

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H03H 9/145 (2006.01)

H03H 9/25 (2006.01)

H03H 9/64 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410090409.3

[45] 授权公告日 2009年7月1日

[11] 授权公告号 CN 100508380C

[22] 申请日 2004.11.12

[21] 申请号 200410090409.3

[30] 优先权

[32] 2003.11.12 [33] JP [31] 2003-382346

[73] 专利权人 富士通媒体部品株式会社

地址 日本神奈川县

共同专利权人 富士通株式会社

[72] 发明人 三岛直之 三浦道雄

[56] 参考文献

US5838089 A 1998.11.17

US6046656A 2000.4.4

JP06-326553A 1994.11.25

JP5-7124A 1993.1.14

US5923231A 1999.7.13

CN1048636A 1991.1.16

审查员 俞晨

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 陈坚

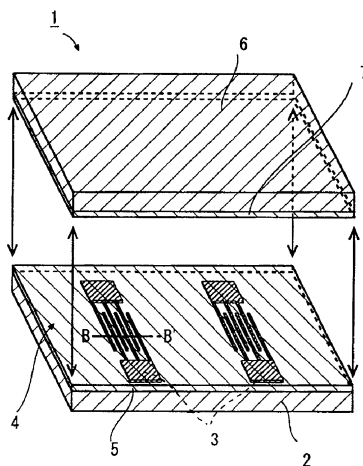
权利要求书1页 说明书14页 附图8页

[54] 发明名称

弹性边界波装置及其制造方法

[57] 摘要

一种弹性边界波装置，包括：一第一压电基板；设置在第一压电基板上的梳状电极；一第一电介质膜，该第一电介质膜具有覆盖这些梳状电极的平滑表面；一第二基板，该第二基板是基于硅的基板；一第二电介质膜，被设置在第二基板的主表面上。第一电介质膜的平滑表面和第二电介质膜的一表面连接在一起。



1、一种弹性边界波装置，包括：

一第一压电基板，该第一压电基板具有激发弹性波的梳状电极，该梳状电极被布置在第一压电基板的一主表面上，

一第一电介质膜，该第一电介质膜覆盖所述梳状电极并且具有一平滑表面；和

一第二基板，在该第二基板的一主表面上布置有一第二电介质膜，第一电介质膜的平滑表面和第二电介质膜连接在一起。

2、根据权利要求1所述的弹性边界波装置，其特征在于，

第二基板是由基于硅的材料制成的；和

第一电介质膜是由二氧化硅制成的并具有与第一基板符号相反的相位速度温度系数；以及

第二电介质膜是由二氧化硅制成的并具有与第二基板符号相反的相位速度温度系数。

3、根据权利要求1所述的弹性边界波装置，其特征在于，第一电介质膜和第二电介质膜具有相等的厚度。

## 弹性边界波装置及其制造方法

### 技术领域

本发明总体上涉及弹性边界波装置及其制造方法，更具体地说，是涉及用于电视机、蜂窝电话或PHS（手提移动电话系统）上的滤波器或振荡器的弹性边界波装置及其制造方法。

### 背景技术

传统上，已知的是，表面声波装置（在下文中被称作SAW装置）是利用弹性波的装置之一。SAW装置被用于诸如在45MHz至2GHz的频率范围内发送和接收无线信号之装置的各种电路中。上述各种电路的一些例子有用于传送和接收的带通滤波器、局部振荡滤波器、天线收发转换开关、IF滤波器和FM调制器。

SAW装置利用弹性波，这种弹性波在固体表面和真空或气体之间的界面上传播，也就是说，SAW装置利用在固体表面上传播的弹性波。因此，要求一压电基板具有一自由表面，以使用作一传播介质。这不允许SAW装置被通常用来包装半导体装置的塑料模具所覆盖。为了获得这个自由表面，包装内部就必须具有一中空部分。然而，在包装中采用这种中空部分会造成问题，该问题在于SAW装置相当昂贵并且相当庞大。

比较起来，在近年来，已经研制出了边界波装置。边界波装置利用在固体之间的边界表面上传播的弹性波，例如在国际公开号为W098 / 51011（在下文中被称作文件1）和1997年7月11日日本科学促进协会第150届弹性表面波装置技术委员会第53册研究材料第19—24页中的Yamashita等人的“Highly Piezoelectric Boundary Waves in Si/SiO<sub>2</sub>/LiNbO<sub>3</sub> Structure（Si/SiO<sub>2</sub>/LiNbO<sub>3</sub>结构中的高的压电边界波）”（在下文中被称作文件2）中公开的。边界波装置是这样一种弹性波装置，它利用在相互接触的两固体之间的接触面上传播的弹性波。边界波装置

的弹性波在两个基板的边界附近传播。因此，边界波装置对传播表面没有限制。这与SAW装置不同，因为SAW装置的压电基板需要具有一自由表面。边界波装置的优点在于能容易地减小包装成本和尺寸大小，此外，边界波装置能获得相当于SAW装置的性能。

下面将参照附图来描述在文件1和文件2中所公开的弹性边界波装置。图1是弹性边界波装置900的分解立体图。图2是沿着图1中的线A-A'截取的剖面图。参照图1和图2，弹性边界波装置900包括：第一基板902，该第一基板是压电基板；一些梳状电极903（交叉指状转换器，在下文中被称作IDT），这些梳状电极被布置在第一基板902上；第二基板906，该第二基板是基于硅（Si）的基板。第一基板902和第二基板906分别与构成插入件的电介质膜905相连接。电介质膜905覆盖IDT 903，并且具有平滑表面904。第二基板906与平滑表面904相连接。

如图1所示，由 $\text{LiNbO}_3$ 制成的压电基板用作第一基板902。硅基板用作第二基板906。所有上述基板都具有负的相位速度温度系数（在下文中被称作TCV）。文件2中公开了，具有正的TCV的 $\text{SiO}_2$ 膜用作电介质膜905。文件2中还公开了，当界面是由夹在 $\text{LiNbO}_3$ 基板和硅基板之间的 $\text{SiO}_2$ 膜形成时，连接着的界面具有高的机电耦合系数并存在着具有零温度特性的边界波，并且具有与这些基板的TCV相反的TCV。

文件1提出了用于制造上述边界波装置900的制造方法，在下面将参照图3A至3D以及图4对其进行描述。

参照图3A，由诸如铝（Al）制成的金属膜903a被沉积在第一基板902的第一主表面（在下文中被称作上表面）上。这是通过诸如溅镀方式来实现的。然后，参照图3B，对金属膜903a进行蚀刻加工，以形成多个IDT 903、以及与所述多个IDT 903相连接的互连图案和端子图案（在下文中被称作金属图案）。参照图3C，在其上已布置有金属图案的第一基板902的表面上设置诸如由 $\text{SiO}_2$ 制成的电介质膜905a。这是通过诸如溅镀方式来实现的。然后，参照图3D，通过对电介质膜905a的表面进行研磨来形成具有平滑表面904的电介质膜905a。

然后，参照图4，对平滑表面904和第二基板906的下表面分别进行表面处理，以将它们连接在一起。也就是说，利用例如氨水对上述这些表面进行水合处理（hydrate）。然后，水合处理后的平滑表面904和第二基板906的下表面相互接触，并且以约300℃的温度加热一至两个小时。因此，在各个连接表面上的OH基发生化合（chemical union），同时，释放出H<sub>2</sub>O，从而尽管电介质膜905和第二基板906是不同的基板，但仍能使电介质膜905和第二基板906连接在一起。

如上所述，为了即使在相当高的约1GHz的频率范围内制造出具有零温度特性的边界波装置，需要形成约2.4 μm的相当厚的电介质膜。然而，如果上述电介质膜是通过诸如溅镀形成的话，那么，通常第一基板902就可能因电介质膜的内部应力而发生较大的弯曲。因此，存在另外一个问题，即在电介质膜和第二基板906的整个连接表面上不能均匀地保持连接强度。

此外，当第一基板902和第二基板906连接在一起时，在对形成于第一基板902和第二基板906上的电介质膜905的两个表面进行水合处理后，需要以约300℃对这两个表面加热一至两个小时。然而，如果利用上述热处理来把这些基板连接起来，并使它们冷却至室温，则会有另外一个问题，即，由于第一基板902和第二基板906之间的热膨胀系数存在差异，因此连接的基板会发生弯曲。此外，如果对上述弯曲的基板进行加工以露出电极或类似物，则还会存在另外一个问题，即利用曝光处理等不能获得均匀的暴露。

## 发明内容

本发明的一个总的目的是提供弹性边界波装置及其制造方法。

根据本发明的一个方面，提供了一种弹性边界波装置，它包括：第一压电基板，该压电基板具有一些梳状电极，这些梳状电极用于激发弹性波并且被布置在该压电基板的主表面上；第一电介质膜，该第一电介质膜覆盖梳状电极并具有平滑表面，其中第二基板的主表面上布置有第二电介质膜，第一电介质膜的平滑表面和第二电介质膜被连接在一起。

根据本发明的另一个方面，提供了一种弹性边界波装置，它包括：第一压电基板，该第一压电基板具有一些梳状电极，这些梳状电极用于激发弹性波并且被布置在该第一压电基板的主表面上；电介质膜，该电介质膜覆盖这些梳状电极；薄膜，该薄膜覆盖电介质膜并且具有平滑表面；和第二基板，其中薄膜和第二基板被连接在一起。

根据本发明的另外一个方面，提供了一种制造一弹性边界波装置的方法，包括：在一第一基板的主表面上布置一些梳状电极；在第一基板的主表面上形成第一电介质膜以覆盖梳状电极；使第一电介质膜的一表面平滑；在一第二基板的一表面上形成第二电介质膜；和把第一电介质膜和第二电介质膜连接在一起，其中，这些用于激发弹性波的梳状电极夹在第一基板和第二基板之间。

根据本发明的另一方面，提供了一种制造弹性边界波装置的方法，包括：在一第一基板的主表面上布置一些梳状电极；在第一基板的主表面上形成一电介质膜以覆盖梳状电极；使电介质膜的一表面平滑；在电介质膜的一平滑表面上形成一薄膜；和把薄膜和一第二基板连接在一起，其中，这些用于激发弹性波的梳状电极夹在第一基板和第二基板之间。

根据本发明的另外一方面，提供了一种制造弹性边界波装置的方法，它包括：在一第一基板的主表面上布置一些梳状电极；在第一基板的主表面上形成一电介质膜以覆盖梳状电极；在电介质膜的一表面上布置一薄膜；使薄膜的表面平滑；和把薄膜和一第二基板连接在一起，其中，这些用于激发弹性波的梳状电极夹在第一基板和第二基板之间。

#### 附图说明

下面将参照附图来详细地描述本发明的一些优选实施例。在这些附图中：

图1是一弹性边界波装置900的分解立体图；

图2是沿着图1中的线A-A'截取的剖面图；

图3A至3D表示根据传统技术的弹性边界波装置900的制造工序；

图4表示根据传统技术的弹性边界波装置900的制造工序；

图5是根据本发明第一实施例的弹性边界波装置1的分解立体图；

图6是沿着图5中线B-B'截取的剖面图；

图7A至7D表示根据本发明第一实施例的弹性边界波装置1的制造工序；

图8A和8B表示根据本发明第一实施例的弹性边界波装置1的制造工序；

图9是根据本发明第二（第三）实施例的一弹性边界波装置10（20）的分解立体图；

图10是沿着图9中的线C-C'截取的剖面图；

图11A至11D表示根据本发明第二实施例的弹性边界波装置10的制造工序；

图12是沿着图9中的线D-D'截取的剖面图；以及

图13A至13C表示根据本发明第三实施例的弹性边界波装置20的制造工序。

## 具体实施方式

### （第一实施例）

下面将参照附图来描述本发明的一些实施例。

参照图5来描述第一实施例。图5是根据第一实施例的弹性边界波装置1的分解立体图。图6是沿图5中的B-B'截取的剖面图。假设弹性边界波装置1旨在处理1GHz的频率范围内的高频信号，下面的描述是根据这种假设而进行的。

参照图5和图6，弹性边界波装置1包括：第一基板2，该第一基板是压电基板；一些梳状电极（IDT）3，这些梳状电极被设置在第一基板2的主表面上；第一电介质膜5，该电介质膜覆盖着IDT3并且具有平滑表面4；基于硅的第二基板6；和第二电介质膜7，该第二电介质膜被设置在第二基板6的主表面上。第一电介质膜5的平滑表面4和第二电介质膜7的一表面被连接在一起。也就是说，根据本发明第一实施例，这些电介质材料被连接在一起。第二电介质膜7也具有一平滑表面。

例如，一铌酸锂 ( $\text{LiNbO}_3$ ) 基板可以被用作第一基板2。然而，第一基板2也可以是钽铁酸锂 ( $\text{LiTaO}_3$ ) 基板，或者由石英制成的压电基板。

上面所提到的基于硅的基板可以被用作第二基板6。基于硅的基板可以是硅基板，非晶硅基板，或多晶硅基板。如果在与第一压电基板2的界面附近能产生具有足够波幅的边界波的话，那么，不仅基于硅的基板而且其他材料也可以被用作所述基板。下面将描述根据本发明第一实施例的被用作第二基板6的硅基板。应当注意到，在IDT3和第二基板6之间存在有电介质膜5和7，这将在后面详细描述。因此，减小了直接从IDT3通过电介质膜5和7的电流泄漏。因此，根据本发明第一实施例，可以利用并不是绝对纯净的硅基板。也就是说，可以采用这样的硅基板，在该硅基板内故意掺有杂质，以便减小n型或p型电阻器的电阻系数，这些硅基板通常被用作通用集成电路。在这里，“纯净”并不是完全的纯净，“纯净”是指这样一种情况，其中也意想不到地含有微量的杂质。

例如，铝 (Al) 可以被用作IDT3的电极材料。此外，铜 (Cu)、钛 (Ti)、或者其它材料也可以被采用。也可以采用含有铝 (Al)、铜 (Cu)、钛 (Ti) 或其它材料的合金。IDT3可由单层或多层结构组成。换句话说，IDT3可以由上面提到的电极材料的多层结构来组成。

设置在第一基板2上的IDT3分别包括至少一个用于激发的IDT3和至少一个用于接收的IDT3。可以设置一些反射器电极，以便在边界波的传播方向上夹入IDT3。可以利用声学材料来代替反射器电极。

电介质膜5和7是设置在第一基板2和第二基板6之间的插入件。优选地是，就电介质膜5和7的粘结性来说，电介质膜5和7是由相同的电介质材料制成的。例如，基于硅的电介质材料，如二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )，可以被用作电介质膜5和7。

根据本发明的第一实施例，其上具有电介质膜5的第一基板2和其上具有电介质膜7的第二基板6被牢固均匀地且毫无空隙地被连接在一起。具体地说，连接表面是各个电介质膜的平滑表面。电介质膜5具有平滑的连接表面4，电介质膜7具有平滑的连接表面。

当第一基板2和第二基板6是由具有相同的正号和负号TCV特性的材料制成时，弹性边界波装置1可具有温度相关性（temperature dependency）。例如，当基板2和6分别由LiNbO<sub>3</sub>和Si制成时，该装置1就具有温度相关性。这是因为这些基板的温度特性未被消除。因此，根据本发明的第一实施例，夹设在第一基板2和第二基板6之间的电介质膜5和7是由这样的材料制成的，即该材料具有与第一基板2和第二基板6相反的相位速度的温度系数。这就分别消除了第一基板2和第二基板6的温度相关性，从而可实现能抵御任何温度变化而稳定工作的弹性边界波装置1。

更优选地是，电介质膜5和7的总厚度是所传播的边界波的波长 $\lambda$ 的0.6倍。例如，当利用LiNbO<sub>3</sub>基板2和Si基板6，并且利用SiO<sub>2</sub>电介质膜5和7时，电介质膜5和7的总厚度可被设置成约等于 $0.6\lambda$ ，从而就可获得高的机电耦合系数以及零温度特性。当边界波装置的工作频率为1GHz时，所述的总厚度为 $2.4\mu\text{m}$ ，当工作频率为200MHz时，总厚度为 $12\mu\text{m}$ 。Si的线性膨胀系数 $\alpha_{11}$ 为 $3.35[\text{ppm}/^\circ\text{C}]$ ，它的TCV为 $-17.0[\text{ppm}/^\circ\text{C}]$ 。LiNbO<sub>3</sub>的线性膨胀系数 $\alpha_{11}$ 为 $15.4[\text{ppm}/^\circ\text{C}]$ ，它的TCV为从 $-80$ 至 $-50[\text{ppm}/^\circ\text{C}]$ 的范围。应当注意到，上述值与边界波的传播方向X有关。相比较而言，SiO<sub>2</sub>的线性膨胀系数 $\alpha_{11}$ 为 $0.55[\text{ppm}/^\circ\text{C}]$ ，它的TCV为 $119.5[\text{ppm}/^\circ\text{C}]$ 。

电介质膜5和7的总厚度并不局限于 $0.6\lambda$ ，它可以根据第一基板2和第二基板6的晶体取向或基板材料而有不同的变化。也就是说，总厚度的最佳值取决于第一基板2和第二基板6的晶体取向或基板材料。因此，必须适当地选择总厚度，以便弹性边界波装置1的频率温度特性表现出零温度特性。一般来说，总厚度的范围可以从 $0.5\lambda$ 至 $1\lambda$ 。

下面将参照附图来描述根据第一实施例的弹性边界波装置1的制造方法。图7A至7D和图8A和8B表示出了制造弹性边界波装置1的工序。

参照图7A，具有给定厚度的铝（Al）膜3a被设置在第一基板2的主表面上。在这里，所述给定厚度与IDT3的高度（或厚度）相对应。该给定厚度可以为 $0.005\lambda$ 至 $0.15\lambda$ ，它大约等于 $0.02$ 至 $0.6\mu\text{m}$ 。铝膜3a是通过诸如蒸发或溅镀方式来形成的。

参照图7B，一给定图案（pattern）的抗蚀剂3b被设置在铝膜3a上，然后对铝膜进行蚀刻。这样就制造出IDT3。给定图案是指用于把铝膜3a成形为IDT3的图案、互连图案和端子图案（这些图案在下文中被称作金属图案），这些图案与IDT3相连。在形成IDT3之后，除去抗蚀剂3b。如图7B所示进行蚀刻，然而，也可以采用剥离加工。剥离加工利用这样的抗蚀剂，该抗蚀剂所具有的图案与上面所提到的设置在第一基板2的主表面上的给定图案相反。在铝膜沉积之后，位于抗蚀剂图案上的铝部分与抗蚀剂一起被去除。通过这种方式，就能形成IDT3。上述加工形成金属图案，该金属图案包括在第一基板2的主表面上的IDT3。

按这种方式形成IDT3之后，将SiO<sub>2</sub>膜5a设置在第一基板2的上述主表面上，即其上设置有IDT3的表面上，如图7C所示。这可以通过诸如溅镀的方式来形成。SiO<sub>2</sub>膜5a可以比IDT3厚。例如，SiO<sub>2</sub>膜5a的厚度等于0.06λ至0.3λ，它大致等于0.24至1.2μm。

这样所形成的SiO<sub>2</sub>膜5a具有不平坦的表面。这种不平坦性是由于IDT3的不平坦表面所造成的。参照图7D，SiO<sub>2</sub>膜5a被研磨，以使其表面变得平滑。于是，电介质膜5具有平滑表面。对于上述研磨，可以采用化学机械研磨（CMP）。电介质膜5可以被研磨至厚度的下限，该厚度的下限等于IDT3的厚度下限。上限就是夹设在第一基板2和第二基板6之间的电介质膜5和7的总厚度。电介质膜5的厚度是指从第一基板2至电介质膜5表面的长度。研磨后的电介质膜5可具有从0.04λ至0.28λ厚度，它大致等于0.16至1.1μm。IDT3的上表面可以暴露于电介质膜5上。换句话说，IDT3的上表面可以与电介质膜5的表面齐平。然而，就与电介质膜7表面的连接强度而言，IDT3的上表面可优选地不暴露。换句话说，优选地是，电介质膜5覆盖IDT3。

参照图8A，通过诸如溅镀方式在第二基板6的主表面上形成具有给定厚度的电介质膜7。或者是，对第二基板6的表面进行热氧化。对电介质膜7进行控制，以获得电介质膜5和7的期望的总厚度。例如，电介质膜7的厚度可以为0.2λ至0.6λ，它大致等于0.8至2.4μm。

这样所形成的电介质膜7具有平滑表面。这是因为第二基板6具有平滑表面的缘故。如上所述，电介质膜5的表面已变得平滑。因此，电介质膜7的平滑表面可以均匀地连接并接触电介质膜的平滑表面，而且不会有任意的空隙或间隙。

如上所述，于是就形成了其上具有电介质膜5的第一基板2和其上具有电介质膜7的第二基板7。参照图8B，电介质膜5的平滑表面4和电介质膜7的平滑表面连接在一起。例如，利用过氧化氢水对待连接的电介质膜5和7的表面进行水合处理，并且以约300℃的温度对其进行加热一至两个小时。通过这种热处理，各个表面上的OH基就发生化合，并释放出H<sub>2</sub>O。因此就可以直接连接电介质膜5和7，从而第一基板2和第二基板6能连接在一起。如果在热处理期间，加热温度为100℃或更低，那么，OH基就不发生化合。在热处理期间加热温度为1000℃或更高的情况下，热量会对某些部件材料产生热影响，所述的这些部件可能是电介质膜5和7，第一基板2，第二基板6或IDT3。这就会降低弹性边界波装置的性能。优选地是，加热温度被设置得尽可能低，为的是避免因第一基板2和第二基板6之间存在线性膨胀系数差而发生弯曲。因此，优选地是，在100至1000℃的范围内进行热处理。此外，利用过氧化氢水来进行羟基化处理的连接方法成本较低，并且易于执行。这样就降低了制造成本。

利用上述加工工序，就可以制造出根据本发明第一实施例的弹性边界波装置。

在一些情况下，优选地是，这样制造出的弹性边界波装置具有这样的结构，即电介质膜5和电介质膜7具有相同的厚度。更具体地说，电介质膜5的厚度和电介质膜7的厚度相互相等，并且分别等于夹设在第一基板2和第二基板6之间的插入件的厚度的一半。这将在下面描述。

当设置电介质膜5时，在电介质膜5和第一基板2之间就会引起内应力。该内应力取决于电介质膜5的厚度，并且随着该厚度的增加而增大。因此，优选地是，所形成的电介质膜5的厚度尽可能薄，从而抑制基板的弯曲。在电介质膜5形成时发生所述的弯曲。上述现象对于电介质膜7和第二基板6的组合来说也是适用的。导致基板2和6弯曲的因素可以是线性

膨胀系数 $\alpha_{11}$ 的差异，或者是电介质膜5和7与基板2和6之间的TCV的差异，或者是形成电介质膜5和7的方法或条件。优选地，把这些因素都考虑进去，以使设计出的电介质膜5和7的厚度能满足期望的总厚度。在这里，期望总厚度是指能实现零温度特性的中间层的厚度。优选地，当预期所述的基板2和6具有大的弯曲时，电介质膜5和7具有相等的厚度。相反，如果预期所述的基板2和6中的其中一个基板发生较大的弯曲，那么，电介质膜5和7可具有大不相同的厚度。

电介质膜5和7可以采用除上述对连接表面进行脱水处理和热处理的加工方法以外的其它加工方法连接起来。例如，可以对电介质膜5和7的表面进行表面激活处理，然后在一定的压力下把它们连接起来。表面激活处理可以采用氩（Ar）原子，所述氩原子被照射到连接表面上。氧离子的等离子体或类似物可用来代替氩原子。

表面激活处理无需对电介质膜5和7进行热处理。因此，可以大大地抑制基板2和6的弯曲和剥离，而且可以防止一些部件材料受到热影响。此外，原子或离子的照射不仅有助于激活连接的表面，而且还可以清洁这些表面。优选地是，这种连接工序是在真空中进行的。这样可以防止杂质再次附着到连接表面上。

如上所述，在基板2和6之间的电介质膜插入件被分成电介质膜5和7，电介质膜5和7分别被提供给基板2和6。因此可以减小电介质膜5和7的厚度。这样就可以抑止在形成电介质膜5和7时所产生的内应力，并且可以抑制基板2和6的弯曲。于是，在连接表面上可以均匀地保持基板2和6之间的连接强度。

### （第二实施例）

下面将参照附图来描述第二实施例，在附图中，如果没有特别说明，与第一实施例相同的部件和结构具有相同的附图标记，因此对它们将不再进行详细描述。

图9是根据本发明第二实施例的弹性边界波装置10的分解立体图。图10是沿着图9中的C-C'剖取的剖面图。下面将描述用于1GHz频带中的高频信号的弹性边界波装置10。

参照图9和图10, 这种弹性边界波装置10包括: 第一压电基板2; 一些IDT3, 这些IDT3设置在第一基板2的主表面上; 一电介质膜15, 该电介质膜15覆盖所述的IDT3并且具有一平滑表面4; 一基于硅的薄膜16, 该基于硅的薄膜设置在电介质膜15的一表面上; 和基于硅的第二基板6。基于硅的薄膜16的一表面和第二基板6的一表面连接在一起。也就是说, 根据本发明的第二实施例, 基于硅的材料连接在一起。薄膜16具有待连接的一平滑表面, 且第二基板6具有一平滑表面。

电介质膜15是夹设在第一基板2和第二基板6之间的插入件。也就是说, 电介质膜15对应于本发明第一实施例中连接在一起的电介质膜5和7。电介质膜15能由基于硅的电介质材料例如二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )制成。如本发明第一实施例中所述的那样, 电介质膜15的厚度可以是例如 $0.6\lambda$ 。

使电介质膜15的表面变得平滑, 从而具有平滑表面4, 为的是便于布置其上具有一平滑表面的薄膜16。

薄膜16可由与第二基板6相同的材料制成。薄膜16厚度的下限在理论上等于这样一个厚度, 该厚度允许硅膜在把薄膜16连接到第二基板6上时相互面对。上限等于能保持一均匀厚度的厚度。例如, 薄膜16可具有 $0.1\mu\text{m}$ 的厚度。电介质膜15具有平滑表面4, 该平滑表面4允许薄膜16具有平滑均匀的表面。

下面将参照附图来描述根据本发明第二实施例的弹性边界波装置10的制造方法。图11A至11D示出了这种弹性边界波装置10的制造工序。下面的制造方法的某些工序与第一实施例中所用方法中的工序是相同的。

通过图7A和7B所示工序, 把包括IDT3的金属图案布置在第一基板2的主表面上。然后, 如图11A所示, 在其上布置有金属图案的第一基板2的主表面上形成 $\text{SiO}_2$ 膜15a。这是通过诸如溅镀方式来实现的。在这里,  $\text{SiO}_2$ 膜15a的厚度等于或大于IDT3和电介质膜15的厚度。例如,  $\text{SiO}_2$ 膜15a的厚度为 $0.5\lambda$ 至 $0.7\lambda$ , 它大致等于 $2.0$ 至 $2.8\mu\text{m}$ 。电介质膜15的厚度是指从第一基板2至电介质膜15的表面的长度。

这样形成的SiO<sub>2</sub>膜15a由于IDT3而具有凹凸不平的表面。因此，参照图11B，SiO<sub>2</sub>膜15a的表面通过CMP被研磨，以便具有平滑表面4和期望厚度。该期望厚度是指能实现零温度特性的厚度，它等于例如0.6λ。

然后，如图11C所示，通过溅镀或化学气相淀积(CVD, chemical vapor deposition)在平滑表面4上形成厚度为0.1μm的薄膜16。

这样形成的薄膜16就具有一平滑表面，这是因为电介质膜15具有平滑表面4的缘故。如上所述，第二基板6也具有一平滑表面。因此，在连接工序中，这两个平滑表面均匀接触而不会有任何空隙或间隙。

如图11D所示，在一定压力下可以对薄膜16和第二基板6的连接表面进行表面激活处理。通过这种方式，薄膜16和第二基板6能被连接起来。表面激活工序可以采用氩(Ar)原子或氧离子的等离子体。

对于把基于硅的薄膜16和基于硅的第二基板6连接起来而言，表面激活工序并不需要热处理。因此就可以大大地抑制第二基板2和6的弯曲以及它们的剥离，而且可以防止部件材料受到热影响。此外，原子或离子的照射不仅有助于激活所述连接表面，而且能清洁这些表面。优选地是，所述连接工序在真空中进行。这样能防止杂质再次附着到连接表面上。

与用两块SiO<sub>2</sub>基板的情况相比较，在室温条件下利用表面激活处理将两种基板连接在一起的情况下，当两块硅基板被连接时可获得更高的连接强度。因此，优选地是，在连接基于硅的薄膜16和基于硅的第二基板6的过程中，采用表面激活处理，而不是采用羟基化处理。这样就可以基本上抑制基板在连接工序之后产生弯曲。

如上所述，应当注意到，第一基板2和第二基板6能在室温条件下连接。因此可避免因第一基板2和第二基板6在热膨胀方面的差异而导致基板弯曲。

### (第三实施例)

下面将描述本发明的第三实施例，如果没有另外说明，与第一和第二实施例中相同的部件和结构采用相同的附图标记，并且对它们不再进行详细描述。

图9还示出了第三实施例的一弹性边界波装置20。图12是沿着图9中的线D-D' 剖取的剖面图。下面的描述针对用于在1GHz频带中的高频信号的弹性边界波装置20。

参照图9和12, 该弹性边界波装置20包括: 第一压电基板2, 一些IDT3, 这些IDT位于第一基板2的主表面上; 一电介质膜25, 该电介质膜覆盖IDT3; 一基于硅的薄膜26, 该基于硅的薄膜设置在电介质膜25的表面上并且具有平滑表面4; 和基于硅的第二基板6。基于硅的薄膜26和基于硅的第二基板6被连接在一起。第二基板6具有平滑表面。

第一基板2、IDT3和第二基板6与第一实施例中的相同。第三实施例与第二实施例的区别在于电介质膜25的表面是不平坦的, 薄膜26的表面是平坦的。

电介质膜25是设置在第一基板2和第二基板6之间一插入件。电介质膜25是在图11A所示工序中形成的SiO<sub>2</sub>膜15a。在本实施例中, 不对电介质膜25的表面进行研磨。如第一实施例中的情况那样, 电介质膜25的厚度可以为 $0.6\lambda$ 。电介质膜25的厚度是指从凹陷部分的底部至第一基板2的厚度。

在研磨过程中难以控制电介质膜25的厚度。考虑到这一点, 通过对设置在电介质膜25表面上的基于硅的薄膜26进行研磨来形成平滑表面4。

薄膜26可由与第二基板6相同的材料来制成。薄膜26具有这样的厚度下限, 即, 该厚度下限允许在把电介质膜26连接到第二基板6上时, 待连接的硅膜26和6相互面对。例如, 薄膜26的厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 。

这种弹性边界波装置20能按如下方法来制造。下面所描述的制造方法中的某些工序与用于第一、第二实施例中的相同。

通过图7A, 7B和11A所示的工序, 在第一基板2的主表面上形成包括IDT3和电介质膜25的金属图案。电介质膜25是SiO<sub>2</sub>膜。然后, 如图13A所示, 通过溅镀在电介质膜25的表面上形成基于硅的薄膜26a。电介质膜26a的厚度等于或大于电介质膜25的粗糙表面上的顶部和底部之间的距离。例如, 该厚度可以为 $0.3$ 至 $1.0\mu\text{m}$ 。或者, 可以利用CVD来形成该薄膜26a。

薄膜26a具有一粗糙表面，这是因为电介质膜25具有一粗糙表面的缘故。如图13B所示，利用CMP来对薄膜26a的表面进行研磨，使其具有平滑表面4。研磨后的薄膜26厚度可为 $0.1\mu\text{m}$ 。

第二基板6也具有平滑表面。因此，薄膜26和第二基板6可以毫无空隙或间隙地相互接触。

如图13C所示，对薄膜26和第二基板6的表面进行表面激活处理，然后在一定压力下将它们连接起来。后续工序与第二实施例中的相同（参见图11D）。

根据第三实施例，除了第二实施例所获得的效果以外，还便于进行研磨工序。

本发明并不局限于在这里具体公开的一些实施例，在不脱离本发明的范围的情况下，可以对本发明作出其它一些实施例、变化和改变。

本发明基于2003年11月12日申请的日本专利申请No. 2003-382346，在此引用这篇日本专利申请的全部公开内容作为参考。

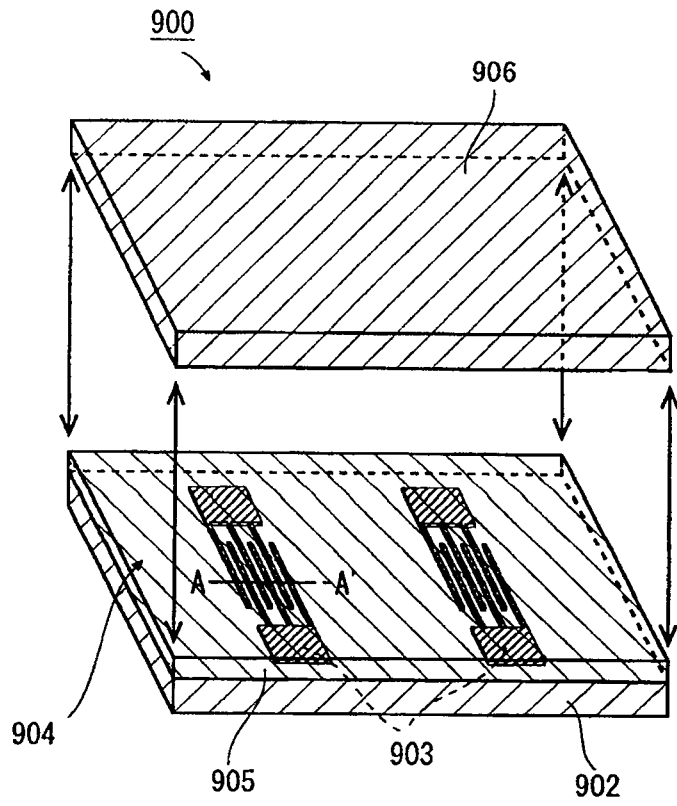


图 1

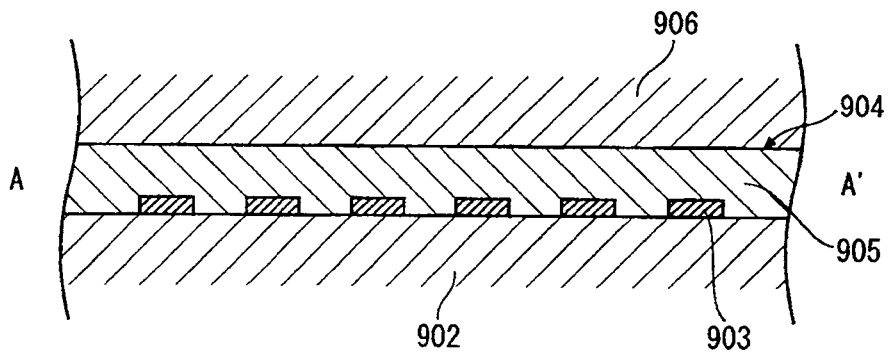
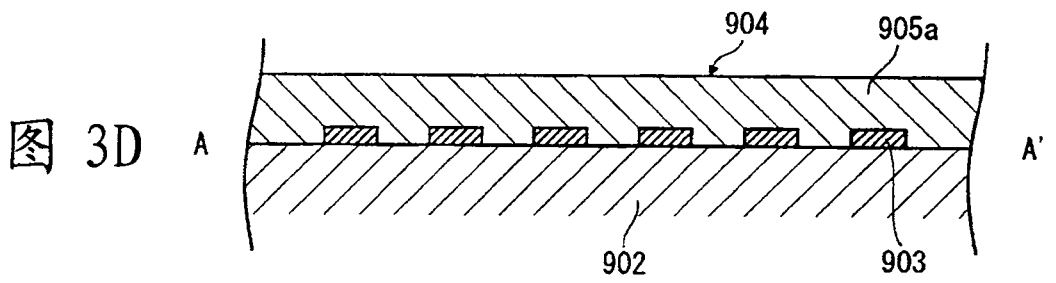
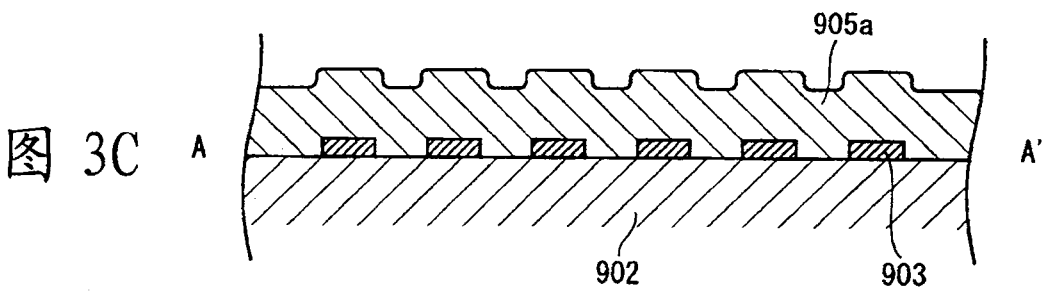
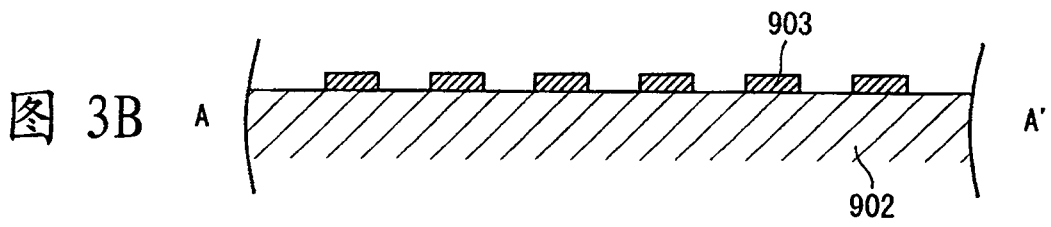
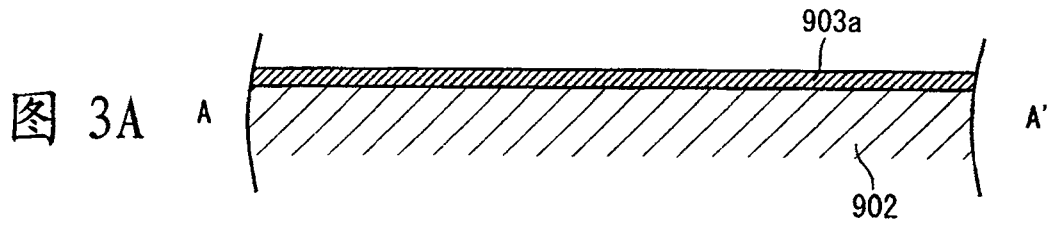


图 2



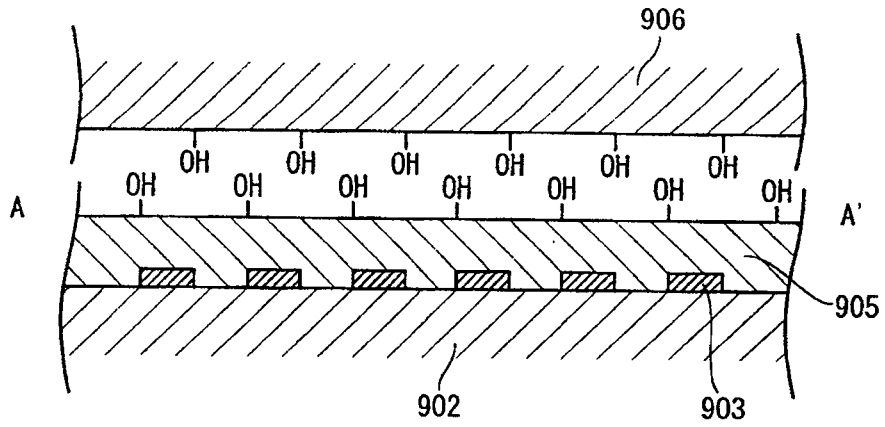


图 4

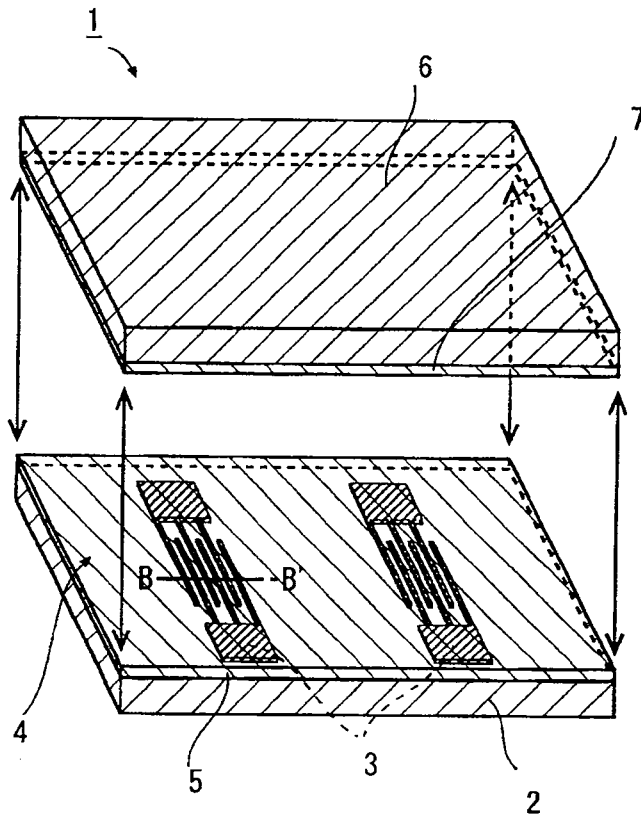
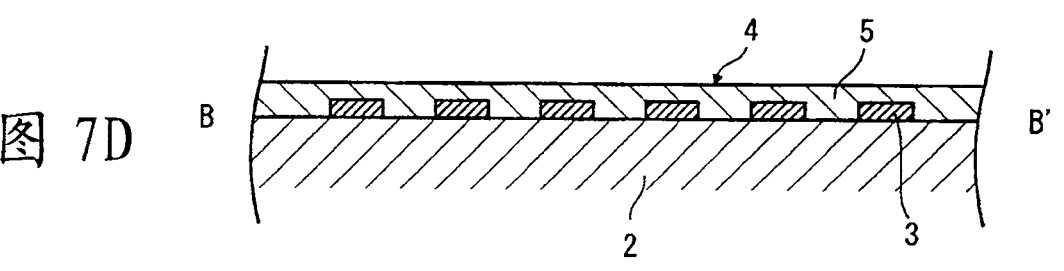
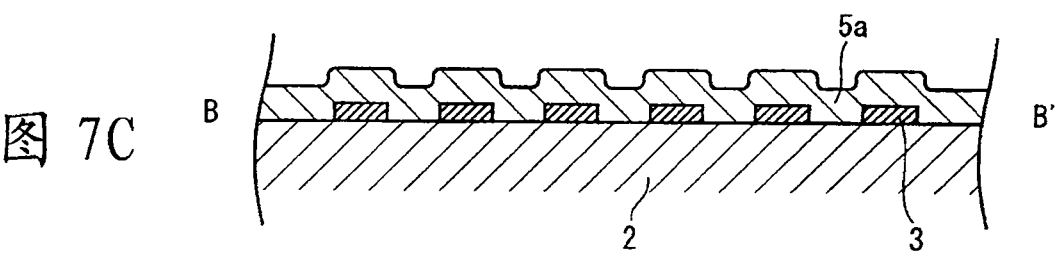
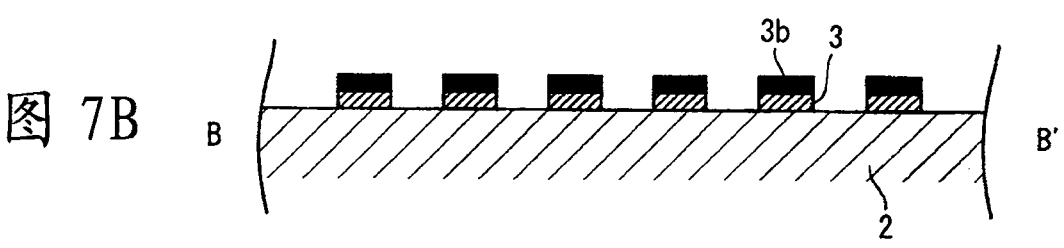
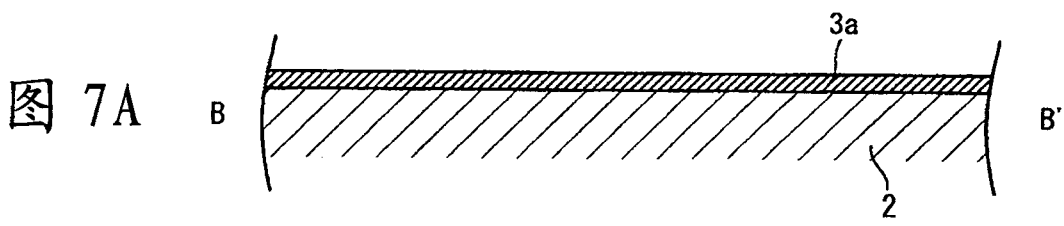
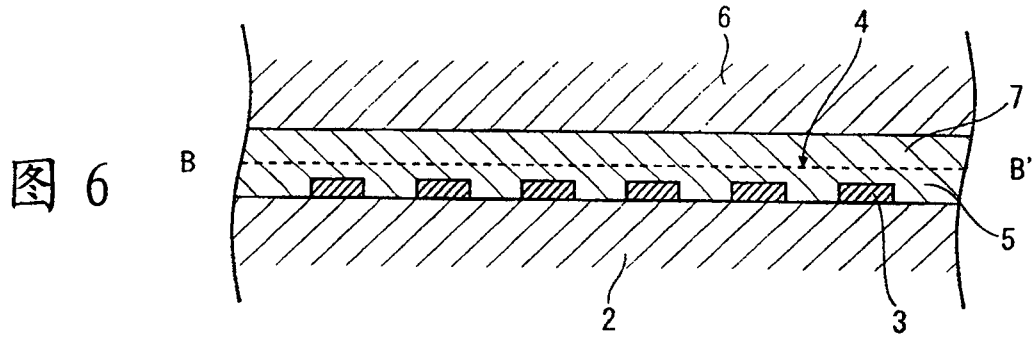


图 5



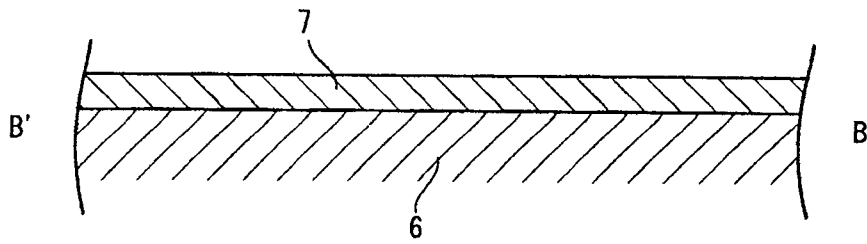


图 8A

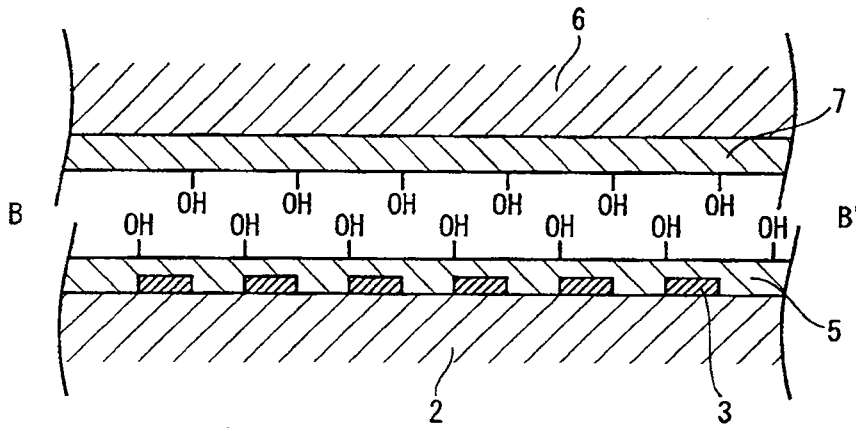


图 8B

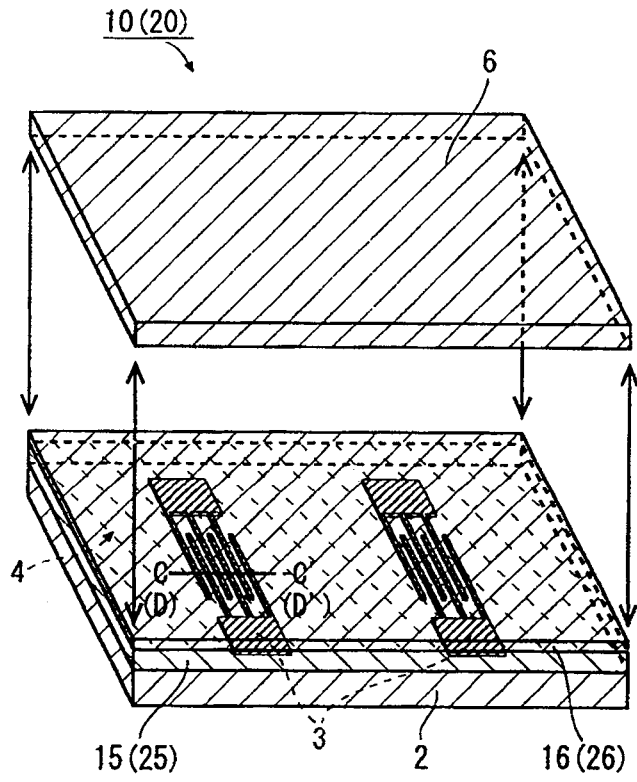


图 9

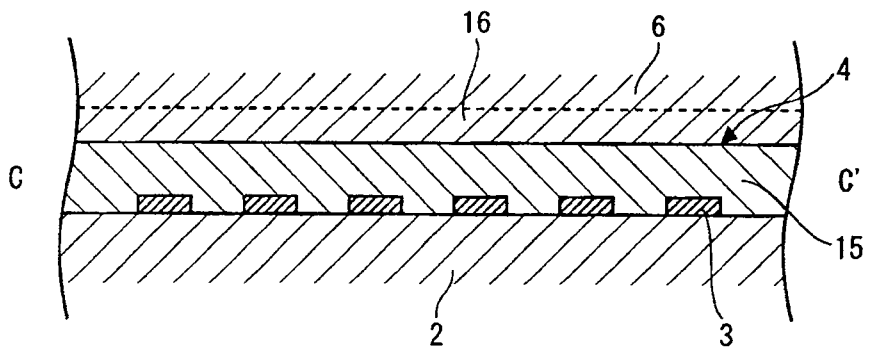


图 10

