



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113199611 B

(45) 授权公告日 2023.06.09

(21) 申请号 202110560430.9

(22) 申请日 2016.06.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113199611 A

(43) 申请公布日 2021.08.03

(30) 优先权数据
62/185,950 2015.06.29 US

(62) 分案原申请数据
201680038750.5 2016.06.28

(73) 专利权人 康宁股份有限公司
地址 美国纽约州

(72) 发明人 M·E·巴丁 W·J·布顿
J·L·布朗 T·J·柯里
R·E·赫尼 L·W·克斯特
T·D·凯查姆 J·A·奥兰尼科
K·R·奥兰尼科 J·帕那宁

T·席尔瓦布拉特

D·J·圣朱利安

V·文卡特斯瓦兰 N·M·津克

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

专利代理师 邵红 黄海波

(51) Int.Cl.

B28B 11/24 (2006.01)

C04B 35/10 (2006.01)

C04B 35/115 (2006.01)

C04B 35/443 (2006.01)

C04B 35/486 (2006.01)

C04B 35/488 (2006.01)

C04B 35/638 (2006.01)

C04B 35/64 (2006.01)

审查员 李帆

权利要求书2页 说明书21页 附图20页

(54) 发明名称

生产线、方法、以及烧结制品

(57) 摘要

生产线包括引导穿过炉的生坯材料带,以使
得炉子烧尽有机粘合剂材料,并随后使得所述带
部分烧结,而且不使用定位器板。由生产线获得
的烧结制品可以是薄的且具有相对大的表面积;
并且,在基本未抛光的情况下具有非常少的烧结
引起的表面缺陷。在部分烧结的带通过生产线
上的第二炉时,可以对部分烧结的带施加张力,以
对所获得的烧结制品进行成形。炉优选是垂直定
向,并且优选连续操作。优选陶瓷材料用于形成
所述带。

1. 陶瓷带的卷,其包括:

卷轴;

缠绕在卷轴上的陶瓷带,其中所述陶瓷带具有至少1米的长度,以及所述陶瓷带是一种烧结制品,其包括:

第一表面、第二表面、以及在第一表面和第二表面之间延伸的材料主体,其中,第二表面在与第一表面相反的烧结制品反面,以使得烧结制品的厚度限定为第一表面和第二表面之间的距离,烧结制品的宽度限定为与厚度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第一尺寸,并且烧结制品的长度限定为与烧结制品厚度和宽度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第二尺寸,

其中,材料主体包含无机材料;

其中,烧结制品的长度大于或等于烧结制品的宽度,并且其中,烧结制品是薄的以使得烧结制品的宽度大于烧结制品的厚度的5倍,烧结制品的厚度为不超过1毫米;

其中,烧结制品基本未抛光以使得第一和第二表面各自具有粒状轮廓;

其中,烧结制品具有高表面质量以使得第一表面和第二表面都具有至少一平方厘米的下述区域:所述区域具有少于十个的粘附或磨损造成的尺寸大于五微米的表面缺陷,所述高表面质量有利于所述烧结制品的强度;和

其中,所述烧结制品在第一表面和第二表面上都具有一致的表面质量,使得第一表面每平方厘米的由粘附或磨损导致的尺寸大于五微米的表面缺陷的平均面积为第二表面每平方厘米的由粘附或磨损导致的尺寸大于五微米的表面缺陷的平均面积 $\pm 50\%$ 之内。

2. 如权利要求1所述的卷,其特征在于,粒状轮廓包括相对于各细粒之间边界处的第一表面和第二表面的凹陷部分高度范围为25纳米至150微米的细粒。

3. 如权利要求1所述的卷,其特征在于,所述制品的平坦度范围为沿第一表面或第二表面的长度方向上在1厘米的距离上100纳米至50微米。

4. 如权利要求1所述的卷,其特征在于,在基本未抛光时,第一表面和第二表面中至少一个表面的粗糙度范围为在沿第一表面或第二表面的长度方向上、沿着轮廓所测定1厘米的距离上1纳米至10微米。

5. 如权利要求1所述的卷,其特征在于,所述制品特别薄且细长,以使得制品的长度大于制品宽度的5倍,并且制品的宽度大于制品的厚度的10倍。

6. 如权利要求5所述的卷,其特征在于,所述主体的厚度小于二分之一毫米,并且第一表面和第二表面中一个表面的面积大于30平方厘米。

7. 如权利要求6所述的卷,其特征在于,所述第一表面和第二表面中至少一个表面的面积大于100平方厘米。

8. 如权利要求1所述的卷,其特征在于,所述无机材料是选自多晶陶瓷和合成矿物的无机材料。

9. 陶瓷带的卷,其包括:

卷轴;

缠绕在卷轴上的陶瓷带,其中所述陶瓷带具有至少1米的长度,以及所述陶瓷带是一种烧结制品,

其中,烧结制品是片材,所述片材包括第一表面、第二表面、以及在第一表面和第二表

面之间延伸的材料主体,其中,第二表面在与第一表面相反的片材反面,以使得片材的厚度限定为第一表面和第二表面之间的距离,片材的宽度限定为与厚度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第一尺寸,并且片材的长度限定为与片材厚度和宽度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第二尺寸,

其中,材料主体是选自多晶陶瓷和合成矿物的材料,并且其中,所述材料是烧结形式的,以使得材料的细粒彼此熔合;

其中,片材的第一表面和第二表面基本未抛光,以使得各表面具有粒状轮廓,所述粒状轮廓包括相对于细粒之间边界处各表面的凹陷部分高度范围为25纳米至150微米的细粒;

其中,所述片材薄且细长,以使得片材的长度大于片材的宽度的5倍,并且片材的宽度大于片材的厚度的5倍,并且其中,片材的厚度不超过1毫米,且第一表面和第二表面各自的面积大于10平方厘米;

其中,片材具有高表面质量,以使得第一表面和第二表面都具有至少10平方厘米的以下所述区域:所述区域具有少于100个的由粘附或磨损导致的尺寸大于五微米的表面缺陷;并且

其中,所述片材的平坦度范围为在沿第一表面或第二表面的长度方向上在1厘米的距离上100纳米至50微米。

10. 如权利要求9所述的卷,其特征在于,除了选自多晶陶瓷和合成矿物的材料之外,材料主体的材料还是选自氧化铝、氧化锆、尖晶石和石榴石的材料。

11. 如权利要求10所述的卷,其特征在于,所述片材的厚度不超过500微米。

12. 如权利要求11所述的卷,其特征在于,所述片材至少部分透明,具有在约300纳米至约800纳米波长下至少30%的总透射率。

13. 如权利要求10所述的卷,其特征在于,所述第一表面和第二表面中一个表面的面积大于100平方厘米。

14. 如权利要求9所述的卷,其特征在于,在基本未抛光时,第一表面和第二表面中至少一个表面的粗糙度范围为沿第一表面或第二表面长度方向上在1厘米的距离上1纳米至10微米。

生产线、方法、以及烧结制品

[0001] 本申请是申请号为201680038750.5、申请日为2016年6月28日、名称为“生产线、方法、以及烧结制品”的专利申请的分案申请。

[0002] 本申请依据35 U.S.C. §119要求于2015年6月29日提交的系列号为62/185,950的美国临时申请的优先权的权益,本文以该申请的内容为基础并将其通过引用全文纳入本文。

[0003] 本公开的方法大体涉及用于对生坯带(例如,包含以有机粘合剂结合的多晶陶瓷细粒的生坯带)进行烧结的方法、以及烧结制品(例如,由该方法制造的陶瓷片材或带)。

[0004] 制品(如陶瓷薄片、陶瓷带或陶瓷带状物)具有许多潜在的用途,例如用作波导,当陶瓷透光时,用作可涂覆或层压的基材,并集成在电池和其它部件中,或用作其他应用。该制品可以通过以下方式制造:形成烧结材料的大锭、将材料切割为长条或板材,并且将相应的制品抛光为所需形式和表面质量。抛光有助于去除制品表面上的瑕疵或缺陷,但是耗费时间和资源。

[0005] 该制品还可以通过带浇铸、凝胶浇制、或包括生坯带烧结(例如在以有机粘合剂结合的无机细粒条带的烧结)的其它工艺来制造。生坯带通常放置在称为定位器板的表面上,并且置于炉内,所述炉烧尽有有机粘合剂并使得无机细粒烧结。定位器板通常由可耐受烧结过程的耐火材料形成。当去除粘合剂时,定位器板对带进行支承。

[0006] 申请人观察到烧结引起生坯带收缩,在收缩期间在整个定位器板上对其自身一部分进行拉拽。结果是所获得的烧结制品的受支承侧具有从定位器板的耐火材料转移至烧结制品的表面缺陷,例如拉拽槽、烧结碎屑、杂质斑块等。图1和图2显示出在烧结的陶瓷制品110、210上的表面缺陷112、212(例如在烧结期间由定位器板引起的缺陷)的示例。申请人认为这些缺陷通过提供应力集中和裂纹引发的位点来降低各制品的强度。

[0007] 此外,当制造越来越薄的烧结制品(例如,片材、带、带状物)时,申请人认为在某些时刻,烧结制品可能变得过薄而使其难以抛光。因此,对于这样的制品,本领域普通技术人员可能无法去除烧结过程中由定位器板引起的表面缺陷或由切割引起的缺陷。类似地,对于更厚一些但仍很薄的烧结制品,申请人认为在某些时刻制品具有太多的表面积进行抛光。具有大表面积的易碎和/或薄的片材的传统抛光设备的控制可能变得笨拙和/或不切实际。因此,使用常规制造方法不能获得具有通常与抛光相关的质量(例如平坦度、平滑度和/或无缺陷表面)的薄制品,特别是具有相对较大表面积的那些制品尤为如此;和/或因为在克服制造难题和每件物品的相关成本方面的极大的不利因素,本领域普通技术人员可能避免尝试制造该制品。

[0008] 存在对用于制造制品(如多晶陶瓷、金属、或可烧结的其它材料的带或片材)的设备和制造方法的需求,其中,所述制品可以高效地制造(如没有过多抛光),但是同样具有良好的机械性质(例如由于具有极少的表面缺陷而具有该性质)。该制品可以用作基材(如,电池中的基材、印刷电路板上的基材),用作显示器的覆盖片(如用于手持装置),或者可是其它用途的制品。

发明内容

[0009] 申请人发现了从烧结生坯带的工艺中去除定位器板的技术,其中所得到的烧结制品可以是未抛光的,但是可以具有良好的机械性能。在一些实施方式中,本文所公开的技术涉及连续的生产线,其中,连续带包括含有由有机粘合剂保持在一起的无机颗粒的生坯区段。在生产线上,将生坯区段引导至第一加热位置以将粘合剂烧尽(burn off)或烧成炭(char),形成相同带的未结合区段。接着,沿着生产线,使得未结合区段通过第二加热位置,用于使得无机颗粒至少部分烧结。第一和第二加热位置可以通过生产线上相同或不同的炉进行加热。如果带在第二加热位置仅处部分烧结,则生产线上可以有额外的加热位置以对带进行进一步处理,例如用于完成带的烧结的第三加热位置。在第二加热位置的部分烧结可使得对带施加张力,用于在第三加热位置进一步烧结,其中张力使带保持平坦,从而有利于特别平坦的烧结片材和/或烧结引起的表面缺陷极少的烧结片材。

[0010] 以上是通过使通过第二加热位置的生坯带取向成无需用于支撑生坯带的定位器板的方式来部分实现的,例如,使得带垂直取向。令人惊讶的是,申请人发现尽管烧尽带的粘合剂或者使得带的粘合剂烧成炭,但是在至少部分烧结发生之前,未结合区段下方的带的重量不一定会需要在未结合区段处切断或扯断所述带。申请人发现所述带能够保持自身足够长的时间用于至少部分烧结,而不需要定位器(setter)板。结果,烧结制品没有在烧结期间典型地由定位器板导致产生的接触引起的表面缺陷。烧结制品两侧的表面在缺陷数量上彼此一致,并且该数量足够低,以使得所获得的烧结制品相对于具有更多表面缺陷的制品可具有改进的机械性能,例如提高的拉伸强度。

[0011] 在以下的详细描述中给出了其它特征和优点,其中的区段特征和优点对本领域的技术人员而言是容易理解的,或通过实施文字描述和其权利要求书以及附图中所述实施方式而被认识。应理解,上面的一般性描述和下面的详细描述都仅仅是示例性的,并且旨在提供理解权利要求书的性质和特点的总体评述或框架。

[0012] 附图简要说明

[0013] 所附附图提供了进一步理解,附图被结合在本说明书中并构成说明书的一区段。附图说明了一个或多个实施方式,并与详细说明一起用于解释各实施方式的原理和操作。因此,结合附图,通过以下详细描述能够更好地理解本公开,图中:

[0014] 图1和图2是具有表面缺陷的陶瓷材料的数码图像。

[0015] 图3A是根据示例性实施方式的生产线的示意图。

[0016] 图3B是概念性显示沿图3A的生产线的温度与位置关系的图。

[0017] 图4是根据示例性实施方式的炉的截面图。

[0018] 图5是根据示例性实施方式的生产线正在进行处理的生产线的数码图像。

[0019] 图6A是烧结的陶瓷的未抛光表面的数码图像。

[0020] 图6B是未抛光的烧结陶瓷的概念性侧面轮廓。

[0021] 图7A是烧结的陶瓷的抛光表面的数码图像。

[0022] 图7B是抛光的烧结陶瓷的概念性侧面轮廓。

[0023] 图8是根据一示例性实施方式的薄烧结材料带形式的烧结制品的透视图。

[0024] 图9是根据另一示例性实施方式的来自生产线侧视图的示意图。

[0025] 图10-11是根据其他示例性实施方式的生产线的透视图。

- [0026] 图12是根据一示例性实施方式的生产线、或其一部分的示意图。
- [0027] 图13是根据另一示例性实施方式的生产线、或其一部分的示意图。
- [0028] 图14是根据另一示例性实施方式的生产线、或其一部分的示意图。
- [0029] 图15是在定位器板上烧结的薄陶瓷片材100倍放大的显微照片。
- [0030] 图16是500倍放大率下与图15相同片材(大体为图15所示的虚线框内的图像)。
- [0031] 图17比较了使用本文所公开发明方法制成的部分烧结和完全烧结的带,覆盖白纸上的黑字。
- [0032] 图18比较了使用本文所公开发明方法制成的部分烧结和完全烧结的带,覆盖黑纸上的白字。
- [0033] 图19是使用本文所公开的本发明方法的薄陶瓷片材100倍放大的显微照片。
- [0034] 图20是500倍放大率下与图19相同的片材。
- [0035] 图21-22是根据示例性实施方式的带的表面扫描,其具有宽度方向(图21)和长度方向(图22)上的高度轮廓。

具体实施方式

[0036] 在进入详细说明本发明的示例性实施方式的以下详细说明之前,应理解本发明的技术并不限于详细后面中所述或附图中所显示的细节或方法。例如,如本领域技术人员所理解的,与附图之一所示或者在涉及实施方式之一的文本中所述的实施方式相关的特征和属性可以适用于在另一附图所示或文本其他地方所描述的实施方式。

[0037] 参考图3A-3B,生产线310包括炉系统312以及侧视图所示延伸到炉系统312中的工件(例如,带状物、带、网、线、材料),如带314。带314可围绕曲线或辊316布设,并向着炉系统312进行引导。根据一示例性实施方式,炉系统312包括通路318,所述通路318包括粘合剂烧尽位置B和/或用于带通过粘合剂烧尽位置B之后使得带314至少部分烧结的烧结位置C。在一些实施方式中,粘合剂烧尽位置B邻近烧结位置C,例如沿生产线310直接在烧结位置C的上方或下方,例如在烧结位置C上方或下方1米内、50厘米内、10厘米内。如进一步讨论,粘结剂烧尽位置B和烧结位置C的紧密设置减少了在进行烧结之前带314未被粘结剂结合的时间/长度。

[0038] 根据一示例性实施方式,对炉系统312的通路318进行定向以使得带314可以大体垂直延伸通过通路318,诸如不接触炉系统312至少一些区段的表面320,所述炉系统312的所述至少一些区段用来烧尽粘合剂(例如,粘合剂烧尽位置B)和/或使得带314至少部分烧结(例如,烧结位置C)。例如,通路318可以进行定向以使得带314可以大体垂直延伸,并且沿着相对于水平呈 45° 和 135° 之间(例如, 60° 和 120° 之间,如以 $90^\circ \pm 10^\circ$)取向的路径向上和/或向下移动。使得带314通过粘结剂烧尽位置B和/或烧结位置C而不使带314与烧结位置C的表面320和/或粘结剂烧尽位置B的表面322接触,被认为在由炉子系统312进行处理时,通过减少材料转移和/或刻痕或者由接触以其他方式对带314造成的成形,改进了带314的表面质量。

[0039] 根据一示例性实施方式,带314的第一区段是生坯带区段314A,其可以位于沿着生产线310的位置A。根据一示例性实施方式,生坯带区段314A包括通过有机粘合剂(例如聚乙烯醇缩丁醛、邻苯二甲酸二丁酯、聚碳酸烷基酯、丙烯酸聚合物、聚酯、硅酮等)结合的多晶

陶瓷和/或矿物(例如氧化铝、氧化锆、锂石榴石(lithium garnet)、尖晶石)。在预期的实施方式中,生坯带区段314A可以包括以有机粘合剂结合的金属颗粒。在其它预期的实施方式中,生坯带区段314A可以包括由有机粘合剂结合的玻璃细粒(例如,高纯度二氧化硅细粒、硼硅酸盐、硅铝酸盐、碱石灰)或其它无机细粒。在预期的实施方式中,生坯带区段314A可以包含以有机粘合剂结合的玻璃陶瓷颗粒(例如,堇青石、LAS锂铝硅酸盐、纳米结构锂金属磷酸盐、钡长石)。根据一示例性实施方式,生坯带区段314A具有约0.01体积%至约25体积%的孔隙率,并且/或者无机颗粒的中值粒径为50纳米至1000纳米,并且布伦纳(Brunauer)、埃米特(Emmett)和特勒(Teller)(BET)表面积为2至30m²/g。在其他预期的实施方式中,上述材料可以通过无机粘合剂或其他粘合剂粘合,并且/或者上述材料可以是其他尺寸或具有其他孔隙率。

[0040] 当生坯带区段314A通过粘结剂烧尽位置B时,炉系统312构造为由于氧化、挥发和/或交联将生坯带区段314A的粘合剂材料烧尽和/或烧成炭,例如烧尽大部分粘合剂和/或将大部分粘合剂烧成炭,例如至少90%粘合剂。根据示例性实施方式,生坯带区段314A以自支撑的方式通过烧尽位置B,并且不需要和/或不接触烧尽位置B的表面322。在粘合剂烧尽位置B之外,带314不再是“生坯”,并且带314的第二区段是未结合带区段314B(例如,烧尽带区段,粘合剂烧成炭的带区段),其可以是未烧结的,但可能没有粘合剂或具有烧成炭的粘合剂。因为未结合带区段314B没有加工和/或未烧成炭的粘合剂,本领域的普通技术人员可以预期未结合带区段314B在其自身重量或未结合带区段314B下面的带314部分的重量下,由于缺乏粘合剂而简单崩塌或破裂。然而,申请人已经发现,尽管粘合剂被烧尽和/或烧成炭,但是如果对带314进行正确处理,例如如果对带314上的张力进行控制和/或如果在带314的无机材料(例如陶瓷细粒)进行至少部分烧结前带314并未弯曲和/或重新取向,则未结合带区段314B可以保持完好。

[0041] 仍然参考图3A,随后带314的未结合带区段314B部分进入和/或通过烧结位置C,并且炉系统312构造为使得未结合带区段314B的多晶陶瓷或其他无机材料至少部分烧结。例如,可以对多晶陶瓷细粒进行烧结,以使得细粒彼此结合或熔合,但是带314仍然包括大量的孔隙率(例如,至少10体积%、至少30体积%),其中“孔隙率”是指是未被无机材料如多晶陶瓷占据的带的体积部分。

[0042] 一旦至少部分烧结,带314的对应区段是至少部分烧结带区段314C。对至少部分烧结带区段314C进行部分并且不完全烧结可以将带314的强度增加至张可以对带314施加以促进随后的带314的成形的程度。根据一示例性实施方式,在张力下,发生带314的额外烧结以产生特别平坦或以其它方式成形的烧结制品(大体参见图5)。

[0043] 根据一示例性实施方式,生产线310进一步包括张力调节器324,所述张力调节器324例如通过与至少部分烧结带区段314C之间相互作用而影响带314中的张力。张力调节器324可以控制并分离在张力调节器324上方与下方的带314中的张力,以使得在张力调节器324的任一侧上的带314部分中的张力可以不同。在一些实施方式中,张力调节器324包括空气轴承,其中空气可以沿着带314移动通过生产线310的方向、或沿着与带314移动通过生产线310的方向相反的方向进行引导,例如,从而对带314中的张力进行调节。在其他实施方式中,张力调节器324包括夹辊,所述夹辊拉动或推动带314以影响带314中的张力。在其它实施方式中,张力调节器324可以是轮子(参见例如图12),其中轮子表面上的摩擦以及轮子的

旋转影响带314中的张力。如所讨论的,带314中的张力可以用于在对带314进行烧结(例如在烧结区域C处或者沿着生产线310的其它位置进行烧结)时对带314进行成形。此外,通过张力调节器324向带314施加张力(其正量或负量)可以通过影响该区段中的张力而有助于将未结合带区段314B保持在一起。

[0044] 现在参考图3B,带314的温度可以沿带314长度方向改变,作为带314的特定部分沿着生产线310的位置的函数。生坯带区段314A在进入粘合剂烧尽位置B之前可经历第一温度,例如室温(例如,约25°C)。在粘合剂烧尽位置B附近,带314的未结合带区段314B所经受的温度可以高于生坯带区段314A所经受的温度,例如至少200°C,至少400°C。在烧结位置C附近、以及在烧结位置C处,带314所经历的温度可以高于粘合剂烧尽位置B附近的带314所经受的温度,例如在烧结位置C处为至少800°C、至少1000°C。位于沿生产线310经过烧结位置C的位置处的带314部分可经历低于烧结位置C处的带314部分和/或位于粘合剂烧尽位置B的带314部分的温度,例如经历室温。

[0045] 参见图4,炉系统410包括限定至少部分地延伸穿过炉系统410(例如完全穿过炉系统410的深度L1)的通路414的引导件412。在一些实施方式中,引导件412可以是可由耐火材料形成的管或轴。根据一示例性实施方式,通路414是大体垂直定向的,以使得重力可以垂直牵拉、或沿着延伸通过通路414的细长工件(例如,柔性生坯带、带状物、线;参见图3A的整体带314)的长度以其他方式作用。在炉系统410的一些应用中,工件可以比通路414窄,并且可以位于通路414内,从而不接触引导件412的表面。炉系统可以在生产线、例如生产线310中使用。

[0046] 根据示例性实施方式,炉系统410的通路414具有延伸穿过炉系统410的深度尺寸L1、与深度尺寸L1正交的宽度尺寸(在图4延伸进入和延伸离开)、以及与深度尺寸L1和宽度尺寸正交的间隙尺寸L2。根据示意性实施方式,通路414的深度尺寸L1大于宽度尺寸,并且宽度尺寸大于间隙尺寸L2。根据示例性实施方式,间隙尺寸L2为至少1毫米,例如,至少2毫米、至少5毫米,以及/或者不超过500厘米。在一些实施方式中,宽度和间隙尺寸彼此相等,以使得通路414是圆柱形的。

[0047] 参见图4,炉系统410包括粘合剂烧尽位置B'以及烧结位置C'。烧尽位置B'构造为使得工件中的粘合剂材料燃烧,并且烧结位置C'构造为使得工件至少部分烧结。根据示例性实施方式,炉系统410包括热源416,例如,电阻加热元件、燃气或油燃烧器、或者其他热源。在一些实施方式中,热源416包围烧结位置C'的至少一部分、并且/或者与烧尽位置B'分开,例如通过可以由耐火材料形成的挡板或墙418与烧尽位置B'分开。根据一示例性实施方式,炉系统410的热源416位于烧尽位置B'的上方或下方。因此,热量可以从烧结位置C'协同地传递到粘合剂烧尽位置B'。在其他实施方式中,烧尽位置B'可以具有与烧结位置C'分离的热源。

[0048] 在进入粘合剂烧尽位置B'之前,工件可经历第一温度,例如室温(例如,约25°C)。在粘合剂烧尽位置B'附近,工件所经历的温度可高于室温,例如,至少200°C、至少400°C。当工件靠近并通过烧结位置C'时,工件所经受的温度可高于在烧结位置B'附近工件所经受的温度,例如至少800°C、至少1000°C。在与粘合剂烧尽位置B'相反的烧结位置C'一侧上,超出烧结位置C'的工件的部分可经历较低的温度,例如经历室温。

[0049] 现在参见图5,如美国专利8,894,920中所述,可以生产3摩尔%的氧化钇稳定化的

氧化锆 (3YSZ) 生坯陶瓷的铸件。在一示例中,从铸件切出2.5cm宽×5m长的材料生坯带512。将生坯带512缠绕在圆柱形辊514上,然后以2英寸/分钟的受控速率进料至炉系统516,如图5所示(同样参见炉系统410,如图4所示)。炉系统516的烧结位置C''保持在1200℃。粘合剂烧尽位置B''被隔离,并由氧化铝纤维板制成,以提供用于烧尽粘合剂的区域。粘合剂烧尽位置B''通过离开炉系统516的烧结位置C'的热气进行加热。

[0050] 在所构造510中,申请人已经发现10英寸长的粘合剂烧尽位置B''(在垂直方向上以长度显示)使得带512以高达约3英寸/分钟的速度成功进料。所示炉系统516的烧结位置C''是12英寸,导致烧结位置C''的总时间为约4到6分钟。在炉系统516的出口处,3YSZ带512'进行部分烧结,具有约0.65的相对密度。3YSZ带512'具有足够的强度用于处理,是柔性的,且厚度为约40微米。如图5所示,数米的烧结带512'已经在支承性塑料载体膜518上重新定向。

[0051] 申请人已经发现,对于聚乙烯醇缩丁醛 (PVB) 粘合剂,粘合剂烧尽位置B''的温度应当在约200℃至600℃范围内。申请人已经发现,该粘合剂烧尽位置B''的长度足够还可以实现通过炉系统516的高速带速度,因为如果粘合剂烧尽位置B''太短,则粘合剂可能以过高的速率被去除,可能导致不受控制的粘合剂消除以及带512破损。此外,申请人已经发现粘合剂烧尽位置B''的长度与带512可以成功烧结情况下的速率相关。根据示例性实施方式,粘合剂烧尽位置B''的长度为至少2英寸和/或不超过50英寸,例如至少4英寸和/或不超过20英寸。在其他实施方式中,粘合剂烧尽位置B''可以具有在以上范围之外的长度。

[0052] 仍然参考图5,在另一个示例中,使用构造510来生产和烧制带512(这次是氧化铝生坯陶瓷)。对带512进行浇铸的过程包括配料、研磨、除气(或脱气)、过滤、以及制造带。为了配料,将氧化铝粉末与包括粘合剂、分散剂、增塑剂和消泡剂的水基带铸造成成分混合。所用成分由聚合物创新公司(Polymer Innovations)生产,包括基于丙烯酸的水溶性粘合剂。

[0053] 为了进行研磨,通过例如球磨、高剪切混合、摩擦研磨,振动研磨,辊研磨等方法在磨机中对批料材料进行研磨并混合。研磨步骤使颗粒解聚集并形成均匀、良好分散的浆料。在一些实施方式中,申请人发现来自联合工艺公司(Union Process)的磨碎机(也称为搅拌式球磨机)可通过使得氧化铝粉末的聚集体或纳米聚集体瓦解而促进解聚集。申请人认为磨碎机由于在研磨过程中向材料输入高能量而具有优于其它研磨工艺和设备的优点,例如与其他技术相比,该研磨工艺能够在较短的时间内将该批料研磨成更小的粒度,例如,磨碎机的1至3小时相对于采用球磨的50至100小时。

[0054] 所用的一联合工艺磨碎机的总体积为750毫升(mL),工作体积/容积为250毫升。该容器装有130mL浆料和740g的2mm的99.9%纯氧化铝介质(即,研磨介质)。在研磨过程中,将容器水冷至15℃以避免过热、并减少溶剂的蒸发。首先以500转/分钟(rpm)对浆料进行5分钟的初始研磨以瓦解大聚集体,然后将速度增加至1300rpm并研磨1小时。在研磨结束时,将罐减速至170rpm,加入消泡剂以除去夹带的空气。然后,将浆料倾倒通过80-120目筛,以在除气之前从浆液中去掉研磨介质。

[0055] 为了除气,例如在研磨之后,申请人发现研磨介质可以从浆料中滤出,并且可以使用真空将浆料脱气/除气以从经研磨的产物中除去所夹带的空气,否则所述经研磨的产物可能在混合物内包含气泡。除气可以用干燥器腔室和Mazerustar真空行星式混合器完成。可将浆料装入干燥器腔室中并进行高达10分钟的除气。初始除气后,可将浆料装入行星式

混合器中并在真空下操作5分钟。申请人发现,替代性的除气程序(不使用Mazerustar混合器)是在干燥器腔室中使用更高的真空。

[0056] 为了过滤,将浆料进行过滤以去除混合物中的任何大尺度污染物。例如,该污染物若不除去则可能会在烧结材料中以产生不利的光学性质。过滤可以用50微米、25微米、10微米或1微米的过滤器完成。该过滤器可以由例如尼龙、纤维或其他合适材料制成。

[0057] 对于带的制造步骤,将样品浇铸在厚度约50至150微米的硅酮涂布的Mylar®膜上。申请人发现,硅酮涂层为带材料在干燥后提供了容易的剥离。用于带512的其他合适膜可以是例如Teflon®、玻璃、金属带等替代材料。为了促进带的制造,使浆料在具有约4至20密耳(约100至500微米)间隙的手术刀下通过以形成陶瓷带的薄片。通常使用8密耳(约200微米)的刀片高度。铸造刀片以10毫米/秒的速度移动跨过Mylar®。速度可根据需要改变以提高处理速度,并改变带512的厚度。干燥后,带的厚度为100至150微米。在这种状态下的带512被称为“生坯带”。

[0058] 仍然参见图5,从如上所述浇铸的生坯上切下1.2米长×120微米厚×1.2厘米宽的带512并进行剥离。将带512缠绕到圆柱形辊514上。然后将带512以1英寸/分钟的受控速率进料至炉系统516中,如图5所示。带512具有足够的强度以在粘合剂烧尽期间在其自身重量下保持在一起。炉系统516的烧结位置C'保持在1100°C的温度下。在炉系统516的出口处,氧化铝带512'进行部分烧结,具有约0.7的相对密度。带512'的烧制厚度为约100微米。

[0059] 参见图6A-6B,根据本文所公开的本发明方法和本文所公开的本发明设备制造的材料可以不同于根据常规方法制造的材料。根据一示例性实施方式,烧结制品610(例如片材、箔)包括第一表面612(例如,顶部、侧面)以及可以与第一表面612相反的第二表面614(例如,底部)。烧结制品进一步包括在第一表面612和第二表面614之间延伸的材料主体616。

[0060] 制品610的厚度T可以限定为第一表面612和第二表面614之间的距离。制品610的宽度(大致参见图8的烧结片材810的宽度W)可以限定为与厚度T正交的第一表面612或第二表面614中的一个表面的第一尺寸。制品610的长度(大致参见图8的烧结片材810的宽度L)可以限定为与厚度T和宽度正交的第一表面612或第二表面614中的一个表面的第二尺寸。根据示例性实施方式,烧结制品610是烧结材料的细长薄带。至少部分由于几何形状,一些这样的实施方式是柔性的,使得制品610能围绕心轴或卷轴弯曲(例如,直径为1米或更小、0.7米或更小),这对于制造、存储等是有利的。在其他实施方式中,烧结制品610可以是其他形状的(例如圆形、环形、套筒或管状形状),不具有恒定厚度等。

[0061] 根据示例性实施方式,制品610的长度大于制品610的宽度的2倍,如至少5倍、至少10倍、至少100倍。在一些实施方式中,制品610的宽度大于主体厚度T的两倍,例如至少5倍、至少10倍、至少100倍。在一些实施方式中,制品610的宽度为至少5毫米,例如至少10毫米、例如至少50毫米。在一些实施方式中,制品610的厚度T不超过2厘米,例如不超过5毫米,例如不超过2毫米,例如不超过1毫米,例如不超过500微米,例如不超过200微米。根据一示例性实施方式,当生坯带进入炉中并进行烧结时,烧结几乎均匀地发生;并且片材的长度、宽度和厚度可以减小至多约30%。这样,本文所公开的生坯带的尺寸可以比上述烧结制品所述尺寸大30%。薄带可使生产线能够快速运行,因为来自炉的热量可以快速穿透并烧结该

带。另外薄带可以是柔性的,利于沿制生产线的方向弯曲和变化(例如,大致参见图11)。

[0062] 根据示例性实施方式,如图6A的数码图像中所示且如图6B侧视图中概念性显示,烧结制品610基本未经抛光,以使得第一表面612和第二表面614中的一个表面或两者具有粒状轮廓,如当在显微镜下观察时尤为如此。粒状轮廓包括从主体616大体向外突出的细粒618,其相对细粒618之间的边界620处的表面凹陷部分具有至少25纳米和/或不大于100微米的高度H(例如,平均高度),如至少50纳米和/或不大于80微米的高度H。在其他实施方式中,高度H可以是其他尺寸。

[0063] 与从晶锭切下相反,粒状轮廓是将制品610烧结为薄带的烧结制品610制造过程的指标,并且相应的表面612、614基本没有抛光。另外,与抛光表面相比,粒状轮廓可以在一些应用(例如用于显示器的背光单元进行散射光)中为烧结制品610提供益处,增加用于涂层的更大粘附性的表面积或用于培养物生长的表面积。在预期的实施方式中,未抛光表面612、614的粗糙度为在沿制品长度的一个维度的10毫米距离上约10至约1000纳米,例如约15纳米至约800纳米。在预期的实施方式中,表面612、614中的一表面或两者的粗糙度为在沿单个轴的1cm的距离上约1nm至约10 μ m。

[0064] 相反,与烧结制品610具有相同材料的烧结制品710包括抛光表面712、714,其中细粒边界通常由于进行抛光而去除。在预期的实施方式中,根据本文公开的方法制造的烧结制品610可以进行抛光,如图7A-7B所示;例如,取决于制品的具体预期用途。例如,使用制品610作为基材可不需要非常光滑的表面,并且图6A-6B的未抛光表面可能是足够的;而该制品作为镜子或作为透镜的用途可能需要如图7A-7B所示进行抛光。然而,如本文所公开的,对于特别薄的制品或者薄且具有较大表面积的制品,可能难以进行抛光。

[0065] 申请人认为,与图6A-6B的制品相比,从晶锭切下的烧结的陶瓷或其它材料的片材可能不具有容易识别的存在于其表面上的细粒边界。申请人进一步认为晶锭切割制品通常可以进行抛光以校正来自切割的粗糙表面。但是,申请人认为,对于非常薄的烧结的陶瓷或其他材料的制品,表面抛光可能特别困难或麻烦,随着该制品变薄且该制品的表面积变大,困难程度增加。然而,根据本公开技术制造的烧结制品可能较少由于这样的限制而受到限制,因为根据本发明技术制造的制品可以带的较长长度进行连续制造。此外,如本文所公开的炉系统的尺寸可以进行按比例缩放以适应和烧结更宽的制品,例如具有至少2厘米、至少5厘米、至少10厘米、至少50厘米宽度的制品。

[0066] 根据一示例性实施方式,烧结制品610具有粒状轮廓,并且在其表面612、614上具有一致的表面质量,这与背景技术中所讨论的使用定位器板制造的制品(其中,一侧通常通过与定位器板接触(例如,粘附和/或磨损)而有印记,而另一侧可能未曝露于定位器板)可能非常不同。在一些实施方式中,例如在烧结制品610为片材或带形式(大体参见图8所示的片材810)的情况下,表面一致性使得第一表面每平方厘米表面缺陷平均面积为第二表面的每平方厘米表面缺陷平均面积 $\pm 50\%$ 内,其中“表面缺陷”是沿着相应表面尺寸至少15、10和/或5微米的磨损和/或粘附,例如,如图1-2所示,如第二表面的每平方厘米表面缺陷平均面积 $\pm 30\%$ 内,例如,在第二表面的每平方厘米表面缺陷平均面积 $\pm 20\%$ 内。

[0067] 根据一示例性实施方式,烧结制品610具有高表面质量,其可能与如背景技术中所讨论的使用定位器板所制造的制品(其中来自定位器板的粘附和/或磨损可能降低表面质量)非常不同。在一些实施方式中,例如,在烧结制品610为片材或带的形式(大体参见图8所

示的片材810)的实施方式中,表面质量使得平均每平方厘米的第一和第二表面均具有少于15个、10个和/或5个尺寸大于15微米、10和/或5微米的表面缺陷,例如,平均每平方厘米少于3个这种表面缺陷,例如平均每平方厘米少于1个这样的表面缺陷。因此,根据本文公开的发明技术制造的烧结制品可具有相对高且一致的表面质量。申请人认为,烧结制品610高且一致的表面质量通过减少应力集中和/或裂纹引发的位点来促使制品610的强度增加。

[0068] 根据一示例性实施方式,制品610和生坯带的对应细粒材料包括多晶陶瓷。根据一示例性实施方式,制品610包括(例如,基本上由如下组成、至少50重量%由如下组成):氧化锆、氧化铝、尖晶石(例如 $MgAl_2O_4$ 、 $ZnAl_2O_4$ 、 $FeAl_2O_4$ 、 $MnAl_2O_4$ 、 $CuFe_2O_4$ 、 $MgFe_2O_4$ 、 $FeCr_2O_4$)、石榴石、堇青石、莫来石、钙钛矿、烧绿石、碳化硅、氮化硅、碳化硼、二硼化钛、氮化硅铝(silicon alumina nitride)、和/或氧氮化铝。在一些实施方式中,制品610是金属。在其它实施方式中,制品610是由粉末细粒烧结的玻璃。在一些实施方式中,制品610是IX玻璃和/或玻璃陶瓷。本文所公开的材料可以是合成的。

[0069] 现在参考图8,在一些实施方式中,烧结制品是本文所公开材料的片材810(例如烧结带)形式的。片材810包括表面814(例如,顶部或底部)和与其相反的另一表面、以及在两表面814之间延伸的主体(通常参见图6A-6B的制品610的侧面612、614和主体616)。根据一个示例性实施方式,片材810的宽度W限定为与厚度T'正交的表面814中一个表面的第一尺寸。根据示例性实施方式,片材810具有至少两个大致垂直的纵向侧边缘812。片材810的长度L定义为与厚度T'和宽度W正交的顶部或底部表面814中的一个表面的第二尺寸。长度L可以大于或等于宽度W。宽度W可以大于或等于厚度T'。

[0070] 根据示例性实施方式,厚度T'不大于500微米,如不大于250微米,如不大于100微米,和/或至少20纳米。根据一个示例性实施方式,片材810的表面积为至少10平方厘米,如至少30平方厘米,如至少100平方厘米,甚至在一些实施方式中超过1000、5000、或甚至10000平方厘米;或根据本文所公开几何形状的其他尺寸,例如关于制品610的实施方式。在一些实施方式中,片材810的宽度W小于其长度L的1/4、1/5、1/6、1/7、1/8、1/9、1/10、和/或1/20。该几何形状对于某些应用可能是特别有用的,例如将片材810用作直线型电池的基材和/或将片材810用作在烘箱中使碳纳米管生长的表面,其中片材810填充烤箱表面、但不填充烤箱的大量体积。

[0071] 根据示例性实施方式,片材810包括(例如,由以下材料形成、由如下材料组成、基本上由如下材料组成、超过50体积%由如下材料组成)选自多晶陶瓷和合成矿物的材料。在其它实施方式中,片材810包括如本文所公开的玻璃、金属或其他材料。此外,根据示例性实施方式,片材810的材料为烧结形式的以使得材料的细粒彼此熔合(大体参见图6A)。片材810可以具有粒状轮廓(大体参见图6A-6B)或者可以进行抛光(大体参见图7A-7B)。

[0072] 例如,在一些实施方式中,片材810由中值粒径为50~1000纳米、且BET表面积为2~30m²/g的氧化铝粉末制成。片材810由99.5-99.995重量%的氧化铝和约100至约1000ppm的烧结添加剂(如氧化镁)的带式浇铸氧化铝粉末制成。在一些实施方式中,片材810是半透明的。当片材810厚度为500μm或更小时,片材810在约300nm至约800nm波长处的总透射率可以是至少30%的。在一些实施方式中,当片材810厚度为500μm或更小时,在约300nm至约800nm波长下穿过片材810的总透射率为约50%至约85%。在一些实施方式中,当片材810厚度为500μm或更小时,在约300nm至约800nm波长下穿过片材810的漫透射率为约10%至约

60%。在设想的实施方式中,片材810在上述公开范围内的波长下、但具有其它厚度,例如本文公开的其它厚度的情况下,可以具有上述公开的透射率百分比。本文公开的除氧化铝之外的材料也可以导致该半透明的烧结制品。

[0073] 参考图9,生产线910包括生坯带922的源912、炉系统914、张力调节器916、918以及烧结带924的接收器920。根据一示例性实施方式,在可以进行单独制造时,生坯带922的源912可以是生坯带的一个卷922的形式。如图9所示,在一些实施方式中,将生坯带922引导至炉系统914的第一部分926中,例如通过引导通路928进行引导。如图9所示,在一些实施方式中,将生坯带922沿垂直轴引导通过炉系统914,以使得生坯带922不与炉系统的定位器板和/或表面接触。

[0074] 炉系统914的第一部分926可以包括粘合剂烧尽位置(大体参见图3的生产线的位置B)和用于使得带912部分烧结的位置(大体参见图3的生产线的位置C)。因此,离开第一系统914的第一部分926的带932可以是部分烧结的。通过炉系统914的第一部分926的带922中的张力可受张力调节器916影响,所述张力调节器916可使得张力调节器916沿生产线910的任一侧上的带922、932、924中的张力存在差别。如图9所示,在张力调节器916的下方,炉系统914包括第二部分930。

[0075] 根据示例性实施方式,张力调节器916、918之间的带932、924中的张力可以大于并未在张力调节器916、918之间的带922、932、924中的张力。在一些实施方式中,当带932在炉系统914的第二部分930中烧结时,张力调节器916、918之间的提高的张力可以用于保持带932平坦。例如,部分烧结的带932可以具有足够柔性以通过在张力调节器916、918之间的带932中的张力进行弯曲和/或变平,同时由于部分烧结的结合,部分烧结的带932可以足够坚固以承受张力而不会破损。换言之,在炉系统914的第二部分930中,将部分烧结的带932烧结至最终密度,并保持在足够的张力下以使得片材、带或带材变平,消除可能在未约束烧结中出现的卷曲、弯曲、拱起等。例如,申请人发现1厘米宽的部分烧结的氧化锆或氧化铝带材能够承受大于1千克的张力,约20兆帕,而没有破损。

[0076] 因此,再次参见图8,在预期的实施方式中,片材810的未改性表面的平坦度为在沿着单轴(例如沿着片材810长度方向)的1cm的距离上约0.1 μm 至约50 μm 。该平坦度与本文所公开的材料表面质量、表面一致性、大面积、薄厚度和/或材料性质结合可以使得片材、基材、烧结带、制品等特别适用于各种应用,例如用于显示器的坚硬覆盖片、高温基材、柔性隔膜和其他应用。

[0077] 由于在压力负荷下石榴石蠕变或松弛的能力有限,石榴石可能在石榴石进行制造之后难以重新成形。因此,根据常规方法,石榴石可能难以制造成薄且平坦的形式。为此,本领域技术人员通常将生坯主体夹在平坦的耐火表面之间,这通常会导导致烧结制品两侧上的许多表面缺陷。因此,当制造如本文所公开的合成石榴石薄片材时,本公开的技术被认为是特别有用的。

[0078] 参考图10,与图9的生产线910相似的生产线1010包括生坯带1022的源1012、具有两个分开部分1026、1030的炉系统1014、张力调节器1016、1018、以及烧结带1024的接收器1020。然而,对于生产线1010,生坯带在生产线1010上进行连续生产。此外,在烧结带1024从炉系统1014的第二部分1030中排出时,将烧结带1024切成条状物1032(例如,至少5厘米长、至少10厘米长,和/或不超过5米长、不超过3米长)。随后,条状物1032可进行堆叠、包装和运

输。

[0079] 参见图11,生产线1110包括带1112(例如,生坯带)的源。源是带1112的卷轴1114形式的,其中带1112最初位于聚合物背衬1116(例如Mylar)上。当带1112大体水平地离开卷轴1114(例如,相对于水平方向在 30° 以内,相对于水平方向在 10° 以内)时,聚合物背衬1116在分离位置1118处从带1112撕下并且缠绕到单独的卷轴1120上。随后,带1112经过空气轴承1122,并且以受控量的下垂逐渐地重新取向至第一引导件1124中,所述第一引导件1124使得带1112大致垂直取向(例如,相对于垂直方向在 30° 内、相对于垂直方向在 10° 内)。

[0080] 呈生坯形式的带1112遵循着第一引导件1124向上移动至第一炉1126中(如图4所示,大体参见图410)。在一些实施方式中,第一炉1126是将带1112的有机粘合剂烧成炭或烧尽以形成带1112的未结合区段的较低温度的炉。第一炉1126还可对所获得的带1112的未结合区段进行部分烧结以形成带1112的部分烧结区段1128。在通过第一炉之后,可以将带1112引导通过第二引导件1130。第一引导件1124和第二引导件1130使得带1112与通过第一炉1126的通路对准,使得带1112不与第一炉1126的表面接触,从而减少了与粘附和磨损相关的表面缺陷的数量。该带1112可能仍然具有一些缺陷,例如由于与错误颗粒接触造成的缺陷等。

[0081] 根据一示例性实施方式,在第二引导件1130之后,带的部分烧结区段1128布设在轮1132上。在一些实施方式中,轮1132具有低摩擦表面1134,部分烧结区段1128在所述低摩擦表面1134上滑动。轮1132与部分烧结区段1128之间的温差可有助于抑制轮1132与部分烧结区段1128之间的粘滞或粘附。根据一示例性实施方式,轮1132进行旋转以控制带1112中的张力,例如通过在轮1132的任一侧上为带1112提供不同的张力。

[0082] 例如,在一些情况下,轮1132以与带1112在轮1132上滑动的方向(例如,逆时针)相反的方向旋转(例如,顺时针),减小轮1132中带1112所来自一侧上的带1112中的张力,并增加轮1132中带1112离开一侧上的带1112中的张力,同时在带1112的远端上通过张力调节器、如接收带1112的卷轴(大体参见图3和图9)、对带1112进行牵拉的机器臂(大体参见图10)、辊等保持所增加的张力。当带1112经过第二(可能温度更高)炉1136时,带1112中的张力在带1112完全烧结时使得带保持平坦。

[0083] 如各种示例性实施方式中所示,生产线、设备以及所得烧结制品的构造和设置仅是说明性的。尽管在本公开中仅详细描述了一些实施方式,但是可以进行许多修改(例如,在各种元件的大小、尺寸、结构、形状和比例、参数的值、安装设置、材料的使用、颜色、取向上的变化)而不实质上背离本文所述主题的新颖性教导和优点。显示为一体形成的一些元件可以由多个部分或元件构成,元件的位置可以互换或以其他方式变化,并且离散元件的性质或数量或位置可以进行改变或变化。任何过程、逻辑算法或方法步骤的次序或顺序可根据替代性实施方式而变化或重新排序。可以对各种示例性实施方式的设计、操作条件和布置进行其他替代、修改、改变和省略,而不背离本发明的技术范围。

[0084] ***

[0085] 再次参见图6,粒状轮廓包括相对于在细粒618之间的边界620处的表面凹陷部分以高度H(例如,平均高度)从主体616大体向外突出的细粒618,所述高度H为至少5纳米、例如至少10纳米、例如至少20纳米、例如至少25纳米,并且/或者不超过200微米、例如不超过100微米、不超过80微米、不超过50微米。

[0086] 参见图12,用于部分烧结的生产线1210包括带1212(例如,生坯带)的源。源是带1214的卷轴1212形式,其中带1212最初位于聚合物背衬1216(例如Mylar)上。在一些这样的实施方式中,带1212从卷轴1214上离开并来到辊1244和真空抱筒(vacuum hug drum)1242上,然后聚合物背衬1216在分离位置1218处从带1212撕下,并且通过张紧装置1240张紧,经过辊1246,并卷绕到单独的卷轴1220上。带1212(没有背衬1216)随后进入炉1226的粘合剂烧尽区段B'”。在一些这样的实施方式中,带1212以大体垂直取向进入,并且/或者不与炉1226接触。

[0087] 在分离位置1218之后,呈生坯形式的带1212向下移动至炉1226中(如图4所示,大体参见炉410)。在一些实施方式中,炉1226的粘合剂烧尽区段B'”是将带1212的有机粘合剂烧成炭或烧尽以形成带1212的未结合区段的较低温度的炉。炉1226的较高温度部分C'”还可对所获得的带1212的未结合区段进行部分烧结以形成带1212的部分烧结区段1228,如图12中的离开炉1226所示。

[0088] 在通过炉1226之后,可以将带1212引导牵拉穿过用作第二引导件的辊1252。分离位置1218和排出辊1252可以使得带1212与通过炉1226的通路对准,使得带1212不与炉1226的表面接触,由此减少了与粘附和磨损相关的表面缺陷的数量。根据一示例性实施方式,分离位置1218和辊1252或炉1226的出口处或出口附近的其他引导件通常彼此垂直对齐,如沿垂直方向的15°内、10°内的线彼此垂直对齐。

[0089] 申请人注意到这样的带1212可能仍然具有一些缺陷,例如由于与错误颗粒、空气中的颗粒接触的缺陷等。排出辊1252可以由低摩擦聚合物材料制成。在在排出辊1252上经过之后,部分烧结的带可以缠绕在接收卷轴1250上。

[0090] 实施例1

[0091] 用大致如图12所示的设备制造部分烧结的氧化锆带的90英尺长带。生坯带以类似于美国专利申请第8,894,920B2号的方式使用东曹株式会社(Tosho)(日本)的氧化锆粉末3YE进行制备。生坯带以大于约20厘米的宽度进行铸造,生坯带的厚度为约25微米。然后使用圆形剃刀刀片将该带手动划分为约15mm的宽度。使得生坯带从分离位置(参见图12中的分离位置1218)上的解送卷轴(pay-out spool)(大体参见图12中的卷轴1214)经过,并通过粘合剂烧尽烟道(参见图12中的烧尽区段B'”),通过过渡区(参见图12中的区域X'”),并进入更高温度的炉(例如,图12中的炉1226的区段C'”)。

[0092] 参考图12内容中实施例1,在分离位置1218处,陶瓷带1212从载体膜1216剥离。载体膜1216在张紧装置1240上运行并且到达卷取卷轴1220。粘合剂烧尽区B'”由来自炉区段C'”的热空气被动加热。用于实施例1的炉和粘合剂烧尽烟道中的通道由平行板材中的陶瓷纤维板制成,在板材之间具有0.125-0.5英寸的间隙(大体参见图4的间隙414和L2)。与间隙正交的宽度为约3.5英寸。粘合剂烧尽区的长度为约17英寸,并且粘合剂烧尽区下方的炉的长度为24英寸。

[0093] 申请人注意到,生坯带可以冷或热的方式插入(threaded)炉中。如果以热方式插入,则当对3YSZ(3摩尔%氧化钇稳定的氧化锆,四方相氧化锆多晶体“TZP”)、以及/或者氧化铝或具有相似烧结温度的其它陶瓷进行烧结或部分烧结时,申请人将炉的温度设定为接近1000°C,并且将带速度设定为1英寸/分钟。在以热方式插入之后,在带从炉底部出来后,温度可以升高,并且带速度也会增加。如果以冷方式插入,申请人建议在通过炉子并加热期

间中以低速(0.25至1英寸/分钟)移动(即,输送、传输)带。

[0094] 在该实施例1中,带以热方式插入,并且在插入之后,将炉加热并设定为1200°C,然后带以8英寸/分钟的速度移动通过炉。粘合剂烧尽烟道处于约100°C至400°C的温度下。将生坯带在炉内输送超过2.25小时,并且获得约90英尺连续长度的部分烧结带。

[0095] 在宽度上的烧结收缩率约为9.5-10.5%。部分烧结的带在直径3.25英寸的卷轴上卷绕而不开裂。

[0096] 实施例2

[0097] 用类似于如图12所示的设备制造长度65英尺的部分烧结的氧化锆带,其中生坯带以类似于美国专利申请第8,894,920号的方式使用东曹株式会社(Tosho)(日本)的氧化锆粉末3YE进行制备。生坯带以大于约20厘米的宽度进行铸造。生坯带的厚度为约25微米。然后使用圆形剃刀刀片将生坯带手动划分为约52mm的宽度。

[0098] 接下来,使得生坯带从分离位置上的解送卷轴经过,并通过粘合剂烧尽烟道,通过过渡区,并进入更高温度主动加热的炉(例如,炉1226)。粘合剂烧尽区通过来自炉的加热空气被动加热。炉和粘合剂烧尽烟道中的通道(同样)由平行板材中的陶瓷纤维板制成,在板材之间具有1/8至1/2英寸的间隙。烟道的宽度为约31/2英寸。粘合剂烧尽区的长度约为17英寸,并且炉的长度为24英寸。

[0099] 在该实施例2中,在穿过之后,将炉加热至1000°C、1025°C、1050°C、1075°C、以及1100°C,同时带以2英寸/分钟的速度移动通过。粘合剂烧尽烟道处于约100°C至400°C的温度下。带在单独炉温下以各温度运行约1小时。炉运行超过6.5小时,并且使得超过连续65英寸(生坯)部分烧结带运行通过炉。

[0100] 整个带宽度的烧结收缩率取决于炉温,如下表1所列。发生了一些面外变形,表中烧结收缩率的变化部分是由于带的面外变形。

[0101] 表1

52 mm生坯带	
温度	收缩率%
1000° C	2.08%
1000° C	1.56%
1025° C	2.34%
1050° C	3.47%
1075° C	4.28%
1100° C	5.61%

[0102] 在本文公开的各实施方式中,例如对于本文所公开的材料和系统,较高温度的炉的温度为至少800°C,例如至少1000°C。生坯带以至少1英寸/分钟,例如至少2英寸/分钟通过。例如,可以通过增加炉的长度来提高速率。通过其中的生坯带的收缩率为至少1.5%(例如,在一些实施方式中为至少2%)和/或不超过20%,例如不超过15%。

[0104] 实施例3

[0105] 用类似于如图12所示的设备制造长度60英尺的部分烧结的氧化锆带,其中生坯带以类似于美国专利申请第8,894,920号的方式使用东曹株式会社(Tosho)(日本)的氧化锆粉末3YE进行制备。生坯带以大于约20厘米的宽度进行铸造。生坯带的厚度为约25微米。然

后使用圆形剃刀刀片将该带手动划分为约35mm的宽度。

[0106] 使得生坯带从分离位置上的解送卷轴经过,并通过粘合剂烧尽烟道,通过过渡区,并进入炉。粘合剂烧尽区通过来自炉的加热空气被动加热。炉和粘合剂烧尽烟道中的通道由平行板材中的陶瓷纤维板制成,在板材之间具有1/8至1/2英寸的间隙。烟道的宽度为约3 1/2英寸。粘合剂烧尽区的长度约为17英寸,并且炉的长度为24英寸。

[0107] 在该实施例3中,在穿过之后,将炉加热至1000°C、1150°C、以及1200°C,同时带以4英寸/分钟和6英寸/分钟的速度移动。粘合剂烧尽烟道处于约100°C至400°C的温度下。在各温度和相应带速度条件下将约10英尺的带在部分烧结后缠绕到直径为3.25的卷轴上,而没有断裂。

[0108] 对烧结收缩率进行测定并列于下表2中,其中发生了一些面外变形,并且表中烧结收缩率的变化部分是由于带的面外变形。

[0109] 表2

温度(°C)	速度(英寸/分钟)	收缩率%
35 mm生坯宽度		
1100	4	5.05
1100	6	5.16
1150	4	8.09
1150	6	6.73
1200	4	12.01
1200	6	11.20

[0111] 实施例4

[0112] 用如图12所示的设备制造长度175英尺的部分烧结的氧化锆带。按如上所述制造氧化锆生坯带,但是使用圆形剃刀刀片将带手动划分为约15mm的宽度。使得带从分离位置上的解送卷轴经过,并通过粘合剂烧尽烟道,通过过渡区,并进入炉。以1100°C至1200°C的温度以及4、6、或8英寸/分钟的速度运行。粘合剂烧尽烟道处于约100°C至400°C的温度下,并且制造总体175英尺(生坯)的部分烧结带。

[0113] 对烧结收缩率进行测定并列于下表3中,其中发生了一些面外变形,并且表中烧结收缩率的变化部分是由于带的面外变形。当沿着带的长度1200mm进行测量时,以1200°C和8英寸/分钟制造的带在带的长度和宽度上具有总体约0.6mm的平均面外平坦度。

[0114] 表3

温度(°C)	速度(IPM)	收缩率%
15 mm生坯宽度		
1100	4	5.38
1100	6	6.70
1100	8	5.07
[0115] 1150	4	8.58
1150	6	8.16
1150	8	7.25
1200	4	11.89
1200	6	11.33
1200	8	10.07

[0116] 实施例5

[0117] 用类似于如图12所示的设备制造长度147英尺的部分烧结的氧化锆带。氧化锆生坯带按如上所述进行制造,并且使用圆形剃刀刀片划分为约15mm。带按如上所述进行处理,不同的是,在穿过之后,将炉加热至并设定为1200°C,并且带以8英寸/分钟的速度移动。粘合剂烧尽烟道处于约100°C至400°C的温度下。使得生坯带移动通过炉超过3小时,并且获得超过147英尺连续长度(生坯)的部分烧结带。

[0118] 参见图13,用于部分烧结的生产线1310包括部分烧结带1312的源。源是部分烧结带1312的卷轴1314形式,其中带1312可以具有夹层材料。当带1312从卷轴1314上离开并来到辊1342时,高温材料的板材1346形成炉1326中的狭窄的通道。

[0119] 带1212随后进入炉1326,带1312大致垂直并且/或者不与触炉接触并且/或者沿炉的中心部分不与触炉接触。在预期的实施方式中,带的边缘可以与炉中的引导件或表面接触,但是稍后可以移除以提供带的低缺陷中心部分,如本文所公开的。在一些这样的实施方式中,带的纵向边缘包括切割标记,如激光或机械标记。

[0120] 在通过炉1326之后,可以将最终烧结的带1329牵拉通过张紧装置1340。输入辊1342和张紧装置1340与穿过炉1326的通道大致线性对齐,以使得带1312不与炉1326的表面接触,在一些这样的实施方式中,由此如本文所述减少了与粘附和磨损相关的表面缺陷的数量。在通过张紧装置1340之后,使得最终烧结的带通过两个辊1344,并且通过传输装置1360(例如,辊、轴承、履带)。在传输装置1360之后,最终的烧结带可以在使用夹层材料的情况下卷绕或在不用夹层材料的情况下卷绕。

[0121] 参见图14,用于部分烧结的生产线1410包括部分烧结带1412的源。源是部分烧结带1414的卷轴1412形式的,其中带1412可以具有夹层材料。带1412从卷轴1414上离开时,带1212随后进入炉1426,并且带1412是大致垂直取向的。在烧结过程中,张紧器(例如,重物1460,辊)附接到部分烧结的带上以在烧结期间对带进行牵拉以及/或者使得带保持平坦。在预想的实施方式中,重物1460可以是带本身的一段长度。

[0122] 令人惊讶的是,如上所述,申请人已发现生坯带的短长度以及烧尽的粘合剂可以承受一些张力,而不会使带瓦解。具有烧尽的粘合剂的区段在进入较高温炉之前的拉伸强度仅为相同材料并且由相同尺寸以及组成的生坯带形成的理想地完全烧结带的拉伸强度的一部分,例如小于20%,如小于10%,诸如小于5%,但仍为正值,如至少0.05%。

[0123] 实施例6

[0124] 如图1所述制造宽度15mm(生坯)的部分烧结带。然后将一卷15mm宽(生坯)、约25微米厚(生坯)的部分烧结带放在类似于如图13所示的系统1310(例如,第二炉,第二烧结位置)的设备上。陶瓷板材1346由碳化硅制成。板材之间的间隙为2至8毫米,板材的宽度为4英寸。炉的外部尺寸是21英寸长。将炉加热至1400°C(例如比实施例1的炉高至少100°C,例如,至少200°C以上、400°C以上)。

[0125] 在实施例6中,部分烧结带(来自实施例1)以大于1英尺/分钟的速度用手快速插入1400°C的炉中。从卷轴1314提供足够的带,通过两个辊1344并且通过传输装置1360,使得带1312缠绕在张紧装置1340上。

[0126] 在插入后,带以2英寸/分钟的速度运行。通过张紧装置1340将小于50克的张力施加到进行烧结的带上。制造约9英寸的致密的最终烧结带(例如,参见图17-22的完全烧结带2010)。该带是半透明的,如果放置文本与该带接触(参见图17-18的完全烧结带2010并与图17-18的部分烧结带2012进行比较),则可以通过该带阅读文本。该带确实具有光散射造成的一些白色雾度,可能来自微小孔隙率(例如,小于1%(如小于0.5%)并且/或者至少为0.1%的孔隙率)。

[0127] 横向带收缩率约为24%。相同类型流延成型带的分批烧制材料具有约23%±约0.5%的烧结收缩率。尽管用于本实验的部分烧结带具有一些平面外变形,但在最终烧结之后,所述带在带运动方向上是平坦的。交叉网(带)方向存在一些“C形”卷曲。通过光学显微镜以100倍放大检查完全烧结带的1cm×1cm的面积。对最终烧结带的两面进行检查。没有发现定位器板典型的粘合或磨损缺陷。

[0128] 如图15所示,最终烧结带可以弯曲至小于约2.5厘米的半径。

[0129] 实施例7

[0130] 使用与图14所示类似的第二阶段烧结装置。炉仅约有4英寸高,有一个2英寸的热区。使用以类似于实施例3所述的方式制造的30毫米宽(生坯)的部分烧结带。在进行部分烧结之前,带为约25微米厚。将部分烧结的带卷置于炉上,其中炉在炉的顶部和底部绝热件(insulation)中具有3/16英寸和3.5英寸宽的狭窄间隙以使带通过。将带以冷方式穿过间隙并衔接7.5克的重物(大体参见图14)。将炉加热到1450°C,当炉达到1450°C时开始带移动。带以0.5英寸/分钟的速度从顶部到底部运行。制成约18英寸的完全烧结的烧结氧化锆带。氧化锆带是半透明的。在实施例7中,对于4英寸的炉,带以及其完全烧结部分比炉长。参见图15-16,为了上下文和比较的目的,生坯带(3摩尔%的氧化钇稳定的氧化锆)按上述实施例中所述进行制造,并使用常规烧结工艺进行烧结,包括使用氧化铝定位器板以在烧结期间支承生坯从而形成陶瓷带3010。如图15所示,在100倍放大率下可以看到由于来自定位器板的粘附和磨损引起的表面缺陷。许多粘附或磨损引起的缺陷形成了烧结片材中的针孔,因为片材非常薄,为大约25微米。如图15所示,由于来自定位器板的粘附和磨损而产生的缺陷通常是沿彼此的共同方向上的椭圆形(oblong)。

[0131] 如上所讨论的,由定位器引起的缺陷通常是由与定位器板接触的生坯带的烧结收缩所引起的表面特征,其中在烧结收缩期间,陶瓷在整个定位器板上拖拽其自身部分。结果是所获得的烧结制品的受支承侧具有从定位器板的耐火材料转移至烧结制品的表面缺陷(例如拖拽槽、烧结碎屑、杂质斑块等),以及定位器从烧结制品抽出材料而在该处形成的表

面中的凹陷。当陶瓷制品具有沉积于其上的薄膜时,使该定位器缺陷最小化是重要的。如果一个或多个薄膜的层厚与定位器缺陷尺寸类似,则薄膜会具有针孔或者具有穿过薄膜层的定位器缺陷。

[0132] 将图15-16的陶瓷带3010与使用本公开的技术制造的图17-22的陶瓷带2010进行比较;特别是如图19-20所示,其中分别为图15-16的相同放大率100X和500X下,并且来自以与用于图15-16的带的相同方式制造的生坯带。更具体地说,如本文所公开的,陶瓷带2010进行连续烧结,在1400°C下以2英寸/分钟的速率运行通过具有碳化硅中心通道的如实施例所述的第二炉。比较陶瓷带3010和陶瓷带2010,两种带显示出了在表面上的各种铸造痕迹,例如细长滚动条纹和倾斜(丘/谷)。陶瓷带3010显示出许多涉及定位器的缺陷:结合的颗粒,抽出和定位器-拖曳缺陷,例如,由于在收缩带拖拽经过定位器表面时的表面刨削,定位器拖曳在区域中产生了特征损伤图案,如本文所讨论。

[0133] 参见图15-16和图19-20,在其表面的光学检查(参见图15和19)中,在100×处容易地观察到其截面尺寸大于5 μm 的结合颗粒。更具体地说,在整个约8 cm^2 的面积上,在使用本文公开技术烧结的陶瓷带2010的表面上观察到一个这样的颗粒,而在约8 cm^2 的相等面积上,在陶瓷带3010表面上观察到8个这样的颗粒。申请人认为陶瓷带3010由于与定位器接触而具有更多的结合颗粒,而陶瓷带2010具有较少数量的结合表面颗粒,后者可能是由于在炉内气氛中的颗粒粘附而造成的。在使用过滤器或其他方法去除或减少炉内气氛中的颗粒的未来的方法实施方式中,陶瓷带2010上的这种较少数量的结合表面颗粒可进一步减少。

[0134] 根据一示例性实施例,根据本公开制造的带在其每8 cm^2 表面上平均具有少于5个的截面尺寸大于5 μm 的结合颗粒,例如少于3个这样的颗粒,例如少于2个这样的颗粒。

[0135] 根据一示例性实施例,如本文所公开的,烧结陶瓷片材具有小于50微米的厚度以及少于10个的针孔,其横截面积为至少1平方微米(或者,如果表面积小于一平方微米,则在整个表面上少于10个针孔),在整个表面上平均每平方毫米的表面,例如少于5个针孔,少于2个针孔,甚至在整个表面上平均每平方毫米少于1个针孔。

[0136] 参考图19-20,陶瓷带19具有粒状表面,所述粒状表面具有凸起2014。凸起具有大约100微米或更多的最长尺寸。凸起通常是椭圆形的,如具有大体上彼此相同方向的主轴,如90%在方向D的15°内,例如90%在方向D的10°内。凸起可以区别于定位器引起的表面缺陷(例如磨损和粘附),因为凸起通常平滑滚动并且从邻接表面连续弯曲,与限定为或包括表面上的不相交的或不连续的边界(其是由定位器引起的粘附颗粒或磨损的特征)不同。凸起可以是本文所公开的至少一些过程的标记,例如由于较少限制的烧结过程的标记。其他实施方式可以不包括这种凸起,例如,如果带在烧结过程中轴向和横向张紧,这可以通过张紧器(例如辊、履带、轮子、机械张紧器、或其他这样的元件)来实现。

[0137] 现在参考图21-22,根据本文公开的方法制造了陶瓷带4010,而无需定位器板。带4010的材料是3摩尔%氧化钇稳定的氧化锆,四方相氧化锆多晶“TZP”。带的宽度在12.8至12.9mm之间。所示部分是来自22英寸长片的带。带的厚度是约22微米。另外,白斑是扫描仪不能识别的标记在带上的标记物。

[0138] 为了比较目的,带在线下方是完全烧结的,而在虚线L上方仅仅是部分烧结的。SEC1、SEC2、SEC3、SEC4是陶瓷带4010的顶部表面的轮廓。轮廓显示出带具有一些围绕纵轴(在图21中示出为X轴)的“C形”曲率。如本文所公开的,在张力下,通过完全烧结减少带中的

拱起。可以看出,带的最大高度降低约100%,从约1.68mm降低到0.89至0.63mm之间。申请人相信,通过本方法和/或其它方法改进,例如增加张力或改变工艺速度,平放在平坦表面上的完全烧结带的最大高度将小于1.5mm(如小于1mm,如小于0.7mm,如理想地小于约100微米),例如,对于宽度为约10至15mm的带来说。

[0139] 在预期的实施方式中,本文所述带可以缠绕在卷轴上,如图所示,以形成带的一个卷。卷轴的直径可以为至少约0.5cm、如至少约2.5cm,以及/或者不大于1m,带的长度为至少1m、如至少10m,并且具有如本文所述的宽度和厚度,并且/或者如至少10mm和/或不大于20cm的宽度和至少10微米和/或不大于500微米、如不大于250微米、如不大于100微米、如不大于50微米的厚度。

[0140] 本申请的还包括以下项目:

[0141] 项目1.一种生产线,所述生产线包括:

[0142] 包括生坯区段的带,所述生坯区段包含通过有机粘合剂结合的无机材料细粒;以及

[0143] 一种炉,其包括:

[0144] 限定通路的引导件,其中所述通路包括粘合剂烧尽位置以及烧结位置,以及

[0145] 加热器,所述加热器实现了在通路的烧结位置至少300°C的温度;

[0146] 其中,粘合剂烧尽位置使得生坯区段中的有机粘合剂烧成炭或燃烧,以形成尚未烧结但已经烧成炭或没有粘合剂的带的未结合区段;

[0147] 其中,烧结位置使得无机材料至少部分烧结以形成带的至少部分烧结区段;并且

[0148] 其中,未结合区段支承了与之物理连接且邻近的带的重量。

[0149] 项目2.如项目1所述的生产线,其特征在于,所述炉是第一炉,所述生产线进一步包括:

[0150] 第二炉,其中第二炉对至少部分烧结的带的无机材料进行进一步烧结以形成完全烧结的制品;以及

[0151] 张力调节器,其中所述张力调节器影响所述带中的张力以促进在第二炉的进一步烧结期间对至少部分烧结的区段进行成形。

[0152] 项目3.如项目1所述的生产线,其特征在于,对所述炉的通路进行定向以使得带大体垂直地通过炉。

[0153] 项目4.如项目1所述的生产线,其特征在于,所述通路沿直线路径延伸。

[0154] 项目5.如项目4所述的生产线,其特征在于,所述通路具有延伸穿过炉的深度尺寸、与深度尺寸正交的宽度尺寸、以及与深度尺寸和宽度尺寸正交的间隙尺寸,其中,深度尺寸大于宽度尺寸,并且宽度尺寸大于间隙尺寸。

[0155] 项目6.如项目5的生产线,其特征在于,所述间隙尺寸为至少1毫米。

[0156] 项目7.如项目1所述的生产线,其特征在于,所述加热器对炉的粘合剂烧尽位置以及烧结位置进行加热。

[0157] 项目8.如项目7所述的生产线,其特征在于,所述加热器定位成邻近烧结位置且至少部分围绕烧结位置,但是与粘合剂烧尽位置垂直间隔开。

[0158] 项目9.如项目1所述的生产线,其特征在于,所述引导件包含耐火材料。

[0159] 项目10.一种对带进行烧结的方法,所述方法包括以下步骤:

[0160] (a) 使得带的生坯区段移动通过炉的第一炉位置,所述生坯区段包含通过有机粘合剂支承的无机细粒;

[0161] (b) 在生坯通过第一炉位置时,将生坯区段中的有机粘合剂烧尽或烧成炭,以形成带的未结合区段;

[0162] (c) 使得未结合区段移动通过第二炉位置;以及

[0163] (d) 随着未结合区段通过第二炉位置,至少部分烧结无机细粒,以形成带的至少部分烧结区段,

[0164] 其中,在进行使得未结合区段移动通过第二炉位置的步骤的时候,无需对带的未结合区段进行支承的定位器板。

[0165] 项目11.如项目10所述的方法,其特征在于,在将生坯区段中的有机粘合剂烧尽或烧成炭的过程中,所述带的生坯区段在生坯区段通过第一炉位置时不与炉表面接触。

[0166] 项目12.如项目11所述的方法,其特征在于,在使得无机细粒至少部分烧结的步骤期间,所述带的未结合区段在该未结合区段通过第二炉位置时不与炉表面接触。

[0167] 项目13.如项目12所述的方法,其特征在于,无机细粒是选自多晶陶瓷和合成矿物的材料的细粒。

[0168] 项目14.如项目12所述的方法,其特征在于,所述带是整体的,以使得生坯区段、未结合区段、以及至少部分烧结的区段在所述方法的步骤(a)至(d)期间是彼此邻接的。

[0169] 项目15.如项目10所述的方法,其特征在于,使得无机细粒至少部分烧结的步骤期间,当未结合区段通过第二炉位置时,未结合区段是自支承的。

[0170] 项目16.如项目10所述的方法,其特征在于,当生坯区段通过第一炉位置时,生坯区段大体垂直取向,以使得未结合区段支承与之物理连接且垂直相邻的带的重量。

[0171] 项目17.一种烧结制品,其包括:

[0172] 第一表面、第二表面、以及在第一表面和第二表面之间延伸的材料主体,其中,第二表面在与第一表面相反的烧结制品反面,以使得烧结制品的厚度限定为第一表面和第二表面之间的距离,烧结制品的宽度限定为与厚度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第一尺寸,并且烧结制品的长度限定为与烧结制品厚度和宽度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第二尺寸,

[0173] 其中,材料主体包含无机材料;

[0174] 其中,烧结制品的长度大于或等于烧结制品的宽度,并且其中,烧结制品是薄的以使得烧结制品的宽度大于烧结制品的厚度的5倍,烧结制品的厚度为不超过1毫米;

[0175] 其中,烧结制品基本未抛光以使得第一和第二表面各自具有粒状轮廓;

[0176] 其中,烧结制品具有高表面质量以使得第一表面和第二表面都具有至少一平方厘米的下述区域:所述区域具有少于十个的粘附或磨损造成的尺寸大于五微米的表面缺陷,所述高表面质量有利于所述烧结制品的强度;和

[0177] 其中,所述烧结制品在第一表面和第二表面上都具有一致的表面质量,使得第一表面每平方厘米的由粘附或磨损导致的尺寸大于五微米的表面缺陷的平均面积为第二表面每平方厘米的由粘附或磨损导致的尺寸大于五微米的表面缺陷的平均面积 $\pm 50\%$ 之内。

[0178] 项目18.如项目17所述的烧结制品,其特征在于,粒状轮廓包括相对于各细粒之间边界处的第一表面和第二表面的凹陷部分高度范围为25纳米至150微米的细粒。

[0179] 项目19.如项目17所述的烧结制品,其特征在于,所述制品的平坦度范围为沿第一表面或第二表面的长度方向上在1厘米的距离上100纳米至50微米。

[0180] 项目20.如项目17所述的烧结制品,其特征在于,在基本未抛光时,第一表面和第二表面中至少一个表面的粗糙度范围为在沿第一表面或第二表面的长度方向上、沿着轮廓所测定1厘米的距离上1纳米至10微米。

[0181] 项目21.如项目17所述烧结制品,其特征在于,所述制品特别薄且细长,以使得制品的长度大于制品宽度的5倍,并且制品的宽度大于制品的厚度的10倍。

[0182] 项目22.如项目21所述的烧结制品,其特征在于,所述主体的厚度小于二分之一毫米,并且第一表面和第二表面中一个表面的面积大于30平方厘米。

[0183] 项目23.如项目22所述的烧结制品,其特征在于,所述第一表面和第二表面中至少一个表面的面积大于100平方厘米。

[0184] 项目24.如项目17所述的烧结制品,其特征在于,所述无机材料是选自多晶陶瓷和合成矿物的无机材料。

[0185] 项目25.一种烧结制品,其包括:

[0186] 其中,烧结制品是片材,所述片材包括第一表面、第二表面、以及在第一表面和第二表面之间延伸的材料主体,其中,第二表面在与第一表面相反的片材反面,以使得片材的厚度限定为第一表面和第二表面之间的距离,片材的宽度限定为与厚度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第一尺寸,并且片材的长度限定为与片材厚度和宽度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第二尺寸,

[0187] 其中,材料主体是选自多晶陶瓷和合成矿物的材料,并且其中,所述材料是烧结形式的,以使得材料的细粒彼此熔合;

[0188] 其中,片材的第一表面和第二表面基本未抛光,以使得各表面具有粒状轮廓,所述粒状轮廓包括相对于细粒之间边界处各表面的凹陷部分高度范围为25纳米至150微米的细粒。

[0189] 其中,所述片材薄且细长,以使得片材的长度大于片材的宽度的5倍,并且片材的宽度大于片材的厚度的5倍,并且其中,片材的厚度不超过1毫米,且第一表面和第二表面各自的面积大于10平方厘米;

[0190] 其中,片材具有高表面质量,以使得第一表面和第二表面都具有至少10平方厘米的以下所述区域:所述区域具有少于100个的由粘附或磨损导致的尺寸大于五微米的表面缺陷;并且

[0191] 其中,所述片材的平坦度范围为在沿第一表面或第二表面的长度方向上在1厘米的距离上100纳米至50微米。

[0192] 项目26.如项目25所述烧结制品,其特征在于,除了选自多晶陶瓷和合成矿物的材料之外,材料主体的材料还是选自氧化铝、氧化锆、尖晶石和石榴石的材料。

[0193] 项目27.如项目26所述的烧结制品,其特征在于,所述片材的厚度不超过500微米。

[0194] 项目28.如项目27所述的烧结制品,其特征在于,所述片材至少部分透明,具有在约300纳米至约800纳米波长下至少30%的总透射率。

[0195] 项目29.如项目26所述的烧结制品,其特征在于,所述第一表面和第二表面中一个表面的面积大于100平方厘米。

[0196] 项目30.如项目25所述的烧结制品,其特征不在于,在基本未抛光时,第一表面和第二表面中至少一个表面的粗糙度范围为沿第一表面或第二表面长度方向上在1厘米的距离上1纳米至10微米。

[0197] 项目31.一种烧结制品,其包括:

[0198] 其中,所述烧结制品是陶瓷带;

[0199] 其中,所述陶瓷带包括第一表面、第二表面、以及在第一表面和第二表面之间延伸的材料主体,其中,第二表面在与第一表面相反的陶瓷带反面,以使得陶瓷带的厚度限定为第一表面和第二表面之间的距离,陶瓷带的宽度限定为与厚度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第一尺寸,并且陶瓷带的长度限定为与陶瓷带厚度和宽度正交的第一表面或第二表面中一个表面的第二尺寸,

[0200] 其中,材料主体是选自氧化铝、氧化锆的陶瓷,并且其中,所述材料是烧结形式的,以使得材料的细粒彼此熔合;

[0201] 其中,陶瓷带的第一表面和第二表面基本未抛光,以使得各表面具有粒状轮廓,所述细粒轮廓包括相对于细粒之间边界处各表面的凹陷部分高度范围为10纳米至150微米的细粒;

[0202] 其中,所述陶瓷带薄且细长,以使得陶瓷带的长度大于陶瓷带的宽度的5倍,并且陶瓷带的宽度大于陶瓷带的厚度的5倍,并且其中,陶瓷带的厚度不超过150微米,且第一表面和第二表面各自的面积大于2平方厘米;

[0203] 其中,陶瓷带具有凸起,其中至少一些凸起的最大表面尺寸在100微米至约1mm之间,其中,凸起具有相对于周围相邻表面的平滑连续弯曲,以使得凸起的边界通常不表征为粘附或磨损;和

[0204] 其中,当不受约束地平放在平坦表面上时,陶瓷带具有围绕沿着陶瓷带长度轴的拱起。

[0205] 项目32.如项目31所述的烧结制品,其中拱起导致比带的厚度大至少10微米且不超过1毫米的平坦表面上的陶瓷带高度。

[0206] 项目33.陶瓷带的卷,其包括:

[0207] 卷轴;

[0208] 缠绕在卷轴上的带,其中,陶瓷带是如项目17至32中任一项所述的烧结制品,并且,其中陶瓷带具有至少1米的长度。

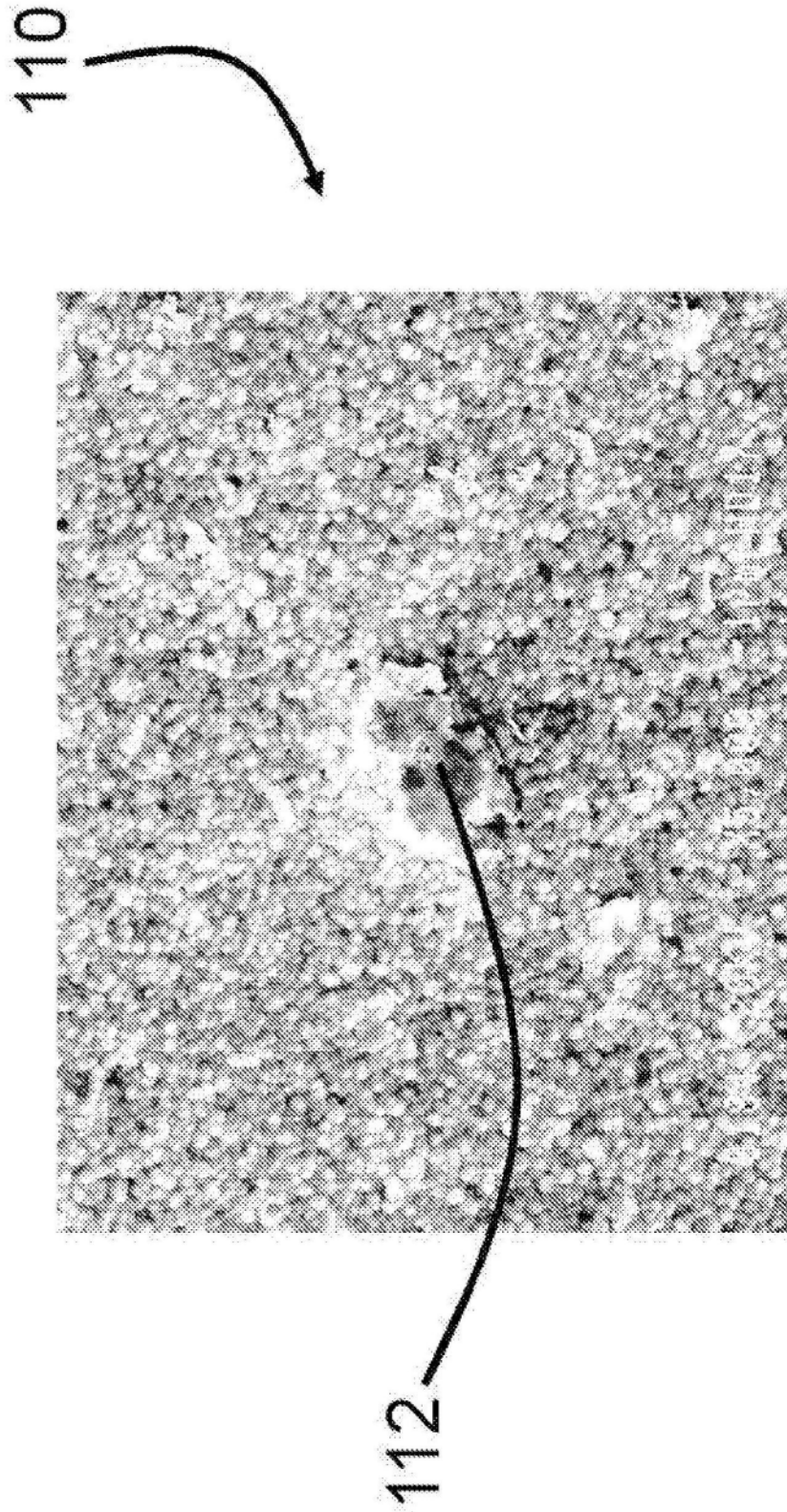


图1

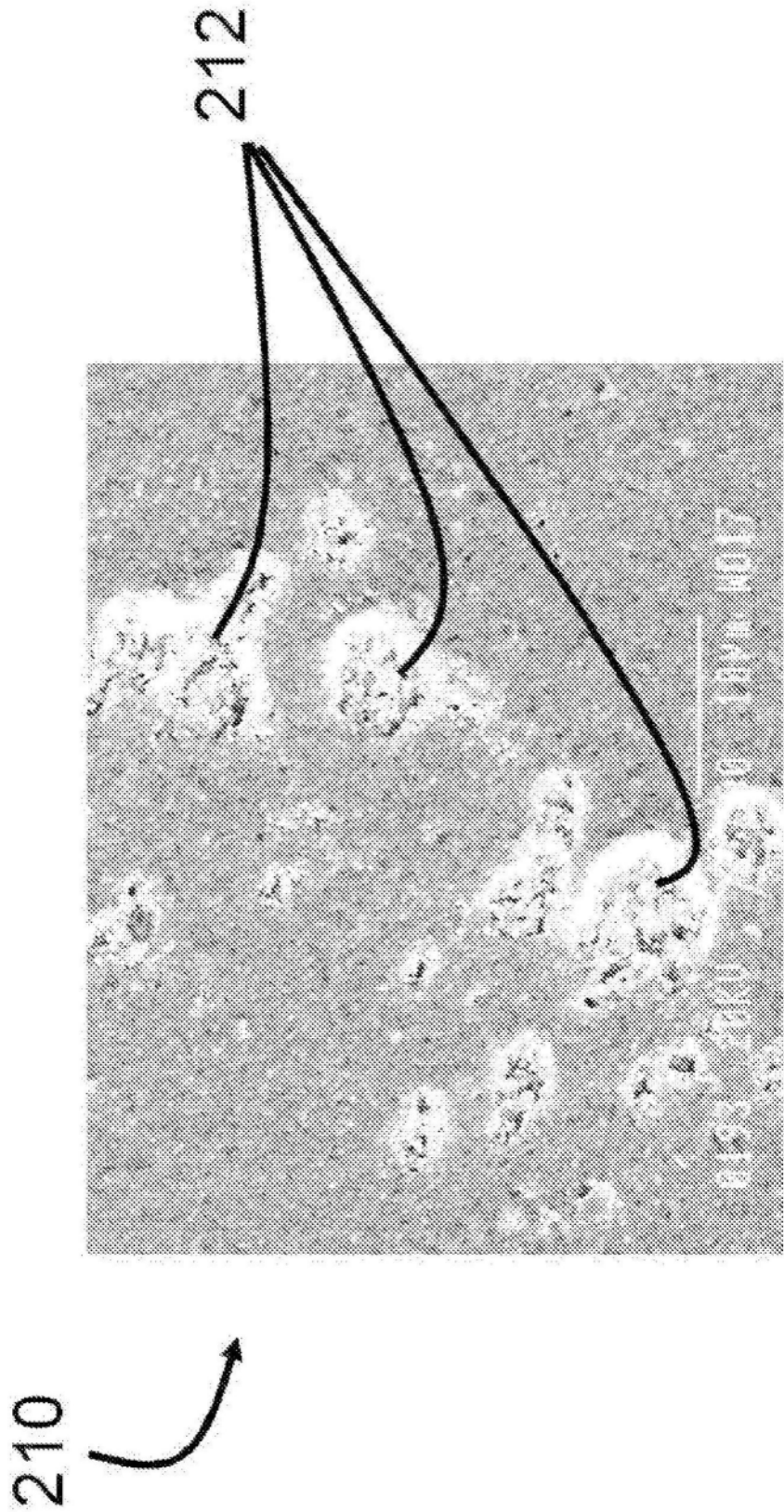


图2

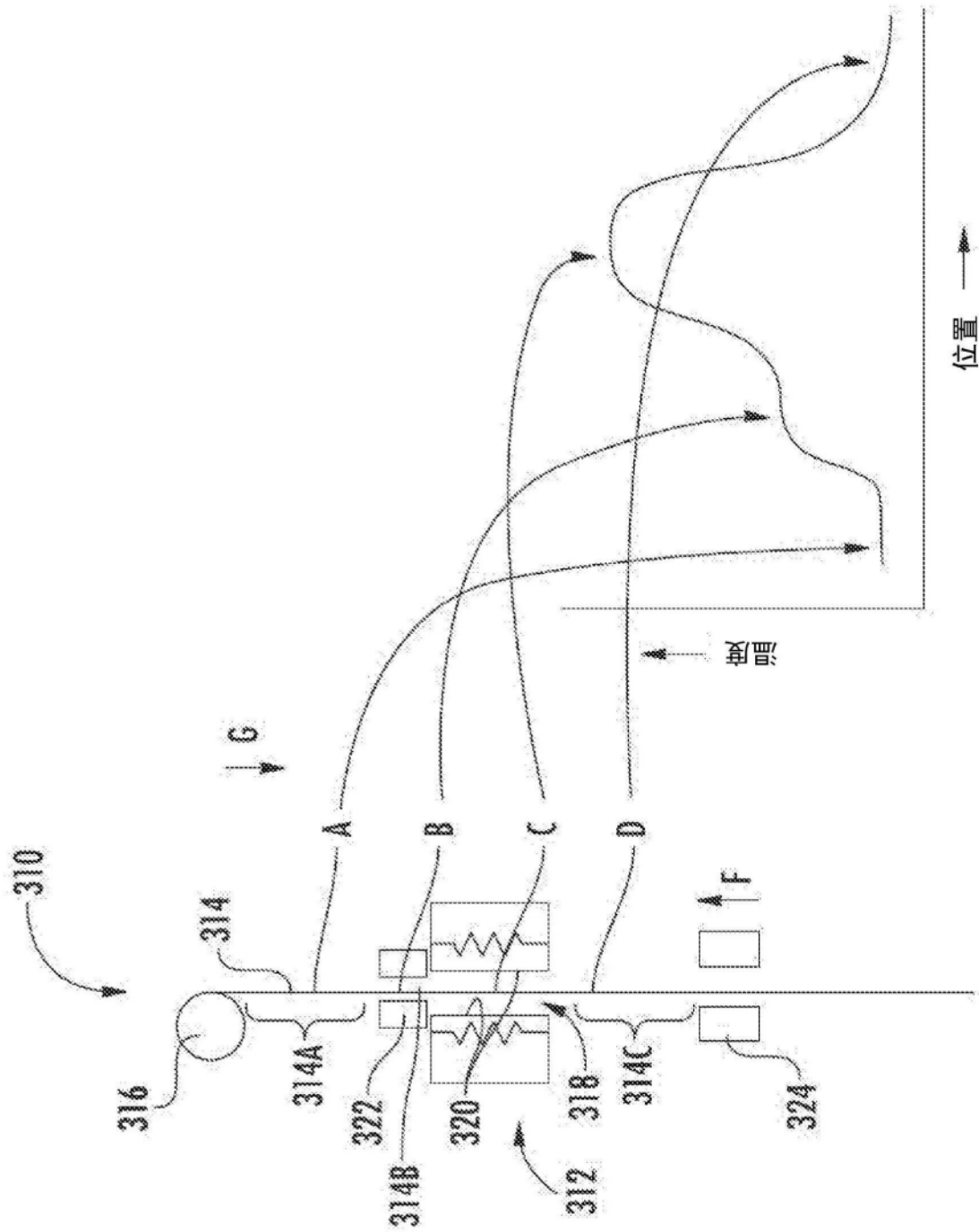


图 3A

图 3B

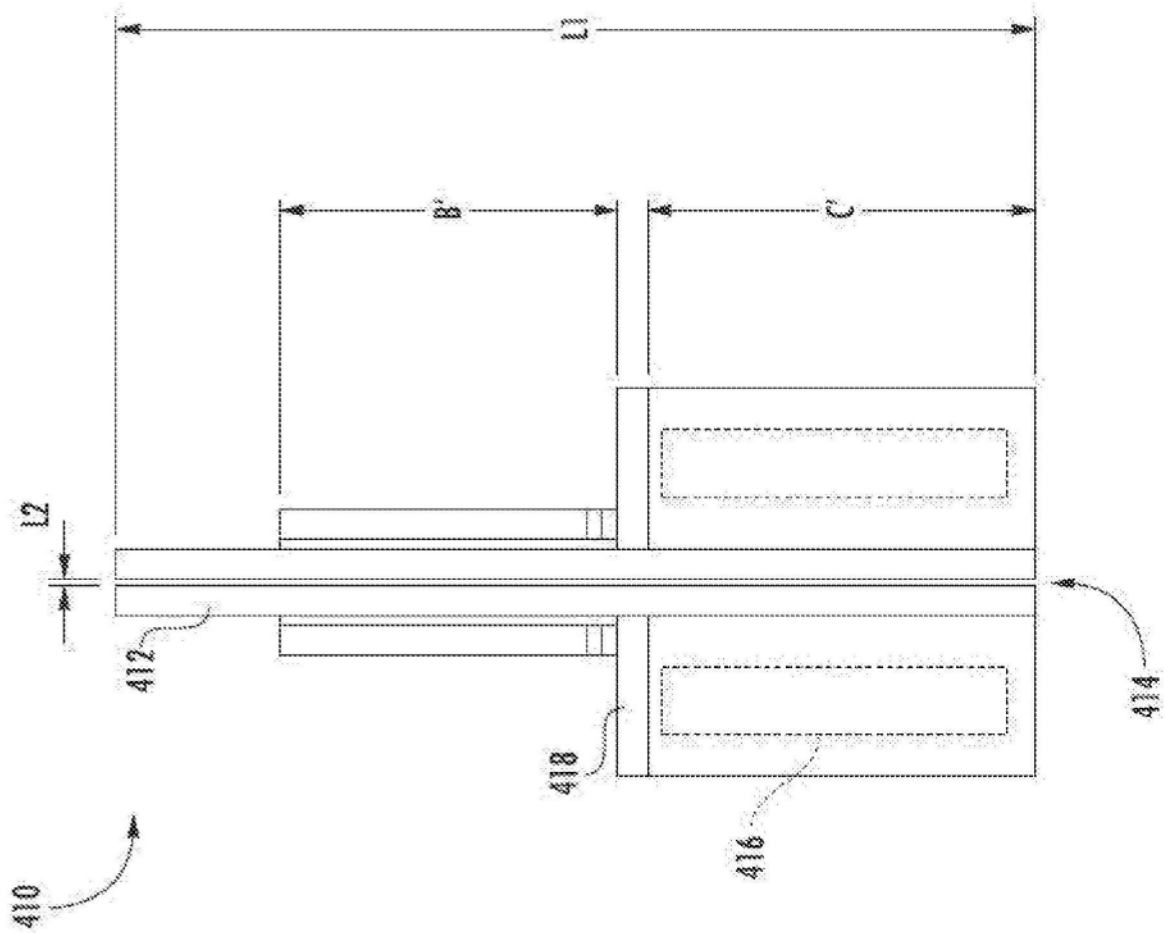


图4

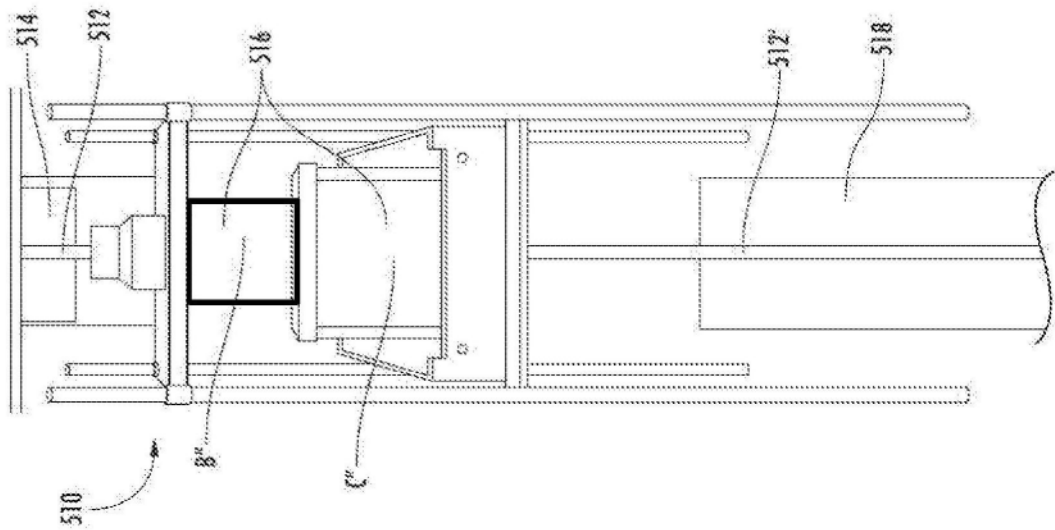


图5

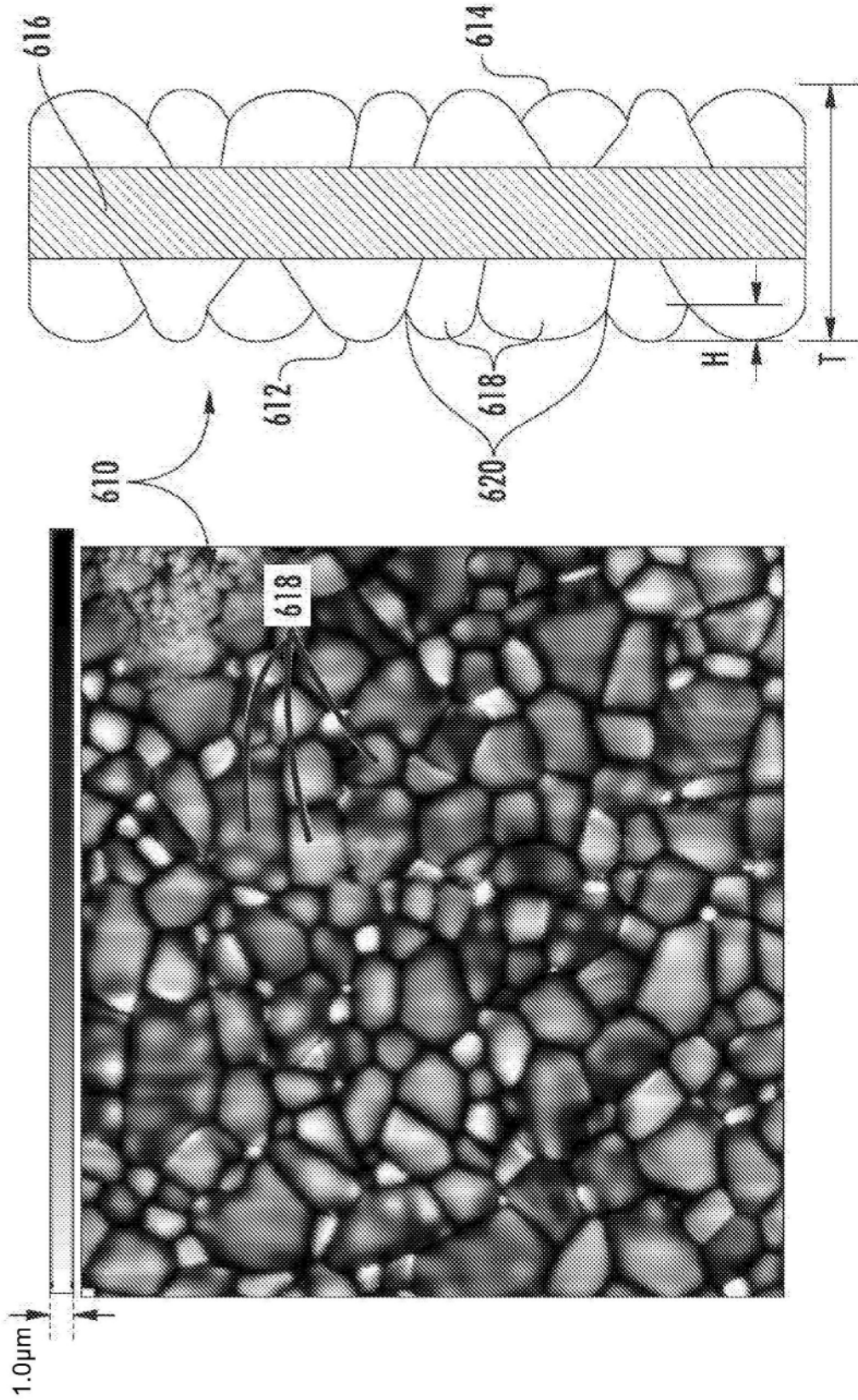


图 6A

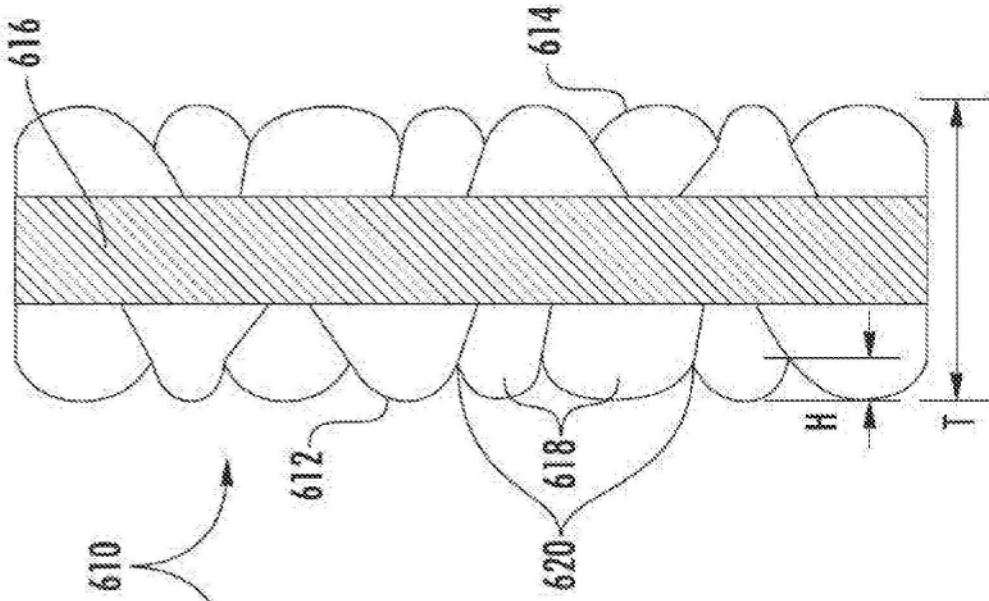


图 6B

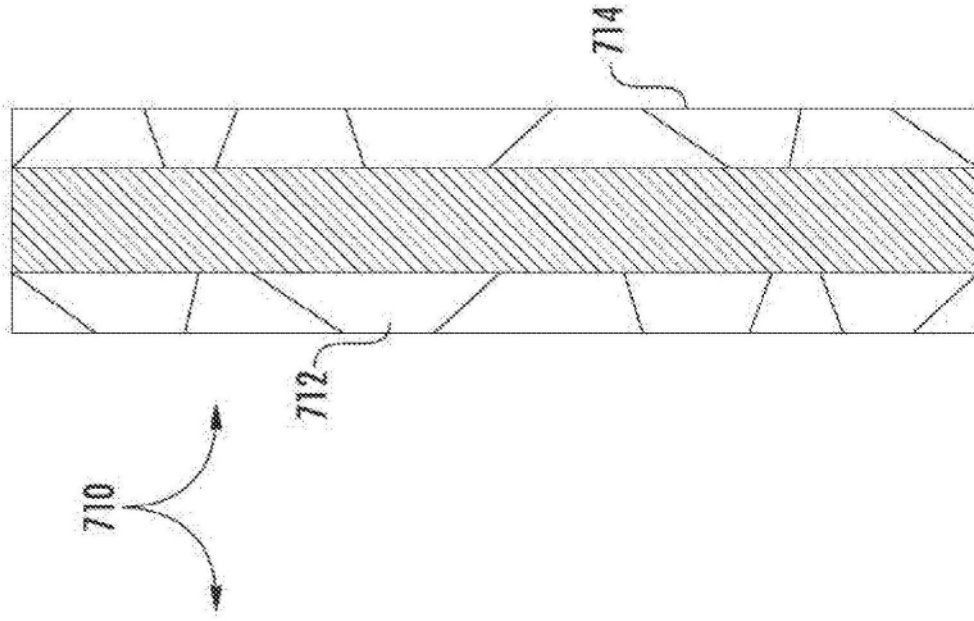


图 7B

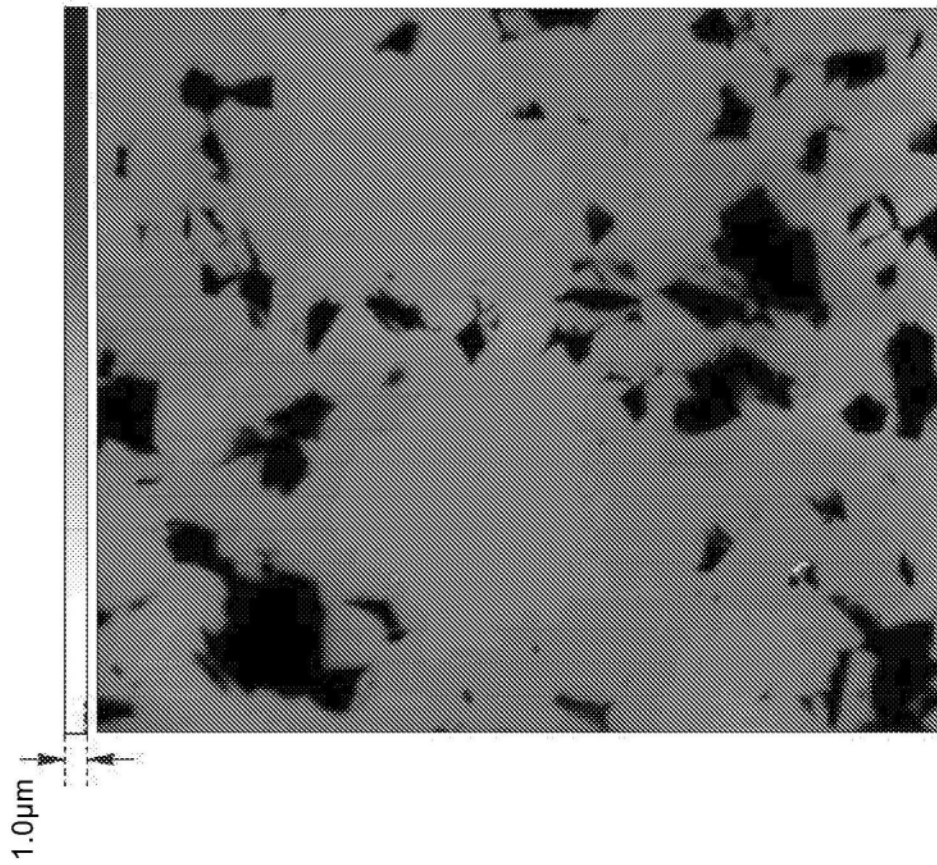


图 7A

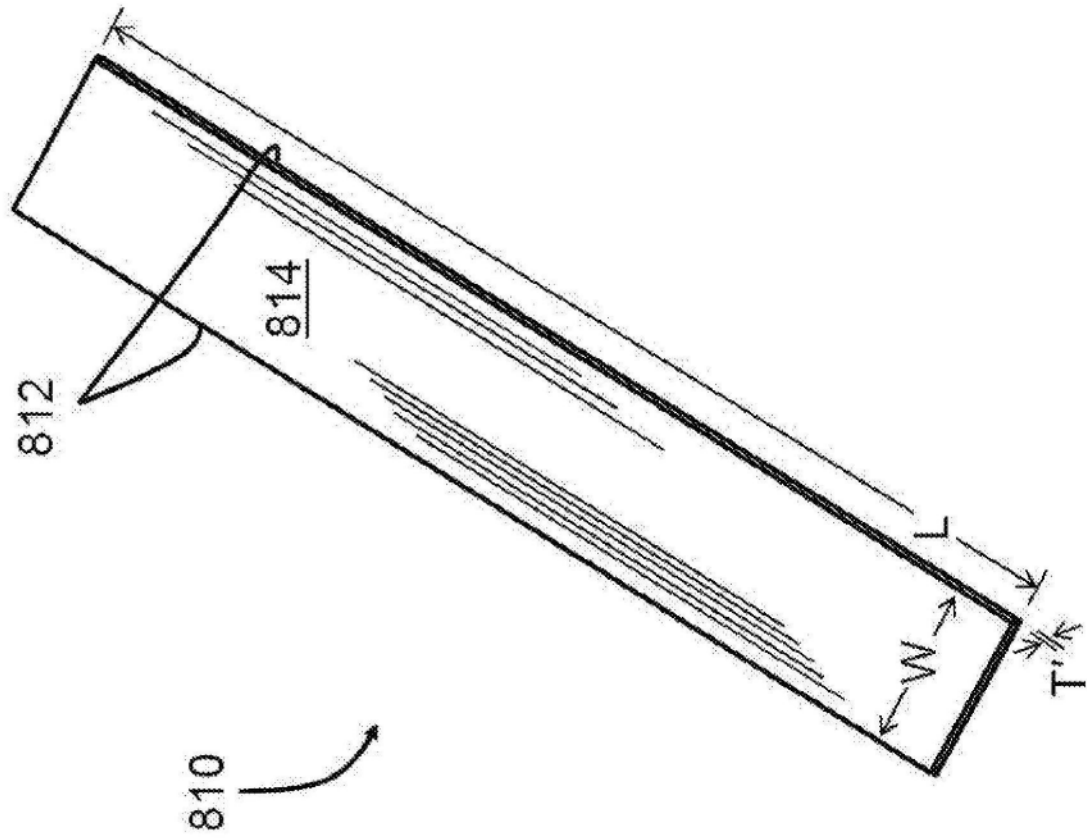


图8

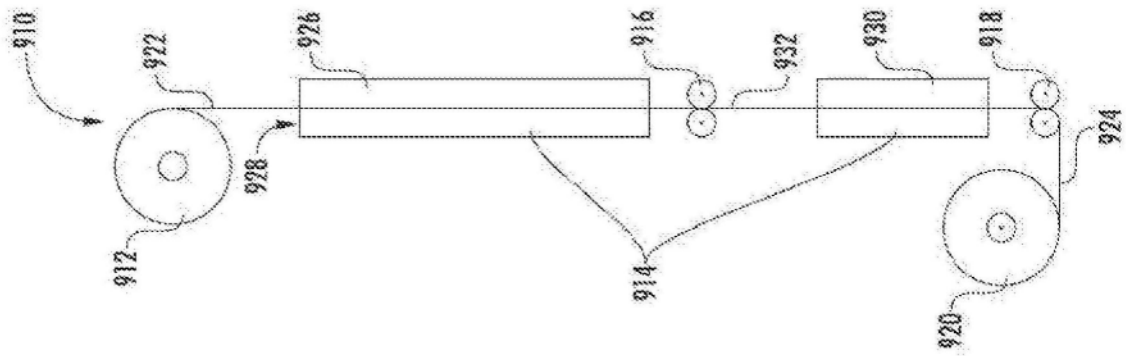


图9

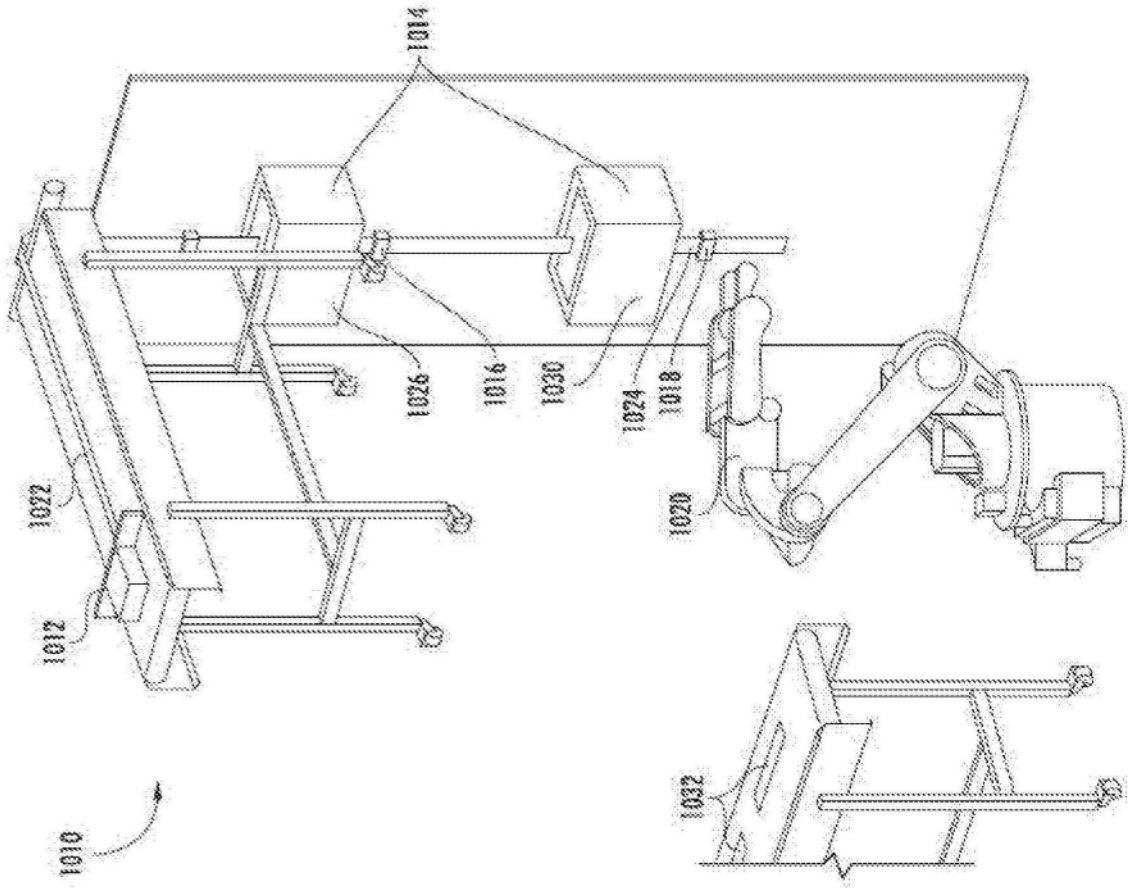


图10

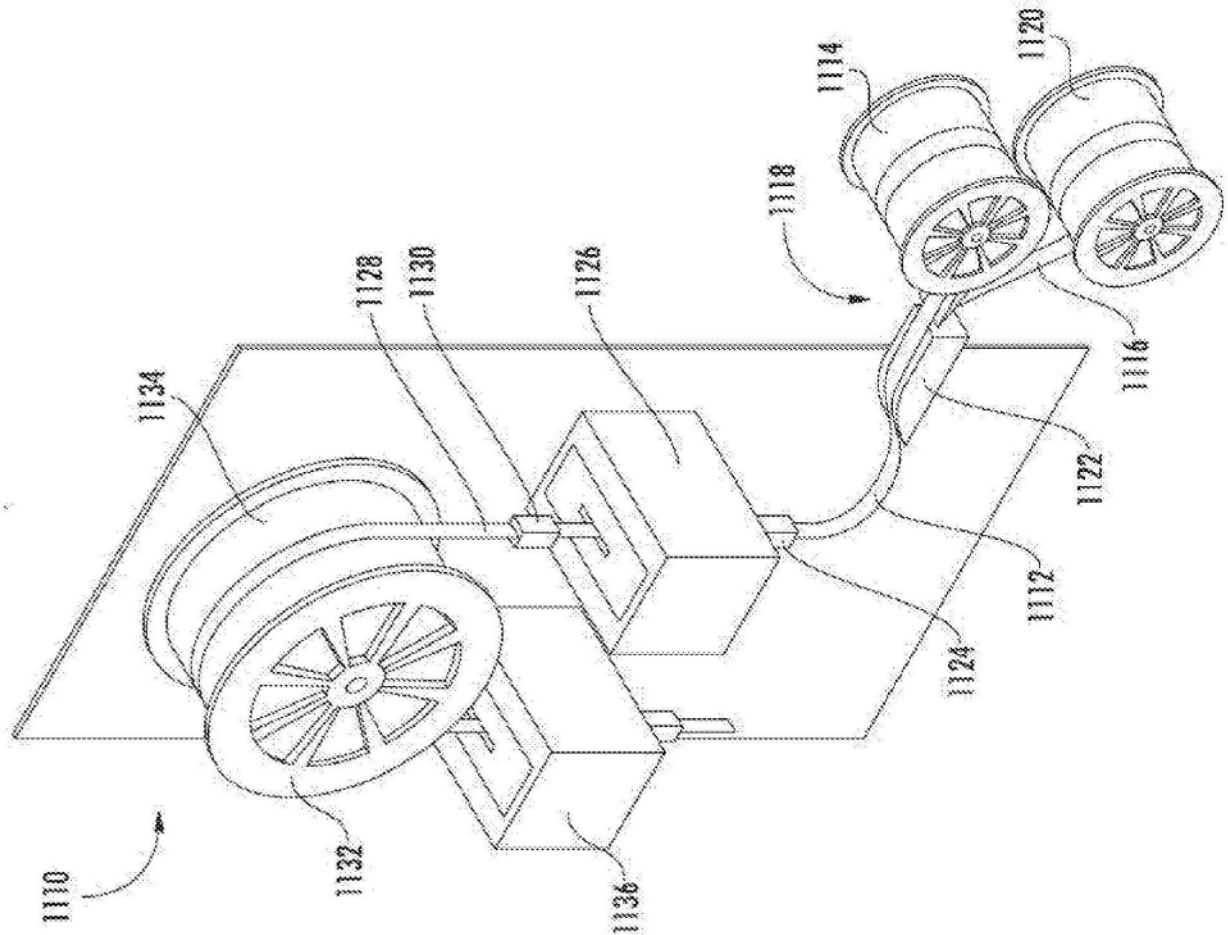


图11

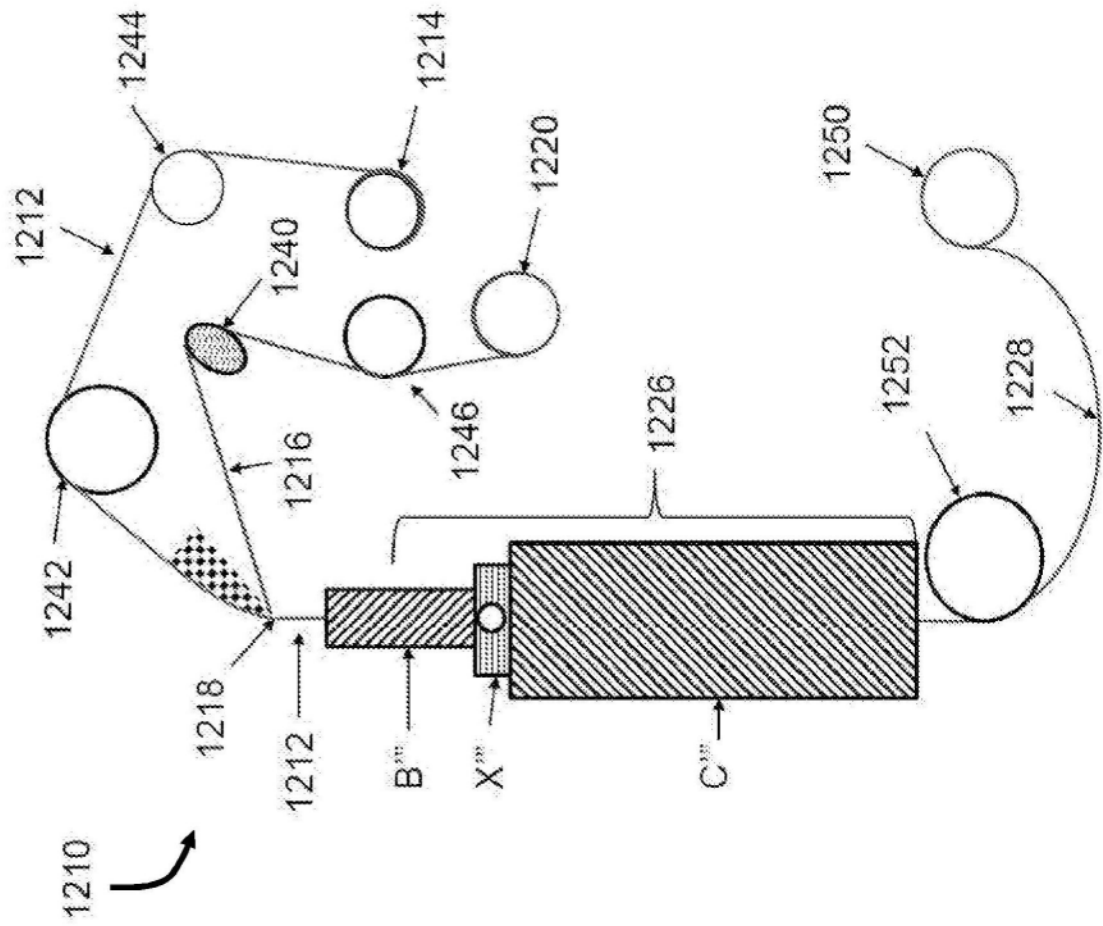


图12

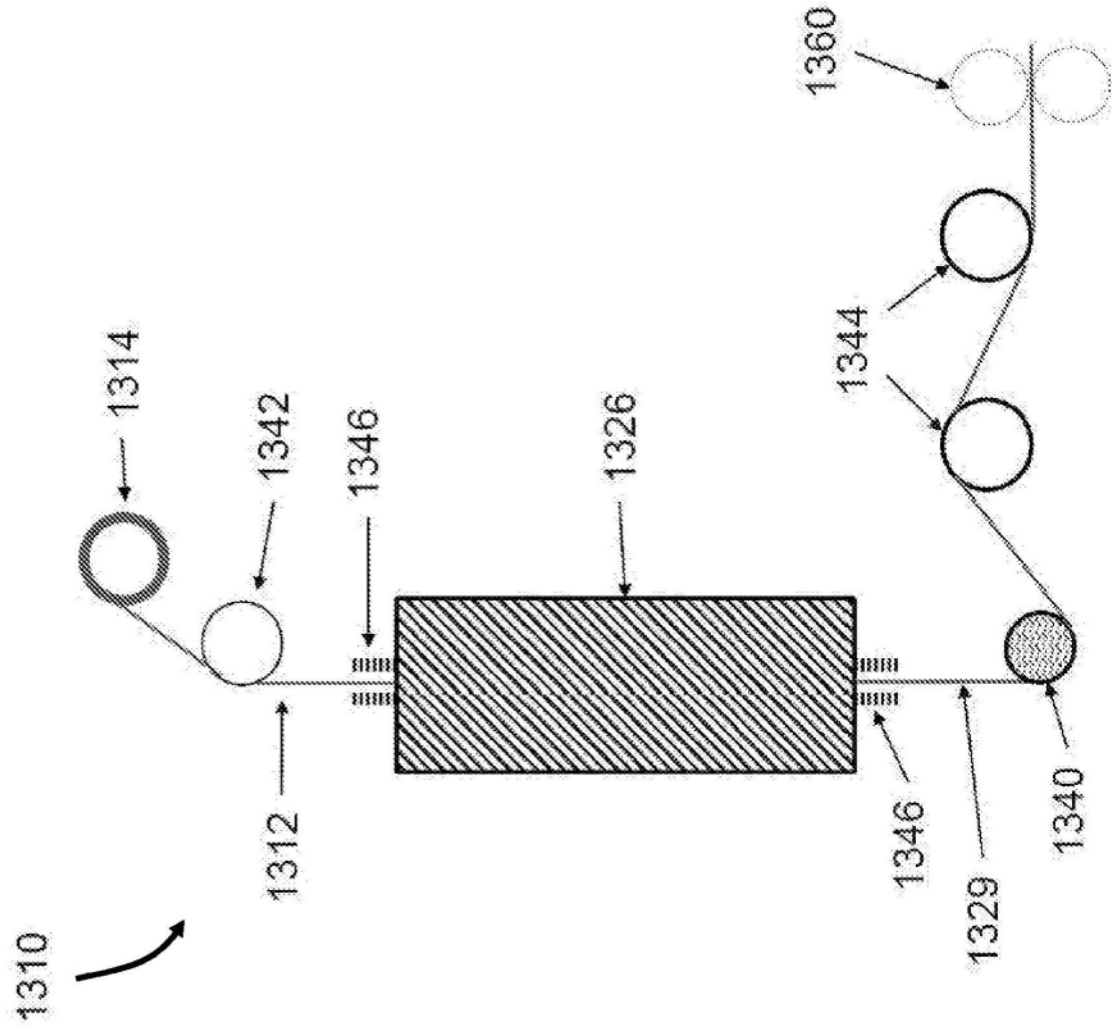


图13

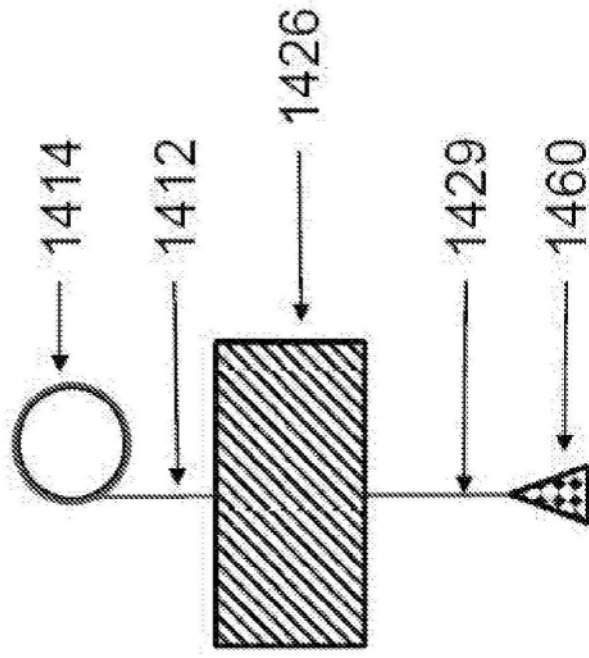


图14

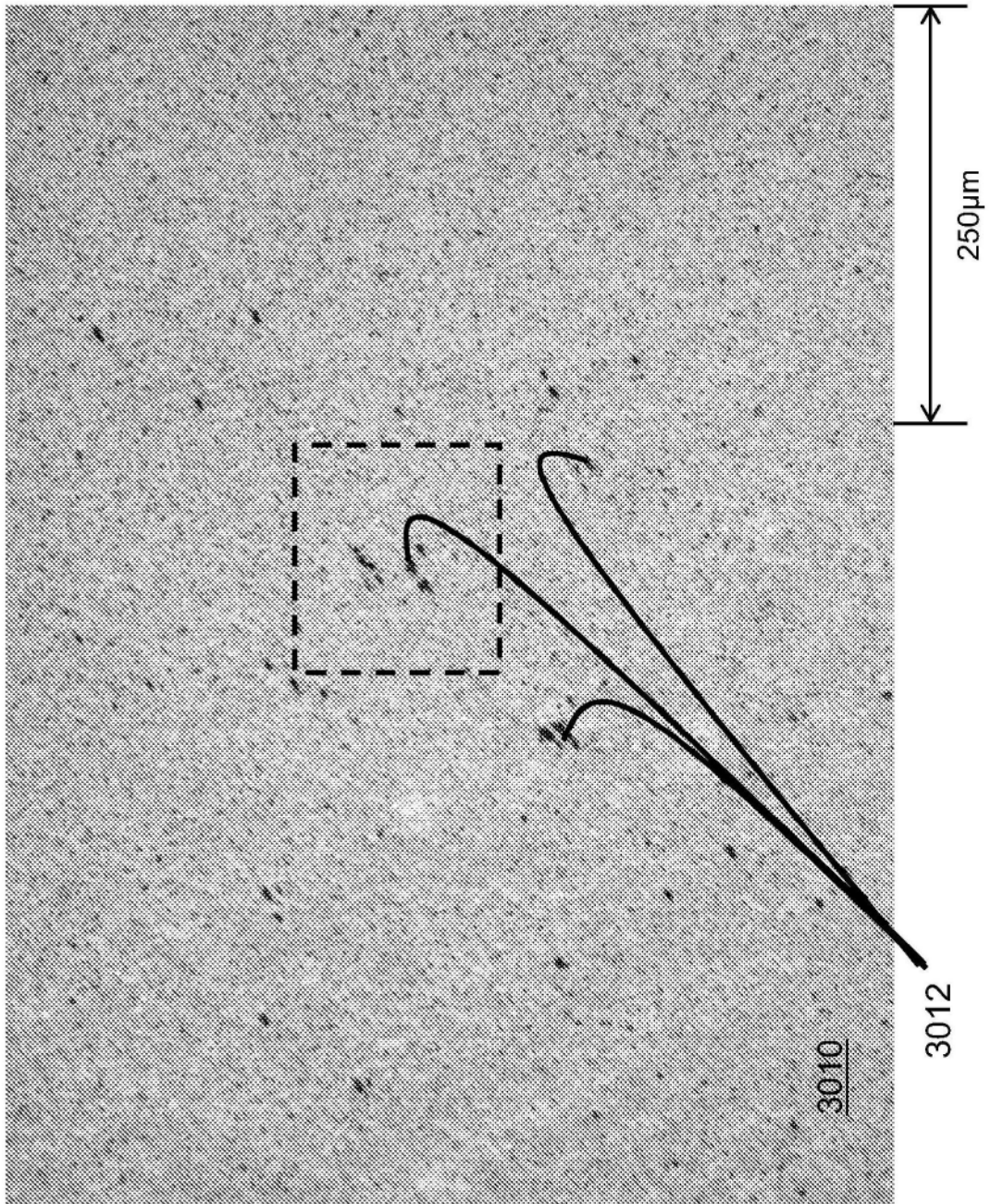


图15

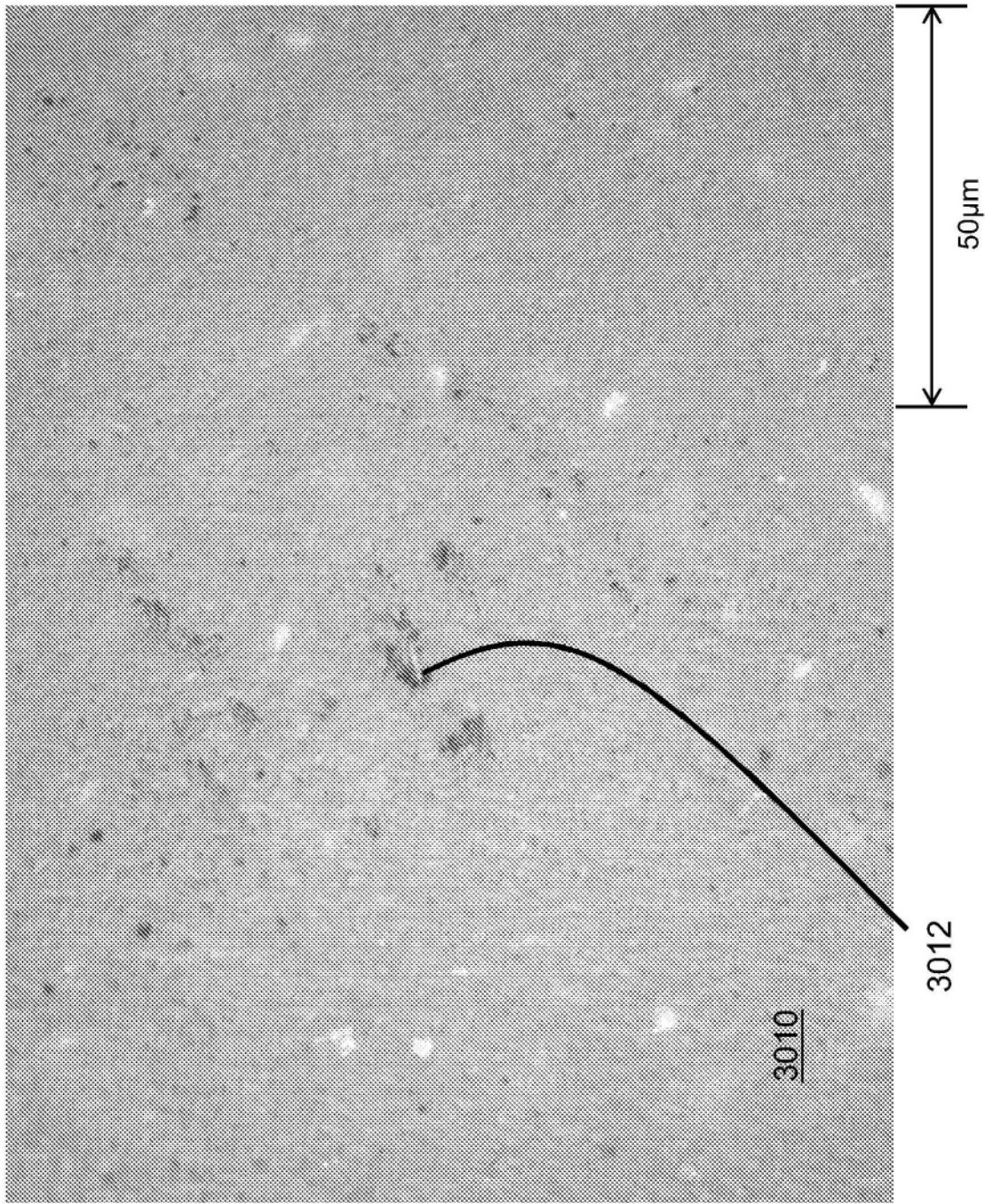


图16

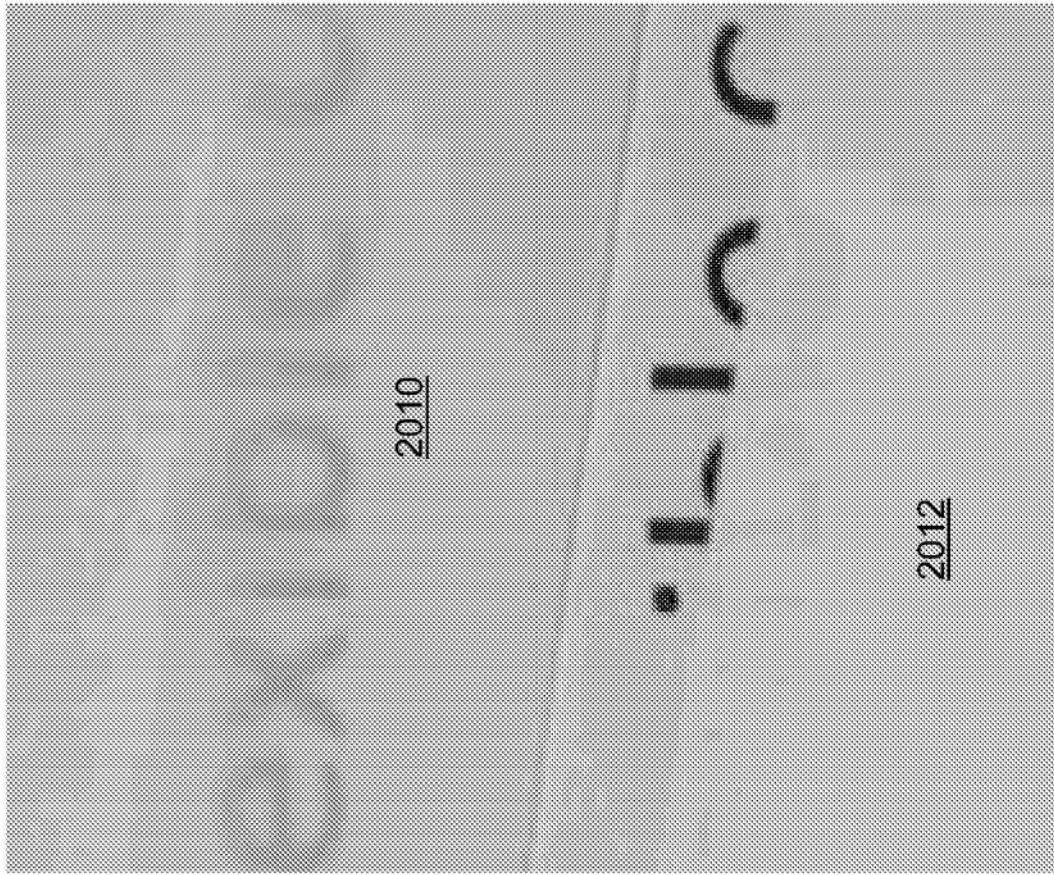


图17

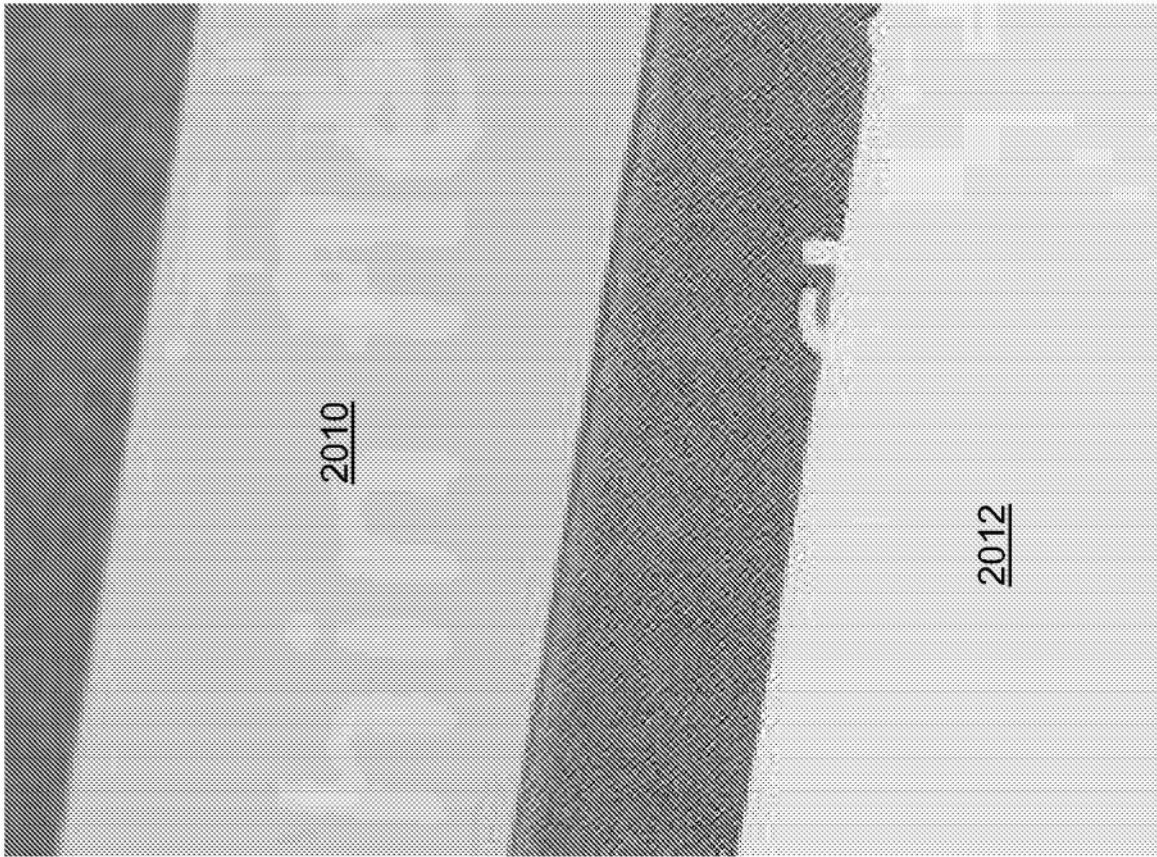


图18

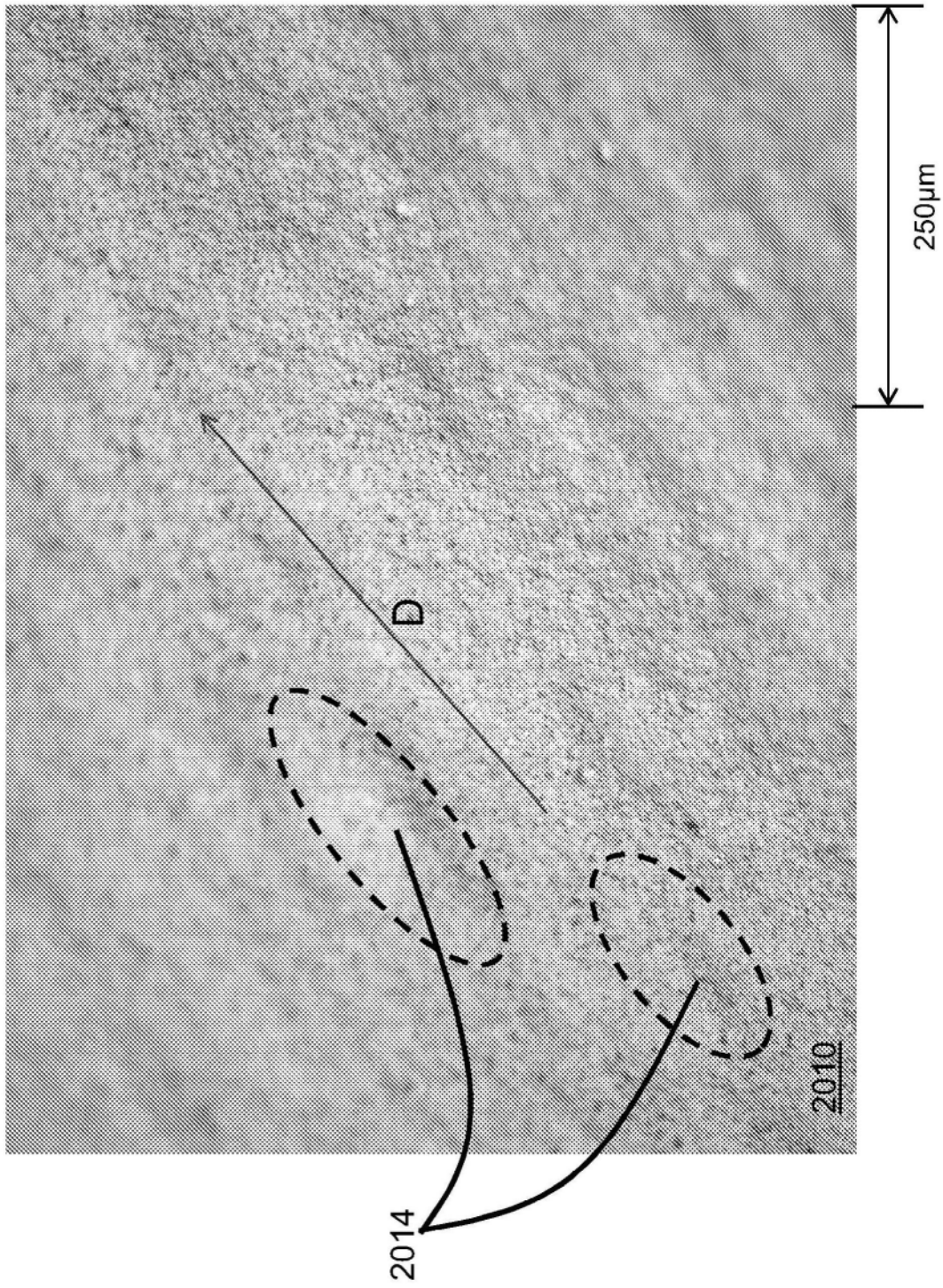


图19

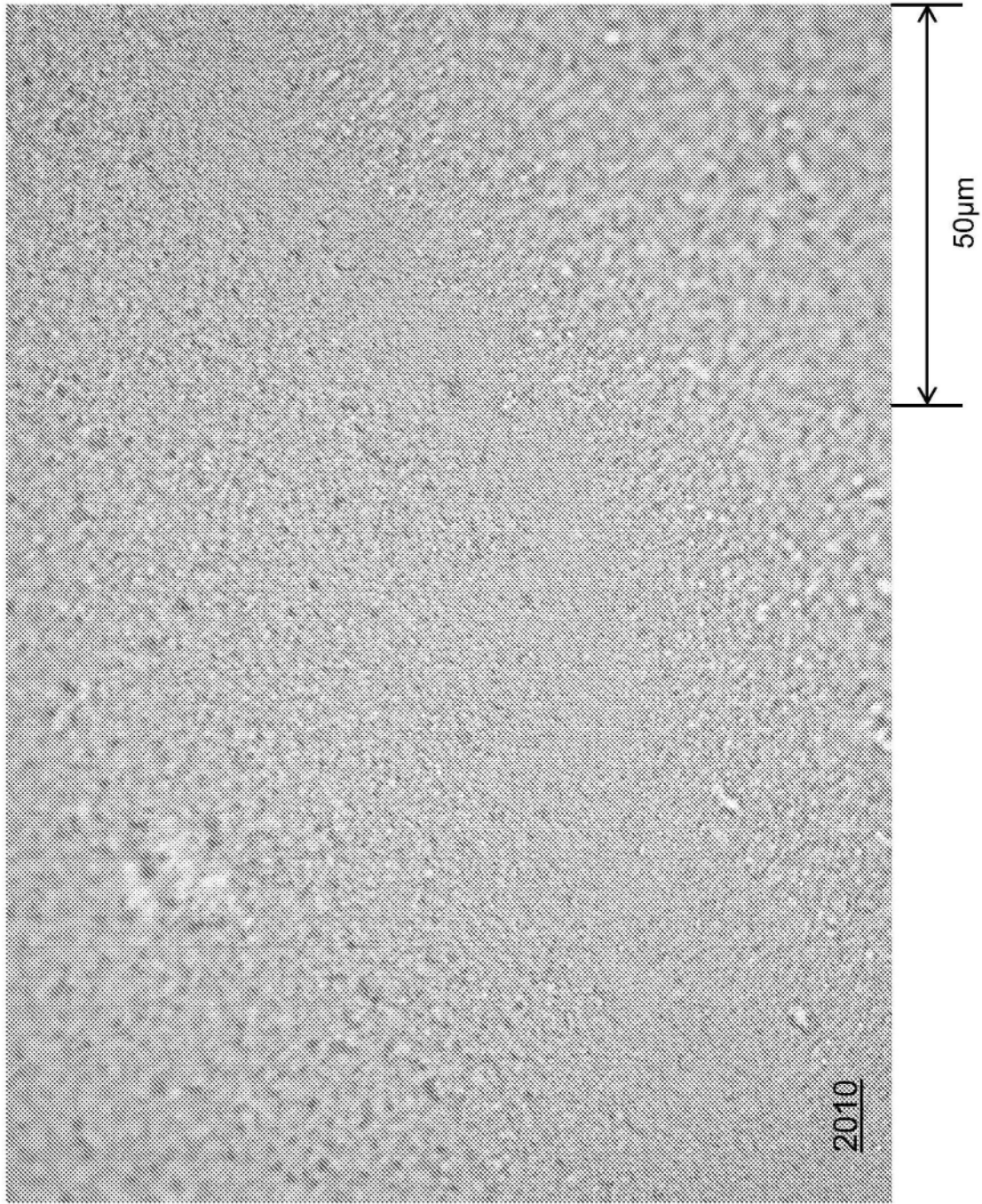


图20

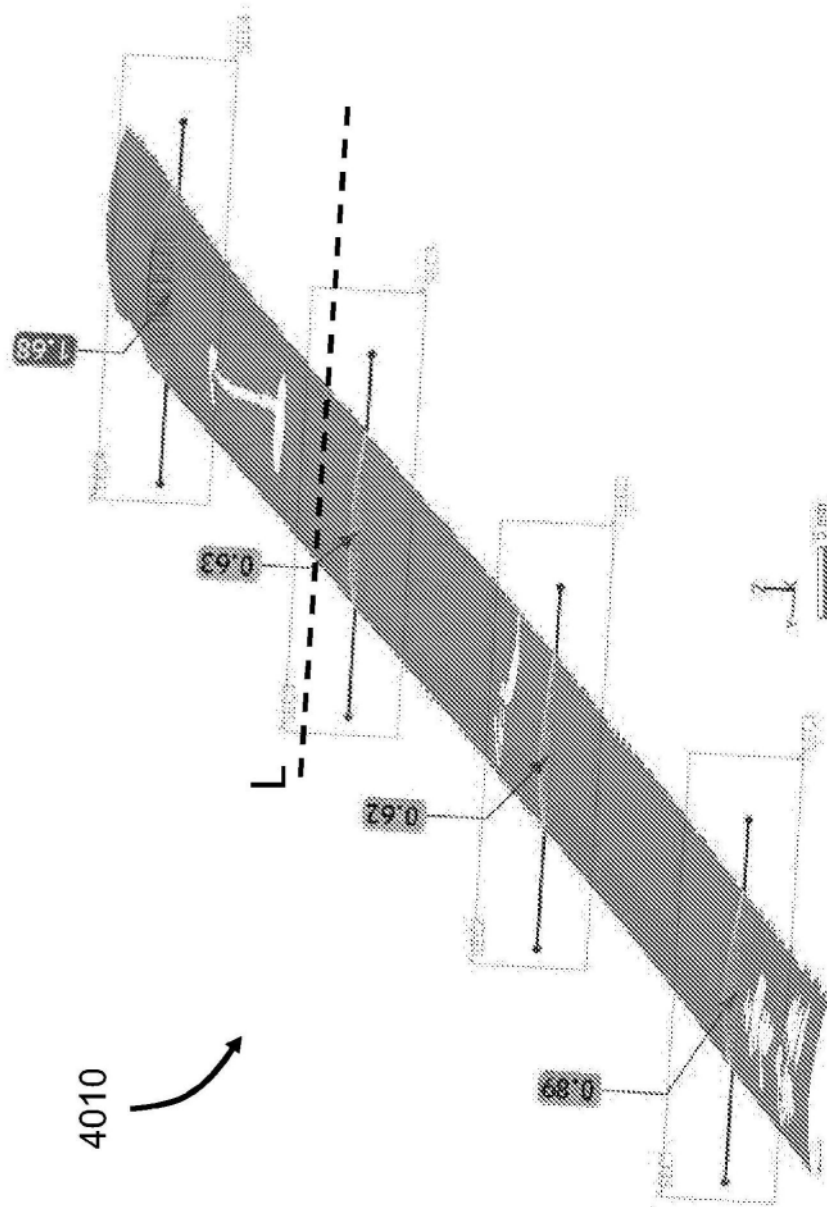


图21

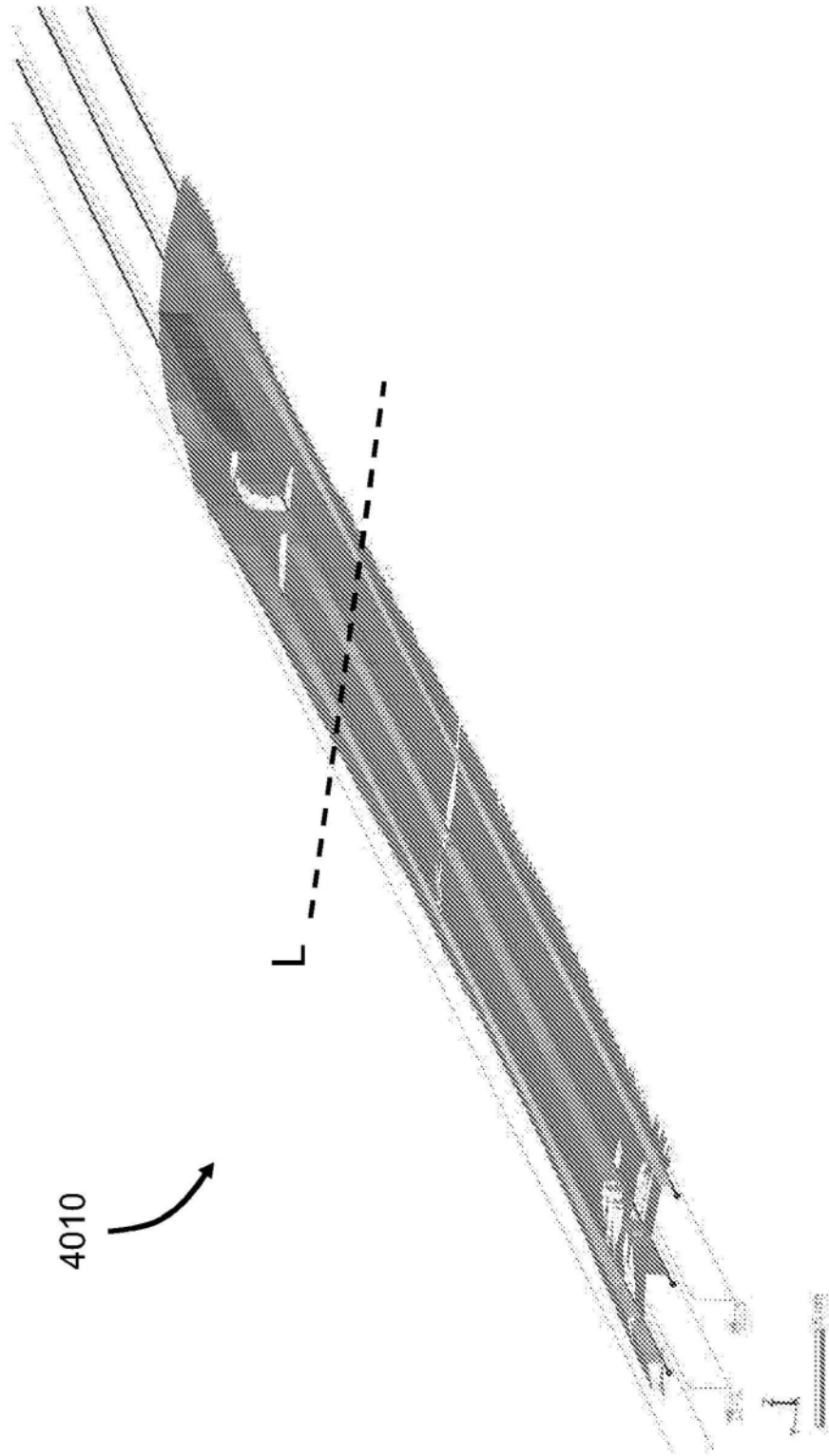


图22