



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107257910 B

(45)授权公告日 2020.03.10

(21)申请号 201680008679.6

(22)申请日 2016.01.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107257910 A

(43)申请公布日 2017.10.17

(30)优先权数据  
15000189.9 2015.01.23 EP  
15001039.5 2015.04.11 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.08.03

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2016/000041 2016.01.22

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/116806 EN 2016.07.28

(73)专利权人 亿康先达国际集团股份有限公司  
地址 瑞士,格雷尼兴  
专利权人 新保适科技有限公司

(72)发明人 C·赫希 M·马耶朔啡 C·拜耳  
S·布兰特

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245  
代理人 赵蓉民 张全信

(51)Int.Cl.  
F28D 21/00(2006.01)

(56)对比文件  
US 2006090650 A1,2006.05.04,  
US 2006090650 A1,2006.05.04,  
WO 2004110132 A2,2004.12.23,  
CN 103940560 A,2014.07.23,  
CN 107257910 A,2017.10.17,  
CN 1735772 A,2006.02.15,  
WO 2014014099 A1,2014.01.23,

审查员 贾月

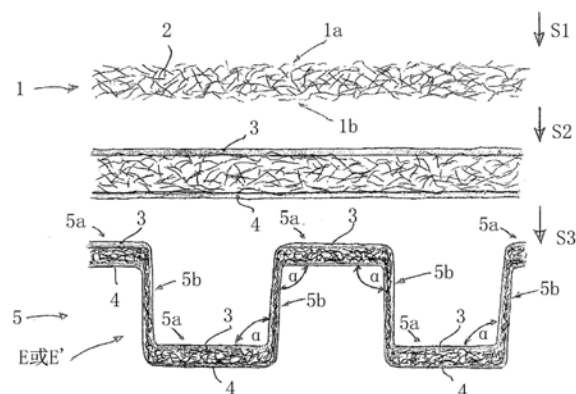
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

### (54)发明名称

全热交换器元件、包含此类元件的全热交换器及其生产方法

### (57)摘要

本发明提供全热交换器元件(E、E')和包含此类元件的全热交换器。此外,本发明公开一种生产此类全热交换器元件和全热交换器的方法,其包含以下步骤:a)提供可透气薄片元件(1);b)用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜(3、4)层压所述薄片元件(1)的至少一侧(1a、1b);和c)将所述层压薄片元件(1)形成为展现3D波纹图案(5、5、...)的所需形状。



1. 一种生产全热交换器元件 (E、E') 的方法, 其包含以下步骤:

a) 提供可透气薄片元件 (1);

b) 用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜 (3、4) 层压所述薄片元件 (1) 的至少一侧 (1a、1b);

c) 将所述层压薄片元件 (1) 形成展现 3D 波纹图案 (5、5、...) 的所需形状, 其中在步骤 a) 中, 所述薄片元件 (1) 的薄片材料包含聚合物, 所述薄片元件 (1) 为织物, 并且所述织物的纤维 (6) 的一部分为多组分纤维;

在步骤 b) 中, 所述薄聚合物膜是对于个别水分子展现溶液扩散运输机制的单片膜, 并且所述层压步骤包含以下中的至少一者: 将所述薄聚合物膜 (3、4) 热粘合、焊接和胶合至所述薄片元件 (1); 和

所述成形步骤 c) 为热成形步骤。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述薄片元件 (1) 为非编织物。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述织物的纤维 (6) 的至少 50 重量 % 为多组分纤维。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中所述多组分纤维为双组分纤维。

5. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述薄片元件 (1) 的所述至少一侧 (1a、1b) 上的所述至少一个薄聚合物膜 (3、4) 为不透气的聚合物膜。

6. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述薄聚合物膜 (3、4) 为包含一系列不同聚合物类型的聚合物层的多层膜。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其中所述薄聚合物多层膜的总厚度在 5 $\mu$ m 与 200 $\mu$ m 之间。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其中所述薄聚合物多层膜的总厚度在 10 $\mu$ m 与 150 $\mu$ m 之间。

9. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述成形步骤 c) 为真空成形步骤或打褶步骤。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其中提供具有界定或共界定待制造的全热交换器元件 (E、E') 的预定波纹图案的第一波纹形成物的至少第一模具部分且用于所述热成形步骤 c) 中。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中提供具有与界定待制造的全热交换器元件 (E、E') 的所述预定波纹图案的所述第一波纹形成物互补的第二波纹形成物的第二模具部分且用于所述热成形步骤 c) 中。

12. 根据权利要求 9 所述的方法, 其中提供连接至加压空气源的喷嘴且用于所述热成形步骤 c) 中。

13. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中所述喷嘴提供于第一模具部分和/或第二模具部分附近。

14. 一种全热交换器元件 (E; E'), 其使用根据权利要求 1 到 13 中任一项所述的方法产生, 包括可透气薄片元件 (1) 和预定 3D 波纹图案 (5、5、...), 其中第一薄聚合物膜 (3) 层压至所述薄片元件 (1) 的第一侧 (1a) 和/或第二薄聚合物膜 (4) 层压至所述薄片元件 (1) 的第二侧 (1b), 两个薄聚合物膜 (3、4) 均具有水蒸气穿透特征。

15. 根据权利要求 14 所述的全热交换器元件 (E), 其中所述第一薄聚合物膜 (3) 和所述第二薄聚合物膜 (4) 彼此相同。

16. 一种全热交换器,其具有至少三个根据权利要求14或15所述的薄片状或板状全热交换器元件(E1、E2、E3;E1'、E2'、E3'),所述全热交换器元件彼此堆叠和固定,借助于焊接或借助于胶合,其对应3D波纹图案(5、5、...)呈平行定向以形成允许流体流过的平行流体路径。

17. 根据权利要求16所述的全热交换器,其中所述焊接为激光焊接或超声波焊接。

## 全热交换器元件、包含此类元件的全热交换器和其生产方法

[0001] 本发明涉及全热交换器元件和包含此类元件的全热交换器。此外，本发明公开生产此类全热交换器元件和全热交换器的方法。

[0002] 众所周知的是出于不同目的使用不同种类的热交换器。通常，热交换器用于将热能从一种流体或介质回收至另一种中。这种热能被称作显能。一种流体（通常空气）的热能或显能回收至与第一流体（其中流体处于较低温度下）运行相邻，例如并流、逆流或交叉流动的另一流体中。通过逆转流体流动，两种之间的交换将产生较冷流体。用于显能回收的热交换器通常由金属或聚合物元件制成。存在不同类型，因为可存在交叉流动、并流或逆流配置。元件在其自身之间界定流道，以使得流体可在元件之间流动。此类装置例如用于住宅和商业通风（HRV）。

[0003] 另一类型的能量交换器是指所谓的潜能，其包括空气中的湿气。为了交换潜能，已知使用由于干燥剂浸渍的纤维素或聚合物制得的干燥剂涂布的金属或聚合物衬底或膜。在由纤维素或聚合物制得的板之间，界定或产生空气通道以允许流体沿板的表面穿过，进而将湿气从一种流体转移至另一流体。由于膜通常不具有结构强度，已知组合膜与框架或网格，其进而界定膜之间的间距。

[0004] 在以上（即热交换和湿气交换）的组合的情况下，能量交换器被称作全热交换器。那些全热交换器允许显能和潜能的交换，导致总能量回收。

[0005] 当前可用的膜材料是通过滚筒传递。膜材料是全热交换器的最重要部分。膜必须经固定和密封到一种网格或框架且以允许流体在每一膜层之间流动的方式配置。因此，显而易见的是已知技术的全热交换器为折衷。由于当前使用的膜的选择范围和特征，其将通常在显能交换中损失以在潜能交换中增益。

[0006] 构建自对应元件的此类全热交换器例如WO 02/072242A1。在网络上安置由纤维制成的对应膜。含有膜或相邻膜之间的间隔物（即间隔物和膜呈交替顺序）的网格经钉住或堆叠，进而更改板的方向以产生不同气流方向。

[0007] 考虑到提及的现有技术水平，本发明的目标之一为提供全热交换器元件和全热交换器以及其生产方法，允许产生其中每一全热交换器元件中的显能交换和潜能交换两项的效率增加且其中全热交换器元件和由此类元件制成的全热交换器的制造成本减少的全热交换器。

[0008] 本发明的另一目标为提供对于水蒸气具有高比交换面积的全热交换器元件和全热交换器，以及其生产方法。

[0009] 为了达成此目标，本发明提供一种生产全热交换器元件的方法，其包含以下步骤：

[0010] a) 提供透气薄片元件；

[0011] b) 用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜层压薄片元件的至少一侧；和

[0012] c) 将层压薄片元件形成为展现3D波纹图案的所需形状。

[0013] 因此，获得全热交换器元件，其允许热量和水分子（呈水蒸气形式）跨越元件从元件的一侧向元件的另一侧几乎在元件的整个表面积中转移，所述元件现在具有相比于先前技术中的此类元件更高的比交换面积。相比之下，比水分子更大或极性更小的分子，如二氧

化碳和气味相关分子被禁止穿过元件。另外,薄片元件和层合到薄片元件的至少一侧的选择性地水蒸气可穿透的屏障材料仅使用一个成形步骤形成为所需波纹形状(“一步成形”)。因此,在根据本发明的全热交换器元件中,一方面增加总能量(即显能加上潜能)转移效率,同时另一方面降低制造成本。

[0014] 或者,方法中的步骤b)和c)的顺序可转换,即将(尚未层压的)薄片元件形成为展现3D波纹图案的所需形状且接着用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜层压形成的薄片元件的至少一侧(“两步成形”)。

[0015] 水蒸气穿透特征意指至少 $500\text{g}/\text{m}^2/24\text{h}$ 、优选地至少 $1000\text{g}/\text{m}^2/24\text{h}$ 、甚至更优选地至少 $1500\text{g}/\text{m}^2/24\text{h}$ 且最优选地至少 $2000\text{g}/\text{m}^2/24\text{h}$ 的水蒸气穿透率,其如根据经修改ASTM E 96-66B使用直立杯方法所测量;修改: $T_{\text{水}}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{空气}}=21^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度=60%, 气流=2m/s。

[0016] 将层压的薄片元件形成为展现3D波纹图案的所需形状的步骤c)可包括第一步骤c1)和第二步骤c2)。

[0017] 步骤c1)包含形成具有沿第一方向延伸的波纹且具有相对精细结构的第一波纹图案或加强波纹图案。第一波纹图案可具有正弦、矩形或三角形周期性轮廓。优选地,第一波纹图案的此第一周期性轮廓具有0.5mm至2mm的周期和0.5mm至1mm的幅度。第一波纹图案可包含相邻脊线。相邻脊线之间可存在间距,即相邻脊线之间的层压或尚未层压的薄片元件的空间为大体上平坦的区域且相邻脊线可从薄片元件沿相同或相对方向突出。这些独立定位的脊线的高度或深度以及宽度可为0.2mm至1mm。脊线间距可为脊线宽度的1至10倍。

[0018] 此任选的第一步骤c1)促进全热交换器元件的总刚度。

[0019] 步骤c2)包含形成具有沿第二方向延伸的波纹且具有界定热交换器板通道截面几何形状的相对粗糙结构的第二波纹图案或主波纹图案。再次,第二波纹图案可具有正弦、矩形或三角形周期性轮廓,但具有比第一波纹图案更大的尺寸。优选地,第二波纹图案的此第二周期性轮廓具有2mm至10mm的周期和2mm至10mm的幅度。

[0020] 因此,任选的第一步骤c1)和必要的第二步骤c2)提供具有双重波纹和增强的刚度的全热交换器元件。

[0021] 第一方向(即第一波纹图案的脊线的方向)形成相对于第二方向(即第二波纹图案的脊线的方向)的角,优选地 $45^{\circ}$ 至 $90^{\circ}$ 的角,更优选地 $85^{\circ}$ 至 $90^{\circ}$ 并且最优选地约 $90^{\circ}$ 的角。

[0022] 薄片元件的薄片材料可包含聚合物,优选地热塑性聚合物。因此,薄片元件(例如)帮助成形步骤c)中的热处理。优选地,聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、粘胶或聚酯,如聚对苯二甲酸乙二酯(PET)或共聚酯选作热塑性聚合物。优选地,薄片材料的聚合物不包括任何塑化剂。薄片材料的聚合物可包括杀生物剂(杀细菌剂和/或杀真菌剂)。

[0023] 在优选实施例中,薄片元件为织物,优选地非编织物。织物可仅包括热塑性纤维或热塑性纤维和热固性纤维的组合或热塑性纤维和树脂的组合或热塑性纤维和无机纤维的组合。最优选地,织物包括多组分或双组分纤维以及标准热固性和/或热塑性纤维。优选地,织物包括大于50重量%多组分或双组分纤维且可仅包括多组分或双组分纤维。另外,织物可包括提供分别高导热性连同机械强度和高毛细作用(“导湿性”)的金属纤维和/或碳纤维。无机纤维可为玻璃纤维、碳化硅纤维或任何矿物纤维。

[0024] 或者,薄片元件为编织物,优选地具有各向异性结构和自其得到的各向异性特性。举例来说,编织物可具有沿第一纤维方向的较厚聚合物纤维和沿第二纤维方向的较薄聚合

物纤维。第二纤维方向可在相对于第一纤维方向的 $90^{\circ}$ 与 $100^{\circ}$ 之间,优选地约 $90^{\circ}$ 。由于沿第一纤维方向的较厚聚合物纤维,相比于沿具有较薄聚合物纤维的第二纤维方向,各向异性编织物可在不机械削弱(或甚至损坏)的情况下沿第一纤维方向耐受更多拉伸。

[0025] 或者,薄片元件可包含非编织物,所述非编织物可具有各向异性结构和自其得到的各向异性特性,和编织物,所述编织物优选地具有各向异性结构和自其得到的各向异性特性。

[0026] 薄片元件可包含额外增强纤维以提供额外强度。这些增强纤维可为金属纤维、碳纤维或热塑性聚合物纤维中的至少一种。增强纤维可在薄片元件内沿第一大方向延伸。优选地,增强纤维为非线性的。确切地说,其可具有波状图案,例如具有三角形或正弦平面图案,优选地具有1mm至3mm的周期和1mm至3mm的幅度。或者,其可具有卷曲形状,例如螺旋形状,优选地具有小于1mm的螺旋直径。

[0027] 增强纤维可为具有5mm的最小长度的连续纤维或短纤维。金属纤维可选自具有 $10\mu\text{m}$ 与 $200\mu\text{m}$ 之间、优选地 $20\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 之间的直径的铝、铜、银或钢纤维。

[0028] 优选地,增强纤维的波状图案和/或卷曲形状的第一大方向形成相对于界定热交换器板通道截面几何形状的第二波纹图案的方向的角。优选地,其形成相对于彼此的 $45^{\circ}$ 至 $90^{\circ}$ 的角,更优选地 $85^{\circ}$ 至 $90^{\circ}$ 的角并且最优选地约 $90^{\circ}$ 的角。

[0029] 在步骤c)期间或尤其在步骤c1)和c2)期间,但主要在步骤c2)期间,非线性增强纤维经拉直。确切地说,波状图案和/或卷曲形状经拉伸且因此轮廓为扁平化的,即波状图案的幅度减小且其周期增加和/或卷曲/螺旋形状的直径减小且其周期(或间距)增加。一旦非线性碳和/或金属纤维完全拉直,将阻止薄片元件沿第一大方向进一步拉伸。

[0030] 另外,如果薄片元件在步骤c)之前或期间或尤其在步骤c1)和/或c2)之前或期间加热超出热塑性聚合物纤维的软化温度,那么热塑性纤维将通过进行局部拉伸和/或弯曲而变形。在成形步骤c)或成形步骤c1)和c2)之后,热塑性聚合物纤维的永久变形将促进全热交换器元件的尺寸稳定性,即保形性。

[0031] 优选地,如果碳纤维包括在薄片元件内,那么其沿第二(主要)波纹图案的第二方向延伸。因此,在成形步骤c)期间或在形成子步骤c2)期间,碳纤维将不经历任何弯曲。但是,其促进成形步骤c)或c2)之前和之后的薄片元件的总强度。

[0032] 优选地,如果金属纤维包括在薄片元件内,那么其可在薄片元件内沿任何方向延伸。因此,在成形步骤c)期间或在形成子步骤c2)期间,金属纤维将经历金属冷变形条件下的弯曲,即使薄片元件加热超出热塑性聚合物纤维的软化温度也如此。在成形步骤c)或成形步骤c1)和c2)之后,金属纤维的永久变形将促进全热交换器元件的尺寸稳定性,即保形性。

[0033] 优选地,织物的纤维具有 $1\mu\text{m}$ 与 $40\mu\text{m}$ 之间、更优选地 $3\mu\text{m}$ 与 $40\mu\text{m}$ 之间并且最优选地 $5\mu\text{m}$ 与 $20\mu\text{m}$ 之间的纤维直径。因此,当织物在层压步骤b)中用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜层压时,与薄聚合物膜直接接触的织物纤维将仅覆盖薄聚合物膜的表面的一小部分,因此使薄聚合物膜的任何阻隔最小化。另外,即使并非如对于热塑性聚合物纤维或金属纤维在上文所述地永久变形,任何在步骤c)期间经历弹性弯曲的织物纤维将具有较高级别的柔性,其帮助使得成形步骤c)更容易地进行。

[0034] 优选地,薄片元件内的纤维或织物长丝且确切地说薄片元件的非层压表面处的那

些可具有1与10分特(1特=1g/1000m;1分特=1g/10000m)之间的线性质量密度(长纤维重量)。此类细纤维展现强芯吸效应,掺合其以更快地运输湿气。另外,当在一个薄片表面或两个薄片表面使用时,其提供较光滑且较少磨损的表面。第一,这帮助降低层压到对应表面的极薄相邻功能膜层的损害的风险。第二,这帮助预防在非层压薄片表面处形成任何空气边界层。

[0035] 织物的纤维可具有基本上环形、三角形或椭圆形的横截面。另外,织物的纤维可具有X型或星形横截面。织物可包括具有不同横截面,优选地选自提及类型的横截面的纤维。

[0036] 另外,织物可包括表面浸渍剂,优选地热塑性或热固性聚合物,以改进成形步骤之后的结构稳定性。另外或作为一个替代方案,织物可包括表面浸渍剂,其可在成形步骤c)之后交联,优选地为可在成形步骤c)之后通过UV照射固化的树脂。

[0037] 织物或全热交换器元件可在其一侧上包括疏水性处理层且在另一侧上包括薄聚合物膜,即单一防水浸渍。

[0038] 这可通过在步骤b)中用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜仅层压织物的一侧且在层压步骤b)之前、期间或之后用疏水化处理提供织物的另一侧而实现。疏水化处理可甚至在成形步骤c)之后进行。

[0039] 优选地,在层压步骤b)之前,即在提供步骤a)之前、期间或之后进行织物的疏水化处理。这预防具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜在其面向织物的表面上被偶然地赋予疏水性。

[0040] 织物或全热交换器元件可包括其两侧上的疏水性处理层和在两项之间延伸且与织物或全热交换器元件的第一疏水性处理层和第二疏水性处理层“平行”的内部薄聚合物膜,即双重防水浸渍。

[0041] 这可通过以下步骤实现:

[0042] 第一,在任何层压步骤b)之前、期间或之后向第一织物的一侧或整个第一织物提供疏水化处理。

[0043] 第二,在任何层压步骤b)之前、期间或之后向第二织物的一侧或整个第二织物提供疏水化处理。

[0044] 第三,用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜的第一侧层压第一织物的一侧。

[0045] 第四,用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜的第二侧层压第二织物的一侧,产生具有夹在第一织物与第二织物之间的薄聚合物膜的夹层结构。

[0046] 最后,根据步骤c),具有第一织物/薄膜/第二织物型夹层结构的此层压薄片元件形成为展现3D波纹图案的所需形状。

[0047] 优选地,同时进行步骤三和四,即用一个具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜共层压或单步层压第一织物和第二织物,产生薄聚合物膜夹在两个织物薄片之间的夹层结构。

[0048] 优选地,在任何层压步骤b)之前,即在织物提供步骤a)之前、期间或之后进行第一织物和/或第二织物的疏水化处理。再次,这预防任何具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜在其面向织物,即第一织物或第二织物的表面上被偶然地赋予疏水性。

[0049] 取而代之,第一织物和/或第二织物的疏水化处理可在成形步骤c)之后进行。

[0050] 薄片元件可由包含前述段落中提及的纤维组合中的任一种的一个织物层组成。或者,薄片元件可由若干个,优选地两个或三个堆叠织物层组成,其彼此连接且各自包含前述

段落中提及的纤维组合中的不同一种。

[0051] 若干个堆叠织物层可具有不同长丝重量。其可包含具有相对较细长丝,例如1至10分特的第一层,和具有相对较粗长丝,例如10至40分特的第二层。

[0052] 优选地,具有较粗或较重长丝的第二层连接至薄聚合物膜(film/membrane),在薄片元件表面与连接至其的薄聚合物膜之间提供较小直接接触面积,因此增加薄聚合物膜的有效膜表面积。优选地,较重长丝的至少一部分为双组分纤维,其允许薄聚合物膜用较少胶粘剂或根本不用胶粘剂而连接至薄片元件表面。

[0053] 或者,取决于长丝的类型,可能有利的是如果具有更细长丝的第一层与薄聚合物膜(film/membrane)接触且连接至所述薄聚合物膜,那么在薄片元件/薄聚合物膜界面处提供平滑表面,其不在形成波纹图案的成形步骤c)期间或形成第二波纹图案的成形子步骤c2)期间或最终使用期间损害聚合物膜。

[0054] 无关于其在薄片元件内的位置,具有较重或较厚长丝的第二层将提供薄片元件的开放和高度空气和水蒸气可渗透层。

[0055] 另外,薄片元件可包含具有强芯吸特性的细长丝或纤维以增强湿气运输穿过薄片元件。优选地,当根据DIN 53924测量时,细长丝或纤维在30秒之后展现至少30至60mm的上升高度,并且更优选在30秒之后展现至少40至60mm的上升高度。

[0056] 如果通过上部打褶工具支持下的真空成形进行步骤c)中或步骤c2)中的形成,那么薄片元件可具有跨越其厚度的不对称结构。确切地说,其可在真空抽吸侧上具有相对精细长丝的层,从而提供模具几何形状的良好复制,且具有面向上部打褶工具的相对粗糙长丝,从而向薄片元件提供所需的结构强度。

[0057] 薄片元件可包含彼此连接的非编织物层和编织物层。优选地,如上文所述,编织物具有各向异性结构和自其得到的各向异性机械特性。

[0058] 薄片元件内的纤维的一部分,优选地5至60重量%可为中空纤维。薄片元件内的纤维的一部分,优选地20至70重量%可为双组分纤维。这些双组分纤维可具有圆形和/或非圆形横截面。

[0059] 薄片元件内的纤维的一部分,优选地5至60重量%可为显示强芯吸特性以增加湿气运输的亲水性纤维。优选地,此类芯吸纤维在其表面上为亲水性的且在其中心处为疏水性的。

[0060] 薄片元件内的纤维的一部分,优选地5至30重量%可为吸水纤维,优选地水聚合物,以对于过量湿度产生水缓冲。

[0061] 薄片元件可具有纹理化表面和/或整合式网格结构。因此,此类型的薄片元件将覆盖连接至薄片元件的相邻薄聚合物膜的最小表面积。整合式网格结构可形成于第一成形步骤c1)中的上述第一或加强波纹图案。

[0062] 除增加薄片元件的结构强度的上述措施以外或作为所述措施的一个替代方案,

[0063] 1) 水刺法和/或水刺;和/或

[0064] 2) 表面纹理化;和/或

[0065] 3) 网格结构与被调试成第二或主要波纹图案的几何形状的图案的整合可在后续层合之前应用于尚未层压的薄片元件。

[0066] 除增加薄片元件的结构强度和可成形性的上述措施以外或作为所述措施的一个



替代方案,薄片元件可用提供薄片元件的较高总强度和/或沿薄片元件的优选方向的较高强度的各向异性纤维分布制得。确切地说,如上所述,各向异性纤维分布可通过包含于薄片元件的若干个层中的至少一个中的碳纤维、金属纤维或热塑性聚合物纤维中的至少一种提供。

[0067] 优选地,金属纤维和/或热塑性聚合物纤维以相对于第二(主要)波纹图案的第二方向的接近正交关系定向或其可在薄片元件内沿任何方向延伸。优选地,碳纤维与第二(主要)波纹图案的第二方向平行地定向。

[0068] 层压步骤b)可包含将薄聚合物膜粘合(优选地热粘合)、焊接和/或胶合至薄片元件。优选地,热塑性粘着剂(热熔性粘着剂)、热固性粘着剂或UV可固化粘着剂用于聚合物膜与薄片元件之间的粘合。

[0069] 在优选实施例中,薄聚合物膜为单片膜,即对于个别水分子展现溶液扩散运输机制的无孔膜。优选地,此单片膜具有100%与300%之间,更优选地150%与200%之间的最大伸长率。

[0070] 在另一优选实施例中,薄聚合物膜为包含一系列不同聚合物类型的聚合物层的多层膜。因此,在一些给定聚合物类型的情况下,可涉及和产生不同水蒸气穿透特征的薄聚合物膜。

[0071] 优选地,每一聚合物层的聚合物类型选自由以下组成的群组:聚醚酯、聚醚酰胺和聚醚氨基甲酸酯。

[0072] 优选地,薄聚合物多层膜的总厚度在5 $\mu\text{m}$ 与200 $\mu\text{m}$ 之间,更优选地在10 $\mu\text{m}$ 与150 $\mu\text{m}$ 之间。

[0073] 薄聚合物多层膜内的每一个别聚合物层的厚度可在1 $\mu\text{m}$ 与20 $\mu\text{m}$ 之间,优选地在4 $\mu\text{m}$ 与20 $\mu\text{m}$ 之间并且最优选地在4 $\mu\text{m}$ 与15 $\mu\text{m}$ 之间。

[0074] 一般来说,出于高运输率,聚合物膜或聚合物层应尽可能薄。在根据本发明的全热交换器元件的设置中,用于运输水蒸气的限制层为与一个聚合物层合物相邻或在两个聚合物层合物之间定位的3D薄片元件。为了在一方面实现层合物的机械强度和稳固性且在另一方面实现高运输率,选择具有1 $\mu\text{m}$ 与20 $\mu\text{m}$ 之间、优选地4 $\mu\text{m}$ 与20 $\mu\text{m}$ 之间并且最优选地4 $\mu\text{m}$ 与15 $\mu\text{m}$ 之间的聚合物膜(层合物)厚度的设置。另外,3D薄片元件为尽可能薄且尽可能可渗透的。优选地,薄片元件为具有200 $\mu\text{m}$ 与600 $\mu\text{m}$ 之间、优选地300 $\mu\text{m}$ 与500 $\mu\text{m}$ 之间的厚度的织物。优选地,薄片元件为具有织物体积的10%与65%之间、优选地织物体积的20%与50%之间的纤维体积分数的织物。

[0075] 优选地,薄聚合物膜的热塑性聚合物不包括任何塑化剂。取而代之,薄聚合物膜可包括杀生物剂(杀细菌剂和/或杀真菌剂)。杀生物剂将帮助预防细菌和真菌于聚合物上的生长且因此在不清洁的情况下实现较长操作周期。

[0076] 如关于热塑性聚合物在上文所述,成形步骤c)可为打褶步骤或热成形步骤,优选地真空成形步骤。在热成形步骤中提供具有共界定待制造的全热交换器元件的预定波纹图案的第一波纹形成物的至少第一模具部分(例如下部工具)。除至少第一模具部分以外,在热成形步骤中提供具有与第一波纹形成物互补的第二波纹形成物和/或共界定待制造的全热交换器元件的预定波纹图案的形成真空的第二模具部分(例如上部工具)。

[0077] 优选地,在第一模具部分的特定预定形成温度或第一和第二模具部分的特定预定

形成温度下的层压薄片元件的实际形成操作之前,层压薄片元件预加热至低于形成温度几度的预加热温度。对于打褶,预加热温度可较低。

[0078] 优选地,通过内部加热的第一和/或第二模具部分提供形成温度。

[0079] 优选地,通过将尚未形成的层压薄片暴露于电磁辐射(例如在红外或微波频率下)和/或机械波(例如在超声频率下)而提供预加热温度。

[0080] 本发明还提供优选地使用前述段落中定义的方法生产的全热交换器元件,其包括薄片元件和预定波纹图案,第一薄聚合物膜层压至薄片元件的第一侧和/或第二薄聚合物膜层压至薄片元件的第二侧,两个薄聚合物膜均具有水蒸气穿透特征。

[0081] 第一薄聚合物膜和第二薄聚合物膜可彼此相同。如果薄片元件的两侧均经层压,那么获得具有极佳卫生特性的全热交换器元件。如果薄片元件仅一侧经层压,那么薄片材料的热塑性聚合物优选地经历疏水化处理和/或包括杀生物剂(杀细菌剂和/或杀真菌剂),且再次获得具有极佳卫生特性的全热交换器元件。

[0082] 第一薄聚合物膜和第二薄聚合物膜可彼此不同。这提供调节和优化全热交换器元件的热湿传递特征的额外自由。

[0083] 最后,本发明提供具有至少三个如任一前述段落中定义的薄片状或板状全热交换器元件的全热交换器,所述全热交换器元件彼此堆叠和固定,其对应波纹图案呈平行定向以形成允许流体流过的平行流体路径。个别全热交换器元件可彼此固定且通过焊接,优选地使用激光焊接和/或胶合,优选地使用环氧树脂来密封。

[0084] 本发明的非限制性实施例参看图式进一步详细描述于下文,其中:

[0085] 图1为生产根据本发明的全热交换器元件的方法的示意性图示;

[0086] 图2为包括多个根据本发明的全热交换器元件的根据本发明的全热交换器或其一部分的示意性图示;

[0087] 图3为在生产根据本发明的全热交换器元件的方法期间生产的中间产品的一部分的截面图的SEM(扫描电子显微镜)显微照片;

[0088] 图4为通过根据本发明的方法生产的全热交换器元件的一部分的截面图的SEM显微照片;

[0089] 图5为与图3类似的SEM显微照片,其显示在生产根据本发明的全热交换器元件的方法期间生产的中间产品的较小部分的较大标度截面图;且

[0090] 图6为与图4类似的SEM显微照片,其显示通过根据本发明的方法生产的全热交换器元件的较大部分的较小标度截面图。

[0091] 在图1中显示生产根据本发明的全热交换器元件的方法的示意性图示。显示中间产品,即步骤S1、S2和S3中的每一个的结果的横截面。

[0092] 在第一步骤S1中,提供具有空隙或开口2的可透气薄片元件1。

[0093] 在第二步骤S2中,薄片元件1两个侧面1a、1b用具有水蒸气穿透特征的薄聚合物膜3、4层压。

[0094] 在第三步骤S3中,层压薄片元件1形成展现3D波纹图案5的所需形状。

[0095] 薄片元件2为仅包括热塑性纤维或热固性纤维和热塑性纤维的组合的非编织物。织物可包括双组分纤维以及标准热固性和/或热塑性纤维。

[0096] 薄聚合物膜3、4为多层膜,其可包含一系列(未示出)不同聚合物类型的聚合物层。

[0097] 成形步骤S3为热成形步骤,优选地真空成形步骤。具有共界定待制造的全热交换器元件E、E'的预定波纹图案5的第一波纹形成物的至少第一模具部分(例如下部工具,未示出)用于热成形步骤S3中。除至少第一模具部分以外,具有与第一波纹形成物互补的第二波纹形成物和/或共界定待制造的全热交换器元件E、E'的预定波纹图案的形成真空的第二模具部分(例如上部工具,未示出)用于热成形步骤S3中。

[0098] 在薄片元件1的第一侧1a上具有第一薄聚合物膜3且在薄片元件1的第二侧1b上具有第二薄聚合物膜4的所得全热交换器元件E包含具有交替挤压部分5a和挤压/拉伸部分5b的波纹结构5。挤压部分5a沿第一方向(图1中的水平方向)延伸且挤压/拉伸部分5b沿不同于第一方向的第二方向延伸。优选地,全热交换器元件E的波纹图案5中的第一方向与第二方向之间的角度 $\alpha$ 在 $90^\circ$ 与 $120^\circ$ 之间,优选地在 $95^\circ$ 与 $105^\circ$ 之间,其实例显示于图1中。或者,不同于图1中示出的实例,全热交换器元件E的波纹图案5中的第一方向与第二方向之间的角度 $\alpha$ 在 $80^\circ$ 与 $90^\circ$ 之间,优选地在 $85^\circ$ 与 $90^\circ$ 之间。

[0099] 在图2中,显示根据本发明的第一类型全热交换器E1-E2-E3或第二类型全热交换器E1'-E2'-E3'的示意性图示。第一类型E1-E2-E3包括多个全热交换器元件E1、E2、E3,其中第一薄聚合物膜3和第二薄聚合物膜4(图1)为相同类型的膜。第二类型E1'-E2'-E3'包括多个全热交换器元件E1'、E2'、E3',其中第一薄聚合物膜3和第二薄聚合物膜4(图1)为不同类型的膜,包括两个膜3、4中的一个具有0厚度,即全热交换器元件仅在薄片元件1的一侧1a或1b上具有一个薄聚合物膜3或4的情况。

[0100] 在图2中,未显示全热交换器E1-E2-E3或E1'-E2'-E3'的壳体/包装的外壁。全热交换器E1-E2-E3或E1'-E2'-E3'的空气入口/出口部分(未示出)以空气分配模式提供,使得全热交换器E1-E2-E3或E1'-E2'-E3'中的相邻导气管中的气流方向呈相对方向,如通过指示朝向观察人员的气流的O符号和指示远离观察人员的气流的X符号所示。

[0101] 图3显示可透气薄片元件1的截面图的SEM(扫描电子显微镜)显微照片,所述元件由于根据本发明的方法的步骤b)而用第一薄聚合物膜3层压在其上侧面1a上且用第二薄聚合物膜4层压在其下侧面1b上。

[0102] 层压步骤b)可包含将薄聚合物膜3、4粘合,优选地热粘合和/或胶合至元件1。热塑性粘着剂(热熔性粘着剂)可用于聚合物膜3和4与薄片元件1之间的粘合。

[0103] 薄片元件1为包含多个纤维6的非编织物。纤维6可仅为热塑性纤维或一方面热固性纤维和/或矿物纤维和另一方面热塑性纤维的组合。最优选地,织物包括多组分或双组分纤维以及标准热固性和/或热塑性纤维。如通过比较图3与图4可最好地看出,图3中示出的非编织物薄片元件1的纤维6比图4中示出的全热交换器元件的非编织物薄片元件1的纤维6较不密集地填充。

[0104] 图4显示通过将图3的层压薄片元件1形成为展现3D波纹图案的所需形状(由于根据本发明的方法的步骤c))产生的全热交换器元件的一部分的截面图的SEM显微照片。

[0105] 成形步骤c)可为打褶步骤或热成形步骤,优选地真空成形步骤。提供具有界定或共界定待制造的全热交换器元件E、E'的预定波纹图案的第一波纹形成物的至少第一模具部分(例如下部工具,未示出)且用于热成形步骤。除至少第一模具部分以外,可在热成形步骤中提供具有与第一波纹层互补的第二波纹形成物和/或共界定待制造的全热交换器元件E、E'的预定波纹图案的形成真空的第二模具部分(例如上部工具,未示出)。

[0106] 第一模具部分(例如下部工具)可包含气动连接至向真空成形步骤提供真空的真空源的喷嘴或通孔。

[0107] 除用于成形步骤c)的第一模具部分和/或第二模具部分以外,优选地,为了支持真空成形步骤中的真空作用,可提供连接至加压空气源的喷嘴。这些喷嘴可提供于第一模具部分和/或第二模具部分附近,优选地邻接于所述模具部分。优选地,加压空气源包含用于加热加压空气的空气加热装置。

[0108] 在热成形步骤c)中组合使用第一工具和真空源可通过第二工具和/或加压空气源,优选地用空气加热装置补充。因此,使用这些补充剂中的至少一些,用第一薄聚合物膜3和任选的第二薄聚合物膜4层压的薄片元件1可相对于第一模具部分的第一波纹形成物更强力地按压,因此产生具有界定或共界定待制造的全热交换器元件E的预定波纹图案的第一模具部分的第一波纹形成物的较好复制的全热交换器元件E。

[0109] 全热交换器元件E的薄片元件1的纤维6比图3的薄片元件1密集得多地填充。在打褶或热成形步骤c)期间,具有其第一薄聚合物膜3和其第二薄聚合物膜4的织物薄片元件1经压缩和加热。多个纤维6的至少热塑性纤维或多组分或双组分纤维在打褶或热成形步骤c)期间经软化或部分熔融。因此,在冷却和硬化多个纤维6的热塑性纤维或多组分或双组分纤维之后,具有其第一薄聚合物膜3和其第二薄聚合物膜4的织物薄片元件1转化成在织物薄片元件1中具有更紧凑纤维结构且具有3D波纹图案的根据本发明的全热交换器元件E。

[0110] 图5显示与图3类似的SEM显微照片,其显示可透气织物薄片元件1的较小部分的较大标度截面图,所述元件由于根据本发明的方法的步骤b)而用第一薄聚合物膜3在其上侧面1a上层压且用第二薄聚合物膜4在其下侧面1b上层压。

[0111] 图6显示与图4类似的SEM显微照片,其显示通过根据本发明的方法生产的全热交换器元件的较大部分的较小标度截面图。

[0112] 元件符号:

- |        |          |             |
|--------|----------|-------------|
| [0113] | 1        | 织物薄片元件      |
| [0114] | 1a       | 第一表面        |
| [0115] | 1b       | 第二表面        |
| [0116] | 2        | 空隙或开口       |
| [0117] | 3        | 第一薄聚合物膜     |
| [0118] | 4        | 第二薄聚合物膜     |
| [0119] | 5        | 波纹          |
| [0120] | 5a       | 挤压部分        |
| [0121] | 5b       | 挤压和/或拉伸部分   |
| [0122] | S1       | 提供步骤        |
| [0123] | S2       | 层压步骤        |
| [0124] | S3       | 成形步骤(共成形)   |
| [0125] | 0        | 朝向观察人员的气流方向 |
| [0126] | X        | 远离观察人员的气流方向 |
| [0127] | 6        | 纤维          |
| [0128] | $\alpha$ | 角(在波纹图案中)   |

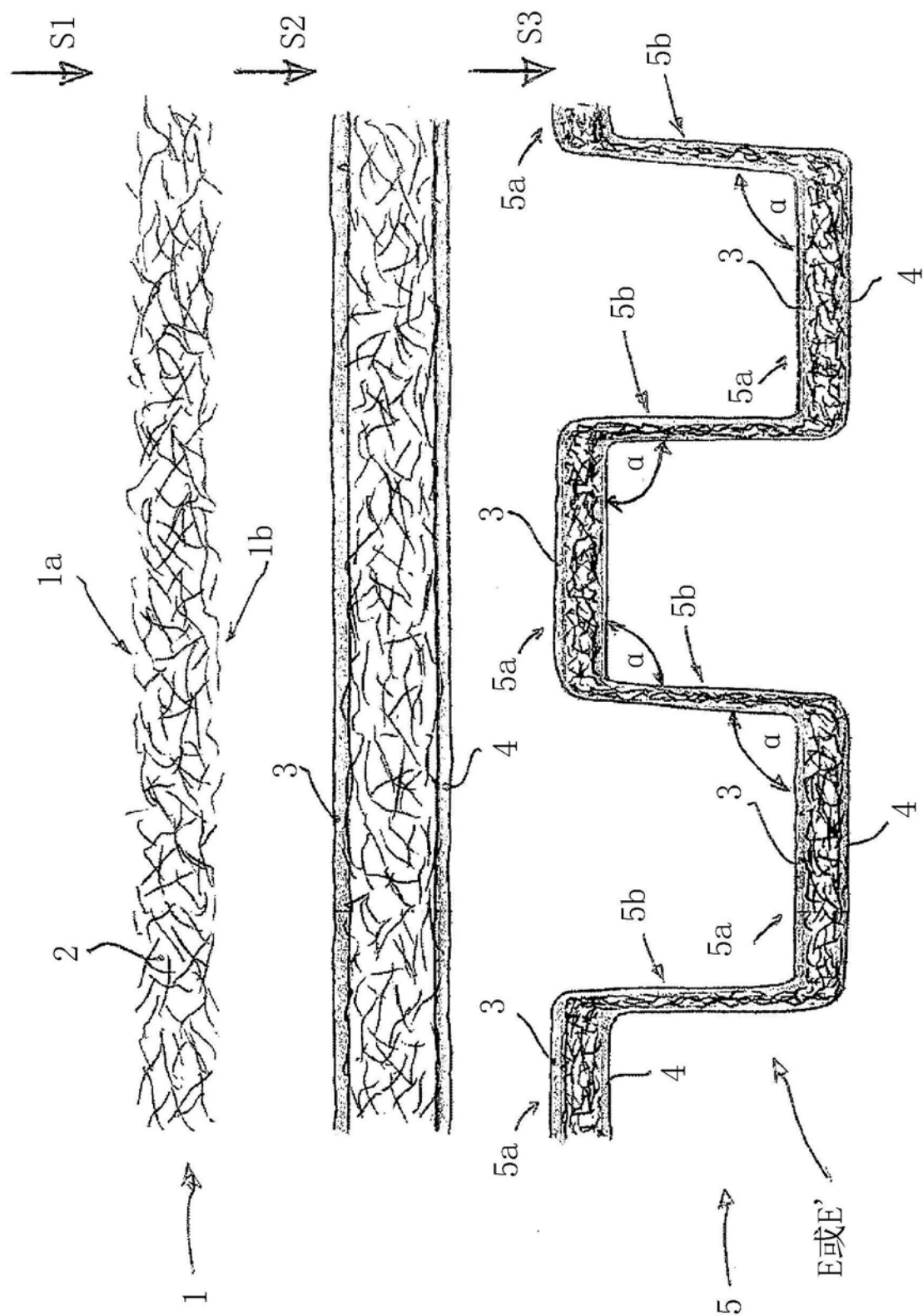


图1

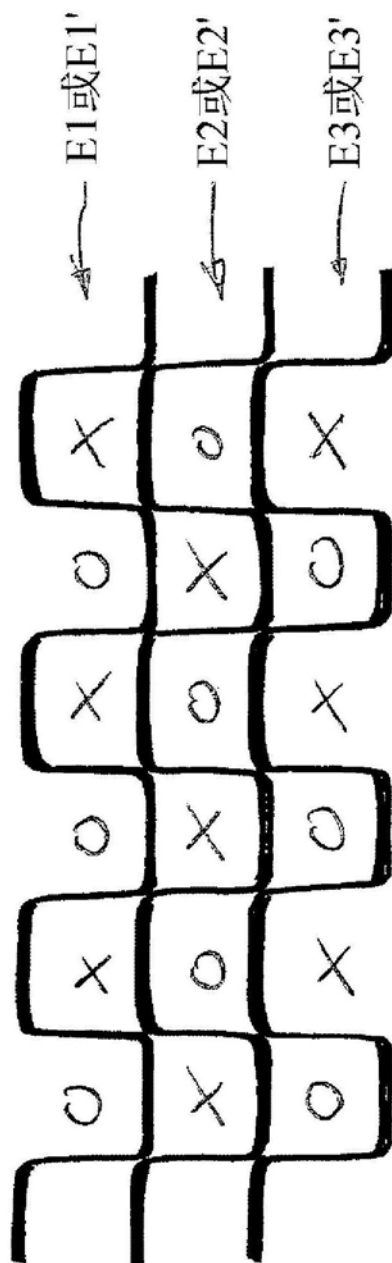


图2

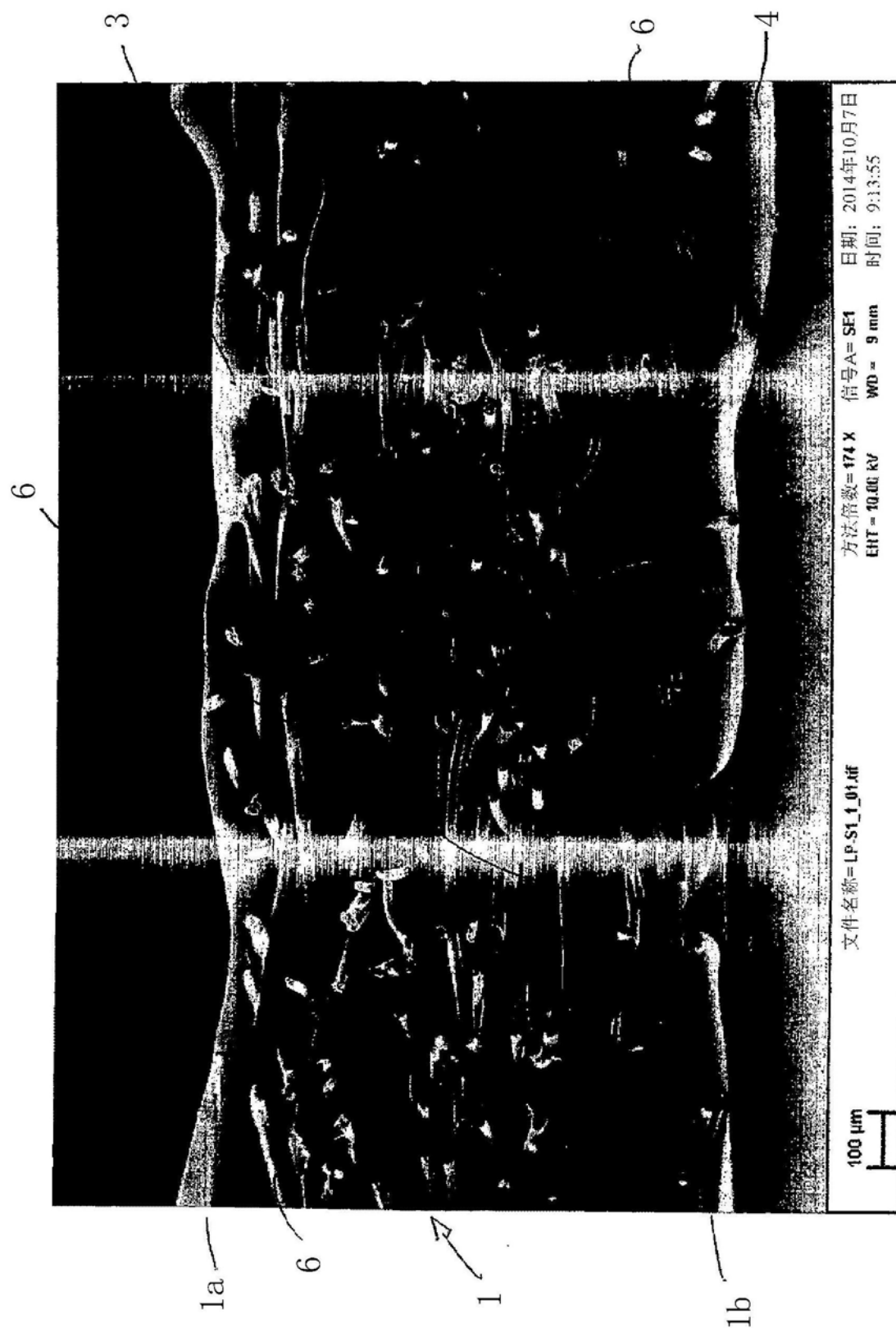


图3

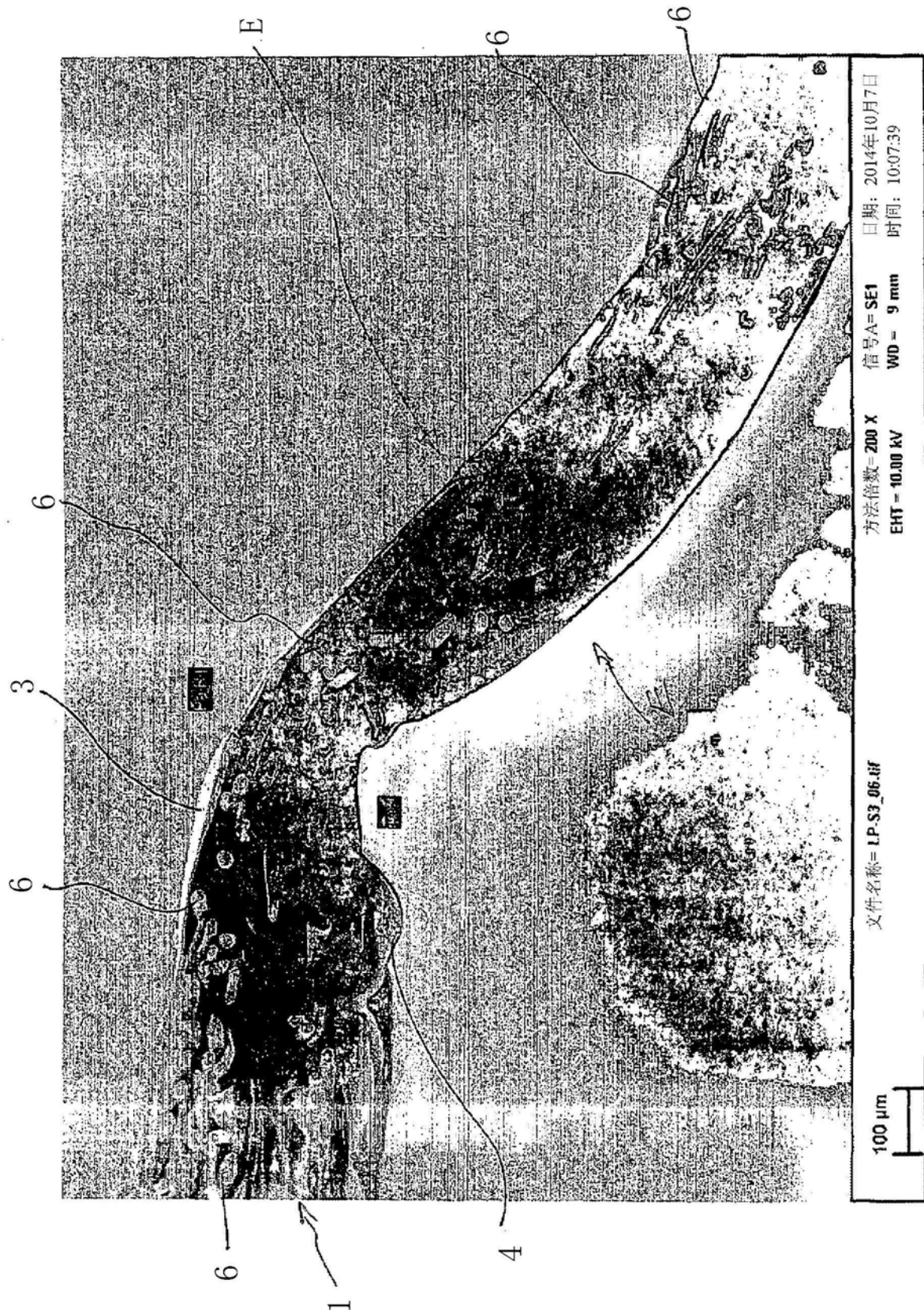


图4



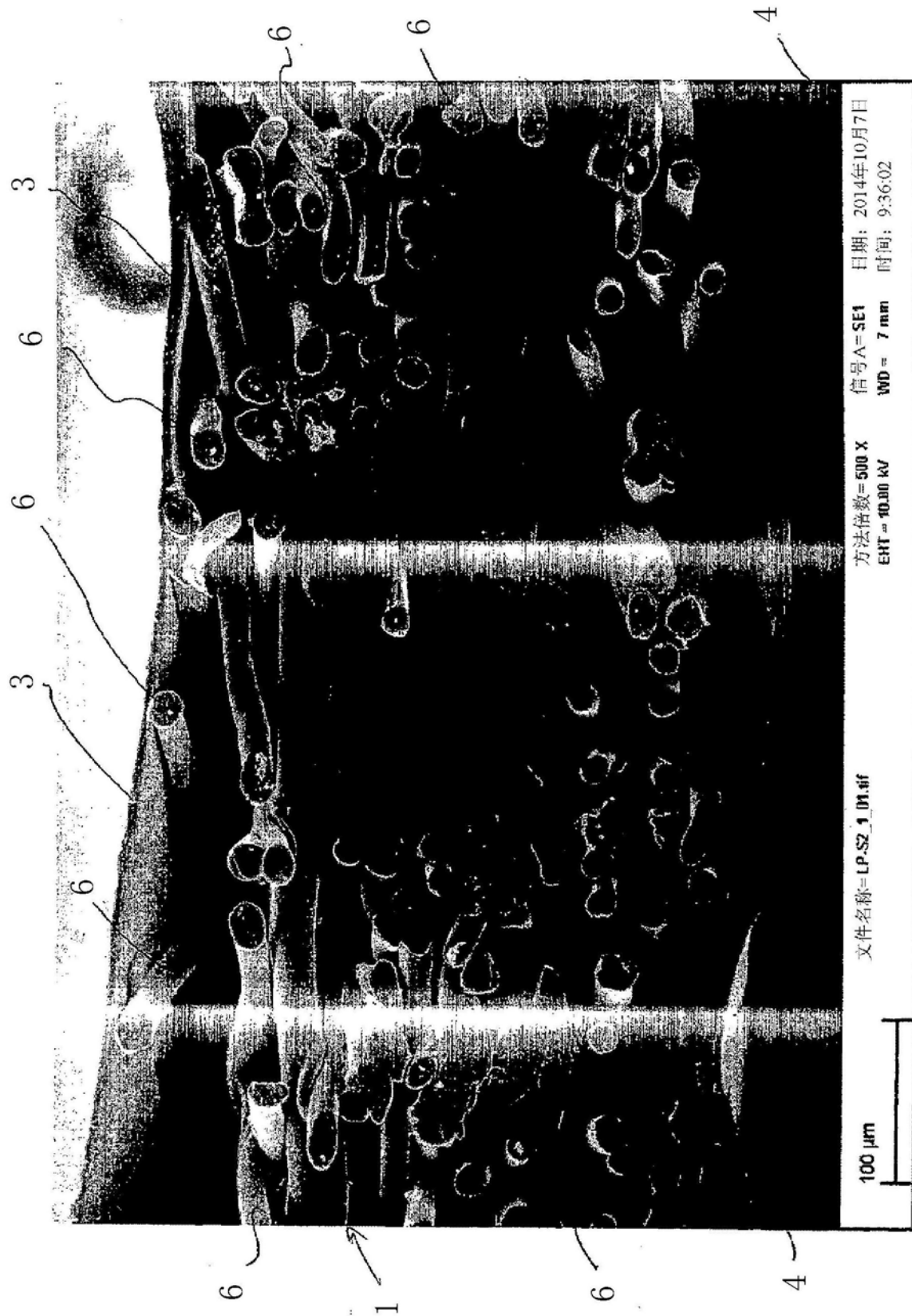


图5

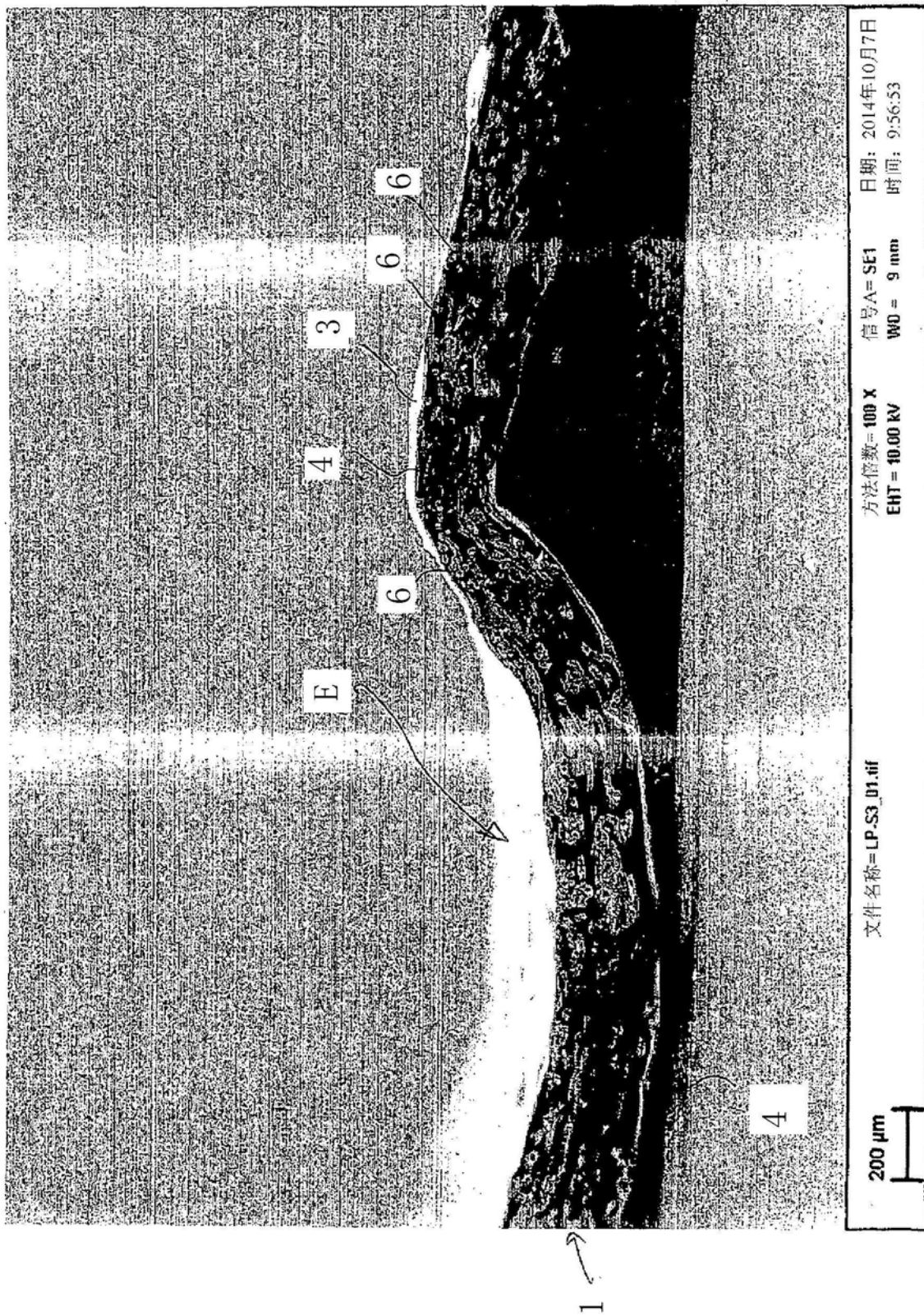


图6