

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510124751.5

B41J 2/16 (2006.01)  
B23K 1/06 (2006.01)  
B23K 20/10 (2006.01)  
B23K 35/22 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年11月4日

[11] 授权公告号 CN 100556697C

[22] 申请日 2001.1.31

[21] 申请号 200510124751.5

分案原申请号 01800366.4

[30] 优先权

[32] 2000.1.31 [33] US [31] 09/495,071

[73] 专利权人 皮科杰特公司

地址 美国俄勒冈

[72] 发明人 胡·P·勒 侯·P·勒

萨恩·P·勒 林·B·特兰

[56] 参考文献

US5921460A 1999.7.13

US5186378A 1993.2.16

US5748214A 1998.5.5

US5689291A 1997.11.18

US4451541A 1984.5.29

审查员 王 芳

[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 杜 娟

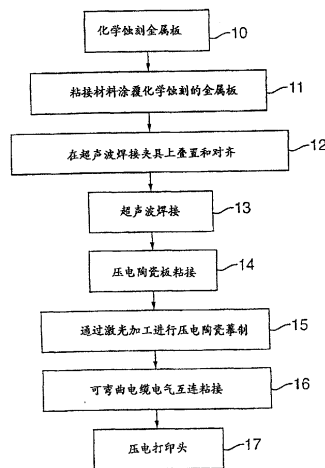
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 7 页

[54] 发明名称

喷墨打印头制造方法

[57] 摘要

一喷墨打印头制造方法，其中多个具有对准的开口的金属表面被超声波焊接以形成内部墨空腔，包括：在相邻金属表面的不同对之间建立粘接材料界面，以形成组装金属叠层；粘接材料界面的建立包括在每对相邻金属表面之间引入粘接材料层，以及将每对中的相邻金属表面定位成面对的关系，它们的开口对准以在金属叠层中形成墨空腔，在每个粘接材料界面处的粘接材料包括包含锡或锡合金的金属成分；把组装金属叠层加热到一个软化但低于每个粘接材料界面处的粘接材料的熔化温度的温度；及在粘接压力下并在超声振动频率下施加超声波力以下时间，该时间足以使在每个粘接材料界面处的粘接材料湿润，并由此加速金属表面的粘接以及防止对准的开口的粘接材料阻塞。



1. 一种喷墨打印头制造方法，其中多个具有对准的开口的金属表面被超声波焊接以形成一个内部墨空腔，包括：

在相邻且面对的金属表面之间建立粘接材料界面，以形成组装金属叠层，所述金属表面具有开口；

粘接材料界面的建立包括在每对相邻金属表面之间引入一个粘接材料层，以及将每对中的相邻金属表面定位成面对的关系，它们的开口对准以在金属叠层中形成一个墨空腔，在每个粘接材料界面处的粘接材料包括包含锡或锡合金的金属成分；

把组装金属叠层加热到一个软化但低于每个粘接材料界面处的粘接材料的熔化温度的温度；及

在一个粘接压力下并且在一个超声振动频率下施加一个超声波力，使在每个粘接材料界面处的粘接材料湿润，并由此在粘接材料不渗出到粘接材料界面之外的情况下加速金属表面的粘接的完成。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中在每个粘接材料界面处的粘接材料包括具有至少70%的重量百分比浓度的锡和作为其他粘接材料的Ni或Au的金属成分。

3. 根据权利要求1所述的方法，其中施加的超声波力的粘接压力在从200psi至600psi的范围内。

4. 根据权利要求3所述的方法，其中施加的超声波力的粘接压力在从400psi至450psi的范围内。

5. 根据权利要求1所述的方法，进一步包括化学蚀刻材料片，以形成具有被粘接成形成金属叠层的金属表面的多个元件。

6. 根据权利要求1所述的方法，其中在每个粘接材料界面处的粘接材料进一步包括从由镍、金、银、钯、铂、铟、锌、铋、铅、铜、镱、及其组合组成的组选择的一种金属。

7. 根据权利要求1所述的方法，其中超声波振动频率在从15kHz至40kHz的范围内。

8. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中每个粘接材料界面包括粘接材料, 该粘接材料是一种软粘接材料成分与一种硬粘接材料成分的组合, 或多个软粘接材料成分的一种组合。

9. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中温度在从 2°C 至 40°C 的范围内。

10. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中施加超声波力会产生有害的振动, 并且进一步包括把组装金属叠层悬挂在弹性支撑上以缓冲由于超声波力的施加而生成的有害振动。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中弹性支撑包括一个弹簧加载夹具。

## 喷墨打印头制造方法

本申请是申请日为2001年1月31日、申请号为01800366.4、发明名称为“微观流体器件和超声波焊接过程”的专利申请的分案申请。

### 技术领域

本发明提供一种通过一种超声波焊接过程制造的压电陶瓷喷墨打印头。更具体地说，本发明提供几种喷墨打印头的改进特征，包括一种使用超声波焊接技术的较成本有效的焊接过程、一种改进的压电陶瓷晶体图案及改进的打印头压电电气触点。而且，本发明提供一种用超声波能量接合金属物体的超声波焊接过程。

### 背景技术

接合金属板一般通过熔焊或钎焊过程进行。然而，这种过程改变物体的表面特征，或者提供能漏出和影响形成物体的过多粘接材料。因此，在先有技术中需要提供一种用来以高精度方式接合金属，特别是金属板，而不泄漏粘合材料或改变表面特性的更好过程。在先有技术中需要改进这种焊接过程，特别是在喷墨打印头的装配中。进行如下本发明以满足这些需要。

喷墨打印是一种非接触点阵打印技术，其中墨滴从一个小孔径直接向介质上的一个规定位置喷射以生成图象。借助于其把液流打散成液滴的机理导致Mingograph的提出，用于模拟电压信号的最初商业喷墨图表记录器之一。在二十世纪六十年代早期，Stanford的Sweet证明，通过把一个压力波施加到一个喷嘴，能把墨流打散成均匀尺寸和间隔的液滴。当控制液滴打断机构时，能选择性地和可靠地把电荷加到液滴上，因为他们由连续墨流形成。充电的液滴当通过一个电场时，偏转到一个用于再循环的沟槽，而那些未充电的液滴能直接飞到介质上以形成一个图象。该过程称作连续喷墨。直到二十世纪七十年代，提出了IBM 4640喷墨打印机作为一种文字处理打印机。

喷墨系统，并且特别是液滴按需喷墨系统，在先有技术中是熟知的。在冲击喷墨背后的原理是墨在墨室中的位移和从墨室通过喷嘴的墨滴的以后喷射。一种驱动器机构用来移动墨室中的黑。驱动器机构典型地包括一个常常称作换能器的致动器，如一种粘接到一个薄隔膜上的压电材料。当把一个电压施加到致动器上时，它试图改变其平面尺寸，但因为它牢固和刚性地固定到隔膜上，所以弯曲发生。这种弯曲移动在墨室中的墨，引起墨经一个进口从墨源向墨室和经一个出口和通路向一个喷嘴流动。一般地，希望采用一种允许多个喷嘴定位在一个密集集合阵列中的几何形状。然而，墨室的排列和墨室对有关喷嘴的联接不是一项简单的任务，特别是在追求紧凑的喷墨打印头时。有效排出墨滴要求致动器的较大尺寸是限制喷墨阵列打印头的集合密度的一个主要问题。

用来增大喷墨阵列集合密度的其他设备和方法采用电致伸缩材料作为致动器。具体地说，美国专利 5,087,930 描述了一种带有一个紧密间隔喷嘴阵列的紧凑喷墨打印头，这些喷嘴从密集集合墨压力室经由偏移室供给。引导到压力室和偏移室的墨供给进口设计成向阵列的喷墨喷嘴提供均匀的操作特性。为了提高压力室的集合密度，引导到压力室和偏移室的墨供给通道定位在压力室与喷嘴之间的平面中。喷墨打印头由多块板组装，特征在于除一块喷嘴限定板之外都通过光摹制和蚀刻过程形成而不需要机加工或其他金属加工。

压力室由采用诸如锆钛酸铅(“PZT”)之类的压电陶瓷的喷墨致动器驱动。要求来自 PZT 致动器的预定机械位移量，以从压力室移动墨并且从喷嘴出去。位移是几个因素的函数，包括：PZT 致动器尺寸、形状、和机械活性值；隔膜尺寸、材料、和厚度；及在致动器与隔膜之间的结合边界条件。

把 PZT 永久地极化以实现机械活性，这种活性取决于极化值以及材料性质。为了极化 PZT，施加一个电场，从而在 PZT 中的磁畴定向成与电场对齐。作为电场强度的函数的极化量是非线性的，并且具有一个饱和值。当除去极化电场时，PZT 磁畴保持对齐，导致称作剩余极化的净极化。PZT 磁畴的对齐引起材料的尺寸变化。一个电场的以后施加引起

关于施加电场强度线性的尺寸变化。

不幸的是，PZT 具有随时间能减小其机械活性的多种性质。例如，在与初始剩余极化相反的方向上施加一个电场能引起极化量的减小。同样，在与极化相反的方向上施加电场的循环变化能积累和连续地降低极化。PZT 具有一种性质，称作居里点，一个在其下在材料中的剩余极化成为零的温度。因为 PZT 材料不完全均匀，所以有一个在其上丢失一些但不是所有极化的温度范围。极化损失不是瞬时的，由此定义一个不应该超过的时间-温度值。

PZT 致动器具有各种形状，包括盘和矩形块。极化保证 PZT 材料是各向异性的，从而对于每种形状定义几个“d”系数，其中每个“d”系数使一种具体尺寸变化与极化的一个具体方向和施加场相关。对于一种典型的盘形致动器，一个普遍采用的“d”系数是“d.sub.-”系数，这是当在极化方向上施加电场时垂直于极化方向的应变的度量。应变显然作为致动器中的径向收缩，因为 d.sub.31 是负的。一个高的 d.sub.31 值指示高的机械活性，并且是希望的以便制成具有高集合密度的有效喷墨阵列。d.sub.31 值的稳定性必须在一个延伸时间段上保持恒定的喷墨性能。

在打印头制造期间保持 PZT 致动器极化由于如下原因是困难的。如果在盘极化之前把盘粘接到一个隔膜上，则当盘极化时，引入显著的永久应变。永久应变可能大得足以使盘断裂，损坏致动器结构。因此，必须在粘接之前极化盘，这因为上述的居里点问题，严重限制在粘接期间允许的时间和温度，由此限制对于诸如有机粘合剂之类的材料的粘接。这样的粘合剂在升高温度下随时间变坏。相变喷墨打印要求升高温度以对于来自打印头的喷射熔化固态墨。相变喷墨性能因此能随时间变化，因为粘合剂变坏。必须也限制电场强度以在一个延长时间段上保持 PZT 材料“d”系数。不幸的是，限制电场强度限制可从致动器得到的机械活性。因此，在先有技术中需要降低喷墨打印头组件的成本和当用粘合剂组装时提供较大的耐久性。

在一种压电陶瓷喷墨方法中，压电陶瓷材料的变形引起在压力室中的墨体积变化，以产生向喷嘴传播的压力波。这种声学压力波克服在小

喷嘴中的粘滞压力损失和来自墨月形面的表面张力，从而墨滴能开始在喷嘴处形成。当形成墨滴时，压力必须足以向记录介质排出液滴。一般地，压电驱动器的变形是在次微米的量级上。为了对于液滴形成具有大得足够的墨体积，压电驱动器的物理尺寸常常比墨孔口大。因而，在先有技术中一直需要小型化压电陶瓷喷墨打印头。

Tektronix 352 喷嘴和 Sharp 48 喷嘴打印头用全部的不锈钢喷射叠层制成。这些喷射叠层由以非常高温粘接或铜焊在一起的多块光化学加工不锈钢板组成。具体地说，Tektronix 叠层在非常高的温度下用金粘接，而 Sharp 叠层在非常高的温度下用金属间镍接合粘接。金属间接合为了设计性能一致性和气密密封要求均匀的厚度，以防止墨向外部或在两个相邻墨通道之间泄漏。焊料(热和通量的问题)和环氧树脂也能用来构造打印头。鉴于增大喷嘴数量、减小其物理尺寸、及喷射多种不同流体的趋势，在先有技术中需要改进在打印头的金属叠层之间的粘接完整性，以便鉴于多种墨成分改进稳定性。使本发明部分满足这种需要。

#### 发明内容

本发明提供一种用于超声波焊接金属表面区域的过程，该过程包括步骤：

(a) 化学蚀刻要粘接的金属表面区域的粘接表面；

(b) 把一个均匀粘接材料涂层涂敷到要粘接的金属表面区域上，其中粘接材料包括一种金属成分，该成分包括锡(Sn)或锡合金和可选择地从由镍(Ni)、金(Au)、银(Ag)、钯(Pd)、铂(Pt)、铟(In)、锌(Zn)、铋(Bi)及其组合组成的组选择的另一种金属；

(c) 把金属表面组装成适当的；

(d) 把组装金属叠层加热到在粘接材料熔化温度下面从 2°C 至 40°C 的温度；及

(e) 在从 200 psi 至 600 psi 的粘接压力范围下在从 15 kHz 至 40 kHz 的超声波振动频率下在至少一秒的持续时间期间施加一个超声波力，由此超声波力将破坏形成在粘合材料界面处的氧化物，并且增大温度以液化粘接材料。

本发明提供了一种喷墨打印头制造方法，其中多个具有对准的开口的金属表面被超声波焊接以形成一个内部墨空腔，包括：在相邻且面对的金属表面之间建立粘接材料界面，以形成组装金属叠层，所述金属表面具有开口；粘接材料界面的建立包括在每对相邻金属表面之间引入一个粘接材料层，以及将每对中的相邻金属表面定位成面对的关系，它们的开口对准以在金属叠层中形成一个墨空腔，在每个粘接材料界面处的粘接材料包括包含锡或锡合金的金属成分；把组装金属叠层加热到一个软化但低于每个粘接材料界面处的粘接材料的熔化温度的温度；及在一个粘接压力下并且在一个超声振动频率下施加一个超声波力，使在每个粘接材料界面处的粘接材料湿润，并由此在粘接材料不渗出到粘接材料界面之外的情况下加速金属表面的粘接的完成。

最好，粘接材料只有锡或是一种具有至少 70% (重量)浓度的锡和作为其他成分的 Ni 的成分。最好，超声波力的频率是 20 kHz，而施加在表面区域上的粘接压力(每平方英寸)是从 400 psi 至 450 psi。更希望，在表面区域上的施加粘接压力近似为 422 psi。

本发明提供这样一种喷墨打印头，该打印头带有具有开口的多块内金属板和两块接合在一起的外板，其中一块第一外板固定到一种压电陶瓷材料上，而一块第二外板是一个孔径板，其中墨通道和凹腔形成在多块内板内，其中诸块板由一个超声波焊接过程焊接在一起。最好，超声波焊接喷墨打印头的过程包括步骤：

(a) 用粘接材料电镀一块蚀刻板以涂覆该板，其中粘接材料具有从 0.76 微米至 7.6 微米的厚度，其中粘接材料包括一种金属成分，该成分包括锡(Sn)或锡合金和可选择地从由镍(Ni)、金(Au)、银(Ag)、钯(Pd)、铂(Pt)、铟(In)、锌(Zn)、铋(Bi)及其组合组成的组选择的另一种金属；

(b) 组装诸块板以便形成一种喷墨打印头夹具；

(c) 把组装金属叠层加热到在粘接材料熔化温度下面从 2°C 至 40°C 的温度；及

(d) 在从 200 psi 至 600 psi 的粘接压力范围下在从 15 kHz 至 40 kHz 的超声波振动频率下在至少一秒的持续时间期间施加一个超声波力，由



此超声波力将破坏形成在粘合材料界面处的氧化物，并且增大温度以液化粘接材料。

最好，板具有从 1.9 微米至 3.2 微米的粘接材料涂层厚度。最好，粘接材料只有锡或是一种具有至少 70% (重量)浓度的锡和作为其他成分的 Ni 的成分。最好，超声波力的频率是 20 kHz，而施加在表面区域上的粘接压力(每平方英寸)是从 400 psi 至 450 psi。更希望，在表面区域上的施加粘接压力近似为 422 psi。

本发明进一步提供具有多种切出压电陶瓷的压电陶瓷图案，每种压电陶瓷借助于一种可膨胀压电陶瓷图案定位，其中切出压电陶瓷处于没有成角拐角的形状，其中压电陶瓷图案由一个包括如下步骤的过程制成：

(a) 借助于编程成在具有一个开始点和一个超越开始点延伸的停止点的一转中跟踪一种没有成角拐角的形状的激光器，切割一块平压电陶瓷板，其中切割过程需要多转；

(b) 使多转的每转的开始点随机化以形成没有成角拐角的切出形状；及

(c) 对于在压电陶瓷图案内没有成角拐角的每个形状重复切割和随机化步骤。

最好，压电陶瓷材料是一种锆钛酸铅。最好，压电陶瓷材料是一块具有从 50 微米至 200 微米，从 75 微米至 125 微米更好，的厚度的板。最好，激光器是一个具有 266 nm 波长的 Nd: YAG 激光器。最好，压电陶瓷进一步包括一根具有在压电陶瓷的切割图案上直接对齐的终端凸缘的可弯曲电缆。更希望，可弯曲电缆包括嵌在聚酰亚胺中的铜导线。

#### 附图说明

图 1 表示本发明的压电陶瓷打印头构造过程的流程图。该过程从借助于光致抗蚀剂掩模生成的多块金属板开始。第一步骤是板的蚀刻而最后是板的打印头叠层的构造。另外，需要把一种对其最终连接一根电缆以控制打印过程的压电陶瓷材料固定到板叠层上。

图 2 表示本发明的压电打印头器件的示意图。具体地说，顶部图片(图 2A)表示具有对于每个控制和墨出口切出的多种压电陶瓷材料的多

通道打印头的顶视图。底部图片(图 2B)表示一种打印头叠层的剖视图,其中有切出的每种压电陶瓷与一个压力室对齐,该压力室在一侧与一个墨出口且进一步与一个墨歧管连通,而在另一侧与一个最终与形成喷嘴的孔连通的墨出口连通。墨歧管、墨进口及墨出口的每一个通过板开口的对齐形成。

图 3 表示一种超声波焊接器件的示意图。一种商用超声波器件包括一个连接到一个升压器上的转换器,该升压器连接到一个超声波焊臂上。这样一种器件借助于覆盖超声波焊臂的聚酰亚胺薄膜的添加、和一个铜垫片进一步改进(如图 3 中所示)。打印头叠层进一步放置到一个在一个加热固定和热电偶顶部上包括一个铍铜垫片的基座上,并且最终借助于一个缓冲振动的弹簧装置悬挂。超声波器件和基座元件都独立地控制。

图 4 表示根据本发明方法把锡用作粘接材料粘接的不锈钢板的 SEM(扫描电子显微镜)照片。右边较暗的部分是在打印头叠层内的一条通道。表示两根细粘接线,这表示厚度较均匀没有粘接材料泄漏到空腔(这能阻碍墨流动)中。

图 5 表示用于激光切割在顶部图片中具有椭圆形状的压电陶瓷图案的示意图。底部图片表示在打印头叠层顶部上的压电陶瓷的剖视图,并且进一步表示通过本发明的激光切割方法在压电陶瓷中的切口的均匀性。

图 6 表示对于相应压电陶瓷接触点的一个可弯曲电缆接触点的粘接。顶部图片表示一种形成打印头的顶部的侧视图,表示(从底部至顶部)打印头叠层、压电陶瓷触点、一种有导电颗粒包含在其内的 Z 轴粘合剂、及带有铜接触“凸缘”的可弯曲电缆。底部图片是类似的视图,只是已经有热和压力施加到可弯曲电缆的顶部,以把铜“凸缘”运动成与具有导电颗粒的压电陶瓷触点直接接触,在 Z 轴进行电接触。

图 7 表示与图 6 类似的视图,不同之处在于它是扫描电子显微镜(SEM)图象,表示在可弯曲电缆中接触打印叠层中的顶部板顶部上的压电陶瓷触点的铜凸缘的直接接触(并且表示下面的压力室)。

具体实施方式

超声波焊接金属表面的过程包括步骤:

(a) 化学蚀刻以且要粘接的金属表面;

(b) 把一个均匀粘接材料涂层涂敷到要粘接的金属表面区域上, 其中粘接材料包括一种金属成分, 该成分包括锡(Sn)或锡合金和可选择地从由镍(Ni)、金(Au)、银(Ag)、钯(Pd)、铂(Pt)、铟(In)、锌(Zn)、铋(Bi)及其组合组成的组选择的另一种金属;

(c) 把金属表面组装成适当的;

(d) 把组装金属叠层加热到在粘接材料熔化温度下面从 2°C 至 40°C 的温度; 及

(e) 在从 200 psi 至 600 psi 的粘接压力范围下在从 15 kHz 至 40 kHz 的超声波振动频率下在至少一秒的持续时间期间施加一个超声波力, 以密封所有直接板对板触点, 由此超声波力将破坏形成在粘合材料界面处的氧化物, 并且增大温度以液化粘接材料。

最好, 粘接材料只有锡或是一种具有至少 70% (重量)浓度的锡和作为其他粘接材料表面的 Ni 的锡合金成分。最好, 超声波力的频率是 20 kHz, 而施加在表面区域上的粘接压力(每平方英寸)是从 400 psi 至 450 psi。更希望, 在表面区域上的施加粘接压力近似为 422 psi。

该过程通过得到金属板开始。金属板或具有金属表面的元件最好由一种不锈钢或其合金制成。不锈钢(合金)的例子包括不锈钢、铝、铍铜、钛、及以下的合金(例如黄铜)。关于在图 1 的顶部上描述的过程, 第一步是化学蚀刻表面(10)。通常称作化学浸蚀加工、光蚀刻、或化学蚀刻的光化学蚀刻过程, 是一种使用化学制品而不是使用诸如冲模之类的“硬切割加工”消去片或带状金属部分的方法。在蚀刻过程中, 一个完全去油污的金属片在两侧都用光致抗蚀剂覆盖。把希望图案用照相法施加到片的两侧上。然后使片通过一个蚀刻机, 其中未保护的、不想要的部分由一种蚀刻剂(如氯化铁)除去, 留下制成部分。宽范围的材料能化学蚀刻, 包括不锈钢、多种其他钢、铜、铝、镍、及其合金。

第二步使一种粘接材料涂覆到蚀刻表面(11)上。粘接材料由一种软焊材料或硬焊材料制成。软焊材料是一种具有至少 70%锡(重量)和 30%或更少(重量)从由 Bi、Pb、Cu、In、Zn、Ag、Sb、及其组合组成

的组选择的一种金属的金属成分。硬焊材料是一种具有从由 Ni、Pd、Au、Ag、Pt 及其组合组成的组选择的一种金属的金属成分。带有一种软焊材料的金属表面能“粘接”到一个带有一种软焊材料或一种硬焊材料的金属表面上。然而，带有硬焊材料的金属表面不能粘接到也带有一种硬焊材料的金属表面上。例如，在打印头叠层的情况下，最好使在叠层中带有软焊材料的板与带有硬焊材料的板交替。况且，要涂覆的一个具体板或物体能例如在一侧带有一种软焊材料而在另一侧带有一种硬焊材料。把粘接材料涂覆到金属表面或板上由标准技术实现，如电镀、溅射、离子镀、物理蒸汽沉积、浸渍(液态粘接材料)、或包层。最好，对于金属板采用的过程是电镀或溅射或两者。

第三步组装诸板或物体(12)，并且把他们放置在一个超声波焊接夹具上，如图 3 中所示的一种。在对于喷墨打印头的情况下，对齐是重要的以生成内部墨通道和空腔。

施加一个超声波力(13)，以便气密地密封所有板对板或金属表面触点以密封和形成墨通道和触点。该过程的优点在于，粘接材料不会渗出到通道和空腔中。超声波力由一个带有一个致动器、转换器、升压器及超声波焊臂的超声波焊接设备(图 3)施加。最好，焊接设备是来自 Branson Ultrasonic Corp., Danbury, CT 的 9001 W Series 焊机。这样的器件通常用来焊接热塑性零件。致动器包括一个基座、柱及刚性机架，该机架装有一个转换器、升压器及焊臂组件。致动器经常包含一个气动携带机构，以降低和升高把压力施加到工件(叠层)上的转换器/升压器/焊臂组件。来自一个电源的 20 kHz 电信号经常施加到转换器或换能器元件上。这把高频电振荡转换成在与电气振动相同的频率下的机械振动。转换器的核心是一个锆钛酸铅限制性元件。当经受交变电压时，元件膨胀和收缩，导致好于 90% 的能量转换。升压器是一个铝或钛的谐振半波部分。它安装在转换器与焊臂之间，并且为较大刚性的叠层安装提供一个夹持点。升压器设计成在与其一起使用他们的转换器相同的频率下谐振。升压器通常安装在轴向运动的节(最小振动)点处。这种安装使能量损失最小，并且防止声发射到支撑柱中。

振幅是焊臂形状的函数，这大部分由要组装的零件的尺寸和形式确定。升压器可以用来改进经焊臂施加到零件上的振动振幅。焊臂通常为一种专门用途选择。每个焊臂是一个把必需的压力施加到要组装的零件上的半波部分。它也把超声波振动从转换器传递到工件。焊臂依据其轮廓是阶梯的、锥形的、指数状的或悬链线状的。焊臂的形状改变增益因数。焊臂可以由钛合金、铝或钢制成，钛是最佳的。铝焊臂通常是镀铬或镍或硬涂覆。

另外，图 3 表示用于过程的某些焊机定制。具体地说，添加一个聚酰亚胺薄膜以保护焊臂。也添加顶部钹铜垫片以保护焊臂免受振动，并且添加底部钹垫片以保护下部平台夹具。一个加热夹具控制温度，并且把要粘接的叠层加热到刚好在粘接材料的熔化温度以下。当粘接一个复杂物体并且提供非常紧密的公差时，如喷墨打印头，有缓冲振动的弹簧。

超声波力取决于要粘接的面积。对于一平方英寸的表面面积，应该使用从 200 磅至 600 磅，最好从 400 磅至 450 磅，的力。在面积与力之间有一种线性关系。超声波振动振幅从 10 微米至 200 微米，最好从 20 微米至 50 微米。振动振幅是运动的距离(下和下)，最好在 20 kHz 的振动频率下。超声波力对粘接材料的作用是破坏氧化层，并且“湿润”粘接材料以在已不施加力时增强粘接。粘接材料通过一个固化过程硬化。

另外，控制要粘接的金属表面叠层的温度。锡在 232°C 下熔化，而锡成分的合金通常具有更低的熔化温度。因而，最好有一个加热夹具存在以帮助软化粘接材料，如图 3 中所示。最好，加热元件在粘接材料的熔化温度下从 2°C 至 40°C 的温度下加热要粘接的金属元件叠层。最好，粘接温度是在粘接材料的熔化温度下从 5°C 至 30°C。超声波力施加从 1 秒至 10 秒。最好，超声波力施加从 4 秒至 7 秒。

图 4 表示在象不锈钢板之间和一种仅有锡成分的软焊材料与一种诸如这里例 1 中描述的 Ni 之类的硬焊材料之间的典型粘接。这表示在诸如不锈钢板之类的金属表面之间精确形成粘接的过程的优点。

本发明提供一种带有多块板的喷墨打印头，这些板带有当叠置时形成压力室、墨进口、墨歧管、墨出口及在底板中的一个墨出口的切出开

口(见例如图 2)。叠层包含粘合到板叠层上的两块外板, 其中一块顶部外板固定到一个压电晶体上(如这里描述的那样), 而一块底部外板是一块带有一个墨喷嘴(非常小直径的孔)的孔径板。板叠层在多块内板内形成墨通道和空腔。板最好由不锈钢或其合金制成, 并且具有从  $25\ \mu\text{m}$  至  $250\ \mu\text{m}$ , 最好从  $50\ \mu\text{m}$  至  $200\ \mu\text{m}$ , 的厚度。最好, 板通过超声波焊接过程粘接在一起。

本发明提供一种特别适于工业用途的喷墨打印头, 如在折皱纸、金属、陶瓷、塑料及玻璃上打印。超声波粘接技术的使用提供一个显著低制造成本的优点。例如, 通过使用环氧树脂粘接或不锈钢板的高温铜焊制成的打印头的每个喷嘴的估计生产成本近似从 1.50 美元至 3.00 美元。相反, 当使用超声波粘接过程时, 打印头每个喷嘴的近似生产成本是从 0.50 美元至 1.00 美元。

要知道由于其高铬含量最困难的是粘接不锈钢。而不锈钢(由于没有锈蚀特性)是一种用于工业打印头的最佳材料。不能使用助焊剂, 因为助焊剂是强酸性的, 并且设计成与氧化物起反应, 但也留下难以清除的腐蚀性残余物。因此, 已经开发了各种环氧树脂技术来粘接不锈钢板。然而, 这样一种环氧树脂方法混乱、不均匀(对于喷墨打印头的精度必须均匀)、及在组装的劳动力成本方面是昂贵的。例如, 图 4 表示在金属板与一个相邻通道区域之间的粘接线的扫描电子显微镜照片。应该注意, 没有来自粘接材料的泄漏或混乱。

生成打印头的一种方法使板涂有一种粘接材料, 如象锡和锡合金之类的软金属。一种用来涂覆板的过程例如是通过电镀。其他涂覆方法包括例如溅射、物理蒸汽蒸发、离子镀、浸渍、包层或能用来提供粘接材料的一个薄涂层的其他技术。涂覆板组装成一个带有用于压电陶瓷图案的固定的和用于用来射出墨滴的孔径的适当外板的打印头。跨过板叠层施加一个超声波力(顶部至底部)以密封诸板。超声波力起破坏在粘接材料界面(定义为相邻板会合的区域)处的氧化物的作用, 并且增大在板内的温度以液化粘接材料。一旦除去超声波力和降低温度, 粘接材料就硬化成在板之间的一个均匀层, 并且粘接到板上以把板粘接在一起。因而, 形

成打印头。

在本发明中的微观流体器件(喷墨打印头)能够分配要求精确液滴体积和/或位移的流体。核心用途是在喷墨打印、化学(药品、试剂等)分配、及分析系统方面。发明的超声波粘接过程能应用于诸如倒装封装和其他电子组装过程之类的其他用途。

本发明进一步提供一种具有多种切出压电陶瓷晶体的压电陶瓷图案,每种压电陶瓷晶体借助于一种可膨胀压电陶瓷图案定位,其中切出压电陶瓷晶体处于没有成角拐角的形状,其中压电陶瓷图案由一个包括如下步骤的过程制成:

(a)借助于编程成在具有一个开始点和一个超越开始点延伸的停止点的一转中跟踪一种没有成角拐角的形状的激光器,切割一块平压电陶瓷板,其中切割过程需要多转;

(b)使多转的每转的开始点随机化以形成没有成角拐角的切出形状;  
及

(c)对于在压电陶瓷图案内没有成角拐角的每个形状重复切割和随机化步骤。

最好,压电陶瓷材料是一种锆钛酸铅。最好,压电陶瓷材料是一块具有从50微米至200微米,从75微米至125微米更好,的厚度的板。最好,激光器是一个具有266nm波长的Nd:YAG激光器。

本发明提供一种用来使单位表面面积的压电陶瓷晶体数量最大的装置,其中每种晶体与单个喷墨通道相对应。就是说,压电陶瓷晶体的集合密度影响打印头尺寸的减小。这与当前用在商业新产品中的直线切出图案设计不同。压电陶瓷晶体在电激励期间膨胀和收缩,并且不能干扰相邻压电陶瓷晶体;否则不正确的墨喷射将产生。况且,如步骤14所表示的(图1),每个压电陶瓷晶体直接定位并粘接到在每个压力腔(形成在不锈钢板空洞内的打印头空腔内)的顶部上,以实现导致喷射墨滴的有效变形。这种定位问题进一步通过形成压电陶瓷图案的压电陶瓷板的激光切割本质复杂化。如步骤15所表示的(图1),激光器以均匀速度跨过切割图案运动其光束,以便在陶瓷中实现均匀切割。依据陶瓷栅格的厚度,

激光器在开始点和停止点处切割一个比它在运动时深的孔。把一块 100 微米厚 PZT 压电陶瓷板切成清晰图案需要 28 遍(往返行程)(激光器设置在 2 kHz 下, 脉冲功率是 200 毫瓦, 扫描速率为 10 毫米/秒)。最好激光器是、ESI 型 4420(Laser Micromaching Systems, Electro Scientific Industries, Inc., Portland, OR)。较新的激光器型号更强大例如 ESI 5150), 并且能扫描高达 500 毫米/秒, 导致较快的处理时间。因此, 该过程沿椭圆轨道引起激光的开始和停止点的随机化, 以使开始孔点沿这样一条轨道随机化。通过“没有成角拐角”, 指示具有没有任何角的弯曲, 但可能有直线区域。具有直线切割图案的压电陶瓷晶体将具有一个成角拐角(在变形期间积累应力)和一种限制的压电陶瓷图案集合密度。

典型 PZT (锆钛酸铅)材料对于压电喷墨打印头用途是有用的, 如下面比较的那样:

性质	Motorola <sup>(1)</sup> 3203	Sinoceramics <sup>(2)</sup> 5B23D	Sumitomo <sup>(3)</sup> SPEM-5C
压电常数 <sup>(4)</sup> , $d_{31}$ (X10-12 C/N)	-260	-210	-210
耦合系数 <sup>(5)</sup> , $K_p$	69	62	60
居里温度 <sup>(6)</sup> , $T_c$ (°C)	260	300	315
密度 <sup>(7)</sup> , $d$ (g/cm <sup>3</sup> )	7.7	7.6	7.85

注意:

(1) Motorola Ceramic Product Division (Albuquerque, New Mexico, U.S.A.)

(2) Sinoceramics, Inc. (中国上海)

(3) Sumitomo Metal Industries, LTD. (日本东京)

(4) 压电陶瓷 d 常数是每单位面积产生电荷与施加的力的比值, 并且以库仑/牛顿表示



(5) 耦合系数定义为响应电输入积累的机械能量的量，反之亦然。

(6) 材料的晶体结构在居里温度下从压电(非对称)向非压电(对称)形式变化。居里温度以摄氏度表示。

(7) 材料的密度表示为物体质量与其体积的比值。

因此，压电陶瓷栅格结构由于椭圆结构的较低应力将导致改进的对时间依赖性，并且由于栅格图案导致较高密度。较高密度又导致较密打印头和较低的制造成本。

压电陶瓷图案进一步包括一个放置在压电陶瓷晶体上的导电膜，其中导电膜通过在每个压电陶瓷晶体的一个固定区域上的热和压力熟化，并且包括一种在其内有导电颗粒的粘合剂。更希望，压电陶瓷晶体进一步包括一根具有在经导电颗粒进行电气连接的压电陶瓷晶体的切割图案上直接对齐的终端凸缘的可弯曲电缆。更希望，可弯曲电缆包括嵌在聚酰亚胺中的铜导线。

当前打印头通过回流焊料或导电环氧树脂把电流连接到压电陶瓷晶体的表面上。这样的技术是劳动密集的(用手焊接或涂敷环氧树脂)，并且由密度限制，因为人力仅能经眼手配合工作到一定尺寸。本发明生成一种定义的压电陶瓷晶体图案，如这里描述的那样。在该图案上并且代替焊料或导电环氧树脂)放置的是 Z 轴导电膜(由 3M、日立和其他制造)，如图 6 中所示。导电膜由在固定面积上的热和压力熟化。一根可弯曲电缆(把电流传送到每个压电晶体并且导向打印头)带有与每个起作用压电陶瓷晶体对齐的终端凸缘。如步骤 16 所表示的(图 1)，Z 轴膜允许单次连接而不短路(比如，如果不适当地涂敷焊料或导电环氧树脂，则将发生)，并且进行对于粘合到压电晶体上的可弯曲电缆的连接(图 6)。如步骤 17 所表示的(图 1)，扫描电子显微镜照片(图 7)表示在由导电膜连接的压电陶瓷晶体上对齐、和进一步在打印头叠层内的压力室上对齐的终端凸缘。

### 例子

该例子表示一种使用本发明过程的最佳喷墨打印头的尺寸和组件。化学蚀刻板涂覆有在一种由锡电镀制成的“软”粘接材料至一种由镍电镀制成的“硬”粘接材料之间交变的粘接材料。每个零件列在下面的表中。

<u>零件名</u>	<u>厚度(微米)</u>	<u>特征尺寸(微米)</u>	<u>粘接材料</u>
隔膜	50.8		硬
压力室	152.4	宽度(W)101.6× 长度(L)1270	软
进口	101.6	W 254×L 1016	硬
歧管 1	203.2	W 2540×L 17780	软
歧管 2	203.2	W 2540×L 17780	硬
歧管 3	203.2	W 2540×L 17780	软
歧管 4	203.2	W 2540×L 17780	硬
出口	203.2	直径 508	软
喷嘴	76.2	直径 50	硬

喷嘴直径是 20  $\mu\text{m}$  至 75  $\mu\text{m}$ ，最好 30  $\mu\text{m}$  至 50  $\mu\text{m}$ 。喷嘴板最好通过 EDM (电火花加工) 由不锈钢制成。粘接过程参数是一个 422 磅的粘接力(在一平方英寸的板上)、使叠层加热到 215°C、5 秒的超声波粘接时间及在 20 kHz 的超声波频率下的 28  $\mu\text{m}$  振动振幅。

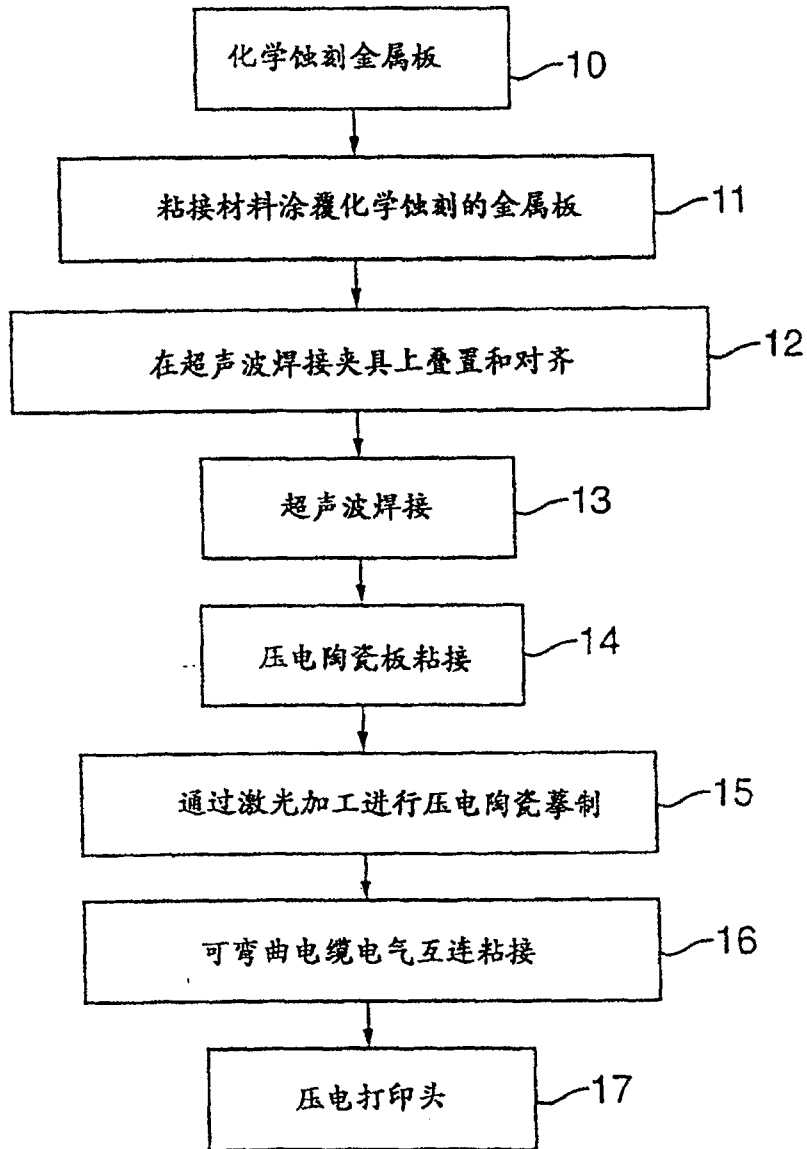


图 1

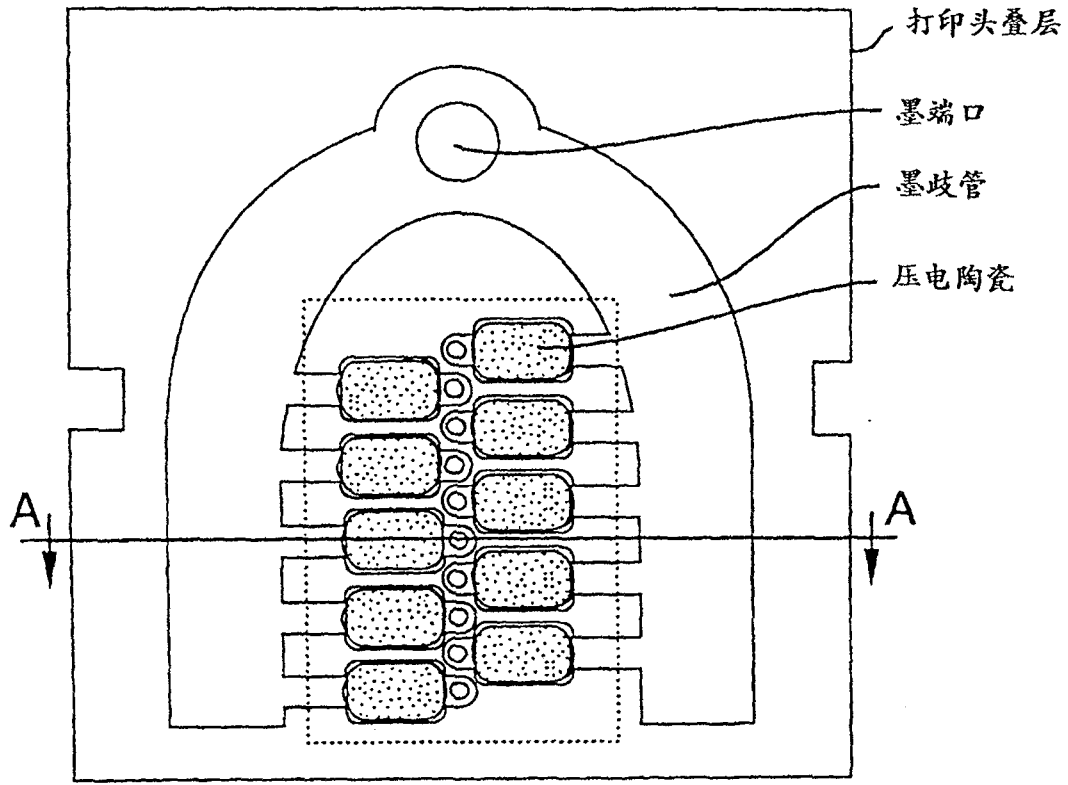


图 2A

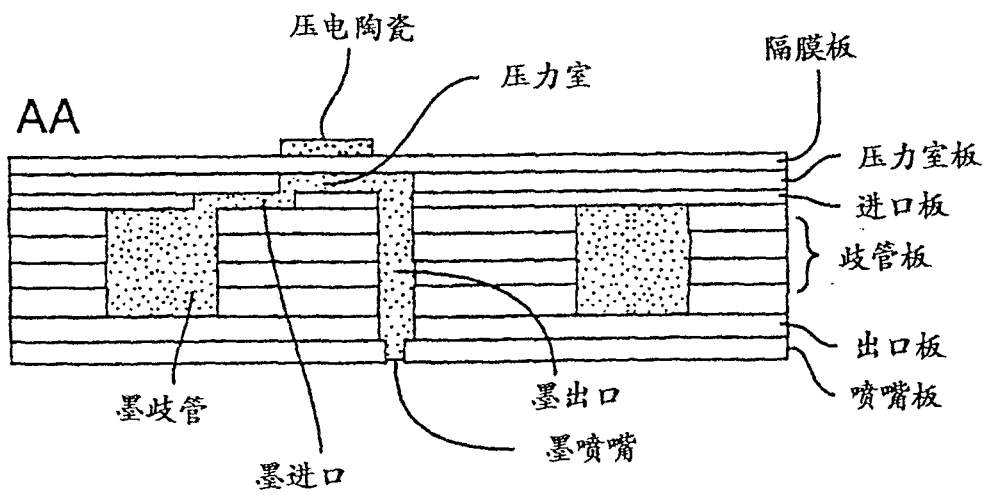


图 2B

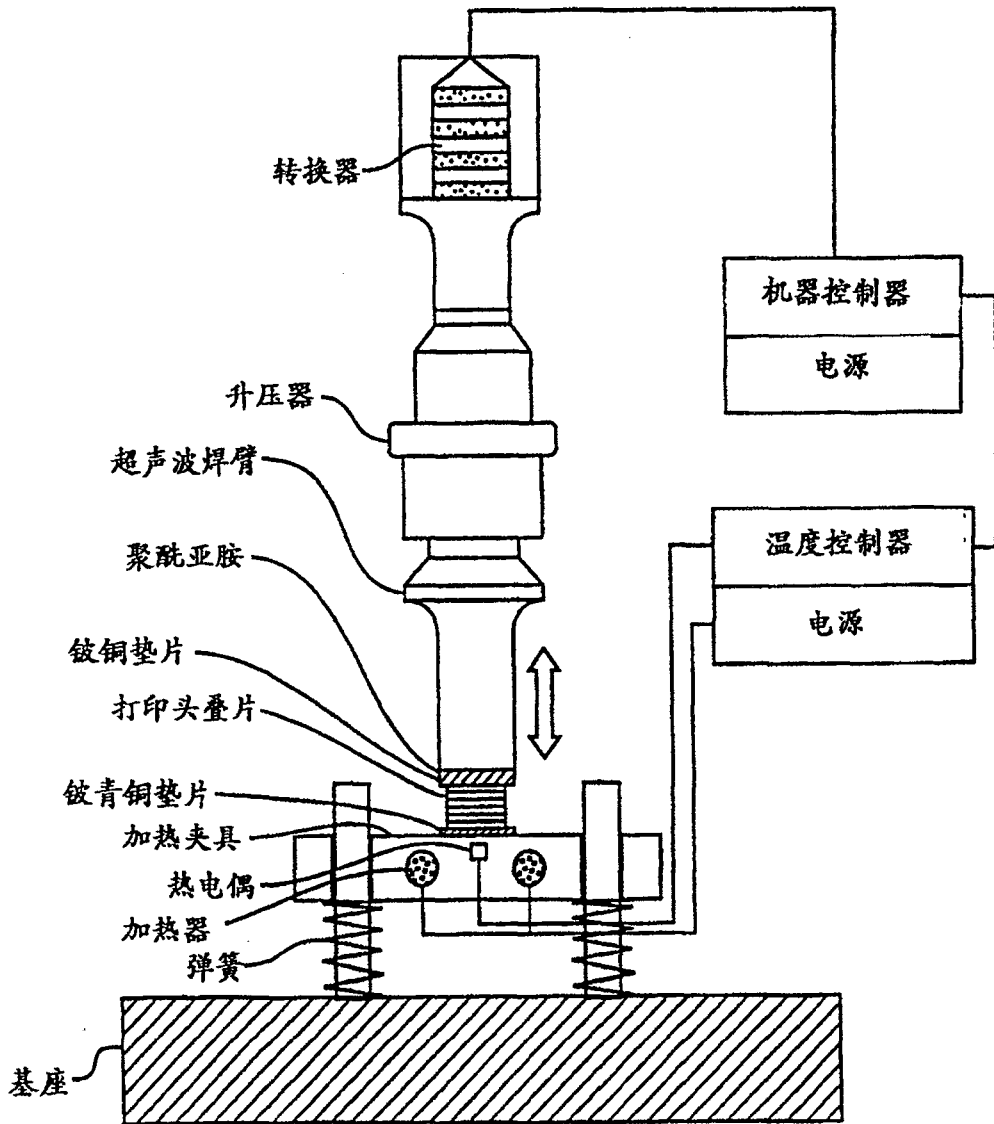


图 3

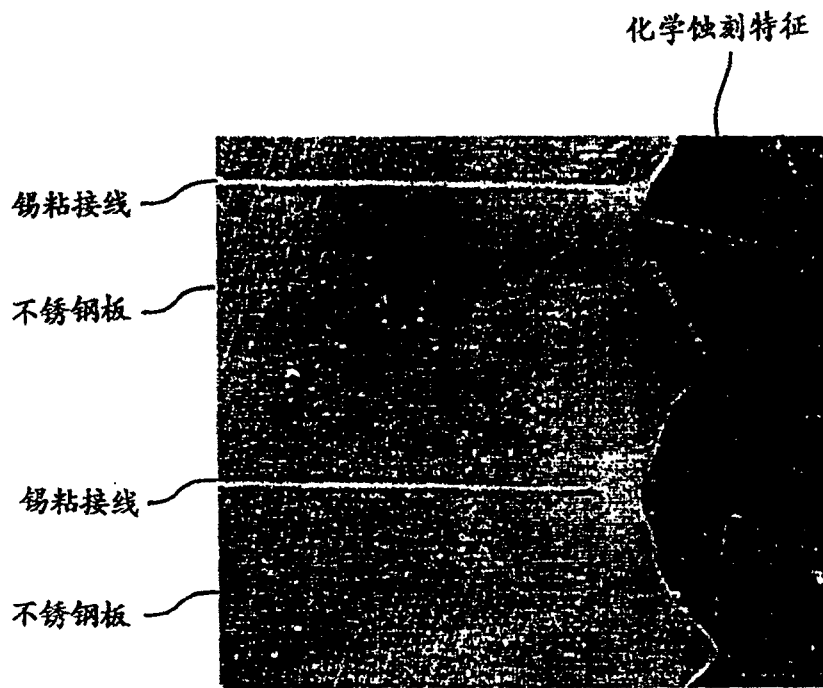


图 4

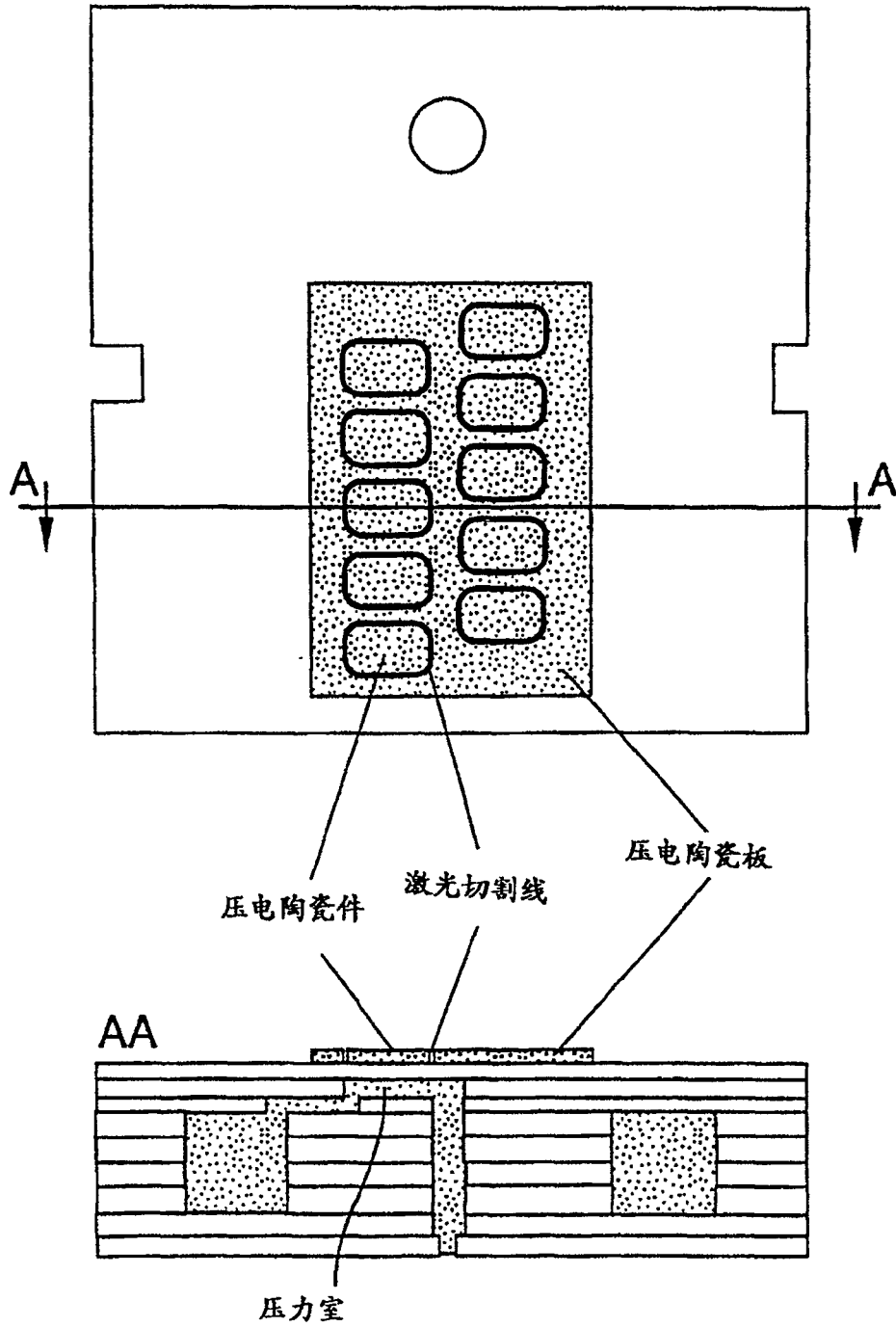
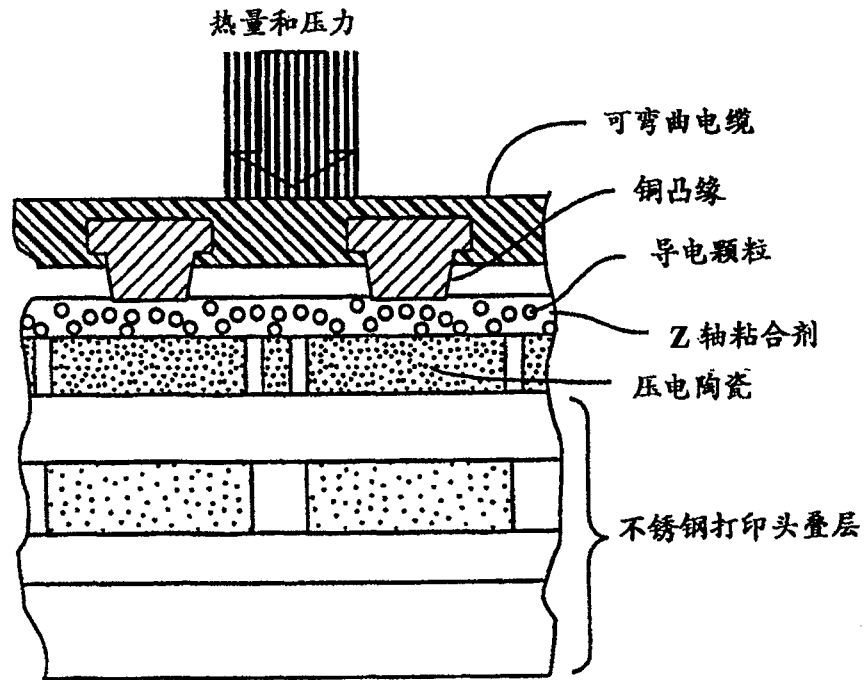
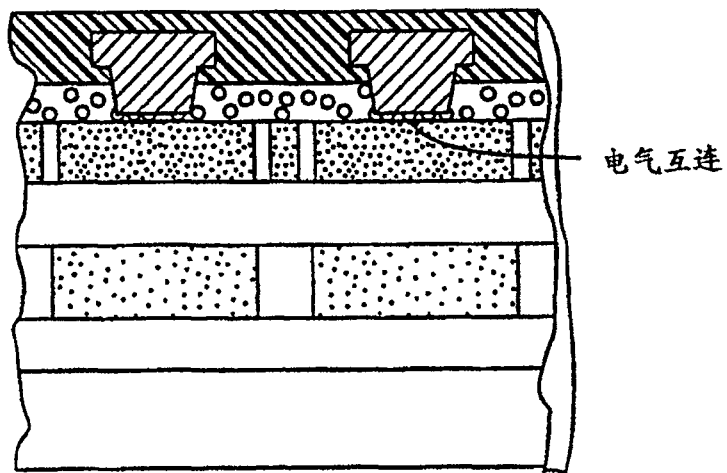


图5



A



B

图6



