



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103460423 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201180053353. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 10. 28

H01L 41/193 (2006. 01)

(30) 优先权数据

10189897. 1 2010. 11. 03 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 05. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/069043 2011. 10. 28

(87) PCT申请的公布数据

W02012/059437 DE 2012. 05. 10

(71) 申请人 拜耳知识产权有限责任公司

地址 德国蒙海姆

(72) 发明人 W·延宁格 D·洛维拉-普里托

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 石克虎 林森

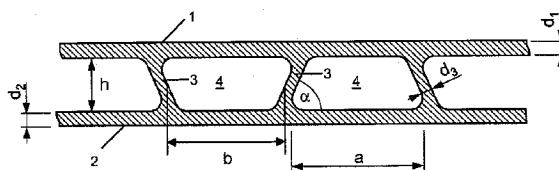
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

具有铁电驻极体特性的聚合物复合层及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种具有铁电驻极体特性的聚合物层结构,其包括连续的第一聚合物层(1)和连续的第二聚合物层(2),其中所述第一和第二聚合物层(1、2)通过布置在连续聚合物层(1、2)之间的连接部分(3)彼此相连,形成中空空间(4)。根据本发明,形成所述聚合物层结构作为整体挤出结构件。



1. 具有铁电驻极体特性的聚合物层结构,其包括
连续的第一聚合物层 (1) 和
连续的第二聚合物层 (2),
其中所述第一和第二聚合物层 (1、2) 通过布置在连续聚合物层 (1、2) 之间的连接部分
(3) 彼此相连,形成中空空间 (4),
其特征在于,形成作为整体挤出结构件的所述聚合物层结构。
2. 根据权利要求 1 的聚合物层结构,其特征在于,
所述第一和第二聚合物层 (1、2) 的厚度 d_1 和 d_2 是恒定的。
3. 根据权利要求 1 或 2 的聚合物层结构,其特征在于,
所述中空空间 (4) 至少部分具有梯形截面。
4. 根据权利要求 3 的聚合物层结构,其特征在于,
所述中空空间 (4) 至少部分具有对称的梯形截面,所述梯形截面具有等长的梯形腰。
5. 根据权利要求 3 和 4 的聚合物层结构,其特征在于,
所有的中空空间 (4) 均具有梯形截面,其中在水平布置的聚合物层结构的情况下,各
梯形截面的较长底边交替布置在其所属的较短底边之上和之下。
6. 根据权利要求 3 的聚合物层结构,其特征在于,
在所述梯形截面中每个钝角具有两个相邻的锐角且每个锐角具有两个相邻的钝角。
7. 根据权利要求 6 的聚合物层结构,其特征在于,
所述梯形截面是平行四边形形状。
8. 根据权利要求 1 至 7 的任一项的聚合物层结构,其特征在于,
所述厚度 d_1 为 $\geq 10\ \mu\text{m}$ 至 $\leq 250\ \mu\text{m}$,
所述厚度 d_2 为 $\geq 10\ \mu\text{m}$ 至 $\leq 250\ \mu\text{m}$,
所述宽度 a 为 $\geq 10\ \mu\text{m}$ 至 $\leq 5\text{mm}$,
所述宽度 b 为 $\geq 10\ \mu\text{m}$ 至 $\leq 5\text{mm}$
所述最大高度 h 为 $\geq 10\ \mu\text{m}$ 至 $\leq 500\ \mu\text{m}$ 和 / 或
所述角度 $\alpha = 5^\circ$ 至 $\leq 80^\circ$ 。
9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项的聚合物层结构,其特征在于,
所述聚合物层结构包括选自下述的材料:聚碳酸酯、全氟化或部分氟化的聚合物和共
聚物、聚四氟乙烯、氟乙烯丙烯、全氟烷氧基乙烯、聚酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲
酸乙二醇酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚醚,尤其是聚苯醚 (PPE),聚甲基丙烯酸甲酯、环-烯
烃-聚合物、环-烯烃-共聚物、聚烯烃,尤其是聚丙烯,聚苯乙烯和 / 或其混合物。
10. 根据权利要求 1 至 9 任一项的聚合物层结构,其特征在于,
用气体填充所述中空空间 (4),所述气体选自氮气、一氧化二氮和 / 或六氟化硫。
11. 根据权利要求 1 至 10 任一项的聚合物层结构,其特征在于,
所述聚合物层结构包含一个或多个电极。
12. 聚合物层结构的制造方法,其特征在于下述方法步骤:
(A) 提供聚合物材料,
(B) 挤出所述聚合物材料,形成包括连续的第一聚合物层 (1) 和连续的第二聚合物层
(2) 的聚合物层结构,其中所述第一和第二聚合物层 (1、2) 通过布置在所述连续的聚合物

层 (1、2) 之间的连接部分彼此相连,形成中空空间 (4),以及

(C) 使第一和第二聚合物层 (1、2) 的朝向所述中空空间的表面充电。

13. 根据权利要求 12 的方法,其特征在于,

步骤 (C) 中的充电借助于直接充电或电晕放电进行。

14. 根据权利要求 12 或 13 的方法,其特征在于,

在步骤 (C) 中的充电之前,用气体填充所述中空空间,所述气体选自氮气、一氧化氮和 / 或六氟化硫。

15. 压电元件,其包含根据权利要求 1-11 任一项所述的聚合物复合层。

具有铁电驻极体特性的聚合物复合层及其制造方法

[0001] 本发明涉及具有铁电驻极体特性的聚合物层结构,其具有第一连续聚合物层和第二连续聚合物层,其中所述第一和第二聚合物层通过倾斜于所述连续聚合物层布置的连接部分而彼此相连,形成中空空间。本发明还涉及根据本发明的聚合物复合层的制造方法,以及包含根据本发明的聚合物复合层的压电元件。

[0002] 由于其有利的且针对性可调的特性,例如低重量、热导性、机械加工成型性、电学特性和屏障功能,聚合物和聚合物复合材料广泛应用于许多商业用途。例如,将其作为用于食品或其它产品的包装材料,作为例如在建筑业中或机车车辆制造中作为结构-或绝缘材料。然而,功能性聚合物在传感器或致动器应用中作为有源组件也变得越来越重要。

[0003] 在此,一个重要的应用方面涉及聚合物作为机电转换器或压电转换器。压电材料能够将机械压力转换为电压信号。反之,施加到压电材料的电场可以转换为转换器几何形状的改变。压电材料已在许多应用中整合为有源组件。这些包括例如用于键盘或触摸板的结构化压力传感器,加速传感器,麦克风,扩音器,用于医学技术、航海技术或材料测试的超声波转换器。例如,在专利申请 W02006/053528A1 中描述了一种基于聚合物薄膜的压电元件的电声转换器。

[0004] 近年来,对一类新型压电聚合物,即所谓的铁电驻极体的研究兴趣逐渐增长。铁电驻极体还称为压电驻极体。铁电驻极体是具有中空空间结构的聚合物材料,其能够长时间存储电荷。迄今已知的铁电驻极体具有多孔中空空间结构并且形成为发泡的聚合物膜或形成为聚合物膜或聚合物织物的多层体系。如果电荷根据它们的极性分布在所述中空空间的不同表面上,则每个带电的中空空间表示一个电偶极子。如果这时使中空空间变形,则造成偶极子尺寸改变且导致外部电极之间的电流。铁电驻极体可以展现出与其它的压电材料可比较的压电活性。

[0005] 铁电驻极体对于商业用途而言,例如对于传感器-、致动器-和发生器体系而言具有不断渐增的兴趣。在经济方面,以工业规模的制造方法的适用性是必不可少的。

[0006] 一种用于制造发泡铁电驻极体-聚合物膜的方法是用超临界液体,例如用二氧化碳,直接物理发泡均质薄膜。此方法已经在下述公开中进行了描述:在 Advanced Functional Materials 17,324-329(2007),Werner Wirges,Michael Wegener,Olena Voronina,Larissa Zirkel 和 Reimund Gerhard-Multhaupt "Optimized preparation of elastically soft, highly piezoelectric, cellular ferroelectrets from nonvoided poly(ethylene terephthalate)films" 中和在 Applied Physics Letters 90,192908(2007),P.Fang,M.Wegener,W.Wirges 和 R.Gerhard L.Zirkel "Cellular polyethylene-naphthalate ferroelectrets:Foaming in supercritical carbon dioxide,structural and electrical preparation,and resulting piezoelectricity" 中用聚酯材料,和在 Applied Physics A:Materials Science&Processing 90,615-618(2008),O.Voronina,M.Wegener,W.Wirges,R.Gerhard,L.Zirkel 和 H.Münstedt "Physical foaming of fluorinated ethylene-propylene(FEP)copolymers in supercritical carbon dioxide:single film fluoropolymer piezoelectrets" 中用

于含氟聚合物 FEP(氟化乙烯丙烯共聚物)。

[0007] 然而,发泡聚合物膜具有会产生宽的泡沫尺寸分布的缺点。由此在后续的充电步骤中并非所有的泡沫均能均匀良好地充电。

[0008] 在铁电驻极体多层系统的情况中,尤其已知硬和软层并且在其中引入电荷的布置,其中在硬和软层之间引入有电荷。在"Double-layer electret transducer", Journal of Electrostatics, 39 卷, 33-40 页, 1997, R. Kacprzyk, A. Dobrucki 和 J. B. Gajewski 中,描述了得自具有差别非常大的弹性模量的固体材料的多层。然而,它们具有该层体系仅仅展现出相对小的压电效应的缺点。

[0009] 铁电驻极体领域的最新发展提供了结构化的聚合物层。在近年的数个公开中都描述了由封闭外层和多孔的或经穿孔的中间层组成的多层体系。这些包括 Z. Hu 和 H. von Seggern 的文章, "Air-breakdown charging mechanism of fibrous polytetrafluoroethylene films", Journal of Applied Physics, 98 卷, 论文 014108, 2005 和 "Breakdown-induced polarization buildup in porous fluoropolymer sandwiches: A thermally stable piezoelectret", Journal of Applied Physics, 99 卷, 论文 024102, 2006, 以及 H. C. Basso, R. A. P. Altafim, R. A. C. Altafim, A. Mellinger, Peng Fang, W. Wirges 和 R. Gerhard 的出版物 "Three-layer ferroelectrets from perforated Teflon-PTFE films fused between two homogeneous Teflon-FEP films" IEEE, 2007 Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, 1-4244-1482-2/07, 453-456 (2007) 和 Jinfeng Huang, Xiaoqing Zhang, Zhongfu Xia 和 Xuewen Wang 的文章 "Piezoelectrets from laminated sandwiches of porous polytetrafluoroethylene films and nonporous fluoroethylenepropylene films", Journal of Applied Physics, 103 卷, 论文 084111, 2008。

[0010] 相对于上述体系,具有多孔的或经穿孔的中间层的层体系通常具有更大的压电常数。然而,在这种情况下有时不能使所述中间层与固态外层有效地层压。此外,所述中间层的穿孔通常非常耗时。

[0011] R. A. P. Altafim, X. Qiu, W. Wirges, R. Gerhard, R. A. C. Altafim, H. C. Basso, W. Jenninger 和 J. Wagner 在文章 "Template-based fluoroethylenepropylene piezoelectrets with tubular channels for transducer applications", Journal of Applied Physics 106, 014106 (2009) 中描述了具有均匀尺寸和结构的管状中空空间的铁电驻极体的制造方法。在那里所述的方法中,首先提供两层 FEP 膜和一层位于中间的 PTFE 掩膜的夹层结构。层压由此产生的层堆叠, FEP 膜彼此接合且随后移除掩膜,形成中空空间。

[0012] 最后, W02010/066348A2 公开了一种具有给定中空空间的两层-或多层-铁电驻极体的制造方法,该方法通过结构化第一聚合物膜的至少一个第一表面形成垂直剖面,将至少一层第二聚合物膜覆于在第一步骤中形成的第一聚合物膜的结构化表面上,接合聚合物膜生成聚合物复合膜,形成中空空间,并且用相反的电荷给所形成的中空空间的内表面充电。此外,该专利申请的主题是铁电驻极体多层复合层,其任选根据该发明的方法来制造,包含叠置布置且彼此连接的至少两层聚合物膜,由此在聚合物膜之间形成中空空间。此外,该专利申请涉及一种包含根据该发明的铁电驻极体多层复合层的压电元件。

[0013] 所有上述用于制造铁电驻极体的方法的共同点是,由于要制造的铁电驻极体是由

多个单独组件形成的,因此相对来说实施复杂,这导致产品成本高。

[0014] 因而,本发明以下述目的为基础,即提供一种铁电驻极体聚合物层结构以及用于制造铁电驻极体的方法,用该方法可以制造给定的铁电驻极体-中空空间结构,其中该方法尤其应该也可以简单而成本便宜地以大规模和工业规模进行。

[0015] 根据本发明,通过权利要求 1 的聚合物复合层和权利要求 10 的方法来实现该目的。在从属权利要求中描述了有利的扩展方案。

[0016] 因此,本发明涉及具有铁电驻极体特性的聚合物层结构。根据本发明,所述聚合物层结构包括连续的第一聚合物层和连续的第二聚合物层,其中所述第一和第二聚合物层通过布置在连续的聚合物层之间的连接部分彼此相连,形成中空空间。根据本发明,所述聚合物层结构的特征在于,其作为整体挤出结构件来形成。

[0017] 在本发明范围内,将“整体挤出结构件”理解为这样的构件,该构件直接通过挤出步骤来获得其根据各自的使用目的所需的构造形态,除了为确保始终不变的高产品质量可能需要的后续步骤之外,不需要进一步的成型步骤或者连接步骤。特别地,整体挤出结构件不需要在挤出之后将各结构件组件相连。

[0018] 在本发明范围内,铁电驻极体性能意为在中空空间内,彼此相反的电荷布置在中空空间的相对表面上。如已述及的,每个中空空间因而表示一个电偶极子。当中空空间变形时,偶极子尺寸出现改变且电流也能够适当连接的外部电极之间流过。

[0019] 根据本发明的聚合物层结构的特别的优点是,其可以用已确立的生产方法,即借助于挤出,以具有高自动化度的成本有利的方式高效地制造。在聚合物层结构成型时,尤其是在所需中空空间截面成型时,挤出允许高度的设计自由度。因此,利用适当的喷嘴形状,可以实现大量截面几何结构。不言而喻,由工艺造成在挤出的聚合物层结构的整个范围形成隧道状具有恒定截面的中空空间,也就是说作为平行布置的线形的连续的管道。

[0020] 聚合物层结构的第一和第二聚合物层可以形成为具有可变的厚度,尤其是具有周期性变化的厚度。根据本发明一个优选的实施方案,第一和第二聚合物层的厚度 d_1 和 d_2 是恒定的。根据本发明术语“恒定的”应当理解为由于不可避免的波动,所述厚度变化最高 $\pm 10\%$,其中优选厚度的波动最高 $\pm 5\%$ 。

[0021] 中空空间的截面可以为不同的几何形状。可以想到的是圆形和多边形截面,这里具体地是四边形的,尤其是正方形的截面。

[0022] 根据本发明的一个实施方案,至少部分所述中空空间具有梯形截面,尤其是具有相同长度的腰的对称梯形截面。在此优选,所有的中空空间具有梯形的,尤其是对称梯形的截面,其中在水平布置所述聚合物层结构的情况下,各所述梯形截面的较长底边交替布置在其所属的较短底边之上和之下。换句话说:各相邻中空空间的梯形截面可以通过点镜像彼此转化。由此可以形成具有薄的壁厚的连接两个连续聚合物层的连接部分,因为这样可以将相邻梯形截面的腰彼此平行排列。这有助于所述聚合物层结构所希望的结构柔软度。此外,在上述类型的中空空间截面的梯形布置中,各相邻布置的连接部分彼此呈锐角且与两个聚合物层呈锐角布置。这进一步有助于所希望的结构柔软度,由此尤其相对于具有直角的中空空间截面的可比较的铁电驻极体体系,所述聚合物层结构具有更大的压电驻极体常数 d_{33} 。

[0023] 根据本发明的另一实施方案,在每个梯形截面中,每个钝角具有两个相邻的锐角,

且每个锐角具有两个相邻的钝角。这意味着在此特殊梯形截面的情况中,相对于这两个连续聚合物层之间的最短连接,连接两个连续聚合物层的连接部分朝向相同的旋转方向倾斜。所述连接部分因此“同向”布置。在此尤其优选的是所述梯形截面形成平行四边形形状,由此所述连接部分具有同一的长度并且彼此平行地布置所述连续聚合物层。尤其在平行四边形形状截面的情形中获得了良好的结构柔软度。

[0024] 根据本发明的另一实施例,所述第一聚合物层的厚度 $d1 \geq 10 \mu m$ 至 $\leq 250 \mu m$ 且所述第二聚合物层的厚度 $d2 \geq 10 \mu m$ 至 $\leq 250 \mu m$ 。此外优选,定义为梯形截面的较长底边的长度的宽度 $a \geq 10 \mu m$ 至 $\leq 5mm$, 优选 $\geq 100 \mu m$ 至 $\leq 3mm$ 。定义为梯形截面半高处的宽度的宽度 b 优选 $\geq 10 \mu m$ 至 $\leq 5mm$, 优选 $\geq 100 \mu m$ 至 $\leq 3mm$ 。梯形截面的高度 h 优选 $\geq 10 \mu m$ 至 $\leq 500 \mu m$ 。梯形截面的较长底边和腰之间的夹角 α 优选 $\geq 5^\circ$ 至 $\leq 80^\circ$ 。

[0025] 上面指出的参数范围使得最优铁电驻极体特性成为可能且可以通过适当地设计挤出装置,尤其是挤出喷嘴来实现。

[0026] 根据本发明的另一实施例,聚合物层结构包含选自下述的材料:聚碳酸酯、全氟或部分氟化的聚合物和共聚物、聚四氟乙烯、氟乙烯丙烯、聚碳酸酯、全氟化或部分氟化的聚合物和共聚物、聚四氟乙烯、氟乙烯丙烯、全氟烷氧基乙烯、聚酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚醚,尤其是聚苯醚 (PPE),聚甲基丙烯酸甲酯、环烯烃聚合物、环烯烃共聚物、聚烯烃,尤其是聚丙烯,聚苯乙烯和 / 或其混合物。所述混合物可以是均匀的或相分离的。该根据本发明宽泛的材料选择也可以有利地使得适应特定的用途成为可能。

[0027] 在根据本发明的复合层的另一实施方式中,用气体填充通过挤出制造的聚合物层结构的隧道状中空空间,所述气体选自氮气 (N_2)、一氧化二氮 (N_2O) 和 / 或六氟化硫 (F_6S)。通过填充气体,在根据本发明的聚合物复合层中可以通过极化有利地再次获得明显更高的压电常数。为了密封填充在聚合物层结构中的气体,不言而喻,可将该隧道状中空空间在端面封闭。

[0028] 根据本发明的聚合物层结构的另一实施方式中,所述聚合物层结构此外包含一个或多个电极。特别地,所述根据本发明的聚合物层结构在聚合物膜朝向外部的表面上可以至少部分地具有导电涂层。该导电区可以用作电极。在此可以大面积地和 / 或结构化地施加该导电涂层,也就是说电极。可将结构化导电涂层布置成为例如以条带状或以栅格状形式的涂层。由此可以额外地影响聚合物复合层的灵敏性且适应于特定的用途。

[0029] 所选电极材料可以是本领域技术人员公知的导电材料。根据本发明,可以适用于此目的的例如为金属,金属合金,导电低聚物或聚合物,例如聚噻吩类、聚苯胺类、聚吡咯类,导电氧化物,例如混合氧化物如 ITO,或填充有导电填料的聚合物。作为用于填充有导电填料的聚合物的填料合适的例如为金属、导电碳基材料,例如碳黑、碳纳米管 (CNTs) 或者又为导电低聚物或聚合物。在此,所述聚合物的填料量大于渗透阈值,以至于导电填料形成连续导电路径。

[0030] 可以通过本身已知的方法来制造所述电极,例如通过表面的金属化、通过溅射、汽化渗镀、化学气相沉积 (CVD)、印刷、刮涂、旋涂 (spin coating)、粘贴或印刷预制形式的导电层或通过导电塑料的放电电极来实现。可将所述电极结构化,例如布置成条带或栅格状的形式。例如根据本发明的一个实施方案,也可以如此结构化所述电极,使得作为机电转

换器的聚合物层结构具有有源和无源区域。例如,可以如此结构化该电极,特别是在传感器-模块中,以至于其可以以空间分辨的方式检测信号,和/或特别是在制动器-模块中,其可以有目的地触发有源区。这例如可以通过有源区具有电极而无源区不具有电极来实现。

[0031] 此外,根据本发明的另一有利的实施方案提供了,可以将具有相同极性的导电层也即电极的两个或多个聚合物层结构相连。换句话说,在根据本发明的两个聚合物层结构之间可以形成中间电极,该中间电极可以与外表面上的两个相反电极接通。由此,可以串联该铁电驻极体多层复合层并且倍增或数倍增加可获得的压电驻极体效应。

[0032] 根据本发明的聚合物层结构优选包括两个电极。具有多于两个电极的机电转换器可以是例如由多个、优选根据本发明制造的聚合物层结构-体系的堆叠结构。

[0033] 本发明此外涉及用于制造根据本发明的聚合物复合层的方法,其包括下述步骤:

[0034] (A) 提供聚合物材料,

[0035] (B) 挤出聚合物材料,形成包括连续的第一聚合物层和连续的第二聚合物层的聚合物层结构,其中所述第一和第二聚合物层通过布置在连续聚合物层之间的连接部分彼此相连,形成中空空间,和

[0036] (C) 使第一和第二聚合物层的朝向中空空间的表面充电。

[0037] 关于本发明的方法的细节和优点,参见根据本发明的聚合物层结构的详述。

[0038] 根据本发明的方法的实施例,在聚合物层结构的外表面上施加电极可以在步骤(C)中的中空空间的内表面充电之前和/或之后进行。在外表面上施加电极应当理解为在至少部分区域,特别是在聚合物复合层朝向外部的表面上提供导电的表面涂层。

[0039] 在根据本发明的方法的另一实施方式中,借助于直接充电或电晕放电来实施步骤(C)中的充电。所述充电尤其可通过双电子电晕(Zweielektronen-Corona)布置进行。在这种情况下,针电压可为 $\geq 20\text{kV}$, $\geq 25\text{kV}$ 且尤其是 $\geq 30\text{kV}$ 。在此充电时间可以为 ≥ 20 秒, ≥ 25 秒且尤其 ≥ 30 秒。

[0040] 在此,“直接充电”应当理解为这样的充电,即在将电极施加到聚合物层结构的外表面上之后,通过施加电压来进行直接充电。在施加电极之前,可以通过电晕放电来实现中空空间的相对侧的极化。电晕处理也可有利地大规模地成功使用。根据本发明也可以首先在表面上提供导电的表面涂层,然后给该聚合物层结构充电且最后在相对的外表面上施加第二电极。

[0041] 在根据本发明的方法的另一实施方式中,在步骤(C)中的充电之前,用气体填充中空空间,所述气体选自氮气、一氧化氮和/或六氟化硫。如已述及的,通过填充气体,在根据本发明的聚合物复合层中可以通过极化有利地再次获得明显更高的压电常数。不言而喻,必须将该隧道状延伸贯通该聚合物层结构的中空空间在其端面封闭,以保留填充在聚合物层结构中的气体。

[0042] 本发明的另一主题是包含根据本发明的聚合物层结构的压电元件。该压电元件特别优选地可以是传感器-、制动器-或发生器元件。本发明有利地可以在电机和电声领域中的大量广泛应用中实现,尤其是在由机械振动获得能量(能量采集)、声学、超声波、医疗诊断、声学显微术、机械传感器,特别是压力-力-和/或应力传感器,机器人和/或通信技术的领域中。

[0043] 对此的典型实例是压力传感器、电声转换器、麦克风、扩音器、振动变换器、光偏转器、膜、用于玻璃纤维光学的调制器、热电探测器、电容器和控制系统以及“智能”地板。

[0044] 参考下述附图进一步地解释本发明,但不限于此。

[0045] 图 1 以截面视图示出了具有梯形中空空间截面的挤出的聚合物层结构。

[0046] 图 2 以截面视图示出了替代的具有平行四边形形状的中空空间截面的挤出的聚合物层结构。

[0047] 为了更好地理解,尤其是理解尺寸,图 1 在截面视图中示出了具有铁电驻极体特性的聚合物层结构。图 1 的聚合物层结构包括连续的第一聚合物层 1,在此情形中布置在上部,以及连续的第二聚合物层 2。两个聚合物层 1、2 具有基本上恒定的厚度 d_1 、 d_2 ,例如 $50\ \mu\text{m}$ 。这两个连续聚合物层 1、2 通过与该连续聚合物层呈角度布置的连接部分 3 彼此相连。连接部分 3 的厚度 d_3 同样优选 $50\ \mu\text{m}$ 。由此 - 对应于制造方法 - 形成隧道状中空空间 4,其中将连接两个聚合物层 1、2 的连接部分 3 与聚合物层 1、2 及其彼此呈锐角布置,使得中空空间 4 各自具有对称的梯形形状的截面。在此,各梯形截面的较长底边交替布置在其所属的较短底边之上和之下,以至于各相邻布置的梯形截面彼此点镜像排列。每个梯形截面的较长底边(底边)和相邻连接部分之间的夹角 α 可以具有 $5-80^\circ$ 的值。在此呈现的角度是约 60° 。由此获得良好的结构柔软度和因而尤其是作为灵敏的传感器和作为发生器(能量采集)的良好性能。

[0048] 图 2 示出了替代的挤出的聚合物层结构的截面视图,其具有平行四边形的中空空间截面 4^* 作为梯形中空空间界面的特殊情况。连接部分 3^* 在此相对于平行的连续聚合物层 1、2 的假想垂直连接朝“同一方向”倾斜。因此,宽度 a -图 2 中没有明确指出-也对应于半高处的宽度 b 。不言而喻,厚度 d_1 、 d_2 和角度 α 可以具有上文提及的值。

[0049] 一个实施例未示出,在其中多个在图 1 中示出的聚合物层结构彼此叠置,形成堆叠,其中相邻的彼此叠置的聚合物层结构的各相向的连续聚合物层采用相同的极性充电。在各个聚合物层结构之间分别布置有电极层,所述电极层与相同极性的连续聚合物层接触。

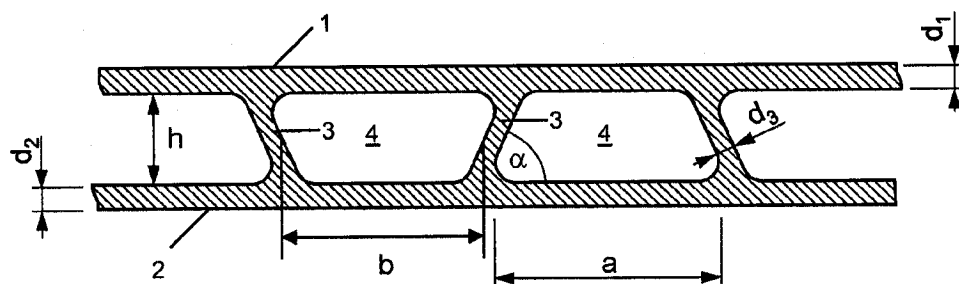


图 1

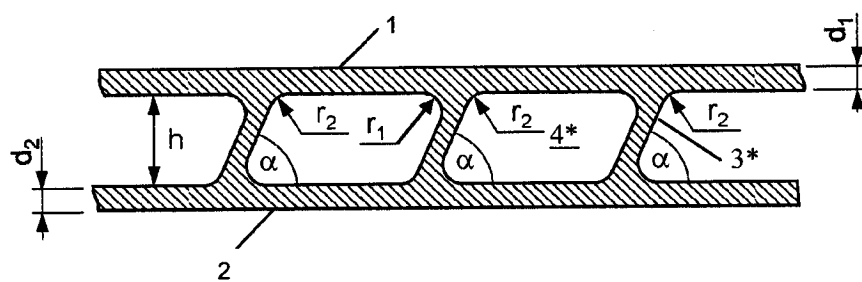


图 2