

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.⁷
H03H 9/64



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99800758.7

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1155153C

[22] 申请日 1999.5.28 [21] 申请号 99800758.7
[30] 优先权
[32] 1998.5.29 [33] FR [31] 98/06834
[86] 国际申请 PCT/FR1999/001265 1999.5.28
[87] 国际公布 WO1999/063662 法 1999.12.9
[85] 进入国家阶段日期 2000.1.14
[71] 专利权人 汤姆森-无线电报总公司
地址 法国巴黎
[72] 发明人 彼得·赖特
审查员 兰霞

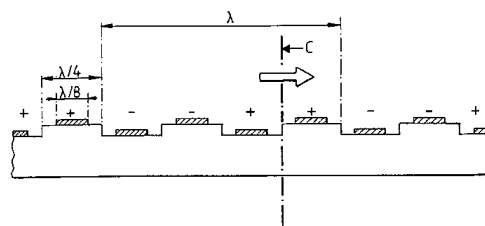
[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 韩宏

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称 单向性蚀刻的声表面波换能器

[57] 摘要

本发明涉及一种声表面波换能器，其中蚀刻网阵叠加在常规的声波换能器的电极网阵上。这些网阵的叠加使其能够得到希望的声波传播方向同时维持可与常规的双向换能器相比较的高品质因数。
应用领域：无线电移动通信系统。



ISSN 1008-4274

1. 一种表面波换能器，包含：

一基片，其上沉积两个连接到不同极性的叉指电极的网阵，以便形成由具有不同极性的至少两个相邻的电极限定的声波换能器单元；及

至少一个由台面分开的蚀刻网阵，其中使得该两个叉指电极网阵和该至少一个蚀刻网阵叠加以获得一个需要的声波传播方向，及

其中该两个叉指电极的网阵相对于一个轴是对称的，该轴是位于与所述轴相关的同极性的两个相邻的电极的中心处。

2. 根据权利要求1所述的表面波换能器，其特征在于，所述中心轴与蚀刻网阵的蚀刻侧面一致。

3. 根据权利要求1所述的表面波换能器，其特征在于，还包含由至少两个蚀刻网阵组成的一连串蚀刻网阵，而且所述蚀刻网阵是不对称的，以便局部地使需要的表面波传播方向反向。

4. 根据权利要求1所述的表面波换能器，其特征在于，该至少一个蚀刻网阵包含交替的蚀刻和台面，蚀刻的宽度不同于台面的宽度。

5. 根据权利要求1所述的表面波换能器，其特征在于，两个相邻的电极之间的距离等于相邻的台面和蚀刻之间的距离。

6. 根据权利要求1所述的表面波换能器，其特征在于，相邻的电极之间的距离等于与换能器的工作中心频率相对应的特征波长的四分之一，电极网阵包含成对的叉指电极。

7. 根据权利要求1所述的表面波换能器，其特征在于，相邻的台面和蚀刻之间的距离等于特征波长的四分之一。

8. 根据权利要求5所述的表面波换能器，其特征在于，电极的宽度等于与换能器的工作中心频率相对应的特征波长的八分之一。

9. 根据权利要求1所述的表面波换能器，其特征在于，所述叉指电极的两个网阵限定每个与换能器的工作中心频率相对应的特征波长由3个电极构成的多个组，在这些组中，第一和第二电极分开距离为所述特

征波长的四分之一并连接到不同的极性,以及第二电极和第三电极分开距离为所述特征波长的 $3/8$,按照这种方式来限定需要的声波传播方向,所述的这些电极被定位在蚀刻网阵的台面上。

10. 根据权利要求 2 所述的表面波换能器,其特征在于,中心轴线的位置与蚀刻网阵的蚀刻侧面的距离不为零。

11. 根据权利要求 2 所述的表面波换能器,其特征在于,两个相邻的电极之间的距离等于与换能器的工作中心频率相对应的特征波长的二分之一。

12. 根据权利要求 11 所述的表面波换能器,其特征在于,电极的宽度为与换能器的工作中心频率相对应的特征波长的四分之一的量级。

13. 根据权利要求 11 所述的表面波换能器,其特征在于,相邻的蚀刻和台面之间的距离等于与换能器的工作中心频率相对应的特征波长的四分之一,电极位置跨在所述台面和蚀刻上。

14. 根据权利要求 11 所述的表面波换能器,其特征在于,相邻的蚀刻和台面之间的距离等于与换能器的工作中心频率相对应的特征波长。

15. 根据权利要求 9 所述的表面波换能器,其特征在于,按每一波长 3 个电极构成的一组中的第一和第二电极位于同一台面之上。

单向性蚀刻的声表面波换能器

技术领域

本发明的领域为表面声波换能器和包含这样一些换能器的滤波器，用在例如为无线电移动通信系统的很多领域（例如用于中频滤波）。

背景技术

近十年左右已经出现各种类型的高性能换能器。

单向性的换能器（单相单向性换能器还简称为 SPUDT）已经在很多应用场合替代了双向性换能器，这是由于它们能够降低损耗。这种类型的换能器在已公开的 2 702 899 号专利申请中被说明，它是通过将一些所谓的换能单元和所谓的反射单元加入到换能器中以及通过按照这样一种方式将这些单元彼此相对定位构成的，即令发射的波与反射的波在使用方向上同相以及沿其它方向实现反相。这包含一种其中散布一些电极并将它们设计成能具有发射功能 (transduction function) 和反射功能的换能器。在已公开的 2 702 899 号专利申请中已经证实在 SPUDT 内侧形成一些通过改变反射函数的符号形成的谐振腔可能是有益的。

关于通常的基片，发送中心和反射中心之间的距离可以为 $(2n+1)\lambda/8$ 的形式， n 为整数，这样相位就是正确的。

然而，与滤波器的电容对电导的比相关的并反映滤波器的带宽和介入损耗的品质因数 Q 对于单向性的滤波器是较低的，这是由于与常规的对称双向滤波器相比较它们的特定结构中引入了不对称性。

发明内容

为了提高性能，就是说增加在单向性换能器中的耦合作用（不增加电容），本发明提出一种其中在常规的声波换能器的电极网阵上引入一叠加的蚀刻网阵的换能器。更确切地说，本发明的主题是表面声波换能器，包括一基片，其上沉积两个连接到不同极性的叉指电极的

网阵,以便形成由具有不同极性的至少两个相邻的电极限定的声波换能器单元;及至少一个由台面分开的蚀刻网阵,其中使得该两个叉指电极网阵和该至少一个蚀刻网阵叠加以获得一个需要的声波传播方向,及其中该两个叉指电极的网阵相对于一个轴是对称的,该轴是位于与所述轴相关的同极性的两个相邻的电极的中心处。

根据本发明的第一种派生方案,电极网阵相对于位于在两个不同极性的电极的中心的轴线是对称的,蚀刻网阵相对于所述轴线是不对称的。

按照这种结构,对称的电极网阵使之能够保持高的耦合因数,同时由于作为这种结构一部分的不对称的蚀刻网阵使之能够形成希望的声波传播方向。

最好,声表面波换能器可以包含由至少两个蚀刻网阵组成的一连串蚀刻网阵,而且所述蚀刻网阵是不对称的以便局部地使希望的表面波传播方向反向。

根据本发明的另一种派生方案,电极网阵限定一些对每个特征波长由不同宽度的3个电极构成的组,该特征波长 λ 与换能器工作的中心频率相对应,在这些组中,第一和第二电极分开距离为 $3\lambda/16$ 并连接到不同的极性,以及第二电极和第三电极分开距离为 $\lambda/8$,按照这种方式限定希望的声波传播方向,所述的这些电极定位在蚀刻网阵的台面上。

根据本发明的又一种派生方案,电极网阵限定一些对每个特征波长由不同宽度的3个电极构成的组,该特征波长 λ 与换能器工作的中心频率相对应,在这些组中,第一和第二电极分开距离为 $\lambda/4$ 并连接到不同的极性,以及第二电极和第三电极分开距离为 $3\lambda/8$,按照这种方式限定希望的声波传播方向,所述的这些电极定位在蚀刻网阵的台面上。

这种结构的优点在于,电极的反射系数提高。按照常规结构,为了提高反射系数,则需要增加电极的厚度;通过利用由各蚀刻分开的台面结构,电极沉积在台面的表面,因此电极的反射系数增加同时维持小厚度的金属化作用。

附图说明

通过利用附图阅读以非限定性实例的方式提供的如下说明,将会更好地理解本发明和使其它优点变得更明显,其中:

图 1a 表示根据本发明的对每一波长 λ 具有 4 个电极的第一示范性的换能器,其形成希望的声波传播方向;

图 1b 表示根据本发明的对每一波长 λ 具有 4 个电极的第二示范性的换能器,其形成与第一示范性的换能器方向相反的希望的声波传播方向;

图 2 表示根据本发明的对每一波长 λ 具有 4 个电极的第三示范性的换能器,在某种意义上局部包含表面波的第一方向性以及第一方向性方向相反的表面波的第二方向性;

图 3 表示根据本发明的对每一波长 λ 具有 4 个电极的第四示范性的换能器,其中发送中心和反射中心之间的相移等于 $\lambda/16$;

图 4 表示根据本发明的对每一波长 λ 具有 4 个电极的第五示范性的换能器,其中各台面和蚀刻未加工成相同的宽度;

图 5a 表示根据在先技术的对每一波长 λ 具有 2 个电极的换能器;

图 5b 表示根据本发明的对每一波长 λ 具有 2 个电极的第一示范性的换能器,其中各电极跨在蚀刻侧面定位,具有按 $\lambda/2$ 周期的蚀刻网阵;

图 6a 和 6b 表示根据本发明的对每一波长 λ 具有 2 个电极的第二示范性的换能器,其中各电极定位在按 λ 周期的蚀刻网阵中的台面或蚀刻上;

图 7a 表示常规的对每一波长 λ 具有 3 个电极的 SPUDT 型的换能器;

图 7b 表示常规的对每一波长 λ 具有 3 个电极的 SPUDT 型的示范性的换能器,其中电极网阵叠加在蚀刻网阵上;

图 7c 表示在图 7b 所示的示范性的单向性换能器的一种派生方案。

具体实施方式

通常,根据本发明的表面波换能器包含叠加的电极网阵和至少一

个蚀刻网阵。通常，所用的基片可以为特别的石英，利用例如铝通过金属化可以得到电极。此外所用的基片最好可以为 LiNbO_3 、 LiTaO_3 否则为 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 类型的。再者，蚀刻技术是根据这种石英类型的基片的，特别是利用高能等离子体所谓的 ICP（感应耦合的等离子体）最新研究的技术并使得蚀刻装置能低成本大批量地制造。应当指出，蚀刻（etching）的宽度可能不同于台面的宽度，以及特别是小于后者的宽度，根据某些派生方案，蚀刻的宽度等于电极宽度。

根据本发明的第一派生方案，为了达到对称的电极网阵具有的大耦合系数，由于有蚀刻网阵可生成希望的声波传播方向。为了实现这种类型的结构，介绍几种可能的示范性的设计方案。

对每一波长 λ 具有 4 个电极的换能器的实例

在这种类型的换能器中，各电极按 $\lambda/4$ 周期沿基片对称分布。这样一种结构呈现良好的耦合系数但是维持双向性。具体地说，由电极形成的反射彼此抵消，并且按照这样一种结构不产生希望的声波传播方向。为了改变这种双向性，本发明提出叠加一蚀刻网阵，以便相对于在连接到不同极性的（在图 1a 上用+符号和一符号表示的）两个电极之间限定的中心轴线 C 按不对称的方式产生附加的反射。

通过使各电极的中心和台面或者蚀刻的中心一致，从相对于电极的中心位于在 $\lambda/8$ 或 $3\lambda/8$ 处的蚀刻的中心产生反射（如果相邻的台面或者蚀刻的之间的距离为 $\lambda/4$ ）。这些蚀刻侧面产生为了形成一希望的声波传播方向所需的反射。图 1b 表示其中一形成与图 1a 所示方向相反的希望的声波传播方向的结构。在这种第一派生方案中，相邻的电极之间的距离最好可与台面和相邻的蚀刻之间的距离相等。

正如前面介绍的，形成一些谐振腔可能是有益的。为了形成这种类型的结构，其中希望的声波传播方向是局部反向的，根据本发明的换能器包含一系列的根据图 1a 中所示的结构形式和图 1b 中所示的结构形式，如图 2 中所示。在这种类型的结构中在轴线 A-A' 的平面（level）处，有一蚀刻网阵的周期性间断点（break），例如由如在图

1a 中代表的第一类型 R_i 的蚀刻网阵连续地通过该间断点到如在图 1b 中代表的第二类型 R_{i+1} 的蚀刻网阵。

这样一种结构的益处是技术上比在这种类型换能器中通常所采用的结构更容易实现，对于通常的结构为得到所需的相反方向性，使发送中心和反射中心之间的位置局部位移是复杂的。

在上述的按每一波长 λ 具有 4 个电极的换能器结构中，位于电极（例如标号为+）中心的换能器中心与反射中心相对应的蚀刻侧面分开距离为 $\lambda/8$ ，与理想的情况相对应。在某些应用场合以及根据采用的基片，形成相差 45° 相移（对应于 $\lambda/8$ ）可能是有益的。为此，根据本发明，最好可以使蚀刻网阵相对于电极网阵形成位移。图 3 表示的结构其中发送中心与蚀刻侧面分开的距离为 $\lambda/16$ ，即相移 22.5° 。按照这种结构，电极与蚀刻侧面对准，这可以带来技术上的便利。

此外，在前述实施例中，台面和蚀刻具有相同的宽度，然而后者为不同的宽度也可能是有益的。

072 通常，蚀刻可以加工成宽度等于 $\lambda/8$ ，而台面加工成宽度等于 $3\lambda/8$ 。这样就使得各蚀刻完全由于金属化而填充，如图 4 中所示。因此可以提高产品的灵敏度。此外，按照这种分布范围，改变在换能器中的局部蚀刻的宽度或位置从而改变反射系数的相位和幅值，变得十分简单。

按每一波长 λ 具有 2 个电极的换能器的实例

上面介绍的实例全都是关于按每一波长 λ 具有 4 个电极的换能器的，其中易于得到希望的表面波传播方向。根据在先技术，在图 5a 中所示的按每一波长 λ 具有 2 个电极的换能器具有很高的耦合系数，该耦合系数大于按每一波长 λ 具有 4 个电极的换能器的耦合系数，但不过不是双方向的，电极间的反射是同相的并且是对称的。在这种类型的换能器中叠加蚀刻网阵就使其能够减轻这种缺点。此外，这种类型的换能器具有技术上的优点，这是由于使其能够形成一种电

极网阵，其间隔按照二倍于在按每一波长 λ 具有 4 个电极的换能器所需的间隔。

通常，按每一波长 λ 具有 2 个电极的换能器包含宽度为 $\lambda/4$ 的且按间隔为 $\lambda/2$ 分开的电极，如在图 5a 中所示。在电极 E_i 的平面发射的声波与由相邻的电极 E_{i+1} 反射的声波同相并且反之亦然（即对于在电极 E_{i+1} 发射的声波和由电极 E_i 反射的声波）。为了改变这种对称性和使在电极上产生的反射同相，本发明提出将电极定位在蚀刻侧面上，如在图 5b 中所示的。

为了理解这种结构的操作方式以及怎样能够使这种类型的结构形式优化，应研究与蚀刻侧面、电极分别相关的反射系数和位于在电极的中心的反射系数。

沿向上方向的蚀刻→台面，反射系数标为 r_g 。

沿向下方向的蚀刻→台面，反射系数标为 $-r_g^*$ 。

沿向上方向的基片→电极，反射系数标为 $-r_e^*$ 。

沿向下方向的电极→基片，反射系数标为 r_e 。

087 如果电极的中心相对于蚀刻侧面位移距离 d ，位于电极中心的反射系数 Γ 由下式确定

$$\begin{aligned}\Gamma &= r_g \cdot e^{2jk\left(\frac{\lambda}{4}-d\right)} - \overline{r_g} e^{-2jk.d} + r_e \cdot e^{2jk.\frac{\lambda}{8}} - \overline{r_e} e^{-2jk.\frac{\lambda}{8}} \\ &= -(r_g + \overline{r_g}) \cdot e^{-j.4\pi.\frac{d}{\lambda}} + j.(r_e + \overline{r_e}) \\ &= -2.\text{Re}(r_g) \cdot e^{-j.4\pi.\frac{d}{\lambda}} + j.2.\text{Re}(r_e)\end{aligned}$$

为了得到单向性的换能器，需要为纯实数的反射系数 Γ ，因此意味着：

$$\begin{aligned}-2.\text{Re}(r_g) \cdot e^{-j.4\pi.\frac{d}{\lambda}} + j.2.\text{Re}(r_e) &= 0 \quad \text{Re为实部} \\ d &= -\frac{\lambda}{4\pi} \cdot a \sin\left(\frac{\text{Re}(r_e)}{\text{Re}(r_g)}\right) \quad (1)\end{aligned}$$

$$\Gamma = -2 \cdot \text{Re}(r_g) \cos\left(4\pi \cdot \frac{d}{\lambda}\right)$$

因此:

$$\begin{aligned} \Gamma &= -2 \cdot \text{Re}(r_g) \cdot \cos\left(-a \sin\left(\frac{\text{Re}(r_e)}{\text{Re}(r_g)}\right)\right) \\ \Gamma &= -2 \cdot \text{Re}(r_g) \cdot \sqrt{1 - \frac{\text{Re}(r_e)^2}{\text{Re}(r_g)^2}} \end{aligned} \quad (2)$$

方程 (1) 和 (2) 施加条件 $|\text{Re}(r_e)| < |\text{Re}(r_g)|$ ，对于距离 d 适宜选择的数值该条件总是能达到的。

但是刚介绍的按每一波长 λ 具有 2 个电极的第一示范性的换能器需要这样一种技术，其中电极必须沉积在蚀刻和侧面的交界，这不是很容易做到的。

这就是为什么本发明还提出按每一波长 λ 具有 2 个电极的换能器的另外一种结构，不过为可更直接采用的技术。

这涉及一种单向性换能器，其中按每一波长 λ 具有 2 个电极的网阵叠加在间隔为 λ 的蚀刻网阵上，如在图 6a 或 6b 中所示。

这种类型的换能器按二次谐波工作。优点是比上面介绍的几何尺寸提供更宽的几何尺寸以及对于十分高的频率的应用场合是特别有益的。

考虑相同的参数 r_g 、 r_e 和 Γ ，关于中心反射系数得到:

$$\begin{aligned} \Gamma &= r_g \cdot e^{2jk\left(\frac{3\lambda}{8}-d\right)} - \overline{r_g} \cdot e^{-2jk\left(\frac{\lambda}{8}+d\right)} + r_e e^{2jk\frac{\lambda}{8}} - \overline{r_e} \cdot e^{-2jk\frac{\lambda}{8}} \\ &= -j(r_g - \overline{r_g}) \cdot e^{-j4\pi\frac{d}{\lambda}} + j(r_e + \overline{r_e}) \\ &= -2 \cdot \text{Im}(r_g) \cdot e^{-j4\pi\frac{d}{\lambda}} + j \cdot 2 \cdot \text{Re}(r_e) \end{aligned}$$

如上所述，为了得到希望的声波传播方向，要寻求得到纯实数的反射系数，即:

$$2.\text{Im}(r_g) \cdot e^{-j.4\pi \frac{d}{\lambda}} + j.2.\text{Re}(r_e) = 0$$

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot a \sin\left(\frac{\text{Re}(r_e)}{\text{Im}(r_g)}\right)$$

Im: 虚部

及 $\Gamma = 2.\text{Im}(r_g) \cos\left(4\pi \cdot \frac{d}{\lambda}\right)$

因此:

$$\Gamma = 2.\text{Im}(r_g) \cos\left(a \sin\left(\frac{\text{Re}(r_e)}{\text{Im}(r_g)}\right)\right)$$

$$\Gamma = 2.\text{Im}(r_g) \sqrt{1 - \frac{\text{Re}(r_e)^2}{\text{Im}(r_g)^2}}$$

如在前述实例中一样, 可以确定数值 d , 使 $|\text{Re}(r_e)| < |\text{Im}(r_g)|$ 。

如按每一波长 λ 具有 4 个电极的换能器的实例一样, 构成一种其中的台面和蚀刻具有不同的宽度的换能器可能是十分有益的。

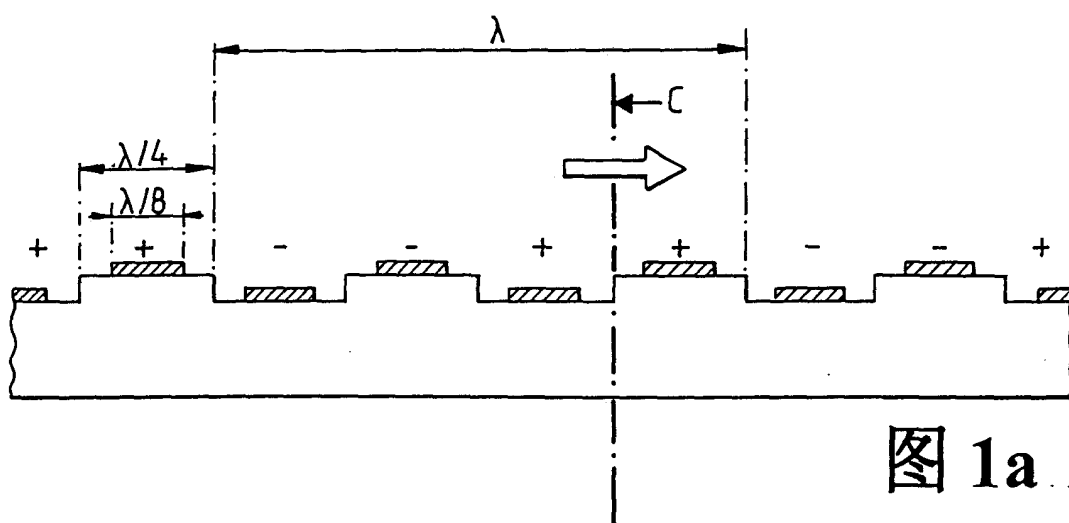
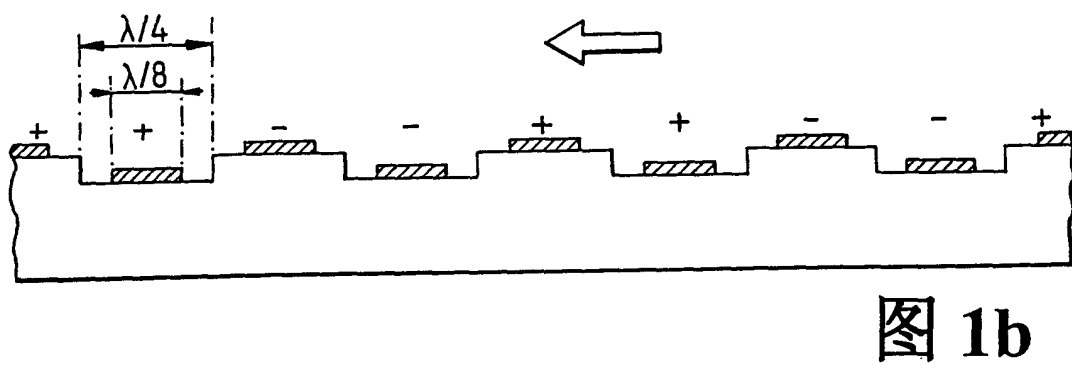
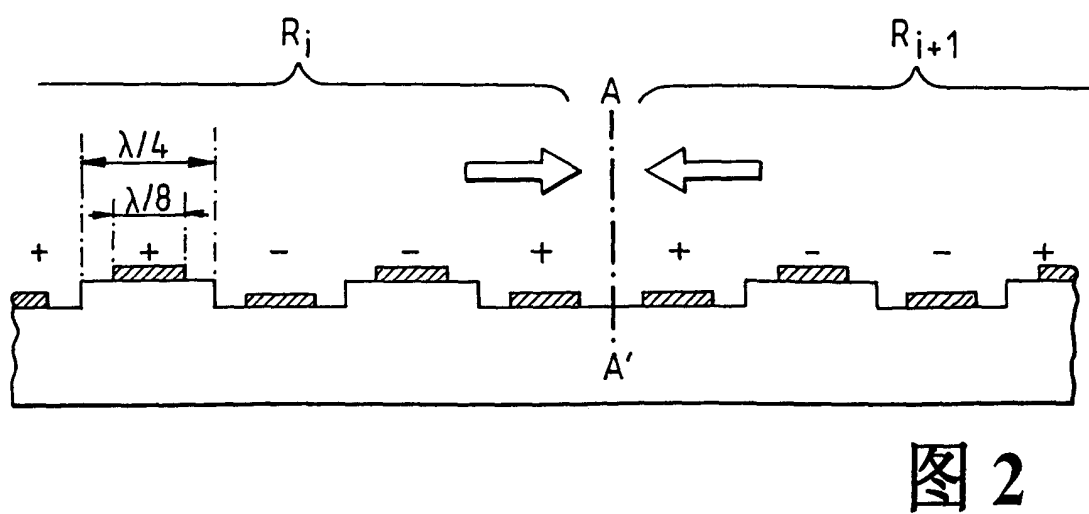
按每一波长 λ 具有 3 个电极的换能器的实例

根据本发明的另一个派生方案, 通过利用不对称的电极网阵, 可以利用常规的 SPUDT 型声表面波换能器, 以及其中通过提高用于一换能器波长的电极的反射系数来增强耦合功能。图 7a 表示按每一波长 λ 具有 3 个电极的换能器, 两个电极按 $\lambda/4$ 分开, 以便消除所述电极的强烈反射, 由一电极发射的声波相对于由相邻的分开距离为 $\lambda/4$ 的电极反射的声波是相位相反的。距该相邻的电极分开距离为 $3\lambda/8$ 的第三电极起反射器的作用。

增加这种结构形式的反射系数的一种方法是增加所述电极的厚度。通常, 在超出电极金属化的一定数值之外, 所述电极就会失去其特性以及该技术变得很复杂。这就是为什么本发明提出一种派生方案, 其中通过增加电极的厚度而不增加金属化的厚度来提高电极的反射系数, 如在图 7b 中所示。此外这样一种技术使其能够利用单一的

掩膜来形成蚀刻网阵和电极金属化网阵。

为了优化这样一种结构，不均匀地蚀刻基片是有益的，如在图7c 中所示。具体地说，不在发送中心的平面进行蚀刻，可以增加分布的反射率，以便选择性地使某些电极进入到反射中心并因此导致发射长度的降低。特别是，通过不在位于在标号为+的电极和标号为一的电极之间的发送中心的平面进行蚀刻，可以使在这一发送中心的平面处的表面波与由位于 $3\lambda/8$ 处的构成反射中心的电极反射的声波同相。



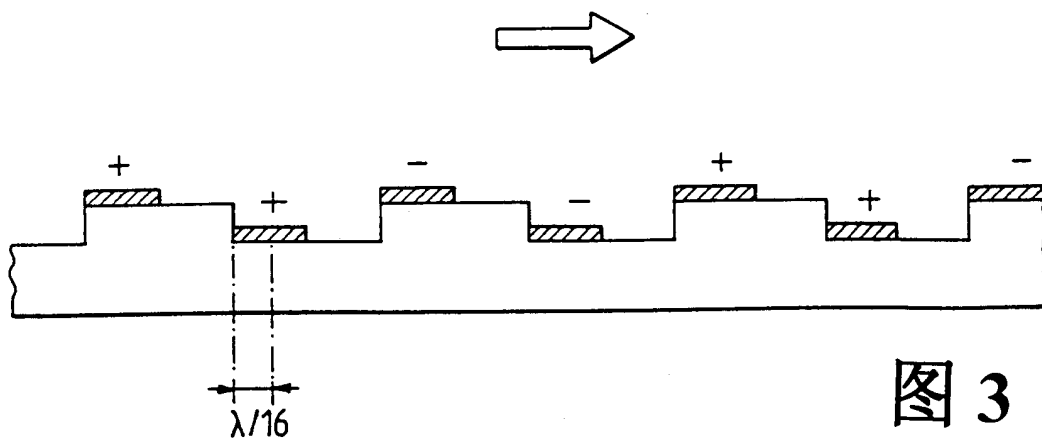


图 3

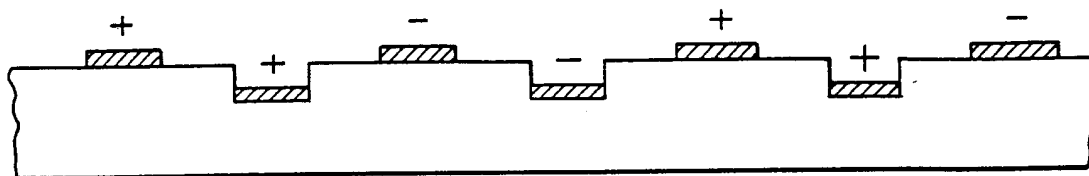


图 4

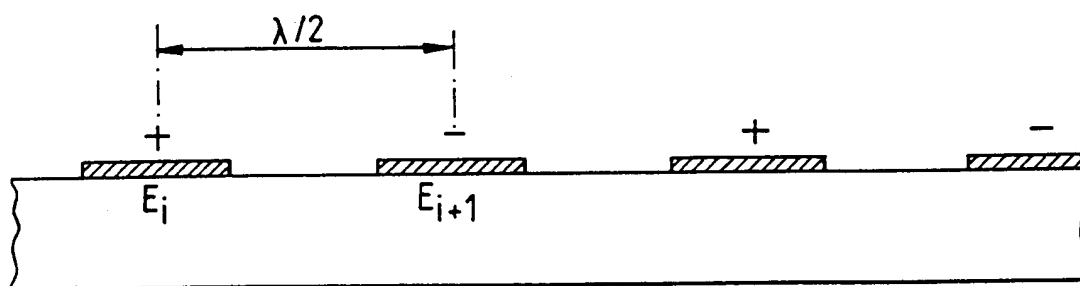


图 5a

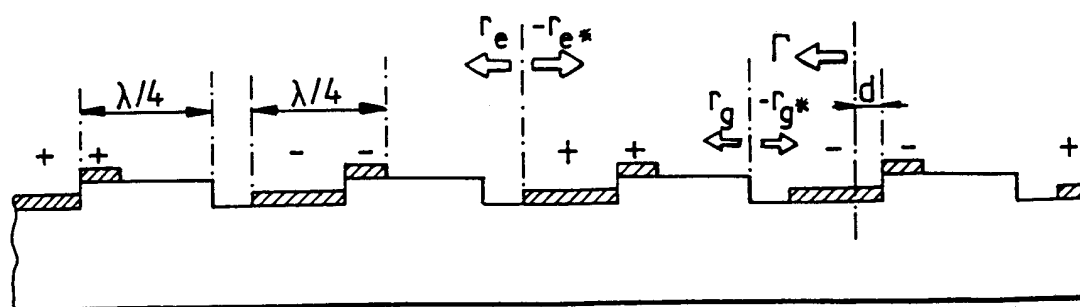


图 5b

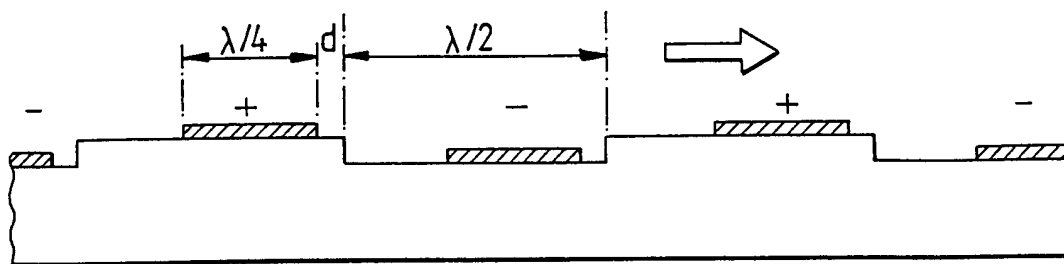


图 6a

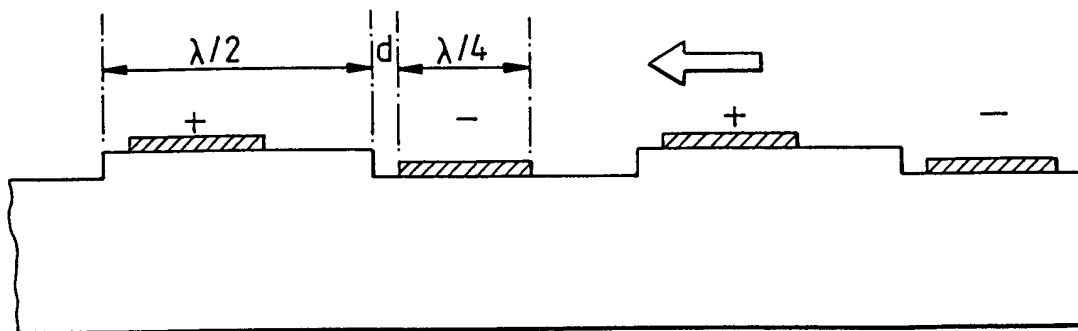


图 6b

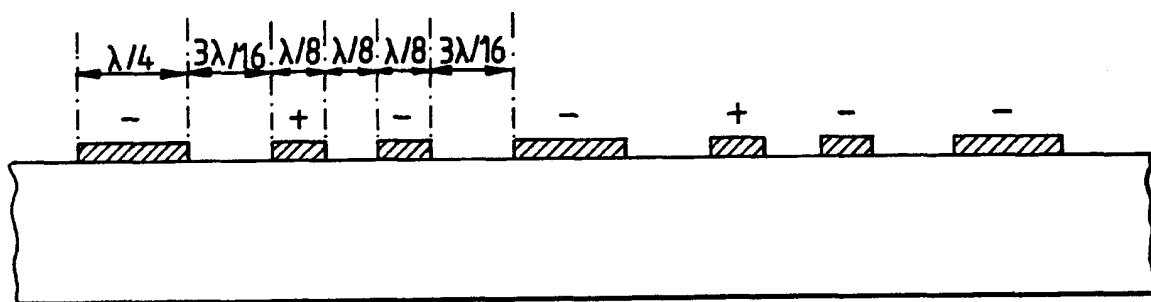


图 7a

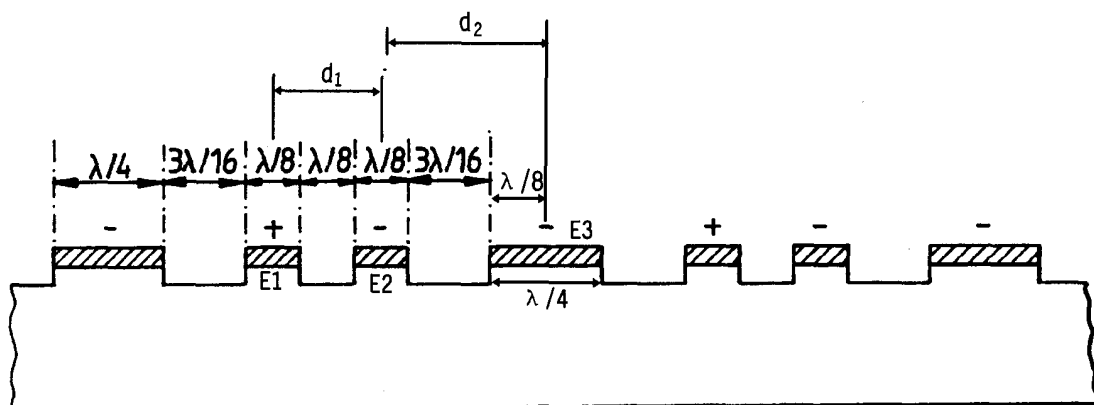


图 7b

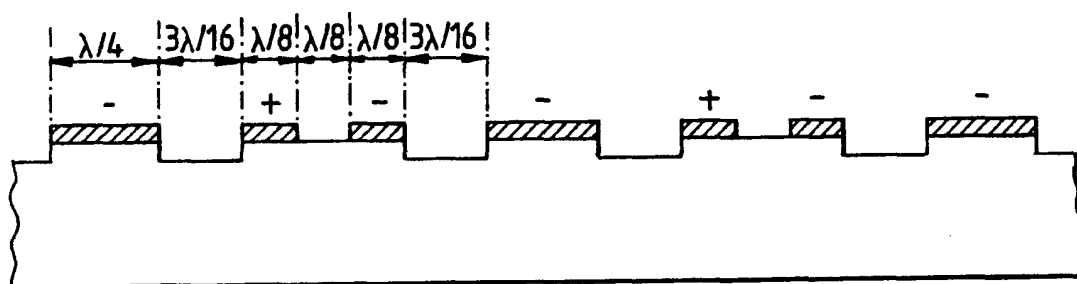


图 7c