



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410034747.5

[43] 公开日 2004 年 12 月 1 日

[11] 公开号 CN 1551495A

[22] 申请日 2004.5.9

[21] 申请号 200410034747.5

[30] 优先权

[32] 2003.5.9 [33] JP [31] 131003/2003

[71] 申请人 富士通媒体部品株式会社

地址 日本神奈川县

共同申请人 富士通株式会社

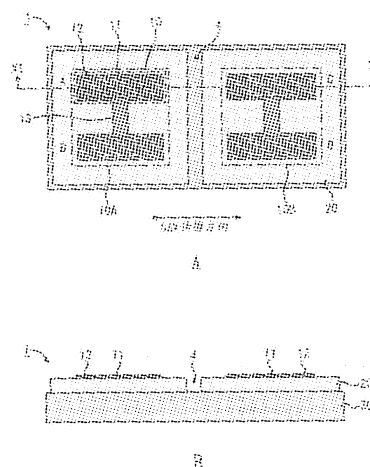
[72] 发明人 松田隆志 三浦道雄 佐藤良夫
上田政则[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
代理人 李 辉

权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 24 页

[54] 发明名称 表面声波器件及其制造方法

[57] 摘要

表面声波器件及其制造方法，一种表面声波器件，其包括：压电基板，该压电基板在一个表面上形成有两个或更多个谐振器；支撑基板，该支撑基板与该压电基板的另一表面接合。在该表面声波器件中，该多个谐振器中的至少两个具有在表面声波传播方向上彼此交叠的激励部分，并且去除或改良具有多个交叠部分的多个谐振器中的至少一对交叠的谐振器之间的该压电基板的至少一部分，以具有不同的特性。



1. 一种表面声波器件，其包括：
压电基板，该压电基板在一个表面上形成有两个或更多个谐振器；
5 和
支撑基板，该支撑基板与所述压电基板的另一个表面接合，
所述多个谐振器中的至少两个具有在表面声波传播方向上彼此交叠
的激励部分，并且
去除或改良具有多个交叠部分的所述多个谐振器中的至少一对交叠
10 的谐振器之间的所述压电基板的至少一部分，以具有不同的特性。
2. 一种表面声波器件，其包括：
压电基板，该压电基板在一个表面上形成有两个或更多个谐振器；
和
支撑基板，该支撑基板与所述压电基板的另一个表面接合，
15 所有所述多个谐振器具有在表面声波传播方向上彼此不交叠的激励
部分，并且
去除或改良所述多个谐振器中的至少一对谐振器之间的所述压电基
板的至少一部分，以具有不同的特性。
3. 根据权利要求1所述的表面声波器件，其中所述两个或更多个谐
20 振器构成两个或更多个滤波器。
4. 根据权利要求1所述的表面声波器件，其中所述支撑基板具有比
所述压电基板更小的热膨胀系数。
5. 根据权利要求1所述的表面声波器件，其中所述支撑基板包含蓝
宝石作为主要成分。
- 25 6. 根据权利要求1所述的表面声波器件，其中所述表面声波为泄漏
表面波。
7. 一种制造表面声波器件的方法，该表面声波器件包括在一个表面
上形成有两个或更多个谐振器的压电基板，以及与该压电基板的另一表
面接合的支撑基板，

该方法包括以下步骤：

去除或改良具有在表面声波传播方向上彼此交叠的多个谐振部分的多个谐振器中的至少一对交叠的谐振器之间的所述压电基板的至少一部分。

- 5 8. 一种制造表面声波器件的方法，该表面声波器件包括在一个表面上形成有两个或更多个谐振器的压电基板，以及与该压电基板的另一表面接合的支撑基板，

该方法包括以下步骤：

- 10 去除或改良具有在表面声波传播方向上彼此不交叠的多个谐振部分的多个谐振器中的至少一对谐振器之间的所述压电基板的至少一部分。

9. 根据权利要求 7 所述的方法，其中在去除或改良至少一对谐振器之间的所述压电基板的至少一部分的所述步骤中使用旋转切割刀片或激光束。

- 15 10. 根据权利要求 7 所述的方法，其中所述支撑基板具有比所述压电基板更小的热膨胀系数。

11. 一种制造表面声波器件的方法，该表面声波器件包括在一个表面上形成有两个或更多个谐振器的多结构压电基板，以及与该压电基板的另一表面接合的支撑基板，

该方法包括以下步骤：

- 20 沿着限定所述表面声波器件的切割线去除所述压电基板的至少一部分；以及

通过使用激光束或划片器沿着所述切割线进行切割，将所述表面声波器件与其它表面声波器件分离。

- 25 12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中在沿着所述切割线去除所述压电基板的至少一部分的所述步骤中使用激光束或旋转切割刀片。

13. 根据权利要求 11 所述的方法，进一步包括以下步骤：

在限定所述表面声波器件的所述切割线上，对至少包括所述压电基板和所述支撑基板之间的接合界面的区域进行改良。

14. 根据权利要求 11 所述的方法，其中去除所述压电基板的至少一

部分的所述步骤包括以在所述切割线上保留所述压电基板的一部分的方式切割所述压电基板。

15 15. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中在去除所述压电基板的至少一部分的所述步骤中要去除的所述压电基板的所述部分比在分离所述表面声波器件的所述步骤中要使用的所述划片器的针的截面或激光束的截面要宽。

16. 一种制造表面声波器件的方法, 该表面声波器件包括在一个表面上形成有两个或更多个谐振器的多结构压电基板, 以及与该压电基板的另一表面接合的支撑基板,

10 该方法包括以下步骤:

在限定所述表面声波器件的切割线上, 对至少包括所述压电基板和所述支撑基板之间的接合界面的区域进行改良; 以及

通过加热所述压电基板和/或所述支撑基板, 沿着所述切割线将所述表面声波器件与其它表面声波器件分离。

15 17. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述支撑基板的硬度比所述压电基板的硬度大。

18. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述支撑基板为蓝宝石基板。

19. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中所述蓝宝石基板为蓝宝石晶体的 R 平面或 A 平面基板。

20 20. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中所述压电基板上的表面声波传播方向与所述蓝宝石基板的 c 轴投影线以及垂直于所述蓝宝石基板的 c 轴投影线的方向不同。

21. 根据权利要求 20 所述的方法, 其中所述 c 轴投影线相对于表面声波传播方向的角度为 45 度 $\pm$ 2 度。

25 22. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述压电基板为钽酸锂基板或铌酸锂基板。

表面声波器件及其制造方法

5 技术领域

本发明涉及一种包括接合基板的表面声波（下面称为 SAW）器件以及制造该 SAW 器件的方法，所述接合基板具有接合到压电元件基板的支撑基板。

10 背景技术

当今表面声波（SAW）器件正被广泛地用作为便携式电话装置等的带通滤波器。利用 SAW 器件的滤波器和谐振器的特征在于尺寸小且廉价。因此，对于诸如蜂窝电话的小型通信装置来说，SAW 器件已经变得很重要。

近年来，由于蜂窝电话已经变得越来越先进，所以日益需要利用 SAW 器件的更先进的滤波器。由于 SAW 器件通常表现出频率随着温度的变化而改变，所以期望提高温度稳定性。

通常，用于 SAW 器件的基板材料包括压电元件基板（以下称为压电基板）。特别地，钽酸锂（以下称为 LT）和铌酸锂（以下称为 LN）是具有大的电气机械耦合系数的压电材料，并因此而被广泛应用。

20 但是，具有大的电气机械耦合系数的压电材料（例如 LT 和 LN）具有随着温度的变化而使基板特性不稳定的缺陷。另一方面，具有优异的温度稳定性的压电材料（例如水晶）存在具有较小的电气机械耦合系数的缺陷。通常，具有大的电气机械耦合系数的压电材料的温度稳定性差，而具有优异的温度稳定性的压电材料（例如水晶）的电气机械耦合系数
25 较小。因此，包括由 LT 制成的基板（以下称为“LT 基板”）的 SAW 器件可以实现宽带滤波器特性，但在温度稳定性方面比水晶基板等差。

为了弥补两个相反方面的缺陷，并实现一种具有大的电气机械系数且表现出优异的温度稳定性的压电基板，已经提出了各种技术。例如，Yamanouchi 等人在 IEEE Trans. on Sonics and Ultrasonics（关于声能

学和超声学的 IEEE 通讯), Vol. SU-31, pp. 51-57, 1984 (以下称为非专利文献 1) 中公开了一种技术, 该技术通过采用一种具有形成在 LN 基板或 LT 基板的表面上的二氧化硅 (SiO_2) 膜的基板来提高温度稳定性。二氧化硅膜具有与 LN 或 LT 基板相反的温度系数。日本专利公报 No. 2516817

5 (下面称为专利文献 1) 也公开了一种技术, 该技术通过在 LT 基板的表面上形成厚度相当于或小于 SAW 波长的极性反转层 (polarity inversion layer) 来提高温度稳定性。在该技术中, 利用电场短路 (field short-circuiting) 效应来提高温度稳定性。日本未审专利公开 No. 11-55070 (以下称为专利文献 2) 和 Ohnishi 等人在 Proc. Of IEEE

10 Ultrasonics Symposium (IEEE 超声学论坛会议论文集), pp. 335-338, 1998 (以下称为非专利文献 2) 中也公开了通过将薄的压电基板直接接合到厚的低膨胀材料基板来提高温度稳定性的技术。在这些技术中, 限制压电材料随温度变化的伸缩来提高温度稳定性。Yamanouchi 等人在 Proc. Of IEEE Ultrasonics Symposium (超声学论坛会议论文集), pp. 239-242,

15 1999 (以下称为非专利文献 3) 中还公开了一种技术, 该技术通过利用粘合剂等将薄的压电基板接合到厚的低膨胀材料基板来提高温度稳定性。在该技术中, 也对压电基板的伸缩进行限制以提高温度稳定性。日本未审专利公报 No. 9-208399 (以下称为专利文献 3) 公开了一种技术, 该技术通过借助于固相反应将不同类型的两个基板彼此接合来改善 SAW 特

20 性。

图 1A 和 1B 示出了由上述接合基板之一构成的传统 SAW 器件芯片 100。如图 1A 中所示, 在一个芯片上形成有四个谐振器 (四个单端口 (one-port) 谐振器) 10, 且每两个相邻的谐振器 10 (图 1A 中的 A 和 B、C 和 D) 构成一个滤波器。SAW 器件芯片 1 为双工器型。在传统 SAW 器件

25 芯片 100 中, 构成谐振器 10 的梳状电极 (叉指式换能器: IDT) 11 和反射电极 12 形成在压电基板 20 的上表面上。在每个谐振器 10 中, 将一个 IDT 11 夹在两个反射电极 12 之间。将支撑基板接合到压电基板的底面上。构成一个滤波器的每两个谐振器 10 通常被设置成在 SAW 传播方向上不相互交叠。但是, 为了减小芯片尺寸, 可以将不同滤波器的任意两个相邻

的谐振器 10 设置成在 SAW 传播方向上相互交叠。

但是，在传统 SAW 器件中采用接合基板的情况下，当从一多基板 (multiple substrate) 切割出单个 SAW 器件时，压电基板和支撑基板之间的接合界面可能会一分为二。

- 5 日本未审专利公报 No. 2001-60846 (以下称为专利文献 4) 公开了一种技术，该技术通过使用两种不同的划片机 (dicing saw) 对压电基板和支撑基板进行切割来解决上述问题。现将参照图 2A 至 2C 对该传统技术进行详细说明。在该技术中，首先由压电基板 20 (其上具有 IDT 11 和其他元件) 和支撑基板 30 构成接合基板 (底基板 (base substrate))，
10 如图 2A 所示。

- 当将底基板分割成单个的 SAW 器件芯片 100 时，通过使用切割刀片沿着单个 SAW 器件芯片 100 的边界线切割 (去除) 压电基板 20 来形成沟槽 81，如图 2B 所示。然后沿着沟槽的底部和单个 SAW 器件芯片 100 的边界线切割支撑基板 30，如图 2C 所示。在该过程中使用的切割刀片比图
15 2B 的过程中使用的切割刀片薄，或者说比沟槽 81 薄。通过这种方式，可获得单个的 SAW 器件芯片 100。

- 但是，在为了提高温度稳定性而使支撑基板的热膨胀系数比压电基板的热膨胀系数小的 SAW 器件芯片中，将压电基板制造得很薄以借助于基板之间产生的应力来限制压电基板的热膨胀。因此，由形成在压电基
20 板上的 IDT 产生并沿厚度方向传播的大部分体波 (bulk wave) 被接合界面反射。在通过直接接合两个基板而形成的接合基板的情况下，反射程度甚至更大，因为在直接接合的基板之间的接合强度很高，并且接合界面为镜面。

- 当设置成在 SAW 传播方向上彼此交叠的多个谐振器相互距离足够远
25 时，反射的体波不会引起问题。但是，在目前常见的小型 SAW 器件芯片中，在 SAW 传播方向上每两个相邻谐振器之间的距离太小，以致于无法防止反射的体波进入在 SAW 传播方向上的相邻谐振器。结果，产生了伪波 (spurious wave)，并且滤波器特性恶化。

发明内容

因此，本发明的目的是提供一种消除了上述缺陷的表面声波器件和制造该表面声波器件的方法。

本发明更具体的目的是提供一种能够表现出优异的滤波器特性的表面声波器件以及一种制造该表面声波器件的方法。

本发明的这些目的是通过一种表面声波器件来实现的，该表面声波器件包括：压电基板，该压电基板在一表面上形成有两个或更多个谐振器；和支撑基板，该支撑基板接合到该压电基板的另一表面，多个谐振器中的至少两个具有在传播表面声波的方向上彼此交叠的激励部分，并且去除或修改具有交叠部分的多个谐振器中的至少一对交叠谐振器之间的该压电基板的至少一部分，以具有不同的特性。

本发明的这些目的还可以通过一种表面声波器件来实现，该表面声波器件包括：压电基板，该压电基板在一表面上形成有两个或更多个谐振器；和支撑基板，该支撑基板接合到该压电基板的另一表面，所有这些谐振器具有在传播表面声波的方向上彼此不交叠的激励部分，并且去除或修改这些谐振器中的至少一对谐振器之间的该压电基板的至少一部分，以具有不同的特性。

本发明的这些目的还可以通过一种制造表面声波器件的方法来实现，该表面声波器件包括在一表面上形成有两个或更多个谐振器的压电基板、以及接合到该压电基板的另一表面的支撑基板，该方法包括以下步骤：去除或修改在具有在表面声波传播方向上彼此交叠的谐振部分的多个谐振器中的至少一对交叠的谐振器之间的该压电基板的至少一部分。

本发明的这些目的可以通过一种制造表面声波器件的方法来实现，该表面声波器件包括在一表面上形成有两个或更多个谐振器的压电基板、以及接合到该压电基板的另一表面的支撑基板，该方法包括以下步骤：去除或修改在具有在表面声波传播方向上彼此不交叠的谐振部分的多个谐振器中的至少一对谐振器之间的该压电基板的至少一部分。

本发明的这些目的还可以通过一种制造表面声波器件的方法来实现

现，该表面声波器件包括在一表面上形成有两个或更多个谐振器的多结构压电基板、以及接合到该压电基板的另一表面的支撑基板，该方法包括以下步骤：沿着限定该表面声波器件的切割线去除该压电基板的至少一部分；通过使用激光束或划片器（scraper）沿着切割线进行切割，从其它表面声波器件分离该表面声波器件。

本发明的这些目的还可以通过一种制造表面声波器件的方法来实现，该表面声波器件包括在一表面上形成有两个或更多个谐振器的多结构压电基板、以及接合到该压电基板的另一表面的支撑基板，该方法包括以下步骤：在限定该表面声波器件的切割线上，修改包括该压电基板和该支撑基板之间的接合界面的至少一个区域；以及通过加热该压电基板和/或该支撑基板，沿着切割线从其它表面声波器件分离该表面声波器件。

附图说明

结合附图进行阅读，通过以下详细的说明，本发明的其他目的、特征和优点将变得更加明了，在附图中：

图 1A 是传统 SAW 器件芯片的俯视图；

图 1B 是沿图 1A 的线 X100-X100 截取的传统 SAW 器件芯片的剖视图；

图 2A 至 2C 示出了制造图 1A 和 1B 中所示的 SAW 器件芯片的传统方法的过程；

图 3A 是根据本发明第一实施例的 SAW 器件芯片的俯视图；

图 3B 是沿图 3A 的线 X1-X1 截取的 SAW 器件芯片的剖视图；

图 4A 是本发明中采用的梯型滤波器的俯视图；

图 4B 是图 4A 中所示的梯型滤波器的电路图；

图 5 示出了根据本发明第一实施例的 SAW 器件芯片中的体波传播；

图 6A 至 6G 示出了在根据本发明第一实施例的一种制造 SAW 器件芯片的方法中的生产过程；

图 7A 和 7B 示出了在根据本发明第一实施例的另一种制造 SAW 器件芯片的方法中的生产过程；

图 8A 至 8C 示出了在根据本发明第一实施例的另一种制造 SAW 器件芯片的方法中的生产过程;

图 9A 至 9C 示出了在根据本发明第一实施例的另一种制造 SAW 器件芯片的方法中的生产过程;

5 图 10 示出了在根据本发明第一实施例的另一种 SAW 器件芯片制造方法中的生产过程;

图 11 是显示根据本发明第一实施例的 SAW 器件芯片的滤波器特性的曲线图;

图 12A 是根据本发明第二实施例的 SAW 器件芯片的俯视图;

10 图 12B 是沿图 12A 的线 X2-X2 截取的 SAW 器件芯片的剖视图;

图 13A 和 13B 示出了在根据本发明第二实施例的一种制造 SAW 器件芯片的方法中的生产过程;

图 14A 和 14B 示出了在根据本发明第二实施例的另一种制造 SAW 器件芯片的方法中的生产过程;

15 图 15A 是根据本发明第三实施例的 SAW 器件芯片的俯视图;

图 15B 是沿图 15A 的线 X3-X3 截取的 SAW 器件芯片的剖视图;

图 16A 是根据本发明第四实施例的 SAW 器件芯片的俯视图;

图 16B 是沿图 16A 的线 X4-X4 截取的 SAW 器件芯片的剖视图;

20 图 17A 至 17C 示出了在根据本发明第四实施例的一种制造 SAW 器件芯片的方法中的生产过程;

图 18A 是根据本发明第五实施例的 SAW 器件芯片的俯视图;

图 18B 是沿图 18A 的线 X5-X5 截取的 SAW 器件芯片的剖视图;

图 19A 是根据本发明第五实施例的另一个 SAW 器件芯片的俯视图;

图 19B 是沿图 19A 的线 X5'-X5' 截取的 SAW 器件芯片的剖视图;

25 图 20 是根据本发明第六实施例的 SAW 器件芯片的俯视图;

图 21A 是根据本发明第六实施例的另一个 SAW 器件芯片的俯视图;

图 21B 是沿图 21A 的线 X6'-X6' 截取的 SAW 器件芯片的剖视图;

图 22A 是根据本发明第六实施例的另一个 SAW 器件芯片的俯视图;

图 22B 是沿图 22A 的线 X7-X7 截取的 SAW 器件芯片的剖视图;

图 23 示出了本发明中采用的蓝宝石基板；以及
图 24 示出了本发明中采用的另一种蓝宝石基板。

具体实施方式

5 下面参照附图对本发明的实施例进行说明。

（第一实施例）

首先对本发明第一实施例进行详细说明。图 3A 和 3B 示出了根据本实施例的表面声波（SAW）器件芯片 1 的结构。图 3A 是 SAW 器件芯片 1 的俯视图。图 3B 是沿图 3A 的线 X1-X1 线截取的 SAW 器件芯片 1 的剖视图。

10 如图 3A 和 3B 中所示，SAW 器件芯片 1 具有接合到压电基板 20 的第二表面（该第二表面为底表面）的支撑基板 30，而且还在压电基板 20 的第一表面（该第一表面为上表面）上形成有多个谐振器 10。每个谐振器 10 包括多个梳状电极（IDT）11 和多个反射电极 12。

压电基板 20 为 42 度 Y-切割 X-传播钽酸锂的压电单晶基板（以下称为“LT 基板”）。在 LT 基板中，沿 SAW 传播方向 X 的线性膨胀系数为 16.1 ppm/°C。还可以采用 64 度 Y-切割 X-传播铌酸锂（LiNbO₃）的压电单晶基板（以下称为“LN 基板”）、或者由诸如水晶的压电材料制成的基板。在 LN 基板中，沿 SAW 传播方向 X 的线性膨胀系数为 15.4 ppm/°C。42 度 Y-切割 X-传播 LT 基板使用泄漏表面波。使用泄漏表面波的基板包括 LST
15 切割水晶基板和 128 度 Y-切割 X-传播 LN 基板。还可以采用这些基板中的一种。

支撑基板 30 是 R 平面切割蓝宝石基板或者硅基板，该支撑基板 30 具有比压电基板 20（LT 基板、LN 基板等和高的杨氏模量）小的线性膨胀系数。在 R 平面切割蓝宝石基板中，沿 SAW 传播方向 X 的线性膨胀系数
20 为 5.3 ppm/°C。在以下说明中，将采用 R 平面切割蓝宝石基板（以下称为“蓝宝石基板”），并且该蓝宝石基板的厚度为 300 μm。

在本实施例中，例如，通过利用接合表面之间的表面活化的基板接合方法接合压电基板 20 和支撑基板 30。通过利用表面活化的基板接合方法，增强了基板 20 和 30 之间的接合强度，并通过支撑基板 30 增强了 SAW

器件芯片 1 的温度稳定性。此外,还可以使用树脂或一些其他粘合剂材料将压电基板 20 和支撑基板 30 相互接合。

在图 3A 和 3B 中,在压电基板 20 的上表面上形成的每个谐振器 10 都是单端口谐振器。在四个谐振器 10 中,每两个谐振器与布线图案 13 连接,以形成两对 1.9 GHz 频带滤波器。在此,SAW 波长为 $2.1\mu\text{m}$ 。图 3A 和 3B 中所示的 SAW 器件芯片 1 被构造为 1.9 GHz 频带双工器。在每个滤波器均为具有多级结构(例如,四级结构)的梯型滤波器 10a 的情况下,梯型滤波器 10a 的结构包括具有连接在串联支路 131 中的多个 IDT 111 的串联支路谐振器 S 和具有连接在并联支路 132 中的多个 IDT 112 的并联支路谐振器 P,如图 4A 所示。图 4B 为图 4A 中所示的四级梯型滤波器 10a 的电路图。为便于解释,以下说明涉及的双工器包括图 3A 中所示的单端口谐振器 A、B、C 和 D。在该双工器中,谐振器 A 和 B 构成发送滤波器,而谐振器 C 和 D 构成接收滤波器。

将图 3A 中所示的结构设计为使得构成滤波器的每两个谐振器(A 和 B、C 和 D)在 SAW 传播方向上不相互交叠。但是,不构成相同滤波器的每两个滤波器(A 和 C、B 和 D)在 SAW 传播方向上相互交叠。在该结构中,由压电基板 20 和支撑基板 30 之间的接合界面反射的体波进入在 SAW 传播方向上相互交叠的谐振器(在 A/C 情况下为 C/A,或者在 B/D 情况下为 D/B),导致了伪波。这在小型芯片制造过程中当不能保证谐振器之间有足够距离时会导致严重的问题。

为了避免这种问题,如图 3A 和 3B 中所示,在 SAW 传播方向上彼此相接的每两个相邻谐振器 10 之间(即,在谐振器 A 和 C 之间以及在谐振器 B 和 D 之间)部分地去除压电基板 20 以形成沟槽 4。由此,将在 SAW 传播方向上彼此交叠的谐振器 10 在物理上相互隔离。因此,可以防止由谐振器 10 产生并通过压电基板 20 传播的体波(包括由接合界面反射的波)进入其它谐振器 10,如图 5 所示。由此,可以避免产生伪波。如下所述,通过使用切割刀片等对压电基板 20 进行切割,形成沟槽 4,因此,侧面(压电基板 20 的切割表面)是粗糙的。入射到沟槽 4 的侧面上的体波被散射,因此不会产生伪波。如下所述,通过激光照射形成裂缝可防

止体波的传播。这种裂缝应该是能够在物理上切断或分割压电基板 20 的非常窄的沟槽。

现将参照附图对制造根据本实施例的 SAW 器件芯片 1 的方法进行说明。

5 图 6A 至 6G 示出了制造 SAW 器件芯片 1 的过程。为了实现更高的生产率并降低每一个芯片的生产成本，在该实施例中采用多结构。

在该方法中，首先将比产品形式的压电基板 20 厚的压电基板 20A 与支撑基板 30 接合以形成接合基板，如图 6A 所示。在这点上，优选地在基板 20A 和 30 的接合表面上应该实施利用离子束、中子束或惰性气体（例如氩（Ar））或氧的等离子体的表面活化处理。通过该活化处理，可以提高基板 20A 和 30 之间的接合强度。当基板 20A 和 30 彼此接合时，通过在 100°C 或更低的温度下相互挤压基板 20A 和 30 可以进一步提高接合强度。通过包括表面活化的基板接合工艺，在基板 20A 和 30 彼此接合之后不需要在高达 1000°C 或更高的温度下进行退火。因此，不会损坏基板 20A 和 30，并可以采用不同类型的基板用于接合基板。

在接下来的过程中，至少将接合基板的压电基板 20A 接地并被抛光成作为产品所具备的适当厚度，如图 6B 所示。但是，如果在图 6A 的过程中采用了具有这种厚度的压电基板 20，则可以省略该过程。对于支撑基板 30，如果采用比产品形式的支撑基板更厚的基板作为支撑基板 30，则应该在该过程中进行打磨和抛光。在该过程之后，通过在 200°C 或更低的温度下进行退火，可以进一步提高接合强度。通过在打磨和抛光处理之后进行退火，可将热应力的产生减少为最小可能量，由此不会损坏基板。

在制造压电基板 20 和支撑基板 30 的接合基板之后，在压电基板 20 的上表面上形成金属膜 11A，通过光刻技术在金属膜 11A 上形成掩模 11a，如图 6D 所示。然后在掩模 11a 上进行蚀刻，以制造具有二维设置的 IDT 11、反射电极 12 和布线图案 13（包括用于输入和输出信号的电极焊盘：参见图 3A 和 3B）的多底基板，如图 6E 所示。

然后制造过程进行到将该底基板切割成多个单个 SAW 器件芯片 1 的

过程。在该过程中，通过与切割支撑基板 30 的切割技术不同的切割技术对压电基板 20 进行切割。但是，在支撑基板 30 由比由蓝宝石或硅制成的压电基板更硬的材料制成的情况下，形成切割区域附近的接合界面的表面很容易彼此分离。而且，控制切割速度需要高灵敏度。因此，如专利文献 4 中已提到的那些问题，生产率会下降，大量生产变得困难。存在的其他问题有：用于切割的刀片会很快磨损，且制造设备的使用寿命变得更短。在采用比压电基板 20 更硬的支撑基板 30（蓝宝石基板）的本实施例中，使用激光束切割支撑基板 30，而不使用切割刀片，以避免上述问题。由于与切割刀片相比，激光束在切割区域上施加更小的载荷，所以控制切割速度变得更容易，并可以消除上述问题。更具体地，可以防止切割区域附近的接合界面的分离，并可以避免切割刀片的使用寿命下降。由此，能够高效且高合格率地大量生产 SAW 器件芯片。下面参照图 6E 对该过程进行详细说明。

如图 6F 所示，首先使用切割刀片从压电基板 20 切掉（去除）单个 SAW 器件芯片 1 的边界区域（切割线），以形成沟槽 81。在该过程中，还从压电基板 20 切掉（去除）IDT 11 之间在 SAW 传播方向上的交叠区域（沟槽 4：参见图 3A 和 3B）。因此，根据本实施例，在相同过程中去除了 SAW 器件芯片 1 的切割区域（切割线）和谐振器 10 之间在 SAW 传播方向上的分离区域。由此，可以在不增加制造工序数量的情况下，制造不会由体波引起伪波的 SAW 器件芯片 1。在该过程中，使用宽度为 $200\ \mu\text{m}$ 、粒度为 #2000 的金刚石刀片同时以每秒 5mm 的速度移动其上安装有底基板的工作台（stage），来形成具有相同宽度的沟槽 4 和 81。但是，在该过程中可以使用任何类型的切割刀片，只要切割刀片的宽度为 $40\ \mu\text{m}$ 至 $200\ \mu\text{m}$ ，以形成各具有 $40\ \mu\text{m}$ 至 $200\ \mu\text{m}$ 宽度的多个沟槽 4。此外，可以使沟槽 4 比在 SAW 器件芯片 1 的边界区域（沿着切割线）内形成的沟槽 81 窄。因此，可以使用宽度为 $40\ \mu\text{m}$ 或更小的薄切割刀片来形成沟槽 4。尽管以金刚石切割刀片为例，但还可以使用树脂刀片来切割压电基板 20。树脂刀片可以切割压电基板 20，而不会损坏支撑基板 30 或者降低支撑基板 30 的强度。

在该制造过程中,随后使用比每个沟槽 81 都窄的激光束切割通过上述过程而目前被暴露出来的支撑基板 30。沿着单个 SAW 器件芯片 1 的边界线进行切割,如图 6G 所示。通过该过程,可以防止在切割线附近的接合界面分离,并能够有效地获得单个 SAW 器件芯片 1。

5 尽管在图 6G 的过程中,使用激光束切割支撑基板 30 以获得单个 SAW 器件芯片 1,但也可以采用划片器沿着单个 SAW 器件芯片 1 的边界线(切割线)在目前被暴露的支撑基板 30 上产生划痕 82,如图 7A 所示。随后使用切断器沿着由划片器形成的划痕 82 分割支撑基板 30。由此获得单个 SAW 器件芯片 1。在该过程中,划片器采用具有比每个沟槽 81 都窄的顶刃(top edge)的金钢石针。例如,如果使用宽度为 $200\text{ }\mu\text{m}$ 的切割刀片,10 则金刚石针的顶刃为 $150\text{ }\mu\text{m}$ 。

在切割压电基板 20 和支撑基板 30 的过程中,可以使用具有相对大的输出和优异的激光特性的 YAG 激光来熔融(或烧蚀)基板 20 和 30。更具体地,在通过图 6A 至 6D 的过程在接合基板上形成 IDT 11 和其他部件15 之后,使用激光束熔融(或烧蚀)压电基板 20 以形成沟槽 81',如图 8B 所示。同样地,使用激光束熔融(或烧蚀)并分割支撑基板 30,如图 8C 所示。在采用这种技术的情况下,应该在熔融压电基板 20 之前的过程中使用切割刀片形成沟槽 4,如图 8A 所示。

尽管以上描述了熔融压电基板 20 和支撑基板 30 的技术,但是还可以20 利用通过多光子吸收形成改良特性层(property-modified layer)并且随后对该改良(modifying)层施加外力的技术来切割压电基板 20 和支撑基板 30。参照图 9A 至 9C 对涉及这种技术的生产过程进行详细说明。

通过图 6A 至 6D 的过程在接合基板上形成 IDT 11 和其他部件之后,使用切割刀片等形成沟槽 4,如图 9A 所示。随后将激光束照射到包括将25 各个 SAW 器件芯片 1 彼此分离的切割区域(切割线)中的接合界面的区域上。结果,形成了具有经过熔融或多光子吸收而改良的特性的区域(改良部分 91),如图 9B 所示。在此,每个改良部分 91 从接合界面垂直延伸大约 $10\text{ }\mu\text{m}$ (在压电基板 20 侧和支撑基板 30 侧)。然后对如此获得的底基板加热,由于压电基板 20 和支撑基板 30 之间的热膨胀系数不同而导

致在接合界面处产生热应力。利用该热应力，将底基板分割成单个 SAW 器件芯片 1，如图 9C 所示。

此外，其上进行了特性改良处理的部分并不限于压电基板 20 和支撑基板 30 的接合基板。如图 10 所示，可以在压电基板 20 的表面附近（与支撑基板 30 相对的一侧）形成各具有大约 $10\mu\text{m}$ 厚的改良部分 92，并且还可以在支撑基板 30 的表面附近（与压电基板 20 相对的一侧）形成各具有大约 $100\mu\text{m}$ 厚的改良部分 92。通过这种结构，可以可靠并高合格率地切割底基板。

由于对接合界面附近的部分进行了特性改良处理，如图 9A 和 10 所示，所以很容易在改良部分处切割底基板。因此，可以使用切割刀片、激光束或划片器来切割接合基板，而不是通过加热处理。由此，可以在不造成压电基板 20 和支撑基板 30 分离的情况下获得 SAW 器件芯片 1。

现将参照图 11 详细说明如上制造的 SAW 器件芯片 1 的滤波器特性。图 11 示出了制造为 1.9 GHz 频带双工器的 SAW 器件芯片 1 的滤波器特性。SAW 器件芯片 1 具有 $30\mu\text{m}$ 厚的压电基板 2（LT 基板）和 $300\mu\text{m}$ 厚的支撑基板 3（蓝宝石基板）。

如果 SAW 器件芯片 1 受体波影响，则在滤波器特性的高频侧上会出现伪峰值，并且在接收滤波器的频带区（通常用作接收频带）内抑制程度下降。但是，根据该实施例的结构极大地降低了伪峰值，并获得优异的滤波器特性，如图 11 所示。

如上所述，根据该实施例，基本上可以物理地将在 SAW 传播方向上具有交叠区域的谐振器 10 彼此分离。因此，体波不能进入谐振器 10 之间的交叠区域，并防止了伪波的产生。由此，可获得优异的滤波器特性。此外，该实施例采用两级基板切割工艺，并使用激光束切割支撑基板。即使支撑基板是由比压电基板更硬的材料制成，也可以容易地控制切割速度，并可以防止切割区域附近的接合界面的分离以及切割刀片的使用寿命的下降。由此，可以有效地以高合格率大量生产 SAW 器件芯片。

（第二实施例）

接下来，参照附图对本发明第二实施例进行详细说明。图 12A 和 12B

示出了根据本实施例的 SAW 器件芯片 2。图 12A 为 SAW 器件芯片 2 的俯视图，图 12B 为沿图 12A 的线 X2-X2 截取的 SAW 器件芯片 2 的剖视图。

如图 12A 和 12B 所示，SAW 器件芯片 2 在 SAW 传播方向上彼此交叠的每两个相邻谐振器 10 之间（在谐振器 A 和 C 之间以及谐振器 B 和 D 之间）
5 形成有沟槽 24。除了沟槽 24 不完全切断压电基板 20 以外，SAW 器件芯片 2 具有与图 3A 和 3B 中所示的第一实施例的 SAW 器件芯片 1 相同的结构。在本实施例中，形成沟槽 24，同时每个沟槽 24 的底部保留几微米（例如， $5\mu\text{m}$ ）厚的压电基板 20。

在支撑基板 30 是由比压电基板 20 更软的材料（例如玻璃）制成时，
10 这种结构特别有效。通过这种结构，在切割压电基板 20 时可以不损坏支撑基板 30。即使在支撑基板 30 是由比压电基板 20 更硬的材料（例如蓝宝石或硅）制成的情况下，本实施例的结构也可以减少支撑基板 30 受损的可能性。通过在厚度方向上保留几微米厚的压电基板 20，使体波不能从一个谐振器 10 传播到另一个谐振器 10，并且可以限制伪波的产生。

15 现将参照附图对制造根据本实施例的 SAW 器件芯片 2 的方法进行详细说明。

图 13A 和 13B 示出了制造 SAW 器件芯片 2 的方法中的生产过程。如同根据第一实施例的制造方法，该方法也涉及多结构，以提高生产率并降低每一个芯片的制造成本。

20 在该制造方法中，首先通过与图 6A 至 6D 中相同的过程制造包括压电基板 20 和支撑基板 30 的接合基板（底基板），其中压电基板 20 上形成有 IDT 11 和其他部件。

为了将底基板分割成单个的 SAW 器件芯片 2，使用切割刀片沿着单个 SAW 器件芯片 2 的边界线（切割线）切除（去除）压电基板 20，而不穿
25 透压电基板 20，如图 13A 所示。在此，在边界线上保留大约 $5\mu\text{m}$ 厚的压电基板 20。在该过程中，还通过沿着在 SAW 传播方向上交叠的 IDT 11 之间的区域切除（去除）压电基板 20 来形成沟槽 24，而不穿透压电基板 20（在支撑基板 30 上保留有大约 $5\mu\text{m}$ 的厚度）。因此，在不增加生产工序数量的情况下可以制造限制由体波产生伪波的 SAW 器件芯片 2。在本实

施例中，使用宽度为 $100\ \mu\text{m}$ 、粒度为#2000 的金刚石刀片同时以每秒 5mm 的速度移动其上安装有底基板的工作台，来形成具有相同宽度的沟槽 24 和 83。但是，可以采用任意类型的切割刀片，只要该切割刀片的宽度为 $40\ \mu\text{m}$ 至 $200\ \mu\text{m}$ 以形成各具有 $40\ \mu\text{m}$ 至 $200\ \mu\text{m}$ 的宽度的沟槽 24。沟槽 5 24 可以比形成在 SAW 器件芯片 2 之间的边界线上的沟槽 83 窄。因此，可以采用宽度为 $40\ \mu\text{m}$ 或更小的薄切割刀片来形成沟槽 24。

在去除压电基板 20（除了支撑基板 30 上的几微米以外）之后，使用比沟槽 83 更薄的激光束沿着单个 SAW 器件芯片 2 的边界线，通过每个沟槽 83 的底部切割支撑基板 30，如图 13B 所示。由此，可以获得单个 SAW 10 器件芯片 2，同时防止在切割线附近的接合界面的分离。在此实施例中，可以使用切割刀片而非激光束来切割支撑基板 30 和压电基板 20 的剩余部分，只要该切割刀片比沟槽 83 薄。由于在切割线上剩余小部分压电基板 20，所以即使用切割刀片等切割支撑基板 30，也可以将接合界面的分离限制在其上保留有压电基板 20 的薄部分的沟槽 83 的底部并降低了接 15 合强度。此外，可以使用划片器沿着 SAW 器件芯片 2 的边界线形成足以深达支撑基板 30 的划痕 84，如图 14A 所示。之后使用切断器沿着由划片器形成的划痕 84 切断支撑基板 30，以获得单个 SAW 器件芯片 2。如同第一实施例的方法，划片器采用具有比沟槽 83 更薄的顶端的金刚石针。

如上所述，根据本实施例，可以物理地将在 SAW 传播方向上具有交 20 叠区域的谐振器 10 分离开。因此，体波不能进入在谐振器 10 之间的交叠区域，并防止了伪波的产生。因此，可获得优异的滤波器特性。此外，该实施例采用两级基板切割工艺，并使用激光束切割支撑基板。即使支撑基板是由比压电基板更硬的材料制成的，也可以容易地控制切割速度，并且可以防止切割区域附近的接合界面的分离以及切割刀片的使用寿命的下降。由此，可以有效地以高合格率大量生产 SAW 器件芯片。此外， 25 即使当使用切割刀片切割支撑基板时，也可将压电基板和支撑基板的分离限制到薄膜部分（即，沟槽 83）。因此，可保持足够的接合强度，并可防止温度稳定性的下降。

根据该实施例的其他方面和其他制造过程与根据第一实施例的相

同，因此，这里省略对其的说明。

（第三实施例）

接下来，参照附图对本发明的第三实施例进行详细说明。图 15A 和 15B 示出了根据该实施例的 SAW 器件芯片 3。图 15A 为 SAW 器件芯片 3 的俯视图，图 15B 为沿着图 15A 的线 X3-X3 截取的 SAW 器件芯片 3 的剖视图。

如图 15A 和 15B 所示，SAW 器件芯片 3 在 SAW 传播方向上彼此交叠的每两个相邻的谐振器 10 之间（在谐振器 A 和 C 之间以及谐振器 B 和 D 之间）形成有沟槽 34。除了沟槽 34 穿过压电基板 20 并达到支撑基板 30 以外，SAW 器件芯片 3 具有与图 3A 和 3B 中所示第一实施例的 SAW 器件芯片 1 相同的结构。在该实施例中，通过去除几微米到几十微米（例如，10 μm ）的厚度的支撑基板 30 以及压电基板 20 来形成沟槽 34。将支撑基板 30 的可以去除的最大可能量限定下述的量，该量能够保持支撑基板 30 的强度并且不会降低 SAW 器件芯片 3 的耐久性和温度稳定性。

如上所述，即使部分地去除支撑基板 30 以及压电基板 20，只要保持支撑基板 30 的强度，就可以防止接合界面的分离。因此，可以获得单个 SAW 器件芯片 3 而不会使接合界面分离。根据该实施例的其他方面和制造方法与根据第一实施例的相同，因此，这里省略对其的说明。

（第四实施例）

接下来，参照附图对本发明第四实施例进行详细说明。图 16A 和图 16B 示出了根据该实施例的 SAW 器件芯片 4。图 16A 为 SAW 器件芯片 4 的俯视图，图 16B 为沿图 16A 的线 X4-X4 截取的 SAW 器件芯片 4 的剖视图。

如图 16A 和 16B 所示，根据该实施例的 SAW 器件芯片 4 包括改良部分 44，该改良部分 44 是通过在第一实施例的去除部分（图 3A 和 3B 中的沟槽 4）对压电基板 20 的特性进行改良而形成的。改良部分 44 消除了压电基板 20 的连续性，因此，可防止体波的传播。

可以利用激光束等来改良压电基板 20 的特性。将激光束照射到要改良的部分上，使在要改良的部分上发生熔融或者多光子吸收。由此，压电基板 20 的特性连续性消失，因此体波不能从一个谐振器 10 传播到另

一个谐振器 10，并且可以限制伪波的产生。此外，在该实施例中没有物理地去除压电基板 20。因此，可以防止压电基板 20 和支撑基板 30 之间的接合强度的下降，并且还可以避免 SAW 器件芯片 4 的温度稳定性的下降。在形成改良部分 44 之后，由于 SAW 器件芯片 4 的温度变化所造成的热应力，使压电基板 20 的改良层中可能出现裂缝。在这种情况下，尽管裂缝如沟槽那样非常的窄，但裂缝用于以与第一实施例相同的方式分割压电基板 20。结果，可以进一步地限制体波的传播。

现将参照附图对制造根据该实施例的 SAW 器件芯片 4 的方法进行详细说明。

10 图 17A 至 17C 示出了制造 SAW 器件芯片 4 的方法中的过程。如同根据第一实施例的制造方法，该制造方法也涉及多结构以提高生产率并降低每个芯片的生产成本。

在该制造方法中，首先通过与图 6A 至 6D 中相同的过程制造接合基板（底基板），该接合基板包括其上形成有 IDT 11 和其他部件的压电基板 20 以及支撑基板 30。

为了消除在 SAW 传播方向上彼此交叠的每两个相邻谐振器 10 之间的连续性，将激光束照射到要成为改良部分 44 的区域上，如图 17A 所示。当要将底基板分割成单个 SAW 器件芯片 4 时，使用切割刀片沿着单个 SAW 器件芯片 4 的边界线（切割线）切除（去除）压电基板 20，如图 17B 所示。使用激光束，沿着单个 SAW 器件芯片 4 的边界线切割支撑基板 30 和沟槽 81 的底部，如图 17C 所示。通过这种方式，可以获得单个 SAW 器件芯片 4，同时防止切割区域附近的接合界面的分离。根据该实施例的其他方面和其他制造过程与第一实施例的相同，因此这里省略对其的说明。

25 尽管对在 SAW 传播方向上彼此交叠的每两个相邻谐振器 10 之间的压电基板 20 的改良是从上表面向下表面进行的，但是本发明并不限于该方式。还可以通过以下方式使谐振器 10 彼此分离：通过改良压电基板 20 中没有到达底面（支撑基板 30 上）的部分（例如第二实施例中的沟槽 24）的特性，或者通过改良穿透到支撑基板 30 的上层的部分（例如第三实施例中的沟槽 34）的特性。

（第五实施例）

接下来，参照附图对本发明第五实施例进行详细说明。图 18A 和 18B 示出了根据该实施例的 SAW 器件芯片 5。图 18A 为 SAW 器件芯片 5 的俯视图，图 18B 为沿图 18A 的线 X5-X5 截取的 SAW 器件芯片 5 的剖视图。

5 如图 18A 和 18B 所示，SAW 器件芯片 5 包括改良部分，该改良部分是通过改良仅在 SAW 传播方向上彼此交叠的每两个相邻谐振器 10 之间的区域的一部分上（至少在 SAW 传播方向上谐振器 10 的交叠部分上）的压电基板 20 的特性而形成的。

10 使用激光束部分地改良压电基板 20 的特性，使得可以仅在 SAW 传播方向上彼此交叠的每两个相邻谐振器 10 之间的区域内形成改良部分 54。改良部分 54 并不沿着 SAW 器件芯片 5 的整个表面延伸。通过这种方式，SAW 器件芯片 5 具有被部分地分割以切断体波的压电基板 20。根据该实施例的其他方面和制造方法与根据第四实施例的相同，因此这里省略对其的说明。

15 尽管在以上说明中部分地改良了压电基板，但也可以通过使用激光束等去除与改良部分 54 相对应的部分来形成沟槽 54'，如图 19A 和 19B 所示。通过沟槽 54'，压电基板 20 也可以被部分地分割以切断体波。由此，可获得能够限制由体波产生伪波的 SAW 器件芯片 5'。

（第六实施例）

20 接下来，参照附图对本发明的第六实施例进行详细说明。图 20 是根据该实施例的 SAW 器件芯片 6 的俯视图。

如图 20 所示，SAW 器件芯片 6 具有设置在压电基板 20 上以在 SAW 传播方向上不彼此交叠的 IDT 11。更具体地，SAW 器件芯片 6 的谐振器 10 在 SAW 传播方向上不彼此交叠。体波通常沿 SAW 传播方向传播，具有沿压电基板 20 的厚度方向的分量。因此，消除了 SAW 传播方向上谐振器 10 的交叠部分，以使从谐振器 10 输出的体波不能进入另一个谐振器 10。由此，可以限制伪波的产生。

在 SAW 器件芯片 6 中，如图 20 所示设置通过图 6C 和 6D 所示的过程形成的 IDT 11 和布线图案 13。因此，可以省略形成图 6E 中所示的沟槽

4 的过程。

在上述结构中，也可以形成部分地切除在 SAW 传播方向上每两个相邻谐振器 10（不必具有交叠部分）之间的区域的改良部分 64'，如示出了 SAW 器件芯片 6' 的图 21A 和 21B 所示。通过改良部分 64'，可以进一步减少体波的负面影响，并可以进一步限制伪波的产生。

此外，该实施例可以与图 18A 和 18B 所示的根据第五实施例的 SAW 器件芯片 5 进行组合，以形成图 22A 和 22B 所示的 SAW 器件芯片 7。如图 22A 和 22B 所示，SAW 器件芯片 7 具有一对谐振器 10，该对谐振器 10 被设置成在 SAW 传播方向上彼此不交叠，并且在这对不具有交叠部分的谐振器 10 之间不能形成沟槽或者改良部分。通过该设置，即使 SAW 器件芯片 7 具有在谐振器 10 之间沿 SAW 传播方向延伸的布线图案 13，也可以使体波的负面影响最小。

根据该实施例的其他方面和制造过程与上述实施例中的任何一个相同，因此这里省略对其的说明。

（其他实施例）

本发明并不限于上述实施例，在不脱离本发明范围的情况下可对这些实施例进行各种变化和修改。

尽管在上述各实施例中，支撑基板 30 为 R 平面切割蓝宝石基板，但还可以采用 A 平面切割蓝宝石基板来代替 R 平面切割蓝宝石基板。

在 SAW 器件芯片中，通常采用矩形蓝宝石基板，该矩形蓝宝石基板是通过沿平行于 SAW 传播方向的方向和垂直于 SAW 传播方向的方向切割晶片而获得的。因此，在压电基板 20 上的 SAW 传播方向平行或垂直于蓝宝石基板 3 的 c 轴投影线的情况下，如图 23 所示，难于切割蓝宝石基板 3。

为了消除该问题，蓝宝石基板切割方向与平行于 c 轴投影方向的方向和垂直于 c 轴投影方向的方向不同。下面将参照图 24 对该结构进行说明。

如图 24 所示，将压电基板 20 上的 SAW 传播方向设置成与蓝宝石基板 3 的 c 轴投影方向成 45 度角。由此，蓝宝石基板 3 的切割方向也与 c

轴投影线成 45 度角。因此，可以容易地实施切割处理，并可以获得特性一致的 SAW 器件。由于通常将蓝宝石基板 3 设计成允许存在 ± 2 度的容限，所以相对于 c 轴投影线的角度也允许存在 ± 2 度的容限。

在上述实施例中采用的参数值和材料仅仅为示例，在不脱离本发明
5 范围的情况下可以对本发明进行各种变化和修改。此外，本发明不仅可以应用于仅构成一个谐振器的 SAW 器件，而且可以应用于包括两个或更多个谐振器的梯型滤波器或多模耦合滤波器。本发明还可以应用于包括这种梯型滤波器或多模耦合滤波器的双工器和双滤波器。

尽管已经显示并说明了本发明的一些优选实施例，但是本领域的技
10 术人员应该理解，在不背离本发明的原理和精神的情况下可对这些实施例进行修改，本发明的范围由权利要求及其等同物进行限定。

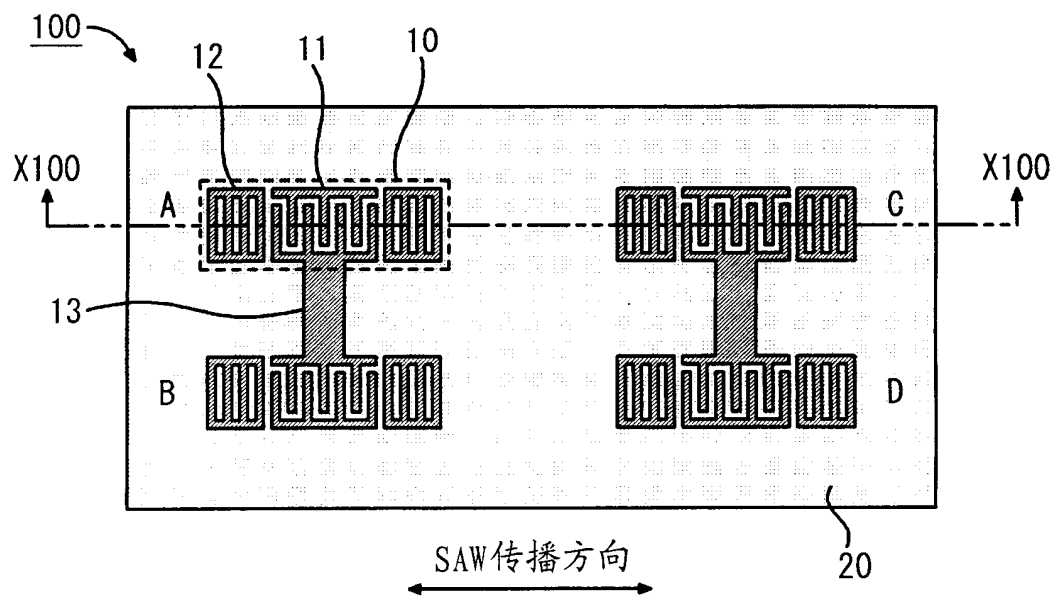


图 1A

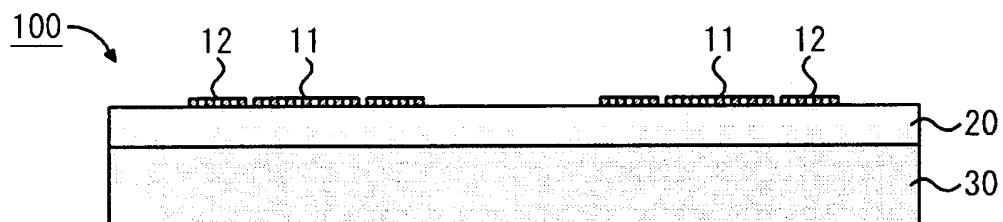


图 1B

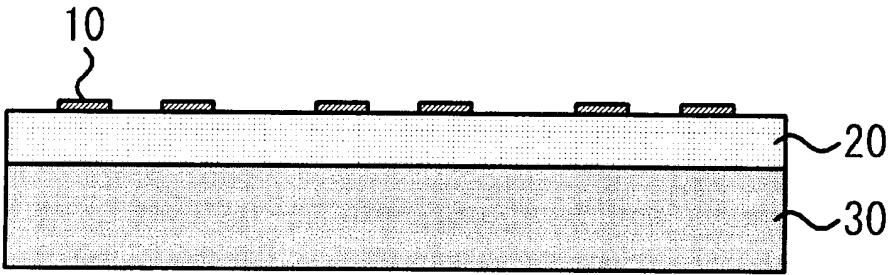


图 2A

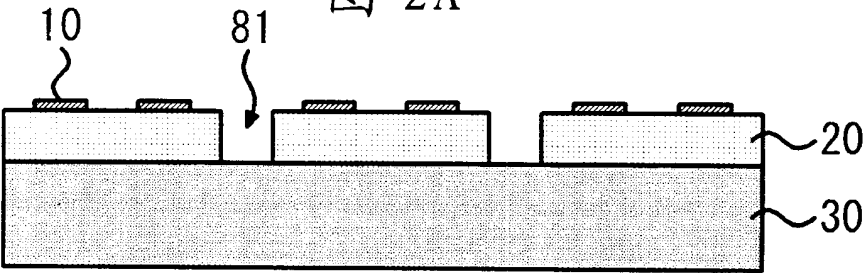
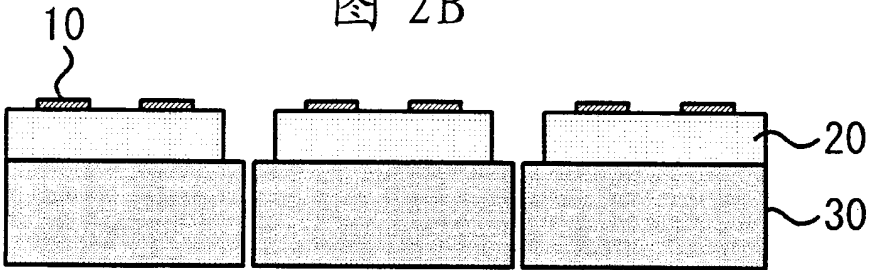


图 2B



100

图 2C

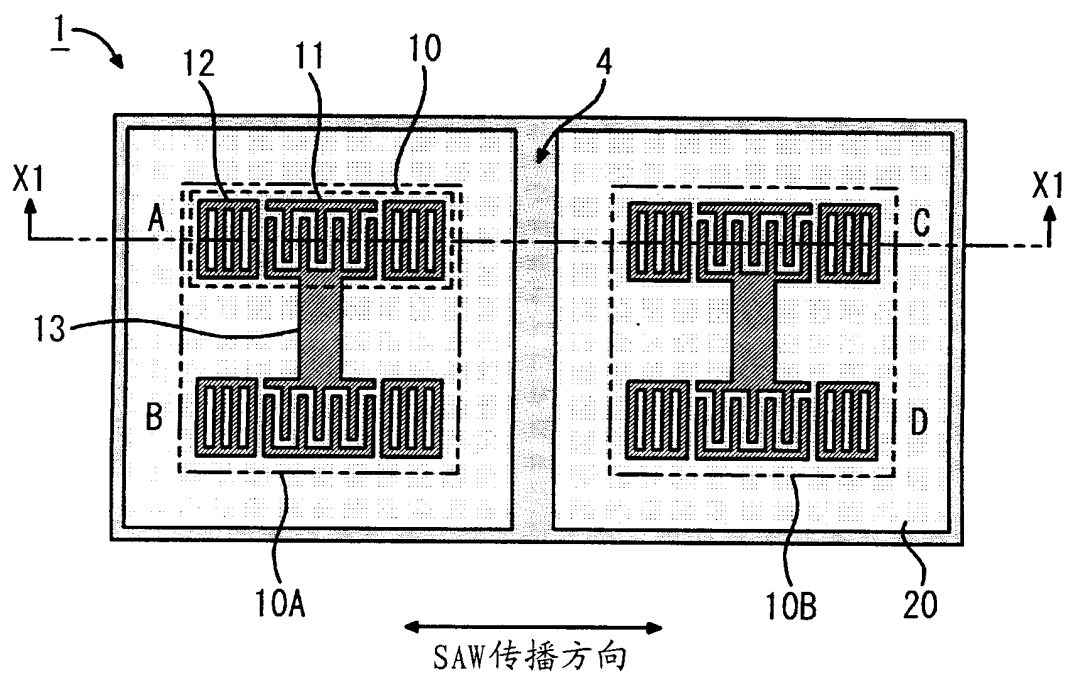


图 3A

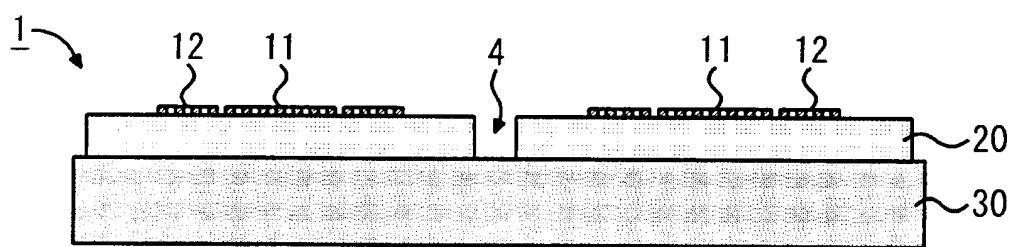


图 3B

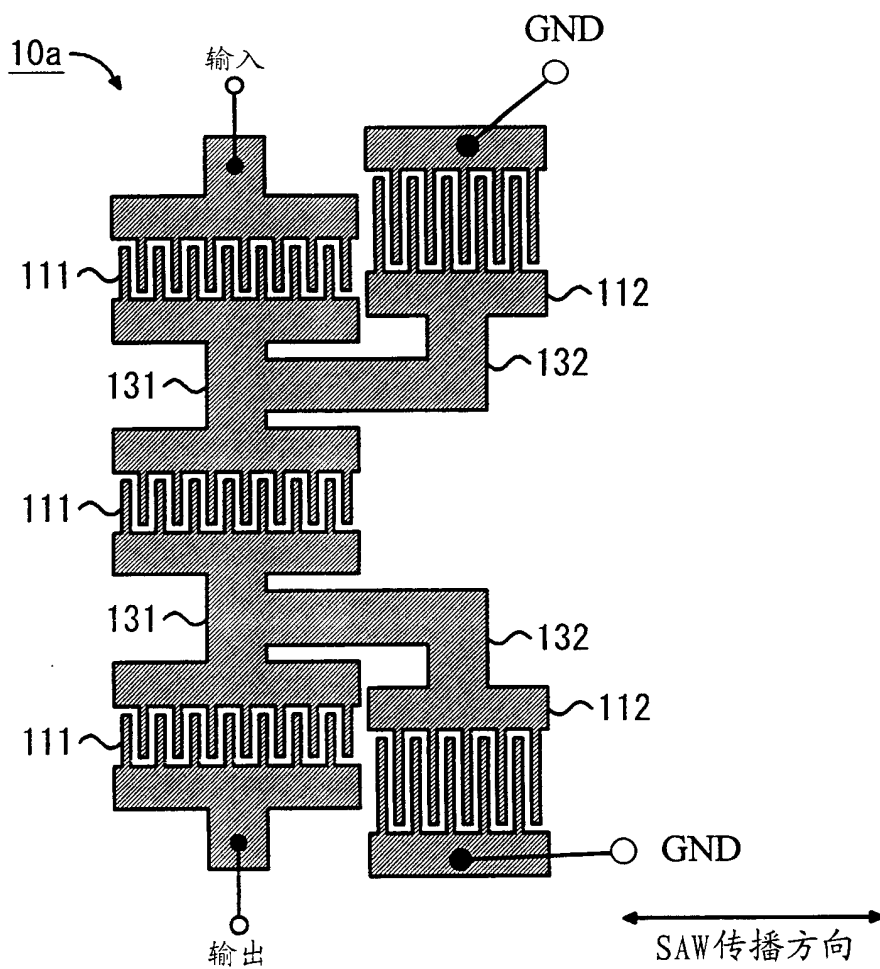


图 4A

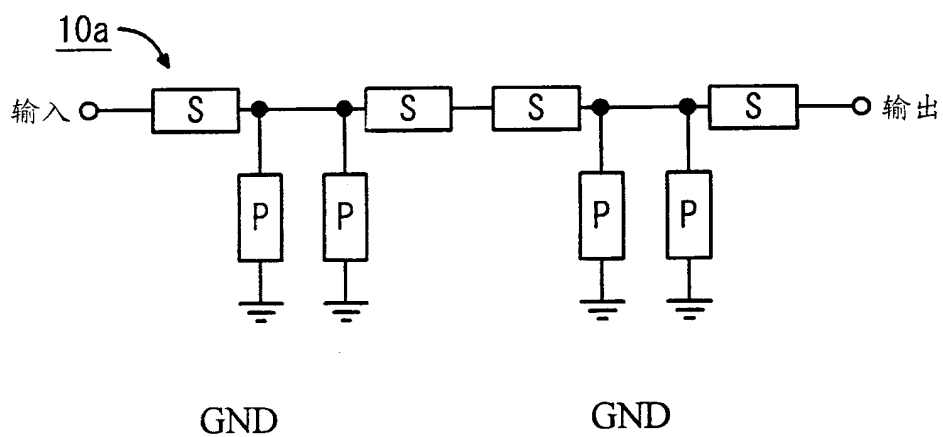


图 4B

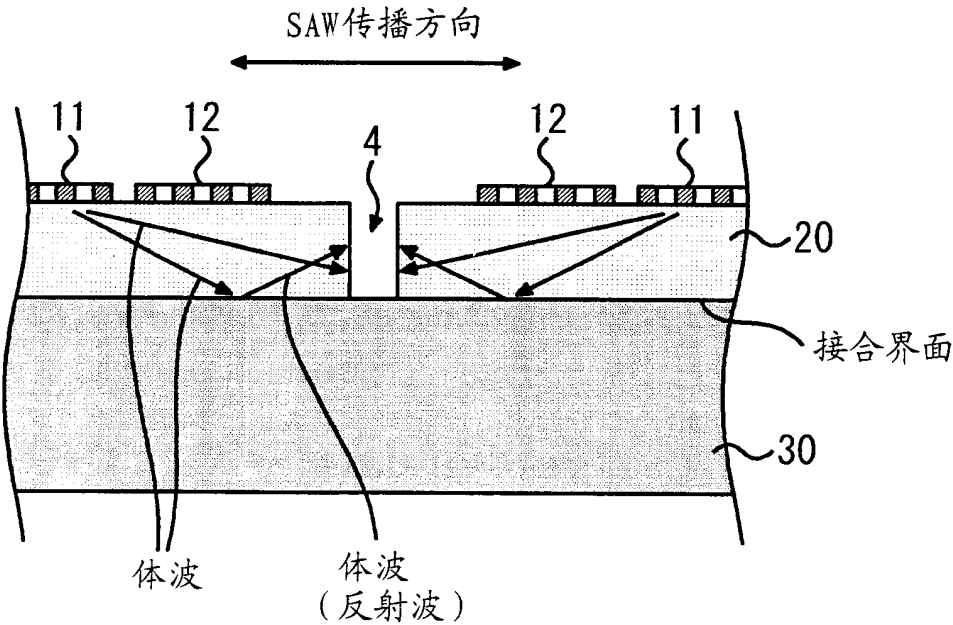
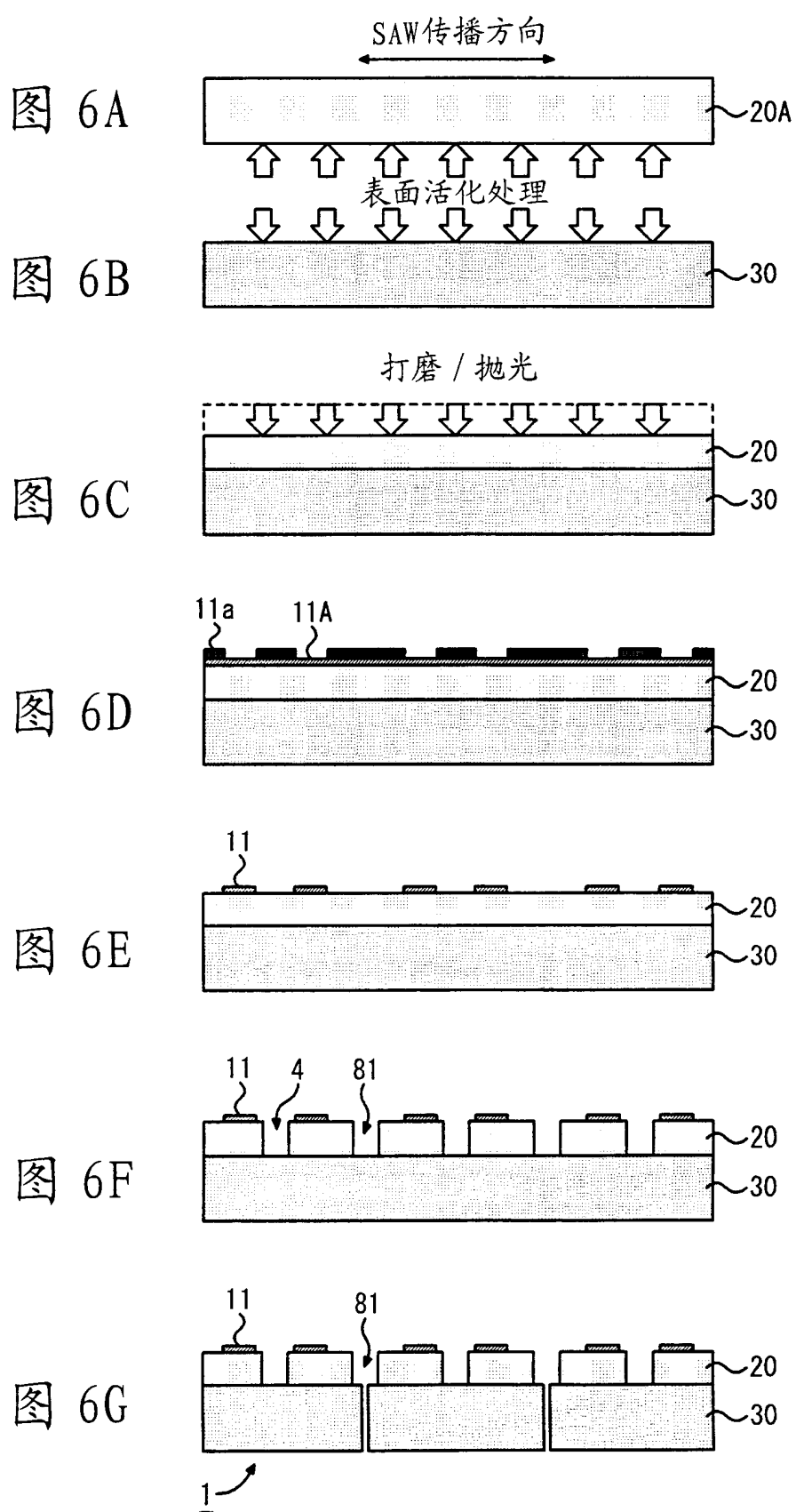


图 5



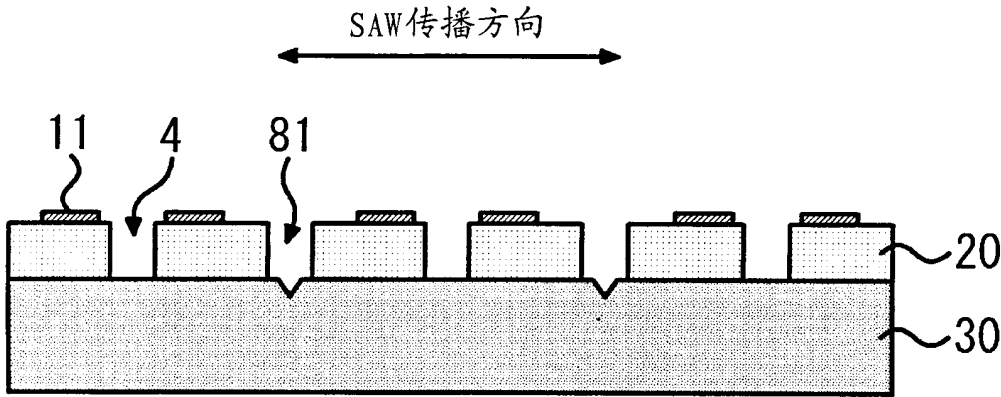


图 7A

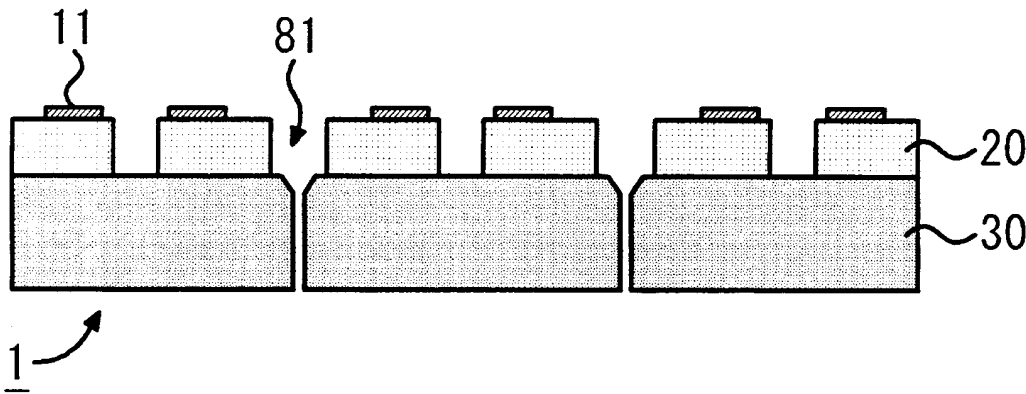


图 7B

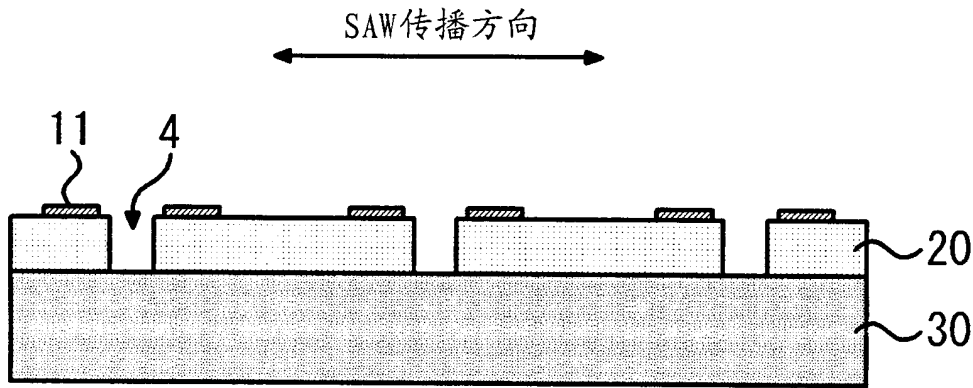


图 8A

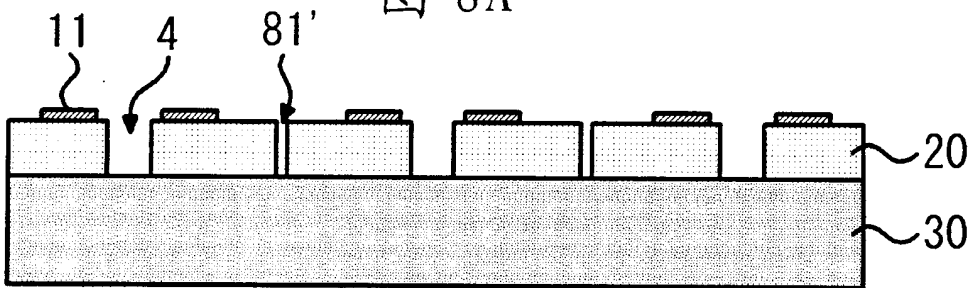
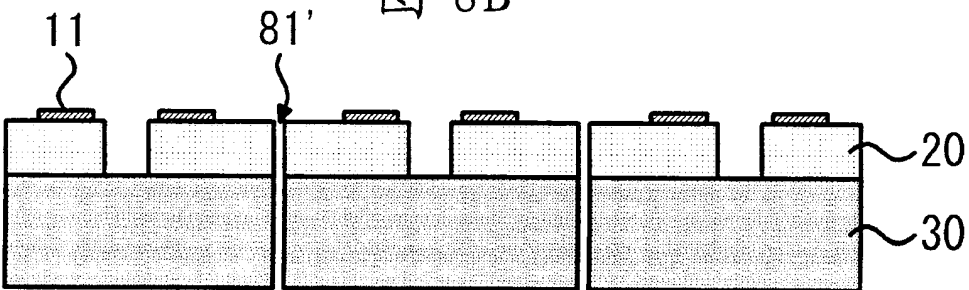


图 8B



1

图 8C

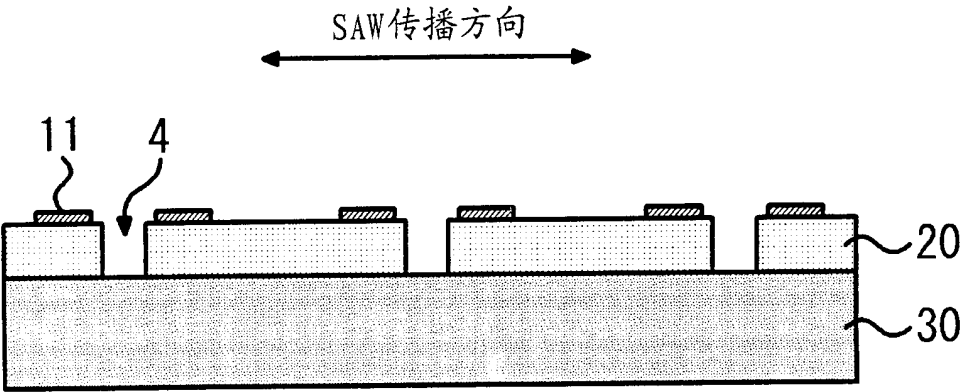


图 9A

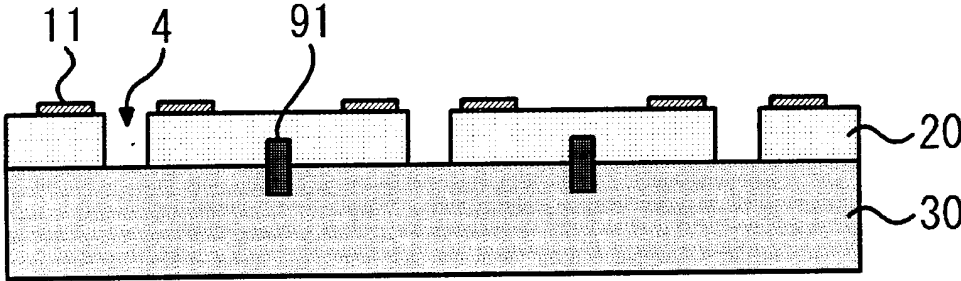


图 9B

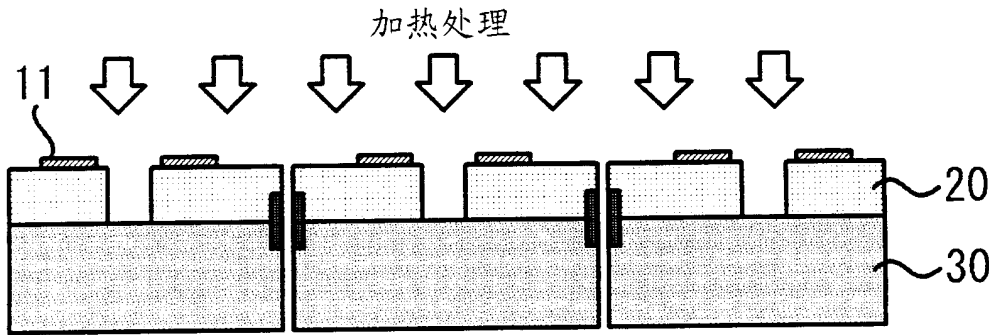


图 9C

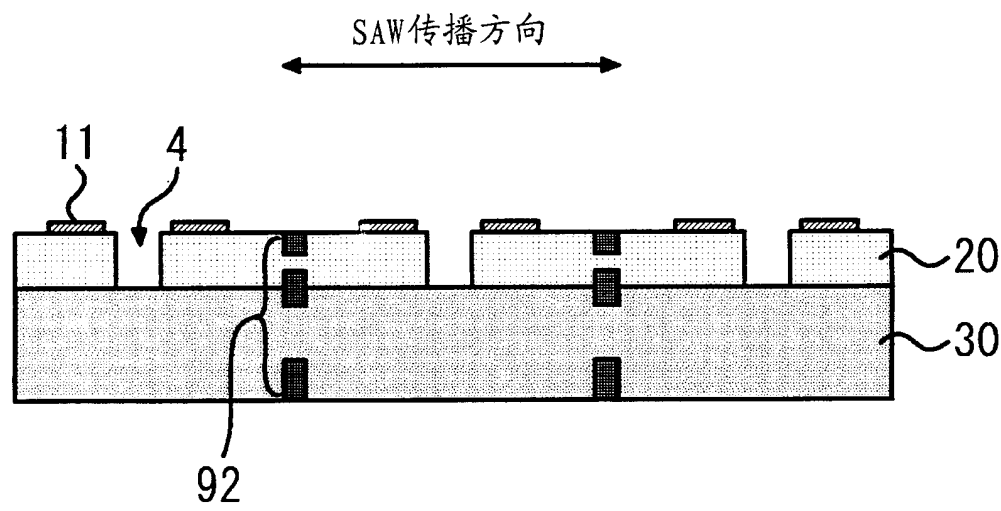


图 10

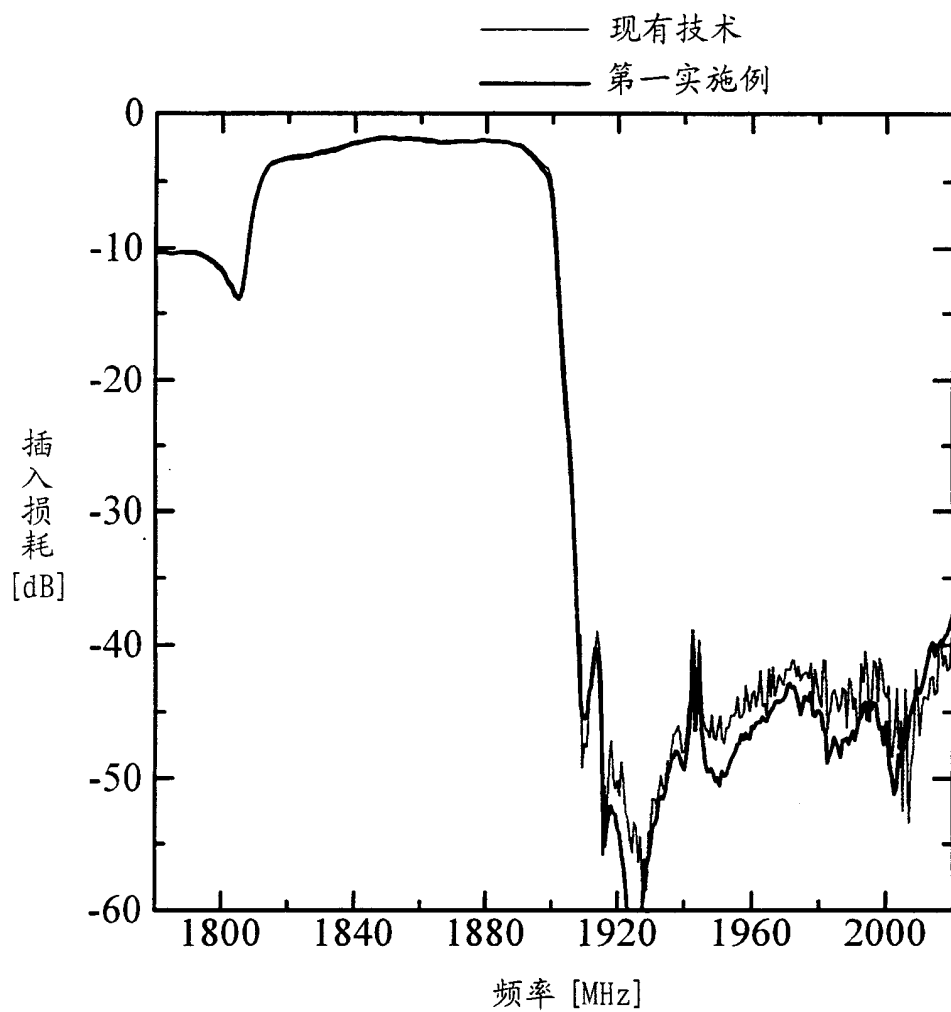


图 11

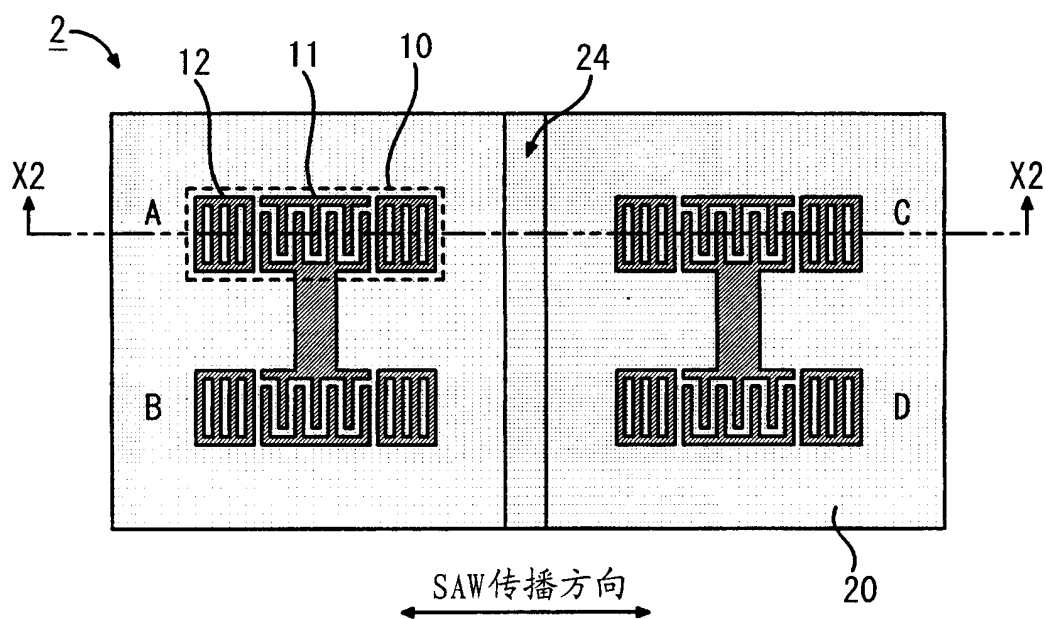


图 12A

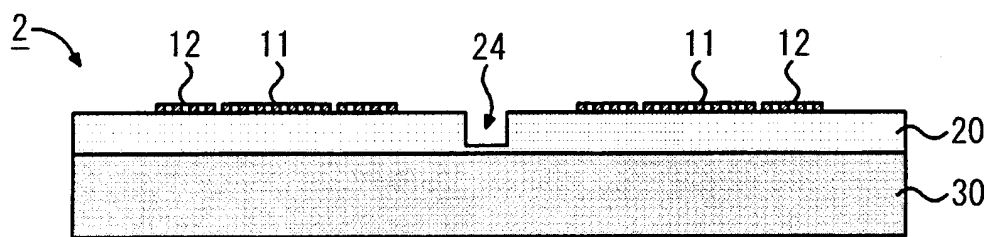


图 12B

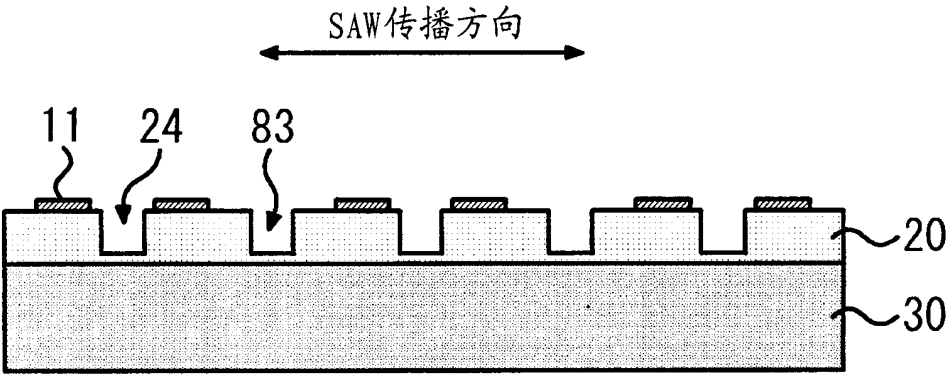


图 13A

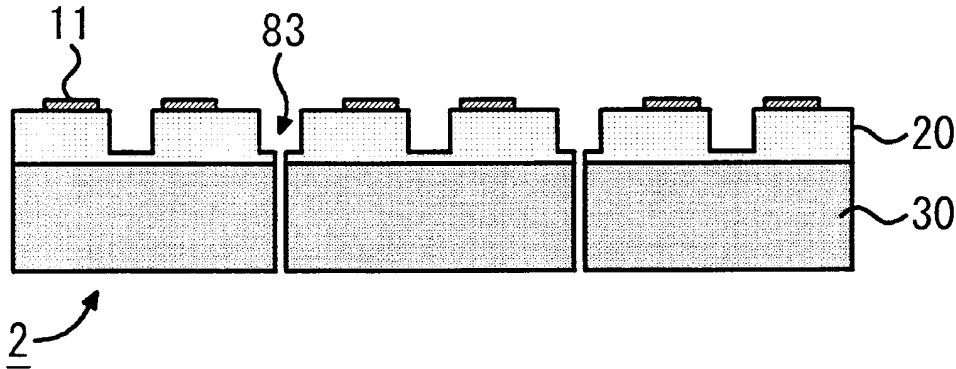


图 13B

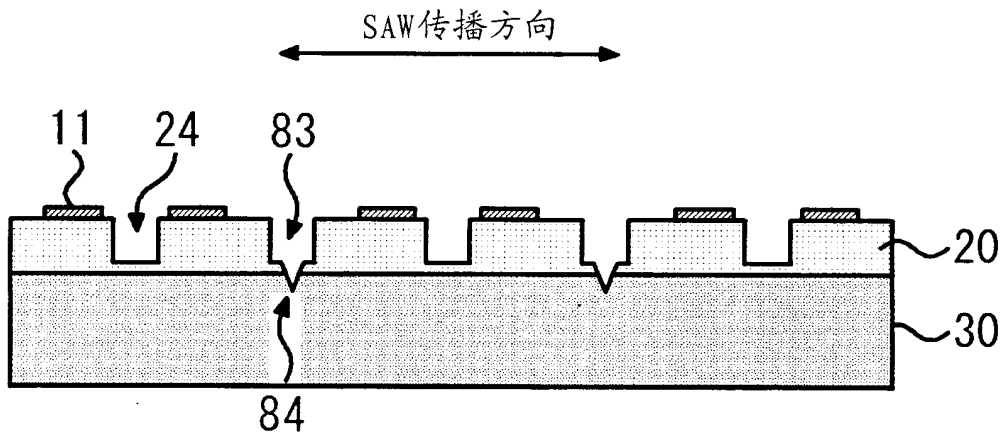


图 14A

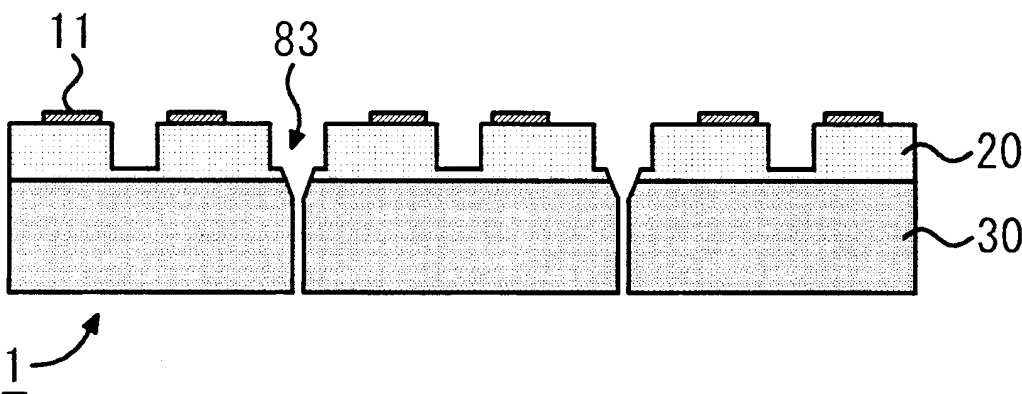


图 14B

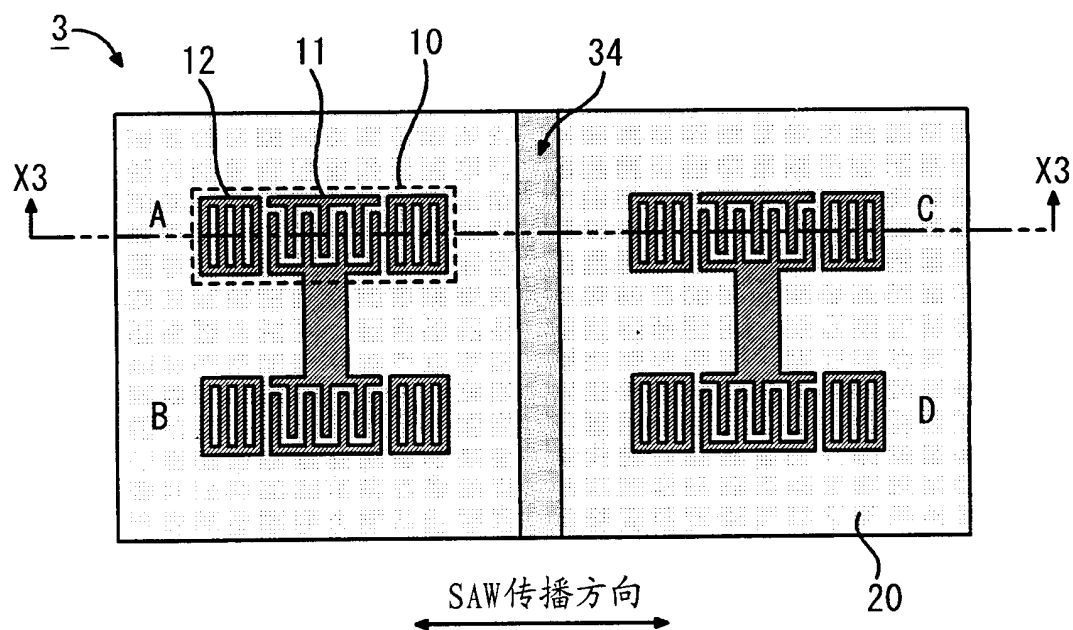


图 15A

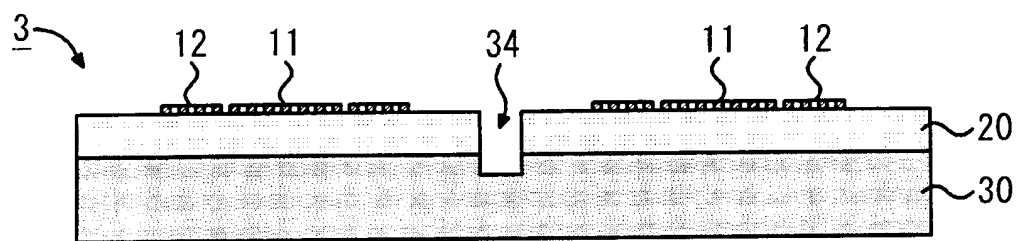


图 15B

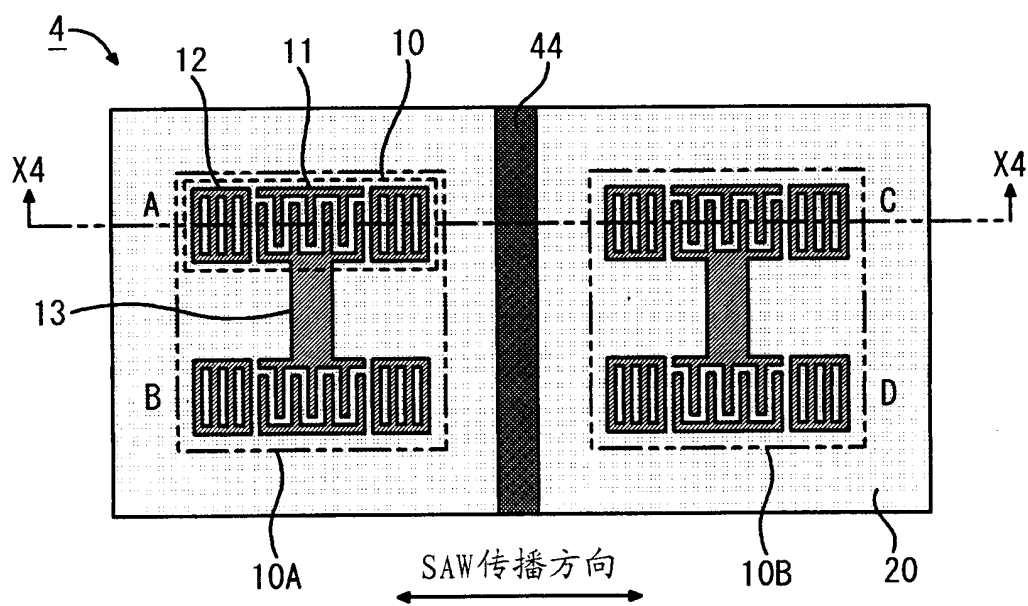


图 16A

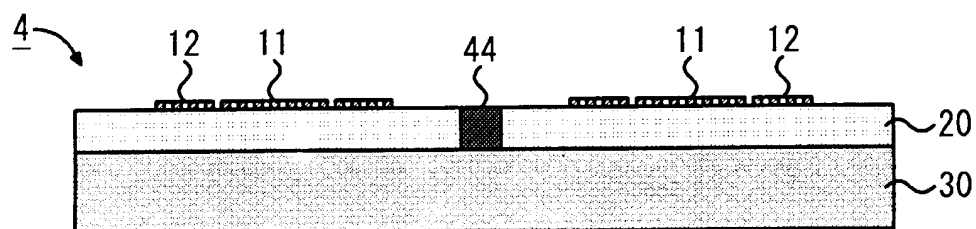


图 16B

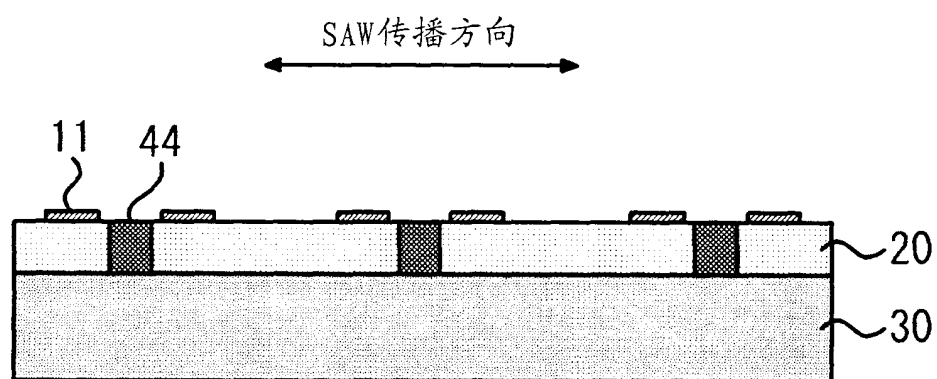


图 17A

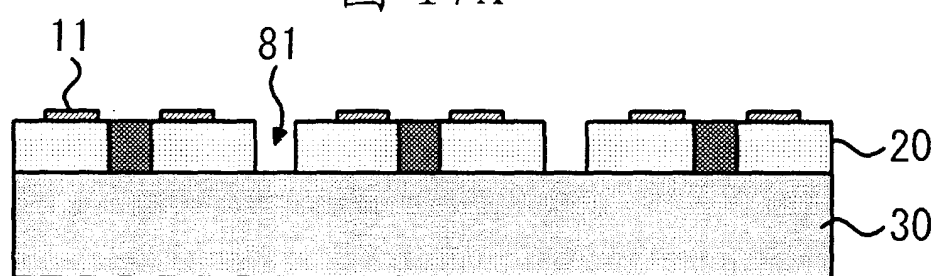


图 17B

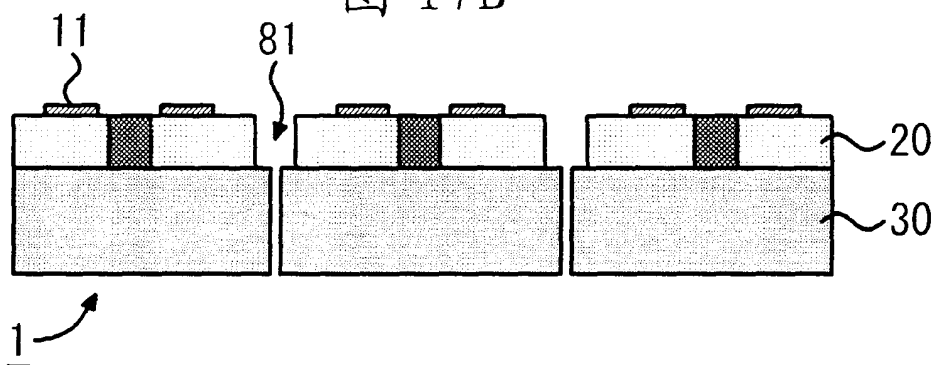


图 17C

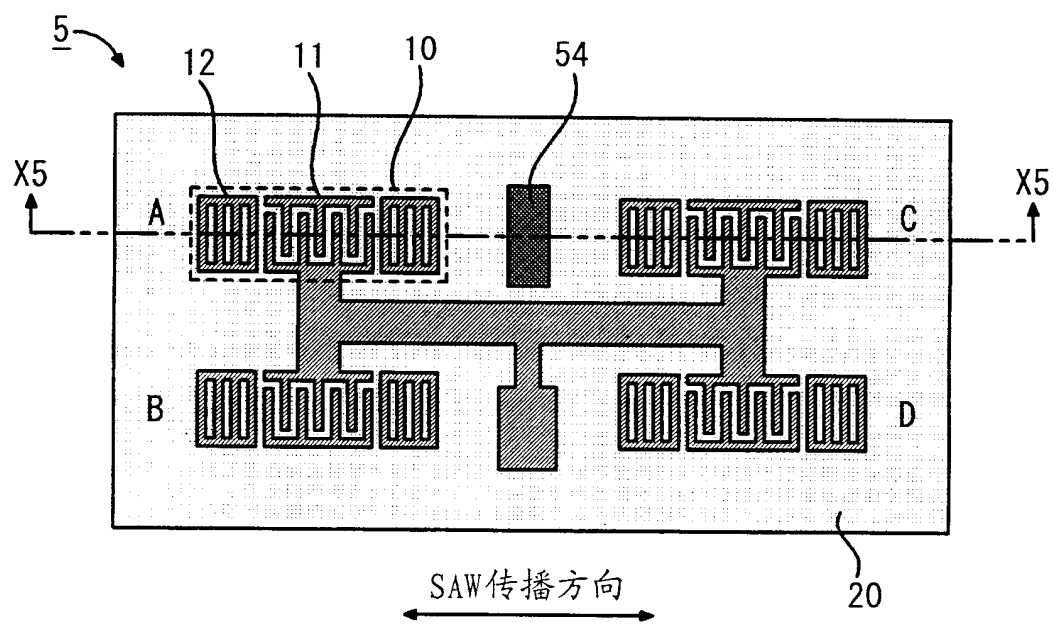


图 18A

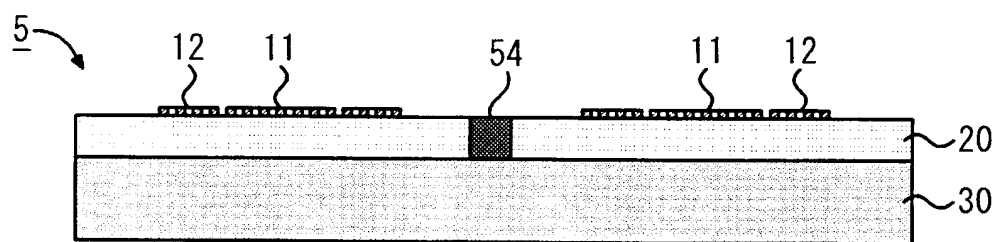


图 18B

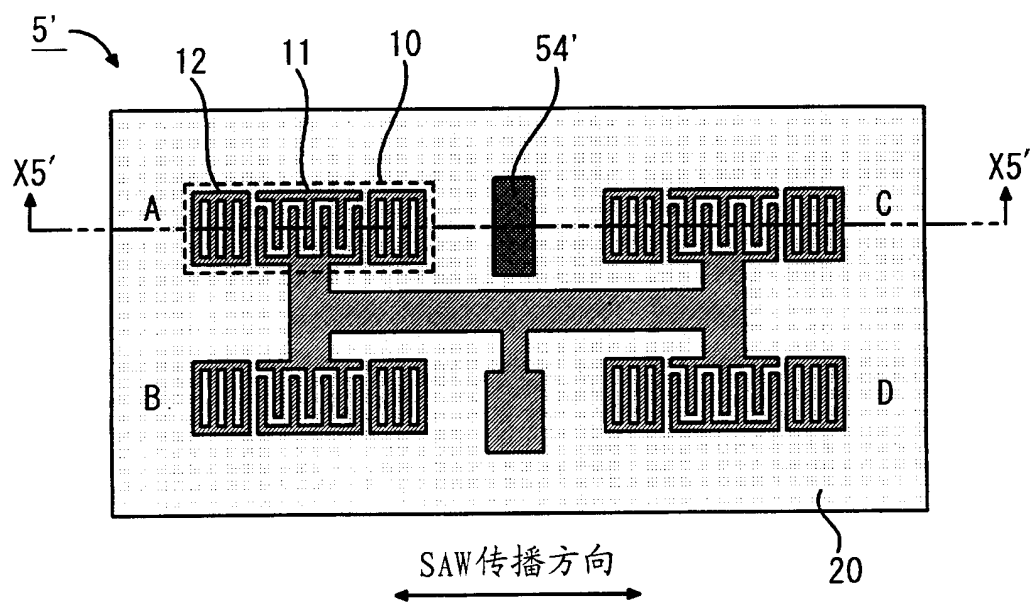


图 19A

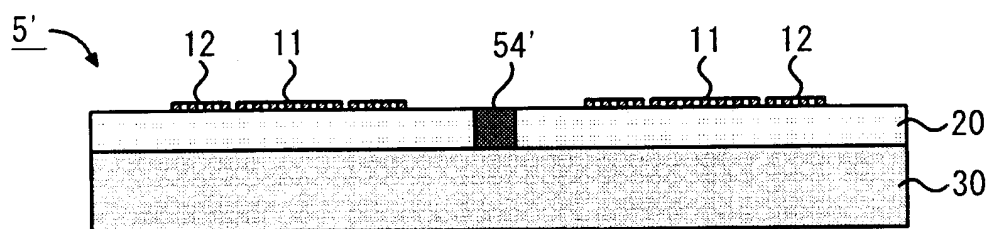


图 19B

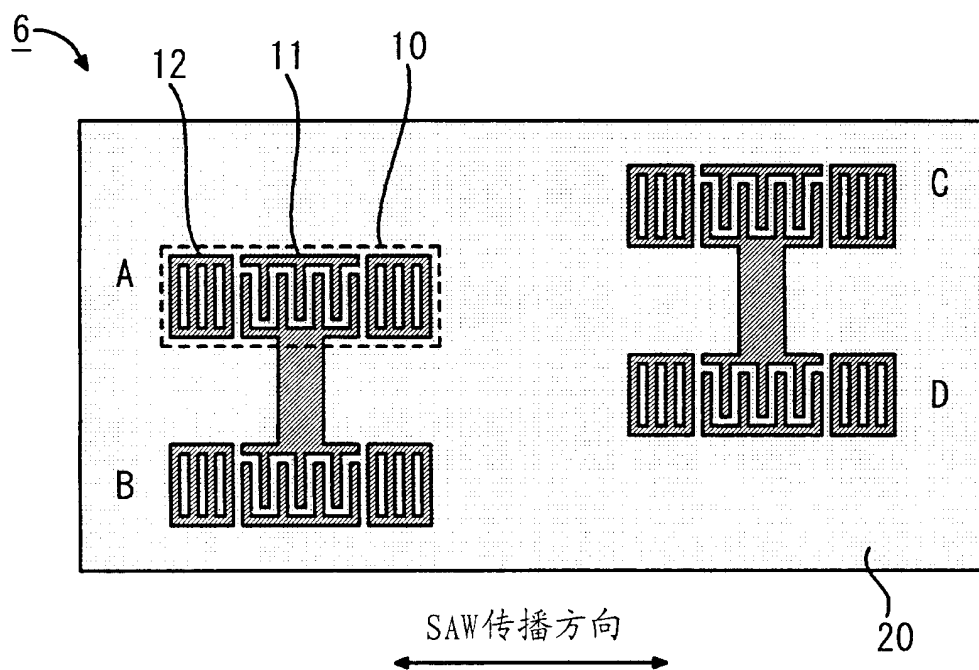


图 20

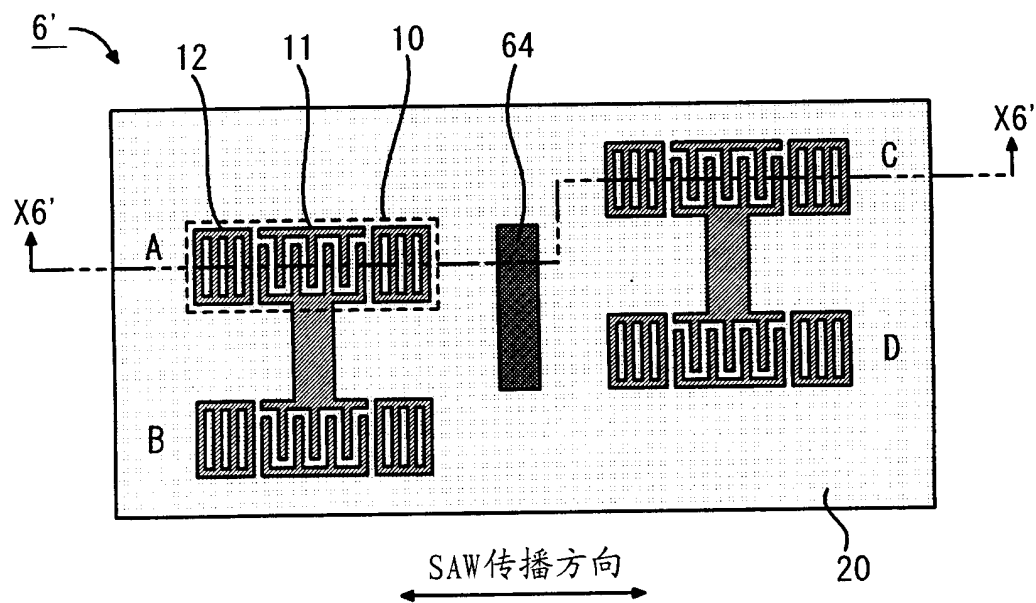


图 21A

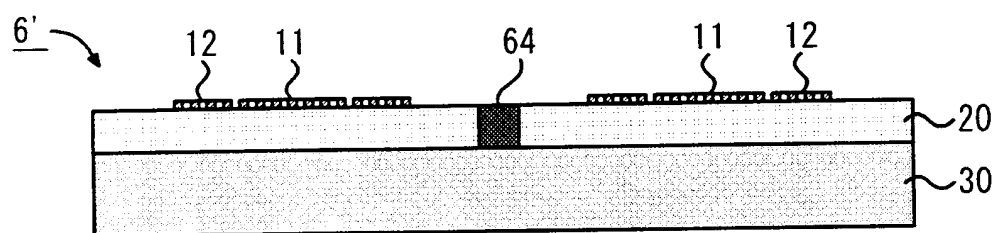


图 21B

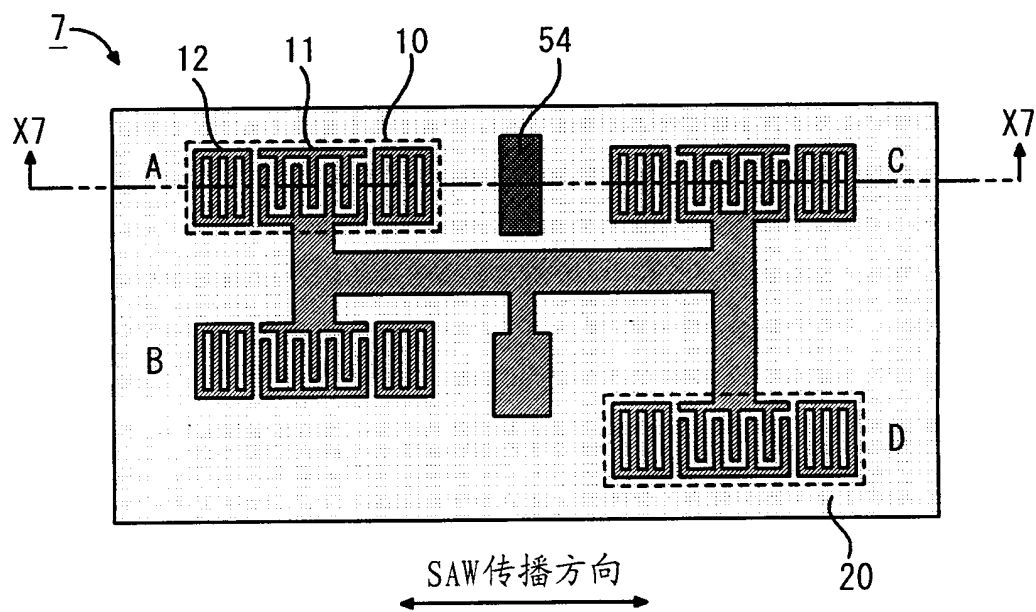


图 22A

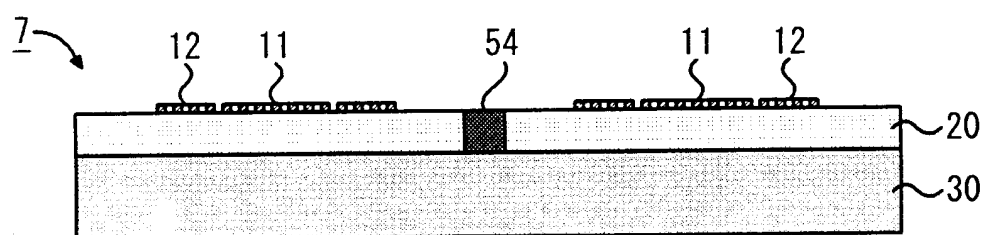


图 22B

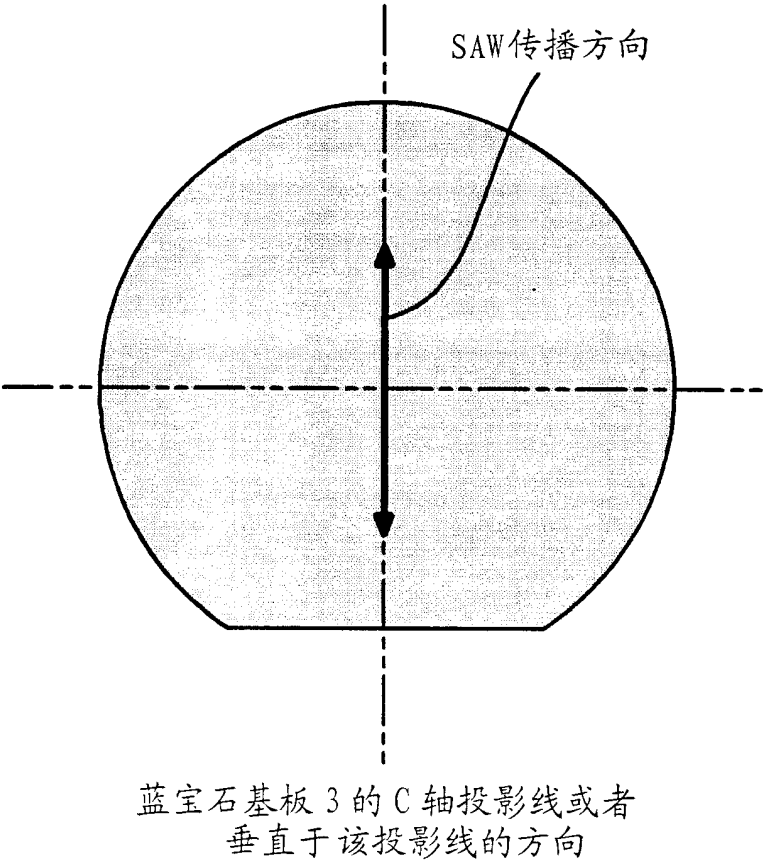


图 23

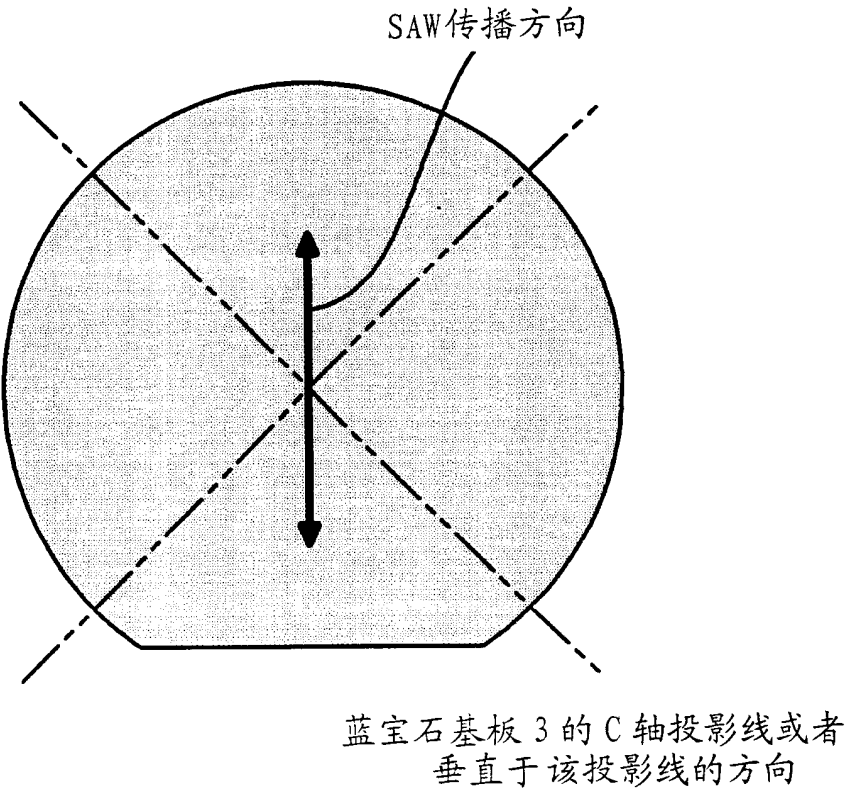


图 24