



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380103886.2

[43] 公开日 2005 年 12 月 28 日

[11] 公开号 CN 1713993A

[22] 申请日 2003.11.17

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司  
代理人 徐 谦 杨红梅

[21] 申请号 200380103886.2

[30] 优先权

[32] 2002.11.23 [33] US [31] 10/302,274

[86] 国际申请 PCT/AU2003/001506 2003.11.17

[87] 国际公布 WO2004/048102 英 2004.6.10

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.23

[71] 申请人 西尔弗布鲁克研究有限公司

地址 澳大利亚新南威尔士州

[72] 发明人 卡·西尔弗布鲁克

安格斯·约翰·诺思

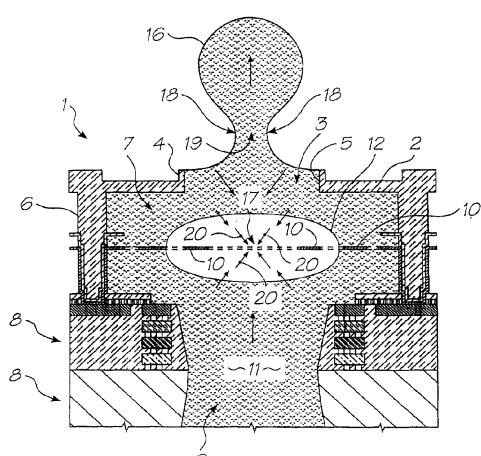
格雷戈里·约翰·麦卡沃伊

权利要求书 6 页 说明书 35 页 附图 42 页

[54] 发明名称 具有悬梁加热器的热喷墨打印头

[57] 摘要

公开了一种喷墨打印头，其包括多个喷嘴(3)和对应于每个喷嘴(3)的一个或多个加热器元件(10)。每个加热器元件被配置成将打印头中的泡(12)形成液加热到其沸点以上的温度，以在其中形成气泡。泡的产生导致可喷射液(如墨)的滴(16)通过相应的对应喷嘴的喷射，以实现打印。每个加热器元件处于梁的形式，其被悬置在至少一部分泡形成液之上以与之处于热接触。打印头的这种配置提供了相对高效率的操作。



1. 一种喷墨打印头，包括：  
    多个喷嘴；以及  
    至少一个相应的加热器元件，其对应于每个喷嘴，其中  
        每个加热器元件都处于悬梁的形式，其被设置成悬置在至少一  
5    部分泡形成液之上以与之处于热接触，并且  
        每个加热器元件被配置成将至少部分泡形成液加热到其沸点  
        以上的温度以在其中形成气泡，由此导致可喷射液的滴通过对应于该加  
        热器元件的喷嘴的喷射。
2. 根据权利要求 1 所述的打印头，其被配置成支持泡形成液处于与每  
10    个所述加热器元件的热接触，并且支持可喷射液与每个喷嘴相邻。
3. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中所述泡形成液和可喷射液是共  
    同的液体。
4. 根据权利要求 1 所述的打印头，其被配置成在页上打印并且作为页  
    宽打印头。
- 15    5. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中每个加热器元件处于悬臂梁的  
    形式。
6. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中每个加热器元件被配置以便于  
    需要小于 500 纳焦 (nJ) 的激励能量被施加到该加热器元件，以充分加  
    热该加热器元件以在泡形成液中形成所述泡，由此导致所述滴的喷射。
- 20    7. 根据权利要求 1 所述的打印头，其被配置成接收环境温度下的可喷  
    射液的供给，其中每个加热器元件被配置成使被施加到其上以加热所述  
    部分从而导致所述滴的喷射所需要的能量小于将等于所述滴的体积的所  
    述可喷射液的体积从等于所述环境温度的温度加热至所述沸点所需要  
    的能量。
- 25    8. 根据权利要求 1 所述的打印头，其包括具有基片表面的基片，其中

每个喷嘴具有通过基片表面而开口的喷嘴孔，并且其中喷嘴相对于基片表面的面密度超过每平方厘米基片表面 10,000 个喷嘴。

9. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中每个加热器元件具有两个相对侧并且被配置成使由该加热器元件形成的所述气泡被形成在该加热器元件的所述两侧。  
5

10. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中每个元件被配置而形成的泡是可坍缩的并且具有一坍缩点，并且其中每个加热器元件被配置成使由此形成的泡的坍缩点与该加热器元件间隔开。

11. 根据权利要求 1 所述的打印头，其包括通过化学汽相沉积（CVD）  
10 形成的结构，喷嘴被结合在该结构上。

12. 根据权利要求 1 所述的打印头，其包括小于 10 微米厚的结构，喷嘴被结合在该结构上。

13. 根据权利要求 1 所述的打印头，其包括多个喷嘴室，每个都对应于  
15 相应的喷嘴，并且多个所述加热器元件被设置在每个室内，每个室内的加热器元件被形成在彼此不同的相应层上。

14. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中每个加热器元件由固体材料形成，按原子比例，90%以上的所述固体材料由具有低于 50 的原子序数的至少一种周期元素构成。

15. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中每个加热器元件包括固体材料，  
20 并且被配置成使该加热器元件的质量小于 10 纳克的固体材料被加热到所述沸点以上的温度，由此将泡形成液的所述部分加热到所述沸点以上的温度，以引起所述滴的喷射。

16. 根据权利要求 1 所述的打印头，其中每个加热器元件基本上被保形  
25 保护涂层覆盖，每个加热器元件的涂层已经被同时施加到加热器元件的基本上所有侧面，从而使涂层是无缝的。

17. 一种结合打印头的打印机系统，所述打印头包括：

多个喷嘴；以及

至少一个相应的加热器元件，其对应于每个喷嘴，其中

每个加热器元件都处于悬梁的形式，其被设置成悬置在至少一部分泡形成液之上以与之处于热接触，并且

5 每个加热器元件被配置成将至少部分泡形成液加热到其沸点以上的温度以在其中形成气泡，由此导致可喷射液的滴通过对应该加热器元件的喷嘴的喷射。

18. 根据权利要求 17 所述的系统，其被配置成支持泡形成液处于与每个所述加热器元件的热接触，并且支持可喷射液与每个喷嘴相邻。

10 19. 根据权利要求 17 所述的系统，其中所述泡形成液和可喷射液是共同的液体。

20. 根据权利要求 17 所述的系统，其被配置成在页上打印并且作为页宽打印头。

15 21. 根据权利要求 17 所述的系统，其中每个加热器元件处于悬臂梁的形式。

22. 根据权利要求 17 所述的系统，其中每个加热器元件被配置以便于需要小于 500 纳焦 (nJ) 的激励能量被施加到该加热器元件，以充分加热该加热器元件以在泡形成液中形成所述泡，由此导致所述滴的喷射。

20 23. 根据权利要求 17 所述的系统，该打印头被配置成接收环境温度下的可喷射液的供给，并且其中每个加热器元件被配置成使被施加到其上以加热所述部分从而导致所述滴的喷射所需要的能量小于将等于所述滴的体积的所述可喷射液的体积从等于所述环境温度的温度加热至所述沸点所需要的能量。

25 24. 根据权利要求 17 所述的系统，其包括具有基片表面的基片，其中每个喷嘴具有通过基片表面而开口的喷嘴孔，并且其中喷嘴相对于基片表面的面密度超过每平方厘米基片表面 10,000 个喷嘴。

25. 根据权利要求 17 所述的系统，其中每个加热器元件具有两个相对侧并且被配置成使由该加热器元件形成的所述气泡被形成在该加热器元件的所述两侧。

26. 根据权利要求 17 所述的系统，其中每个加热器元件被配置而形成的泡是可坍缩的并且具有一坍缩点，并且其中每个加热器元件被配置成使由此形成的泡的坍缩点与该加热器元件间隔开。  
5

27. 根据权利要求 17 所述的系统，其包括通过化学汽相沉积（CVD）形成的结构，喷嘴被结合在该结构上。

28. 根据权利要求 17 所述的系统，其包括小于 10 微米厚的结构，喷嘴被结合在该结构上。  
10

29. 根据权利要求 17 所述的系统，其包括多个喷嘴室，每个都对应于相应的喷嘴，并且多个所述加热器元件被设置在每个室内，每个室内的加热器元件被形成在彼此不同的相应层上。

30. 根据权利要求 17 所述的系统，其中每个加热器元件由固体材料形成，按原子比例，90%以上的所述固体材料由具有低于 50 的原子序数的至少一种周期元素构成。  
15

31. 根据权利要求 17 所述的系统，其中每个加热器元件包括固体材料，并且被配置成使该加热器元件的质量小于 10 纳克的固体材料被加热到所述沸点以上的温度，由此将泡形成液的所述部分加热到所述沸点以上的温度，以引起所述滴的喷射。  
20

32. 根据权利要求 17 所述的系统，其中每个加热器元件基本上被保形保护涂层覆盖，每个加热器元件的涂层已经被同时施加到加热器元件的基本上所有侧面，从而使涂层是无缝的。

33. 一种从打印头喷射可喷射液的滴的方法，所述打印头包括多个喷嘴，以及对应于每个喷嘴的至少一个相应的加热器元件，所述方法包括步骤：  
25

- 提供打印头，其中每个加热器元件都处于悬梁的形式；
- 设置泡形成液以使加热器元件被放置在至少一部分泡形成液之上，并且处于与其的热接触；
- 加热对应于所述喷嘴的至少一个加热器元件，以将处于与所述至少一个被加热的加热器元件的热接触的至少一些所述部分的泡形成液加热到泡形成液沸点以上的温度；
- 通过所述加热步骤在泡形成液中产生气泡；以及
- 通过所述产生气泡的步骤，使可喷射液的滴通过对应于所述至少一个被加热的加热器元件的喷嘴而喷射。
- 10 34. 根据权利要求 33 所述的方法，在所述加热步骤之前包括步骤：
- 设置泡形成液处于与加热器元件的热接触；以及
- 设置可喷射液与喷嘴相邻。
35. 根据权利要求 33 所述的方法，其中泡形成液和可喷射液是共同的液体。
- 15 36. 根据权利要求 33 所述的方法，其中设置泡形成液的步骤包括将泡形成液设置成使它基本上包围加热器元件。
37. 根据权利要求 33 所述的方法，其中所述加热至少一个加热器元件的步骤是通过将小于 500 nJ 的激励能量施加到每个这样的加热器元件来实现的。
- 20 38. 根据权利要求 33 所述的方法，在加热至少一个加热器元件步骤之前包括步骤：接收环境温度下到打印头的可喷射液的供给，其中所述加热步骤是通过将热能施加到每个这样的加热器元件来实现的，其中所述所施加的热能小于将等于所述滴的体积的所述可喷射液的体积从等于所述环境温度的温度加热至所述沸点所需要的能量。
- 25 39. 根据权利要求 33 所述的方法，其中在提供打印头的步骤中，所述

打印头包括其上设置所述喷嘴的基片，该基片具有基片表面，并且喷嘴相对于基片表面的面密度超过每平方厘米基片表面 10,000 个喷嘴。

40. 根据权利要求 33 所述的方法，其中每个加热器元件具有两个相对侧，并且其中在产生气泡的步骤中，所述气泡被产生在每个被加热的加热器元件的所述两侧。  
5

41. 根据权利要求 33 所述的方法，其中在产生气泡的步骤中，所产生的泡是可坍缩的并且具有一坍缩点，并且被如此产生以使该坍缩点与至少一个被加热的加热器元件间隔开。

42. 根据权利要求 33 所述的方法，其中提供打印头的步骤包括通过化学汽相沉积 (CVD) 形成一结构，该结构在其上结合了喷嘴。  
10

43. 根据权利要求 33 所述的方法，其中在提供打印头的步骤中，该打印头具有一结构，其小于 10 微米厚并且在其上结合了喷嘴。

44. 根据权利要求 33 所述的方法，其中在提供打印头的步骤中，该打印头具有多个喷嘴室，每个室对应于相应的喷嘴，并且其中提供打印头的步骤进一步包括在每个室中形成多个所述加热器元件以使每个室中的加热器元件被形成在彼此不同的相应层上。  
15

45. 根据权利要求 33 所述的方法，其中在提供打印头的步骤中，每个加热器元件由固体材料形成，按原子比例，90%以上的所述固体材料由具有低于 50 的原子序数的至少一种周期元素构成。

46. 根据权利要求 33 所述的方法，其中在提供打印头的步骤中，每个加热器元件包括固体材料，并且其中加热至少一个加热器元件的步骤包括将每个这样的加热器元件的质量小于 10 纳克的固体材料加热到所述沸点以上的温度。  
20

47. 根据权利要求 33 所述的方法，其中提供打印头的步骤包括将保形保护涂层同时施加到每个加热器元件的基本上所有侧面以使涂层是无缝的。  
25

## 具有悬梁加热器的热喷墨打印头

### 技术领域

本发明涉及一种热喷墨打印头，涉及一种结合这种打印头的打印机系统，  
5 以及涉及一种通过使用这种打印头来喷射液滴（如墨滴）的方法。

### 背景技术

本发明涉及借助于在泡形成液中形成气泡或汽泡的墨滴喷射。这个原理被大体描述于在 US 专利号 US 3,747,120 (Stemme) 中。

10 存在各种已知类型的热喷墨（喷泡）打印头设备。这一类型的两种典型设备，即一种是由 Hewlett Packard 制造且另一种是由 Canon 制造，具有墨喷射喷嘴和用于存储与喷嘴相邻的墨的室。每个室被所谓的喷嘴板覆盖，所述喷嘴板是被单独制造的物件且从机械上被紧固到室壁上。在某些现有技术设备中，顶板由 Kapton<sup>TM</sup> 制成，其是聚酰亚胺膜的 Dupont  
15 商品名，其已经经激光钻孔以形成喷嘴。这些设备还包括处于与相邻于喷嘴而设置的墨的热接触的加热器元件，用于加热墨由此在墨中形成气泡。气泡在墨中产生压力，从而使墨滴通过喷嘴被喷射。

本发明的目的是提供一种对具有在此所述的优点的公知打印头、打印机系统或喷射墨和其它相关液滴的方法的有用替换。

20

### 发明内容

根据本发明的第一方面，提供一种喷墨打印头，其包括：

多个喷嘴；以及

至少一个相应的加热器元件，其对应于每个喷嘴，其中

25 每个加热器元件都处于悬梁的形式，其被设置成悬置在至少一部分泡形成液之上以与之处于热接触，并且

每个加热器元件被配置成将至少部分泡形成液加热到其沸点以

上的温度以在其中形成气泡，由此导致可喷射液的滴通过对应于该加热器元件的喷嘴的喷射。

根据本发明的第二方面，提供一种结合打印头的打印机系统，所述打印头包括：

5       多个喷嘴；以及

至少一个相应的加热器元件，其对应于每个喷嘴，其中

每个加热器元件都处于悬梁的形式，其被设置成悬置在至少一部分泡形成液之上以与之处于热接触，并且

每个加热器元件被配置成将至少部分泡形成液加热到其沸点以

10      上的温度以在其中形成气泡，由此导致可喷射液的滴通过对应于该加热器元件的喷嘴的喷射。

根据本发明的第三方面，提供一种从打印头喷射可喷射液的滴的方法，所述打印头包括多个喷嘴和对应于每个喷嘴的至少一个相应的加热器元件，所述方法包括步骤：

15      提供打印头，其中每个加热器元件都处于悬梁的形式；

设置泡形成液以使加热器元件被放置在至少一部分泡形成液之上，并且处于与其的热接触；

加热对应于所述喷嘴的至少一个加热器元件，以将处于与所述至少一个被加热的加热器元件热接触的至少一些所述部分泡形成液加热到泡

20      形成液沸点以上的温度；

通过所述加热步骤在泡形成液中产生气泡；以及

通过所述产生气泡的步骤，使可喷射液的滴通过对应于所述至少一个被加热的加热器元件的喷嘴而喷射。

如本领域的技术人员将理解的，如在此所描述的可喷射液的滴的喷射是由泡形成液中汽泡的产生而导致的，在实施例中所述泡形成液是与可喷射液相同的液体。所产生的泡导致可喷射液中的压力的增加，这迫

使所述滴通过相关的喷嘴。泡是通过对与墨热接触的加热器元件进行焦耳加热而产生的。被施加到加热器上的电脉冲具有短持续时间，典型地小于 2 微秒。由于液中的储热，在加热器脉冲被关断之后泡膨胀几微秒。当蒸汽冷却时它进行再凝结，从而导致泡坍缩 (collapse)。泡坍缩于由墨的惯性与表面张紧的动态相互作用所确定的点。在本说明书中，这样的点被称为泡的“坍缩点”。

根据本发明的打印头包括多个喷嘴，以及对应于每个喷嘴的室和一个或多个加热器元件。属于单个喷嘴、其室及其一个或多个元件的打印头的每个部分在此被称为“单位单元”。

在本说明书中，在提及彼此处于热接触的部分时，这意味着它们相对于彼此被放置以便于当部分之一被加热时，它能够加热另一个部分，即使所述部分本身可能没有彼此处于物理接触。

此外，术语“墨”被用来表示任何可喷射液，而不被局限于包含有色染料的常规墨。非有色墨的实例包括：固定剂、红外吸收剂墨、官能化化学制品、粘合剂、生物流体、水及其它溶剂等。墨或可喷射液同样不需要必须是严格的液，且可包含固体粒子的悬浮液或在室温为固体而在喷射温度为液体。

在本说明书中，术语“周期元素”指在元素周期表中所反映类型的元素。

#### 附图说明

仅通过举例，现在将参照所伴随的表示来描述本发明的优选实施例。附图被描述如下。

图 1 是在一特定操作阶段，通过根据本发明实施例的打印头单位单元的墨室的示意性横截面视图。

图 2 是在另一操作阶段，通过图 1 墨室的示意性横截面视图。

图 3 是在又一操作阶段，通过图 1 中墨室的示意性横截面视图。

图 4 是在另外的操作阶段，通过图 1 中墨室的示意性横截面视图。

图 5 是通过根据本发明实施例的打印头单位单元的图解横截面视图，其示出汽泡的坍缩。

图 6、8、10、11、13、14、16、18、19、21、23、24、26、28 和 30  
5 是在打印头生产过程的各个相继的阶段，根据本发明实施例的打印头单位单元的示意性透视图（图 30 被部分切去）。

图 7、9、12、15、17、20、22、25、27、29 和 31 的每个均是适合于在进行如在相应的紧接的前图中所表示的打印头生产阶段中使用的掩模的示意性平面图。

10 图 32 是喷嘴板被省略而示出的图 30 的单位单元的另外示意性透视图。

图 33 是具有另一个特定实施例的加热器元件的根据本发明的打印头单位单元的被部分切去的示意性透视图。

15 图 34 是适合于在进行图 33 中的打印头生产阶段以便于形成其加热器元件中使用的掩模的示意性平面图。

图 35 是具有另外特定实施例的加热器元件的根据本发明的打印头单位单元的被部分切去的示意性透视图。

图 36 是适合于在进行图 35 中的打印头生产阶段以便于形成其加热器元件中使用的掩模的示意性平面图。

20 图 37 是喷嘴板被省略而示出的图 35 的单位单元的另外示意性透视图。

图 38 是具有另外特定实施例的加热器元件的根据本发明的打印头单位单元的被部分切去的示意性透视图。

25 图 39 是适合于在进行图 38 的打印头生产阶段以便于形成其加热器元件中使用的掩模的示意性平面图。

图 40 是喷嘴板被省略而示出的图 38 的单位单元的另外示意性透视图。

图 41 是通过根据本发明实施例的打印头的喷嘴室的示意性断面，其示出被浸入在泡形成液中的悬梁加热器元件。

图 42 是通过根据本发明实施例的打印头的喷嘴室的示意性断面，其示出被悬置在泡形成液体的顶部的悬梁加热器元件。

5 图 43 是示出喷嘴的根据本发明实施例的打印机单位单元的图解平面图。

图 44 是示出多个喷嘴的根据本发明实施例的打印头的多个单位单元的图解平面图。

10 图 45 是通过不根据本发明的喷嘴室的图解断面，其示出被嵌入在基片中的加热器元件。

图 46 是通过根据本发明实施例的喷嘴室的图解断面，其示出处于悬梁形式的加热器元件。

图 47 是通过现有技术打印头的喷嘴室的图解断面，其示出被嵌入在基片中的加热器元件。

15 图 48 是通过根据本发明实施例的喷嘴室的图解断面，其示出限定元件部分之间的间隙的加热器元件。

图 49 是示出厚喷嘴板的通过不根据本发明的喷嘴室的图解断面。

图 50 是示出薄喷嘴板的通过根据本发明实施例的喷嘴室的图解断面。

20 图 51 是示出两个加热器元件的通过根据本发明实施例的喷嘴室的图解断面。

图 52 是示出两个加热器元件的通过现有技术打印头的喷嘴室的图解断面。

25 图 53 是通过根据本发明实施例的打印头的一对相邻单位单元的图解断面，其示出在具有不同体积的滴已经通过其被喷射之后的两个不同的喷嘴。

图 54 和 55 是通过现有技术打印头的加热器元件的图解断面。

图 56 是通过根据本发明实施例的经保形涂覆的加热器元件的图解断面。

图 57 是根据本发明实施例的打印头的连接于电极的加热器元件的图解立面图 (elevational view)。

5 图 58 是根据本发明实施例的打印头模块的示意性分解透视图。

图 59 是未被分解而示出的图 58 的打印头模块的示意性透视图。

图 60 是图 58 的打印头模块的以断面部分地示出的示意性侧视图。

图 61 是图 58 的打印头模块的示意性平面图。

10 图 62 是根据本发明实施例的打印头的示意性分解透视图。

图 63 是未被分解而示出的图 62 的打印头的另外示意性透视图。

图 64 是图 62 的打印头的示意性前视图。

图 65 是图 62 的打印头的示意性后视图。

图 66 是图 62 的打印头的示意性底视图。

15 图 67 是图 62 的打印头的示意性平面图。

图 68 是如在图 62 中所示但未被分解而示出的打印头的示意性透视图。

图 69 是通过图 62 的打印头的示意性纵向断面。

图 70 是根据本发明实施例的打印机系统的框图。

20

## 具体实施方式

在随后的描述中，在不同的图中所使用的对应参考数字或参考数字的对应前缀（即在点标记之前出现的参考数字部分）涉及对应的部分。

当存在参考数字的对应前缀及不同后缀时，这些指示对应部分的不同特

25 定实施例。

## 发明综述及对操作的一般讨论

参考图 1 至 4, 根据本发明实施例的打印头的单位单元 1 包括其中具有喷嘴 3 的喷嘴板 2, 所述喷嘴具有喷嘴缘 4 及通过喷嘴板延伸的孔 5。喷嘴板 2 从氮化硅结构进行等离子蚀刻而得到, 所述结构通过化学汽相沉积 (CVD) 而沉积在随后被蚀刻的牺牲材料上。

5 对于每个喷嘴 3, 打印头还包括: 喷嘴板被支撑于其上的侧壁 6, 由壁和喷嘴板 2 所限定的室 7, 多层基片 8 以及通过多层基片延伸到基片远侧 (未示出) 的入口通路 9。环路式伸长加热器元件 10 被悬置在室 7 内, 从而使元件处于悬梁的形式。如所示的打印头是微机电系统 (MEMS) 结构, 其通过下面较详细描述的平版印刷 (lithographic) 过程而形成。

10 当打印头在使用中时, 来自储蓄器 (未示出) 的墨 11 经由入口通路 9 进入室 7, 从而使室填充到如图 1 所示的水平。其后, 加热器元件 10 被加热略少于 1 微秒, 以便于加热处于热脉冲的形式。将理解, 加热器元件 10 处于与室 7 内的墨 11 的热接触, 以便于当元件被加热时这导致在墨中产生气泡 12。因而, 墨 11 构成了泡形成液。图 1 示出在产生热脉冲之后大约 1 微秒, 即当泡刚好在加热器元件 10 上成核时的泡 12 的形成。将理解, 由于热是以脉冲形式被施加, 产生泡 12 所必要的所有能量要在所述短时间内被供给。

20 暂时转到图 34, 所示为如在下面较详细的描述, 用于在平版印刷过程期间形成打印头加热器 14 (所述加热器包括以上所提及的元件 10) 的掩模 13。当掩模 13 被用来形成加热器 14 时, 其各个部分的形状对应于元件 10 的形状。因此掩模 13 提供一种用来标识加热器 14 的各个部分的有用参考。加热器 14 具有对应于掩模 13 被标为 15.34 的部分的电极 15 以及对应于掩模被标为 10.34 的部件的加热器元件 10。在操作中, 电压被施加在电极 15 上, 以使电流流经元件 10。电极 15 比元件 10 厚得多, 以便于大部分电阻由元件来提供。因此, 在操作加热器 14 时所消耗的近乎全部功率经由元件 10 以生成以上提到的热脉冲的形式耗散。

25 当元件 10 如以上所述被加热时, 沿着元件的长度形成泡 12, 这个泡

在图 1 的横截面视图中作为四个泡部分出现，一个泡对应于横截面中所示的每个元件部分。

泡 12 一旦被产生，则导致室 7 内的压力的增加，其又导致墨 11 的滴 16 通过喷嘴 3 的喷射。当滴 16 被喷射时缘 4 帮助对其进行导向，以便于使滴误导的机会最小。  
5

每个入口通路 9 仅有一个喷嘴 3 和室 7 的原因是使在对元件 10 进行加热及形成泡 12 时，室内所产生的压力波不影响相邻的室及其对应的喷嘴。

加热器元件 10 被悬置而不是被嵌入在任何固体材料中的优点在下面  
10 被讨论。

图 2 和 3 示出在打印头的两个相继随后操作阶段时的单位单元 1。可以看出泡 12 进一步产生且因此增长，从而得到墨 11 通过喷嘴 3 的前进。如图 3 所示，当泡 12 增长时，其形状由墨 11 的惯性动力学及表面张紧的组合来决定。表面张紧趋向于使泡 12 的表面面积最小，因此到某个量  
15 的液已被蒸发时，泡基本上是盘形。

室 7 内的压力增加不仅通过喷嘴 3 推出墨 11，而且通过入口通路 9 将一些墨推回。然而，入口通路 9 长度近似为 200 至 300 微米，并且直径仅近似为 16 微米。因此存在基本的粘性曳力。结果，室 7 内压力上升的主导效应是迫使墨通过喷嘴 3 作为被喷射的滴 16 而出去，而不是通过  
20 入口通路 9 返回。

现在转到图 4，打印头被示出处于另一相继的操作阶段，其中正被喷射的墨滴 16 被示出处于滴断开之前的其“颈缩阶段 (necking phase)”。在这个阶段，泡 12 已经到达其最大尺寸并且随后已经向着坍缩点 17 开始坍缩，如在图 5 中较详细反映的那样。

向着坍缩点 17 的泡的坍缩使一些墨 11 从喷嘴 3 内(从滴的侧面 18)向着坍缩点被抽取，并且一些从入口通路 9 向着坍缩点被抽取。通过这种方式抽取的大部分墨 11 是从喷嘴 3 抽取的，从而在滴 16 断开之前在  
25

其基底形成环形颈 19。

滴 16 需要某个量的动量来克服表面张力从而断开。当墨 11 借助泡 12 的坍缩被从喷嘴 3 中抽取时，颈 19 的直径减小，由此减小保持滴的总表面张紧量，这样当滴从喷嘴被喷射出时其动量足以允许滴断开。

5 当滴 16 断开时，在泡 12 坍缩至坍缩点 17 时，导致如箭头 20 所反映的成穴力 (cavitation force)。将注意到不存在成穴可对其具有作用的坍缩点 17 附近的固体表面。

### 制造过程

10 现在参照图 6 至 29 来描述根据本发明实施例的打印头的制造过程的相关部分。

参考图 6，所示为在打印头生产过程中的中间阶段，通过硅基片部分 21 的横截面，所述硅基片部分 21 是 Memjet 打印头的一部分。该图涉及对应于单位单元 1 的打印头部分。对随后制造过程的描述将针对单位单元 1，虽然将理解所述过程将适用于组成整个打印头的许多相邻单位单元。

20 图 6 表示在制造过程期间，在完成标准的 CMOS 制造过程，包括在基片部分 21 的区域 22 中 CMOS 驱动晶体管（未示出）的制造，以及在完成标准 CMOS 互连层 23 及钝化层 24 之后的接下来的相继步骤。虚线 25 所表示的接线电性互连晶体管和其它驱动电路（也未示出）以及对应于喷嘴的加热器元件。

在互连层 23 的金属化期间形成保护环 26，以防止墨 11 通过基片部分 21 从其中将形成单位单元 1 的喷嘴的标为 27 的区域扩散到包含接线 25 的区域，并腐蚀被设置在标为 22 的区域内的 CMOS 电路。

25 在完成 CMOS 制造过程之后的第一阶段包括蚀刻一部分钝化层 24，以形成钝化凹陷 29。

图 8 示出在蚀刻互连层 23 以形成开口 30 之后的生产阶段。开口 30

用来构成到将在过程的稍后阶段形成的室的墨入口通路。

图 10 示出基片部分 21 内其中要形成喷嘴 3 的位置处的孔洞 31 的蚀刻之后的生产阶段。在稍后的生产过程中，另外的孔洞（由虚线 32 指示）将从基片部分 21 的另一侧（未示出）被蚀刻以与孔洞 31 接合，以完成到室的入口通路。因此，孔洞 32 将不必从基片部分 21 的另一侧一直被蚀刻至互连层 23 的水平。  
5

相反，如果孔洞 32 要被一直蚀刻至互连层 23，则处于蚀刻不精确性的考虑，为了避免蚀刻孔洞 32 而损坏区域 22 内的晶体管，孔洞 32 将不得不在离该区域的较大距离处被蚀刻，以便于留下适当的裕量（由箭头 10 34 所指示）。但是从基片部分 21 顶部对孔洞 31 的蚀刻，以及所得到的经缩短的孔洞 32 深度意味着需要留下较小的裕量 34，并且因此可实现基本上较高的组装密度（packing density）。

图 11 示出在层 24 上已经沉积了四微米厚的牺牲抗蚀剂（resist）层 15 35 之后的生产阶段。这个层 35 填充了孔洞 31 并且现在形成了部分打印头结构。然后利用（如由图 12 中所示掩模来表示的）某些图案对抗蚀剂层进行曝光，以形成凹陷 36 和缝隙 37。这为形成用于稍后要在生产过程中形成的加热器元件的电极 15 的接触作准备。在过程的稍后阶段，缝隙 37 将为形成将限定部分室 7 的喷嘴壁 6 作准备。  
20

图 13 示出在层 35 上沉积 0.25 微米厚的加热器材料层 38 之后的生产阶段，在本实施例中所述加热器材料为氮化钛。  
25

图 14 示出对加热器层 38 加以图案化和蚀刻以形成包括加热器元件 10 和电极 15 的加热器 14 之后的生产阶段。

图 16 示出在已经添加大约 1 微米厚的另一个牺牲抗蚀剂层 39 之后的生产阶段。  
25

图 18 示出在已经沉积了第二加热器材料层 40 之后的生产阶段。在优选实施例中，这个层 40 像第一加热器层 38 一样是 0.25 微米厚的氮化钛。

然后图 19 示出在已经被蚀刻以形成如所示的由参数数字 41 指示的图案之后的这个第二加热器材料层 40。在这个示例中，这个图案化的层不包括加热器层元件 10，并且在这个意义上没有加热器功能性。然而，该加热器材料层的确帮助减小加热器 14 的电极 15 的电阻，以便于在操作中电极消耗较少的能量，这允许由加热器元件 10 消耗较多的能量且因此允许其较大的有效性。在图 38 中所示例的双加热器实施例中，对应的层 40 不包含加热器 14。

图 21 示出在已经沉积第三牺牲抗蚀剂层 42 之后的生产阶段。由于这个层的最上水平将构成稍后要形成的喷嘴板 2 的内表面，且由此构成喷嘴孔 5 的内延 (inner extent)，这个层 42 的高度必须足够以允许在打印头的操作期间在标为 43 的区域中形成泡 12。

图 23 示出在屋顶层 44，也就是将构成喷嘴板 2 的层，已经被沉积之后的生产阶段。喷嘴板 2 不是由 100 微米厚的聚酰亚胺膜形成，而是由仅 2 微米厚的氮化硅形成。

图 24 示出在标为 45 的位置处，在形成层 44 的氮化硅的化学汽相沉积 (CVD) 已经被部分蚀刻以形成喷嘴缘 4 的外侧部分之后的生产阶段，这个外侧部分被标为 4.1。

图 26 示出在氮化硅的 CVD 已经在 46 处被一直蚀刻通，以完成喷嘴缘 4 的形成并形成喷嘴孔 5 之后，以及在 CVD 氮化硅在其中不需要它的标为 47 的位置处已经被去除之后的生产阶段。

图 28 示出在已经施加了抗蚀剂的保护层 48 之后的生产阶段。这个阶段之后，然后基片部分 21 被从其另他侧 (未示出) 打磨以将基片部分从其大约为 800 微米的标称厚度减小到大约 200 微米，并且随后，如上面所预示的那样来蚀刻孔洞 32。孔洞 32 被蚀刻到与孔洞 31 相遇的深度。

然后，通过使用氧等离子体，每个抗蚀剂层 35、39、42 和 48 的牺牲抗蚀剂被去除，以形成图 30 中所示的具有一起限定室 7 的壁 6 和喷嘴板 2 的结构 (示出部分壁和喷嘴板被切掉)。将注意到这还用来去除填充

孔洞 31 的抗蚀剂，以便于该孔洞与孔洞 32（在图 30 中未示出）一起限定从基片部分 21 的下侧延伸到喷嘴 3 的通路，该通路用作到室 7 的总体标为 9 的墨入口通路的作用。

尽管上述生产过程被用来产生图 30 所示的打印头的实施例，然而具有不同加热器结构的另外的打印头实施例被示于图 33、图 35 和 37 以及图 38 和 40 中。

### 墨滴喷射的控制

再一次参考图 30，如以上所提到的所示单位单元 1 被示出部分壁 6 和喷嘴板 2 被切去，由此显露出室 7 的内部。加热器 14 没有示出被切去，这样加热器元件 10 的两半均可以被看到。

在操作中，墨 11 通过墨入口通路 9（见图 28）以填充室 7。然后，电压被施加于电极 15 上，以建立通过加热器元件 10 的电流流动。如上面针对图 1 所描述的，这加热元件 10，以在室 7 内的墨中形成汽泡。

加热器 14 的各种可能结构，其一些被示于图 33、35 和 37 以及 38 中，可以导致加热器元件 10 的长度与宽度比有许多变化。这样的变化（即使元件 10 的表面面积可以相同）可对元件的电阻，且因此对用来获得元件的某一功率的电压与电流之间的平衡具有显著的作用。

与较早版本相比，现代驱动电子部件趋向于需要较低的驱动电压，其中在其“导通”状态下具有较低的驱动晶体管电阻。因此，在这样的驱动晶体管中，对于给定的晶体管面积，在每个过程产生中存在较高电流容量及较低电压容差的趋势。

参考上面，图 36 以平面图示出用于形成图 35 中所示打印头实施例的加热器结构的掩模的形状。因而，由于图 36 表示那个实施例的加热器元件 10 的形状，所以现在在讨论那个加热器元件时它被提及。在操作中，电流竖直地流进电极 15（由被标为 15.36 的部分表示）中，从而使电极的电流流动面积相对大，这又导致存在低的电阻。相对照，图 36 中由被

标为 10.36 的部分所表示的元件 10 长且细，在这个实施例中元件的宽度为 1 微米且厚度为 0.25 微米。

将注意到图 33 中所示的加热器 14 具有比图 35 中所示的元件 10 明显小的元件 10，且仅具有单环路 36。因而，图 33 的元件 10 将具有比图 35 的元件 10 低得多的电阻，并且将允许较高的电流流动。因此需要较低的驱动电压以在给定的时间内向加热器 14 递送能量。

另一方面，在图 38 中，所示实施例包括具有对应于相同单位单元 1 的两个加热器元件 10.1 和 10.2 的加热器 14。这些元件之一 10.2 的宽度为另一个元件 10.1 的两倍，从而具有对应地较大的表面面积。下部元件 10.2 的各种路径的宽度为 2 微米，而上部元件 10.1 的各种路径的宽度为 1 微米。因此在给定的驱动电压和脉冲持续时间下，由下部元件 10.2 施加到室 7 中墨的能量是由上部元件 10.1 所施加的能量的两倍。这允许对汽泡大小，且因此对因泡而被喷射的墨滴大小的调节。

假定由上部元件 10.1 施加到墨上的能量为 X，将理解到由下部元件 10.2 所施加的能量为大约 2X，且由两个元件一起施加的能量为大约 3X。当然，当两个元件无一操作时，被施加的能量为零。因此，实际上利用一个喷嘴 3 可以打印两位的信息。

由于实际上不可能确切地实现上述能量输出倍数，所以可能需要对元件 10.1 和 10.2 的确切尺寸调整（sizing）或对被施加到其上的驱动电压的某种“微调（fine tuning）”。

还将注意到上部元件 10.1 相对于下部元件 10.2 绕竖直轴旋转经过 180°。这样使它们的电极 15 不重合，从而允许独立的连接以分开驱动电路。

## 25 特定实施例的特征和优点

下面在适当标题下所讨论的是本发明实施例的某些具体特征和这些特征的优点。所述特征应针对属于本发明的所有附图来考虑，除非上下

文特别地排除某些附图，并且涉及被特别提及的那些附图。

### 悬梁加热器

参考图 1，且如上面所提及，加热器元件 10 处于悬梁的形式，且其  
5 被悬置在至少一部分（标为 11.1）墨 11（泡形成液）之上。元件 10 以这  
种方式被配置，而不是像在由各个制造商如 Hewlett Packard、Canon 和  
Lexmark 制造的现有打印头系统中那样形成基片的部分或被嵌入到基片  
中。这构成了本发明实施例与当前的喷墨技术之间的显著差异。

这个特征的主要优点是通过避免现有技术设备中所发生的对围绕加  
10 热器元件 10 的固体材料（例如形成室壁 6，以及围绕入口通路的固体材  
料）的不必要加热，可以实现较高的效率。对这种固体材料的加热不贡  
献于汽泡 12 的形成，这样对这种材料的加热涉及能量的浪费。在任何显  
著意义上贡献于泡 12 产生的仅有能量是被直接施加到要被加热的液的能  
量，所述液典型地为墨 11。

15 在一个优选实施例中，如图 1 中所示，加热器元件 10 被悬置在墨 11  
（泡形成液）内，从而使该液包围元件。这被进一步示例于图 41 中。在  
另一个可能的实施例中，如图 42 中所示，加热器元件 10 梁被悬置在墨  
11（泡形成液）的表面，这样该液仅在元件之下，而不是包围它，并且  
在元件的上侧存在空气。针对图 41 所描述的实施例是优选的，因为泡 12  
20 将完全在元件 10 周围形成，而不像在针对图 42 所描述的实施例中泡将  
仅从元件的下面形成。因此图 41 的实施例有可能提供较为有效的操作。

如例如参照图 30 和 31 可以看到的，加热器元件 10 梁仅在一侧上被  
支撑且在其相对侧上是自由的，这样它构成了悬臂。

### 25 打印头的效率

目前在考虑中的特征是：加热器元件被配置以便于需要小于 500 纳  
焦（nJ）的能量被施加到元件上，以将它充分加热从而在墨 11 中形成

泡 12，以便于通过喷嘴 3 喷射墨滴 16。在一个优选实施例中，所需要的能量小于 300 nJ，而在另一个实施例中该能量小于 120 nJ。

本领域的技术人员将理解，现有技术设备通常需要超过 5 微焦来充分加热元件以产生汽泡 12 从而喷射墨滴 16。因此，本发明的能量要求是 5 小于已知热喷墨系统的数量级。这个较低的能量消耗允许较低的操作费用、较小的功率供应等，而且大大简化了打印头冷却，允许喷嘴 3 的较高密度，并且允许在较高分辨率下打印。

本发明的这些优点在其中各个喷射墨滴 16 本身构成打印头的主要冷却机构的实施例中是尤其有意义的，如下面进一步描述的。

10

## 打印头的自冷却

本发明的这个特征提供了：通过被喷射的墨本身所去除的热及从墨储蓄器（未示出）被带入打印头的墨的组合，被施加到加热器元件 10 用以形成汽泡 12 以便于喷射墨 11 的滴 16 的能量被从打印头去除。其结果是热的净“运动”将是从打印头向外，以提供自动冷却。在这些情形下，15 打印头不需要任何其它冷却系统。

由于被喷射的墨滴 16 及被抽取到打印头中用以置换被喷射滴的墨 11 的量由相同类型的液构成，并且将基本上具有相同的质量，所以方便地将能量的净运动一方面表达为通过对元件 10 加热而添加的能量，以及 20 另一方面表达为由喷射墨滴 16 和引入墨 11 的置换数量所导致的热能的净去除。假设墨 11 的置换数量处于环境温度，则由被喷射的和置换数量的墨的净运动所导致的能量变化可以方便地被表达为这样的热，如果被喷射滴 16 在环境温度下，将需要所述热以将被喷射滴 16 的温度上升到滴被喷射时的滴的实际温度。

25 将理解，确定是否符合上述准则取决于什么构成环境温度。在当前情况下，被取为环境温度的温度是当墨 11 从墨存储储蓄器（未示出）进入到打印头时的温度，其中所述墨存储储蓄器以流体流连通方式被连接

到打印头的入口通路 9。典型地，环境温度将是室内环境温度，其通常大致为 20°C（摄氏）。

然而，如果例如室温较低，或如果进入打印头的墨 11 被冷冻，则环境温度可较低。

5 在一个优选实施例中，打印头被设计成实现完全的自冷却（即其中因被喷射及置换数量的墨 11 的净效应所导致的输出热能等于由加热器元件 10 添加的热能）。

举例来说，假定墨 11 是泡形成液且是水基的，由此具有近似 100°C 的沸点，且如果环境温度是 40°C，则从环境温度到墨沸腾温度有最大 60 度，且那是打印头可经历的最大温升。

理想的是避免在打印头内（不是在墨滴 16 喷射时）具有很接近于墨 11 的沸点的墨温度。如果墨 11 处于这样的温度，则打印头部分之间的温度变化可导致一些区域在沸点以上，从而带来非想要的且因此不希望的汽泡 12 的形成。因而，本发明的优选实施例被配置以便于如以上所述，当加热元件 10 不工作时，特定喷嘴室 7 中的墨 11（泡形成液）的最大温度低于其沸点 10°C 时可以实现完全的自冷却。

目前在讨论中的特征以及其各种实施例的主要优点是：它允许高喷嘴密度及高速打印头操作，而无需精心的冷却方法，用于防止在与墨滴 16 从中被喷射的喷嘴相邻的喷嘴 3 中不需要的沸腾。与不存在这种特征及所提到的温度准则的情况相比，这可以允许喷嘴组装密度多达百倍的增加。

### 喷嘴的面密度

本发明的这个特征涉及打印头上喷嘴 3 的按面积计算的密度。参考图 1，喷嘴板 2 具有上表面 50，且本发明的这个方面涉及该表面上的喷嘴 3 的组装密度。更具体地，那个表面 50 上的喷嘴 3 的面密度超过每平方厘米表面面积 10,000 个喷嘴。

在一个优选实施例中，所述面密度超过每平方厘米表面 50 面积 20,000 个喷嘴 3，而在另一个优选实施例中，面密度超过每平方厘米 40,000 个喷嘴 3。在一个优选实施例中，面密度是每平方厘米 48 828 个喷嘴 3。

当提及面密度时，使每个喷嘴 3 包括对应于喷嘴的驱动电路，其典型地包括驱动晶体管、移位寄存器、使能门和时钟再生电路（该电路未被特别地加以标识）。

参考其中示出单个单位单元 1 的图 43，该单位单元的尺度被示出为宽度为 32 微米且长度为 64 微米。喷嘴下一相继行（未示出）的喷嘴 3 紧接着这个喷嘴并置，这样，作为打印头芯片的外周边尺度的结果，每 10 平方厘米有 48,828 个喷嘴 3。这是典型热喷墨打印头的喷嘴面密度的大约 85 倍，且为压电打印头的喷嘴面密度的大致 400 倍。

由于设备在特定尺寸的硅晶圆上被成批制造，高面密度的主要优点是低制造成本。

在一平方厘米基片内可以容纳的喷嘴 3 越多，则在典型地由一个晶圆组成的单批次中可以制造的喷嘴越多。本发明打印头中所使用类型的 CMOS 加上 MEMS 晶圆的制造成本，在某种程度上独立于其上形成的图案的特性。因此，如果图案相对小，则可以包括相对大数目的喷嘴 3。与喷嘴具有较低面密度的情况相比，这允许以相同的成本制造更多的喷嘴 3 和更多的打印头。成本直接与喷嘴 3 所占用的面积成比例。

20

#### 加热器元件的相对侧上的泡的形成

根据本特征，加热器 14 被配置以便于当在墨 11（泡形成液）中形成泡 12 时，它形成在加热器元件 10 的两侧。优选地，它形成以便于包围加热器元件 10，其中所述元件处于悬梁的形式。

25

可以参考图 45 和 46 来理解与仅在一侧对比，在加热器元件 10 的两侧的泡 12 的形成。如所示，在这些图中的第一图中，加热器元件 10 适合于要仅在一侧形成的泡 12，而在这些图的第二图中，所述元件适合于

要在两侧形成的泡 12。

在如图 45 所示的配置中，泡 12 仅在加热器元件 10 一侧形成的原因在于：元件被嵌入在基片 51 中，这样泡不能被形成在对应于基片的特定侧。相对照，在图 46 的配置中，泡 12 可以形成在两侧，这是因为加热器元件 10 在这里被悬置的。

当然在加热器元件 10 处于如以上针对图 1 所述的悬梁形式的情况下，允许形成泡 12 以包围悬梁元件。

在两侧形成泡 12 的优点在于可实现的较高效率。这是因为减少了对加热器元件 10 附近的固体材料进行加热所浪费的热，而其并不贡献于泡 12 的形成。这被示例于图 45 中，其中箭头 52 指示进入到固体基片 51 中的热运动。损失于基片 51 的热量取决于基片固体材料相对于墨 11 的热传导率，所述墨 11 可以是水基的。由于水的热传导率相对低，可以预期一多半热被基片 51 而不是被墨 11 吸收。

## 15 成穴的防止

如以上所述，当泡 12 已经被形成在根据本发明实施例的打印头中之后，泡向着坍缩点 17 坍缩。根据目前所针对的特征，加热器元件 10 被配置成形成泡 12，以便于泡向着其坍缩的坍缩点 17 处于与加热器元件间隔开的位置。优选地，打印头被配置成使在这样的坍缩点 17 没有固体材料。这样，在现有技术热喷墨设备中是主要问题的成穴被大大消除。

参考图 48，在优选实施例中，加热器元件 10 被配置成具有限定间隙（由箭头 54 表示）的部分 53，并形成泡 12 以使泡向着其坍缩的坍缩点 17 位于这样的间隙处。这个特征的优点在于基本上避免了成穴对加热器元件 10 和其它固体材料的损坏。

在如图 47 所示意性示出的标准现有技术系统中，加热器元件 10 被嵌入在基片 55 中，其中在该元件之上有绝缘层 56，并且在该绝缘层之上有保护层 57。当泡 12 被元件 10 形成时，它被形成在元件 10 的顶部。当

泡 12 坍缩时，如箭头 58 所示，泡坍缩的所有能量被集中到很小的坍缩点 17 上。如果缺少保护层 57，则由于从这个能量集中于坍缩点 17 得到的空穴而导致的机械力可切掉或侵蚀加热器元件 10。然而，这被保护层 57 防止。

5 典型地，这样的保护层 57 得自钽，其氧化以形成很硬的五氧化二钽 ( $Ta_2O_5$ ) 层。虽然没有公知的材料可以完全地抵御成穴的效应，但是如果因成穴导致五氧化二钽应该被切掉，则在下面的钽金属将再次发生氧化，从而有效地修复五氧化二钽层。

10 虽然在公知的热喷墨系统中，五氧化二钽在这点上相对好地起作用，但是它具有某些缺点。一个显著的缺点是：在实际中，实际上整个保护层 57 (具有由参考数字 59 指示的厚度) 必须被加热以将所需要的能量传递到墨 11 中，从而对其加热以形成泡 12。由于钽具有很高的原子量，这个层 57 具有高热质 (thermal mass)，并且这降低了热传递的效率。这不仅增加了在标为 59 的水平处所需要的热量以充分升高标为 60 的水平处的温度以加热墨 11，而且还导致在箭头 61 所指示的方向上发生基本的热损失。如果加热器元件 10 仅被支撑在一表面上且不被保护层 57 所覆盖，则这些缺点将不存在。

20 根据目前在讨论中的特征，如以上所述，通过以下避免了对保护层 57 的需求：产生泡 12 以便于如图 48 中所示例，泡向着坍缩点 17 坍缩，在所述坍缩点处没有固体材料，并且更具体地在这里在加热器元件 10 的部分 53 之间存在间隙 54。由于仅有墨 11 本身处于这个位置（在泡产生以前），所以在此没有材料可因成穴效应而被侵蚀。坍缩点 17 处的温度可达到数千摄氏度，如声致发光 (sonoluminescence) 现象所证实的那样。这将破坏那个点处的墨组分。然而，在坍缩点 17 处具有极端温度的体积 25 是如此小，以致于对这个体积中的墨组分的破坏并不显著。

通过使用对应于由图 34 中所示掩模的部分 10.34 所表示的加热器元件 10，可以实现泡 12 的产生，以便于它向着不存在固体材料的坍缩点

17 坎缩。所表示的元件是对称的，并且具有在其中心处由参考数字 63 表示的孔洞。当元件被加热时，泡形成在元件周围（由虚线 64 指示）并且然后增长，从而使它不是如由虚线 64 和 65 所示例的环（炸面圈（doughnut））形，而是跨接包括孔洞 63 的元件，所述孔洞随后被形成泡的蒸汽所填充。泡 12 由此基本上是盘形。当它坎缩时，坎缩被导向，以使围绕泡 12 的表面张紧最小。这涉及在所涉及的动力学所允许的范围内，将泡形状移向球形状。这又使坎缩点处于加热器元件 10 中心处的孔洞 63 的区域内，其中不存在固体材料。

图 31 中所示掩模的部分 10.31 所表示的加热器元件 10 被配置以实现类似的结果，其中如虚线 66 所示而产生泡，并且泡所坎缩到的坎缩点处于元件中心处的孔洞 67 中。

被表示为图 36 中所示掩模的部分 10.36 的加热器元件 10 也被配置以实现类似的结果。当元件 10.36 的尺寸被如此确定以使孔洞 68 小的情况下，加热器元件的制造不精确性可影响到这样的程度，即泡可以被形成以使其坎缩点处于由该孔洞限定的区域内。例如，孔洞可小至跨度为几微米。在不能实现元件 10.36 的高水平精度时，这可导致被表示为 12.36 的略微倾向一边的泡，这样它们不可能被导向如此小的区域内的坎缩点。在这种情况下，对于图 36 中所表示的加热器元件，元件的中心环 49 可以简单地被省略，由此增加了泡的坎缩点所要落入的区域的大小。

20

#### 经化学汽相沉积的喷嘴板以及薄喷嘴板

每个单位单元 1 的喷嘴孔 5 延伸通过喷嘴板 2，喷嘴板由此构成通过化学汽相沉积（CVD）形成的结构。在各种优选实施例中，CVD 是氮化硅、二氧化硅或氧氮化物（oxi-nitride）。

25

由 CVD 形成喷嘴板 2 的优点在于：它形成在这样的地方，在这里不需要将喷嘴板组装到诸如单位单元 1 的壁 6 的其它部件。这是一个重要的优点，因为否则将需要的喷嘴板 2 的组装可以是难以实现的，并且可

以涉及潜在复杂的问题。这种问题包括：在将喷嘴板 2 粘接到其它部分的粘合剂的固化过程期间，喷嘴板 2 与它将被组装到其上的部分之间的潜在的热膨胀失配，成功保持部件彼此对准、保持它们平坦的困难等。

热膨胀问题是现有技术中限制可制造的喷墨机的大小的显著因素。  
5 这是因为例如镍喷嘴板与喷嘴板被连接到其上的基片之间的热膨胀系数差在该基片得自硅的情况下相当大 (quite substantial)。因而，在小至比方说 1000 个喷嘴所占用的距离上，当相应部分被从环境温度加热到将部件接合在一起所需的固化温度时，发生在所述相应部件之间的相对热膨胀可以导致显著大于整个喷嘴长度的尺度失配。这对于这样的设备这将  
10 是明显有害的。

目前在讨论中的本发明特征所针对的另一个问题至少在其实施例中是：在现有技术设备中，需要被组装的喷嘴板通常在相对高的应力条件下被层压到打印头的其余部分上。这可以导致设备的断裂或所不希望的变形。在本发明实施例中通过 CVD 对喷嘴板 2 的沉积避免了这一问题。  
15

本发明的当前特征的另外优点至少在其实施例中是它们与现有半导体制造过程的兼容性。通过 CVD 沉积喷嘴板 2 允许喷嘴板以正常硅晶圆生产的规模，采用半导体制造正常情况下所使用的过程被包括在打印头中。

在泡产生阶段期间，现有热喷墨或喷泡系统经历高达 100 个大气压  
20 的压力瞬变。如果这种设备中的喷嘴板 2 通过 CVD 来施加，则为了抵抗这种压力瞬变，将需要相当厚的 CVD 喷嘴板。正如本领域的技术人员将理解的，经沉积的喷嘴板的这种厚度将带来下面所讨论的某些问题。

例如，在喷嘴室 7 内足以抵抗 100 个大气压压力的氮化物厚度可以是比方说 10 微米。参考其中示出不根据本发明的单位单元 1，并且具有这样的厚喷嘴板 2 的图 49，将理解这样的厚度将导致与滴喷射有关的问题。在这种情况下，由于喷嘴板 2 的厚度，由喷嘴 3 在墨 11 通过它喷射时所施加的流体曳力导致设备效率的显著损失。  
25

在这种厚喷嘴板 2 情况下将存在的另一个问题涉及实际的蚀刻过程。这是假定例如利用标准的等离子体蚀刻，如所示垂直于基片部分的晶圆 8 来蚀刻喷嘴 3。这将典型地需要施加多于 10 微米的抗蚀剂 69。为了对那个厚度的抗蚀剂 69 进行曝光，所需要的分辨率水平变得难以实现，  
5 这是因为被用于对抗蚀剂曝光的分档器（stepper）焦深相对小。虽然将有可能使用 x 射线对这个相关深度的抗蚀剂 69 进行曝光，但是这将是相对昂贵的过程。

在 10 微米厚的氮化物层经 CVD 沉积在硅基片晶圆上的情况下，这种厚喷嘴板 2 将存在的进一步问题是：由于 CVD 层和基片之间的热膨胀  
10 差，以及厚沉积层内的固有应力，可能使晶圆被弯曲到如此程度，以致于平版印刷过程中的另外步骤将变成不实际。因此，厚至 10 微米的喷嘴板 2 的层（不像在本发明中）虽然是可能的，但却是不利的。

参考图 50，在根据本发明实施例的 Memjet 热喷墨设备中，CVD 氮化物喷嘴板层 2 仅 2 微米厚。因此通过喷嘴 3 的流体曳力并不特别显著，  
15 且因此不是损失的主要原因。

此外，在这种喷嘴板 2 中蚀刻喷嘴 3 所需要的蚀刻时间和抗蚀剂厚度，以及在基片晶圆 8 上的应力将不是过度的。

由于在室 7 内产生的压力仅为近似 1 个大气压而不是如前面所提到的如现有技术设备中的 100 个大气压，在本发明中相对薄的喷嘴板 2 被  
20 使能。

在这个系统中存在贡献于喷射滴 16 所需要的压力瞬变的显著降低的许多因素。它们包括：

1. 室 7 的小尺寸；
2. 喷嘴 3 和室 7 的精确制造；
- 25 3. 在低的滴速度下滴喷射的稳定性；
4. 在喷嘴 3 之间很低的流体和热干扰；
5. 针对泡区的最优喷嘴尺寸；

6. 通过薄（2 微米）喷嘴 3 的低流体曳力；
7. 由通过入口 9 的墨喷射导致的低压力损失；
8. 自冷却操作。

如上面结合根据图 6 至 31 所描述的过程所提到的，2 微米厚的喷嘴  
5 板层 2 的蚀刻涉及两个相关的阶段。一个这样的阶段涉及蚀刻在图 24 和  
50 中被标为 45 的区域以在将成为喷嘴缘 4 的部分的外部形成凹陷。另一个这样的阶段涉及蚀刻在图 26 和 50 中被标为 46 的区域，其实际上形成  
喷嘴孔 5 并且完成缘 4。

## 10 喷嘴板厚度

如上面结合通过 CVD 形成喷嘴板 2 所针对的，并且以就这一点所述  
的优点，本发明中的喷嘴板比现有技术中薄。更具体地，喷嘴板 2 小于  
10 微米厚。在一个优选实施例中，每个单位单元 1 的喷嘴板 2 小于 5 微  
米厚，而在另一个优选实施例中，它小于 2.5 微米厚。实际上，用于喷嘴  
15 板 2 的优选厚度为 2 微米厚。

## 在不同层中形成的加热器元件

根据本特征，存在被设置在每个单位单元 1 的室 7 内的多个加热器  
元件 10。通过如以上针对图 6 至 31 所描述的平版印刷过程而形成的元件  
20 10 被形成在相应的层中。

在优选实施例中，如图 38、40 和 51 所示，室 7 中的加热器元件 10.1  
和 10.2 相对于彼此具有不同的大小。

同样如参照对平版印刷过程的以上描述将理解的，每个加热器元件  
10.1，10.2 通过该过程的至少一个步骤形成，涉及每一个元件 10.1 的平  
版印刷步骤与涉及另一个元件 10.2 的平版印刷步骤截然不同。  
25

如图 51 中的示图所示意性反映的，元件 10.1，10.2 优选地相对于彼  
此被确定大小，以便于它们可以实现二元加权的（binary weighted）墨滴

体积，即，以便于它们可以使具有不同的、经二元加权的体积的墨滴 16 通过特定单位单元 1 的喷嘴 3 而喷射。墨滴 16 体积的二元加权的实现由元件 10.1 和 10.2 的相对大小来确定。在图 51 中，与墨 11 接触的底部加热器元件 10.2 的面积为顶部加热器元件 10.1 面积的两倍。

5 由 Canon 取得专利权且被示意性地示例于图 52 中的一种公知现有技术设备也具有用于每个喷嘴的两个加热器元件 10.1 和 10.2，并且它们也被确定尺寸于二元的基础上(即，以产生具有经二元加权的体积的滴 16)。这些元件 10.1 和 10.2 在喷嘴室 7 中被彼此相邻地形成在单层中。将理解，仅由小元件 10.1 形成的泡 12.1 相对小，而仅由大元件 10.2 形成的泡 12.2  
10 相对大。当两个元件同时被激励时，由两个元件的组合效应所产生的泡被标为 12.3。三个不同大小的墨滴 16 将被使得由三个相应的泡 12.1、12.2 和 12.3 来喷射。

将理解，元件 10.1 和 10.2 本身的大小不需要经二元加权以导致具有  
15 不同大小的滴 16 的喷射或滴的有用组合的喷射。事实上，二元加权可完全不由元件 10.1、10.2 本身的面积精确表示。在确定元件 10.1 和 10.2 的大小以获得经二元加权的滴体积时，围绕泡 12 产生的流体特征，滴的动力学特征，一旦滴 16 已经断裂，从喷嘴 3 被抽回到室 7 中的液数量等必须被加以考虑。因而，元件 10.1 和 10.2 表面面积的实际比率或两个加热器的性能需要在实践中被加以调节以获得所需的经二元加权的滴体积。

20 当加热器元件 10.1、10.2 的大小被固定且因此其表面面积的比率被固定时，通过调节到两个元件的供应电压，被喷射滴 16 的相对大小可被调节。这亦可通过调节元件 10.1、10.2 的操作脉冲的持续时间，即它们的脉冲宽度来实现。然而，脉冲宽度不能超出某一时间量，这是因为一旦泡 12 已经成核在元件 10.1、10.2 的表面，则在那个时间之后脉冲宽度  
25 的任何持续时间将几乎没有或没有作用。

另一方面，加热器元件 10.1、10.2 的低热质允许它们被加热以很快达到泡 12 被形成且滴 16 被喷射的温度。虽然最大有效脉冲宽度被泡成

核的开始典型地限制到 0.5 微秒左右，但是最小脉冲宽度仅由可以被加热器元件 10.1、10.2 容忍的可用电流驱动和电流密度加以限制。

如图 51 中所示，两个加热器元件 10.1、10.2 被连接到两个相应的驱动电路 70。虽然这些电路 70 可彼此相同，但是借助于这些电路，例如通过使被连接到作为高电流元件的下部元件 10.2 的驱动晶体管（未示出）的大小大于被连接到上部元件 10.1 的那个，可以实现进一步的调节。如果例如被提供到相应元件 10.1、10.2 的相对电流处于 2:1 的比率，则被连接到下部元件 10.2 的电路 70 的驱动晶体管将典型地是被连接到另一个元件 10.1 的电路 70 的驱动晶体管（也未被示出）的宽度的两倍。

在针对图 52 所述的现有技术中，处在同一层中的加热器元件 10.1、10.2 在平版印刷制造过程的同一步骤中被同时生产。在图 51 中所示例的本发明实施例中，如上面所提到的，两个加热器元件 10.1、10.2 被一个接一个地形成。事实上，如在参照图 6 至 31 所示例的过程中所述，用来形成元件 10.2 的材料被沉积且随后被蚀刻于平版印刷过程中，其后牺牲层 39 被沉积在该元件的顶部，且随后用于另一个元件 10.1 的材料被沉积，以使牺牲层处于两个加热器元件层之间。第二元件 10.1 的层通过第二平版印刷步骤来蚀刻，并且牺牲层 39 被去除。

再一次提及加热器元件 10.1 和 10.2 的不同尺寸，如以上所提到的，这所具有的优点是，它使元件能被确定尺寸以便于从一个喷嘴 3 实现多个经二元加权的滴体积。

将理解，在可以实现多个滴体积情况下，且特别地如果它们是经二元加权的，则可以在使用较少打印点时且以较小的打印分辨率获得照片的质量。

此外，在相同情形下，可以实现较高速度的打印。即，不是仅喷射一个滴 14 且随后等待喷嘴 3 被再填充，而是一个、两个或三个滴的等效物（equivalent）可被喷射。假定可用的喷嘴 3 的再填充速度不是限制性因素，则可实现快高达三倍的墨喷射且因此实现快高达三倍的打印。然

而，实际上，喷嘴再填充时间将典型地是限制性因素。在这种情况下，与仅最小体积的滴已经被喷射时相比，当已经喷射了三倍体积的滴 16 时（相对于最小大小的滴）将花费略微长的时间对喷嘴 3 进行再填充。然而，实际上再填充将不花费多达三倍长的时间。这是由于墨 11 的惯性动  
5 力学和表面张紧而造成的。

参考图 53，其中示意性示出一对相邻的单位单元 1.1 和 1.2，在左边的单元 1.1 表示较大体积的滴 16 已经被喷射之后的喷嘴 3，且在右边的单元 1.2 表示较小体积的滴已经被喷射之后。在较大的滴 16 的情况下，已经在被部分排空的喷嘴 3.1 内部形成的空气泡 71 的曲率大于在较小体积的滴已经从另一个单位单元 1.2 的喷嘴 3.2 被喷射之后已经形成的空气泡 72 的情况下的曲率。  
10

单位单元 1.1 中空气泡 71 的较高曲率导致较大的表面张力，其趋向于将墨 11 从再填充通路 9 抽向喷嘴 3 并进入室 7.1，如由箭头 73 所示。这引起较短的再填充时间。当室 7.1 再填充时，它达到被标明 74 的阶段，  
15 其中条件类似于在相邻单位单元 1.2 中的条件。在该条件下，单位单元 1.1 的室 7.1 被部分再填充且表面张力因此已经被降低。这导致在这个阶段，在那个单位单元 1.1 中该条件已经被达到时，即使以其关联动量进入室 7.1 的液流动已经被建立，再填充速度仍减慢。其总体效应是：虽然与从条件 74 存在时起相比，从空气泡 71 存在时起完全填充室 7.1 和喷嘴  
20 3.1 要花费长时间，即使要被再填充的体积大三倍，再填充室 7.1 和喷嘴 3.1 并不花费三倍长的时间。  
25

#### 从由具有低原子序数的元素所构成的材料而形成的加热器元件

这个特征涉及由固体材料形成的加热器元件 10，按重量计算，所述  
25 固体材料的至少 90% 由具有低于 50 的原子序数的一种或多种周期元素构成。在优选实施例中，原子量在 30 以下，而在另一个实施例中原子量在 23 以下。

低原子序数的优点在于所述材料的原子具有较低的质量，且因此需要较小的能量来升高加热器元件 10 的温度。这是因为，正如本领域的技术人员将理解的，物件的温度基本上与原子核的运动状态有关。因而，与在具有较轻核的原子的材料中相比，在具有较重核的原子的材料中，  
5 将需要较多的能量来升高温度，并因此诱发这样的核运动。

目前用于热喷墨系统的加热器元件的材料包括钽铝合金（例如由 Hewlett Packard 所使用的），以及硼化铪（例如由 Canon 所使用的）。钽和铪分别具有原子序数 73 和 72，而用在本发明的 Memjet 加热器元件 10 中的材料是氮化钛。钛具有 22 的原子序数且氮具有 7 的原子序数，因此  
10 这些材料比相关现有技术设备材料明显轻。

分别形成硼化铪和钽铝的部分的硼和铝像氮一样是相对轻的材料。然而，氮化钽的密度是  $16.3 \text{ g/cm}^3$ ，而氮化钛（其包括取代钽的钛）的密度是  $5.22 \text{ g/cm}^3$ 。因此，因为氮化钽具有近似为氮化钛三倍的密度，所以与氮化钽相比，加热氮化钛比将需要近似少三倍的能量。如本领域的技术人员将理解的，在两个不同温度下材料中的能量差由下述方程表示：  
15

$$E = \Delta T \times C_p \times V_{OL} \times \rho,$$

其中  $\Delta T$  表示温度差， $C_p$  是比热容， $V_{OL}$  是体积，且  $\rho$  是材料的密度。虽然由于密度还是晶格常数的函数，所以它不仅仅由原子序数来确定，但是密度受到所涉及材料的原子序数的强烈影响，并且因此是讨论中的  
20 特征的关键方面。

### 低加热器质量

这个特征涉及这样的加热器元件 10，其被配置成使每个加热器元件的固体材料的质量小于 10 纳克，所述每个加热器元件被加热到泡形成液  
25 （即在这个实施例中为墨 11）的沸点以上，以用来加热墨从而在其中产生泡 12，以使墨滴 16 被喷射。

在一个优选实施例中，所述质量小于 2 纳克，在另一个实施例中所

述质量小于 500 皮克，并且在又一个实施例中所述质量小于 250 皮克。

上述特征构成优于现有技术喷墨系统的显著优点，这是因为作为在对加热器元件 10 的固体材料加热时能量损失的减小的结果其导致增加的效率。由于具有低密度的加热器元件材料的使用，由于元件 10 相对小的尺寸，并且由于如例如在图 1 中所示，处于未被嵌入其它材料中的悬梁的形式的加热器元件，这个特征被使能。

图 34 以平面图示出掩模的形状，该掩模用于形成图 33 中所示的打印头的实施例的加热器结构。因而，由于图 34 表示那个实施例的加热器元件 10 的形状，所以它现在在讨论那个加热器元件时被提及。如在图 34 中由参考数字 10.34 表示的加热器元件仅具有宽 2 微米且厚 0.25 微米的单环路 49。它具有 6 微米的外半径和 4 微米的内半径。总的加热器质量是 82 皮克。类似地图 39 中由参考数字 10.39 表示的对应元件 10.2 具有 229.6 皮克的质量，且在图 36 中由参数数字 10.36 表示的元件 10 具有 225.5 皮克的质量。

当例如在图 34、39 和 36 中所表示的元件 10、102 被用于实践中时，与被升高到墨沸点以上的温度的墨 11（在该实施例中为泡形成液）处于热接触的每个这种元件的材料总质量将略微高于当元件被涂覆了电绝缘的、化学惰性的、热传导材料时的这些质量。这个涂层在某种程度上增加了被升高到较高温度的材料的总质量。

## 保形涂覆的加热器元件

这个特征涉及每个元件 10 由保形保护涂层来覆盖，这个涂层已经被同时施加到元件的所有侧面，从而使涂层是无缝的。优选地，涂层 10 是非电性传导的，是化学惰性的且具有高的热导率。在一个优选实施例中，涂层是氮化铝，在另一个实施例中它是类金刚石碳（DLC），而在又一个实施例中它是氮化硼。

参考图 54 和 55，所示为现有技术加热器元件 10 的示意性表示，该

元件未如上述所讨论被保形涂覆，但是已经被沉积在基片 78 上并且已经以典型的方式以标为 76 的 CVD 材料在一侧保形涂覆。相对照，如在图 56 中所示意性反映的，在本实例中提到的涂层涉及同时在所有侧面保形涂覆元件，该涂层被标为 77。然而，当元件 10 被如此涂覆时，仅当其是 5 与其它结构相隔离的结构，即处于悬梁形式以便于接近元件的所有侧面时，才可以实现这种在所有侧面上的保形涂层 77。

要理解的是，当提及在所有侧面保形涂覆元件 10 时，这排除了元件 10 (悬梁) 的端部，如图 57 中所图解示出的那样，所述端部被接合于电极 15。换句话说，在所有侧面对元件 10 保形涂覆基本上意味着元件沿着元件长度被保形涂层完全包围。

可再一次参考图 54 和 55 来理解保形涂覆加热器元件 10 的主要优点。如可以看出的，当施加保形涂层 76 时，其上沉积有 (即形成有) 加热器元件 10 的基片 78 有效地构成在与被保形施加的涂层相对的侧面上的元件涂层。在又被支撑在基片 78 上的加热器元件 10 上沉积保形涂层 76 导致缝 79 被形成。这个缝 79 可构成弱点，在此可形成氧化物和其它所不希望的产物，或在此可出现层离 (delamination)。事实上，在蚀刻被实施以将加热器元件和其涂层 76 与下面的基片 78 分开使元件处于悬梁形式的图 54 和 55 的加热器元件 10 的情况下，可导致液或氢氧基离子的进入，即使这种材料并不可能渗入涂层 76 或基片 78 的实际材料。

20 上述提到的材料 (即氮化铝或类金刚石碳 (DLC)) 因其理想的高热传导率、高化学惰性水平和它们非电性传导的事实而其适合于用在本发明的保形涂层 77 中，如图 56 中所示。为此目的的另一种适合的材料是在上面也被提及的氮化硼。虽然对于实现所需的性能特性，用于涂层 77 的材料的选择是重要的，但是除所提到的那些材料以外的材料在它们具有适合的特征时也可以被代替使用。

其中使用打印头的实例打印机

以上描述的部件形成了部分打印头组件，其又被用在打印机系统中。打印头组件本身包括许多打印头模块 80。这些方面在下面被加以描述。

暂时参考图 44，所示的喷嘴 3 的阵列被设置在打印头芯片（未示出）  
5 上，在同一芯片上包括有驱动晶体管、驱动移位寄存器等（未被示出），由此较小了芯片上所需要的连接数。

参考图 58 和 59，其中以分解视图和非分解视图分别示出了包括  
MEMS 打印头芯片组件 81（下面也被称为芯片）的打印头模块组件 80。  
在如所示的典型芯片组件 81 上有 7680 个喷嘴，其被间隔开以便于能够  
10 以每英寸 1600 点的分辨率来打印。芯片 81 还被配置成喷射 6 种不同的  
颜色或类型的墨 11。

柔性印刷电路板（PCB）82 被电连接到芯片 81，用于向芯片提供功  
率和数据。芯片 81 被接合到不锈钢上层片 83 上，以覆盖在该片中被蚀  
刻的孔洞 84 的阵列。芯片 81 本身是硅的多层堆叠，其在硅 85 的底层上  
15 具有墨通道（未示出），这些通道被与孔洞 84 对准。

芯片 81 近似 1 mm 宽及 21 mm 长。这个长度由用于制造芯片 81 的  
分档器的场宽来确定。片 83 具有通道 86（仅其一些作为被隐藏的细节被  
示出），如图 58 中所示其被蚀刻于所述片的下侧。通道 86 如所示延伸，  
以便于其端部与中间层 88 中的孔洞 87 对准。通道 86 的不同通道与孔洞  
20 87 的不同孔洞对准。孔洞 87 又与下层 90 中的通道 89 对准。每个通道  
89 承载不同相应颜色的墨，除了被标为 91 的最后通道以外。这个最后通  
道 91 是空气通道且与中间层 88 中的另外孔洞 92 对准，所述孔洞 92 又  
与上层片 83 中的另外孔洞 93 对准。这些孔洞 93 与顶部通道层 96 中的  
缝隙 95 的内部部分 94 对准，从而使这些内部部分与空气通道 91 对准，  
25 且因此处于与其的流体流动连通，如虚线 97 所示。

下层 90 具有开口到通道 89 和通道 91 中的孔洞 98。来自空气源（未  
示出）的经压缩的过滤空气通过相关孔洞 98 进入通道 91，且随后经过分

别在中间层 88、片 83 和顶部通道层 96 中的孔洞 92 和 93 及缝隙 95，然后被吹入芯片组件 81 的侧面 99，它从这里在 100 处被迫使通过覆盖喷嘴的喷嘴防护装置 101 而出来，以保持喷嘴没有纸尘。具有不同颜色的墨 11（未示出）经过下层 90 的孔洞 98，进入通道 89，且随后通过相应的孔洞 87，然后沿着上层片 83 下侧中的相应通道 86，通过那个片的相应孔洞 84，且随后通过缝隙 95，到达芯片 81。将注意到，在下层 90 中仅有七个孔洞 98（每种颜色的墨一个且压缩空气一个），墨和空气经由所述孔洞传递到芯片 81，从而使墨被导向芯片上的 7680 个喷嘴。

现在参考图 60，其中图 58 和 59 的打印头模块组件 80 的侧视图被示意性地示出。芯片组件的中心层 102 是设置 7680 个喷嘴和其关联驱动电路的层。构成喷嘴防护装置 101 的芯片组件的顶层使经过滤的压缩空气能被导引以保持喷嘴防护装置孔洞 104（其由虚线示意性地表示）没有纸尘。

下层 105 得自硅且具有被蚀刻在其中的墨通道。这些墨通道与不锈钢上层片 83 中的孔洞 84 对准。如以上所述，片 83 从下层 90 接收墨和压缩空气，且随后将墨和空气导向芯片 81。从墨和空气被下层 90 接收的地方，经由中间层 88 和上层 83 将墨和空气灌（funnel）到芯片 81 的需要是因为：否则把大数目（7680）的很小喷嘴 3 与下层 90 中较大的较不精确的孔洞 98 对准将是不实际的。

软 PCB 82 被连接到位于芯片组件 81 的层 102 上的移位寄存器和其它电路（未示出）。芯片组件 81 通过线 106 接合到软 PCB 上且这些线随后被封装在环氧树脂 107 内。为了实现这种封装，坝 108 被提供。这允许要被施加的环氧树脂 107 填充坝 108 与芯片组件 81 之间的空间，从而使线 106 被嵌入环氧树脂中。一旦环氧树脂 107 已经硬化，则它保护线接合结构免受纸和尘的污染，及免受机械接触。

参考图 62，其中以分解视图示意性地示出打印头组件 19，在其它部件中，其包括如以上所述的打印头模块组件 80。打印头组件 19 被配置用

于适合于 A4 或 US 书信类型纸的页宽打印机。

打印头组件 19 包括十一个打印头模块组件 80, 所述组件以弯曲金属板的形式被胶合到基片通道 110 上。由参考数字 111 表示的每个为 7 个孔洞的一系列组被提供, 以将 6 种不同颜色的墨和压缩空气供应到芯片  
5 组件 81。经挤压的柔性墨软管 112 被胶合到通道 110 的位置中。将注意到软管 112 包括其上的孔洞 113。当软管 112 首先被连接到通道 110 时, 这些孔洞 113 并不存在, 但是其后通过迫使热线结构 (未示出) 通过孔洞 111, 借助于熔化而形成孔洞, 所述孔洞 111 随后用作引导以固定孔洞 113 被熔化的位置。当打印头组件 19 被组装时, 孔洞 113 经由孔洞 114  
10 (其组成通道 110 中的组 111) 与每个打印头模块组件 80 的下层 90 中的孔洞 98 处于流体流动连通。

软管 112 限定沿软管长度延伸的平行通道 115。在一端 116, 软管 112 被连接到墨容器 (未示出), 且在相对端 117, 提供有通道挤压帽 (channel extrusion cap) 118, 其用于塞住且因此封闭软管的那个端。

15 金属顶部支撑板 119 支撑且定位通道 110 和软管 112, 并且用作其支撑板。通道 110 和软管 112 又将压力施加到包括软印刷电路的组件 120 上。板 119 具有接片 (tab) 121, 其通过在通道 110 的向下延伸壁 123 中的槽口 (notch) 122 延伸, 以将通道和板相对于彼此而定位。

提供挤压件 (extrusion) 124 来定位铜汇流条 (bus bar) 125。虽然  
20 操作根据本发明的打印头所需的能量是比公知热喷墨打印机所需能量低的数量级, 但是在打印头阵列上总共有大约 88,000 个喷嘴 3, 并且这近似为在典型打印头中常见的喷嘴数目的 160 倍。由于本发明的喷嘴 3 在操作期间可在连续的基础上操作 (即, 触发), 所以总的功率消耗将是比这种公知打印头高的数量级, 并且因而电流要求将是高的, 即使每个喷嘴的功率消耗将是比公知打印头低的数量级。汇流条 125 适合于提供这种功率要求, 并且具有被焊接到它们上的电源导线 126。

如所示, 可压缩导电条 127 被提供成与打印头模块组件 80 的软 PCB

82 下部部分的上侧上的接触 128 相毗邻。PCB 82 从芯片组件 81，绕着通道 110、支撑板 119、挤压件 124 及汇流条 126，延伸到条 127 下面的位置，以便于接触 128 被放置在条 127 下面，且与其接触。

每个 PCB 82 是双面的且被镀通的。位于 PCB 82 外表面上的数据连接 129（由虚线示意性地指示）与柔性 PCB 131 上的接触点 130（仅其一些被示意性地示出）毗邻，所述柔性 PCB 131 反过来包括构成柔性本身的部分的数据总线和边缘连接器 132。

金属板 133 被提供，以使它与通道 110 一起可以将打印头组件 19 的所有部件保持在一起。在这点上，通道 110 包括扭转接片（twist tab）134，当组件 19 被放在一起时所述扭转舌片 134 延伸通过板 133 中的缝隙 135，并且然后被扭转近似 45 度以防止它们通过缝隙而撤回。

参考图 68，概括地说，打印头组件 19 被示出处于组装状态。墨和压缩空气在 136 处经由软管 112 被供应，功率经由导线 126 被供应，且数据经由边缘连接器 132 被提供到打印头芯片组件 81。打印头芯片组件 81 位于包括 PCB 82 的十一个打印头模块组件 80 上。

安装孔洞 137 被提供用于将打印头组件 19 安装在打印机（未示出）中的位置。由距离 138 表示的打印头组件 19 的有效长度刚好超过 A4 页的宽度（即，约 8.5 英寸）。

参考图 69，其中示意性地示出通过经组装的打印头 19 的横截面。从中可以清楚地看到形成芯片组件 81 的硅堆叠的位置，如通过墨和空气供应软管 112 的纵向断面可以看到的。同样清楚看到的是可压缩条 127 的毗邻，其在上面与汇流条 125 进行接触，在下面与从芯片组件 81 延伸的柔性 PCB 82 的下部接触。还可以看到通过金属板 133 中的缝隙 135 而延伸的扭转舌片 134，包括由虚线 139 所表示的其扭转配置。

25

## 打印机系统

参考图 70，所示为示例根据本发明实施例的打印头系统 140 的框图。

在框图中所示的是打印头（由箭头表示）141、到打印头的电源 142、墨供给 143、及打印数据 144，当在 145 处打印头将墨喷射到例如处于纸 146 的形式的打印介质时，所述数据 144 被馈送到打印头。

介质传输辊 147 被提供以将纸 146 传输经过打印头 141。介质拾取机  
5 构 148 被配置成从介质托盘 149 中取出一张纸 146。

电源 142 用于提供 DC 电压，其是打印机设备中的标准类型的电源。

墨供给 143 来自墨盒（未示出），并且典型地在 150 有关墨供应的各种类型的信息将被提供，如剩余墨量。这个信息经由被连接到用户接口 152 的系统控制器 151 来提供。接口 152 典型地由许多按钮（未示出）组成，如“打印”按钮、“页前进”按钮等。系统控制器 151 还控制被提供 10 用来驱动介质拾取机构 14 的马达 153，以及用于驱动介质传输辊 147 的马达 154。

对于系统控制器 151 来说，有必要辨别何时一张纸 146 正在移动经过打印头 141，以便于打印可以在正确的时间被实现。这个时间可以与介 15 质拾取机构 148 已经拾取所述纸张 146 之后已流逝的特定时间有关。然而，优选地，提供纸传感器（未示出），其被连接到系统控制器 151 以便于当所述纸张 146 到达相对于打印头 141 的某一位置时，系统控制器可以实现打印。打印是通过触发将打印数据 144 提供到打印头 141 的打印数据格式器 155 来实现的。因此将理解，系统控制器 151 还必须与打印 20 数据格式器 155 交互。

打印数据 144 源自在 156 被连接的外部计算机（未示出），并且可经由许多不同连接方式的任何一个来传输，如 USB 连接、ETHERNET 连接、另外被公知为火线的 IEEE 1394 连接、或并行连接。数据通信模块 157 将这个数据提供到打印数据格式器 155 并且向系统控制器 151 提供控制 25 信息。

虽然上面参考特定的实施例对本发明加以说明，但是本领域的技术人员将理解，本发明可以以许多其它的形式被实施。例如，虽然上面的

实施例涉及电激励的加热器元件，但是在适当情况下在实施例中还可使用非电激励的元件。

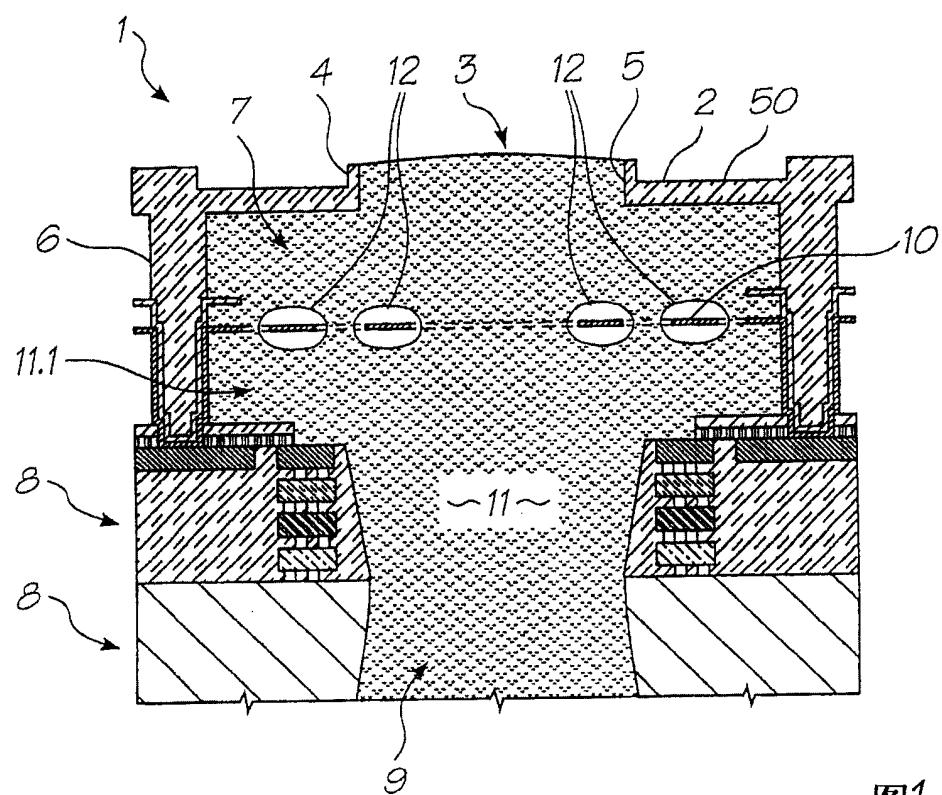


图1

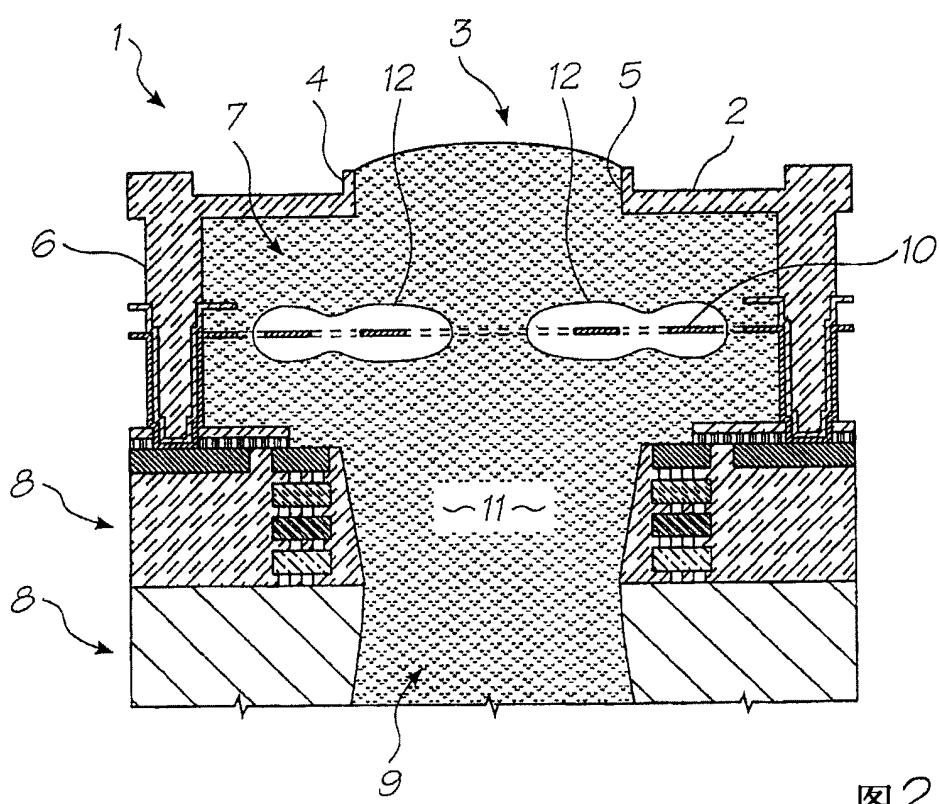


图2

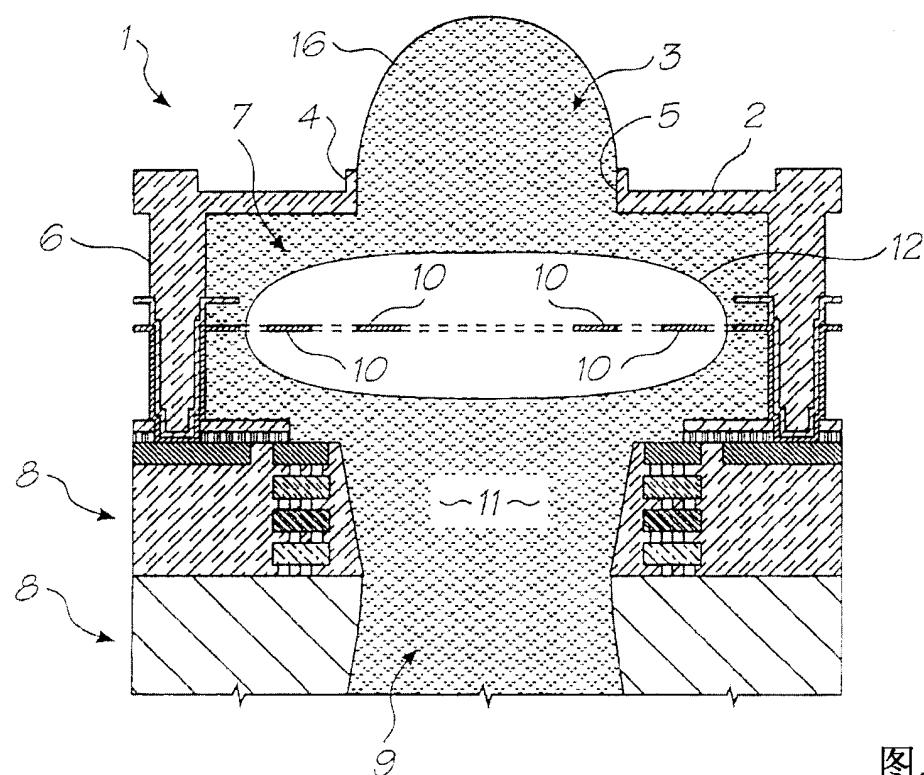


图3

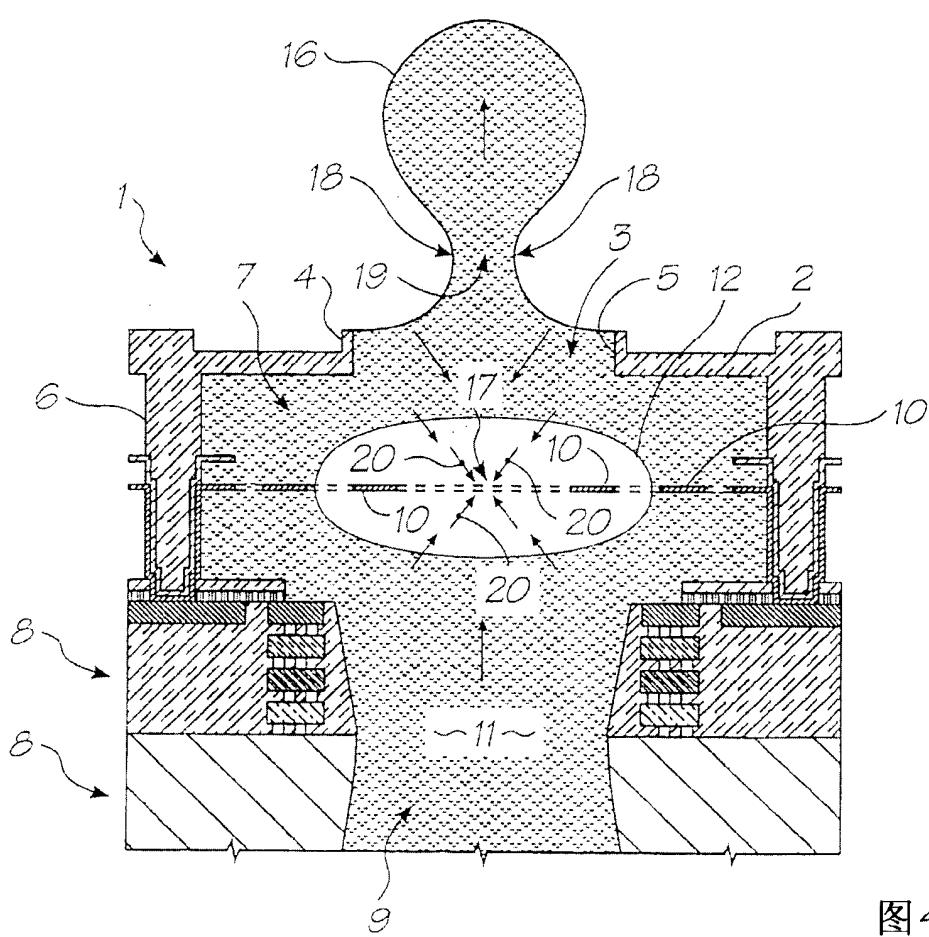


图4

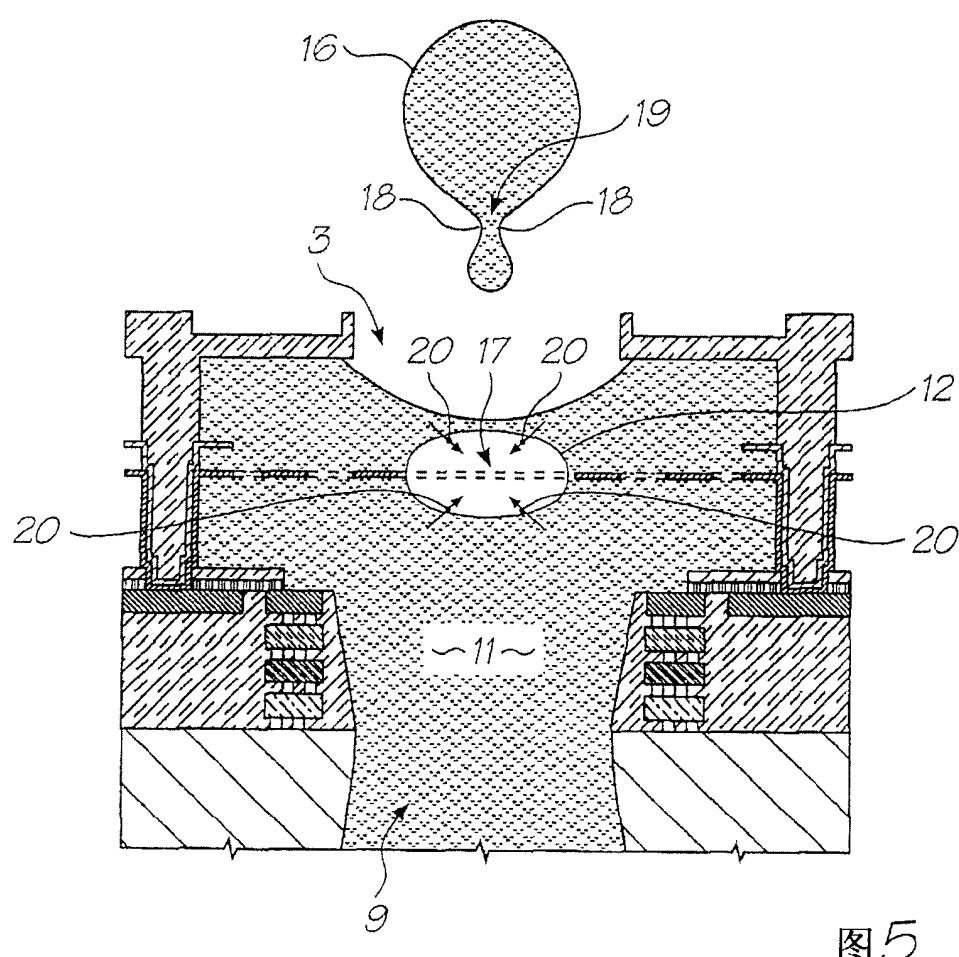


图5

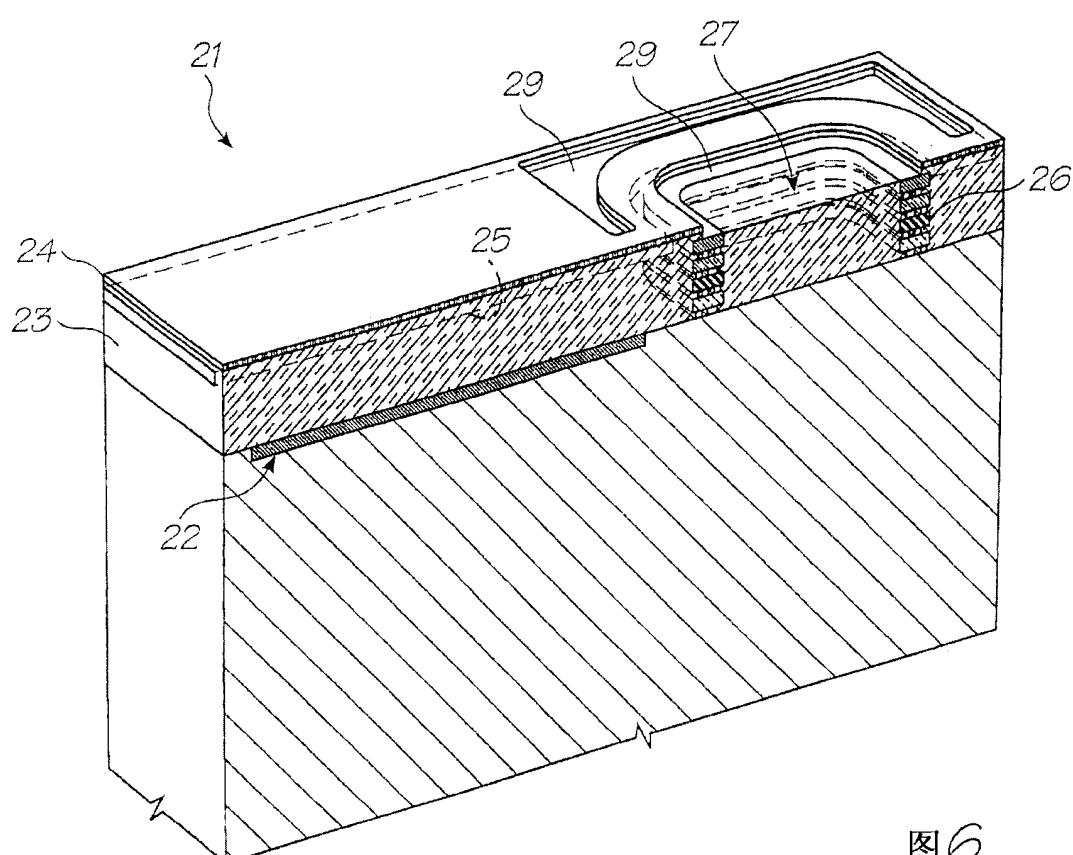


图6



图7

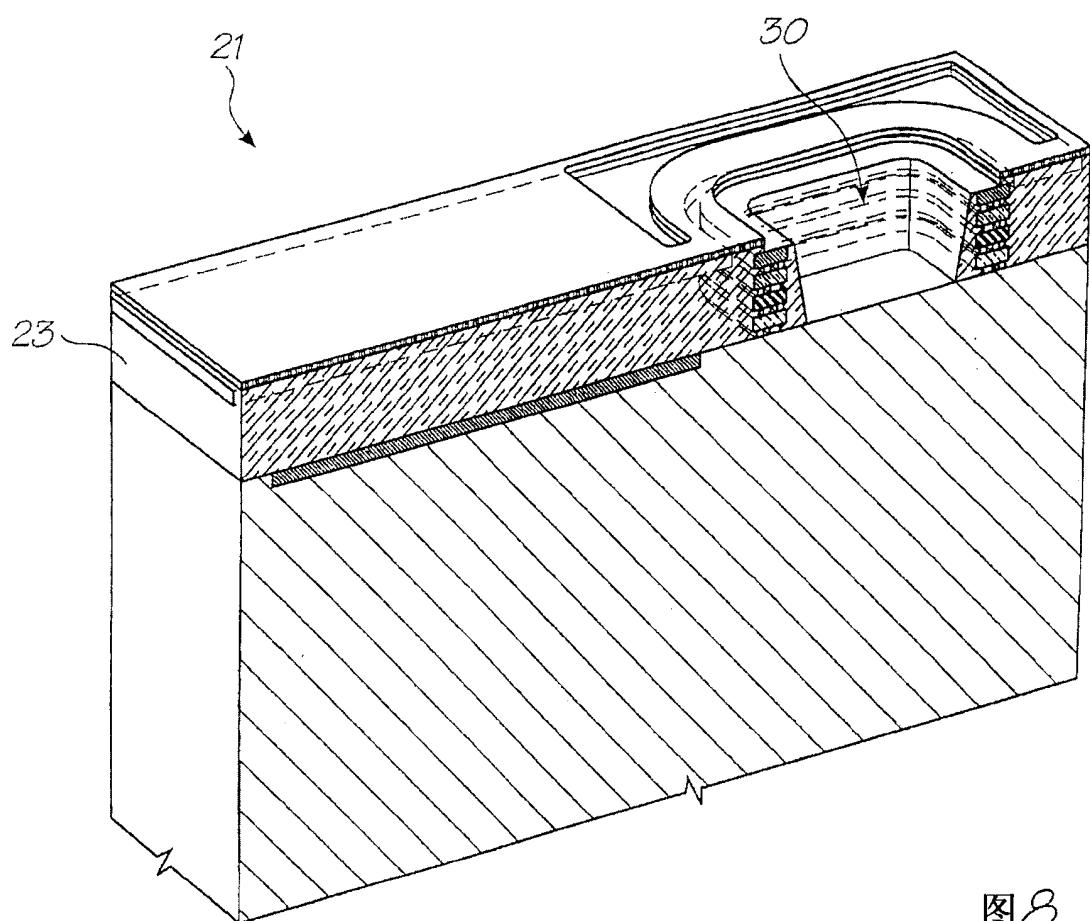


图8

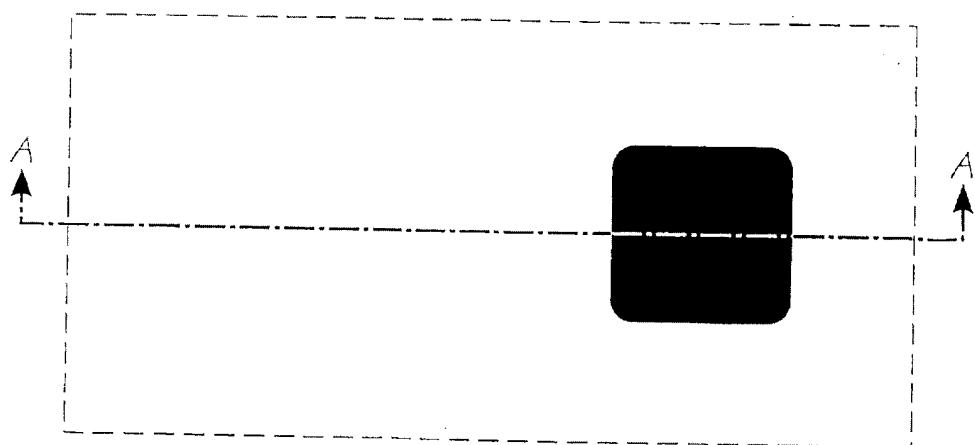


图9

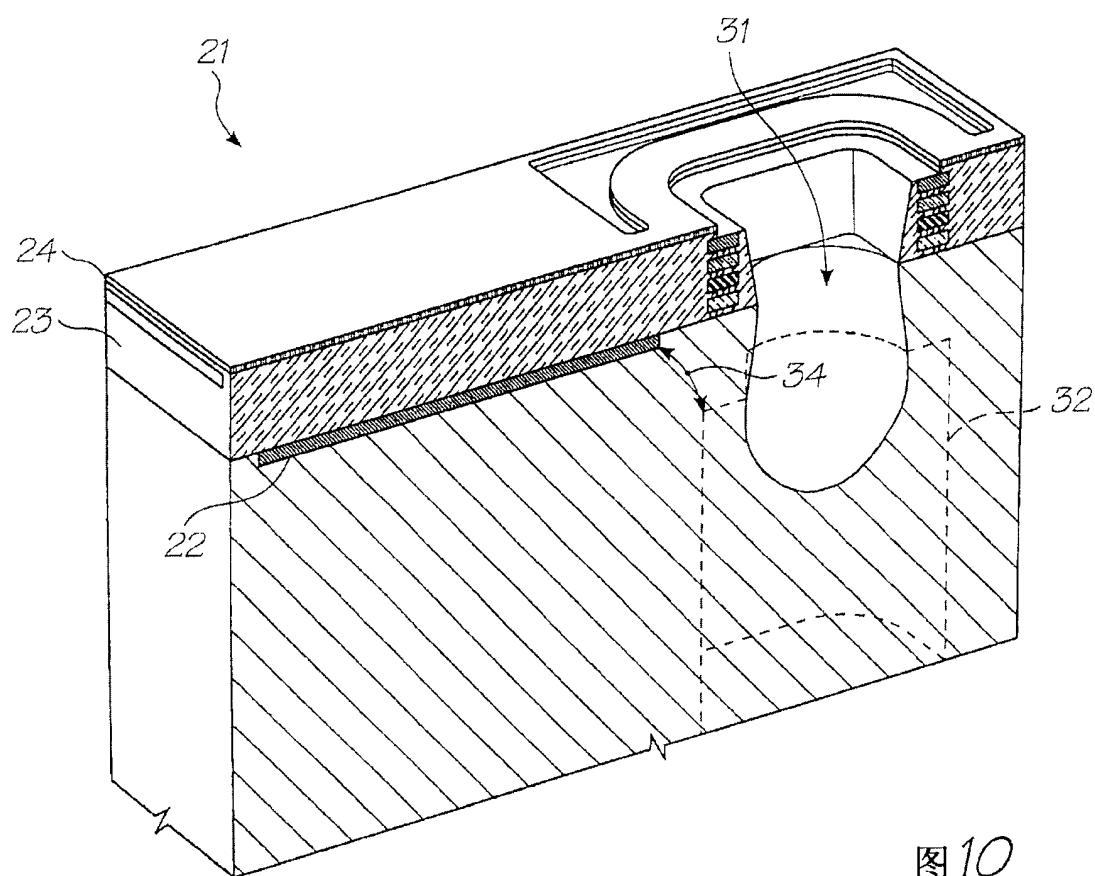


图 10

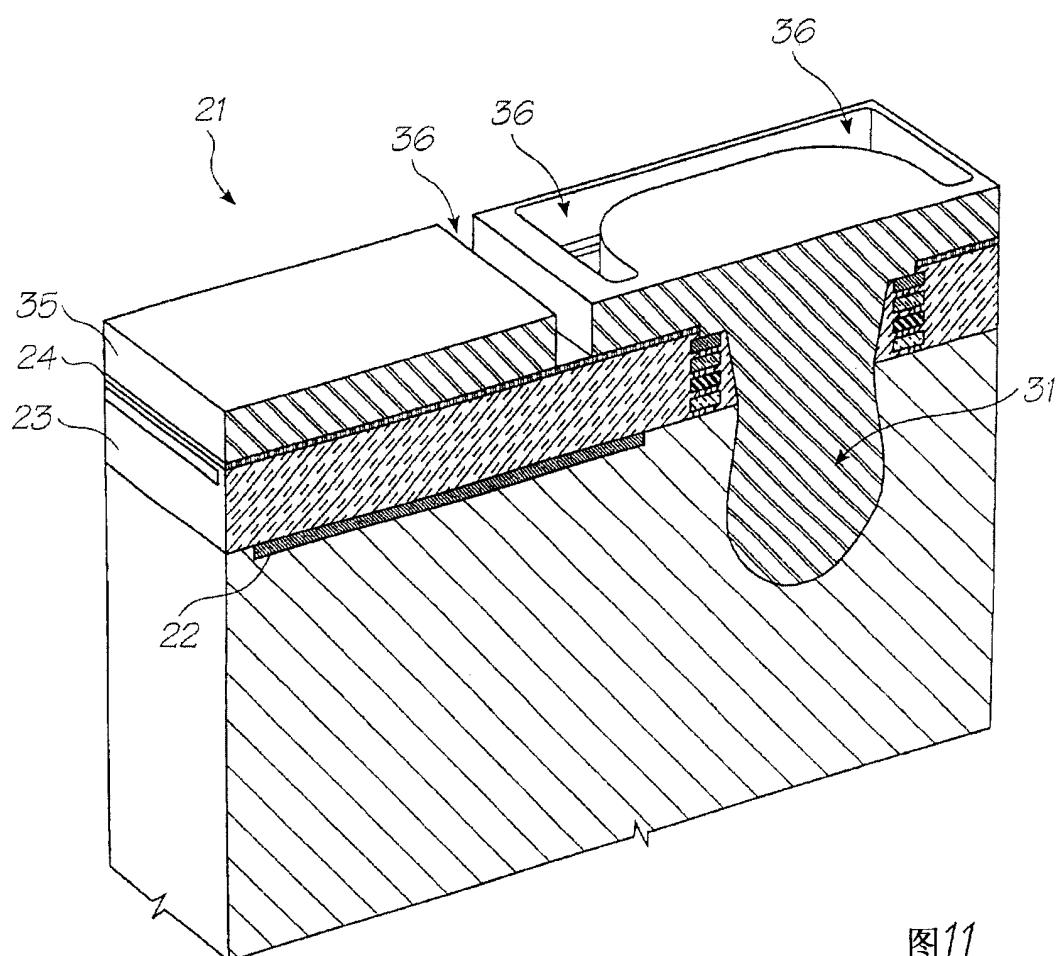


图11

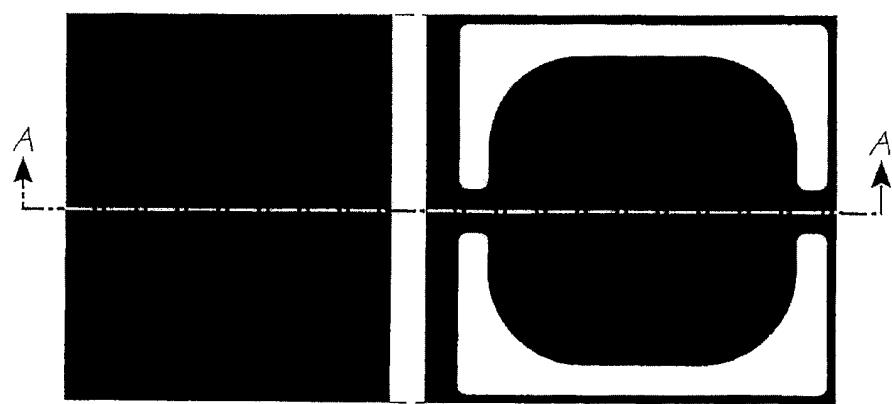


图12

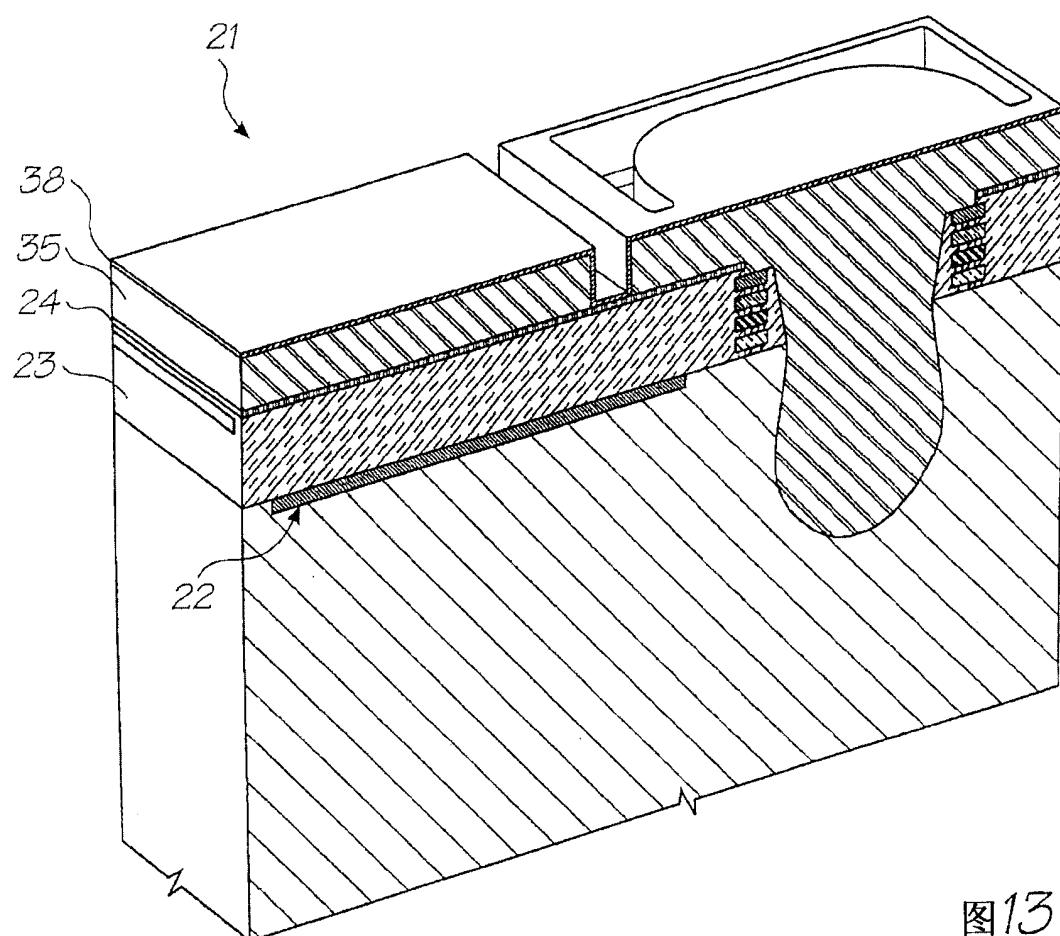


图13

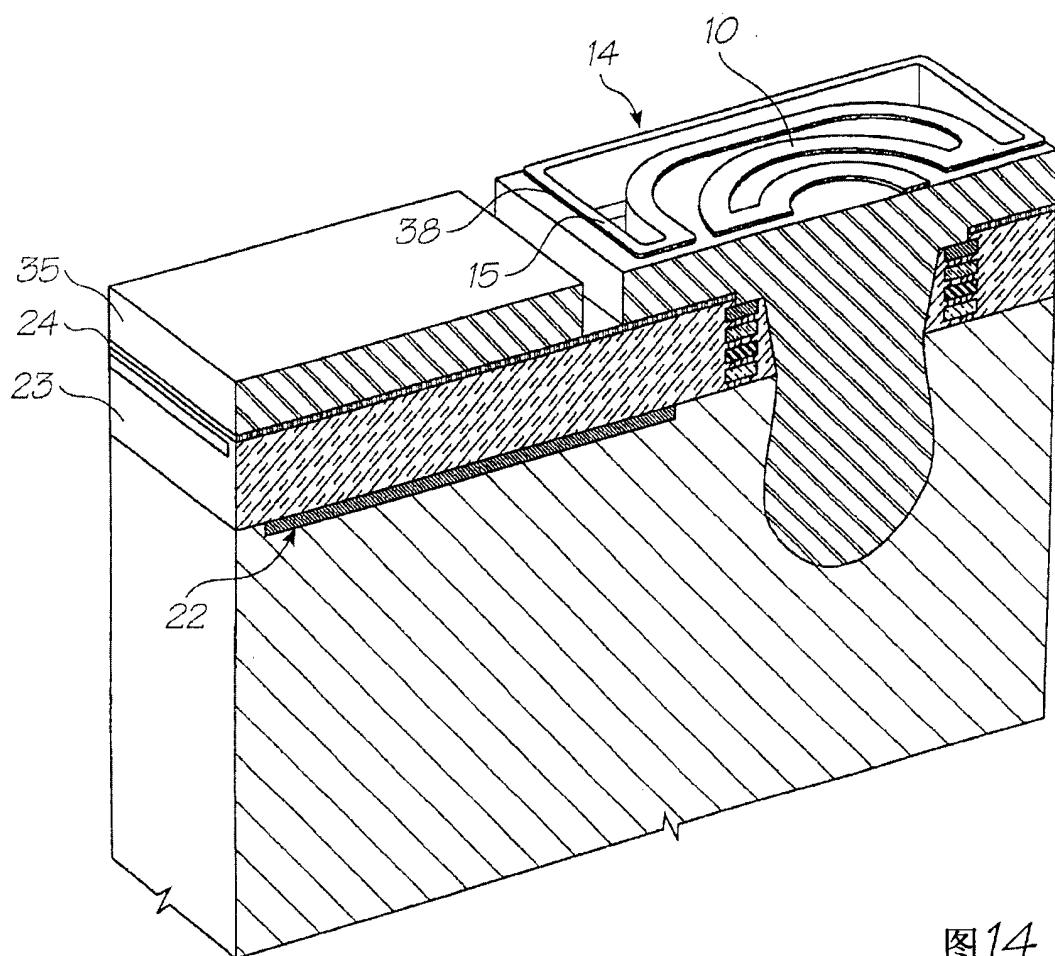


图14

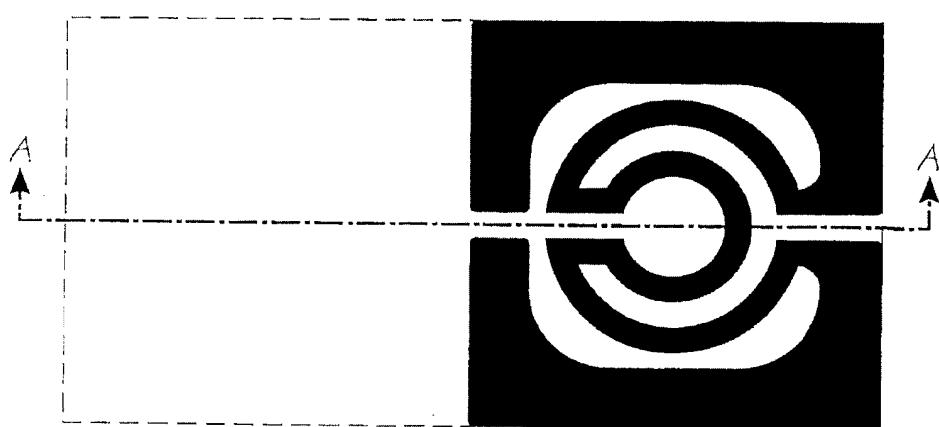


图15

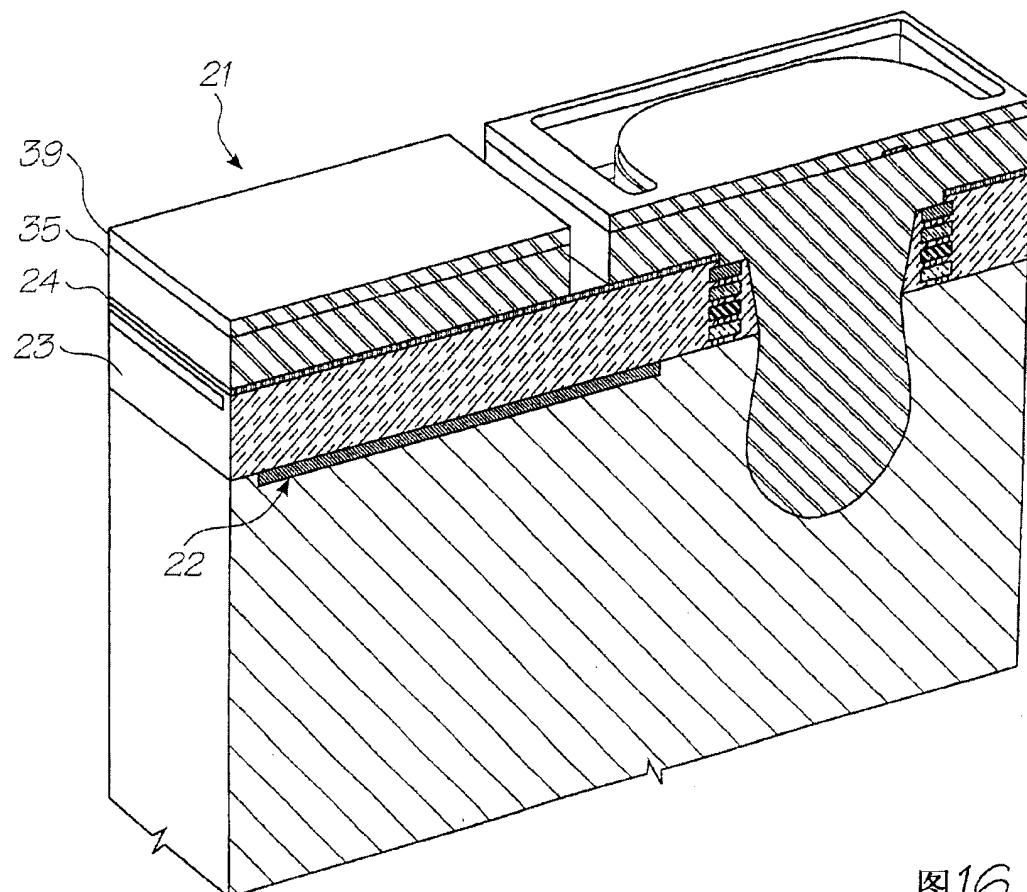


图16

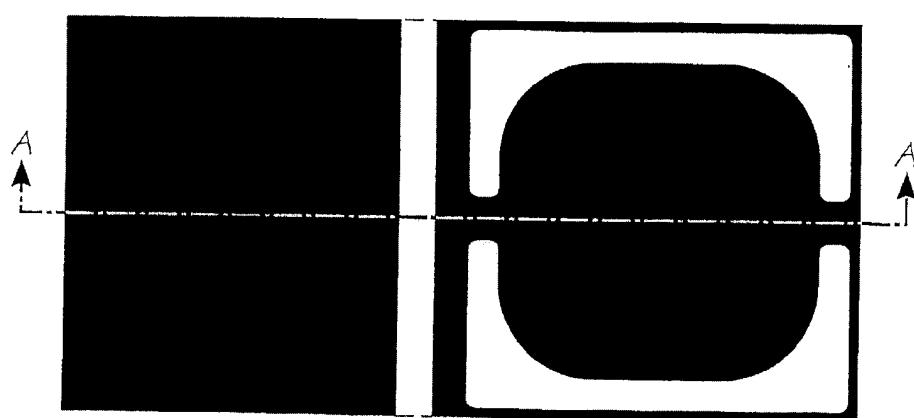


图17

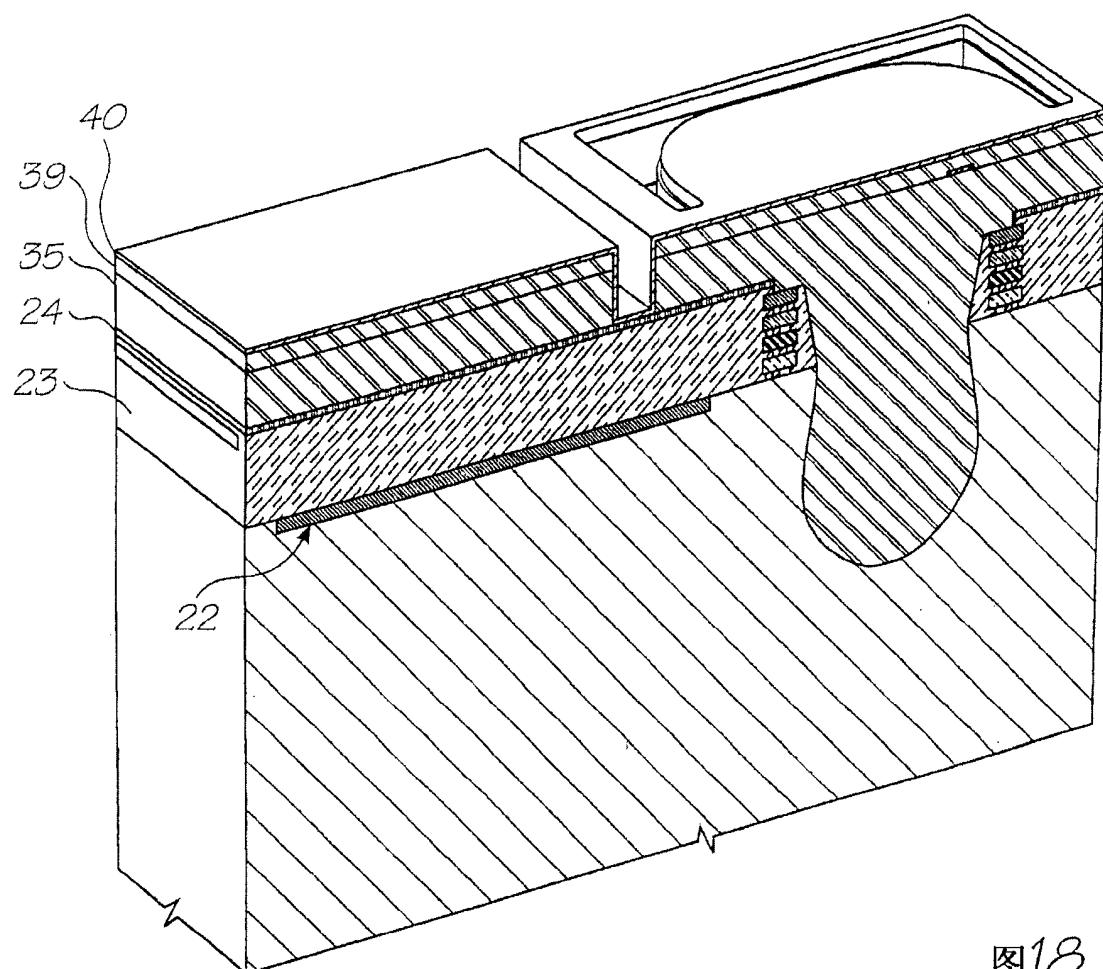


图18

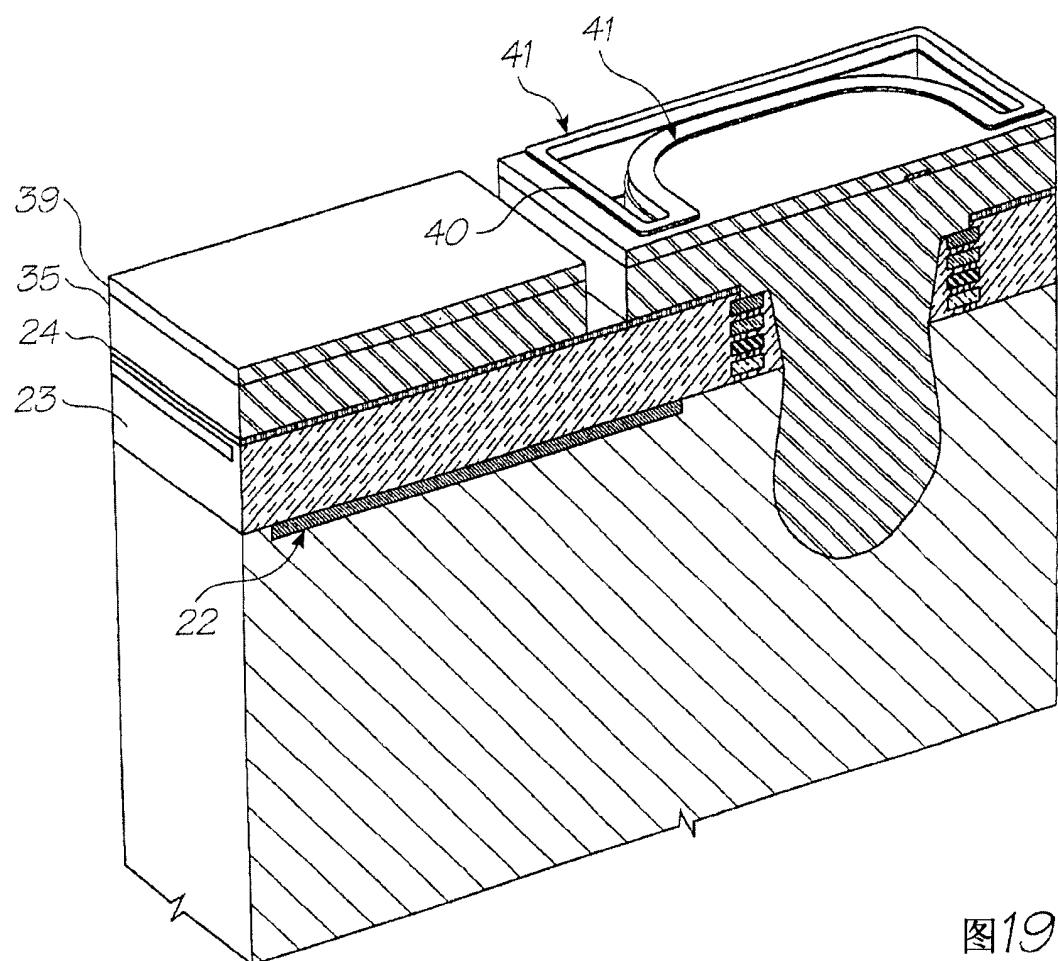


图19

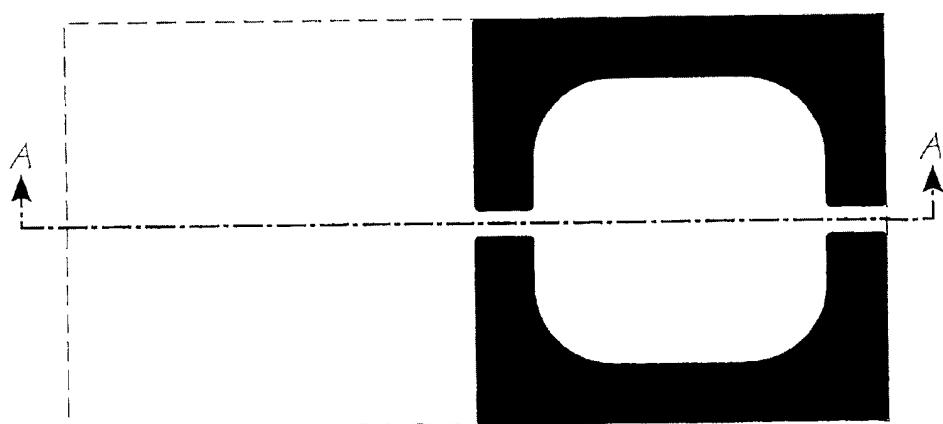


图20

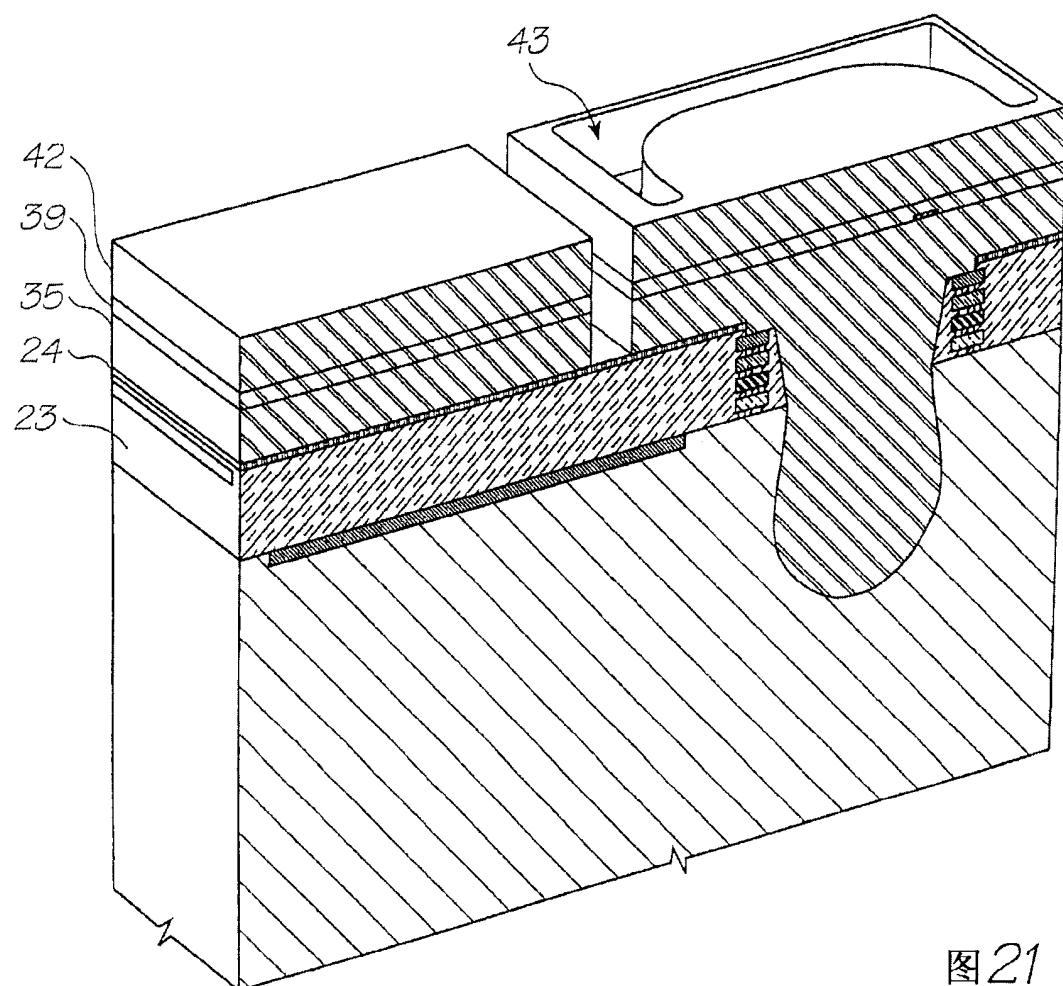


图21

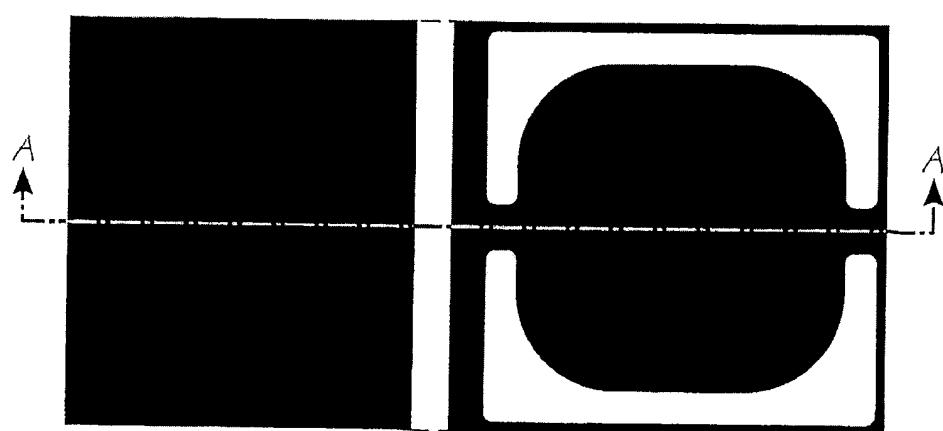


图22

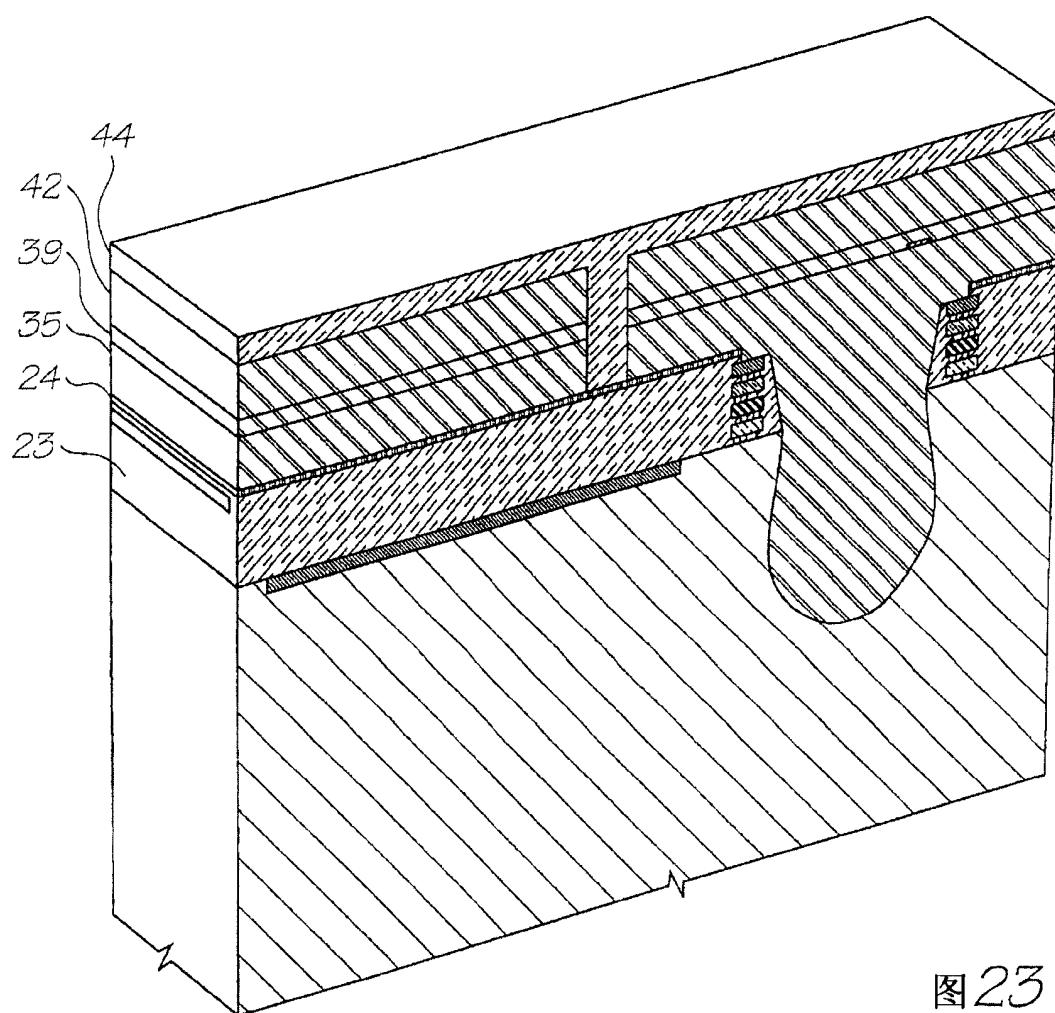


图23

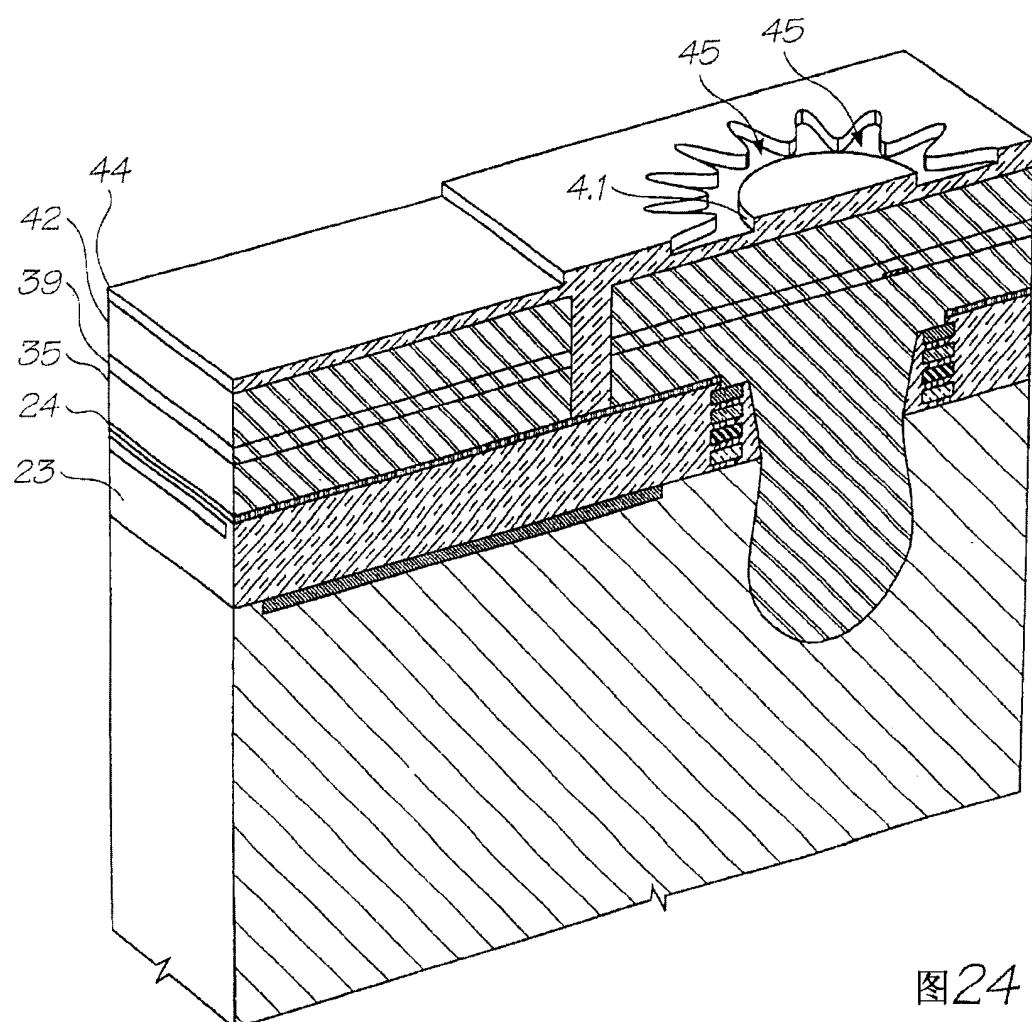


图24

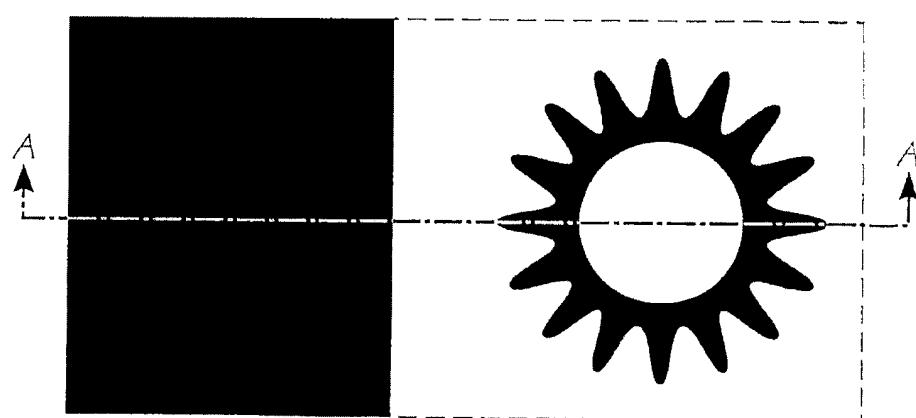


图25

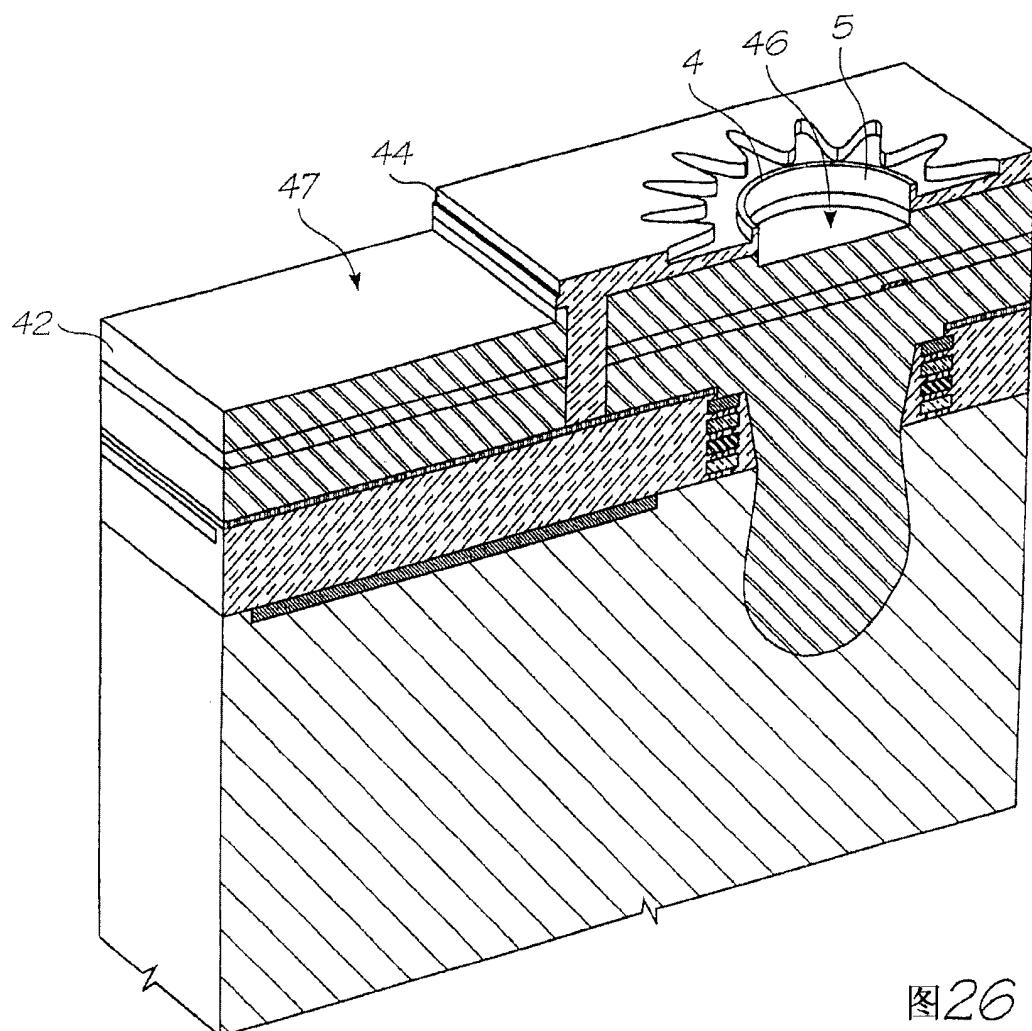


图26

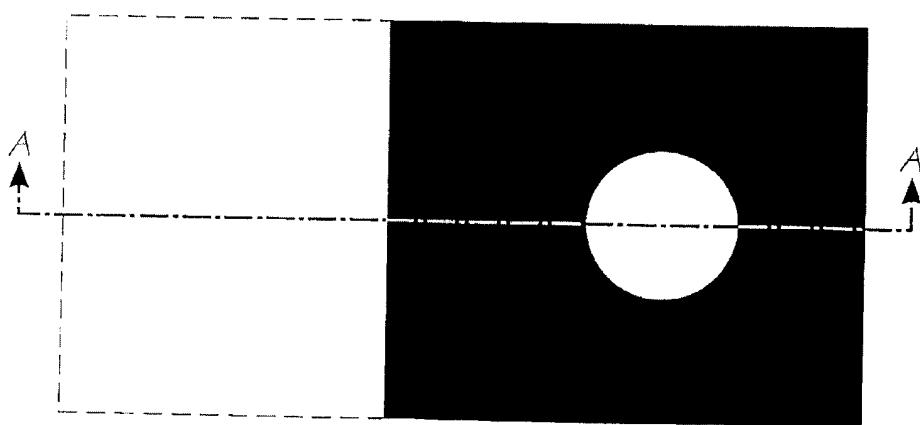


图27

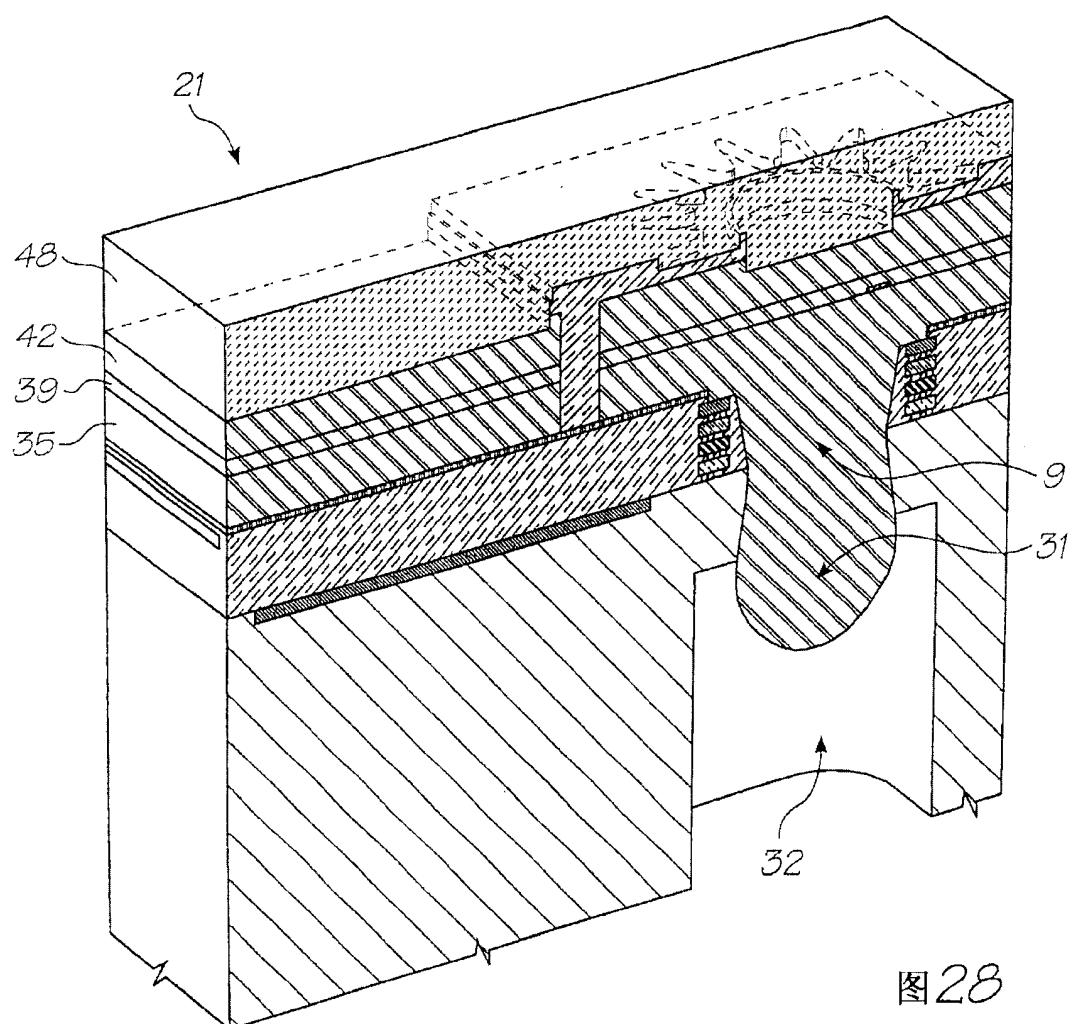


图28

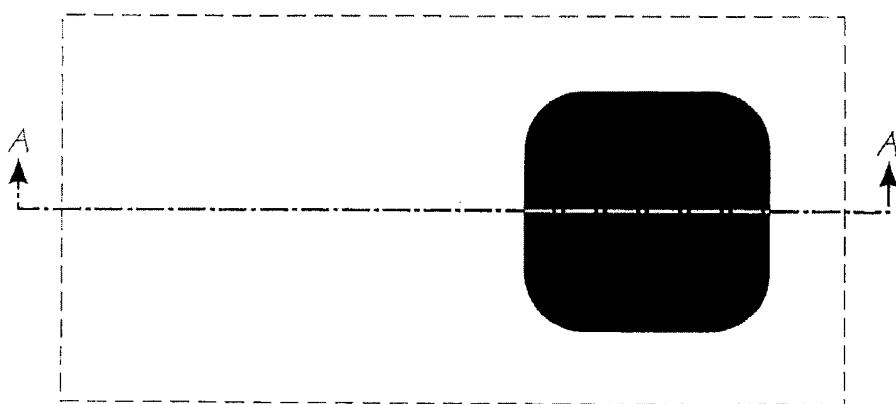


图29

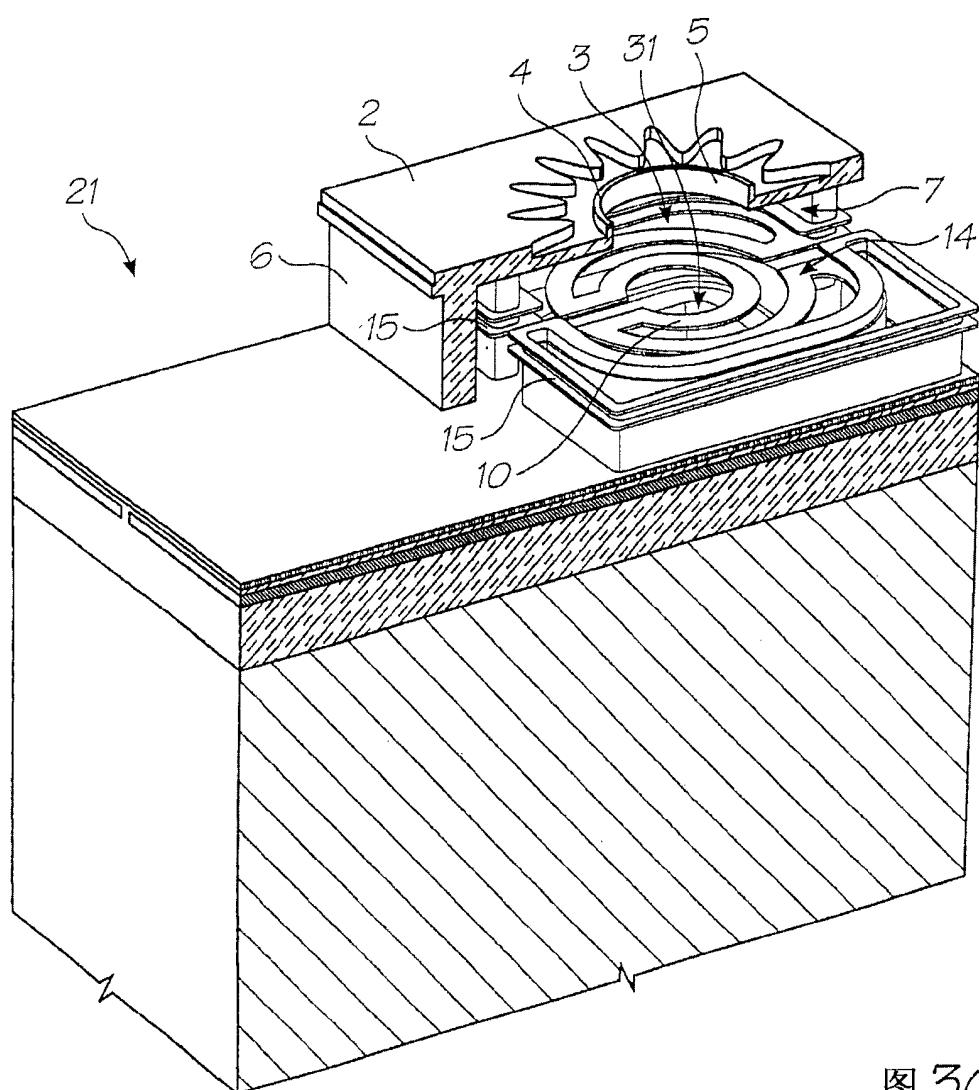


图30

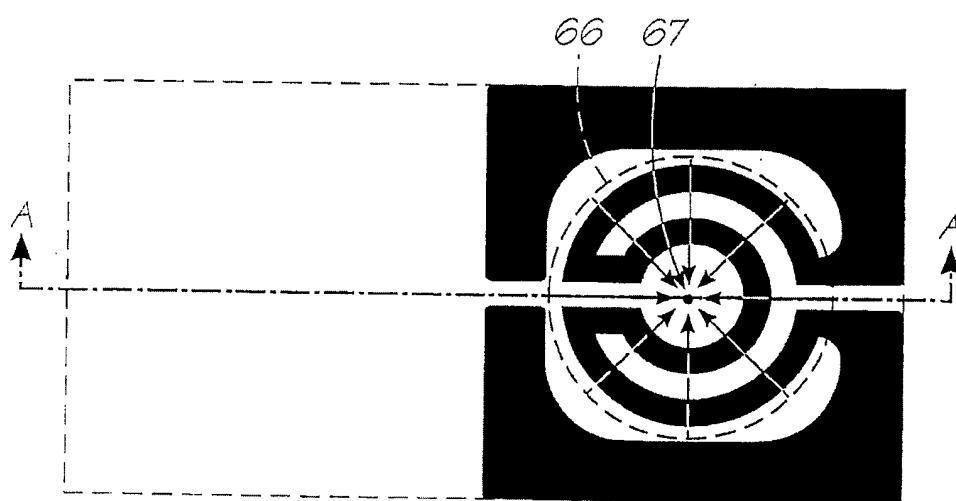


图31

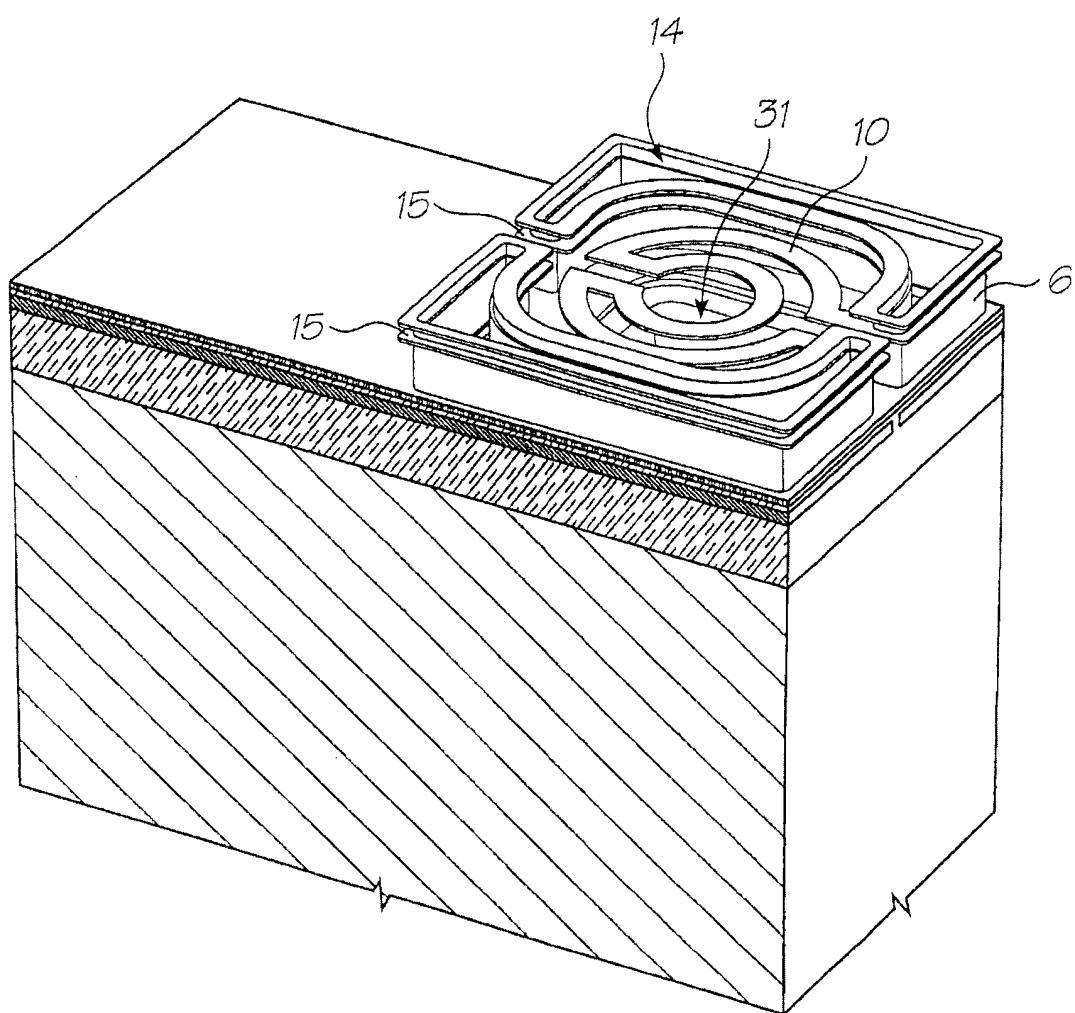


图32

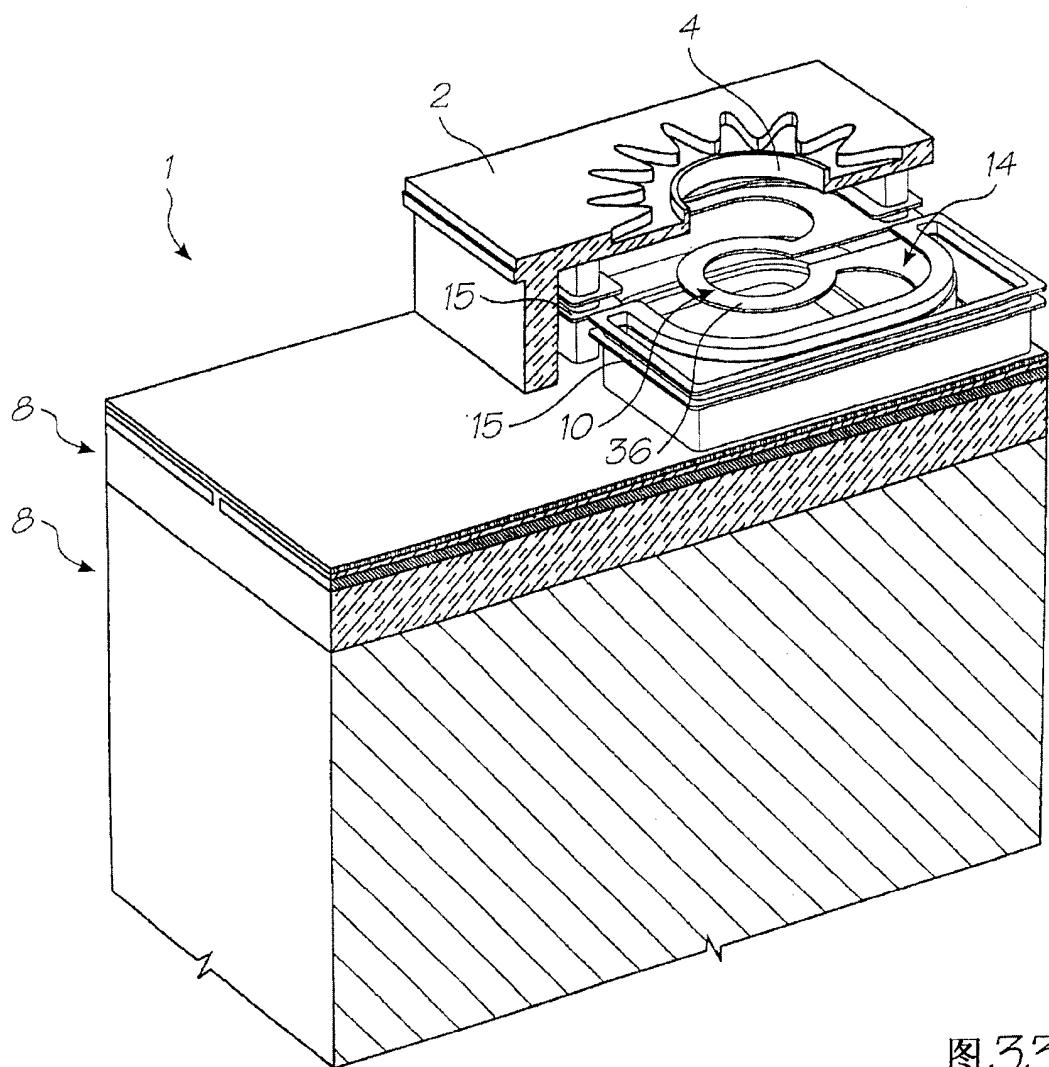


图33

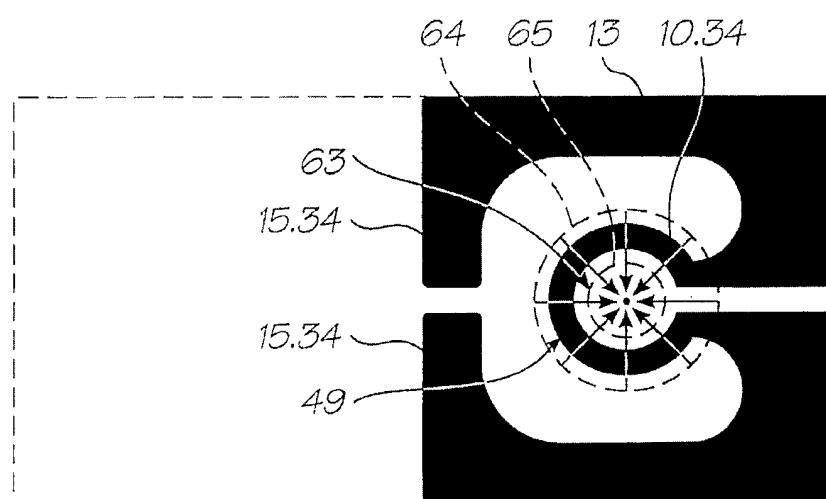


图34

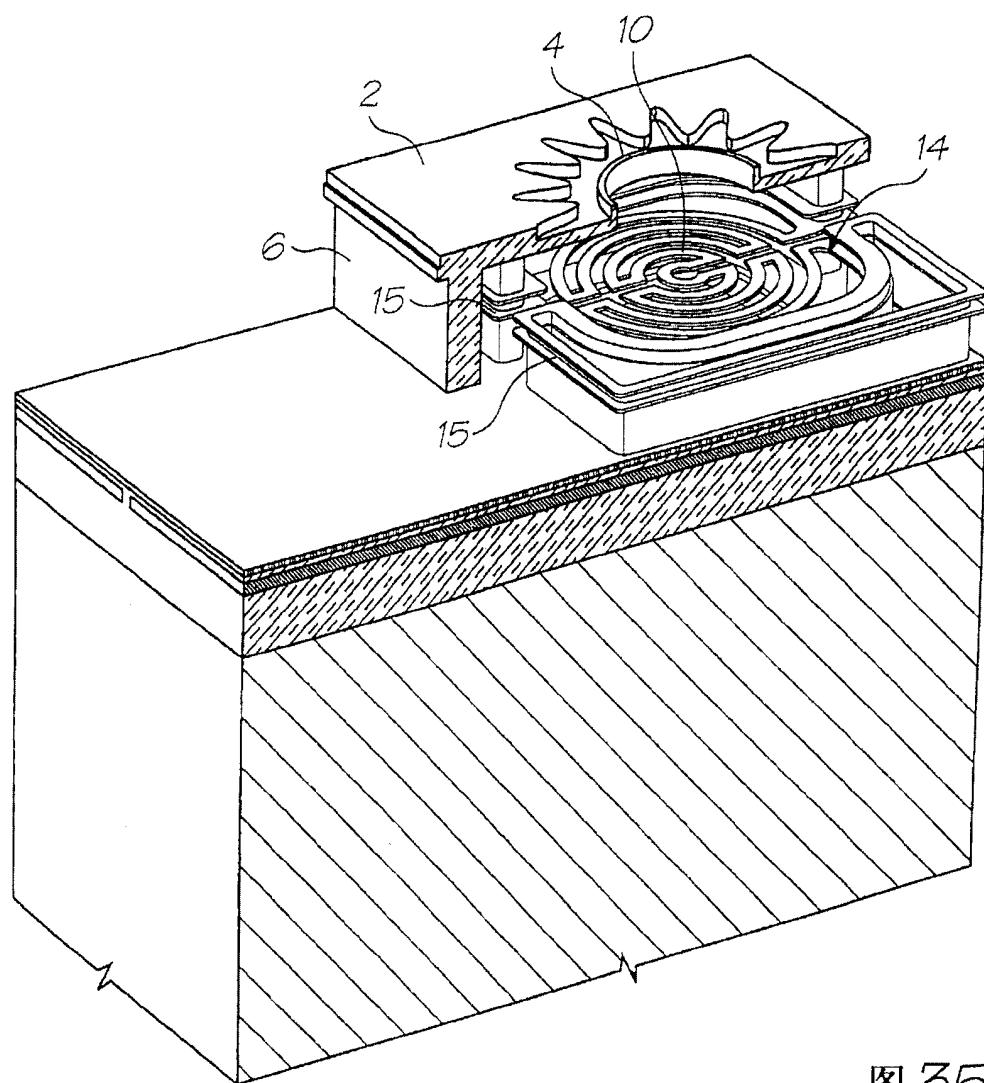


图35

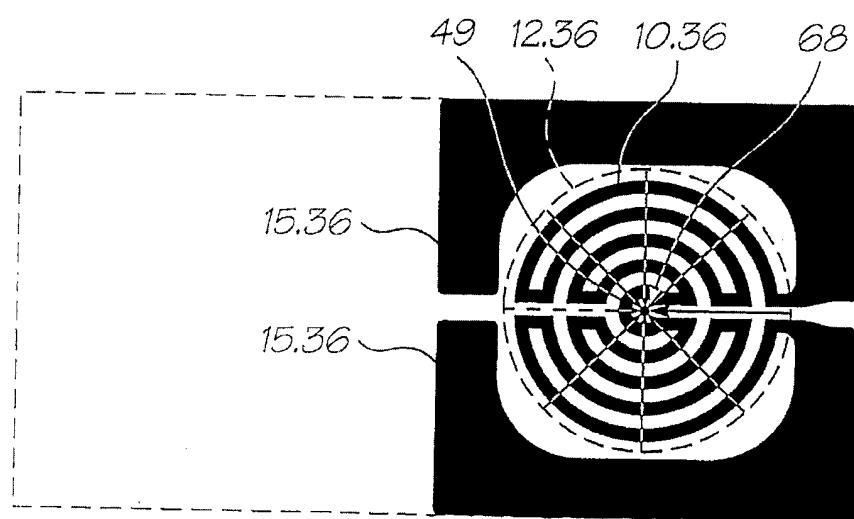


图36

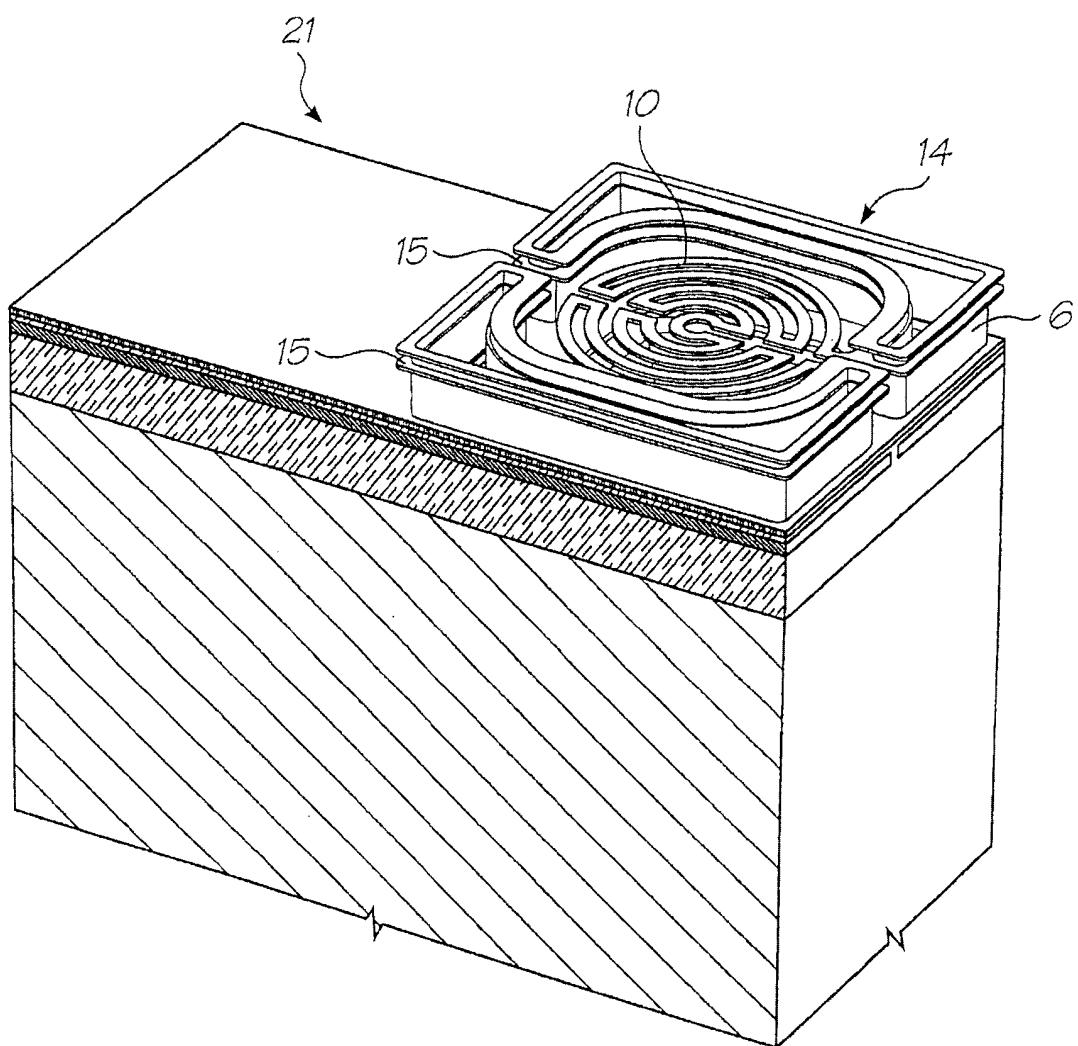


图37

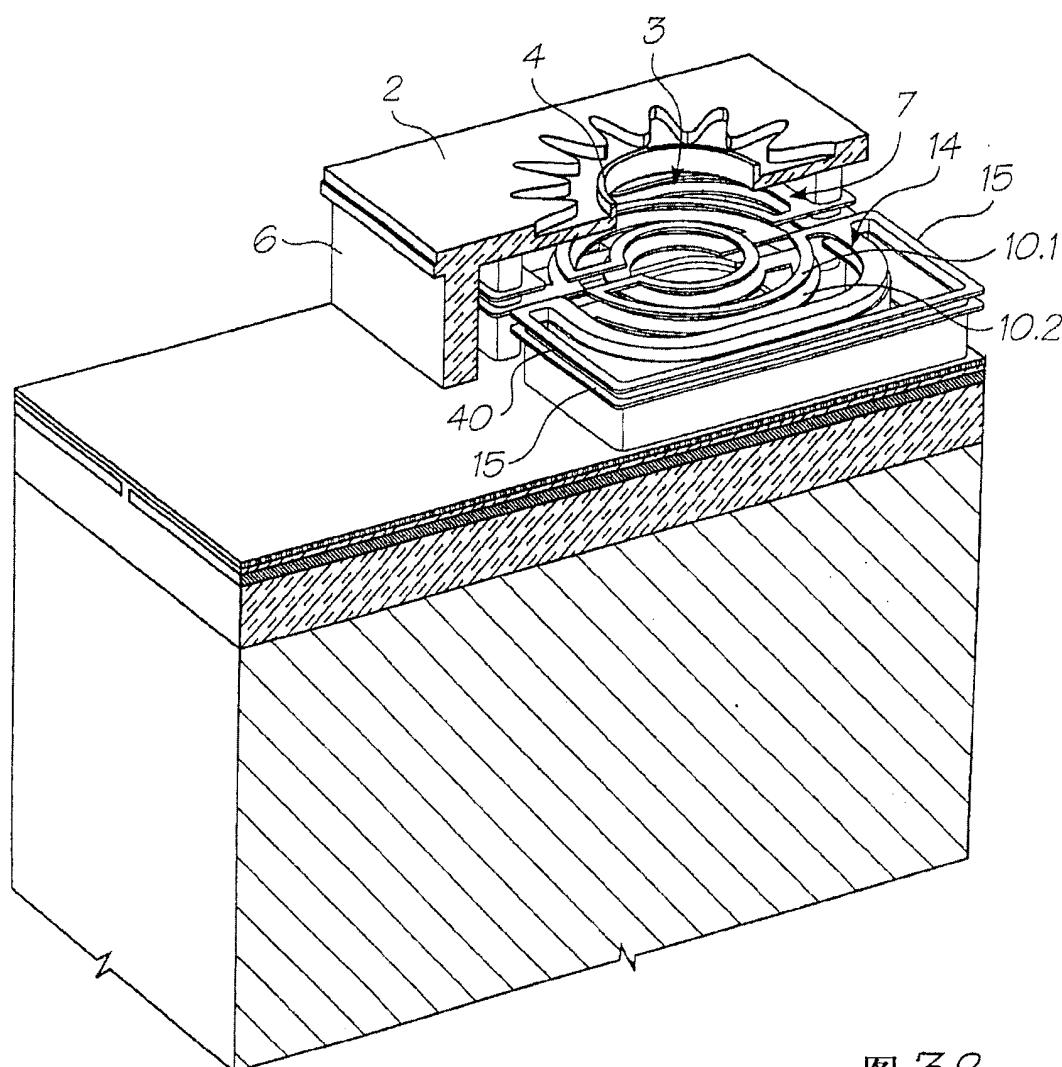


图 38

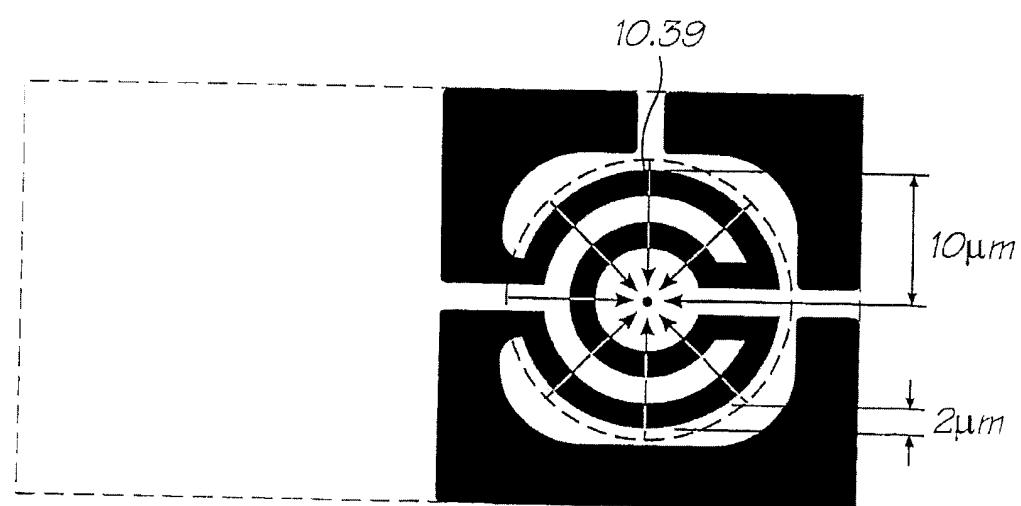


图 39

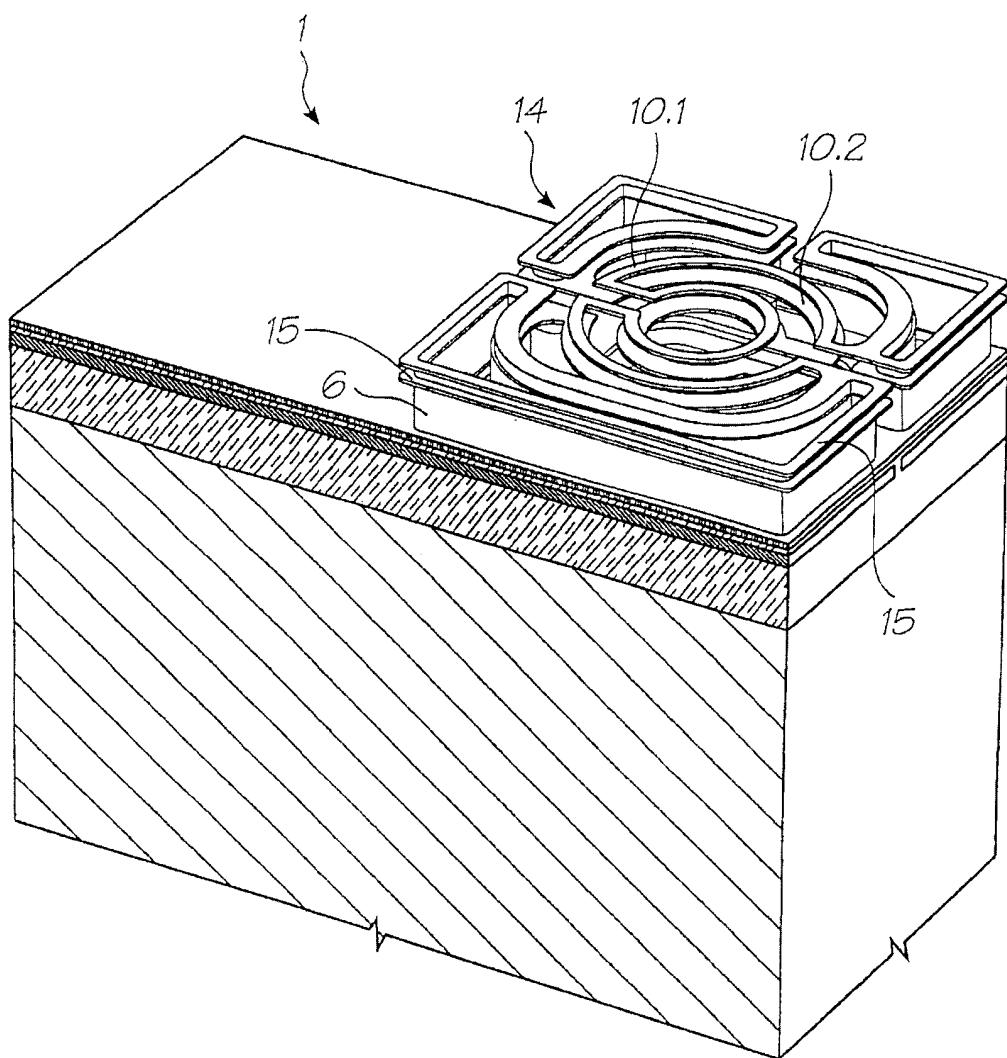


图40

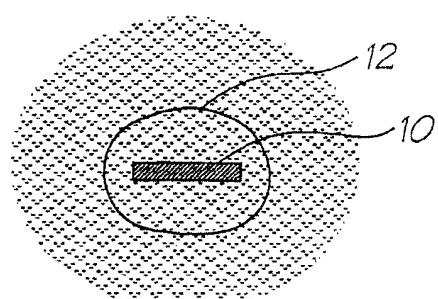


图41

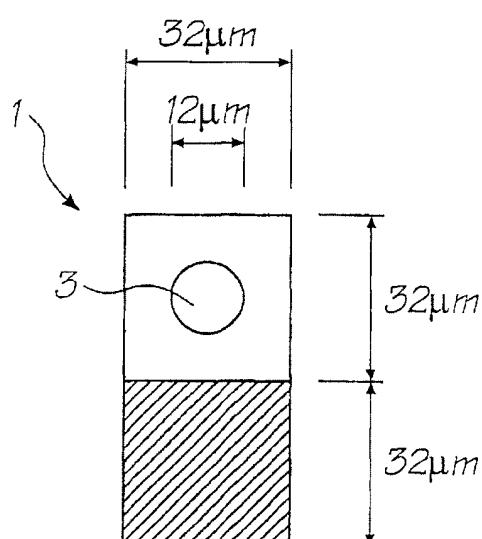


图43

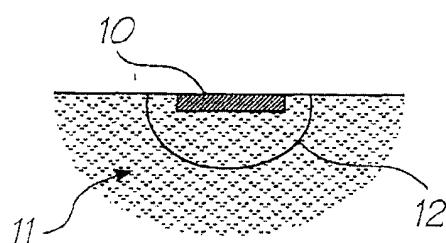


图42

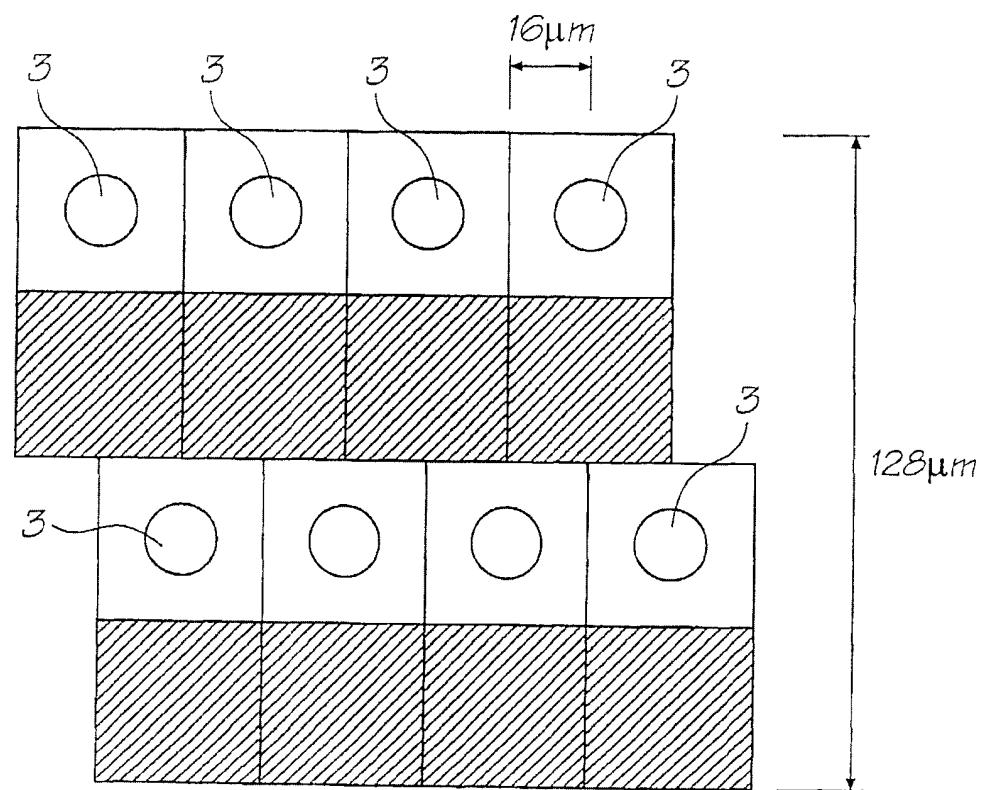


图44

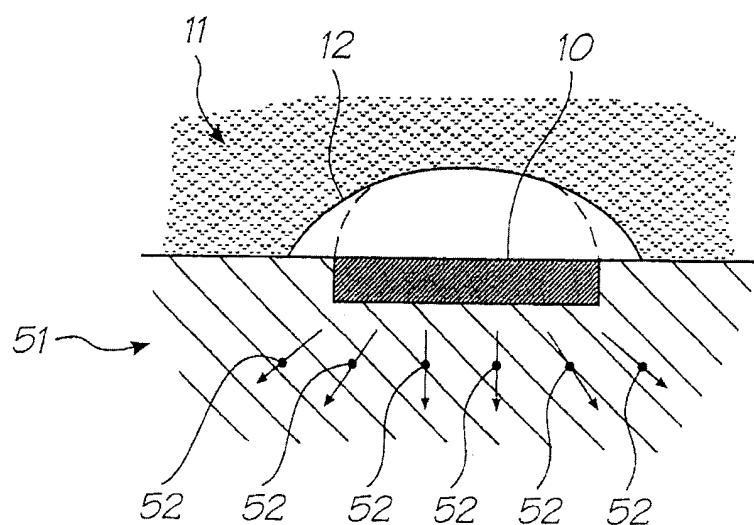


图45

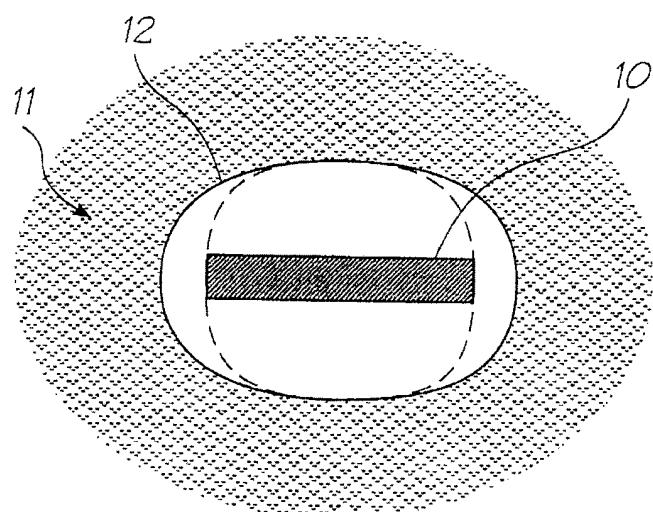


图46

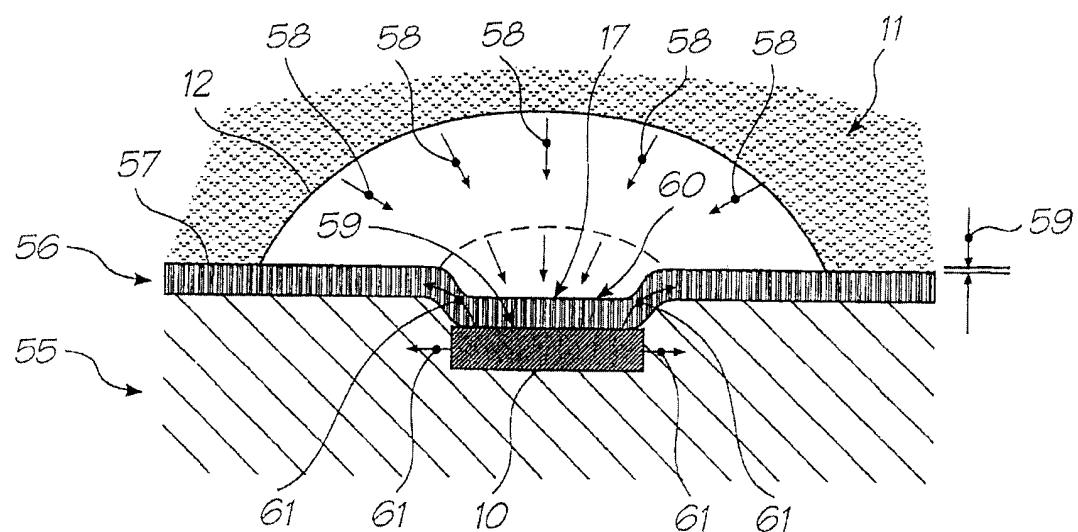


图47  
(现有技术)

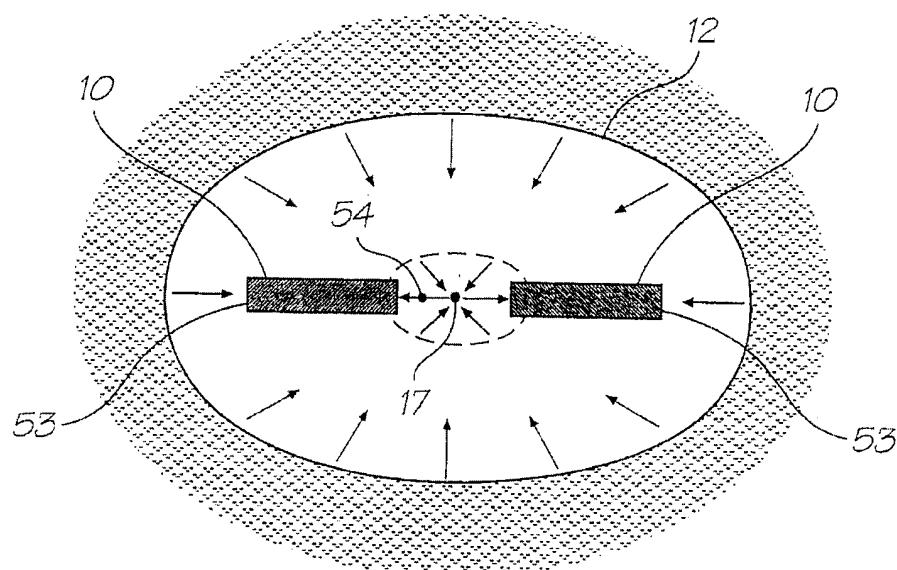


图48

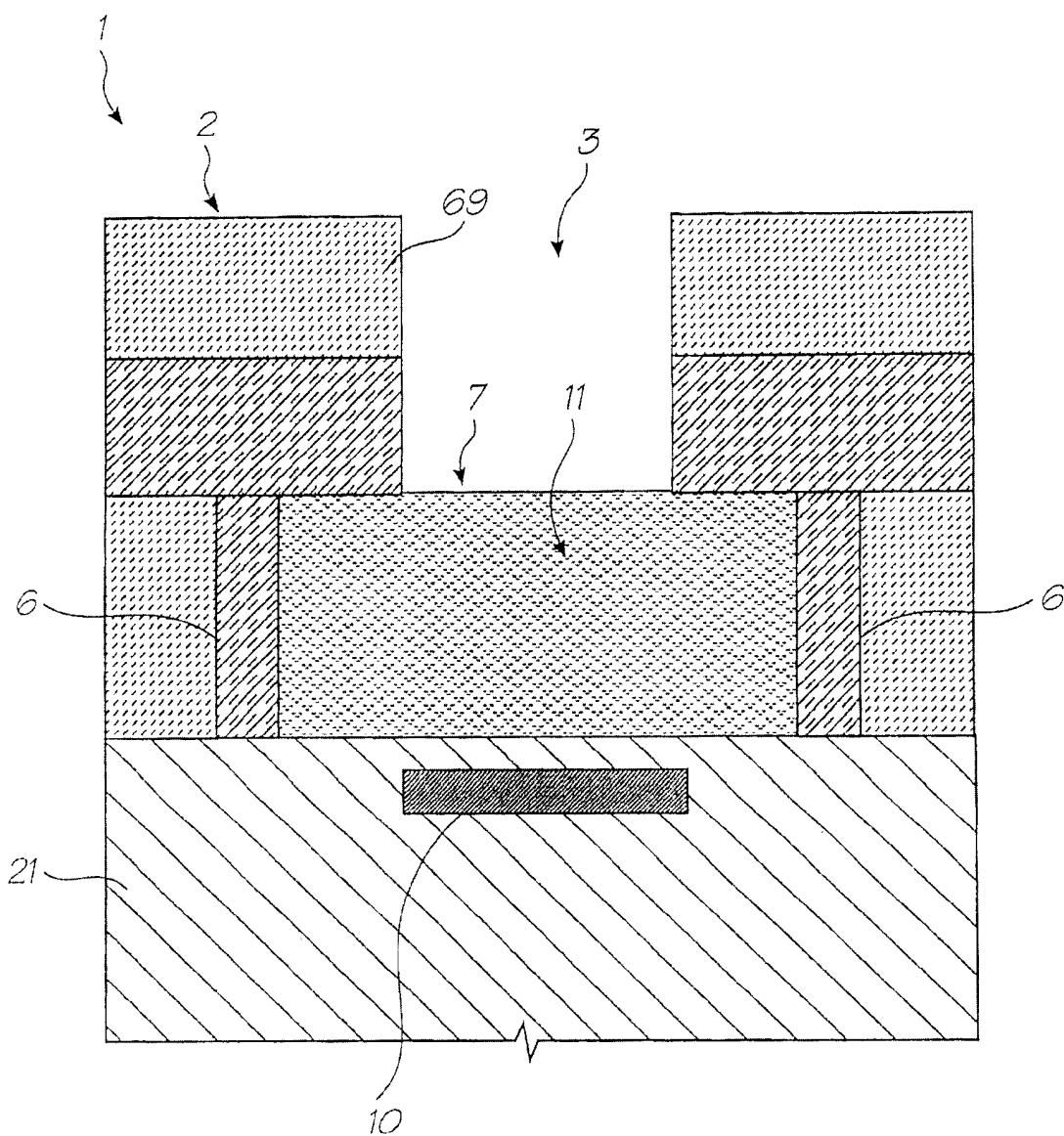


图49

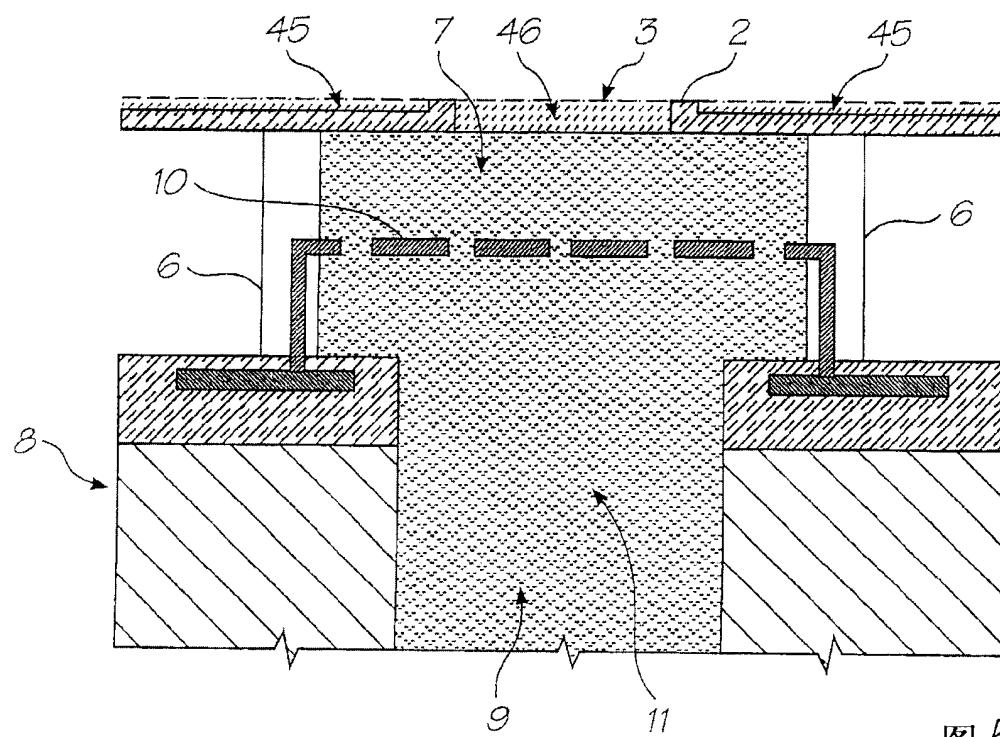


图 50

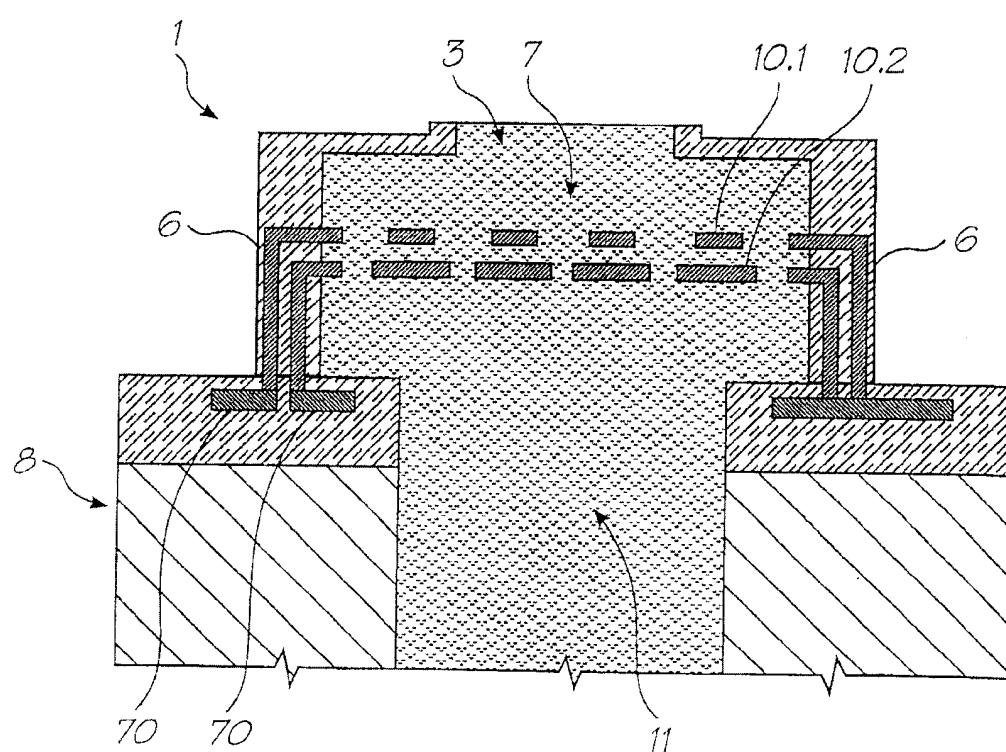
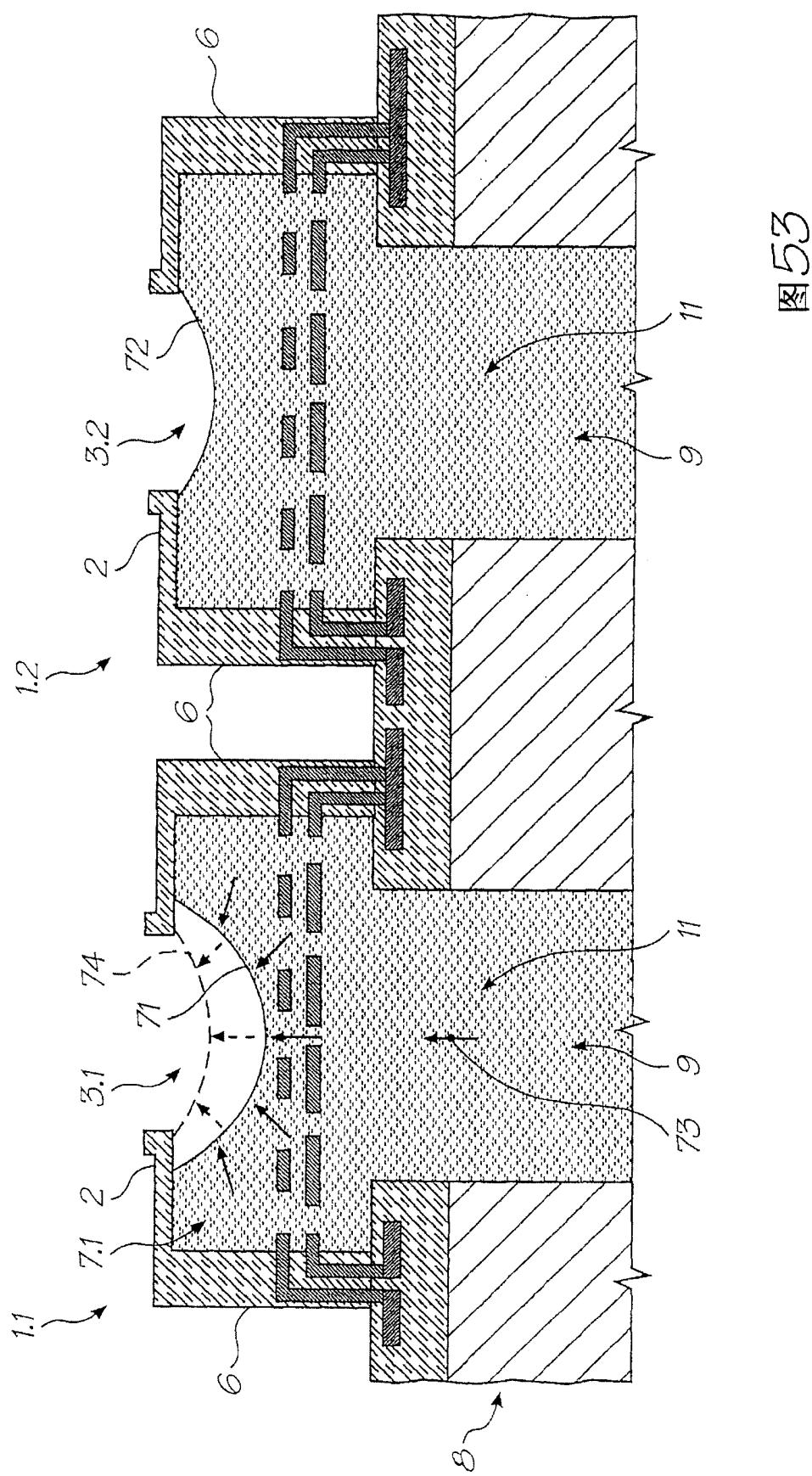


图 51



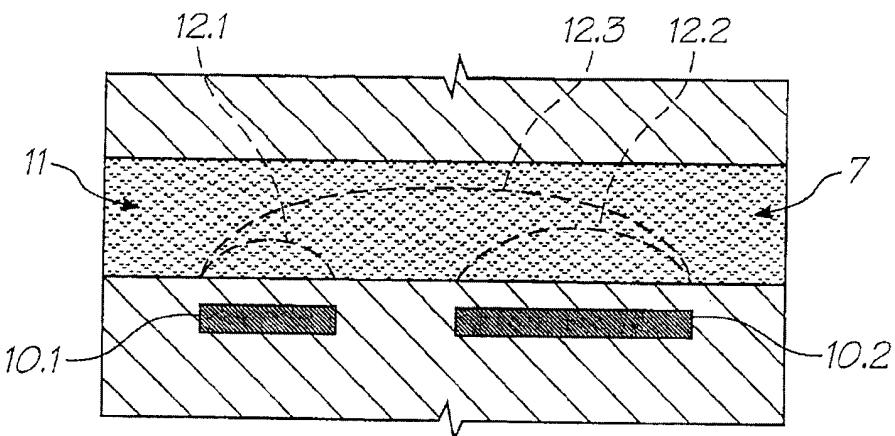


图52  
(现有技术)

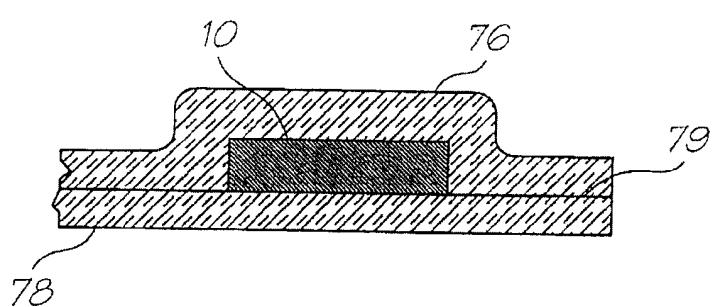


图54  
(现有技术)

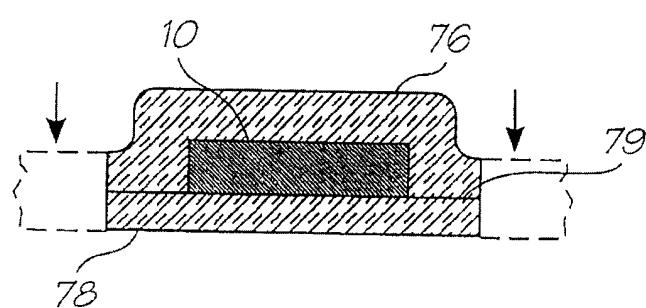


图55  
(现有技术)

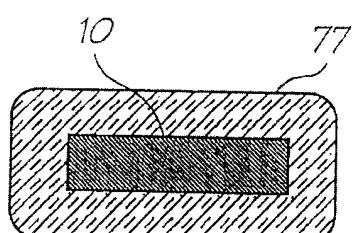


图56

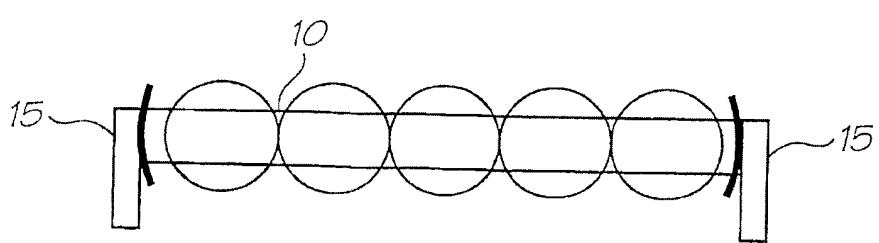


图57

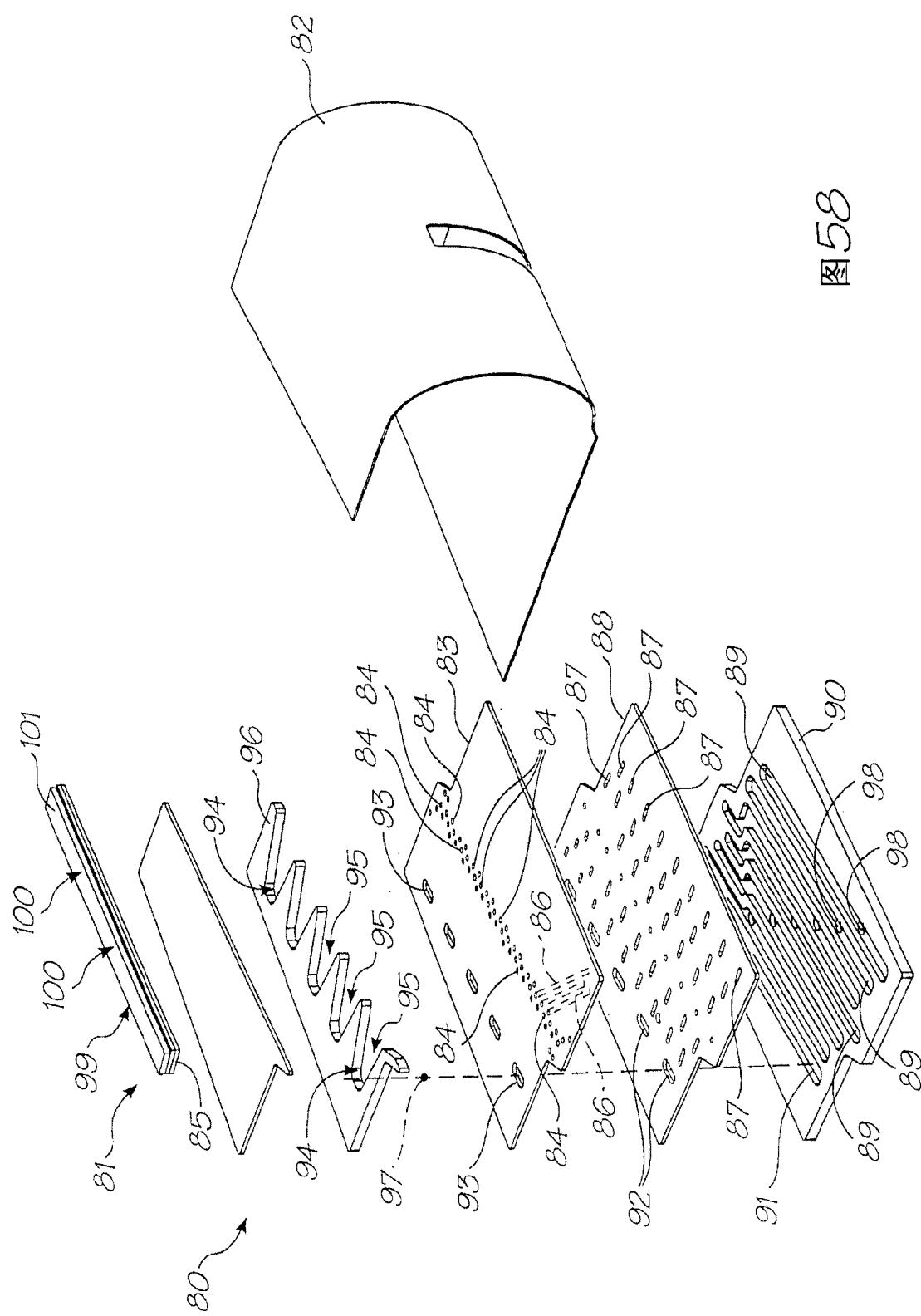
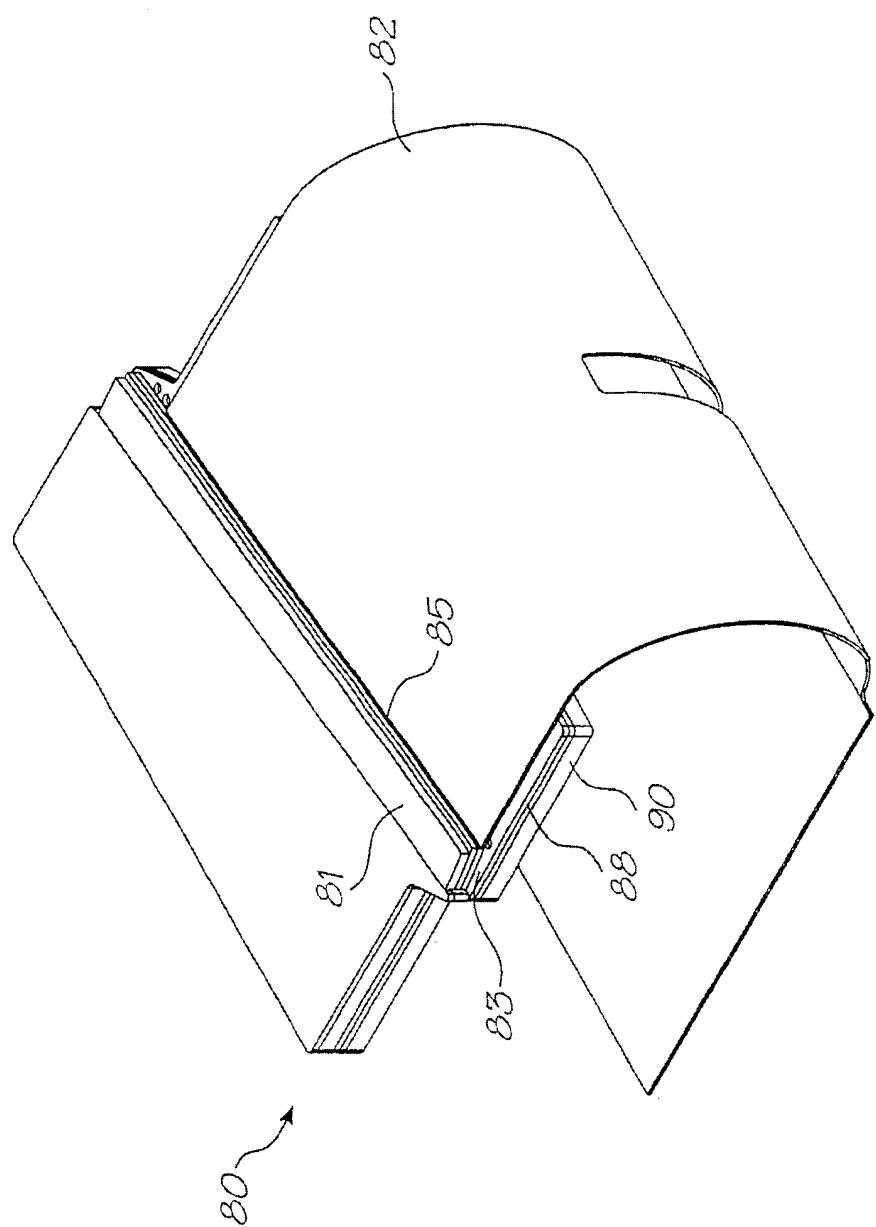


图58

图 59



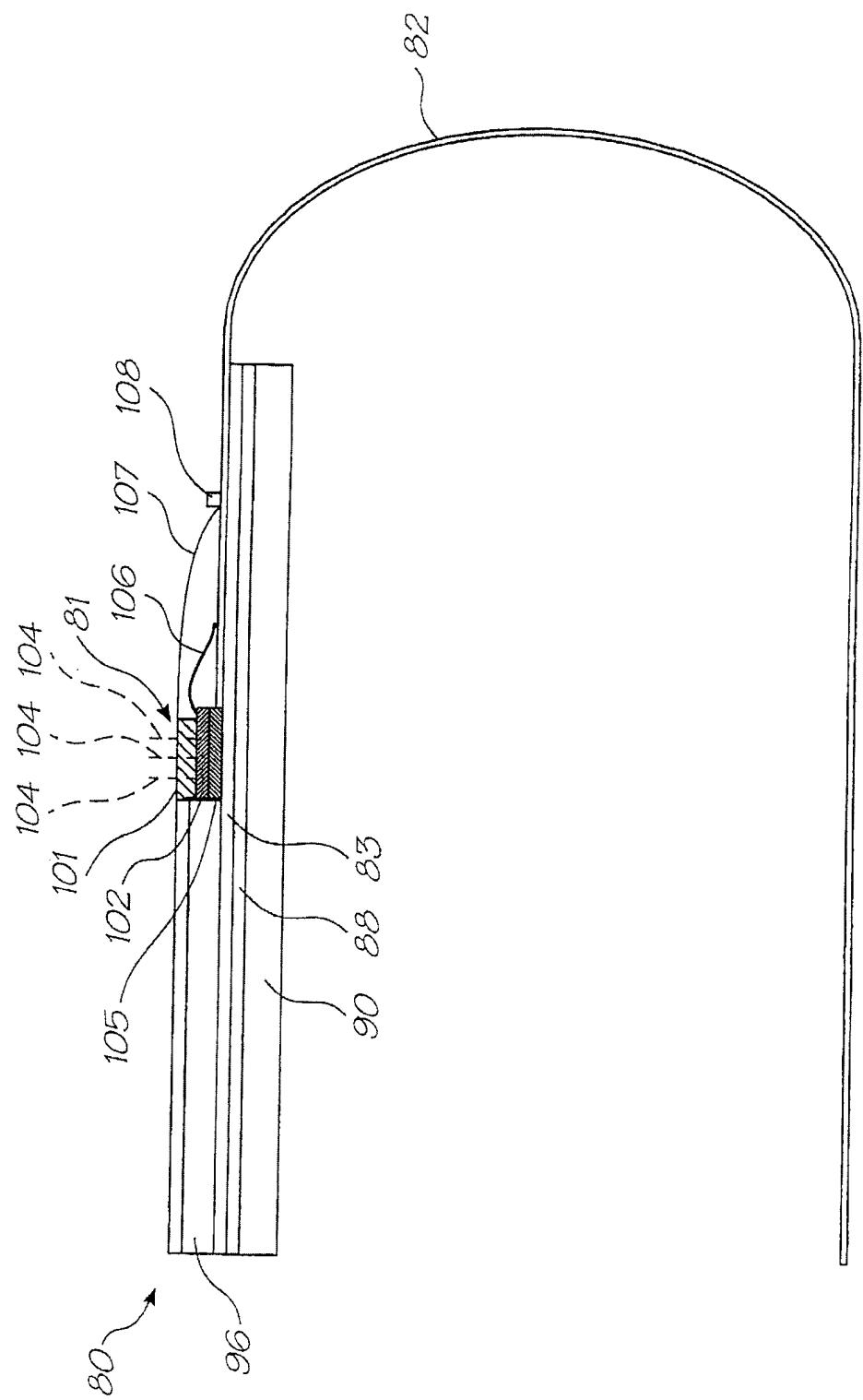


图60

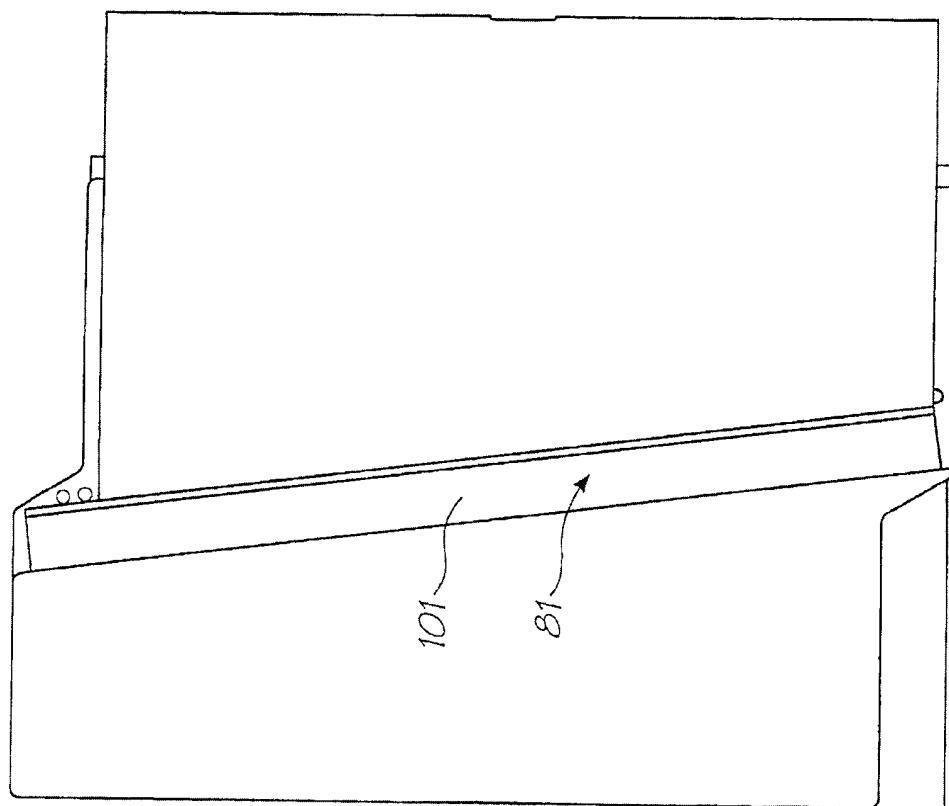


图61

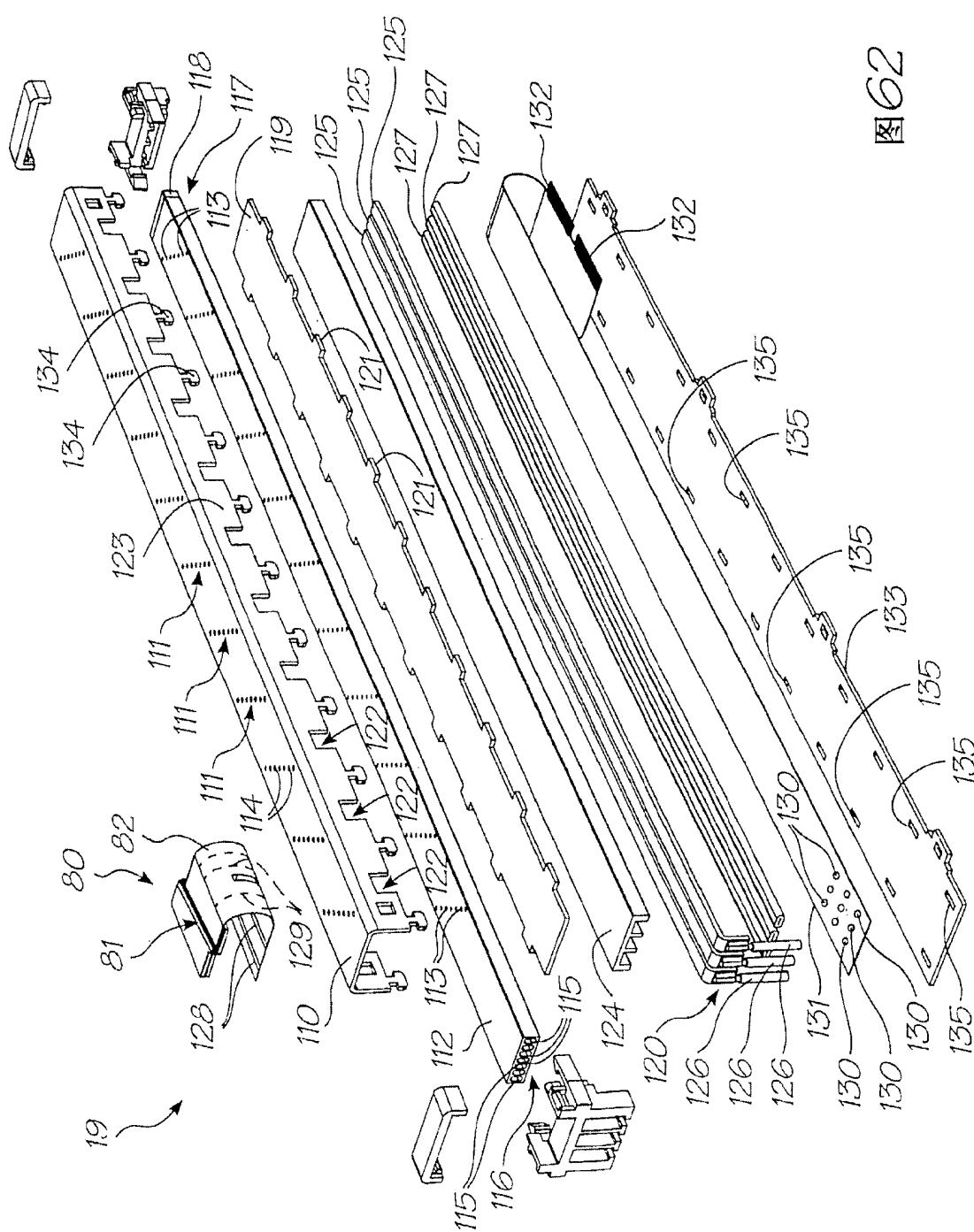


图62

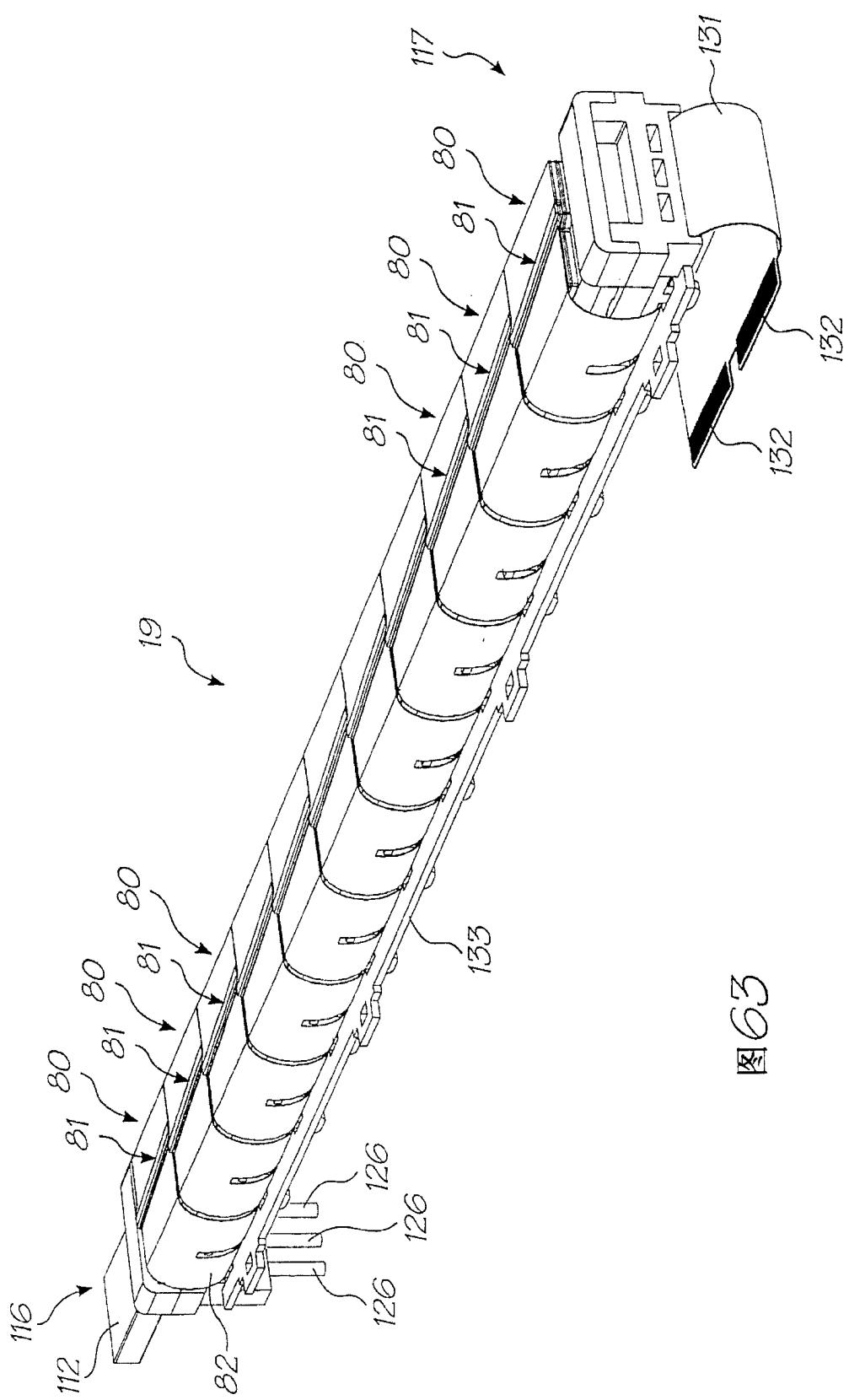


图63

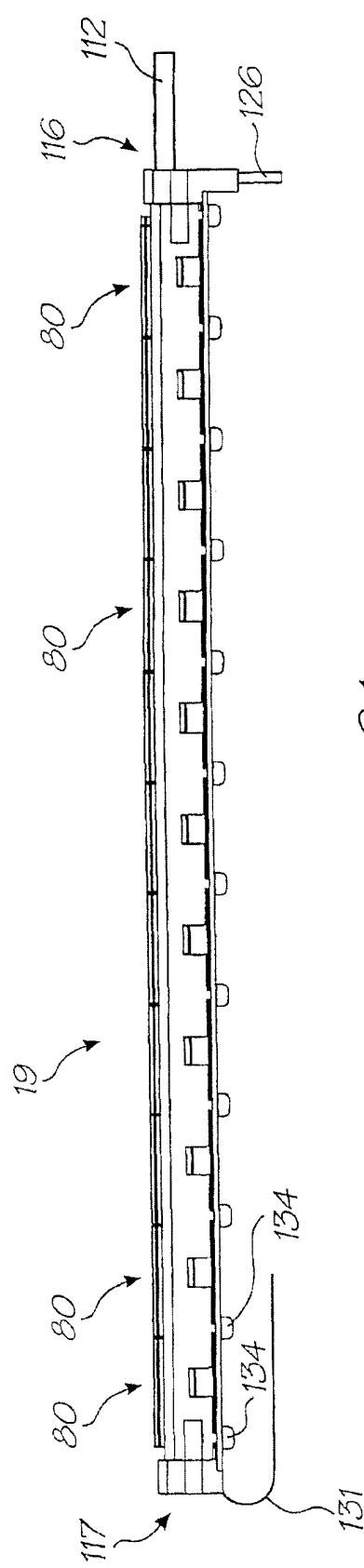


图64

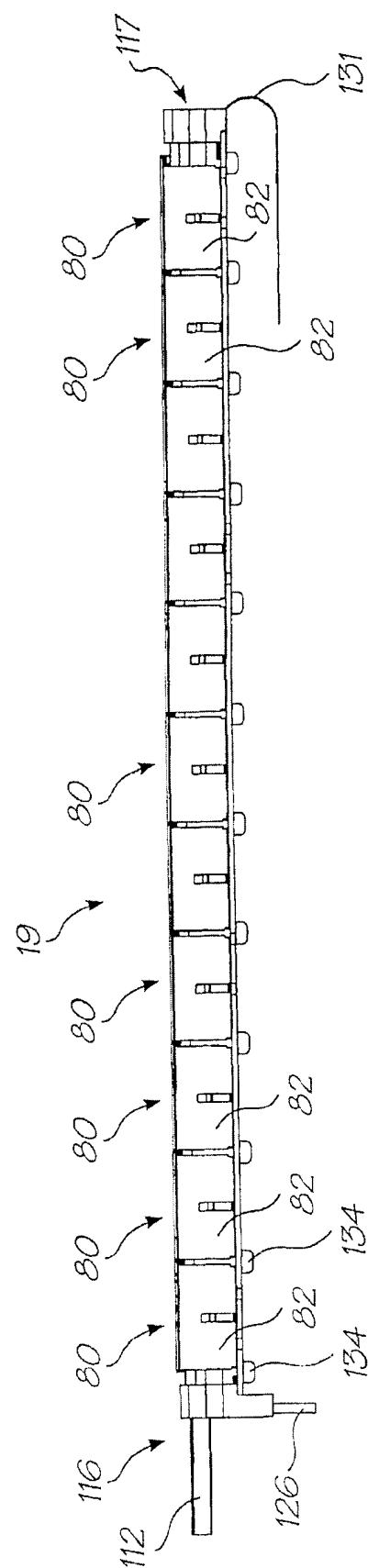


图65

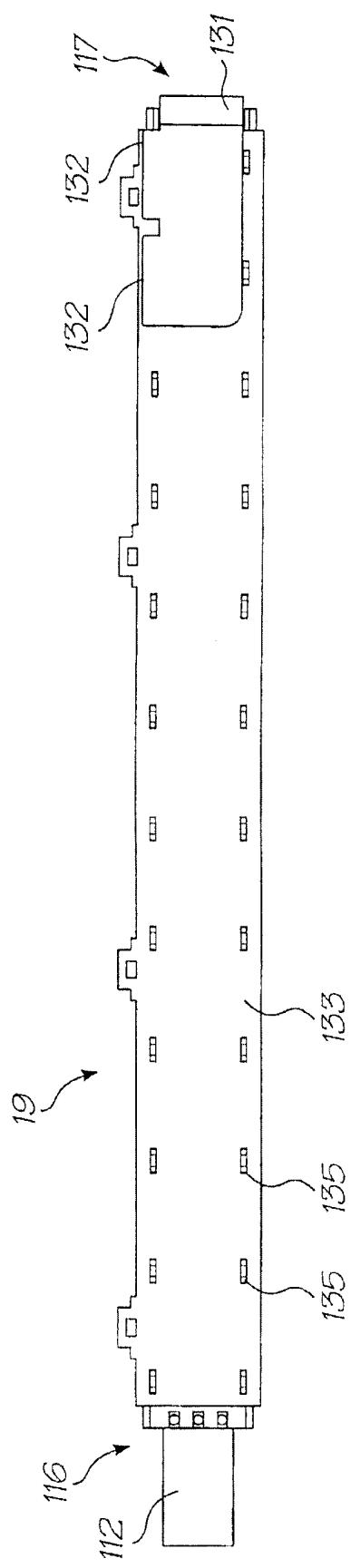


图 66

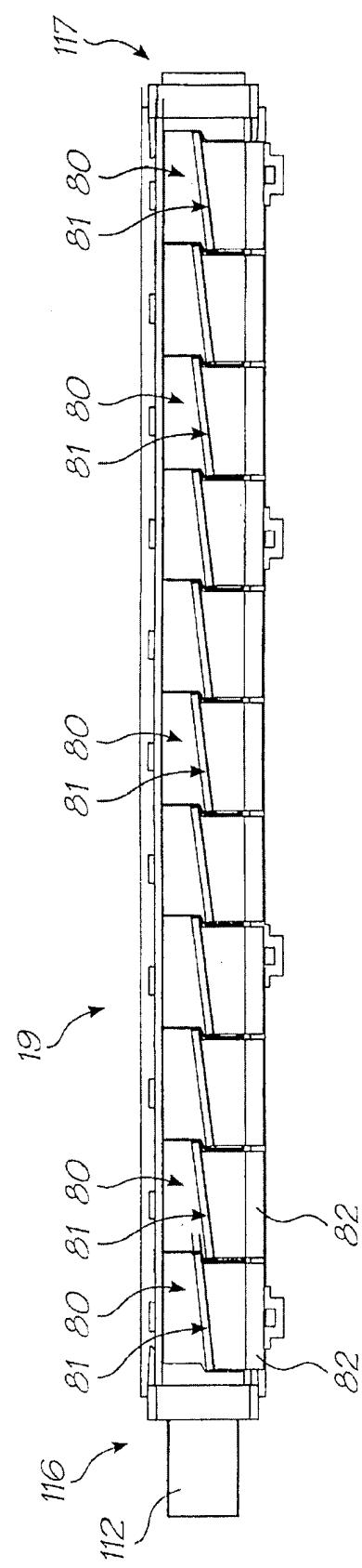
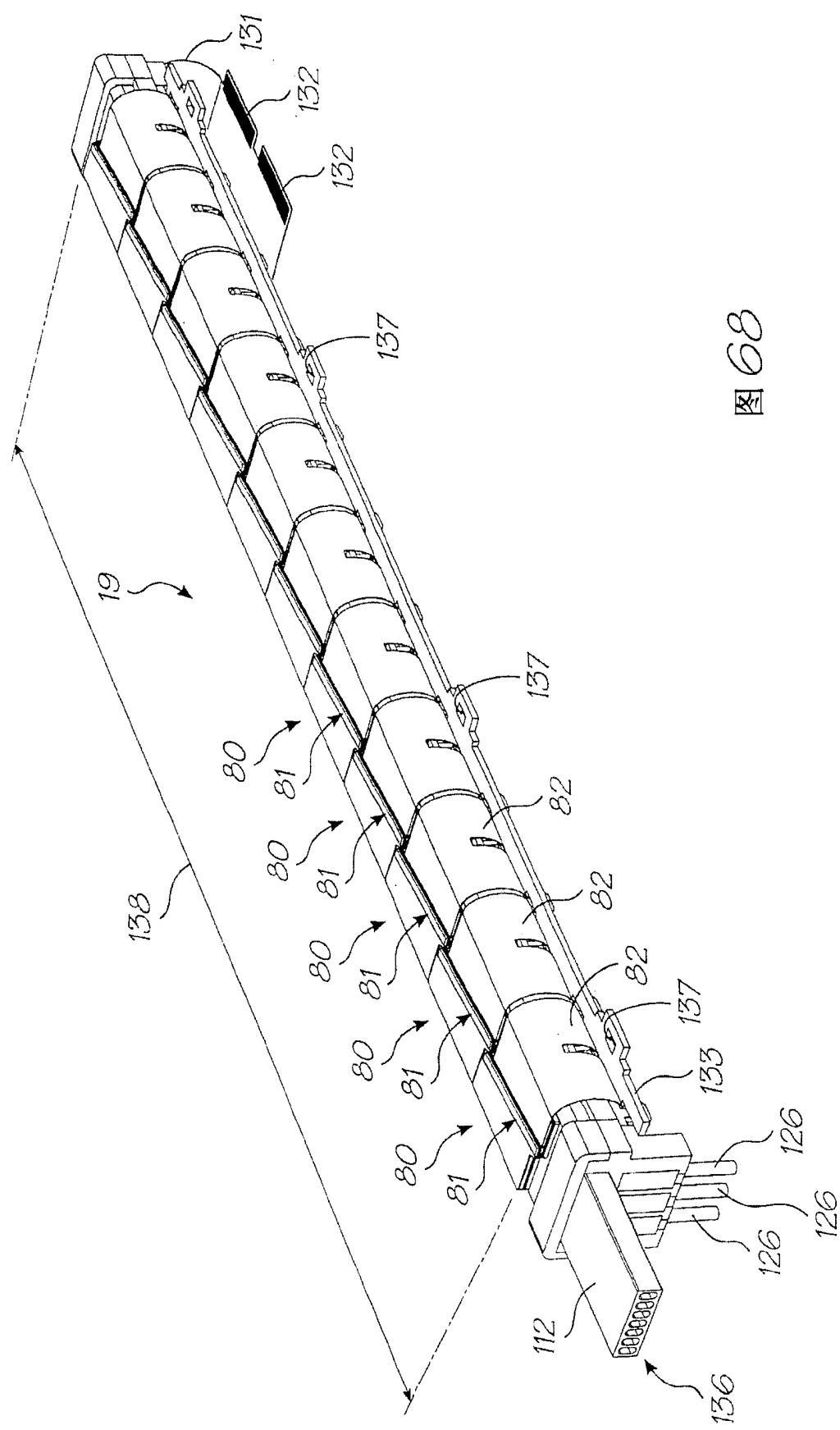


图 67



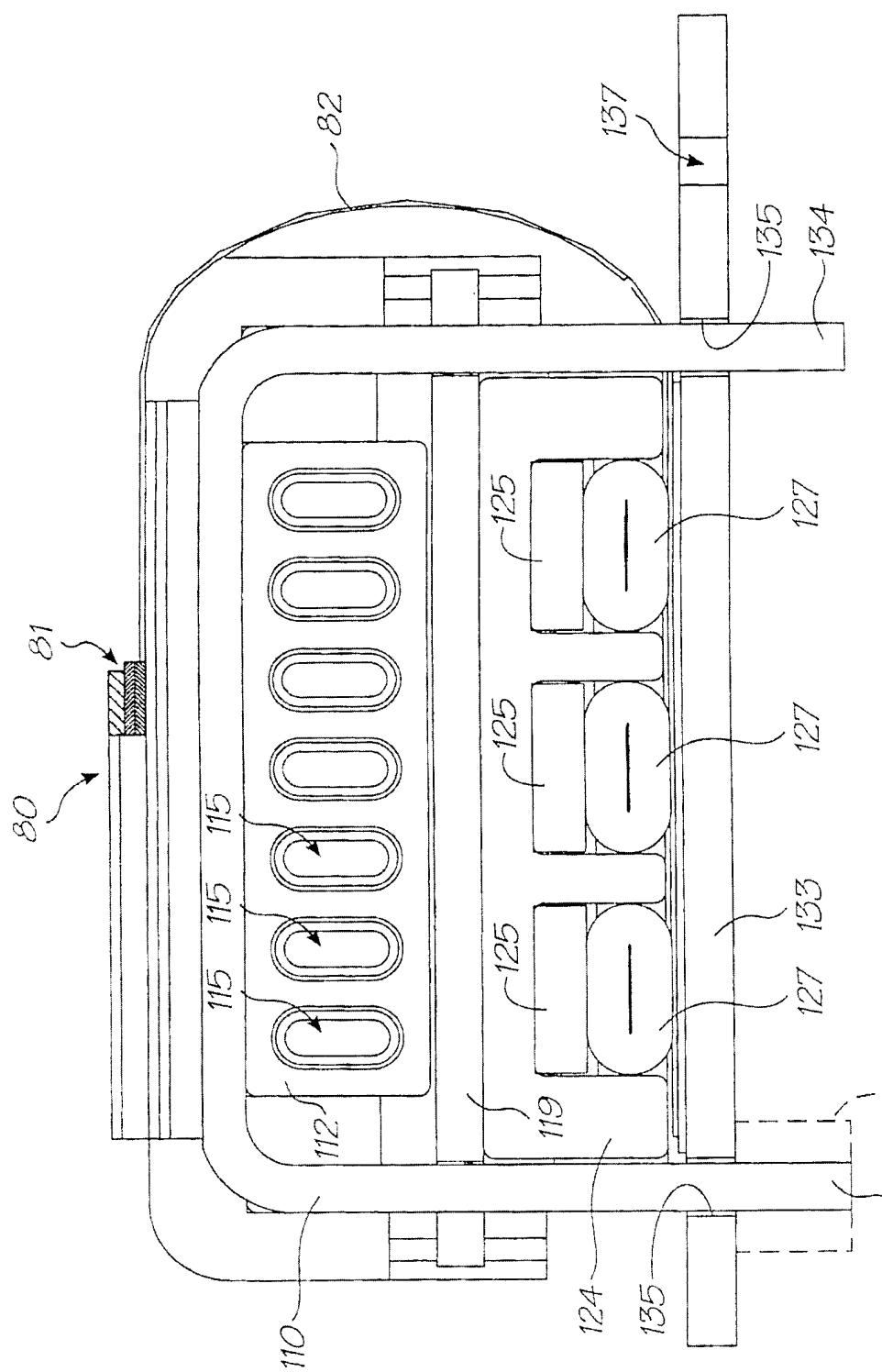
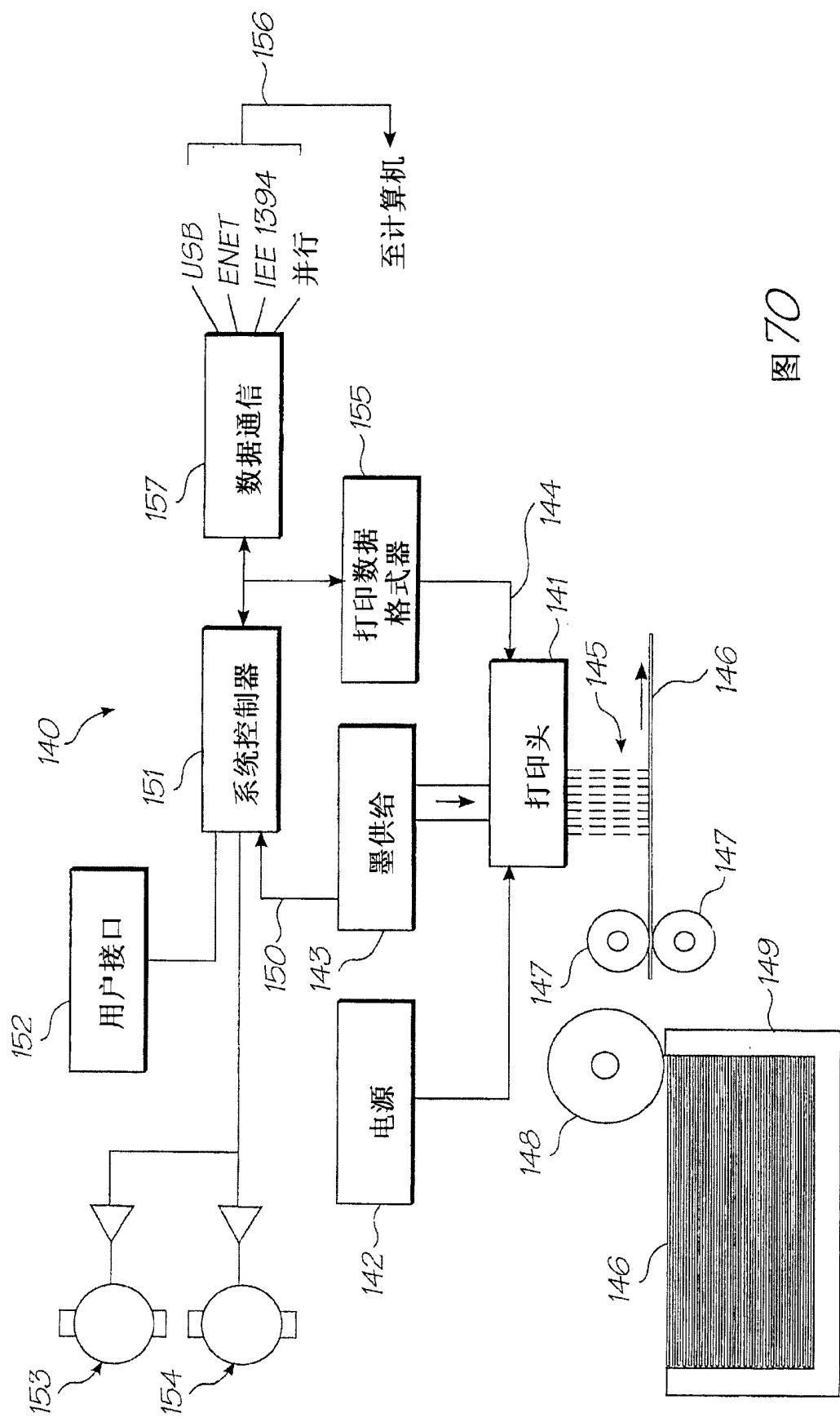


图 69



70