



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103522760 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 22

(21) 申请号 201310472552. 8

(22) 申请日 2007. 04. 03

(30) 优先权数据

0606685. 6 2006. 04. 03 GB

(62) 分案原申请数据

200780011767. 2 2007. 04. 03

(71) 申请人 XAAR 科技有限公司

地址 英国剑桥郡

(72) 发明人 保罗·雷蒙德·特鲁里

斯蒂芬·坦普尔

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 党晓林

(51) Int. Cl.

B41J 2/14(2006. 01)

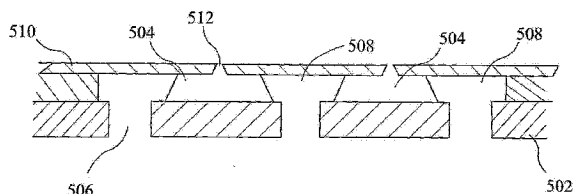
权利要求书1页 说明书6页 附图12页

(54) 发明名称

液滴喷射装置

(57) 摘要

本发明涉及一种液滴喷射装置,该装置包括一系列流体腔室,每个流体腔室均由一对通过一定腔室壁间距相互分隔开的相对的可致动的腔室壁限定,并与用于喷射液滴的喷嘴流体连通,所述相对的可致动的腔室壁包括压电材料并在被施加电场时以V型构造的剪切模式变形,其中所述腔室壁的顶部和底部以相反方式变形;盖件,该盖件接合至所述可致动的腔室壁的边缘,从而密封所述腔室的顶部,该盖件具有盖件厚度,所述喷嘴形成在所述盖件中;其中,所述盖件的厚度小于 $150\mu\text{m}$,并且其中所述盖件基本由聚合物形成。



1. 一种液滴喷射装置,该装置包括:

一系列流体腔室,每个流体腔室均由一对通过一定腔室壁间距相互分隔开的相对的可致动的腔室壁限定,并与用于从所述流体腔室喷射液滴的喷嘴流体连通,所述相对的可致动的腔室壁包括压电材料并在被施加电场时以 V 型构造的剪切模式变形,其中所述腔室壁的顶部和底部以相反方式变形;

盖件,该盖件接合至所述可致动的腔室壁的边缘,从而密封所述腔室的顶部,该盖件具有盖件厚度,所述喷嘴形成在所述盖件中;

其中,所述盖件的厚度小于 $150\ \mu\text{m}$,并且其中所述盖件基本由聚合物形成。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述盖件远离所述腔室延伸而界定流体歧管区域。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其中各腔室均设有流体入口和流体出口,使得在使用过程中流体能够沿着各腔室的长度流动。

4. 根据权利要求 3 所述的装置,还包括用于在使用所述装置的过程中提供通过各腔室的恒定流体流动的部件。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的装置,还包括与各腔室的所述流体入口连通的入口歧管,以及与各腔室的所述流体出口连通的相对的出口歧管。

6. 根据权利要求 5 所述的装置,其中所述盖件远离所述腔室延伸而界定所述入口歧管并远离所述腔室延伸而界定所述出口歧管。

7. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述盖件的厚度小于 $100\ \mu\text{m}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述盖件的杨氏模量小于 100GPa 。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的装置,其中所述盖件由聚酰亚胺形成。

10. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的装置,其中所述盖件由聚醚醚酮形成。

11. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的装置,其中所述盖件由光刻胶材料形成。

12. 根据权利要求 11 所述的装置,其中所述光刻胶材料为 SU-8。

液滴喷射装置

[0001] 本申请是申请日为:2007年4月3日、申请号为:200780011767.2 (PCT/GB2007/001228)、发明名称为“液滴沉积装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于液滴沉积装置的部件,更具体地涉及一种用于液滴沉积装置的盖件。本发明尤其适合用于按需喷墨印刷领域。

背景技术

[0003] 一种已知的喷墨打印头构造使用压电致动元件在流体喷射腔室内产生并操纵压力波。为了可靠运行并保持足够的液滴喷射速度,必须在该腔室中产生最小压力,通常大约为1巴。应理解,为了产生这样的压力,腔室必须展现适当的刚度(或者说顺性不足)。因此,流体腔室的顺性是腔室设计的一个重要标准,之前已经提出了大量的技术方案将流体喷射腔室的顺性保持为最小。

[0004] 例如,EP0712355描述了一种提供低顺性粘接接合的粘结工艺。W002/98666提出了一种喷嘴板,其具有复合结构以提高刚度同时仍然允许精确的喷嘴成形。

[0005] 在已知的压电致动器构造中,在一块压电材料的表面中并排形成一系列细长通道。然后将一盖板附接至该表面以封闭通道,还附接喷嘴板,在喷嘴板中形成有用于流体喷射的孔口。该喷嘴板可覆盖在盖板上,此时孔口贯通喷嘴板和盖板形成通到下方的通道。该构造因喷嘴形成于通道的侧面而被称为“侧喷射”。还公知在所谓的“端部喷射”构造中将喷嘴板附接于通道的端部。

[0006] EP-A-0277703和EP-A-0278590描述了一特别优选的打印头布置,其中在腔室壁的相对两侧的电极之间施加电场,导致压电壁以剪切模式变形并对通道内的墨加压。在该布置中,位移通常约为50纳米,且可以理解的是,由于通道的顺性而引起的通道尺寸的相应变化将导致加压的快速损失,性能相应地下降。

发明内容

[0007] 本发明人发现,令人惊讶的是在某些布置中,可以容忍腔室中的顺性,甚至该顺性可能是有利的。

[0008] 在第一方面中,本发明提供一种液滴沉积装置,该装置包括一排流体腔室,每个流体腔室由一对相对的腔室壁限定,并与用于喷射液滴的喷嘴流体连通;以及柔顺的盖件,该盖件接合至所述腔室壁的端部,从而密封所述腔室的一侧,其中盖件厚度与腔室壁间距之比小于等于1:1。

[0009] 优选的是,所述盖件的杨氏模量小于等于 $100 \times 10^9 \text{N/m}^2$ 。

[0010] 该构造提供一种柔顺的盖件,并与以最大化通道刚度为共同目标的先前教导成鲜明对比。

[0011] 优选的是,喷嘴形成在所述盖件中。该布置提供的优点在于喷嘴与通道直接连通,

而不是通过盖板孔。这又导致流体从腔室向喷嘴的流动阻力降低,已发现减小的阻力会补偿由于通道顺性增大导致的任何性能损失。

[0012] 本发明的第二方面提供一种液滴沉积装置,该装置包括:一系列流体腔室,每个流体腔室均由一对相对的腔室壁限定,并与用于喷射液滴的喷嘴流体连通;和盖件,该盖件接合至所述腔室壁的边缘,从而密封所述腔室的一侧;其中盖件厚度与腔室壁间距之比小于等于1:5,并且其中该盖件的杨氏模量小于等于 $100 \times 10^9 \text{N/m}^2$ 。

[0013] 通过对“侧喷射”和“端部喷射”的打印头实施的实验,令人惊奇地发现可利用小于 $150 \mu\text{m}$ 的盖厚度而不会明显影响喷射性能。已知的致动器通常使用 $900 \mu\text{m}$ 左右的厚度以保证在现有技术中教导的必要顺性不足。

[0014] 因此,本发明第三方面提供一种液滴沉积装置,该装置包括:一系列流体腔室,每个流体腔室均由一对相对的腔室壁限定,并与用于喷射液滴的喷嘴流体连通;和盖件,该盖件接合至所述腔室壁的边缘,从而密封所述腔室的一侧;其中该盖件的厚度小于 $150 \mu\text{m}$ 。

[0015] 优选的是,盖件厚度小于 $100 \mu\text{m}$,再优选地小于 $75 \mu\text{m}$,更优选地小于 $50 \mu\text{m}$,进一步优选地小于 $25 \mu\text{m}$ 。

[0016] 优选的是,盖件厚度大于 $6 \mu\text{m}$,再优选地大于 $8 \mu\text{m}$,更优选地大于 $10 \mu\text{m}$ 。

[0017] 本发明的第四方面提供一种液滴沉积装置,该装置包括:至少一个流体腔室;柔顺的盖件,该盖件界定所述至少一个腔室,并带有至少一个喷嘴;所述腔室在电致动时容量发生变化,从而致使流体通过所述喷嘴从所述腔室喷射;其中所述盖件的厚度等于或者接近一值,该值产生流体喷射所必需的最小致动电压。

[0018] 与引起流体喷射所必需的最小致动电压的厚度相比,所述盖件的厚度大于该厚度的程度优选不超过 $75 \mu\text{m}$,再优选地不超过 $50 \mu\text{m}$,更优选地不超过 $25 \mu\text{m}$ 。

[0019] 通过根据本发明的教导实现最小致动电压,借助于制造工艺的简单变化可提高压电材料的寿命,因而可提高打印头的寿命。实际上,所使用的柔顺材料本身就可简化制造工艺。

[0020] 在某些实施方式中,盖件的最小厚度与使用的材料关系密切,并且与该材料能够获得的厚度关系密切。于是,在某些实施方式中,与引起流体喷射所必需的最小致动电压的厚度相比,所述盖件的厚度低于该厚度的程度优选不小于 $50 \mu\text{m}$,再优选地不小于 $20 \mu\text{m}$,更优选地不小于 $10 \mu\text{m}$ 。

[0021] 所述腔室优选包括压电元件以在致动时实现容量变化,并且虽然优选的是该致动元件不同于该盖件,但是该盖件也可以布置成致动元件。

[0022] 在流体连续流动通过通道的情况下可发现本发明更进一步的优点。通过省去盖板,通过通道的流动穿过紧邻的喷嘴入口,从而喷嘴携带灰尘或气泡的可能性降低。此外,在贯通相对薄的构件形成喷嘴的情况下,对于指定的喷嘴直径,喷嘴从入口到出口的长度缩短。当在喷嘴出口吸入气泡时,那么这些气泡更有可能被通过通道的流动去除。

[0023] 在使用金属盖件或者金属复合物盖件的实施方式中,可构想低于 $10 \mu\text{m}$,甚至低于 $5 \mu\text{m}$ 的厚度。

[0024] 优选的是,所述盖件延伸过所述腔室的端部以界定流体歧管区域,这种单件式构造在简化构造方面提供了明显优势。

[0025] 以这样的方式,同一部件在致动时起保持通道中的压力的作用,而且还因其顺

性而在歧管区域起衰减器的作用。这一衰减因此可紧邻残余声波占优势的腔室设置。盖件可设置成离开该腔室更远,即盖件的跨度可设置成更大,从而可相应实现更大的衰减。这能有效地缓冲例如在墨供应中产生的压力脉冲。

[0026] 因此,本发明的再一方面提供一种液滴沉积装置,该装置包括:一系列流体腔室,每个流体腔室均与用于喷射液滴的喷嘴流体连通;和柔顺的盖件,该柔顺的盖件布置成界定所述腔室,其中该柔顺的盖件还远离所述腔室延伸而界定流体歧管区域。

[0027] 本发明的实施方式将采用由不同材料形成的盖件。本发明的优点在于由于不需要高刚度,因而可采用杨氏模量相对较低的材料。聚合物或塑料材料有利于简化制造。喷嘴能够相对容易地通过激光烧蚀或通过光刻法形成在这种材料中。更优选的材料是聚酰亚胺和 SU-8 光刻胶。SU-8 特别有利,因为它是溶解可处理的,并且能通过旋转涂敷而形成厚度仅为几微米的层。PEEK (聚醚醚酮)由于其高耐热性及化学降解性和优异的机械性能,也同样可被使用。

[0028] 因此,本发明的再一方面提供一种制造液滴沉积装置用的部件的方法,该方法包括:设置其上形成有多个腔室壁的柔顺的基底部件;在该柔顺的基底上形成导电印制线以提供至形成在所述腔室壁上的电极的电连接。

[0029] 在实施方式中,该柔顺的基底可以是柔性电路板,且在其上形成的导电印制线有利地用于将腔室壁连接至驱动电路。

[0030] 本发明的又一方面提供一种液滴沉积装置,该装置包括:与用于喷射液滴的喷嘴流体连通的至少一个流体腔室;和柔顺的盖件,该盖件界定所述至少一个腔室;所述腔室在致动时容量发生变化,从而致使流体从所述腔室通过所述喷嘴喷射;其中所述盖件整体由聚合物形成。

[0031] 优选的是所述盖件的厚度小于 $100\ \mu\text{m}$,再优选地小于 $50\ \mu\text{m}$,更优选地小于 $20\ \mu\text{m}$ 。

附图说明

[0032] 以下将参照附图以实施例方式描述本发明,其中:

[0033] 图 1 和图 2 表示现有技术中的“端部喷射”构造。

[0034] 图 3 和图 4 表示现有技术中的“侧喷射”构造。

[0035] 图 5、图 6 和图 9 示出了本发明的实施方式。

[0036] 图 7a、7b 和图 8 示出了根据本发明一些方面的致动器的致动电压盖件厚度的变化。

[0037] 图 10a、10b 示出了根据本发明的一个实施方式的脉冲响应特性。

[0038] 图 11 示出了根据本发明一些方面的致动器的致动电压随盖件厚度及杨氏模量的变化。

具体实施方式

[0039] 图 1 以立体分解图示出了结合有以剪切模式操作的压电壁致动器的喷墨打印头。该喷墨打印头包括安装在电路板 12 上的由压电材料制成的基底 10,仅示出了电路板 12 的显示出连接印制线 14 的部分。在基底中形成多个细长的通道 29。在组装期间粘结到底基

10 的盖件 16 示出为位于其组装位置上方。在该打印头的基底附近还示出了喷嘴板 18, 该喷嘴板中形成有多个喷嘴(未示出)。喷嘴板 18 通常是在外表面上涂覆有低能表面涂层 20 的聚合物片。

[0040] 图 1 所示的盖件 16 由与基底部件 10 热匹配的材料形成。一种方案是采用与基底所采用的类似的压电陶瓷, 这样当将盖件粘结到基底时会使粘结层的界面中产生的应力最小化。在盖件中形成窗口 32, 其提供用于将液态墨供应到通道 29 中的供应歧管。盖件从窗口开始到通道前缘的前部在粘结到通道壁的顶部时决定有效通道长度, 该有效通道长度控制喷射墨滴的容量。

[0041] W095/04658 公开了图 1 和图 2 中的打印头的制造方法, 并指出接合基底和盖件的粘结剂优选形成为具有低顺性, 这样就可明显抑制致动器壁在固定至盖件 16 之处的转动和剪切。应理解的是, 为抑制这类运动, 盖件本身必须显著刚硬。

[0042] 图 2 示出了在组装之后平行于通道穿过图 1 的布置剖取的剖视图。每个通道均包括前部和后部, 前部相对较深以提供被具有共面的均匀顶面的对向致动器壁 22 分开的多个墨通道 20, 后部相对较浅以提供用于连接印制线的部位 23。前部和后部由通道中的“退刀”部连接, 该“退刀”部的半径由用于形成通道的切削盘的半径决定。通过胶粘层将喷嘴板 18 附接到打印头主体上, 随后利用紫外准分子激光烧蚀在喷嘴板中形成喷嘴 30, 图 2 中示出了这之后的喷嘴板 18。图 1 和 2 的布置因喷嘴位于通道的端部而通常称为“端部喷射”布置。

[0043] 在操作中, 通道壁以剪切模式变形并在歧管 27 附近产生声波。这些波沿着通道的长度传播到喷嘴 30, 在该处引起液滴喷射。

[0044] 希望以这种“端部喷射”构造堆叠若干相同的致动器结构以形成平行的多排喷嘴。根据本发明的教导, 通过减小盖件 16 的厚度可将盖件的顺性降低到公知极限以下。这就允许致动器更加靠近地堆叠, 从而在打印方向上增大喷嘴的密度, 因而提高打印头的打印速度。

[0045] 图 3 和图 4 取自 W003/022585, 图 3 示出了现有技术的可选打印头构造, 其被称为“侧喷射”。在压电构件 28 中形成的沿排列方向细长的一系列通道被具有孔 29 的盖件 26 封闭。喷嘴板附接于盖件, 喷嘴 30 与孔 29 连通。在这种布置中, 公知具有双端部通道, 墨从歧管区域 32 供应并从位于通道 28 中途的喷嘴 30 喷射。这样, 流体从通道的侧面喷射。在入口歧管 32 和两个出口歧管 34 之间(在该图中只有一个可见)建立连续流动。

[0046] 通常利用金刚砂圆锯在一块压电陶瓷特别是 PZT 中锯出通道。PZT 被极化成与通道的纵向垂直并平行于通道界定壁的表面。以适当的方法在壁的两侧上形成电极, 并通过电连接器将这些电极连接到驱动器芯片(未示出)。当在壁的相对两侧的电极之间施加电场时, 壁以剪切形式变形从而向通道中的墨施加压力。这一压力变化导致在通道中产生声压力波, 正是这些压力波导致液滴喷射, 即所谓的声喷射。

[0047] 图 4 是根据图 3 中的原理操作的打印头的立体剖视图。喷嘴板 24 粘结于盖件 26, 该盖件进一步粘结至细长的压电构件 28 的形成有喷射通道的上表面。盖件具有连接喷嘴 30 (图 4 中未示出)和喷射通道的直边缘端口 29。墨从形成于基底部件 36 中的歧管 32、34 流过通道。歧管 32 起流体入口作用, 流体甚至在打印过程中流过两个压电构件 28 的通道, 歧管 34 起流体出口作用。尽管描述了带有单个入口和两个出口的两列通道, 但是能够使流

体连续流过通道列的多种可选构造也是可行的,例如可仅利用单列通道。

[0048] 如 W003/022585 中指出的,尽管盖件为喷嘴阻塞的一个成因,但是其用于为喷嘴提供结构稳定性。该文献同样教导了孤立使用喷嘴板往往会引起刚度不足而不能在致动时无挠曲地保持腔室中的压力。

[0049] 图 5 示出了根据本发明的一个方面的布置。基板 502 设有两排压电通道 504。位于基板中的孔 506 提供往返歧管区域 508 的墨通道。通道和歧管区域在顶部被盖件 510 封闭。可看出盖件相对较薄,由聚酰亚胺制成。喷嘴 512 形成于盖板中,与通道 504 直接连通。形成声波的致动方法如以上所述。在扫描方向与盖件平面平行的情况下,由打印头的扫描引起的加速有利地不会倾向于使柔顺的盖件变形。

[0050] 图 6 是图 5 的布置沿通道剖取的视图。可以看出虽然基底 602 与通道间距相比较厚,但盖件 610 的厚度小于通道间距。在致动时,壁元件 614 如虚线所示以 V 型构造变形。这种致动方法在 EP0277703 中有详细描述,这里不作详述,仅指出由于壁的顶部和底部以相反方式变形,所引起的施加到盖件上的应力减小。

[0051] 图 7a、7b 示出了图 5 和 6 中所示的致动器的操作电压对盖件厚度的曲线图。图 7a 绘出了致动器初始具有 100 μm 厚的聚酰亚胺盖件的结果,在根据传统技术优化后,该致动器以 6m/s 的速度操作,每次液滴(sub-drop)输送 4p1,这需要 22.6V 的驱动电压。从该起点开始,盖件厚度变化并且所需电压重新优化以在该厚度保持 6m/s 的喷射速度。图 7b 示出由合金 42 (镍 / 铁合金) 制造的盖件的等同曲线图。

[0052] 从这两个曲线图中可见,虽然数值针对不同盖件材料发生变化,但是曲线形式相同,即实现可靠喷射所必需的操作电压在相应最优厚度值处最小。

[0053] 曲线图的形式由盖件厚度对效率的两种相反影响决定。第一种影响是盖件厚度减小导致流过喷嘴的阻力减小,从而提高喷射效率。第二种影响是盖件厚度减小降低通道的顺性,从而降低喷射效率。这两种影响的组合产生了就致动电压而言最佳的厚度。在显著低于该厚度的值处,低通道顺性占优势,效率锐减。在大于该厚度的值处,喷嘴阻力上升显著,效率同样下降。

[0054] 图 8 是图 5 和图 6 所示的致动器的最优操作电压对盖件厚度的曲线图。图 8 显示即使当针对给定盖件厚度而优化其他致动器参数以提供最小操作电压时,该曲线图再次在最优盖件厚度 T^* 处呈现出最小电压(尽管不太好限定)。

[0055] 因此存在优选的厚度值范围。因为曲线图的不对称性,小于最优厚度的 10% 甚至 20% 的厚度是有利的,而超过最优厚度 25% 甚至 50% 的厚度也会在优选范围之内。

[0056] 图 9 示出了本发明的呈端部喷射构造的实施方式。这里 PZT 制成的主体 710 形成有通道 720。柔顺的盖件 722 封闭通道的顶部,喷嘴板 724 粘结至该组件的端部。在所述主体中设有孔 726,用于将墨供应到歧管区域 728。该布置因此可视为是图 2 中所示的更传统的端部喷射构造的倒置型式,其中柔顺构件 722 有效形成基底,其上设置通道和歧管结构。驱动电子器件 730 可以设在柔顺构件 722 上,其可以是柔顺的电路板,带有印制线以与通道电极电连接。

[0057] 图 10a、10b 示出了端部喷射致动器的模拟响应曲线。图 10a 示出使用厚压电盖件的脉冲响应曲线,而图 10b 示出厚度为 50 μm 的聚酰亚胺盖件的等同脉冲响应。

[0058] 可以看出尽管对于聚酰亚胺盖件来说,曲线向着更长的采样时间偏移,电压向上

偏移,但是曲线形式基本相同,特别是接近 $0.3\mu\text{s}$ 左右的正常操作区域。

[0059] 在组装好的打印头中,通道的长度决定了声波沿通道传播的时间,因而限制相继喷射之间的时间,也就是打印头的操作频率。为了以期望的频率驱动打印头,通道长度因此必须保持在固定范围内。通道宽度和喷嘴间距紧密相关,从而与打印头可实现的分辨率紧密相关。于是,由于通道的长度和宽度由操作参数和制造参数决定,因而可假定它们为恒定。

[0060] 因此,盖件的顺性实际上由盖件的厚度和杨氏模量决定。

[0061] 图 11 表示图 5 和图 6 中所示的致动器的最优操作电压对盖件的厚度和杨氏模量的曲线图。杨氏模量的五组数据分别对应于聚酰亚胺(4.8GPa)、铝(70GPa)、PZT(110GPa)和镍(230GPa),这些都是盖板构造中经常使用的材料。图 11 示出即使杨氏模量改变时,获得最小致动电压的盖件厚度也仍然大致恒定地保持在 10 至 15 微米之间。在已知的打印头致动器中,盖件厚度为 900 微米,因而在 5 至 150 微米之间的厚度都会在最小化致动电压方面展现显著的改进。

[0062] 尽管这里参照聚酰亚胺和 SU-8 作为盖件的合适材料,但是本领域技术人员应该理解可以使用能形成薄膜的多种聚合物、金属和合金。可以有利地采用柔性电路板材料,特别是其中在制造过程中形成电印制线的情况下。

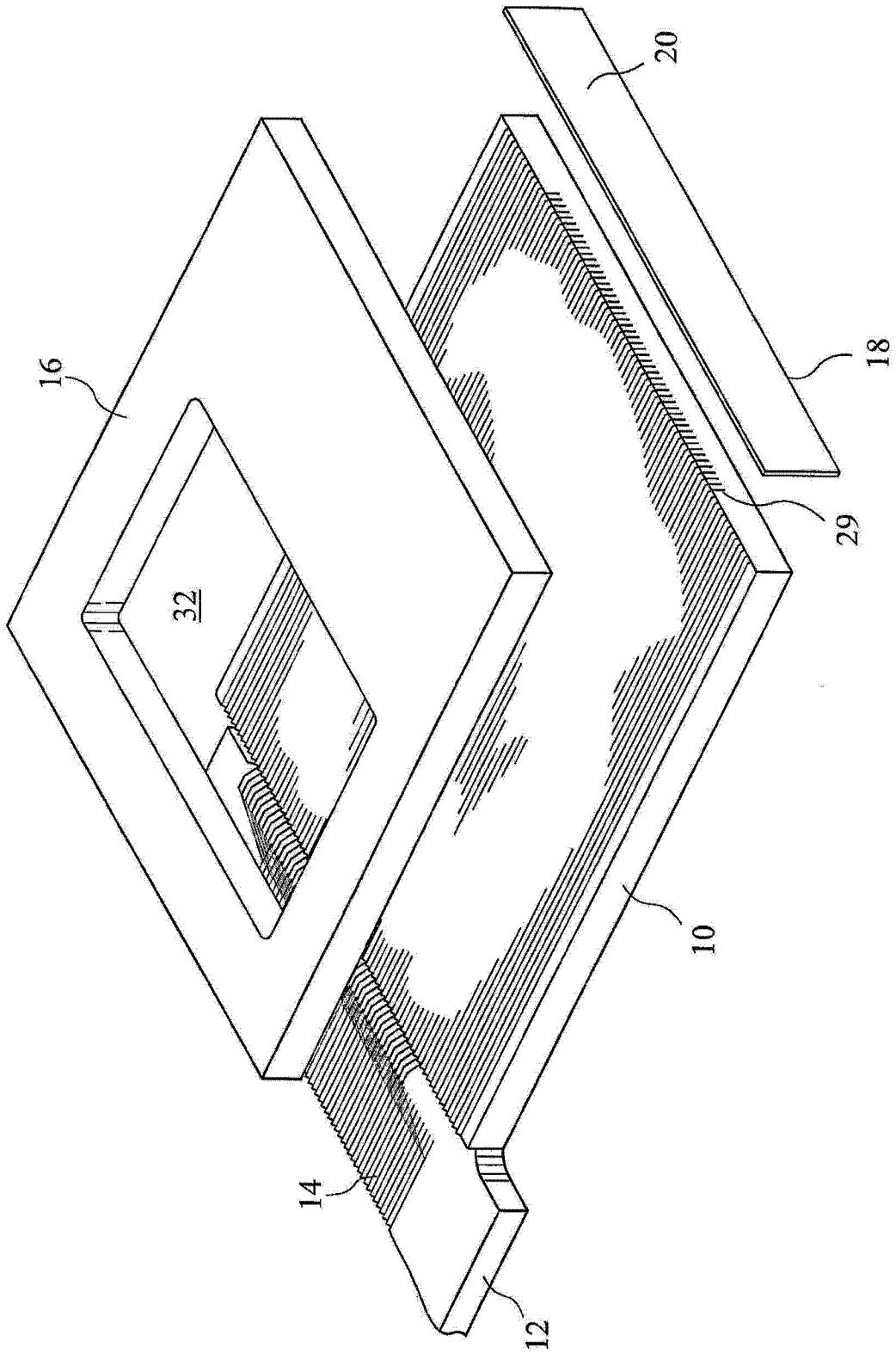


图 1

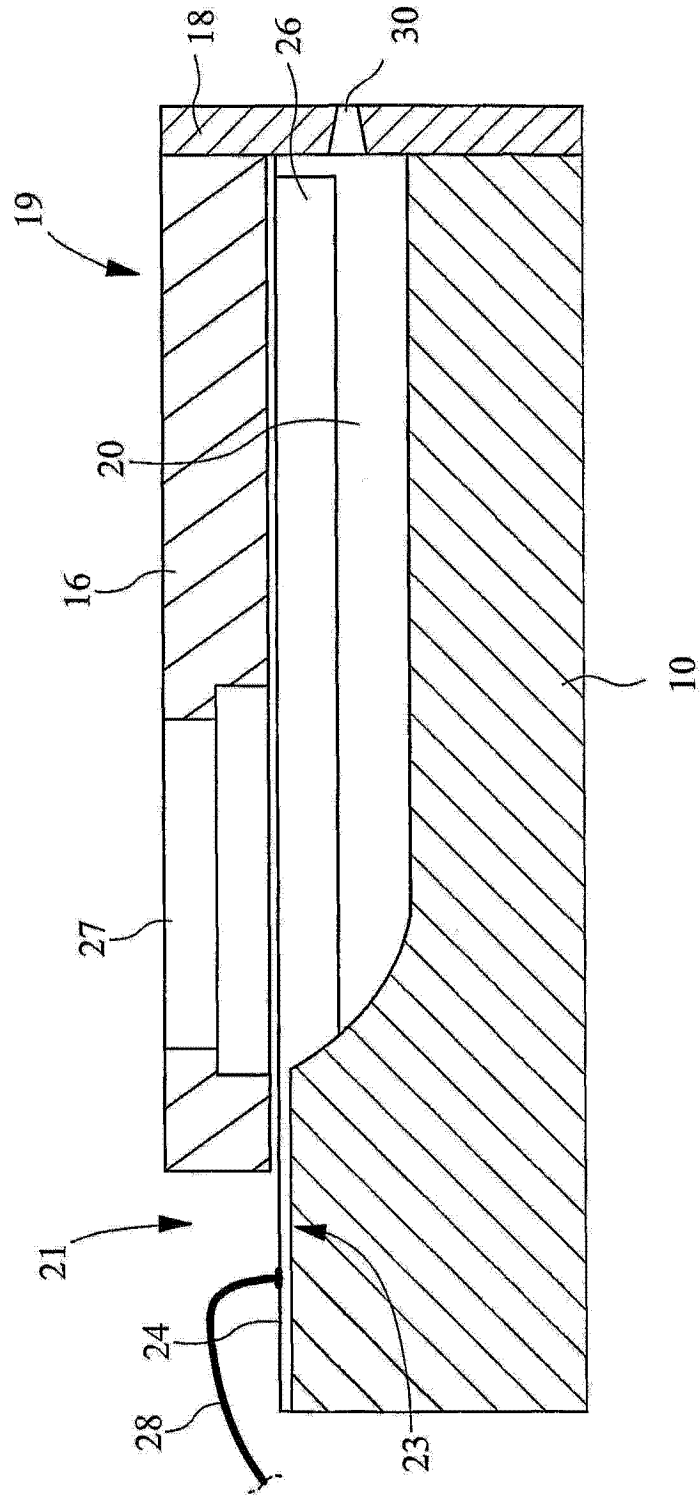


图 2

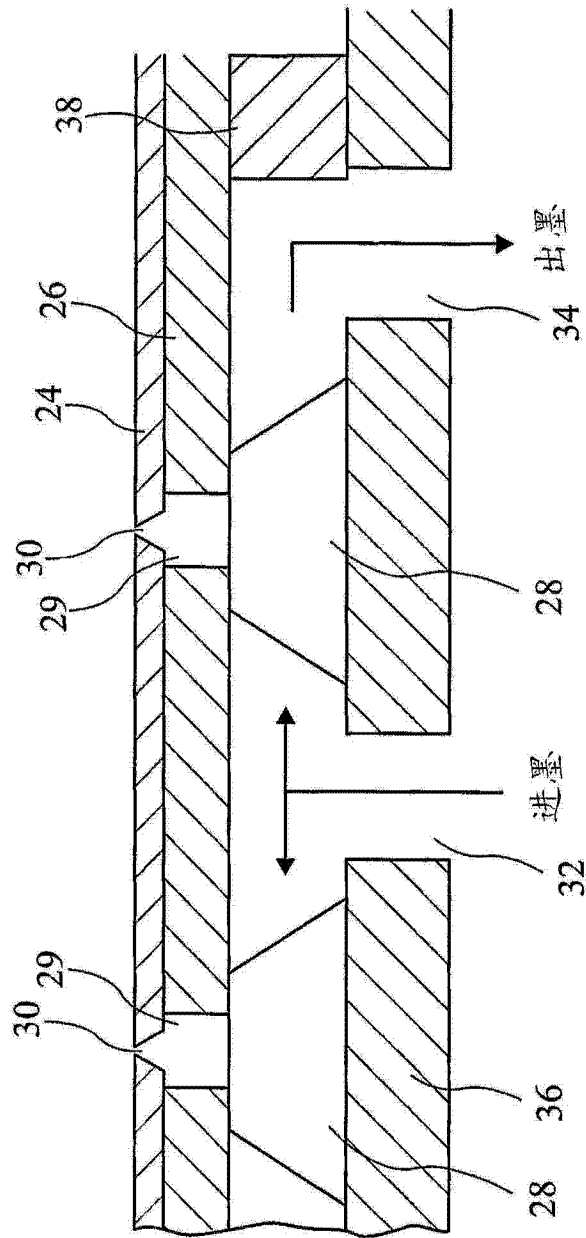


图3(现有技术)

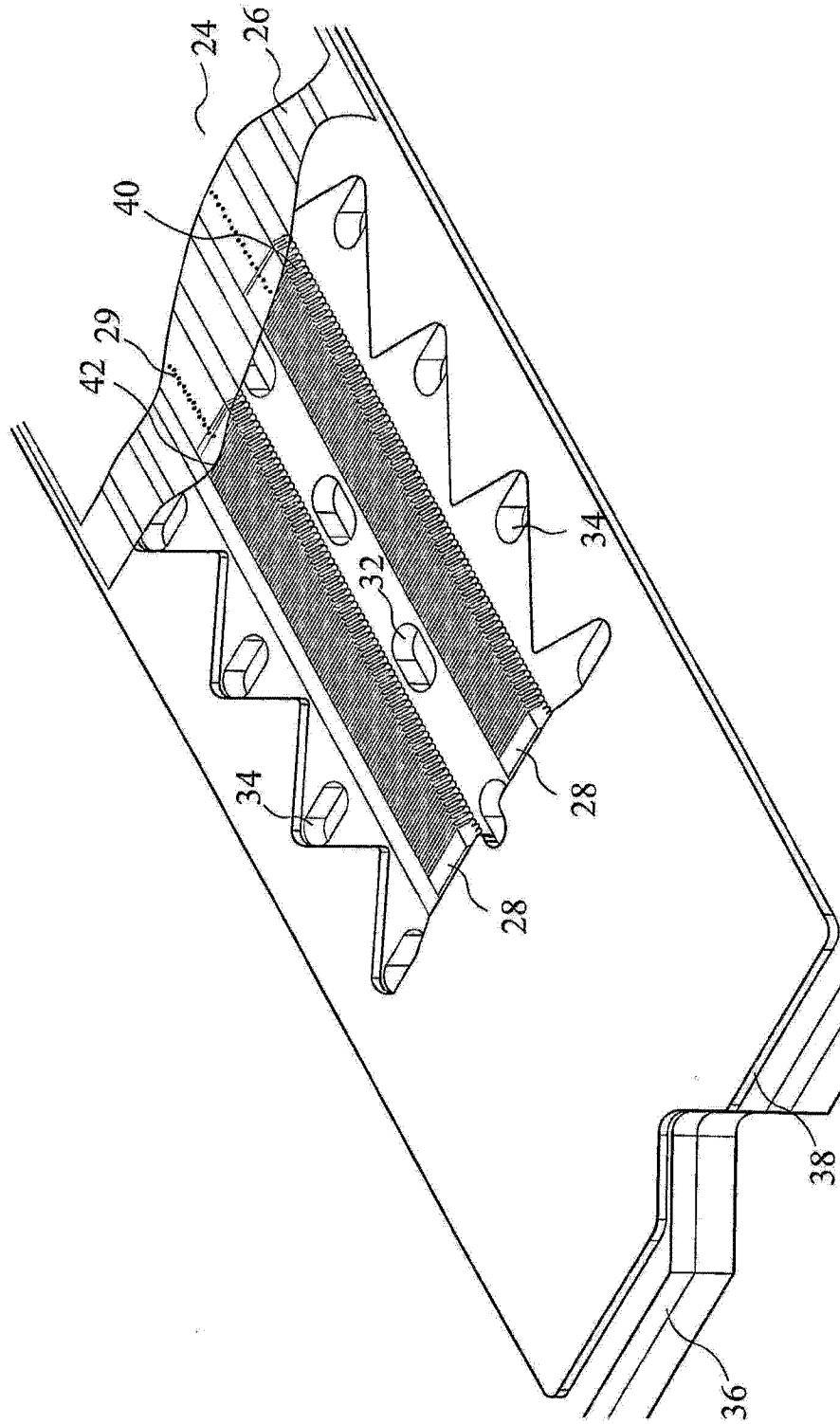


图 4(现有技术)

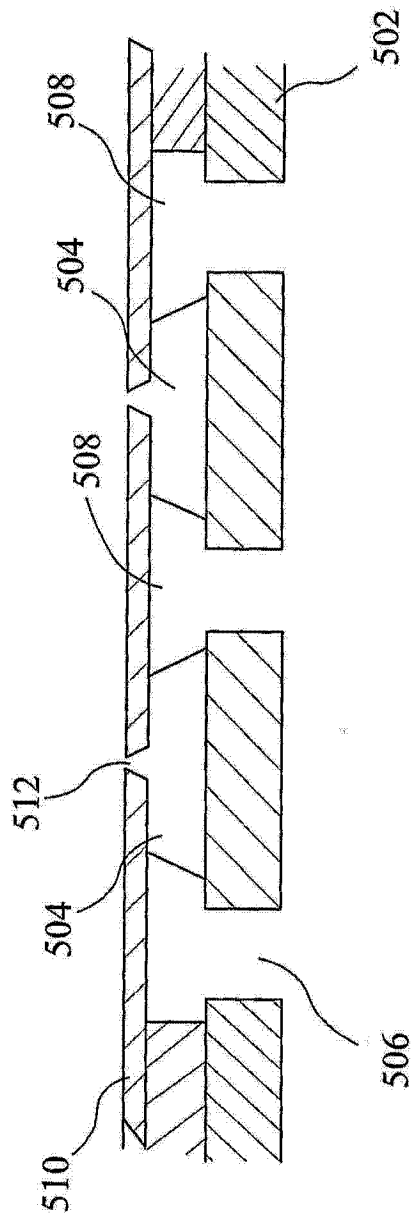


图 5

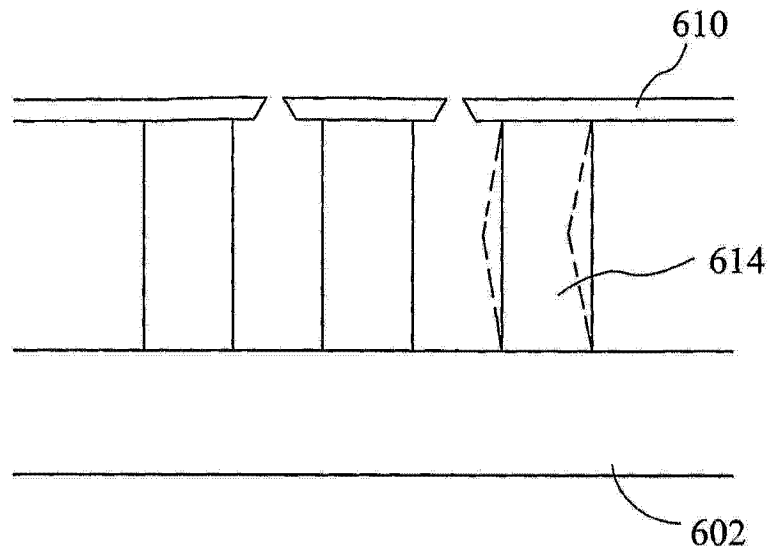


图 6

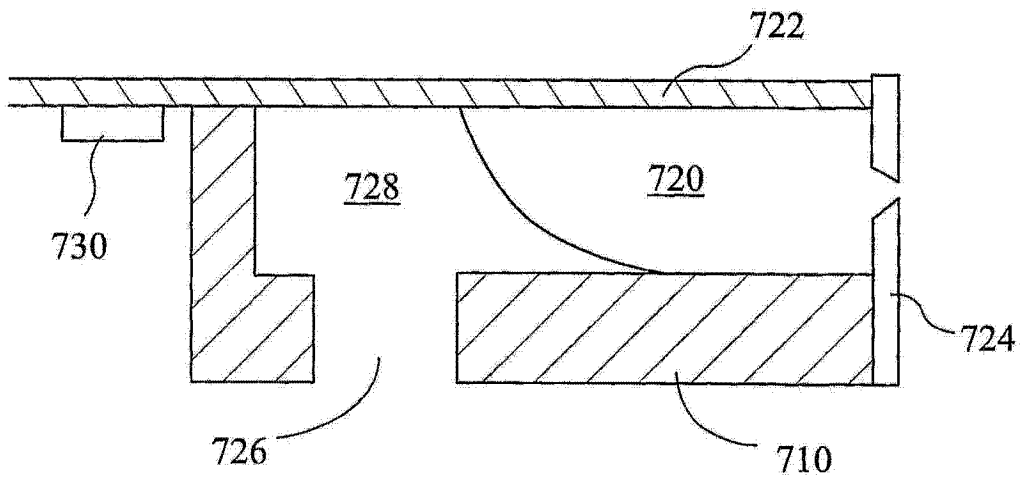


图 9

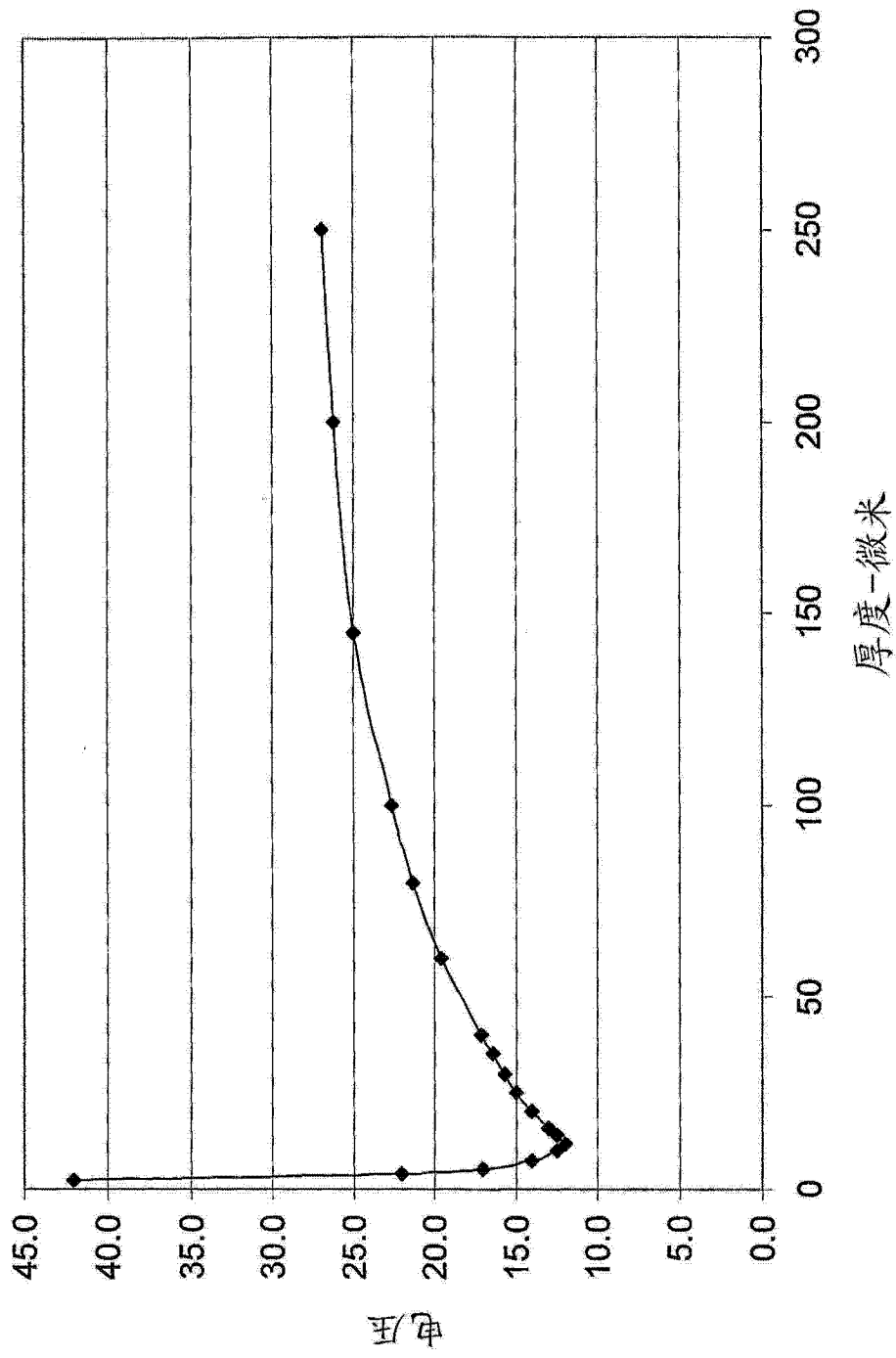


图 7a

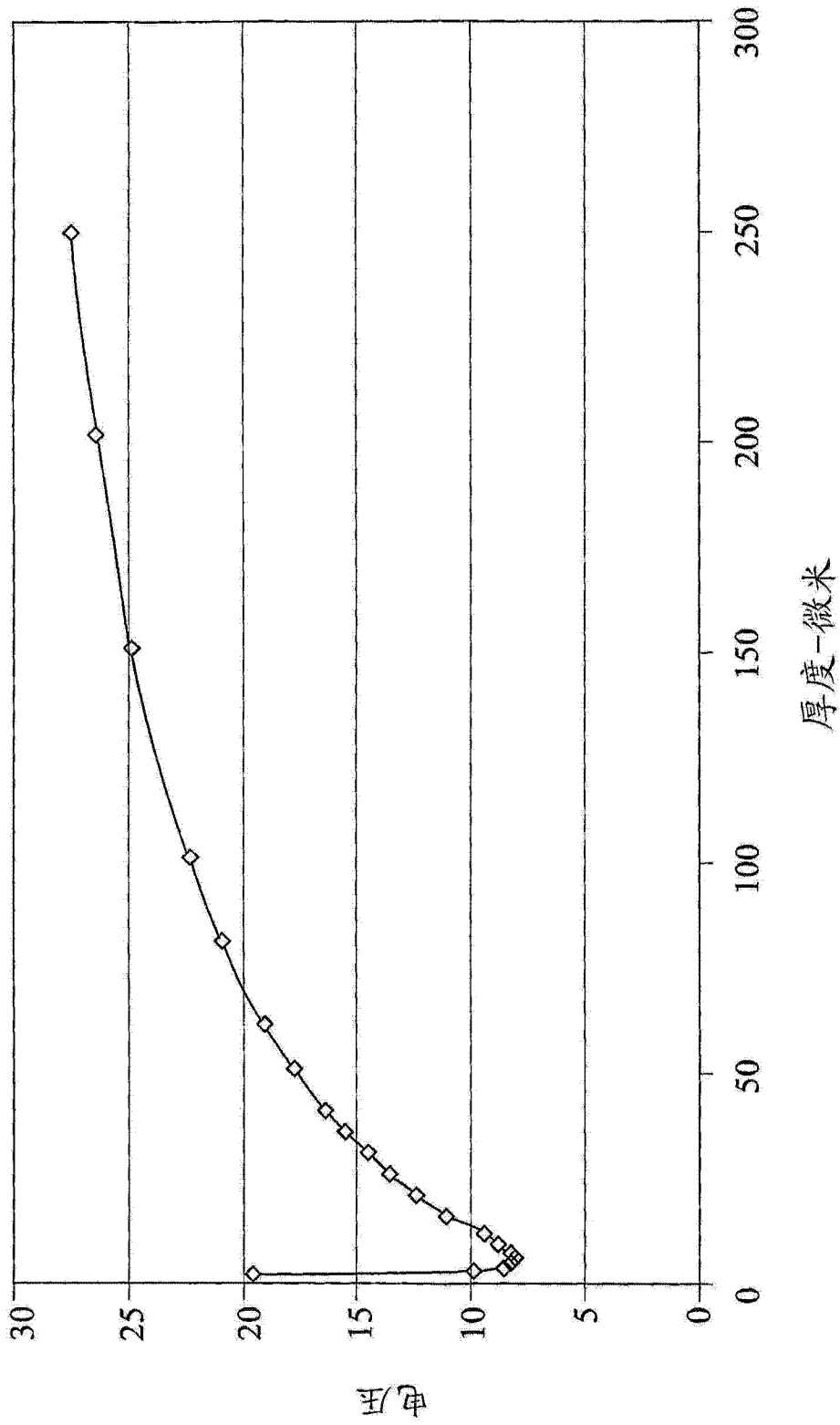


图 7b

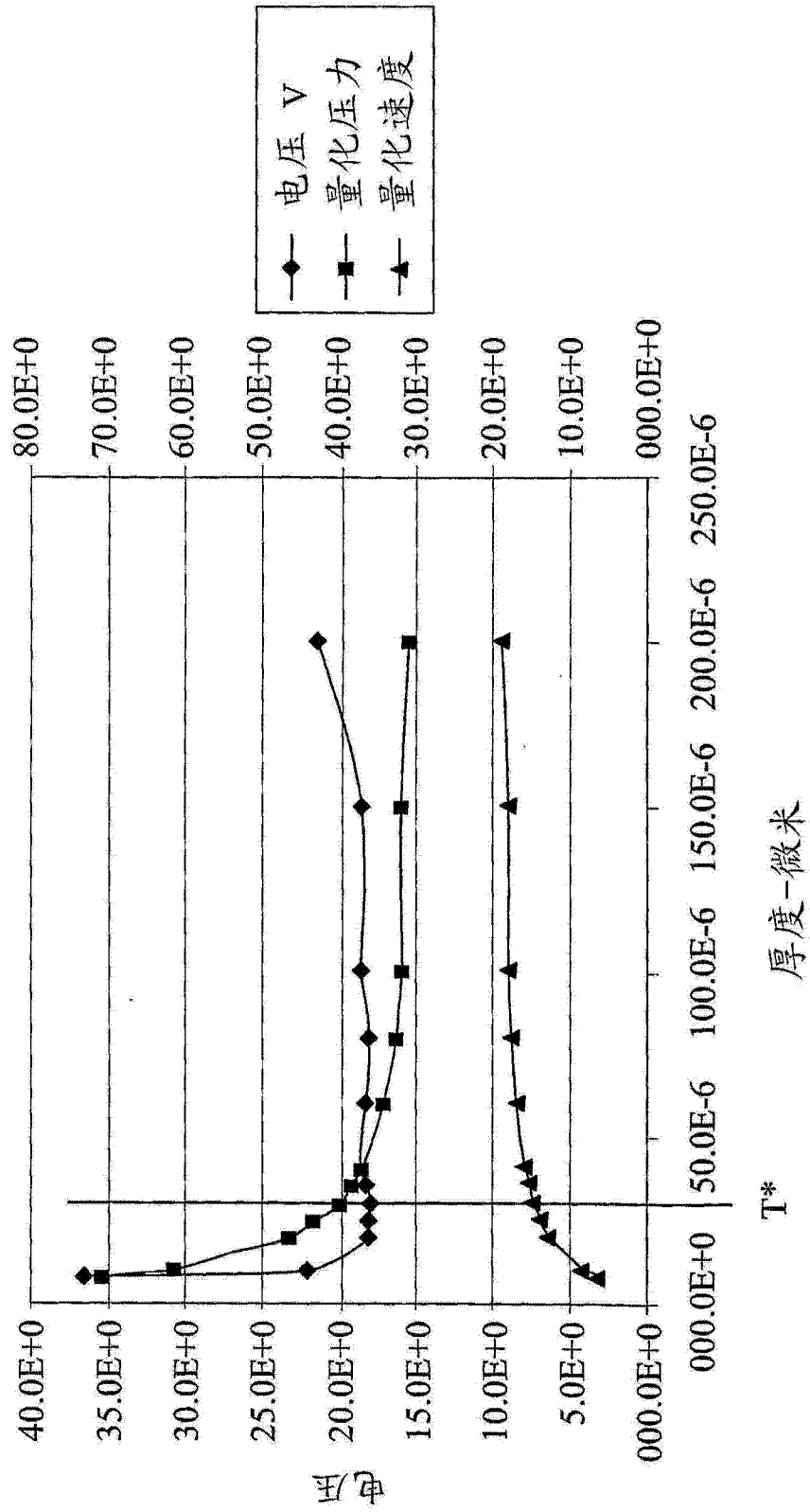


图 8

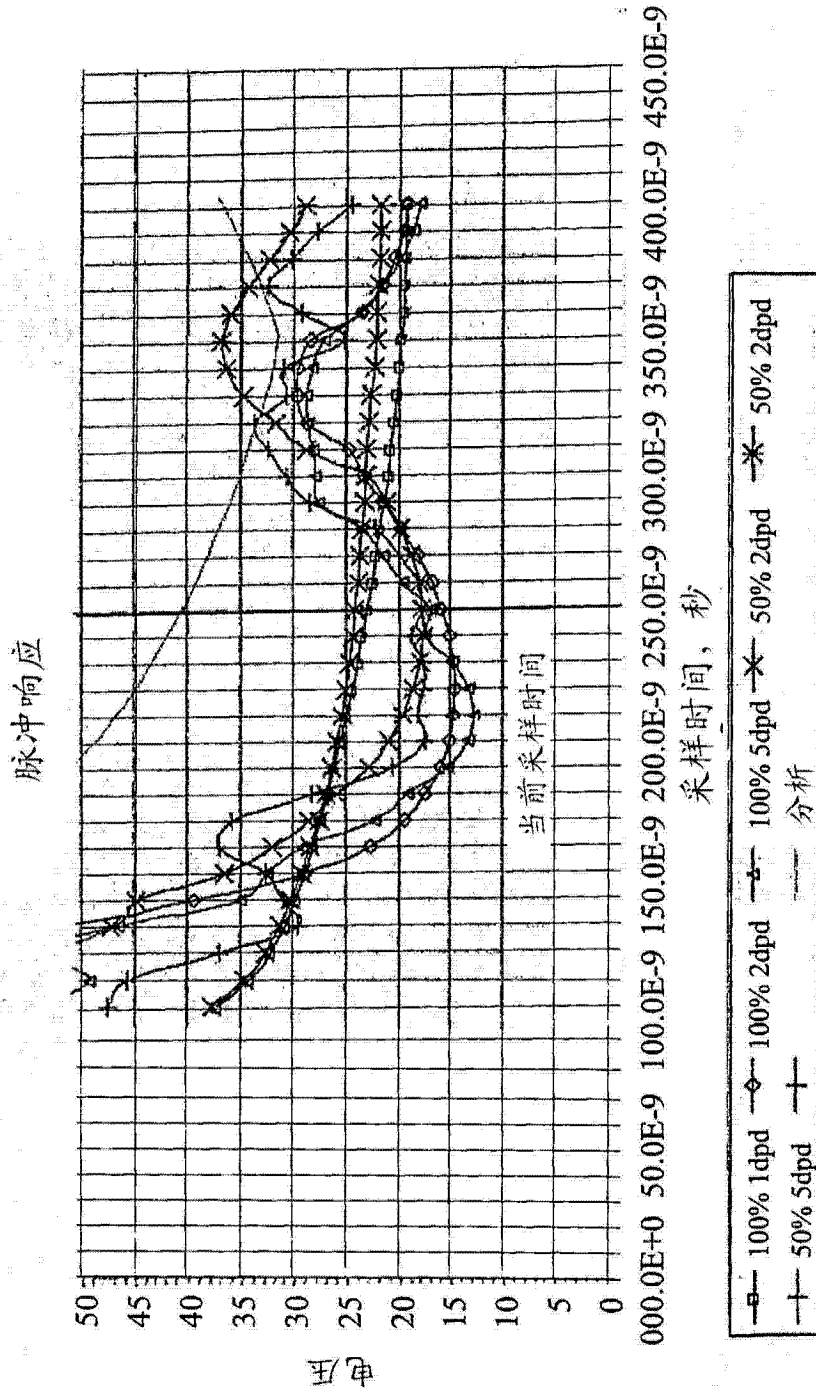


图 10a

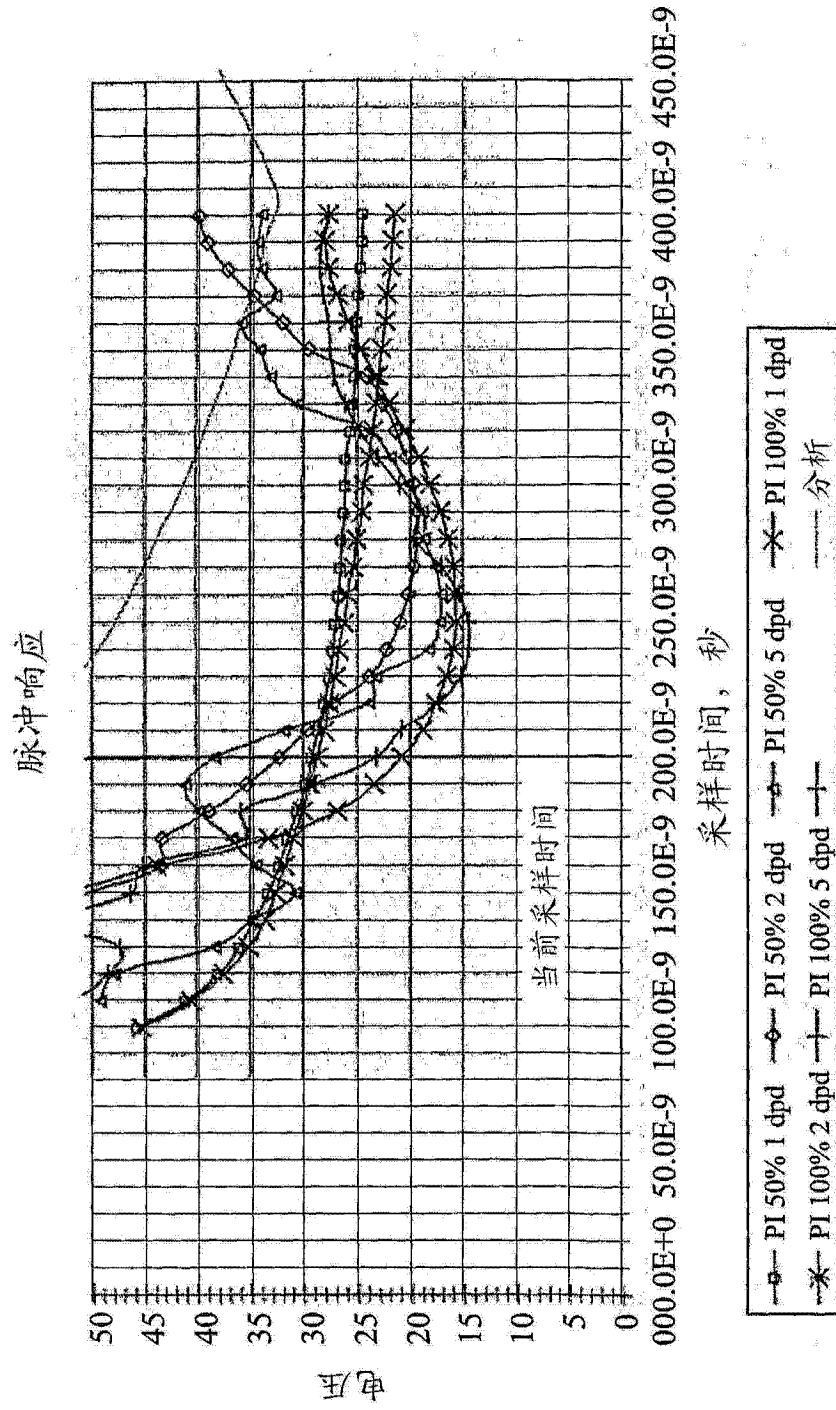


图 10b

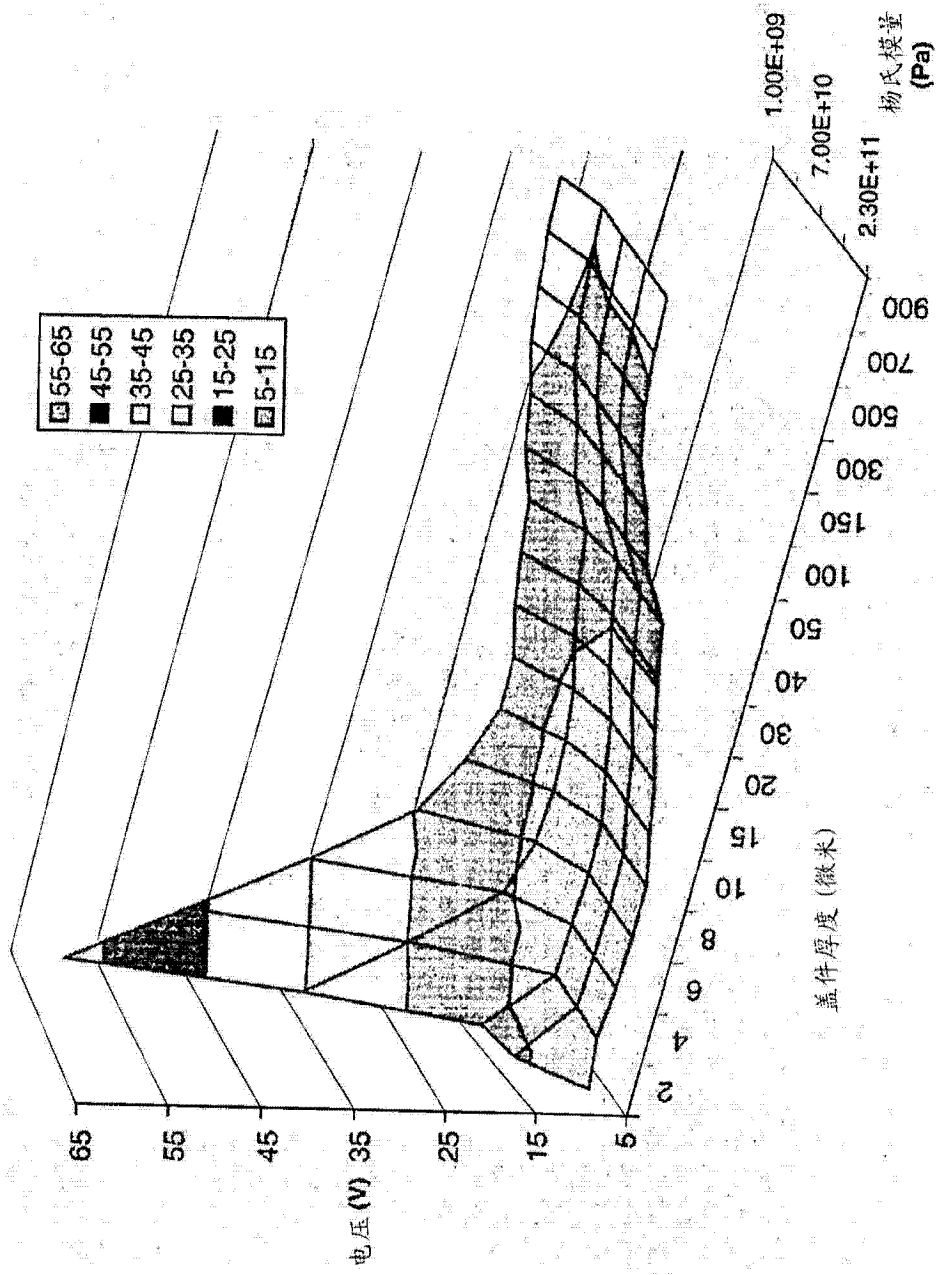


图 11