

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 27/10
G11C 11/34

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01124741. X

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1196197C

[22] 申请日 2001.8.1 [21] 申请号 01124741. X

[30] 优先权

[32] 2000.12.1 [33] US [31] 09/726621

[71] 专利权人 惠普公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 G·A·吉布森

审查员 高 伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

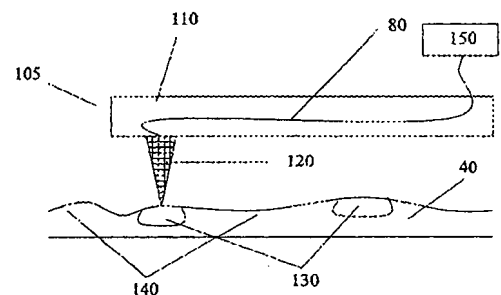
代理人 陈 霁 王忠忠

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 9 页

[54] 发明名称 基于二极管和阴极导电性以及阴极发光的数据存储介质

[57] 摘要

本发明提供了基于二极管和阴极导电性以及阴极发光的数据存储介质。一种超高密度数据存储装置,包括至少一个能量沟通元件(120)和通常包括至少一个整流结的存储介质(40)。能量沟通元件(120)一般能够发射例如但不限于热能、光能和电子能。能量沟通元件一般位于存储介质附近或者和存储介质接触。所述存储介质一般包括纳米级的存储区域(130, 140)。



1. 一种数据存储装置, 包括:
具有整流结区域的存储介质;
在整流结区域附近的第一物理状态下的纳米级的未修改的区域;
5 在整流结区域附近的第二物理状态下的纳米级的修改的区域; 以及
位于存储介质的表面附近的能量发射探针。
2. 如权利要求 1 所述的数据存储装置, 其中所述整流结包括从由以下部分构成的组中选择的至少一个: 连接有荧光层的光电二极管, p-n 结, p⁺-p 结, n⁺-n 结, 和肖特基势垒。
- 10 3. 如权利要求 1 所述的数据存储装置, 其中所述修改的区域和未被修改的区域位于彼此的 100 纳米以内。
4. 如权利要求 1 所述的数据存储装置, 其中能量发射探针还包括能量沟通元件。
- 15 5. 如权利要求 4 所述的数据存储装置, 其中能量沟通元件和存储介质直接接触。
6. 如权利要求 4 所述的数据存储装置, 其中能量沟通元件将光能引导到存储介质。
7. 如权利要求 4 所述的数据存储装置, 其中能量沟通元件将热能引导到存储介质。
- 20 8. 如权利要求 4 所述的数据存储装置, 其中能量沟通元件将电子引导到存储介质。
9. 如权利要求 4 所述的数据存储装置, 其中能量沟通元件包括至少一种从由以下颗粒构成的组中选择的颗粒: 导电颗粒, 减磨颗粒, 和耐磨颗粒。
- 25 10. 如权利要求 4 所述的数据存储装置, 其中能量沟通元件包括一个芯部和一个护套。
11. 如权利要求 10 所述的数据存储装置, 其中护套比芯部进一步向存储介质的表面延伸。
- 30 12. 如权利要求 4 所述的数据存储装置, 其中能量发射探针还包括定位元件, 其比能量沟通元件进一步向存储介质的表面延伸。
13. 如权利要求 1 所述的数据存储装置, 其中第一物理状态是晶

体状态，而第二物理状态是无定形状态。

14. 一种数据存储的方法，包括：

提供一种包括整流结区域和纳米级的未修改的区域的存储介质；

把能量沟通元件设置在存储介质附近；

5 把第一物理状态的纳米级的未修改的区域转换成第二物理状态的纳米级的修改的区域。

15. 如权利要求 14 所述的方法，还包括以下步骤：

确定能量沟通元件是在修改的区域上还是在未修改的区域上。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中所述确定步骤包括执行阴
10 极导电测量。

17. 如权利要求 14 所述的方法，其中设置步骤包括使能量沟通元件和存储介质实现物理接触的步骤。

18. 如权利要求 14 所述的方法，其中转换步骤在大于 10^{-5} 托的压力下进行。

15 19. 一种数据存储装置，包括：

具有整流结区域的存储介质；

在整流结区域附近的第一光学状态下的纳米级的未修改的区域；

在整流结区域附近的第二光学状态下的纳米级的修改的区域；以

及

20 位于存储介质的表面附近的能量发射探针。

20. 如权利要求 19 所述的数据存储装置，其中能量发射探针还包括定位元件，其比能量发射探针中的能量沟通元件进一步向存储介质的表面延伸。

基于二极管和阴极导电性
以及阴极发光的数据存储介质

5 技术领域

本发明涉及能够对纳米尺寸的数据存储区域进行存储、读出和写入数据的数据存储装置。

背景技术

10 近来，科学家们一直研制另一种超高密度存储装置和用于操作超高密度的数据存储装置的技术。这些装置和技术在尺寸为纳米级的存储区域内存储数据位，其和常规的数据存储装置相比具有许多优点。所述优点包括较快地存取数据位，每位具有较低的成本，和使得能够制造较小的电子装置。

图 1 说明按照相关技术的超高密度数据存储装置的结构，其包括
15 存储介质 40，其被分成许多存储区域（所示为在存储介质 40 上的矩形），在每个存储区域上能够存储一个数据位。图 1 说明两种类型的存储区域，未修改的区域 140，其一般用于存储表示值 0 的数据位，和修改的区域 130，其一般用于存储表示值 1 的数据位。在这些装置中在任何两个存储区域之间的周期性的范围在 1 和 100 纳米之间。

20 图 1 还示意地表示位于存储介质 40 上方的发射器 350 和在发射器 350 与存储介质 40 之间的间隙。发射器 350 能够发射电子束，并被设置在可动的发射器阵列支撑 360（也被称为微动器）上，所述支撑可以保持呈并联结构的数百甚至数千的发射器 350。发射器阵列支撑 360 用于借助于在发射器阵列支撑 360 的上表面上的导线提供和每个
25 发射器 350 的电连接，如图中示意地表示的那样。

相关领域：（超高密度的数据存储器件）

发射器阵列支撑 360 可以相对于存储介质 40 移动发射器 350，借
30 以使每个发射器 350 能够扫描存储介质 40 上的许多存储区域。在后一种情况下，存储介质 40 可被置于一个能够使所述存储介质 40 相对于发射器阵列支撑 360 运动的平台上。所述平台可以用静电方式、磁方式、或者利用压电现象被致动，并且根据发射器阵列支撑 360 相对于存储介质 40 之间的运动范围，每个发射器 350 可以访问数万个甚

至百万个数据存储区域中的数据位。

上面讨论的超高密度数据存储装置的一些特定实施例在 Gibson 等人的美国专利 5557596 (Gibson' 596) 中披露了, 该专利的全文在此列为参考。

5 在 GIBSON'596 专利中披露的装置包括具有修改区域 130 和未修改区域 140 的存储介质 40, 发射器 350 和发射器阵列支撑 360. GIBSON'596 专利的装置提供了一种费用相当低廉而又方便的用于生产超高密度数据存储装置的方法, 所述存储装置可以利用非常成熟的已经使用的半
10 导体处理技术制造。此外, 在 GIBSON'596 专利中披露的一些装置对发射器噪声和在装置操作期间发射器 350 相对于存储介质 40 运动时发生的发射器 350 与存储介质 40 之间的间距的改变不敏感。其原因例如和在 GIBSON'596 专利中披露的二极管器件的性质有关, 因为所述二极管使得恒定的电流源能够和发射器 350 相连, 并且使得电子束的能量能够独立于信号电流被监视, 以便对信号进行标称化, 如 GIBSON'596
15 专利所述。不过, 在 GIBSON'596 专利中披露的装置必须在苛刻的真空条件下操作。

按照 GIBSON'596 专利, 存储介质 40 可以用若干种形式来实现。例如, 存储介质 40 可以基于二极管例如 p-n 结或肖特基势垒。此外, 存储介质 40 可以包括光电二极管和荧光层例如氧化锌的组合。这种
20 类型的结构依赖于监视存储介质 40 的阴极发光的改变, 以便检测写入位的状态。此外, 按照 GIBSON'596 专利, 存储介质 40 可以被保持在和发射器 350 不同的电位上, 以便加速或减速从发射器 350 发出的电子。

在 GIBSON'596 专利中披露的发射器 350 是电子发射场发射器, 其
25 由半导体显微制造技术制造, 并发出非常窄的电子束。这些发射器可以是硅场发射器, 但是也可以是 Spindt 发射器, 其一般包括钨锥形发射器, 相应的门和在每个发射器与其相应的门之间的预定的电位差。GIBSON'596 专利还披露了一种静电偏转器, 有时用于偏置来自发射器 350 的电子束。

30 按照 GIBSON'596 专利, 发射器阵列支撑 360 可以包括 100×100 个发射器 350 阵列, 其中发射器 350 在 X 和 Y 方向上的间距为 50 微米。发射器阵列支撑 360, 如同发射器 350 一样, 可以由标准的成本

效果比好的半导体显微制造技术制造。此外，因为发射器阵列支撑 360 的运动范围可以有 50 微米之多，每个发射器 350 可以位于数万个乃至数百万个存储区域的任何一个的上方。此外，发射器阵列支撑 360 可以同时寻址所有的发射器 350，也可以用多工操作的方式寻址。

5 在操作期间，发射器 350 借助于发射器阵列支撑 360 在许多存储区域上方被扫描，并且一旦位于所需的存储区域上方，发射器 350 便可以被操作利用大功率密度的电子束或者利用小功率密度的电子束撞击存储区域。当发射器 350 和存储介质 40 之间的间隙变宽时，电子束的光点尺寸也变宽。不过，发射器 350 必须产生足够窄的电子束，
10 以便和一个存储区域相互作用。因此，有时需要包括电子光学系统，经常需要复杂而昂贵的制造技术，用于使电子束聚焦。

如果发射器 350 利用足够功率密度的电子束撞击存储区域，则电子束便有效地对存储介质 40 进行写操作，并把被撞击的存储区域从未被修改的区域 140 改变为修改的区域 130。当来自大功率密度的电
15 子束的电子撞击存储区域时发生这种写操作，并且使被撞击的区域经受状态的改变，例如从晶体结构转变为无定形结构，或者从未被破坏的状态改变为被热破坏的状态。

所述状态的改变可以借助于撞击电子本身引起，尤其是当在电子和介质原子之间的撞击使原子重新排列时，但是也可以由大功率密度的
20 电子束把电子的能量传递给存储区域因而引起局部发热引起状态的改变。对于在晶体和无定形状态之间的改变，如果被加热之后被快速冷却，则可以实现无定形状态。相反，借助于加热被撞击的存储区域，然后让其退火，可以使无定形状态变为晶体状态。

上述的写处理最好在选择的存储介质 40 含有可以在晶体和无定
25 形状态之间转换的存储区域时进行，其中所述的改变引起材料性能的改变。例如，带结构、晶体学、和二次电子发射系数 (SEEC) 以及反向散射电子系数 (BEC) 都可以被改变。按照 GIBSON'596 专利所述的装置，这些材料性能的改变可以被检测，并且使得能够进行读操作，如下所述。

30 当利用二极管作为存储介质 40 时，大功率密度的撞击电子束局部地使二极管表面上的存储区域在晶体状态和无定形状态之间改变。根据无定形材料和晶体材料具有不同的电子性能这个事实，使得能够

进行读操作，下面还要详细说明。

当在由光电二极管和荧光材料构成的存储介质 40 上进行写操作时，发射器 350 利用大功率密度的电子束撞击荧光材料的区域并因而改变其状态。这种撞击局部地改变辐射的和非辐射的再组合中心的密度，借以局部地改变荧光层的被撞击区域的发光性能，从而使得能够利用下面要讨论的另一种方法进行读操作。

一旦数据位被写入存储介质 40 中，读操作便可以恢复存储的数据。和在写处理中使用大功率密度电子束相反，读处理利用较低功率密度的电子束撞击在存储介质 40 上的存储区域。较低功率密度的电子束不改变其撞击的存储区域的状态，但是它们或者被存储介质 40 改变，或者在其中产生信号电流。这些电子束改变的大小或者信号电流的大小取决于存储区域的状态（例如晶体和非晶体），并且所述改变极大地取决于被撞击的存储区域是修改的区域 130 或者是未被修改的区域 140。

当在这样的存储介质 40 上进行读操作时，所述存储介质 40 具有可以在晶体和无定形结构之间改变的存储区域，并且所述改变和材料的性能相关，所述信号电流可以取反向散射的形式，或者取由从存储介质被移开的检测器收集的电子组成的二次电子发射电流的形式。因为无定形材料和晶体材料的 SEEC 和 BEC 系数是不同的，所以由检测器收集的电流的强度根据较低功率密度的电子束撞击修改的区域 130 或者撞击未被修改的区域 140 而改变。借助于监视这个差别，就可以确定被撞击的存储区域是相应于 1 或者相应于 0 的数据位。

当选择二极管作为存储介质 40 时，产生的信号电流由当较低功率密度的电子束撞击存储区域因而激发电子空穴对时形成的少数载流子构成。这种类型的信号电流尤其由能够跨过二极管的界面迁移的并能够作为电流被测量的少数载流子构成。因为这种少数载流子的数量在很大程度上受材料的晶体结构的影响，所以借助于在电子束撞击不同的存储区域时跟踪信号电流的相对大小就可以确定较低功率密度的电子束撞击的是修改的区域 130 还是未被修改的区域 140。

在利用光电二极管和荧光材料作为存储介质 40 的情况下，用于读处理的较低功率密度的电子束激发荧光材料的光子发射。根据被撞击的区域是修改的区域 130（例如热修改）或者是未被修改的区域 140，

在荧光材料中被激发的光子并由光电二极管采集的数量具有明显的不同。这便使得通过激发光子在光电二极管中产生不同数量的少数载流子，因而当电子束撞击不同的存储区域时引起大小不同的通过光电二极管界面的电流。

5 在上述的许多实施例中，在写处理之后，可以进行整体的擦除操作，从而使在存储介质 40 存在的所有修改的区域 130 复位。例如，如果整个半导体存储介质 40 被合适地加热和冷却，则整个存储介质 40 就可以并被复位到其原始的晶体或无定形结构，从而有效地擦除在其中写入的数据位。关于光电二极管存储介质 40，整体的热处理可以复
10 位例如由退火处理引起热改变的区域。

相关领域：原子力显微镜 (AFM)

图 2 表示按照相关技术的一种典型的 AFM 探针 10 的顶视图，其包括尖部 20，支撑着尖部 20 并且本身又被 AFM 的其它元件（未示出）支撑着的顺从支撑 30 和被设置在顺从的悬浮体 30 的顶面上的压电材
15 料 50。

探针 10 可以用本领域中熟知的接触方式、非接触方式或轻拍（间歇接触）AFM 方式操作，此处只作简短的讨论。接触方式允许尖部 20 和存储介质 40 之间直接接触，而非接触方式（未示出）则把尖部 20 保持在存储介质 40 附近（一般为 100 纳米的数量级或更小）。轻拍方式
20 允许顺从悬浮体 30 沿着垂直于存储介质 40 的表面的方向振动，而探针 10 沿平行于存储介质 40 的方向运动，因此，尖部 20 以间歇的方式和存储介质 40 接触或几乎接触，并在和存储介质 40 直接接触以及在其邻近的位置之间运动。

尖部 20 一般（虽然不是唯一的）按照通用的半导体制造技术由
25 硅或者硅的化合物制成。虽然尖部 20 一般用于测量在衬底上的表面特征的尺寸，例如上述的存储介质 40，但是尖部 20 也可以用于测量存储介质 40 的电性能。

如上所述，在图 2 中尖部 20 被固定在顺从悬浮体 30 上，顺从悬浮体 30 具有足够的柔性，以便根据间歇接触或轻拍方式的要求振动，
30 或者按照为适应在扫描期间产生的不希望尖部悬浮体相对于存储介质的非平行运动的要求振动（从而把尖部悬浮体保持接触或者保持处于一个合适的工作距离）。顺从悬浮体 30 一般在一端保持尖部 20，在

另一端被固定到 AFM 或 STM 的其余部分上并被所述其余部分支撑着。在一般的 AFM 结构中，存储介质 40 位于一个相对于尖部 20 运动的平台上，从而使得在平台运动时尖部 20 能够扫描存储介质 40。

图 2 示出了被设置在顺从悬浮体 30 的顶面上的压电材料 50。当尖部 20 扫描存储介质 40 时，尖部 20 使顺从悬浮体 30 按照存储介质 40 的表面的改变上下运动。这个运动又引起压电材料 50 的压缩或伸展，因而在其中产生电流，或者引起可检测的电压变化。所述电压或电流被一个检测器（未示出）监视，并被 AFM 或 STM 的其它元件处理，从而产生被扫描的区域的表面拓扑的图像。

10 相关技术的不足之处

一般超高密度数据存储装置（即在 GIBSON'596 专利中披露的装置以及上述的 AFM/STM 装置）在生产高密度的数据存储装置时具有几个缺点。

例如，使超高密度数据存储装置至少具有一个下述的缺点：相对小的信号电流，相对大的电子束光点尺寸和相对差的信噪比。

造成相对差的信噪比这个缺点的原因包括利用非接触方法的装置（例如场发射器或 STM 尖部）对于在发射器 350 和存储介质 40 之间的间隙距离在发射器 350 相对于存储介质 40 运动时产生的变化的敏感性。这些间隙距离的改变导致信号电流强度的改变，而不会改变被撞击的存储区域的状态，因而增加了噪声。

相对大的光点尺寸至少部分地是由于电子束通过间隙距离时的扩散引起的。为了获得较小的光点尺寸，有时使用电子光学系统使电子束聚焦。不过，这种结构的缺点是更加复杂，因此更难于制造，并且制造费用更高。

利用非接触方法的当前的超高密度存储装置的其它缺点是，它们不能使得存储介质 40 和发射器 350 之间的间隙距离被顺从地控制。而且，因为发射器 350 和存储介质 40 不直接接触，所以需要连续地监视并保持发射器 350 和存储介质 40 之间的间隙距离，以便确保所有的存储区域利用基本上浓度相同的电子束中的电子被写上和读出。

30 超高密度数据存储装置的另一个缺点是，这种装置需要至少在局部的真空条件下操作，并且通常在苛刻的真空条件下才能有效地操作。

因而，需要一种超高密度存储装置，其提供相对大的信号电流，能够很好地使电子束聚焦以便撞击存储介质，而不需要昂贵的聚焦光学系统，并具有相对好的信噪比。

需要一种用于对存储介质进行读写数据的装置和方法，其中基本上不需要监视并动态地控制所述装置的存储介质和发射器之间的距离，或者控制发射器的聚焦。

需要一种用于对存储介质进行读写数据的装置和方法，其中不需要在发射器周围的真空环境，或者减少所需的真空度。

需要一种用于对存储介质进行读写数据的装置和方法，其能够在发射器和存储介质之间的电子束的通量更加保持恒定。

需要一种用于超高密度数据存储的快速的、可靠的、成本效果比好的，利用常规方法制造和操作的数据存储装置。

发明内容

本发明的一些实施例涉及一种数据存储装置，其包括具有整流结区域的存储介质，在整流结区域附近的至少一个纳米级的未修改的区域，在整流结区域附近的至少一个纳米级的修改的区域和位于存储介质的表面邻近的至少一个能量发射探针。

本发明的一些实施例还涉及一种数据存储的方法，包括提供一种包括整流结区域和纳米级的未修改的区域的存储介质，把能量沟通元件设置在存储介质附近，并把纳米级的未修改的区域转换成纳米级的修改的区域。

本发明的一些实施例提供一种超高密度的装置，其提供相对大的信号电流，使得相对好地聚焦的能量束能够撞击到存储介质上而不需昂贵的聚焦光学系统，并提供相对好的信噪比。

本发明的一些实施例提供一种用于从存储介质读写数据的装置和方法，其中不需要把发射器周围抽成真空，或者减少所需的真空度。

本发明的一些实施例提供一种用于从存储介质读写数据的装置和方法，其能够在发射器和存储介质之间保持更加恒定的能量束通量。

本发明的一些实施例提供一种快速的、可靠的、成本效果比好的、并且能够用常规方法制造和操作的存储装置，用于进行超高密度的数据存储。

按照本发明的一格方面，提供一种数据存储装置，包括：具有整

流结区域的存储介质；在整流结区域附近的第一物理状态下的纳米级的未修改的区域；在整流结区域附近的第二物理状态下的纳米级的修改的区域；以及位于存储介质的表面附近的能量发射探针。

按照本发明的另一个方面，提供一种数据存储的方法，包括：提供
5 一种包括整流结区域和纳米级的未修改的区域的存储介质；把能量沟通元件设置在存储介质附近；把第一物理状态的纳米级的未修改的区域转换成第二物理状态的纳米级的修改的区域。

按照本发明的又一方面，提供一种数据存储装置，包括：具有整流
10 流结区域的存储介质；在整流结区域附近的第一光学状态下的纳米级的未修改的区域；在整流结区域附近的第二光学状态下的纳米级的修改的区域；以及位于存储介质的表面附近的能量发射探针。

附图简介附图说明

图 1 表示按照相关技术的超高密度数据存储装置；

图 2 是按照相关技术的 AFM 探针结构的侧视图；

15 图 3a 是按照本发明的一个实施例的数据存储装置的侧视图，其中使用 AFM 接触操作方式，还表示尖部的第一实施例；

图 3b 是按照本发明的一个实施例的能够记录阴极导电性的度量的数据存储装置的视图；

20 图 4a 表示按照本发明的一个实施例的侧视图，其中使用 AFM 非接触或轻拍操作方式，还表示和图 3a 不同的尖部；

图 4b 表示本发明的另一个实施例，其中的尖部具有和存储介质接触的部分和离开存储介质的部分；

图 5 表示本发明的另一个实施例，其中在顺从的悬浮体上具有两个尖部，一个尖部和存储介质接触，而另一个尖部和存储介质不接触；

25 图 6a 表示按照本发明的一个实施例的二极管型存储介质；

图 6b 表示按照本发明的一个实施例的荧光材料/光电二极管型的存储介质。

详细描述具体实施方式

30 图 3a 表示在本发明的某个实施例的范围内的能量发射探针 105。虽然图 3a 中示出了一个探针 105，但是本发明的一些实施例的超高密度数据存储装置中，多个探针 105 被固定在如上面讨论的发射器阵列支撑 360 上。

除去在 GIBSON'596 专利披露的发射器阵列支撑 360 之外, 本发明的某些实施例包括不和真空壳体相连的发射器阵列支撑 360 结构, 因为本发明的某些实施例可以在例如 1 个大气压的压力下或者在 10^{-5} 托以上的其它压力下操作。按照这些实施例, 发射器阵列支撑 360 被一般由包含在 AFM/STM 结构内的元件支撑着, 或者由本领域技术人员熟知的元件支撑着, 以便使发射器阵列支撑 360 位于存储介质 40 上方所需的位置。此外, 在发射器阵列支撑 360 上的探针 105 可以在一个存储区域进行读写操作, 或者可以扫描数以百万计的存储区域。此外, 按照本发明的优选实施例的发射器阵列支撑 360 的结构, 其可以具有大于 50 微米的运动范围。此外, 按照本发明的存储介质 40 可包括一个或几个整流结。

按照本发明的一些实施例, 由发射器阵列支撑 360 支撑着的能量发射探针 105 可以同时或者以多工方式被寻址, 并且对所述探针的写入不受图 1 所示的一根导线的限制。根据不同的实施例, 可以使用一根或多根导线。

按照本发明的一些实施例, 每个探针 105 包括顺从悬浮体 110, 其具有连接部分 80。该连接部分从探针 105 到存储介质 40 直接或间接地将能源 150 与尖部 120 或其它物理的能量沟道部件连接。能源 150 使尖部 120 能够提供局部的能源, 并且, 按照本发明的一些实施例, 可以发射能够改变存储介质 40 的被所述电子束撞击的区域的态的大功率密度电子束。在本发明的一些实施例中, 尖部 120 可以直接和存储介质 40 接触, 或者可以和存储介质 40 离开一个在非接触方式下或者在间歇接触方式下一般用于 AFM 结构的距离。

在本发明的一些实施例中, 尖部 120 能够发射能量束, 其形式包括但不限于电子、光、热或其它的能量形式, 其能够按照上述通过改变存储介质的状态把未被修改的区域 140 转换成修改的区域 130。虽然上面讨论的数据位在其意义上, 例如是无定形状态或是晶体状态, 是被热修改的或者是未被热修改的, 是二进制的, 但是本发明的一些实施例包括非二进制数据, 例如数据位的状态可以选择是无定形状态或者是几个晶体状态之一。

按照本发明的一些实施例, 除去上面讨论的存储介质 40 的实施例之外, 可以使用 p^+-p 结, n^+-n 结, 和在 GIBSON'596 专利中没有专

门披露的整流结。此外，按照本发明的一些实施例，也可以使用半导体硫族化物可逆相改变材料作为存储介质 40 的部分。按照本发明的一些其它的实施例，最好使用基于直接能带隙 III - VI 硫族化物的相改变材料。

5 此外，存储介质 40 可以用图 3b 所示的方式构成，其使得能够记录阴极导电性的度量。在本发明的这种实施例中，构成存储介质 40 的材料可以是阴极导电的基于硫族化物的相改变材料，所述材料至少由下述材料的一种构成：Se, Te, S, Sb, Sg, In 和 Ga。

10 如图 3b 所示，修改的区域 130 和未被修改的区域 140 位于和存储介质 40 接触的电极 125, 135 之间。电极 125, 135 可以位于修改的区域 130 和未被修改的区域 140 的上方、下方或侧部，并且在存储介质 40 中可以具有一对以上的电极 125, 135。当偏压被施加于电极 125, 135 时，便在阴极导电的存储介质 40 的平面内感应一个电场 E，因而暗电流在电极 125, 135 之间流动。

15 当进行阴极导电性的测量时，修改的区域 130 和未被修改的区域 140 被从尖部 120 发射的电子束撞击，产生电子载流子和空穴载流子，电场 E 使自由载流子朝向电极 125, 135 加速，并由和一个电极相连的传感器（未示出）检测由电子和空穴的运动引起的信号电流。因为撞击修改的区域 130 和未被修改的区域 140 会产生并收集不同浓度的载流子，所以通过根据尖部 120 的位置监视信号电流的大小便可以进行读操作。

按照本发明的一些实施例，除去上述的发射器 350 之外，也可以使用例如但不限于扁阴极发射器作为发射器 350，用于产生对存储介质 40 进行读写操作所需的能量束。

25 虽然图 3a, 3b 所示的尖部 120 处于接触的 AFM 方式，但是尖部 120 也可以用非接触方式或者轻拍 AFM 方式操作。此外，顺从悬浮体 110 可以采用本领域技术人员公知的其它几何形状，以便和本发明的其它实施例中的其它元件兼容。

30 除去图 3a, 3b 所示的尖部 120 的几何形状之外，本发明的一些实施例可以包括其它的元件或其它的几何形状的尖部，其中的一些例子在 Gibson 等人的美国专利 5936243 中披露了，该专利的内容在此全部列为参考。在本发明的实施例中使用的元件或尖部可以具有本领域

域技术人员公知的能够用于本发明的任何几何形状，并且所述几何形状应当由经得起当通过上述的大功率密度电子束时导致的温度条件的材料制成。

所述元件例如图 3a, 3b 所示的尖部 120 可以包括具有不同类型的颗粒的合成材料，例如但不限于，耐磨颗粒（当尖部 120 在和存储介质接触下运动时延长其寿命），减磨颗粒（防止刮磨存储介质 40）和导电颗粒。这些合成材料使得尖部 120 成为导电的，并用于发射大功率密度的能量束，同时延长尖部 120 和存储介质 40 的寿命。

本发明的一些其它的实施例，如图 4a 所示，可以包括有护套的尖部 160。图 4a 表示可以用接触方式、非接触方式或者轻拍方式操作的能量发射探针 155。在所示的非接触方式下，尖部 160 和存储介质 40 之间的距离小于 100 纳米。在轻拍方式下，可以使用对于 AFM 操作通用的幅值和频率范围。

图 4a 的尖部 160 包括由导电材料制成的芯部 170，其能够发射具有足够功率密度的能量束，用于把未被修改的区域 140 转换成修改的区域 130，如前所述。尖部 160 还包括包层 180，其由耐磨材料或者磨损减少材料制成，并从顺从悬浮体 110 上伸出基本上和芯部 170 相同的距离。包层 180 的作用在于，当探针 155 以轻拍或者以接触的 AFM 方式操作时，延长尖部 160 的寿命。

图 4b 说明和存储介质 40 接触的能量发射探针 215。虽然探针 215 也可以用轻拍方式和非接触方式操作，但在所示的接触方式下，接触护套 230 伸出顺从悬浮体 110。根据本发明的一些实施例，接触护套 230 比非接触的芯部 220 大约伸出 100 纳米或更多。因为接触的护套 230 由耐磨或磨损减少材料制成，接触护套 230 通过不使非接触的芯部 220 直接和存储介质 40 接触并磨损，可以延长尖部 225 的寿命。非接触芯部 220 发射大功率密度的能量束，并和能源 150（未示出）相连。

当接触护套 230 直接和存储介质 40 接触时，可以得到本发明的一些实施例的优点，即，当探针 215 扫描存储介质 40 时，用于发射能量的非接触的芯部 220 离开存储介质 40 基本上恒定的距离。因而，即使束发射源离开存储介质 40 一个距离，根据具体的实施例，可能需要简单的聚焦光学系统，借以使得容易制造，并容易控制写操作。

特别是，不需要进行间隙的伺服控制，因而，可以简化聚焦光学系统，在一些情况下，甚至可以取消聚焦光学系统。

图 5 表示本发明的其它实施例，其中能量发射探针 185 包括两个元件或尖部；非接触的能量沟通元件或尖部 190 和接触的定

5 位元件或尖部 200。如同上面和下面说明的探针那样，探针 185 可以用于上面讨论的任何 AFM 方式以及前面讨论的任何存储介质 40。实质上，此处披露的本发明的所有实施例的所有元件都可以被组合和匹配，从而形成也在本发明的范围内的其它实施例。

接触的尖部 200 由耐磨或磨损减少材料制成，以便延长发射能量束的非接触尖部 190 的寿命，并且/或者延长存储介质的寿命。和接触护套 230 一样，接触尖部 200 使得非接触尖部 190 被定位在相对于存储介质 40 恒定的距离，因而不需要位置监视和控制，因而简化了对束聚焦光学系统的要求。此外，当接触尖部 200 由磨损减少材料制成时，则能够减少在进行读写操作时可能在存储介质 40 上产生的划痕和槽。

10 15

图 5 还示出了可以和图 5 所示的本发明的一些实施例结合使用以及可用于上面和下面说明的本发明的许多实施例中的的表面层 210。表面层 210 提供的优点包括，在反复进行读写操作时，能够延长存储介质 40 的寿命。

表面层 210 可以由任何能够减少存储介质 40 的磨损、蒸发/消融或材料流失以及和其相关的表面拓扑改变的材料制成。表面层 210 还可以由能够防止尖部的任何污染的材料制成，这些都在本发明的范围内。在本发明的一些实施例中，表面层 210 可以作为导电的表面电极。在另一些实施例中，表面层 210 可以由例如但不限于氧化硅或氧化铝 (Al_2O_3) 制成。

20 25

表面层 210 的另一个优点在于，因为制成表面层的材料具有比存储介质 40 较高的熔融温度，在上述的写操作期间，表面层 210 的存在阻止存储介质 40 的材料淀积在本发明的探针上，即使探针被按照接触 AFM 方式使用时。应当注意，尤其是如果使用光作为能量束时，表面层 210 的材料可以从透光的材料中选择，并且，对于某种类型的能量束，可以在表面层 210 和存储介质 40 之间设置一层或几层材料。

30

图 6a 表示呈二极管 240 形式的存储介质 40，其具有二极管界面

290, 少数载流子通过这个界面迁移。少数载流子的产生及其通过二极管界面 290 的迁移类似于在 GIBSON'596 专利中讨论的二极管结构。即, 在修改的区域 130 和在未被修改的区域 140 产生不同数量的载流子。此外, 在所产生的这些载流子当中, 由于在 GIBSON'596 专利中指出的原因, 其收集效率可能不同。通过电流计 250 读出总的电流, 所述电流用于确定被撞击的二极管 240 的存储区域是修改的区域 130 或者是未被修改的区域 140。应当注意, 在图 6a 中所示的二极管的结构可以和本发明的实施例中的任何探针和部件结合使用。

图 6b 表示本发明的一个实施例, 其中具有光电二极管 270, 其中包括光电二极管界面 300 和淀积在光电二极管 270 上的荧光材料 280。此外, 示出了上述的表面层 210, 用于按照本发明的一些实施例保护荧光材料 280。按照本发明的一些实施例, 可以使用光电二极管和光检测器监视由于电子束的撞击而激发的光子发射。

本发明的荧光层 280 可以是氧化锌, 如上所述, 不过也可以从以下的材料中选择, 例如但不限于, 直接能带隙 III-VI 基于硫族化物的相改变材料。荧光层 280 可以利用 GIBSON'596 专利所述的方法被写入。此外, 按照本发明的一些实施例, 荧光层 280 也可以利用改变荧光层 280 的方法被写入, 从而例如修改材料的电子带结构(例如把材料从直接能带隙材料修改为间接能带隙材料)。按照本发明的一些实施例, 荧光层 280 也可以例如通过改变发射的波长、产生的速度或者介质的光学性能例如不同数量的光逸出被写入。此外, 本发明的一些实施例通过改变非辐射的重新组合点的浓度使荧光层 280 被写入。

按照本发明的一些实施例, 可以使用上述的任何一种探针或者使用在本发明的某些实施例中的探针读写荧光层 280 或存储介质 40 的任何其它实施例。在读操作期间, 从荧光材料 280 的修改的区域 130 和未被修改的区域 140 发出不同数量的光子, 导致产生不同数量的少数载流子通过光电二极管界面 300。使用电流计 250, 可以确定和光电二极管结构结合使用的探针的尖部发出的能量束是撞击到修改的区域 130 还是撞击到未被修改的区域 140。

虽然上述的实施例代表本发明的一部分, 显然, 本领域技术人员根据上述的说明可以作出许多其它实施例。因此, 上述的说明只是一些例子, 本发明的范围由所附权利要求限定。

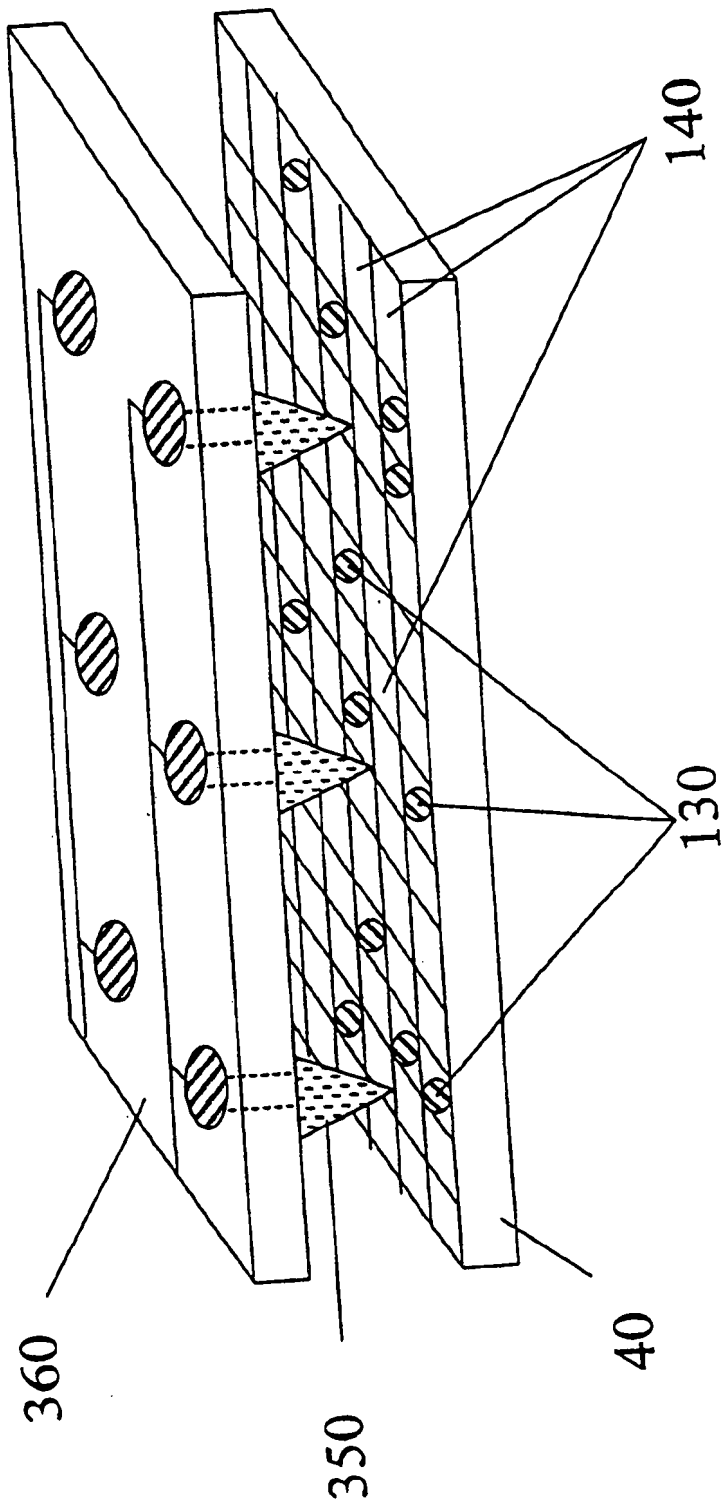


图 1
相关技术

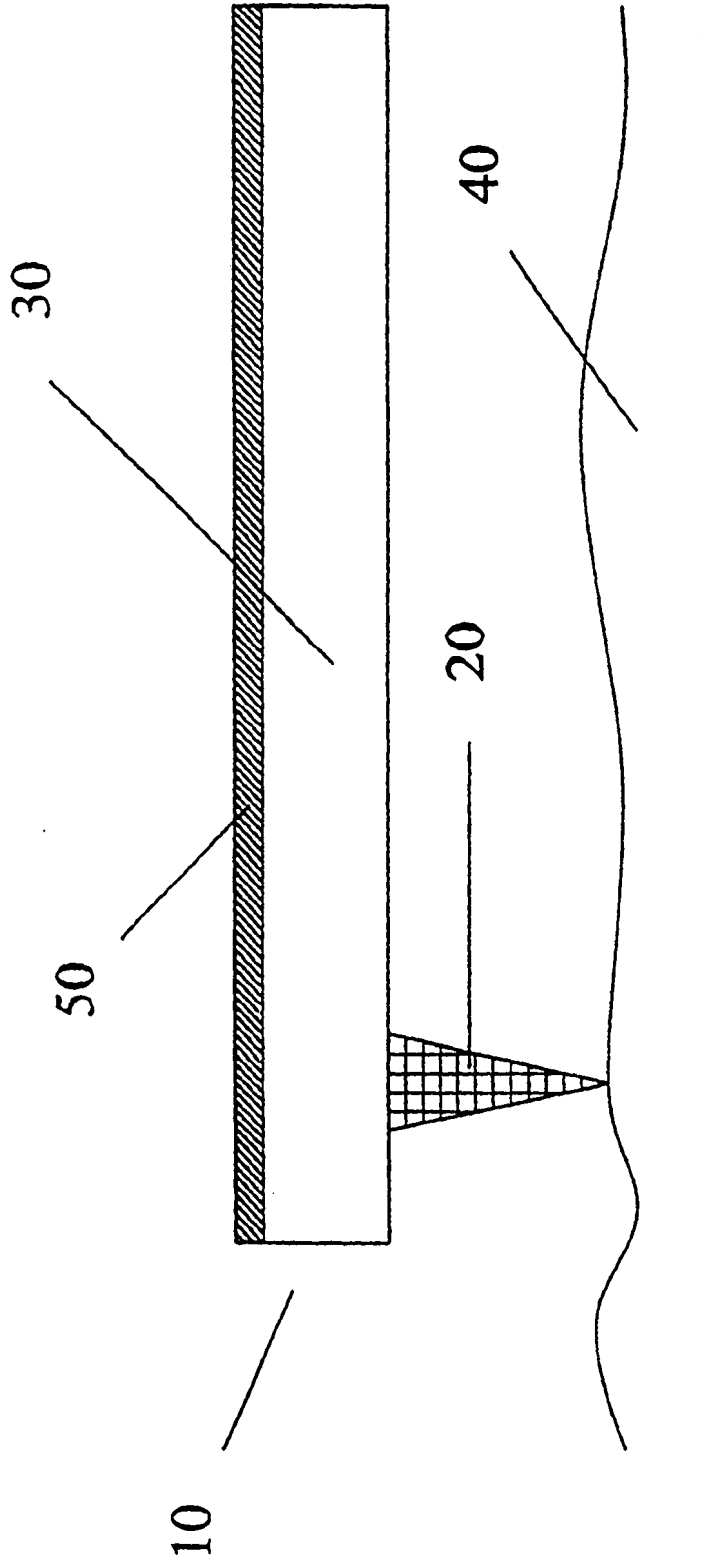


图 2
相关技术

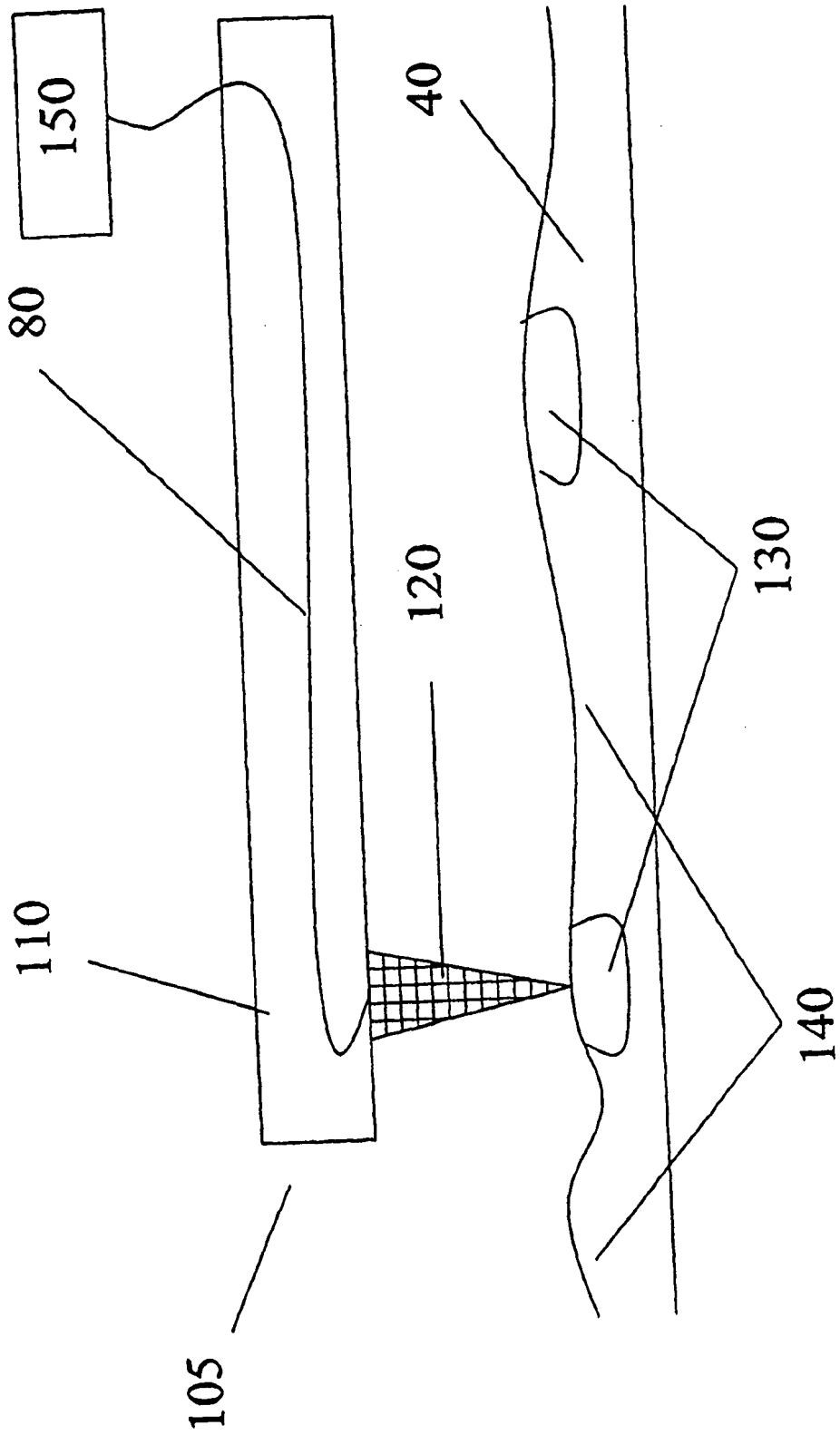


图 3a

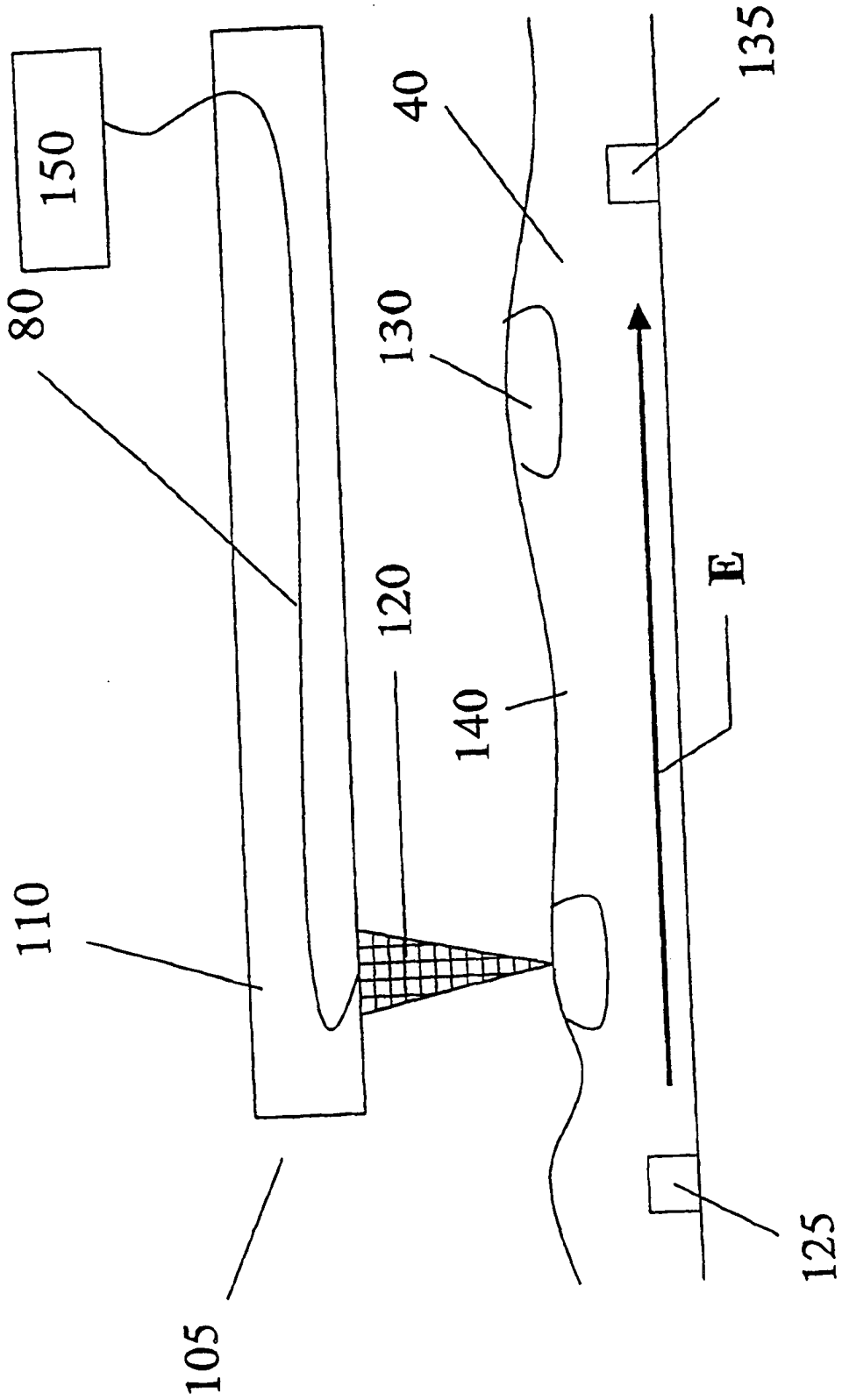


图 3b

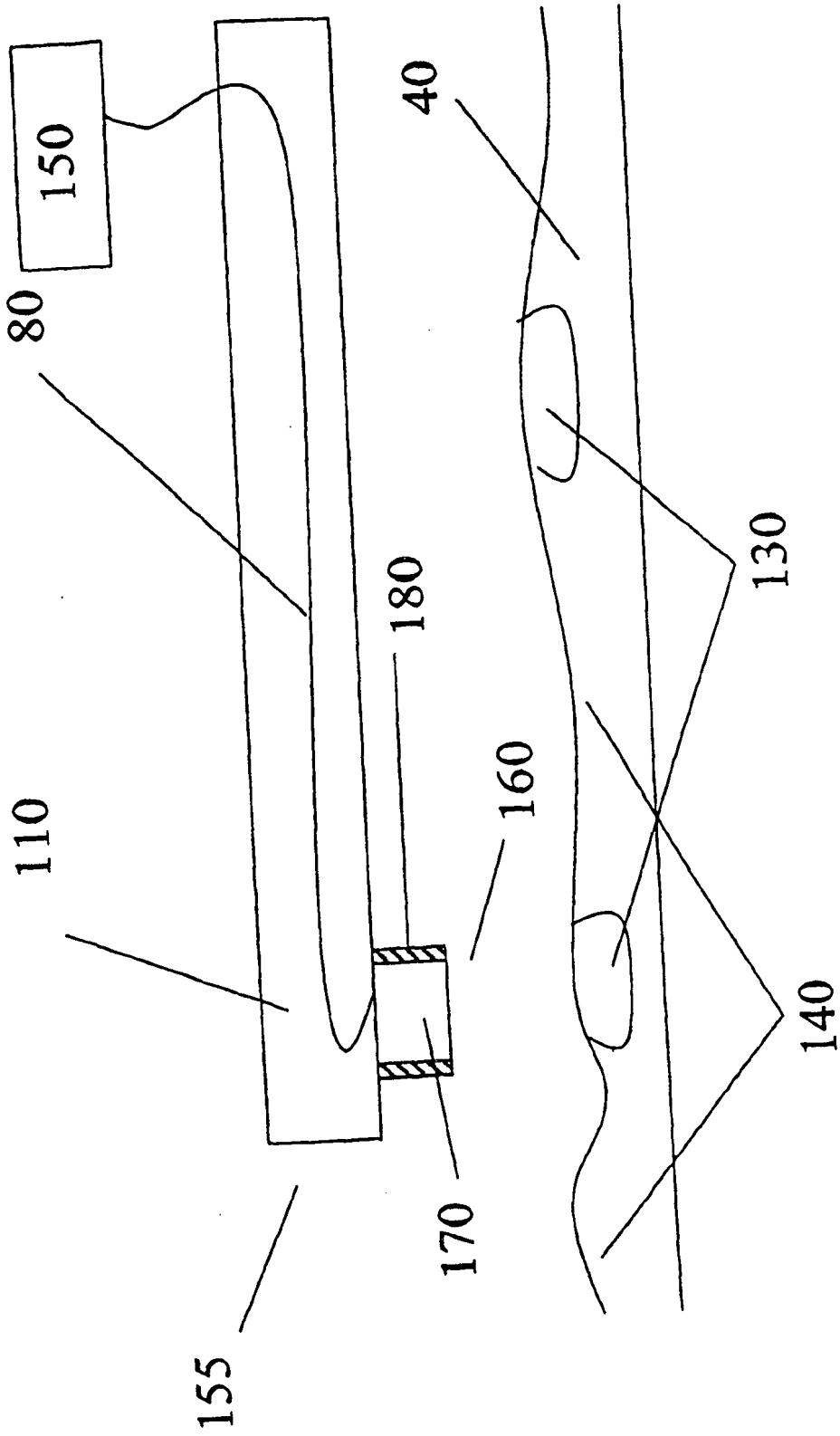


图 4a

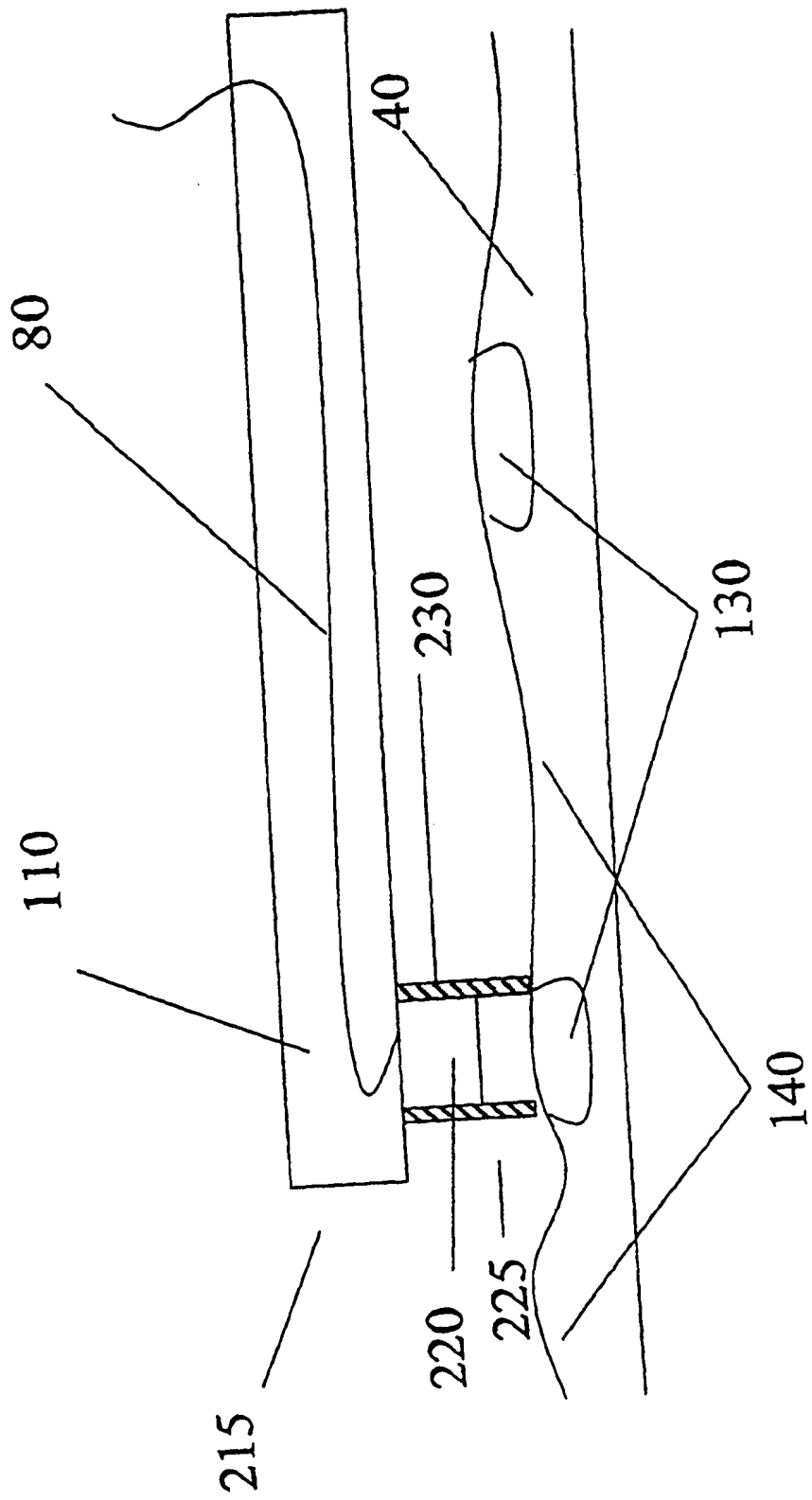


图 4b

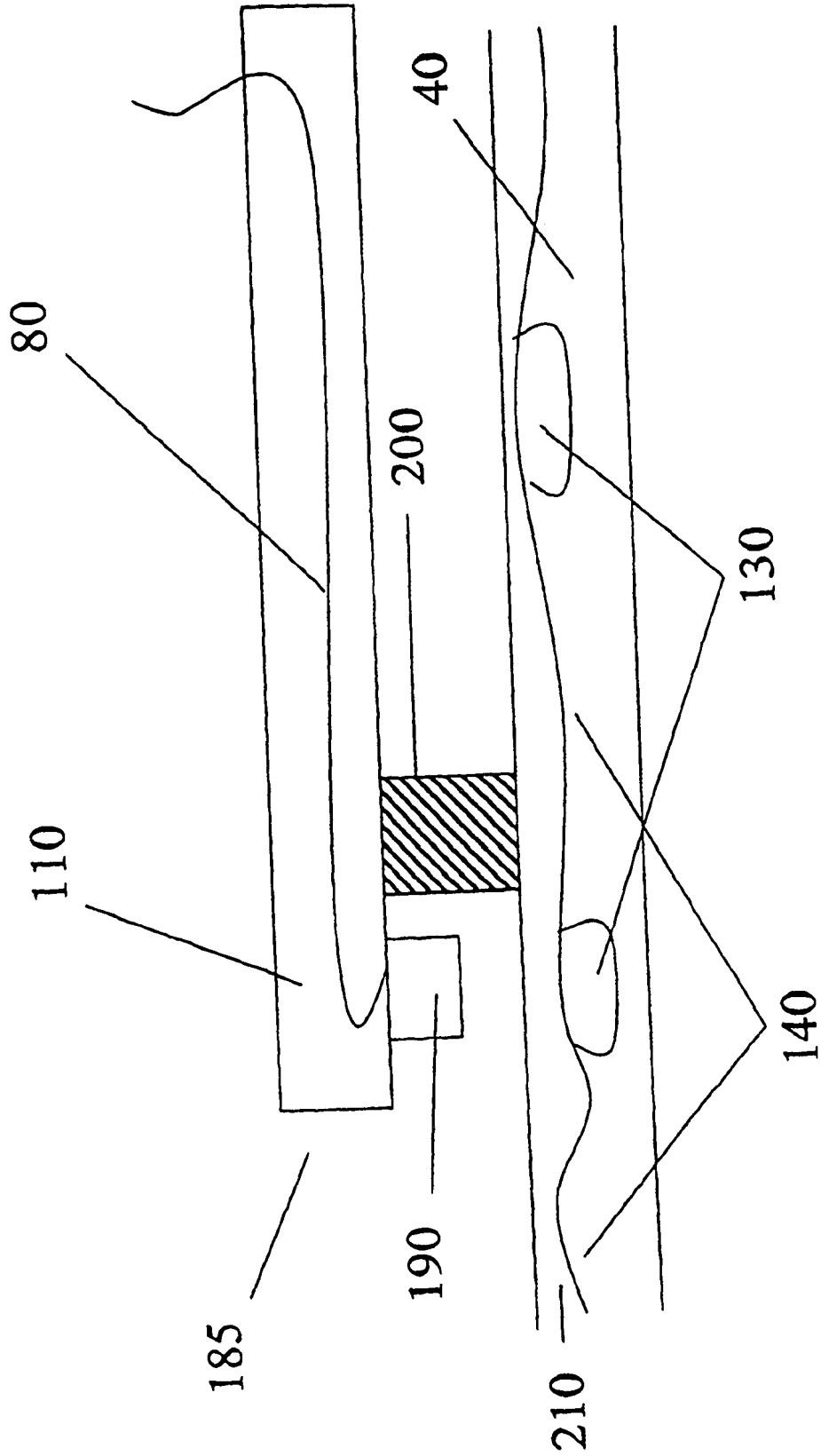


图 5

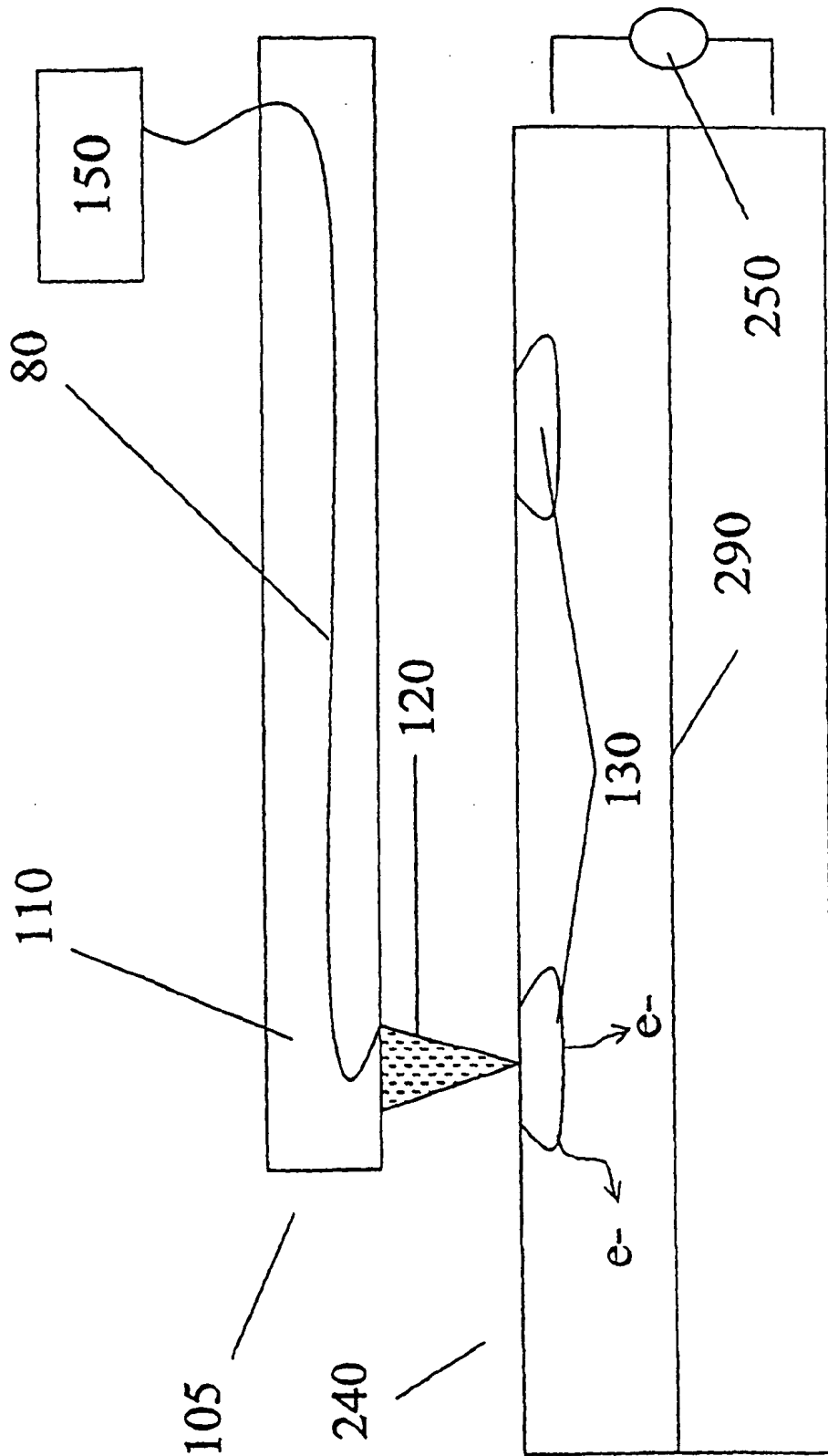


图 6a

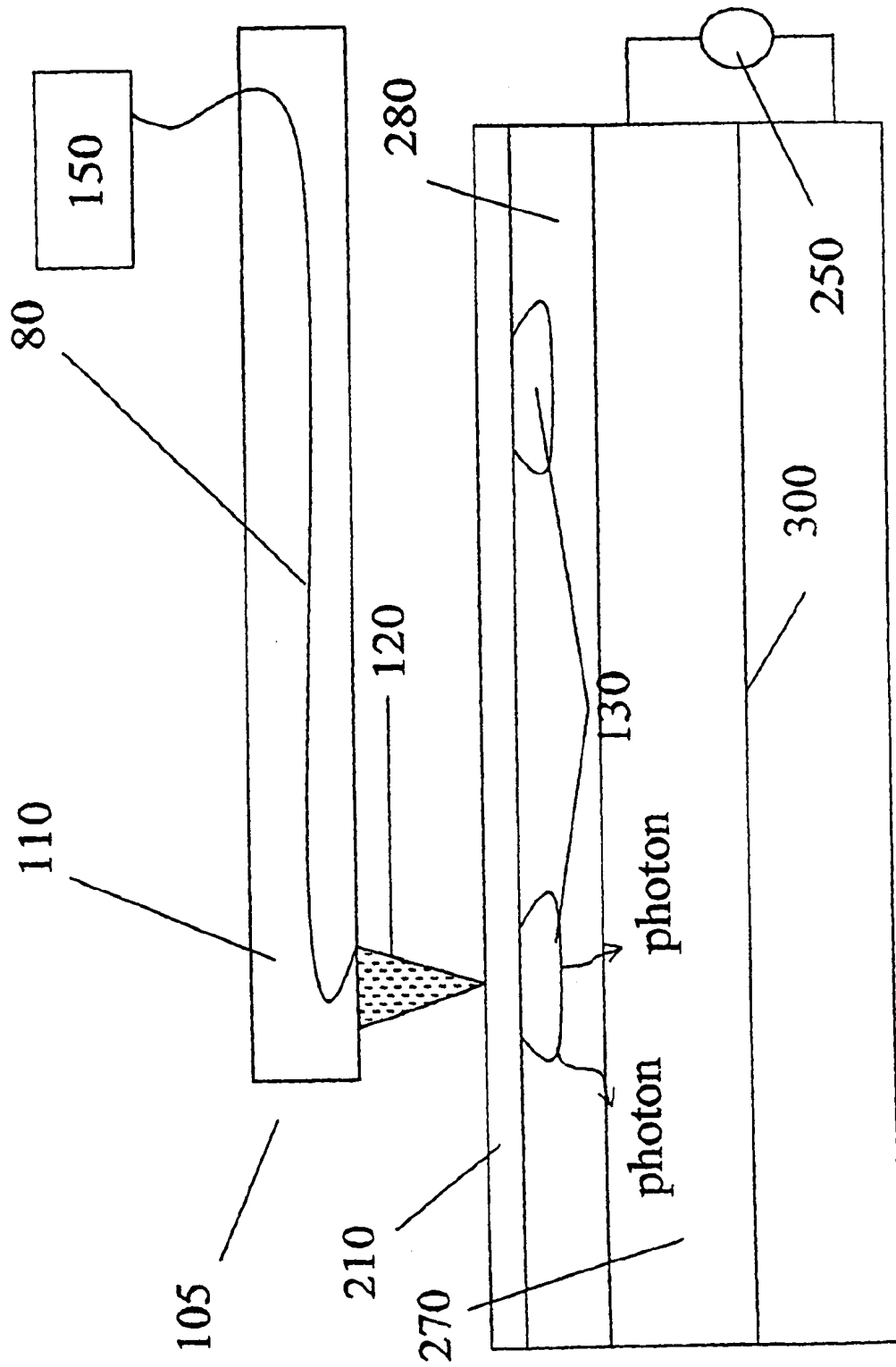


图 6b