



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101678400 B

(45) 授权公告日 2011.05.04

(21) 申请号 200880010397.5

(22) 申请日 2008.03.20

(30) 优先权数据

583/07 2007.04.04 CH

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.09.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/053359 2008.03.20

(87) PCT申请的公布数据

W02008/122499 DE 2008.10.16

(73) 专利权人 ESEC 公司

地址 瑞士卡姆

(72) 发明人 西尔万·蒂尔勒曼

马丁·文·尔克斯

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 邹璐 樊卫民

(51) Int. Cl.

B06B 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5305556 A, 1994.04.26,

CN 2364981 Y, 2000.02.23,

CN 2701537 Y, 2005.05.25,

JP 2001-179179 A, 2001.07.03,

US 6135339 A, 2000.10.24,

审查员 许利波

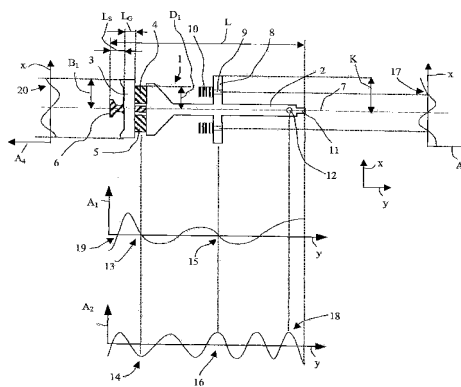
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

超声波换能器

(57) 摘要

超声波换能器 (1), 包含长形的喇叭状件 (2)、配合件 (3)、两个压电驱动器 (4、5) 和螺钉 (6)。配合件借助螺钉固定在喇叭状件上, 设置在超声波换能器的纵轴线 (7) 两侧的压电驱动器夹在喇叭状件和配合件之间。设计超声波换能器, 使得夹在喇叭状件中的毛细管的尖端可以在两个不同的方向上振动。



1. 超声波换能器,包含长形的喇叭状件(2)、配合件(3)、两个压电驱动器(4、5)和螺钉(6);其中配合件(3)借助螺钉(6)固定在喇叭状件(2)上;压电驱动器(4、5)设置在换能器的纵轴线(7)的两侧并夹在喇叭状件(2)和配合件(3)之间;其中喇叭状件(2)具有法兰(8),此法兰具有至少一个第一孔口(9)用来把换能器固定在引线接合机的接合头上;其中在换能器中在向两个压电驱动器(4、5)加载同相的第一交流电压时,形成了第一超声波振动,此第一超声波振动与换能器的纵轴线(7)平行;其中在换能器中在向两个压电驱动器(4、5)加载反相的第二交流电压时,形成了第二超声波振动,此第二超声波振动与换能器的纵轴线(7)相交,其特征在于,

- 压电驱动器(4、5)位于第一超声波振动的第一节点(13)中;
- 压电驱动器(4、5)位于第二超声波振动的第一波腹(14)中;
- 法兰(8)位于第一超声波振动的第二节点(15)中;
- 法兰(8)位于第二超声波振动的第二波腹(16)中;和
- 法兰(8)的至少一个第一孔口(9)位于第二超声波振动的第二节点(17)中。

2. 按权利要求1所述的超声波换能器,其特征在于,喇叭状件具有用来容纳毛细管的第二孔口(12),这个第二孔口(12)设置在第二超声波振动的从喇叭状件的尖端开始测量的第二个波腹(18)中。

3. 按权利要求1所述的超声波换能器,其特征在于,螺钉(6)具有螺钉头,并且第二超声波振动具有至少一个位于所述螺钉(6)的螺钉头和压电驱动器(4、5)之间的节点(19)。

4. 按权利要求2所述的超声波换能器,其特征在于,螺钉(6)具有螺钉头,并且第二超声波振动具有至少一个位于所述螺钉(6)的螺钉头和压电驱动器(4、5)之间的节点(19)。

5. 按权利要求1所述的超声波换能器,其特征在于,第二超声波振动在配合件(3)具有节点(20),此节点位于配合件(3)的边缘附近。

6. 按权利要求2所述的超声波换能器,其特征在于,第二超声波振动在配合件(3)具有节点(20),此节点位于配合件(3)的边缘附近。

7. 按权利要求3所述的超声波换能器,其特征在于,第二超声波振动在配合件(3)具有节点(20),此节点位于配合件(3)的边缘附近。

8. 按权利要求4所述的超声波换能器,其特征在于,第二超声波振动在配合件(3)具有节点(20),此节点位于配合件(3)的边缘附近。

9. 按权利要求1至8之一所述的超声波换能器,其特征在于,配合件(3)的宽度( $B_1$ )大于压电驱动器(4、5)的外边缘与换能器的纵轴线(7)之间的间隔( $D_1$ )。

## 超声波换能器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声波换能器。

### 背景技术

[0002] 这种超声波换能器应用在所谓的球形引线接合机 (Ball WireBonder) 上。引线接合机是指一种机器, 半导体芯片利用此机器在安装后布线在基底上。球形引线接合机是指一种引线接合机, 其中金属丝穿过毛细管的纵向穿孔中并借助毛细管固定在连接点上。而在所谓的楔形引线接合机 (Wedge Wire Bonder) 中具有特制的楔形工具来代替毛细管, 此楔形工具作为超声波发生器也是公知的。超声波换能器具有喇叭状件 (Horn) 和压电驱动器, 用来在喇叭状件中激起超声波振动。毛细管在喇叭状件的顶点夹紧。在半导体芯片的连接点和基底的连接点之间产生金属线连接时, 从毛细管中伸出的金属线端部首先熔化成一个小球。紧接着, 此金属线小球 (在专业术语中称为“球”) 借助压力和超声波固定在半导体芯片的连接点上。在此对这个金属线小球进行挤压。人们称这个过程为球形焊。然后, 金属线穿过必要的长度, 形成滑线电桥并焊在基底的连接点上。这后面的工艺部分称为楔形焊。在把金属线固定在基底的连接点上之后, 将金属线扯下且可以开始下一接合循环。在进行球形焊和楔形焊时, 喇叭状件被压电驱动器用超声波加载。

[0003] 超声波换能器例如从专利 US 5603445、US 5595328、US 5364005、US 5180093、US 5368216、US 5469011、US 5578888、US 5699953 和 US 6135339 已知。

[0004] 已知的超声波换能器是这样进行设计的, 即持续的超声波是在喇叭状件上形成的, 其振动是指向喇叭状件的纵向方向。这种超声波也被称为纵向波。球形引线接合机的接合头可使毛细管的顶部在三个空间方向上运动, 其中接合头当然只有三个自由度。喇叭状件因此既在常规的支承在 XY- 工作平台上的接合头中, 也在循环的接合头 (例如由专利 US 5114302, US 6460751 and WO 2006036669 已知) 中或多或少地沿着预定的方向对齐 (ausrichten), 同时金属线连接也可以所有的方向上延伸。这一方面导致, 金属线在基底的连接点上的依附在所有的金属线连接上不是一样强的, 另一方面, 挤碎的“球”的形状也是不同的。

### 发明内容

[0005] 由此, 本发明的目的是, 使金属线更好地依附在基底的连接点上, 并使挤碎的“球”的形状均匀。

[0006] 所述目的按本发明通过权利要求 1 的特征得以实现。有利的构造方案由从属权利要求得出。

[0007] 按本发明的超声波换能器包含长形的喇叭状件、配合件、两个压电驱动器和螺钉。配合件借助螺钉固定在喇叭状件上, 设置在超声波换能器的纵轴线两侧的压电驱动器夹在喇叭状件和配合件之间。喇叭状件具有法兰, 此法兰具有至少一个孔口, 用来把超声波换能器固定在引线接合机的接合头上。在超声波换能器中, 在两个压电驱动器用同相的第一交

流电压进行加载时,形成了第一超声波振动,此第一超声波振动与换能器的纵轴线平行;在两个压电驱动器用反相的第二交流电压进行加载时,形成了第二超声波振动,此第二超声波振动与换能器的纵轴线相交。超声波换能器被设计为:

[0008] - 压电驱动器位于第一超声波振动的第一节点中;

[0009] - 压电驱动器位于第二超声波振动的第一波腹中;

[0010] - 法兰位于第一超声波振动的第二节点中;

[0011] - 法兰位于第二超声波振动的第二波腹中;和

[0012] - 法兰的至少一个孔口位于第二超声波振动的第二节点中。

[0013] 如果两个交流电压具有相同的频率和相同的相位,则两个交流电压是同相的。如果两个交流电压具有相同的频率,但具有相反的符号,并且因此它们的相位以  $\pi$  推移,则这两个交流电压是反相的。

[0014] 喇叭状件具有孔口,用来容纳毛细管。这个孔口优选设置在第二超声波振动的第二个波腹中(从喇叭状件的尖端开始测量)。

[0015] 第二超声波振动优选具有至少一个节点,此节点位于螺钉的螺钉头和压电驱动器之间。

[0016] 第二超声波振动优选在配合件具有节点,此节点位于配合件的边缘附近。

[0017] 配合件的宽度优选大于压电驱动器的外边缘与超声波换能器的纵轴线的间隔。

#### 附图说明

[0018] 下面借助实施例和借助附图详细地描述了本发明。这些附图不是按比例画出的。

[0019] 图 1 在俯视图中示出了按本发明的超声波换能器;

[0020] 图 2-5 示出了不同的超声波振动的振幅,它们在是超声波换能器中用相应的交流电压加载时构成的;

[0021] 图 6 示出了毛细管的尖端的路径,其构成了一个利萨如图;和

[0022] 图 7 示出了超声波换能器的控制单元。

#### 具体实施方式

[0023] 图 1 以俯视图示出了按本发明的超声波换能器 1。卡式坐标系统的轴线用 x 和 y 表示。超声波换能器 1 由长形的喇叭状件 2、配合件 3、两个压电驱动器 4、5 和螺钉 6 构成。配合件 3 借助螺钉 6 固定在喇叭状件 2 上,其中压电驱动器 4、5 夹在喇叭状件 2 和配合件 3 之间。因此配合件 3 起拉杆的作用,用来使压电驱动器 4、5 机械地预紧。喇叭状件 2 关于其纵轴线 7 对称。喇叭状件 2 具有法兰 8,此法兰 8 在纵轴线 7 的两侧延伸并且具有孔口 9,用来把超声波换能器 1 固定在引线接合机的图中仅标出的接合头 10 上。喇叭状件 2 在其尖端 11 的附近还具有与图面垂直延伸的孔口 12,毛细管可固定在此孔口 12 中。换能器 1 的整个长度用参考标记 L 来表示,它从螺钉 6 的螺钉头的端部一直到对面的喇叭状件 2 的尖端 11。换能器 1 的喇叭状件 2 的宽度 B(y) 和厚度 D(y) 以及(因而)重量分布都在 y 方向上变化。喇叭状件 2 的前部例如构成为圆锥形。

[0024] 超声波换能器 1 的作用是,使夹在喇叭状件 2 中的毛细管的尖端置身于超声波振动中。超声波换能器 1 是一个振动着的系统,里面所有的部件(不仅仅是喇叭状件 2)都在

振动。按本发明的超声波换能器 1 是这样进行设计的,即两个压电驱动器在第一运转模式下激励喇叭状件 2 超声波振动(即持续的超声波),此超声波振动指向喇叭状件 2 的纵向方向,其中毛细管的尖端也产生与喇叭状件 2 的纵轴线 7 平行的振动。这种超声波振动也可称为纵向振动或持续的纵向波。因为毛细管尖端的振动在 y 方向上延伸,因此在下面把这种模式称为 Y 模式。按照发明的超声波换能器 1 还这样进行设计,即两个压电驱动器在第二运转模式下激励喇叭状件 2 超声波振动(也是持续的超声波),此超声波振动与喇叭状件 2 的纵轴线是相交的,其中毛细管的尖端也产生与喇叭状件 2 的纵轴线 7 相交的振动。这种超声波振动也被称为弯曲振动。因为毛细管尖端的振动在此沿 x 方向延伸,因此在下面把这种模式称为 X 模式。

[0025] 在 Y 模式中,两个压电驱动器 4、5 被加载同相的交流电压,从而它们在 y 方向上总是同时伸展和收缩。在 X 模式中,两个压电驱动器 4、5 被利用反相的交流电压激励,从而当第二压电驱动器 5 在 y 方向上收缩时,第一压电驱动器 4 则在 y 方向上伸展。

[0026] 下面阐述换能器 1 必须具有或优选应该具有的几个特性,利用它们,在换能器 1 的 Y 模式和 X 模式中毛细管端部的振动的振幅都能达到可用于金属线接合的程度。

[0027] 图 2 示出了持续的超声波沿着换能器 1 的纵轴线 7 的振幅  $A_1$ ,其是在 Y 模式中产生的。图 3 示出了持续的超声波沿着换能器 1 的纵轴线 7 的振幅  $A_2$ ,其是在 X 模式中产生的。图 4 示出了 X 模式中的持续的超声波沿着法兰 8 的 x 轴的振幅  $A_3$ 。这个超声波指向 x 轴。图 5 示出了 X 模式中的持续的超声波沿着配合件 3 的 x 轴的振幅  $A_4$ 。在换能器 1 的纵向端部上以及在配合件 3 和法兰 8 的侧面端部上,自然会出现波腹。换能器 1 例如这样进行设计,即 Y 模式的超声波在换能器 1 的纵轴线 7 上具有  $n_1 = 5$  个节点。但节点的数量  $n_1$  也可以是其它的。换能器按本发明还可被设计为:

[0028] A) 压电驱动器 4 和压电驱动器 5 位于 Y 模式的第一节点 13 中(图 2)。压电驱动器 4、5 的中心或一个靠近中心的点优选位于第一节点 13 中;

[0029] B) 压电驱动器 4 和压电驱动器 5 位于 X 模式的第一波腹 14 中(图 3)。压电驱动器 4、5 的中心或一个靠近中心的点优选位于第一波腹 14 中;

[0030] C) 法兰 8 位于 Y 模式的第二节点 15 中(图 2);

[0031] D) 法兰 8 位于 X 模式的第二波腹 16 中(图 3);

[0032] E) 法兰 8 的两个孔口 9 位于 X 模式的侧面节点 17 中(图 4)。

[0033] 特性 A 至 D 可通过下面的措施来达到:

[0034] - 确定 Y 模式的超声波振动的期望频率  $f_y$ 。它典型地是约 125kHz。

[0035] - 确定换能器 1 的长度 L,使得在 Y 模式中出现  $n_1$  个节点。长度 L 主要与频率  $f_y$  和制造喇叭状件 2 和配合件 3 的材料的声速有关。喇叭状件 2 和配合件 3 优选由钛构成。

[0036] - 喇叭状件 2 的宽度  $B(y)$  和(可选地还有)厚度  $D(y)$  是局部变化的,直到找到合适的弯曲振动为止,此弯曲振动的固有频率  $f_x$  位于频率  $f_y$  的附近(即  $|f_x - f_y| \ll f_y$ ),并且此弯曲振动在压电驱动器 4、5 的中心的区域内具有波腹并在 Y 模式的节点的范围具有波腹。此弯曲振动被选为 Y 模式。在此实施例中,足以实现特性 B 和 D 以及条件  $|f_x - f_y| \ll f_y$ 。

[0037] 在法兰 8 中也同样形成了持续的超声波,其中在法兰 8 的端部出现了波腹。位置 x 和称为侧面节点的节点数量与法兰 8 的长度 K 有关。此长度 K 这样来选择,即在 X 模式中

出现至少一个侧面节点,即此实施例中的节点 17(图 4)。特性 E 也可通过适当选择法兰 8 的长度 K 来实现。

[0038] 此外,换能器 1 还可有利地被设计为:

[0039] F) 毛细管的孔口 12 设置在第二个波腹(从喇叭状件 2 的尖端 11 开始测起)中,此波腹在 X 模式中产生且在此处用附图标记 18 表示;

[0040] G) 在 Y 模式中,在螺钉 6 的螺钉头和压电驱动器 4、5 之间出现至少一个节点,例如节点 19(图 2);和

[0041] H) 在 X 模式中,配合件 3 既在中心也在边缘附近具有节点 20(图 5),因此压电驱动器 4、5 的整个面向配合件 3 的表面都在相同的 y 方向上振动,因此(相当于频率  $f_x$ )交替地经受拉力负荷或压力负荷。以这种方式避免所述表面的一部分在 y 方向的正向上运动而所述表面的另一部分则同时在 y 方向的负向上运动。

[0042] 通过相配地选择配合件 3 的长度  $L_c$  和螺钉 6 的从配合件 3 中伸出来的部件的长度  $L_s$ ,来达到特性 G。通过优化配合件 3 的几何形状并因而优化其质量分布,来达到特性 H。在此实施例中,配合件 3 是一个平板,其远离换能器 1 的纵轴线 7 的端部因为这个原因加宽(如图 1 所示的一样)。配合件 3 的宽度  $B_1$  优选大于间隔  $D_1$ ,此间隔  $D_1$  是指压电驱动器 4 或 5 的外边缘与超声波换能器 1 的纵轴线 7 之间的距离。因此配合件 3 从侧面超出压电驱动器 4 或 5。

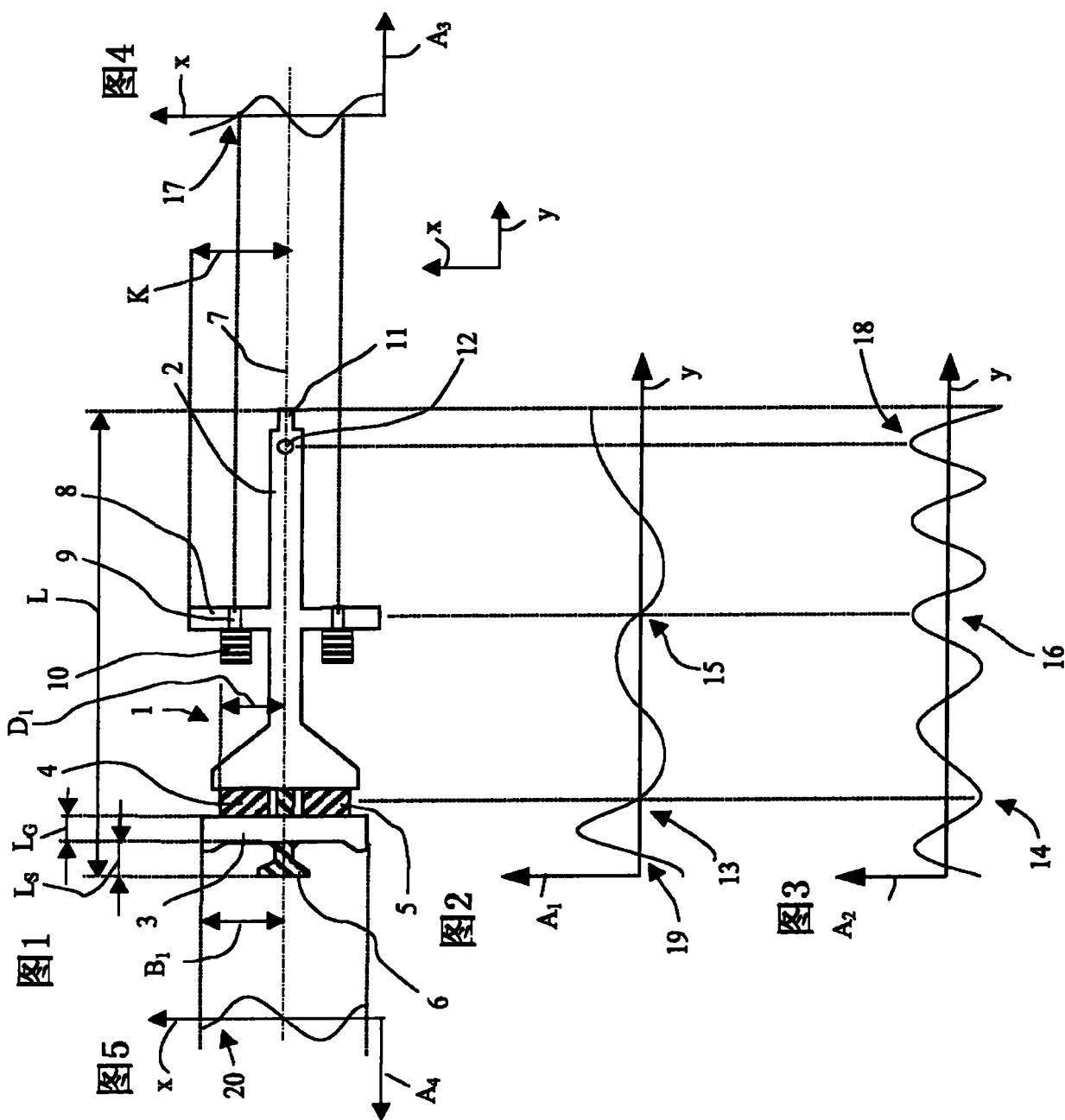
[0043] 按本发明的换能器可在三个模式下运转,即,只在 Y 模式下、只在 X 模式下或在 XY 模式下,在 XY 模式下同时激励了 X 模式和 Y 模式。Y 模式特别适合对在 y 方向上延伸的金属线圈进行接合。X 模式特别适合对在 x 方向上延伸的金属线圈进行接合。XY 模式是一种全新的模式,在这种模式中同时且相互独立地激励 X 模式和 Y 模式。尽管如此,毛细管尖端在 x 方向和 y 方向上的振动的振幅都具有合理的大小,且它们优选大致是一样大的。毛细管尖端在 x 方向和 y 方向上的振动的振幅并不相关,这使毛细管的尖端形成了利萨如图。毛细管的尖端也遵循利萨如路径,此利萨如路径由长方形限定。在图 6 中示出了利萨如路径的例子。

[0044] 图 7 示出了控制电路,此控制电路使超声波换能器 1 能够在上面所述的三个模式中运行。压电驱动器 4、5 的构造是相同的。每个压电驱动器 4、5 都是由多个(典型的是所示的四个或六个或更多)压电元件 21 构成的堆叠,这些压电元件 21 并排地、极化方向交替地堆叠在一起,其中在压电元件 21 之间总是夹着导电的平板 22。压电元件 21 的极化方向通过标记“+”和“-”的顺序来表示。控制电路包含:第一振荡器 23,用来激励 Y 模式;第二振荡器 24,用来激励 X 模式;和变压器 25,其具有初级绕组 26 和次级绕组 27。次级绕组 27 由两个相同的绕组 28 和 29 组成,它们具有共同的输入接头 30 和各自的输出接头 31 或 32。第一振荡器 23 的输出与次级绕组 27 的共同的输入接头 30 相连。第二振荡器 24 的输出与初级绕组 26 的第一接头相连,而初级绕组 26 的第二接头接地。绕组 28 的输出接头 31 与第一压电驱动器 4 的压电元件 21 的负接头相连。绕组 29 的输出接头 32 与第二压电驱动器 5 的压电元件 21 的负接头相连。两个压电驱动器 4 和 5 的压电元件 21 的正接头接地。

[0045] 第一振荡器 23 供应交流电压  $U_1 = U_Y \cos(2\pi f_Y t + \phi_Y)$ ,其中 t 表示时间,  $\phi_Y$  表示相位。第二振荡器 24 供应交流电压  $U_2 = U_X \cos(2\pi f_X t + \phi_X)$ ,其中  $\phi_X$  表示相位。下面的表格示出了在三个所述的模式中压电驱动器 4 和 5 上的交流电压:

[0046]

|       | 压电驱动器 4   | 压电驱动器 5   |
|-------|-----------|-----------|
| Y 模式  | $U_1$     | $U_1$     |
| X 模式  | $U_2$     | $-U_2$    |
| XY 模式 | $U_1+U_2$ | $U_1-U_2$ |





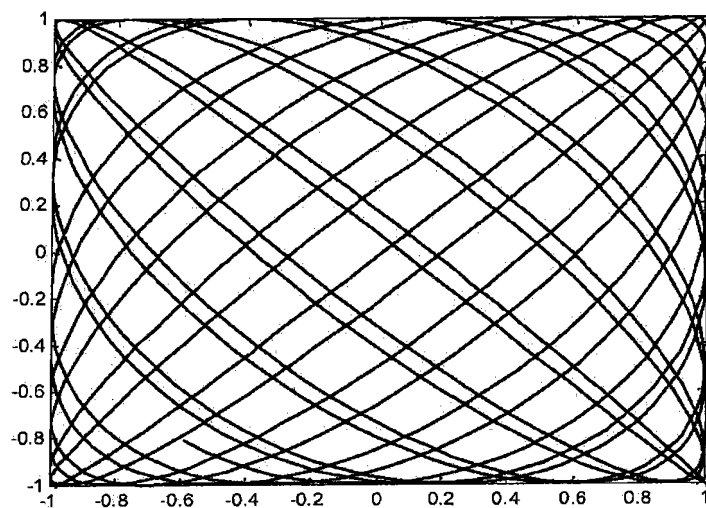


图 6

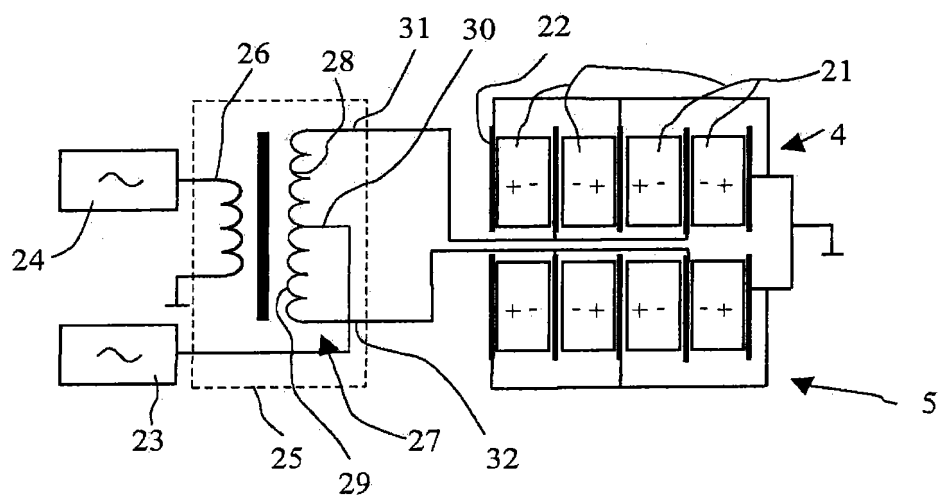


图 7