[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H03H 3/00
H03H 9/54 H01L 41/22

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 00121971.5

[43]公开日 2001年4月18日

[11]公开号 CN 1291825A

[22]申请日 2000.7.27 [21]申请号 00121971.5

[30]优先权

[32]1999.7.29 [33]US [31]09/363,758

[71]申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 哈罗德·A·哈金斯

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

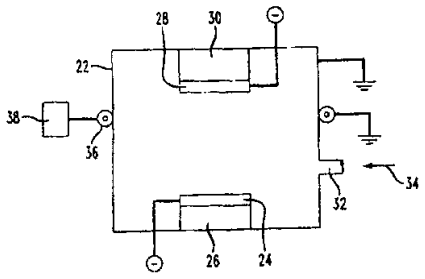
代理人 罗亚川

权利要求书1页 说明书5页 附图页数1页

[54]发明名称 用于生产有取向的压电薄膜的方法

[57]摘要

呈现良好的压电效应的高度取向的薄的膜片在反应室中形成。这是通过轰击包含压电材料的靶来实现的。从该靶中被撞出的粒子被电离，然后静电吸引到基片表面，在那里，它们被中和并以一种有序方式被沉积。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种用于沉积压电材料薄膜的方法,所述方法包含以下步骤:

电离将被沉积在基片表面的压电材料的粒子,以及

将所述被电离的粒子静电吸引到所述基片的表面以便在其上形成薄膜。

2. 根据权利要求 1 的方法,其中所述步骤在引入惰性气体和包含所述压电材料成分的气体的反应室中进行。

3. 根据权利要求 2 的方法,其中,所述引入的气体被电离并静电吸引到一个包含所述压电材料成分的靶。

4. 根据权利要求 3 的方法,其中,所述组分气体离子与所述靶材料相结合形成一种压电材料,并且,所述惰性气体离子撞出所述压电材料粒子。

5. 根据权利要求 4 的方法,其中,所述靶包含铝,所述惰性气体包含氩,所述组分气体包含氮,以及压电材料包含氮化铝。

6. 根据权利要求 5 的方法,其中,被撞出的氮化铝的粒子借助于在所述反应室里面建立的射频电场而被电离。

7. 根据权利要求 6 的方法,其中,在所述基片表面形成的氮化铝压电薄膜呈现(002)晶向。

8. 根据权利要求 4 的方法,其中,所述靶包含锌,所述惰性气体包含氩, 所述组分气体包含氧,以及所述压电材料包含氧化锌。

9. 根据权利要求 8 的方法,其中,被撞出的氧化锌粒子借助于在所述反应室里面的射频电场被电离。

10. 根据权利要求 9 的方法,其中,在所述基片表面形成的氧化锌压电薄膜呈现(002)晶向。

00·07·27

说　　明　　书

用于生产有取向的压电薄膜的方法

本发明涉及薄膜，尤其涉及用来形成薄的压电薄膜的方法。

在各种实际重要性的应用中，包含一种压电材料的薄膜的滤波器构成一种有吸引力的、能替代其它常规滤波器的小型滤波器。这尤其适用于把既减小滤波器的尺寸又降低其成本作为关键的用于通信的（手持）送受话器应用。

与其它滤波器技术比较，薄膜压电滤波器在优良的特性、较低的成本以及尺寸显著的减小方面极具潜力。至今，用一种可复制的、低成本的制造工艺很难生产必要的压电材料薄膜。

为要制造一种高质量薄膜压电滤波器，必要的是，压电材料薄膜用一种预先规定的取向的方法被沉积。至今，努力生产这种薄膜要依赖于诸如校准（collimation）,长的源至基片距离（长行程技术－long-throw technique）以及控制基片形成于其上的基片的特性和状态之类的各种技术。但是，在一贯地生产具有所要求的压电特性的薄膜方面这种措施不成功。尤其是，校准和长行程技术显著地减小沉积率，从而使沉积时间比所希望的要大大地加长。

因此，精于此技术的工作人员正在继续努力，该技术朝着努力设计生产用于滤波器应用的被取向的压电材料薄膜的改进方法。据公认，这种努力如果成功，会改进薄膜压电材料滤波器的质量并降低其成本。

根据本发明的原理，压电材料的粒子在反应室中被电离，然后沉积在在该反应室中由电路加偏压的基片上。这样，一种呈现良好的压电特性的薄层被形成。

对本发明以及它的以上和其它的特征及优点的完全理解可以从下

文介绍的详细说明的结合附图（未按比例画出）的考虑中来获得，图中：

图 1 是如以前所提议的具体的说明性的薄膜滤波器结构的侧视图描述；

图 2 以简化的图解形式示出一种说明性的途径，通过该途径实现该发明的方法，以便形成包含在图 1 所说明类型的滤波器中的薄膜压电层。

在图 1 中说明性地被描述的常规薄膜压电滤波器在由硅或其它适当的材料如石英或兰宝石组成的基片 10 上形成。基片 10 可以包含一个标准的在 Y 方向具有 600 微米（μm）左右厚度的直径为 20 厘米的晶片。这样，多个滤波器器件用标准的分批生产工艺在同一时间有利地被形成在基片 10 上。在此，只有一个这样的器件在图 1 中示出并在下面详细地说明。例如，所描述的单个滤波器的 X 和 Y 方向的大小各自大约为 200-500μm。如所周知，实际尺寸将取决于该滤波器的具体设计。

在常规方法中，一种包含高、低声阻抗材料的交替层的声学布拉格（Bragg）反射器通常沉积在图 1 的基片 10 的顶部表面。因此，例如，4 对这样的层是这样形成的，每一层包含一层二氧化硅（SiO_2）和一层氧化钽（Ta_2O_5）。众所周知，每一层的厚度被选为等于所指出的滤波器的带宽的中心频率的 1/4 波长。图 1 中的层 12(Ta_2O_5),13(SiO_2)和 14(Ta_2O_5),15(SiO_2)构成 2 对被提到的声学反射器的层。

其次，构成此处所考虑的滤波器的底部电极的层 18 被形成并覆盖在上述多层声学反射器的上面。层 18 由呈现低电阻和低声学损耗的材料所组成。层 18 说明性地包含具有例如在 Y 方向厚度大约为 1000 埃单位的铝（Al）或钼（Mo）。电引线 19 被示出与底部电极层 18 连接。

接着，在图 1 所示出类型的常规说明性的滤波器中，一种适当的压电材料层 22 在电极 18 上被形成。因此，例如，具有在 Y 方向厚度为所希望的中心频率的半波长的氮化铝（AlN）或氧化锌（ZnO）被

形成覆盖在底部电极 18 上。最后，例如 1000 埃单位厚度的 Al 或 Mo 层所组成的第二或顶部电极 24 在压电层 22 的顶部表面也被形成。同样，电引线 25 连接到顶部电极层 24。

众所周知，压电层 22 的电机械耦合常数是该层 22 的晶向的函数。因此，例如，对于由低应力化学计量的 AlN 所组成的层 22，如果该层是这样地沉积，使得它的（002）晶轴平行于所描述的 Y 轴，则它的压电特性将被最佳化。

以前，使用各种技术将一种所希望的取向强加在构成图 1 的层 22 的压电材料上。一种已知的技术包括在图 1 所示的 SiO_2 的最顶层 15 上沉积被校准（collimation）的氮化钛 TiN 的薄层（未示出）。这种在结构上有序化的 TiN 层有助于将相应的取向强加在由 Al 构成的覆盖电极层 18 上。同样，已经发现，这种有序化的 Al 层将导致以后接着形成的由 AlN 构成的压电层以（002）晶向而被沉积。但是，用这一特殊的方式所形成的压电薄膜充其量只不过呈现一种大于 1.2 度（degrees）的 X 射线衍射摆动曲线（x-ray diffraction rocking curve）。

根据本发明的原理，具有预定晶向的压电材料用一种简单的，坚固的和可靠和可一致地被重复的方式沉积。这种薄膜呈现良好的压电特性，例如它用于各种薄膜滤波器应用。

图 2 以简化的，概略的形式示出一种根据本发明用于沉积压电薄膜类型的专门的，说明性的装置。该装置包含一个在电气上与像大地那样的参考电位点相连接的反应室 22。其顶部表面用一种薄的压电薄膜涂覆的基片 24 被示出安装在该反应室 22 内部的底部构件 26 上。还有，包含被沉积在基片 24 上面的材料成分的靶 28 被示出附加在该室 22 中的构件 30 上。

根据本发明，如箭头 34 所指示的那样，气体经由进气管 32 引入图 2 的反应室 22 中。在专门情况下，被沉积在基片 24 表面的压电材料包含 AlN，引入室 22 中的气体包含例如氮气（一种被沉积的压电材料成分）以及像氩之类的惰性气体。在这种情况下，靶 28 将由铝组成。

在常规方式中，引入到图 2 的反应室 22 中的气体被电离。这是通

过在靶 28 和被接地的反应室 22 之间建立相对高的电位来实现的。众所周知，这一电位可以是一种恒定的直流电压（d-c）,脉动的 d-c 电压或交流电压。例如，假定恒定直流电压被用于这一目的。

说明性地假定，靶 28（例如由铝构成）被维持在相对于反应室 22 的大约 1000 伏特的恒定的负的直流电位。结果，在这种情况下，氮和氩被引入室 22 中，因此，包含充正电的氮和氩离子的等离子在该室中被形成。这些离子被充负电的靶 28 所吸引。在该靶上，氮离子与铝结合形成 AlN 表面层。所得到的 AlN 层被氩离子碰撞。因此，AlN 粒子从靶中撞出并向下推进到室 22 里面。

根据本发明，从图 2 的靶 28 中被撞出的压电材料（例如，AlN）的粒子通过在室 22 里面建立电场而被电离。例证性地说，这是通过在该室 22 周围放置一个线圈 36 来实现的。该线圈又连接到射频（r-f）发生器 38，例如，该发生器 38 工作在 13.56 兆赫的频率并提供 10-300 瓦特范围的功率。

响应这种射频电场，从靶 28 中被撞出的 AlN 的中性粒子在室 22 中被转换成 AlN 的正离子。这些正离子被吸引到基片 24 表面并沉积于其上，例如，该基片连接到大约 100 伏特的负的直流电位。在基片表面，被吸引的 AlN 离子被中和并形成 AlN 层。

实验证明，用上述的独特方式沉积的 AlN 的压电层有高度有序化的晶向。尤其是，AlN 被沉积成使得它的（002）晶轴高度地平行于图 1 所指出的 Y 轴。因此所沉积的材料呈现诸如耦合常数接近最大理论值 6.5%和有利的摆动曲线等优良的压电特性。

根据本发明的原理，其它已知的压电材料也可以以一种预先规定的取向的方式被沉积。在所有这种情况下，被沉积的压电材料首先被电离，然后被静电吸引到待被覆盖的基片上。

因此，例如，像 ZnO 那样的压电材料可以通过模仿以上规定的技术而被沉积。例证性地说，在这种情况下，图 2 的靶 28 由锌构成，而经由进气管 32 引入到室 22 中的气体包含氧（一种被沉积的压电材料成分）和像氩那样的惰性气体。因此 ZnO 层在靶 28 的表面被形成。

这一层的粒子被氩离子撞出。因此，被撞出的粒子在上述射频电场被电离并以高度有序化的方式沉积在充负电的基片 24 的表面。特别是，所得到的 ZnO 的沉积薄膜呈现出很强的（002）晶向和优良的压电性能。

在某些情况下，将电离的压电材料指向基片是有利的，该基片专门用来准备进一步增强固有地从沉积的电离材料中得到的晶向。因此，例如，如果该基片包含一个叠加在被校准的氮化钛薄层上的铝电极，则铝电极层具有受氮化钛控制的高度有序化的取向。在这种情况下，以后接着沉积的压电薄膜具有一种更高的有序化（002）的晶向。

最后，应该理解，上述各种排列只是本发明的原理的例证性的应用。根据这些原理，许多其它的方案在不违反本发明的精神和范围的前提下可以通过精于此技术的人去发明。因此，例如，提供被沉积在静电充电的基片上的压电材料的离子的其它方式也可以实行。举例来说，一种标准空心阴极磁控管电子枪能用来提供必要的离子。而且，很明显，由于随后被撞出的粒子的电离，本发明还包括诸如包含 AlN 或 ZnO 的陶瓷靶的射频溅射这样的技术。尽管在这里也强调沉积 AlN 和 ZnO，但是很显然，本发明的原理也适用于形成诸如氮化镓，铌酸锂和钽酸锂之类的其它已知压电材料的定向薄膜。

00·07·27

说 明 书 附 图

图 1

现有技术

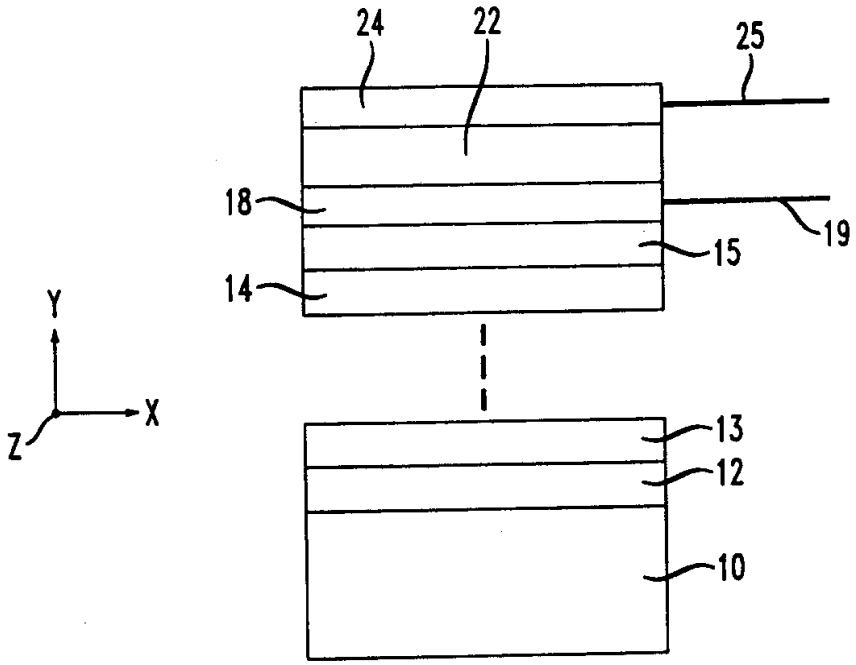


图 2

