸如经聚乙烯涂覆的聚对苯二甲酸乙二醇酯。

[0105] 如上所述,支撑材料层包括导电层。上文详细地描述了合适的导电层。导电层可为单层或者其可为多层构造。导电层的形成可通过将转移带层合到基底的第二主表面和不连续的导电颗粒层来实现。在其它实施方案中,可将可固化或可流动材料涂覆到基底的第二主表面和不连续的导电颗粒层上。如果该涂层是能够固化的则该涂层可被固化,或者在该涂层是能够流动的情况下则允许该涂层冷却和硬化,前提条件是在固化或冷却时,该涂层是导电的。在一些实施方案中,导电层包含压敏粘合剂,但导电层无需为粘合剂层。在导电层包含粘合剂的实施方案中,导电层可为导电粘合剂,或者其可为多层构造,诸如包含导电层的转移带。

[0106] 与用于制备第一一般构造的干电极的方法一样,用于制备第二一般构造的干电极的方法还包括使电连接器与导电层和/或导电颗粒接触以形成电连接。

[0107] 无论支撑层的组成或其形成方式如何,支撑层都具有合适的厚度,以允许导电颗粒的至少一个点突出穿过支撑层的第二主表面。通常,支撑层的厚度为10微米至500微米。

[0108] 如果基底为可去除基底,则可在电连接器与导电层和/或导电颗粒接触以形成电连接之前或之后去除该可去除基底。通过去除可去除基底而暴露的表面可留作开放表面,或者如果需要,可将不同的基底粘附到该表面。

[0109] 可通过参照附图进一步理解本公开的实施方案。

[0110] 图1为本公开的成型导电颗粒的实施方案的剖视图。在图1中,成型导电颗粒100在整个颗粒上具有导电涂层110,并且在颗粒的仅一部分上具有二次导电涂层120。

[0111] 图2示出了本公开的干电极的一个实施方案。在图2中,干电极200具有导电颗粒201、支撑层230,该支撑层具有3个子层231、232、233,其中231和233为粘合剂层并且232为膜层。层240是包括导电层241和任选的膜层242的导电基底。电连接器250与导电基底240电接触。

[0112] 图3为本公开的干电极的另一实施方案,并且类似于图2所示的干电极。在图3中,干电极300具有导电颗粒301、整体支撑层330、包括导电层341和任选的膜层342的导电基底

340、以及电连接器350。

[0113] 图4为本公开的干电极的又另一实施方案。在图4中,干电极400具有导电颗粒401和支撑层430,该支撑层具有3个子层431、432、433,其中431和433为粘合剂层并且432为导电层。层442为非导电基底层。层442被示出为整体层,但可为多层构造。电连接器450与导电层432电接触。

[0114] 图5示出了本公开的干电极的使用方式,干电极500具有导电颗粒501,该导电颗粒渗透角质层570,并且接触表皮层580,但未到达真皮层590。干电极500可为上文所示的具有电连接器550的干电极中的任一个干电极。

[0115] 图6为本公开的能够形成干电极的片材制品的实施方案。在图6中,片材制品600具有导电颗粒601、支撑层630、具有导电层641和膜层642的基底层640。应当理解,在一些实施方案中,基底层640为非导电基底层,并且可为整体层或多层。同样,支撑层630可为多层构造,并且在一些实施方案中包含导电层。

[0116] 图7为本公开的干电极的另一实施方案,在该实例中为离散干电极。在图7中,干电极700具有在表面702处粘附到电连接器750的导电颗粒701。表面702可为导电粘合剂层、焊料连接部等。

[0117] 图8为示出了基底层上的成型导电颗粒的照片。

[0118] 图9为示出了如上文图7和下文实施例8所描述的在电连接器上的成型导电颗粒的照片。

[0119] 实施例

[0120] 这些实施例仅为了进行示意性的说明,并非意在限制所附权利要求书的范围。除非另外指明,否则实施例以及说明书的余下部分中的所有份数、百分数、比率等均按重量计。除非另有指明,否则所用的溶剂和其它试剂均得自西格玛奥德里奇化学公司(Sigma-Aldrich Chemical Company, St. Louis, MO)。

[0121] 精确成型晶粒 (PSG) 四面体的生产

[0122] 根据美国专利号8,142,531中概述的过程来生产陶瓷四面体。 α -氧化铝颗粒由氧化铝-水合物的分散体制成,该分散体被胶凝、模制成型、干燥定型、煅烧并然后烧结。在这种情况下,使用具有多个规则四面体形聚合物腔的模具来使溶胶-凝胶成型,从而在烧结后得到具有大约33密耳(0.84mm)长的边缘的颗粒。

[0123] 使用以下配方制作勃姆石溶胶-凝胶样品:通过高剪切混合将商品名为DISPERAL(可购自德国汉堡市的CONDEA化学股份有限公司(CONDEA Chemie GmbH, Hamburg, Germany))的氧化铝-水合物粉末(1600份)分散到包含水(2400份)和70%硝酸水溶液(72份)的溶液中达5分钟。在涂布前,将所得溶胶-凝胶老化至少一小时。溶胶-凝胶被迫进入具有四面体模具腔的生产工具中。用油灰刀迫使溶胶-凝胶进入腔中,使得生产工具的开口被填充。已使用脱模剂(0.2%的花生油甲醇溶液)来涂覆生产工具,其中约 $0.1\text{mg}/\text{in}^2$ 的花生油被施涂到生产工具。在涂覆溶胶-凝胶之前,使甲醇从生产工具上蒸发。将经溶胶-凝胶涂覆的生产工具留在室温下过夜干燥。让前体四面体形颗粒在超声变幅杆上通过,从而将其从生产工具上去除。在大约 650°C 下煅烧前体四面体形颗粒,并且然后用以下浓度(报告为氧化物)的混合硝酸盐溶液饱和:各1.8%的 MgO 、 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 和 La_2O_3 。去除过量的硝酸盐溶液,并使带开口的饱和前体四面体形颗粒干燥,然后在 650°C 下再次煅烧颗粒,并在大约

1400°C下进行烧结。煅烧和烧结均采用管式回转炉。由该工艺形成的四面体颗粒在烧结后具有大约33密耳(0.84mm)长的边缘。

[0124] 通过物理气相沉积制备经银涂覆的PSG氧化铝颗粒

[0125] 通过使用物理气相沉积(PVD)(包括磁控溅射)来生产金属化颗粒。例如,美国专利号4,612,242和7,727,931中公开了金属化颗粒的PVD方法。公开的美国专利申请号2014/0363554中描述了经银涂覆的PSG颗粒的以下制备中所使用的设备。

[0126] 将四十立方厘米(41.45g)以上制备的PSG四面体装载到真空室设备内的颗粒搅拌器中。真空室被抽吸至 2×10^{-5} 托,并且然后准许进入125sccm(标准立方厘米/分钟)的氩气。使用Ag(3"圆)靶引发溅射工艺。溅射功率为0.75kW,并且工艺压力为13毫托。在溅射工艺期间,以14rpm翻转PSG四面体。2小时后,停止溅射工艺,使该室通气,并从颗粒搅拌器中去除经银涂覆的四面体。经银涂覆的四面体颗粒的密度为4.1g/cc,并且估计的Ag重量百分比为3.8。

[0127] 银向氯化银的转化

[0128] 通过0.03%NaO₂Cl和2%KCl的水溶液中的氧化还原反应,将颗粒表面上的一部分Ag转化为AgCl。选择目标AgCl转化率,并且产生具有基于初始Ag含量计10%-50%AgCl的四面体。使用待转化的经涂覆的四面体的质量和经涂覆的四面体的Ag质量分数来计算每个样品中的Ag质量。每摩尔的NaO₂Cl将4摩尔的Ag转化为AgCl。将经涂覆的四面体加入溶液中,并且间歇地搅拌达大约30分钟。然后过滤四面体,用水洗涤3次,并且随后干燥。

[0129] 组装干电极

[0130] 针对每个干电极实施方案,将3M RED DOT ELECTRODE 9650(可购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN))的背衬用作导电基底。该背衬是涂覆有连续导电碳层的聚酯膜。将2cm宽的银条印刷在碳的顶部上,该银条被0.9cm的未涂覆碳条隔开。

[0131] 为了制造干电极,将经Ag/AgCl涂覆的四面体从大约1cm的高度落下并随机沉降在导电基底上。每个电极的四面体数目提供于表1中,并且被报告为“点的数目”。

[0132] 将2.8密耳(71微米)厚的增粘丙烯酸转移粘合剂(长期磨损粘合剂4075(LONG TERM WEAR ADHESIVE 4075),可购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN))层合到长期磨损带4077(LONGTERM WEAR TAPE 4077)(也可购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN))的非织造聚氨酯背衬。在去除覆盖4077粘合剂的衬里之后,将0.75"(19mm)宽的该构造的条带层合在分布在导电基底上的颗粒上。使用手持式橡胶辊(1.5"(3.8cm)直径,1.88"(4.8cm)长度)通过用大约20磅的压力经过该条带3至5次来迫使四面体的顶部通过粘合剂层、非织造背衬以及4075转移粘合剂上的纸剥离衬里。

[0133] 平行于粘合带并与其边缘相距5mm对电极背衬进行切割。所得带条以0.75"(19mm)的间隔垂直于其长度进行切割,从而得到具有5mm接片的暴露导电基底的方形电极。

[0134] 实施例

[0135] 实施例1至实施例3是使用边长为33密耳(0.84mm)的四面体来生产。四面体涂覆有大约3.8重量%的银,并且30%的银被转化为氯化银。每个干电极测量为0.75英寸(1.9cm)×0.75英寸(1.9cm),并且在一侧上具有5mm宽的导电连接接片以促进电连接。以一系列四面体颗粒密度制作样品,并且在10X放大倍率下对渗透剥离衬里的颗粒点的数目进行计数。使具有相同数目的点的电极成对,并且测试一系列点密度。

[0136] 从匹配的电极对中去掉剥离衬里。将电极对以4英寸(10.2cm)的间距放置在男性志愿者的腿部上,并且用适度的指压将其按压到适当位置达大约一秒。使用EIM-105-10Hz预检电极阻抗计(印第安纳州印第安纳波利斯通用装置公司(General Devices, Inc., Indianapolis, IN))测量电极之间的阻抗。针对每个电极的应用,使用新的位点。对于每个电极对,中心之间的距离保持恒定在4英寸(10.2cm)。表1呈现了这些电极中每个电极具有不同数目的四面体的电极对的结果。表1中的“点的数目”指示电极对中每个电极上的点(四面体)的数目。作为对照,使用RED DOT 2670基于水凝胶的电极(明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN))并将其称为比较例1。

[0137] 比较例1示出了包含水凝胶的电极的典型性能,该电极具有高初始阻抗,该高初始阻抗随着角质层从水凝胶中吸收水分而降低。相对于比较例1的初始阻抗,实施例1至实施例3的低初始阻抗指示点已渗透角质层,绕过将归因于角质层的低含水量的高阻抗。(角质层通常包含5%至20%的水分。四面体渗透到其中的表皮包含60%至70%的水分。)

[0138] 根据8个点几乎与30个点一样有效,因此不需要大量渗透者来实现相对低的阻抗。

[0139] 实施例1至实施例3的阻抗值在前三个小时内的稳定性相对于比较例1的变化阻抗是改进的。由于角质层从水凝胶中吸收越来越多的水分而变化的阻抗可影响用电极进行的测量。

[0140] 表1:电极随时间推移的电极阻抗测量值(千欧姆,用AC计在10Hz下测量),该电极的每个电极具有不同数目的经Ag/AgCl涂覆的四面体点。

[0141]		点的数目	初始	5 分钟	60 分钟	120 分钟	180 分钟	48 小时
	实施例 1	8	50	56	39	56	55	
	实施例 2	23	30	38	34	32	33	
	实施例 3	31	26	32	35	37	32	33
	比较例 1 RED DOT 2670		160	87	72	27	22	

[0142] 通过上述方法制备实施例4至实施例7并对人类受试者进行测试,但银至氯化银的转化率水平不同。表2中报告的数据示出了AgCl百分比为10%至50%的四面体产生具有可接受性能的电极。

[0143] 表2:电极随时间推移的电极阻抗(千欧姆)测量值,该电极在四面体上有不同百分比的Ag涂层转化为AgCl。

[0144]	实施例	转化为 AgCl 的 Ag 的百分比	点的数目	初始	5 分钟	60 分钟	120 分钟
	4	10	14	57	55	50	51
	5	20	14	42	41	40	38
	6	30	16	36	40	40	33
	7	50	17	38	39	34	34

[0145] 实施例8

[0146] 将一薄层焊膏(CHIP QUIK焊膏免洗型Sn42/Bi57.6/Ag0.4,得自CHIP QUIK)铺展在电连接器的皮肤接触侧上,该电连接器类似于例如图示为元件250、350、450或550的那些电连接器。将如上所述制备的具有30%AgCl转化率的经银涂覆的四面体放置到焊膏上。然后将该带涂层电连接器加热到高于焊膏的固化温度并让其冷却,从而产生包括电连接器的电极,该电连接器具有附连到其表面的经银/氯化银涂覆的四面体,这在图7中示意性地示出,并且在图9中示出了电极的照片。

[0147] 在人类受试者的皮肤上测试这些电极,并且将其电气性能与包括未处理电连接器的电极进行比较。将电极对以大约4英寸(10cm)的间距放置在皮肤上,并且在电极包括具有附连到其表面的经银/氯化银涂覆的四面体的电连接器情况下,四面体与皮肤接触。使用EIM-105-10Hz预检电极阻抗计测试皮肤阻抗。对于包括未处理电连接器的电极,阻抗读数高于仪器的检测极限(>200千欧姆)。对于包括具有附连到其表面的经银/氯化银涂覆的四面体的电连接器的电极,阻抗读数在与皮肤接触10秒之后为大约151千欧姆。包括具有焊接到皮肤接触侧的经银/氯化银涂覆的四面体的电连接器的电极表现出改进的电气性能。

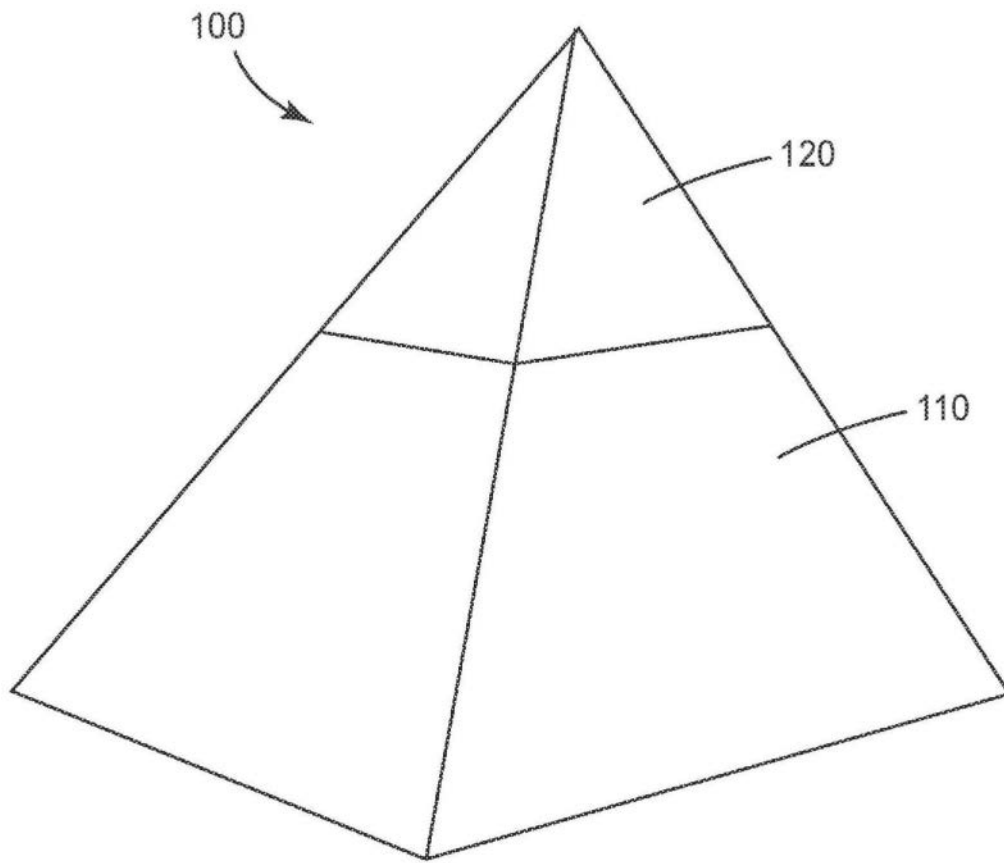


图1

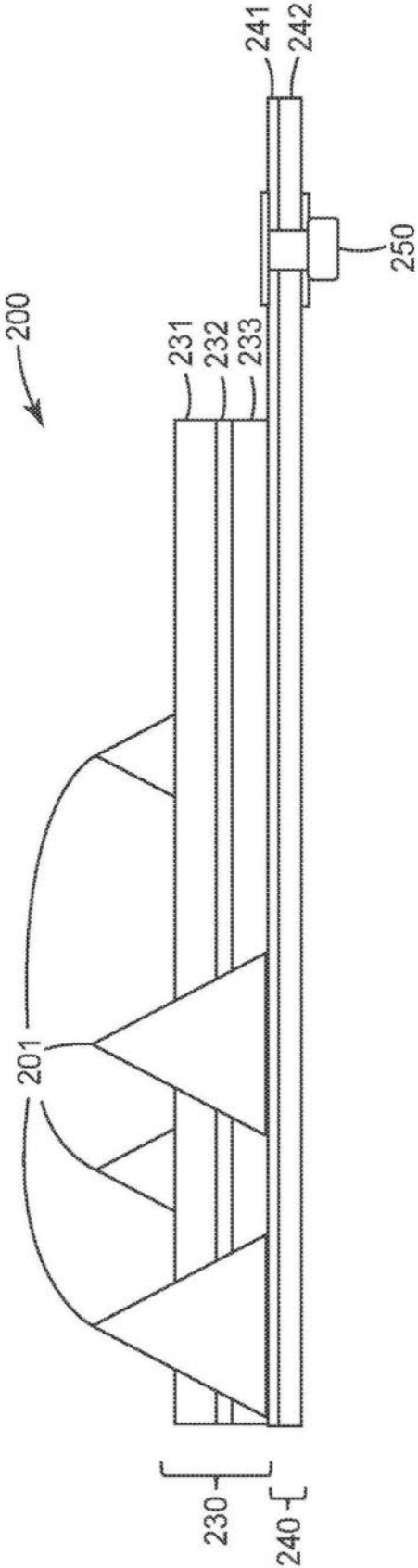


图2

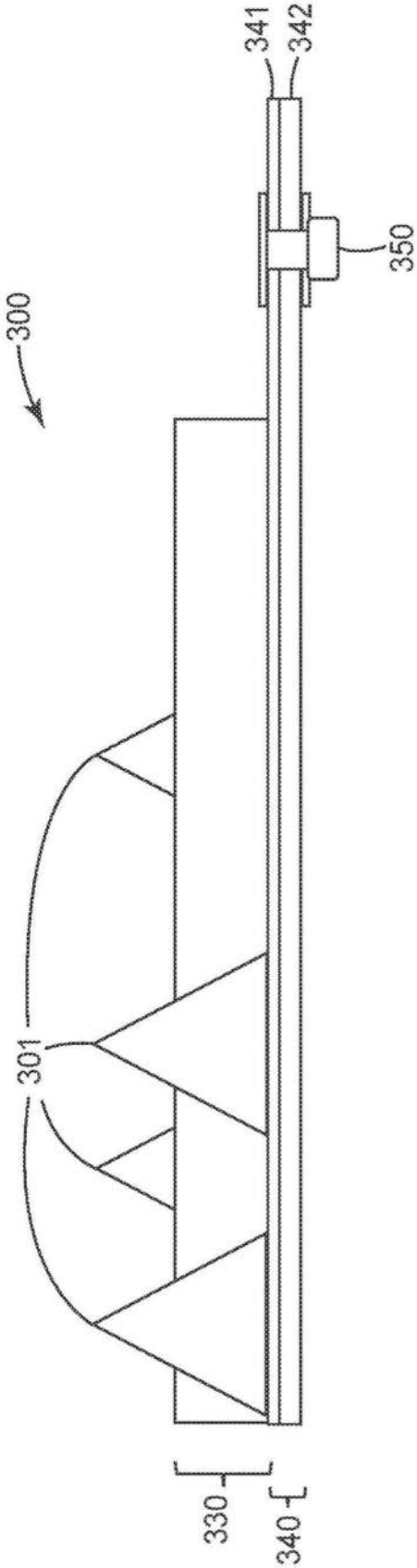


图3

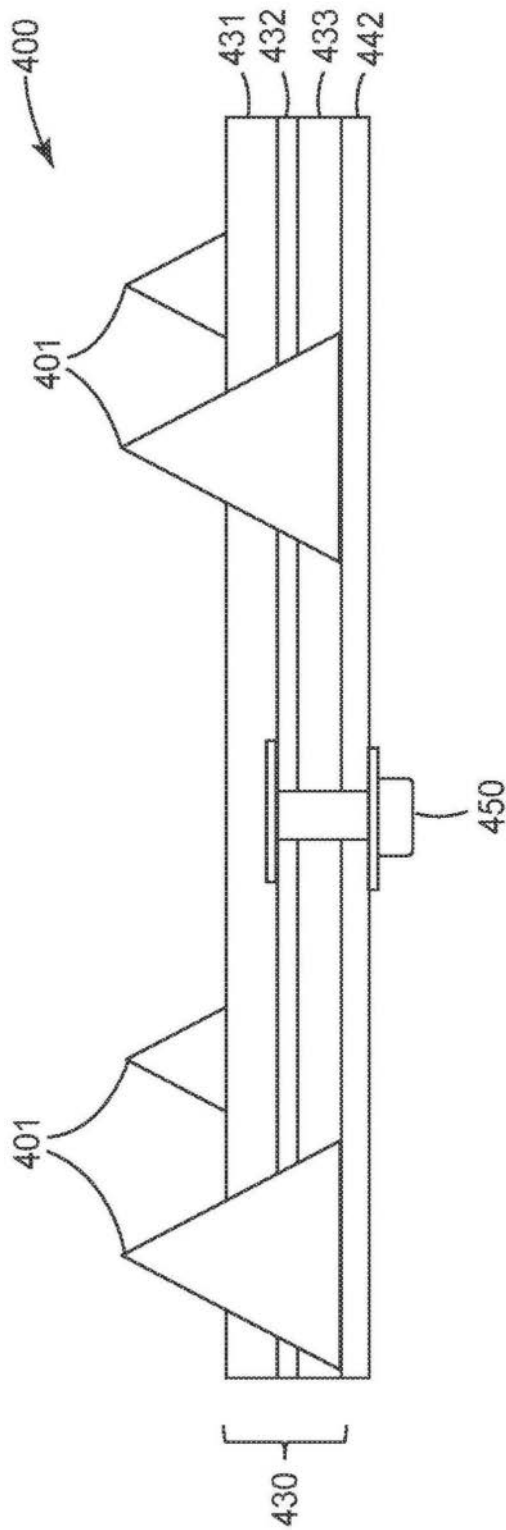


图4

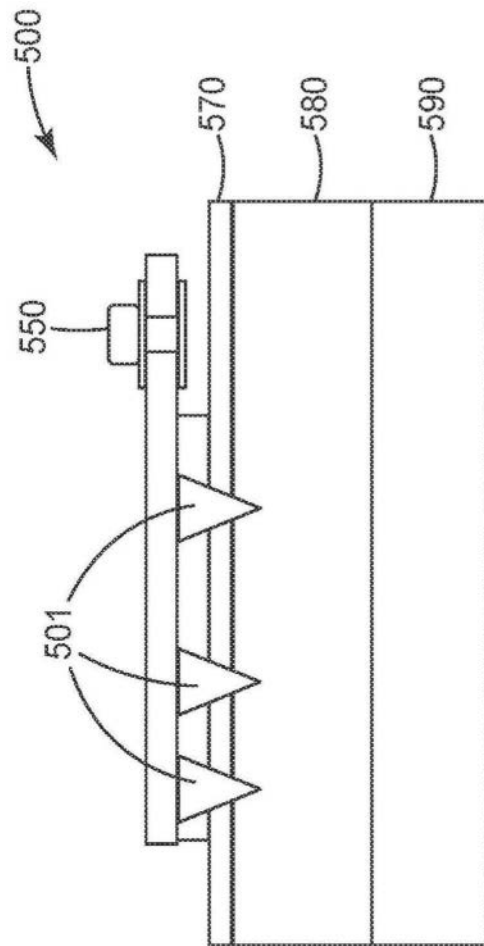


图5

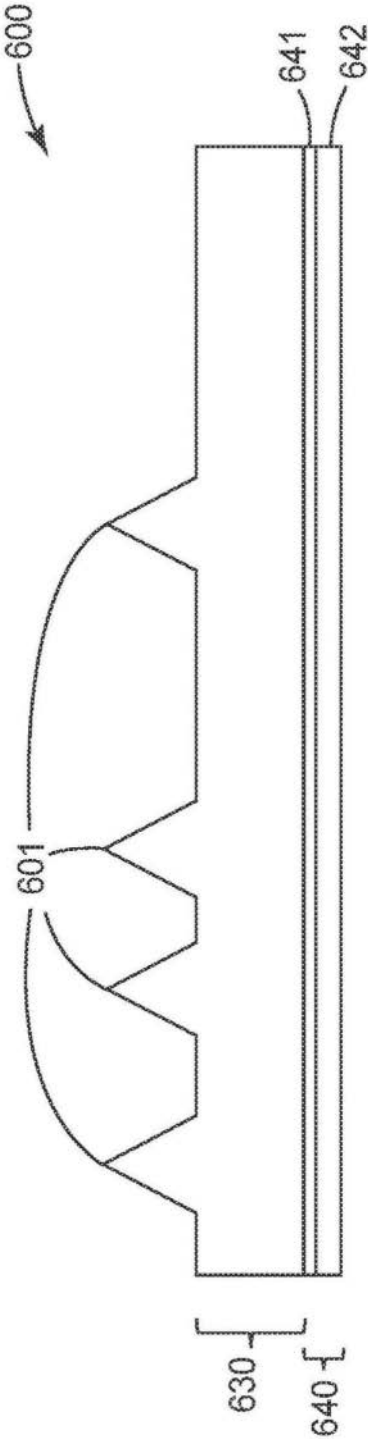


图6

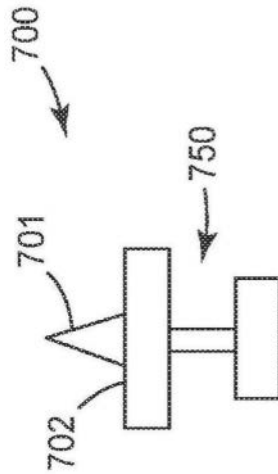


图7

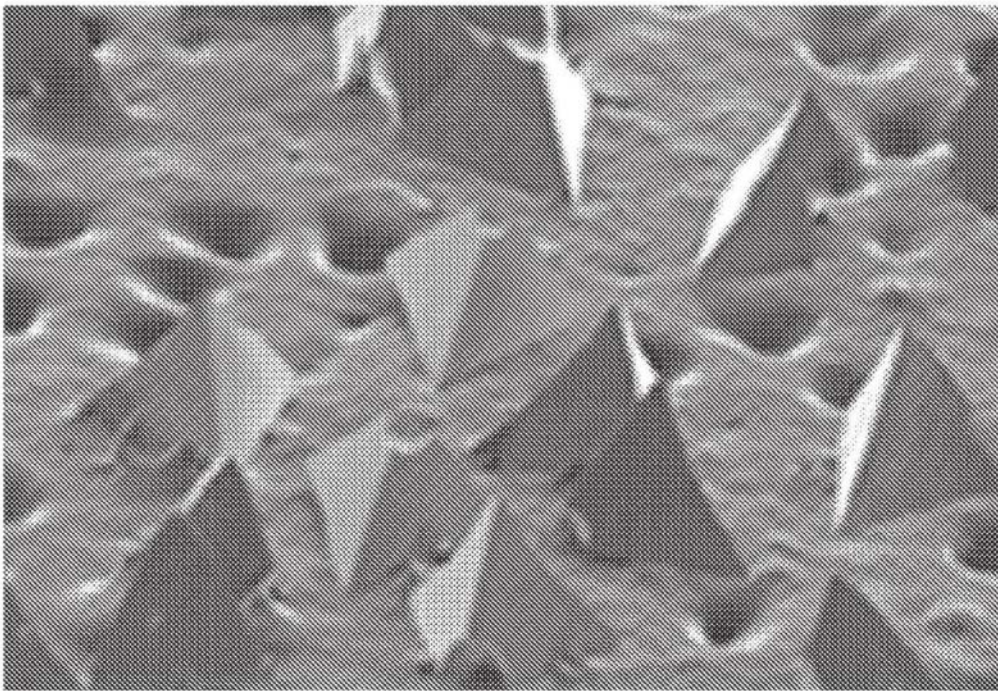


图8

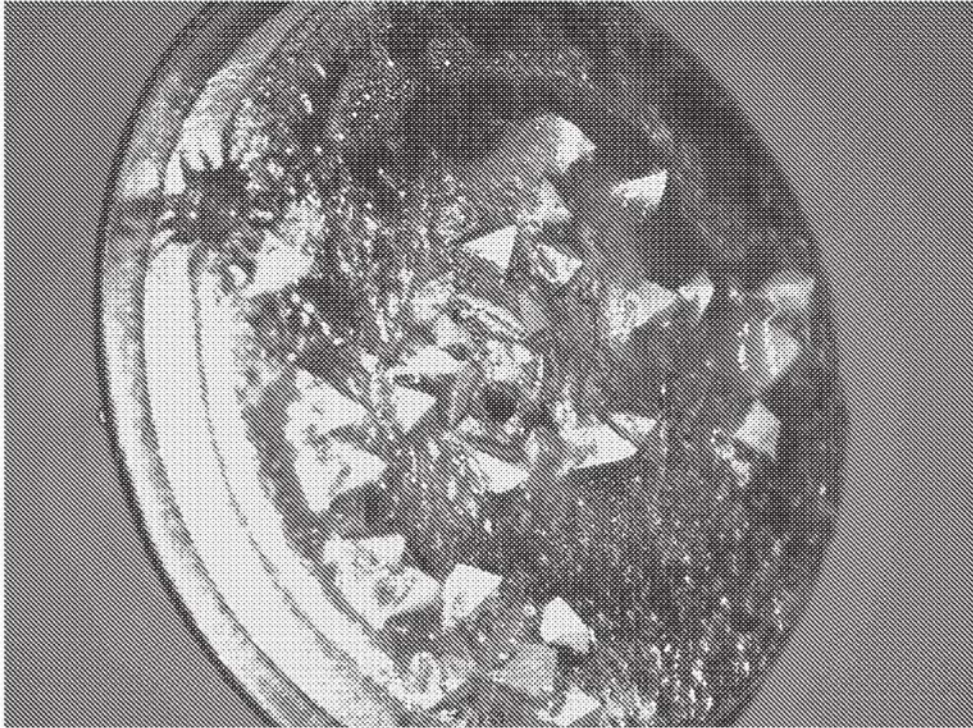


图9