

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610137162.5

[51] Int. Cl.

G11B 5/23 (2006.01)

G11B 5/265 (2006.01)

G11B 5/008 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100474397C

[22] 申请日 2006.10.24

[21] 申请号 200610137162.5

[30] 优先权

[32] 2005.10.25 [33] US [31] 11/259,618

[73] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约阿芒克

[72] 发明人 彼得·V·凯佩

[56] 参考文献

US2002/0186505 A1 2002.12.12

US5398145 A 1995.3.14

CN1091219A 1994.8.24

审查员 张明霞

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 张维

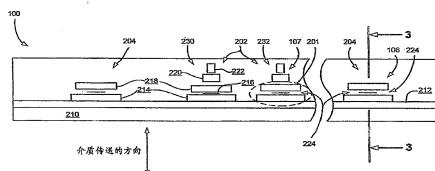
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 16 页

[54] 发明名称

磁头及其制造方法

[57] 摘要

一种磁头包括多个一般横向安置的读出器，各读出器具有传感器、在传感器之下的下护罩、在传感器之上的上护罩和在护罩之间所定义的间隙。读出器中的至少一个比读出器中的另一个具有更厚的间隙。还提出了用于制造这样磁头的方法。



1. 一种磁头，包括：

多个横向安置的读出器，各读出器具有传感器、在所述传感器之下的下护罩、在所述传感器之上的上护罩和在所述护罩之间所定义的间隙，

其中所述读出器中的至少一个比所述读出器中的另一个具有更厚的间隙。

2. 如权利要求 1 所述的磁头，其中所述读出器包括数据读出器和伺服读出器，其中所述伺服读出器比所述数据读出器具有更厚的间隙。

3. 如权利要求 2 所述的磁头，其中所述伺服读出器间隙的厚度是所述数据读出器间隙的厚度的至少约 1.1 倍。

4. 如权利要求 1 所述的磁头，其中所述读出器包括数据读出器，其中所述数据读出器中的至少一个比所述数据读出器的另一个具有更厚的间隙。

5. 如权利要求 1 所述的磁头，其中各读出器的所述间隙包括在所述下护罩与所述传感器之间形成的单式下间隙层，和在所述上护罩与所述传感器之间形成的单式上间隙层。

6. 如权利要求 1 所述的磁头，其中所述更厚的间隙包括在所述下护罩与所述传感器之间形成的多层下间隙层，和在所述上护罩与所述传感器之间形成的多层上间隙层中的至少一个。

7. 如权利要求 6 所述的磁头，其中所述多层下间隙层和所述多层上间隙层中的所述至少一个包括无磁性金属层。

8. 一种磁带驱动系统，包括：

如权利要求 1 所述的磁头；

用于在所述磁头上方传送磁记录带的驱动机构；和
与所述磁头通信的控制器。

9. 一种磁头，包括：

多个横向对准的读出器，所述读出器包括数据读出器和至少一个伺服读出器，各读出器具有下护罩、在所述下护罩之上的下间隙层、在所述下间隙层之上的传感器、在所述传感器之上的上间隙层和在所述上间隙层之上的上护罩，

其中在所述护罩之间定义各读出器的总间隙厚度，

其中所述读出器中的至少一个比所述读出器中的另一个具有更大的总间隙厚度。

10. 如权利要求 9 所述的磁头，其中所述至少一个伺服读出器的所述间隙比所述数据读出器间隙具有更大的厚度。

11. 如权利要求 10 所述的磁头，其中所述伺服读出器的总间隙厚度是所述数据读出器间隙的厚度的至少 1.5 倍。

12. 如权利要求 9 所述的磁头，其中所述数据读出器中的至少一个比所述数据读出器中的另一个具有更大的总间隙厚度。

13. 如权利要求 9 所述的磁头，其中对于具有所述更大的总间隙厚度的所述读出器中的所述至少一个，所述下间隙层是单式结构，且所述上间隙层是单式结构。

14. 如权利要求 9 所述的磁头，其中对于具有所述更大的总间隙厚度的所述读出器中的所述至少一个，所述下间隙层和所述上间隙层中的至少一个是多层结构。

15. 一种磁带驱动系统，包括：

如权利要求 9 所述的磁头；

用于在所述磁头上方传送磁记录带的驱动机构；和
与所述磁头通信的控制器。

16. 一种用于制造具有多个读出器的磁头的方法，包括：

形成多个横向安置的下护罩；

在各下护罩之上形成下间隙层；

在各下间隙层之上形成传感器；

在各传感器之上形成上间隙层；和

在各上间隙层之上形成上护罩；

其中在垂直对准的所述上和下护罩对之间定义总间隙厚度，
其中所述上和下护罩对中的一个之间的所述总间隙厚度比所述
上和下护罩对中的另一个之间的所述总间隙厚度厚。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其中形成所述上间隙层或下间隙层的所述步骤包括：形成第一层间隙材料，使用掩膜将所述下护罩中的至少一个之上的所述第一层间隙材料的部分掩蔽，在所述第一层的所述暴露部分之上和所述掩膜之上形成第二层间隙材料，以及去除所述掩膜和所述掩膜上覆盖的所述第二层间隙材料。

18. 如权利要求 16 所述的方法，其中形成所述上间隙层或下间隙层的所述步骤包括：淀积第一厚度的间隙材料层，将所述下护罩中的至少一个之上的所述间隙材料层的部分掩蔽，以及将所述间隙材料层的暴露部分去除到比所述第一厚度小的第二厚度。

19. 如权利要求 16 所述的方法，其中形成所述上间隙层或下间隙层的所述步骤包括：在所述下护罩中的至少一个之上形成掩膜，以定义掩蔽和未掩蔽区域，在所述未掩蔽区域之上和所述掩膜之上形成第一层间隙材料，去除所述掩膜和在其之上的任何间隙材料，在所述第一层间隙材料之上和所述先前掩蔽区域之上形成第二层间隙材料。

20. 如权利要求 16 所述的方法，其中形成所述上间隙层或下间隙层的所述步骤包括：在所述下护罩中的至少一个之上施加第一掩膜，在没有被所述第一掩膜所覆盖的暴露区域之上形成第一厚度的第一层间隙材料，去除所述第一掩膜和所述第一掩膜上覆的所述间隙材料，在所述第一层间隙材料的余下部分中的至少一些之上施加第二掩膜，在没有被所述第二掩膜所覆盖的暴露区域之上形成第二厚度的第二层间隙材料。

磁头及其制造方法

技术领域

本发明涉及磁头，并且更特别地，本发明涉及具有独立限定的读出器间隙厚度的磁头。

背景技术

商业、科学和娱乐应用依赖于计算机系统来处理和记录数据，经常要将大量的数据存储或转移到非易失存储介质，例如磁盘、磁带盒、光盘盒、软磁盘或可光读磁盘。典型地，磁带是存储或存档数据的最经济和最方便的装置。存储技术不断地得到推进，以增加存储容量和存储可靠性。例如，由于改进介质材料、改进纠错技术和减小面积位尺寸，已带来磁存储介质中的数据存储密度的改进。例如，半英寸磁带的数据容量现在以 512 或更多数据磁道上的数百个千兆字节来测量。

适合于例如线性磁带开放协议 (LTO) 的线性磁带格式的磁带驱动系统，典型地具有一个或两个磁头，各磁头具有一个用于对磁带写入和读出的转换器阵列。例如，现有技术的多通道磁带磁记录头现今在两个双向模块的各自中包含 16 个数据通道和 2 个伺服读出器通道。现行实践是使用与数据读出器通道中相同的护罩 (shield) 与护罩间隙尺寸来制造伺服读出器通道，因为这样使制造成本最小化。

磁介质数据存储容量的改进大部分是由于用于在磁存储介质上读和写数据的磁头的读和写转换器的改进。转换器技术的主要改进由 IBM 公司最初研制的磁阻 (MR) 传感器而实现。MR 传感器将 MR 条中的磁场变化转换为电阻变化，对电阻变化进行处理以提供数字信号。因为 MR 传感器对于给定位面积提供比从常规电感读磁头可得到的那些信号电平更高的信号电平，所以能增加数据存储密度。

而且，MR 传感器输出信号仅依赖于存储介质中的瞬时磁场强度，而与相对传感器/介质速度所引起的磁场时间变化率无关。

磁带上存储的数据量可以通过增加跨过磁带的数据磁道数而增加，这样也减小相邻磁道之间的距离，并且迫使读/写磁头的关键尺寸物理上较小。通过减小读和写元件的特征尺寸，例如通过使用薄膜制造技术和 MR 传感器，使得更多磁道成为可能。

类似地，随着技术进步，数据读出器间隙继续向较薄尺寸优化，以提供沿磁带的磁跃迁的线性密度的检测。同时，磁带上的伺服磁道的线性密度典型地在产品族的各代产品上不变，并且经常比数据通道线性密度要小 10 倍以上。而且，趋势向磁带上的更薄磁涂层发展，再次使数据通道特性优化，但是要兼顾伺服通道信号幅度，特别是关于低密度信号和向减小读出器间隙发展的趋势。如数据读出器那样在伺服读出器通道转换器中使用相同薄间隙，结果带来伺服通道的次优化性能（由于间隙的不必要的薄而引起的非希望低信号幅度的形式）以及增加对伺服通道的可靠性担心两者，例如，由于间隙的不必要薄而带来 MR 传感器与金属磁护罩之间的增加的短路风险（例如，如果发生刮擦）。

上述问题的一个所提出的解决方案是分开地而不是同时地构造多个读通道。然而，制造这样的磁头比同时创建全部读出器通道那种情况中的磁头更昂贵。

另一个所提出的解决方案包括使用更精制装置来写入伺服写磁带，以增加伺服幅度，例如双极伺服图形和/或 DC 擦除磁道。然而，这些新伺服图形的实现需要用于磁带加工的新伺服写硬件，以及在磁带驱动中的修改的信号检测算法。

因此在本领域内明显感到需要一种磁头组件，其具有可定义的、被选择为优化性能和/或可靠性的读出器间隙。这些在本领域内明显感到的未解决的问题和缺陷，并且通过本发明按下述方式得到解决。

发明内容

一种磁头包括多个一般横向安置的读出器，各读出器具有传感器、在传感器之下的下护罩、在传感器之上的上护罩和在护罩之间限定的间隙。读出器中的至少一个比读出器中的另一个具有更厚间隙。

一种磁带驱动系统包括例如上述磁头的磁头、用于在磁头之上传送磁记录带的驱动机构和与磁头通信的控制器。该系统可以进一步包括外部磁带导向器，以相对第二（悬臂梁）磁带支承表面设置磁带的缠绕角。

还提出用于制造这样磁头的方法。一种按照一个实施例的用于制造具有多个读出器的磁头的方法包括：形成多个一般横向安置的下护罩，在各下护罩之上形成下间隙层，在各下间隙层之上形成传感器，在各传感器之上形成上间隙层，和在各上间隙层之上形成上护罩，其中一个读出器的总间隙厚度比另一个读出器的总间隙厚度大。

由以下连同附图所作的通过例子说明本发明的原理的详细描述，本发明的其他方面和优点将变得显而易见。

附图说明

为了更全面地理解本发明的特性和优点，以及优选使用模式，应该参考以下结合附图阅读的详细描述。

图 1 是按照一个实施例的平面重叠磁带头的侧视图。

图 2 是沿图 1 的线 2 所取的部分磁带支承表面视图。

图 3 是沿图 2 的线 3 所取的部分横截面视图。

图 4 说明与磁带存储介质有关的交错式磁阻 (MR) 磁头组件的部分磁带支承表面视图。

图 5 是磁带驱动系统的示意图。

图 6A 至图 6H 说明按照一个实施例的用于制造具有所定义的间隙厚度的读出器阵列的方法的处理步骤。

图 7A 至图 7K 说明按照另一个实施例的用于制造具有所定义的间隙厚度的读出器阵列的方法的处理步骤。

图 8A 至图 8G 说明按照又一个实施例的用于制造具有所定义的间隙厚度的读出器阵列的方法的处理步骤。

图 9A 至图 9F 说明按照又一个实施例的用于制造具有所定义的间隙厚度的读出器阵列的方法的处理步骤。

具体实施方式

以下描述是目前预期为实现本发明的最佳方式。本描述是为了说明本发明的一般原理而进行，并且不打算限制这里所要求保护的发明概念。此外，这里所述的具体特征能在各种可能组合和改变的各自中与其他所述特征结合使用。

本发明提供一种机构，以独特地关于性能、可靠性和/或热特性而使磁记录头上的多个不同种类的读通道最优化，而仍然同时地构造（制造）多个读出器。例如，本发明的一些实施例针对先进多通道窄间隙记录头中包含的一些通道中的短路，提供增加的信号幅度和增加的保护，其中这些通道的间隙不要求那个磁头中的通道群体的最窄间隙。

本发明的磁头具有与防护磁阻转换器（例如，GMR 器件、各向异性磁阻（AMR）器件、隧道磁阻（TMR）器件等）同时淀积的多个读出器通道。对各转换器（通道）的各护罩（上和下）所淀积的无磁性间隙可以为不同厚度，以便使通道的特性最优化。

改变间隙尺寸对于性能特性，例如对于读出特定线性密度非常重要。对于读出具有高线性数据密度的磁带，希望较小间隙，因为读出器的分辨率较精细。然而，与一个具有较小间隙的读出器比较，当读出较低线性密度时，一个具有较大间隙的读出器提供较强信号（较高幅度）和较高信噪（S/N）比。在实验期间，本发明人惊奇地观察到当从磁带读出低线性密度图形时的 S/N 比高于幅度增加所预期的 S/N 比。在不希望受任何理论约束的同时，本发明人认为较高 S/N 比是由于增加的信号幅度（分子，S）和减小的噪声（分母，N）两者而引起，后者很可能是由于具有较大间隙的磁转变噪声的平均

而引起。

对于例如读出磁带上的伺服磁道这样的情况，也希望较高幅度。例如，磁带上使用的伺服图形可以从格式族到格式族相同，例如，LTO1 至 LTO2 可以使用相同伺服图形，尽管可能使数据磁道的线性数据密度增加。在一个特别有利实施例中，伺服读出器的间隙比数据读出器的间隙更厚，在伺服读出器中提供增加的信号幅度和增加的可靠性（例如，防止短路），同时具有由数据读出器的窄间隙所提供的高数据分辨率。

另一个好处是增加可靠性，因为在不需要较薄间隙的情况下能创建一个较厚间隙，从而减小由于处理变化和不规则性、使用期间的碎片的淀积等而引起的短路的可能性。这样又使整个磁头更可靠。

另外，较小间隙趋于比较厚间隙更快速地散热。因而本发明通过允许选择间隙厚度，而允许使特定读出器的热传递特性最优化。

图 1 说明按照本发明的一个实施例的平叠双向两模块磁带头 100。如所示，该磁头包括一对基座 102，每个基座各备有一个模块 104。基座典型地为耦合在一起例如粘附性地耦合在一起的“U 梁”。各模块 104 包括衬底 104A 和密封物（closure）104B，使读出器 106 和写入器 107 位于它们之间。磁头 100 在两个双向模块 104 的每一个中可以包括 8 个、16 个或更多数据通道，和一个、两个或多个伺服读出器通道。

在使用时，磁带 108 沿各模块 104 的磁带支承表面 109 在模块 104 上方移动，以使用读出器 106 和写入器 107 在磁带 108 上读出和写入数据。磁带 108 典型地包括若干数据带，跨过磁带的宽度而横向安置，各数据带具有一个或多个伺服磁道和多个数据磁道。

图 2 是图 1 的磁头 100 的详细视图，它具有若干数据读出器和写入器对 202（R/W 对），以“背负式”构型而匹配，并且沿磁带传送方向垂直的方向而一般横向对准。应该注意虽然图 2 示出两个 R/W 对，但是磁头 100 可以包括多于或少于两个 R/W 对。伺服读出器 204 安置在 R/W 对 202 的阵列的外侧。伺服读出器 204 跟随正在对其读出

或写入的磁带上的伺服磁道，它们的信号用于保持磁头与特定数据带对准。

继续参考图 2，当制造磁头 100 时，对于 R/W 对 202 一般按以下次序在衬底 210 上形成各层：电绝缘层 212、在绝缘层 212 之上形成的下护罩 214、也称为读出元件的传感器 216、和上护罩 218 以及第一和第二写入器极尖 220、222。还要注意上护罩 218 和第一写入器极尖 220 可以合并到单一结构中。传感器 216 塞进上护罩 218 和下护罩 214 之间形成和所定义的间隙 224 中。在护罩 214、218 之间定义总间隙厚度。

如上所述，希望使伺服读出器 204 比数据读出器 201 具有更厚的间隙，以增加伺服通道中的 S/N 比，同时在数据通道中达到高线性数据分辨率。因此，例如在图 2 所示的磁头 100 中，伺服读出器 204 的总间隙 224 比数据读出器 201 的总间隙 224 厚。

在其中伺服读出器间隙比数据读出器间隙厚的实施例中，各类读出器的特定总间隙厚度取决于期望性能、期望可靠性和散热益处。作为按照本发明的某些实施例的一般参数，伺服读出器间隙的厚度可以是数据读出器间隙的厚度的约 1.1 倍，并且优选地是数据读出器间隙的厚度的 1.5 倍（3:2 间隙厚度比）或更大。例如，在一些现有数据格式中，伺服与数据线性密度比大于约 10:1。一个按照说明性实施例的用于读磁带的磁头可以具有约 0.15 至约 0.30 微米的数据读出器间隙，而伺服读出器间隙在约 0.30 至约 0.50 微米范围内。本发明人已发现即使伺服与数据线性密度比大于约 10:1，而间隙厚度比小于 2:1，就幅度和 S/N 比而言，较厚伺服读出器间隙也提供了巨大的性能益处。实践本发明的技术人员应该理解这些参数仅作为例子提供，并且能使用其他比率和厚度。例如，如果数据读出器间隙在将来系统中减小，则伺服读出器间隙也可以减小，但是间隙厚度比可以实际增加到例如 2:1 或更高。

数据读出器 201 也可以具有独立变化的间隙宽度。继续参考图 2，R/W 对 232 的数据读出器 201 具有比 R/W 对 230 的数据读出器 201

更厚的间隙。因此，能独立地定义读出器中任何一个的间隙厚度。以下给出用于定义读出器间隙厚度的方法。

参考图 3，间隙 224 本身包括安置在传感器 216 与下护罩 214 之间的下间隙层 302，和安置在传感器 216 与上护罩 218 之间的上间隙层 304。下间隙层 302 可以是多层结构，例如具有两个间隙层 302A、302B。同样地，上间隙层 304 可以是多层结构，例如具有两个间隙层 304A、304B。间隙层 302、304 中的任何一个或两个是否为多层结构取决于制造间隙层的方法（如即将明白的那样）。

间隙材料是非磁性材料，并且典型地为电绝缘。可以贯穿总间隙使用相同间隙材料，以便间隙层的热膨胀系数相同。然而，可以对各种间隙层和子层使用不同材料。例如，在较厚间隙中，邻近一个或两个护罩可以使用一种无磁性金属层（例如 Ta、Cu、Au），但是与其电隔离。假定金属间隙层比邻近电介质间隙层具有更高热传导性，则金属间隙层改进从传感器的热传递。

图 4 说明按照本发明的另一个实施例的 MR 交错式磁头组件 400。读出器 414 标记为“R”，以及写入器 412 标记为“W”。读出器 414 一般具有与图 2 和图 3 所示那些相同的基本结构，即上护罩和下护罩、在其之间的间隙以及间隙中的传感器。

继续参考图 4，读出器 414 和写入器 412 按交替形式布置，以形成一个由 R/W 磁道对 412-414 所示例的 38 个（例如）读/写磁道对的单集。如这里所使用，术语“交替”旨在包括不同格式。例如，一种格式提供在正向磁带移动期间由奇数磁头 H1, H3, H5...H35 操作，而在反向磁带移动期间由偶数磁头 H2, H4, H6...H36 操作。

一般地，磁带介质 416 按箭头 418 和 420 所指示的正向或反向中的一个方向移动。如图 4 中所示的磁头组件 400，似乎磁带介质 416 是透明的，然而这种磁带介质通常是不透明的。箭头 418 标明磁带介质 416 的正向移动，而箭头 420 标明反向。磁带介质 416 和交错式 MR 磁头组件 400 按本领域公知的方式以转换关系操作。本发明实践中可用的其他格式被认为在本发明的教导之内。

如参考图 4 中的数据磁道 T1, T9, T17, ...T281 可以理解, 磁头组件 400 中的各磁头元件旨在磁带介质 416 中的多个数据磁道上方操作, 图 4 表示一个示例性 281 磁道方案, 其磁带介质 416 上的数据磁道密度为 MR 磁头组件 400 中的 R/W 磁道对 H1, H2, ...H36 的记录元件密度的八倍。磁道 T9, T25, ...T281 可以在磁带介质 416 沿方向 418 在偶数 R/W 磁道对 H2, H4, ...H36 上方一次通过时被写入, 并且然后沿箭头 421 方向通过将 MR 磁头组件 400 的横向位置移动与一个磁道间距相等的距离, 使磁道 T1, T17, ...T273 在磁带介质 416 沿奇数 R/W 磁道对 H1, H3, ...H35 上方返回通过时写入, 在本例中一个磁道间距约为 R/W 磁道对间隔 (H1-H2) 的 12%。交错式 MR 磁头组件 400 包括一般同样构造的两个薄膜模块 422 和 424, 它们例如通过一个粘附层 425 耦合在一起。

图 5 说明一个可以在本发明的上下文中使用的简化磁带驱动器。虽然图 5 示出磁带驱动器的一个特定实现, 但是应该注意前图的实施例可以在任何类型的磁带驱动系统的环境中实现。

如所示, 提供磁带供给盒 520 和拉紧卷轴 521 来支撑磁带 522。这些可以形成可移动盒式磁带的部分, 并且不一定是该系统的部分。导向器 525 引导磁带 522 跨过这里所公开类型的优选的双向磁带头 526。这样的磁带头 526 又经由 MR 连接器电缆 530 而耦合到控制器组件 528。控制器 528 又控制磁头功能, 例如伺服随动、写突发、读功能等。致动器 532 控制磁头 526 相对磁带 522 的位置。

如图 5 说明的这样的磁带驱动器包括驱动电动机, 以驱动磁带供给盒 520 和拉紧卷轴 521, 使磁带 522 在磁头 526 上方线性地移动。该磁带驱动器还包括读/写通道, 以向磁头 526 传送将要记录在磁带 522 上的数据, 和接收由磁头 526 从磁带 522 读出的数据。如本领域技术人员将会理解的那样, 还提供一个接口用于磁带驱动器与主机 (整体或外部) 之间的通信, 以发送和接收数据, 并且用于控制磁带驱动器的操作并向主机传送磁带驱动器的状态。

以下描述公开用于创建以上提出的磁头的若干方法。如上所述,

希望能够同时构造全部读出器。以下方法允许在相同处理序列中形成具有选择性定义的间隙厚度的读出器。这些方法假定伺服读出器将比数据读出器具有更厚的间隙。本领域技术人员应该理解，通过对所选数据读出器执行参考伺服读出器所述的步骤，相同的一般方法将适用于创建变化间隙厚度的数据读出器。

图 6A 至图 6H 说明在一种按照本发明的一个实施例的用于形成读出器阵列的方法期间所执行的处理步骤。按照本方法，以达到各读出器（通道）的各（上和下）间隙的希望厚度的方式，在各传感器的各侧上淀积多层薄膜间隙。

参考图 6A，通过常规处理，例如光刻淀积或研磨（milling），在衬底 210 和任选的绝缘层 212 上形成用于数据和伺服读出器的下护罩 214。在下护罩上方淀积第一下间隙层 602。第一下间隙层 602 的厚度约为数据读出器中的下护罩与传感器之间的希望间隔。参考图 6B，在数据读出器的位置 606 处但不在伺服读出器的位置 608 处形成掩膜 604。掩膜 604 例如可以通过使用光致抗蚀剂的标准光刻掩膜技术而形成。如图 6C 所示，在第一下间隙层 602 的暴露部分（在伺服读出器位置）和掩膜 604 之上形成第二下间隙层 610，直到在伺服读出器的位置 608 处达到希望的下间隙厚度。参考图 6D，使用标准剥离处理，例如有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，将掩膜 604 连同在其之上形成的间隙材料一起去除，从而释放在掩膜上方的淀积材料。经由任何希望的常规处理，在下间隙之上形成 MR 转换器（传感器）216 和引线 622。如本领域公知的那样，典型地通过使用光刻、电镀和淀积的组合而淀积各种成分的薄膜层，形成 MR 转换器和引线。这样形成和构图的第二下间隙层 610 留在伺服读出器 608 的位置处。伺服读出器的希望下间隙包括这些第一和第二下间隙层 602、610 的厚度之和，而数据读出器的希望下间隙仅包括第一下间隙层 602。

参考图 6E，在全部 MR 转换器 216 的顶部上淀积第一上间隙层 624。参考图 6F，在数据读出器的位置处但不在伺服读出器的位置处

形成掩膜 626。例如，在整个结构上方可以淀积原掩蔽材料。将数据读出器位置上方的区域暴露于辐射，以使掩蔽材料固化。当去除未固化掩蔽材料时，在数据读出器的位置上方留下掩膜的固化部分。如图 6G 所示，在第一上间隙层 624 的暴露部分(伺服读出器的位置)和掩膜 626 之上形成第二上间隙层 628，直到在伺服读出器的位置 608 处达到希望的上间隙厚度。参考图 6H，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，将掩膜 626 连同在其之上形成的间隙材料一起去除，从而释放在掩膜上方的淀积材料。伺服读出器的希望上间隙包括第一和第二上间隙层 624、628 的厚度之和，而数据读出器的希望上间隙仅包括第一上间隙层 624。经由常规处理在间隙之上形成上护罩 218。

虽然本例仅指示两种通道和两对独特设计的间隙，其中各对的各部件均包括两个间隙淀积，但是本发明旨在包括多种多样的通道种类和最优化间隙厚度。

实际中，第一下间隙和第二上间隙的形成事实上可以符合并补充使用“预先装填”和“间隙装填”间隙淀积处理，其中第一下间隙和第二上间隙（例如）在护罩转换器的区域中的 MR 引线与护罩之间提供附加保护，其中这些间隙在磁检测处理中不起作用（“磁性不感兴趣区域”）。在本实施例中，如这里所述形成的间隙对磁转换器（特别地，在本例中为伺服通道读出器）的性能起直接磁作用。因而，可以在不对磁头晶片构造处理增加复杂性的情况下完全达到和实现本发明（仅有设计变化，而无处理变化）。

图 7A 至图 7K 说明一种按照一个实施例的用于形成读出器阵列的方法的处理步骤。按照本方法，以达到各读出器（通道）的各（上和下）间隙的希望厚度的方式，在各传感器的各侧上淀积多层薄膜间隙。

为了容易理解，本示例性处理假定两组数据读出器（A 组和 B 组）的间隙尺寸不同，例如 A 组中的数据读出器的总间隙厚度比 B 组中的数据读出器的总间隙厚度大，其中一个组可以包括一个或多

个数据读出器。本例还假定在 A 组和 B 组两者中伺服读出器的间隙比数据读出器的间隙厚。

参考图 7A，通过常规处理，例如光刻淀积或研磨，在衬底 210 和任选的绝缘层 212 上形成用于数据和伺服读出器的下护罩 214。在数据读出器位置处（A 组和 B 组）但不在伺服读出器位置 706 处形成掩膜 702。例如，可以在整个结构上方淀积未暴露掩蔽材料，并且使 B 组中的位置上方的区域暴露，以使掩蔽材料固化。当去除未固化材料时，在希望位置处留下掩膜的固化部分。掩膜 702 可以通过例如标准光刻掩蔽技术形成。参考图 7B，在暴露的下护罩 214 和掩膜 702 上方淀积第一下间隙层 708。如图 7C 所示，使用标准剥离处理，例如有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，去除掩膜 702 和其上方的任何材料，从而释放掩膜上方的淀积材料。如图 7D 所示，例如使用标准光刻掩蔽技术以选择性地定义希望位置上方的掩膜，在 B 组的数据读出器位置上但不在伺服读出器位置也不在 A 组的数据读出器位置形成第二掩膜 710。例如，可以在整个结构上方淀积未暴露掩蔽材料，并且将 B 组中的位置上方的区域暴露，以使掩蔽材料固化。当去除未固化材料时，在希望位置处留下掩膜的固化部分。参考图 7E，在第一下间隙层 708（在伺服读出器的位置 706）、B 组上方的第二掩膜 710 和 A 组中的数据读出器的当前暴露护罩 214 的上方，形成第二下间隙层 712。

参考图 7F，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或抗蚀剂层，去除第二掩膜 710 和其上方的任何材料，从而释放掩膜上方的淀积材料。如图 7F 可见，B 组的数据读出器迄今为止在它们上方无任何间隙材料淀积。如图 7G 所示，在全部读出器位置之上形成第三下间隙层 714，直到在数据读出器的位置处达到希望的下间隙厚度。换句话说，第二下间隙层 712 的厚度约为 B 组的数据读出器中的下护罩与传感器之间的希望间隔。经由常规处理在下间隙之上形成 MR 转换器（传感器）216 和引线（未示出）。如本领域公知的那样，典型地通过使用光刻、电镀和淀积的组合而淀

积各种成分的薄膜层，来形成 MR 转换器和引线。第二下间隙层的厚度约为数据读出器中的下护罩 214 与传感器 216 之间的希望间隔。伺服读出器的希望下间隙包括第一、第二和第三下间隙层 708、712、714 的厚度之和，A 组中的数据读出器的希望下间隙包括第二和第三下间隙层 712、714，而 B 组中的数据读出器的希望下间隙仅包括第三下间隙层 714。

参考图 7H，在两组的数据读出器位置处但不在伺服读出器位置处形成第一上掩膜 720。例如，可以在整个结构上方淀积原掩蔽材料。将希望位置上方的区域暴露，以使掩蔽材料固化。当去除未固化掩蔽材料时，在希望位置上方留下掩膜的固化部分。然后在暴露传感器 216 和掩膜 720 上方淀积第一上间隙层 722。参考图 7I，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，去除掩膜 720 和在其之上的任何材料，从而释放掩膜上方的淀积材料。在 B 组中的数据读出器位置上方但不在伺服读出器位置处也不在 A 组的数据读出器位置处，形成第二上掩膜 724。例如，可以在整个结构上方淀积原掩蔽材料。将希望位置上方的区域暴露，以使掩蔽材料固化。当去除未固化掩蔽材料时，在希望位置上方留下掩膜的固化部分。如图 7J 所示，在第一上间隙层 722 之上（在伺服读出器的位置处）、在 B 组中的层 724 上方和 A 组中的数据读出器的暴露传感器 216 上方，形成第二上间隙层 726。

如图 7K 所示，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，去除第二上掩膜 724 和在其上方的任何材料，从而释放掩膜上方的淀积材料。在全部读出器位置之上形成第三上间隙层 730，直到在数据读出器的位置处达到希望的上间隙厚度。经由常规处理例如光刻淀积或研磨，在间隙之上形成上护罩 218。

实践本发明的技术人员将会理解，能使各种步骤重复附加次，以定义数据读出器的附加组的间隙厚度。

图 8A 至图 8G 说明一种按照一个实施例的用于形成读出器阵列

的方法的处理步骤。按照本方法，在各传感器的各侧上沉积单层薄膜间隙，并且例如通过研磨去除其部分。

参考图 8A，在衬底 210 和任选的绝缘层 212 上形成用于数据和伺服读出器的下护罩 214。如本领域公知的那样，典型地使用用于定义护罩的光刻和用于添加材料的电镀或沉积的组合，来形成护罩。在下护罩 214 上方沉积下间隙层 802。下间隙层 802 的厚度约为伺服读出器中的下护罩与传感器之间的希望间隔。参考图 8B，在伺服读出器的位置 804 之上但不在数据读出器的位置 806 处，形成掩膜 808。例如，可以在整个结构上方沉积原掩蔽材料。将希望位置上方的区域暴露，以使掩蔽材料固化。当去除未固化掩蔽材料时，在希望位置上方留下掩膜的固化部分。参考图 8C，例如通过离子研磨或抛光，去除下间隙层 802 的暴露部分，直到在数据读出器的暴露位置 806 处达到希望的下间隙厚度。参考图 8D，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，去除掩膜 808，从而释放掩膜上方的沉积材料。经由常规处理在下间隙之上形成 MR 转换器（传感器）216 和引线（未示出）。如本领域公知的那样，典型地通过使用光刻、电镀和沉积的组合而沉积各种成分的薄膜层，来形成 MR 转换器和引线。参考图 8E，在全部 MR 转换器 216 的顶部上沉积上间隙层 810，直到在伺服读出器的位置处达到希望的上间隙厚度。在伺服读出器的位置 804 上但不在数据读出器的位置 806 处，形成掩膜 812。例如，可以在整个结构上方沉积原掩蔽材料。将希望位置上方的区域暴露，以使掩蔽材料固化。当去除未固化掩蔽材料时，在希望位置上方留下掩膜的固化部分。参考图 8F，例如通过离子研磨或抛光，去除没有被上掩膜所覆盖的部分，直到在数据读出器的暴露位置处达到希望的上间隙厚度。参考图 8G，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，去除位置 804 上方的掩膜 812，从而释放掩膜上方的沉积材料。经由常规处理在间隙之上形成上护罩 218。如本领域公知的那样，典型地使用用于限定护罩的光刻和用于添加材料的电镀或沉积的组

合，来形成护罩。

还可以使用图 8 的方法的一个变体，通过添加处理步骤以使数据读出器的一些而不使其他被掩蔽，来定义个别数据读出器的间隙厚度。例如通过研磨，从未掩蔽区域去除间隙材料。然后去除掩膜。然后仅在伺服读出器的位置之上并且可以在数据读出器的一个或多个之上，施加第二掩膜。从暴露区域去除间隙材料。可以执行掩蔽和去除材料的附加循环，直到数据读出器的组（它们可以包括个别数据读出器）具有希望厚度的间隙。

图 9A 至图 9F 说明一种按照另一个实施例的用于形成读出器阵列的方法的处理步骤。按照本方法，以达到各读出器（通道）的各（上和下）间隙的希望厚度的方式，在各传感器的各侧上沉积单层薄膜间隙。

参考图 9A，在衬底 210 和任选的绝缘层 212 上形成用于数据和伺服读出器的下护罩 214。如本领域公知的那样，典型地使用用于限定护罩的光刻和用于添加材料的电镀或沉积的组合，来形成护罩。在数据读出器的位置 904 上但不在伺服读出器的位置 906 处，形成第一掩膜 902。例如，通过使用光致抗蚀剂的标准光刻掩蔽技术，可以形成第一掩膜 902。例如，可以在整个结构上方沉积原掩蔽材料。将希望位置上方的区域暴露，以使掩蔽材料固化。当去除未固化掩蔽材料时，在希望位置上方留下掩膜的固化部分。在没有被第一掩膜 902 所覆盖的暴露区域之上，沉积第一厚度的间隙材料层 908。这样限定下伺服间隙层。参考图 9B，例如使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，将第一掩膜连同在其之上形成的任何间隙材料一起去除，从而释放掩膜上方的沉积材料。在伺服读出器的位置 906 上，即当前在其上定义的下间隙层之上，形成第二掩膜 912。现在将数据读出器的位置 904 暴露。在没有被第二掩膜 912 所覆盖的暴露区域之上，形成第二厚度的第二间隙材料层 914。这样定义数据读出器的下间隙层。参考图 9C，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或

顶部抗蚀剂层，将第二掩膜连同在其之上形成的间隙材料一起去除，从而释放掩膜上方的淀积材料。经由常规处理在下间隙之上形成MR转换器（传感器）216和引线（未示出）。如本领域公知的那样，典型地通过使用光刻、电镀和淀积的组合而淀积各种成分的薄膜层，来形成MR转换器和引线。

参考图9D，在数据读出器的位置904上但不在伺服读出器的位置906处，形成第三掩膜920。在没有被第三掩膜920所覆盖的暴露区域之上，淀积第三厚度的间隙材料层922。这样定义上伺服间隙层。参考图9E，例如使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，将第三掩膜连同在其之上形成的任何间隙材料一起去除，从而释放掩膜上方的淀积材料。在伺服读出器的位置906上，即当前在其上定义的上间隙层之上，形成第四掩膜924。现在将数据读出器的位置904暴露。在没有被第四掩膜924所覆盖的暴露区域之上，形成第四厚度的第四间隙材料层926。这样定义数据读出器的上间隙层。参考图9F，使用标准剥离处理，例如使用有机溶剂或碱溶液以溶解释放层和/或顶部抗蚀剂层，将第四掩膜连同在其之上形成的间隙材料一起去除，从而释放掩膜上方的淀积材料。经由常规处理在间隙之上形成上护罩218。如本领域公知的那样，典型地使用用于限定护罩的光刻和用于添加材料的电镀或淀积的组合，来形成护罩。

再次，必须强调本发明旨在包括多种多样的通道种类和最优化间隙厚度，包括变化一些数据读出器上的间隙尺寸，以使那些数据读出器的性能最优化。在这种情况下，能对处理进行修改，以有目的地对某些读出器并且不对其他读出器进行构图、淀积、去除间隙材料等，以提供变化厚度的间隙。

还应该理解在各种实施例和变更中，对于特定读出器，下间隙层可以是多层结构，而上间隙层是单层结构。相反情况也可以，其中下间隙层为单层结构，而上间隙层为多层结构。

而且，在背负式构型中，为了保证数据写入器全部以跨过磁带宽

度按行写入，下极尖应该横向对准。尽管下面读出器中的有些可以具有较厚间隙，并且因而具有相对其他读出器的较高上护罩，但是经由 CMP 等，可以使上护罩之上的材料平坦化。因而，上护罩与紧在其上方的下极尖之间的间隔也可以变化，但是下极尖将横向对准。

因而已经描述了各种方法，用于修改现有处理来独立地定义间隙厚度，以及使用附加处理步骤来基于每个读出器独立地定义间隙厚度。

虽然以上描述了各种实施例，但是应该理解它们仅作为例子提出，而不是限制。因而，优选实施例的宽度和范围不应该由上述示例性实施例中的任何一个所限制，而应该仅按照以下权利要求书及它们的等同方案所定义。

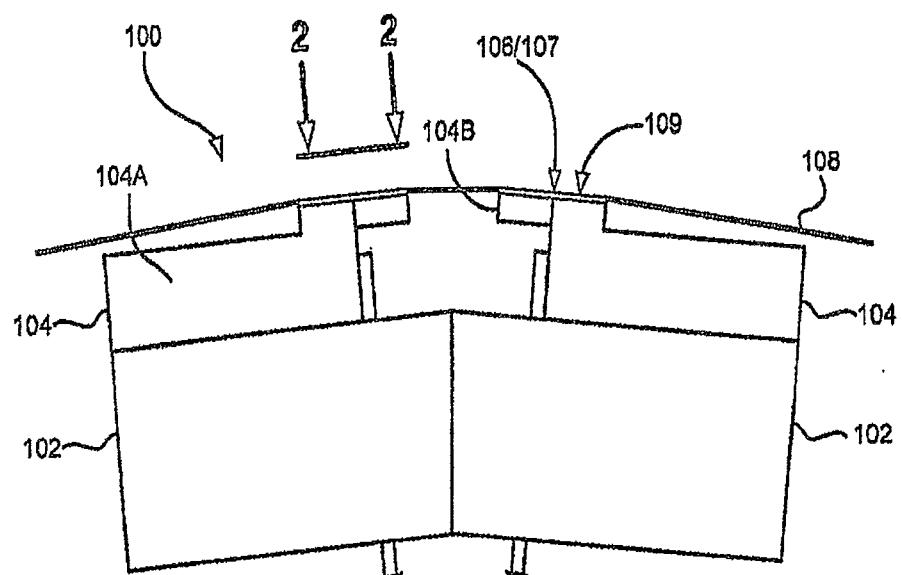


图 1

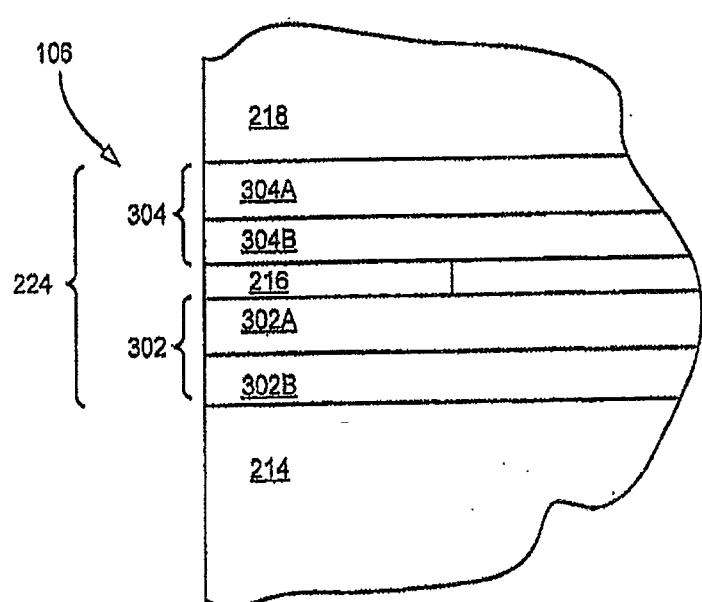


图 3

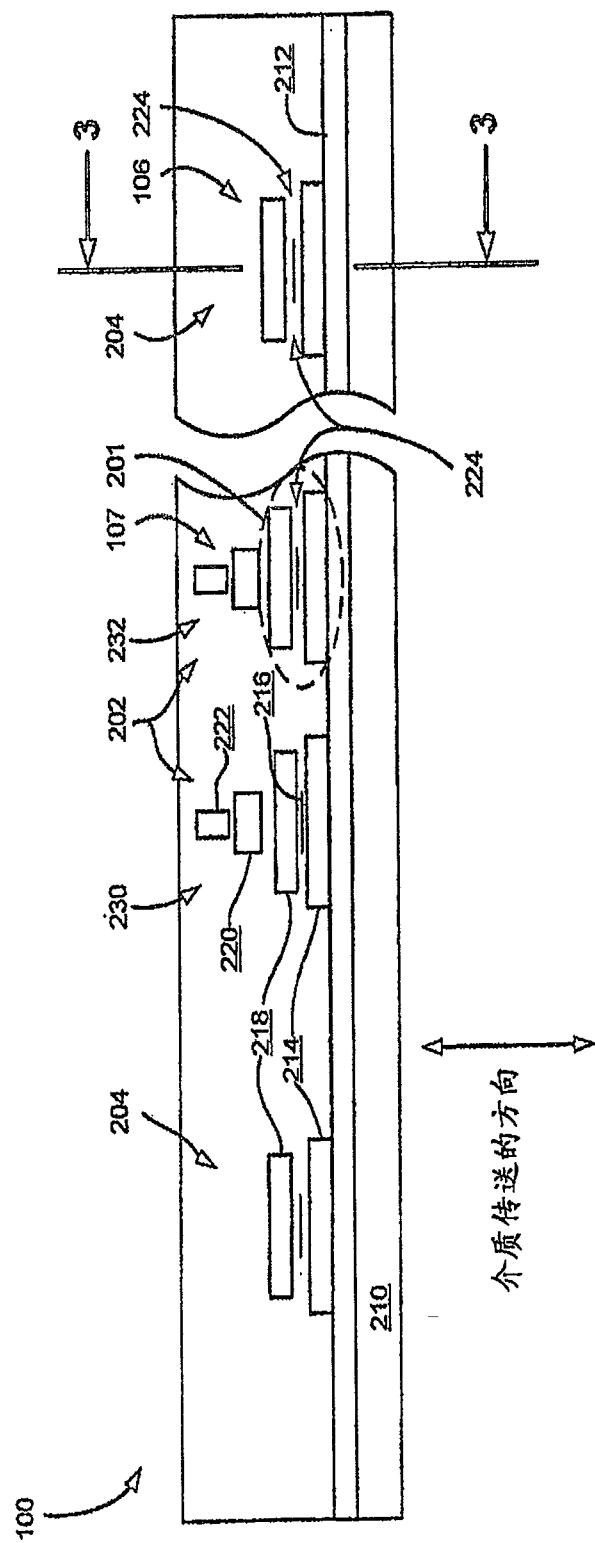


图 2

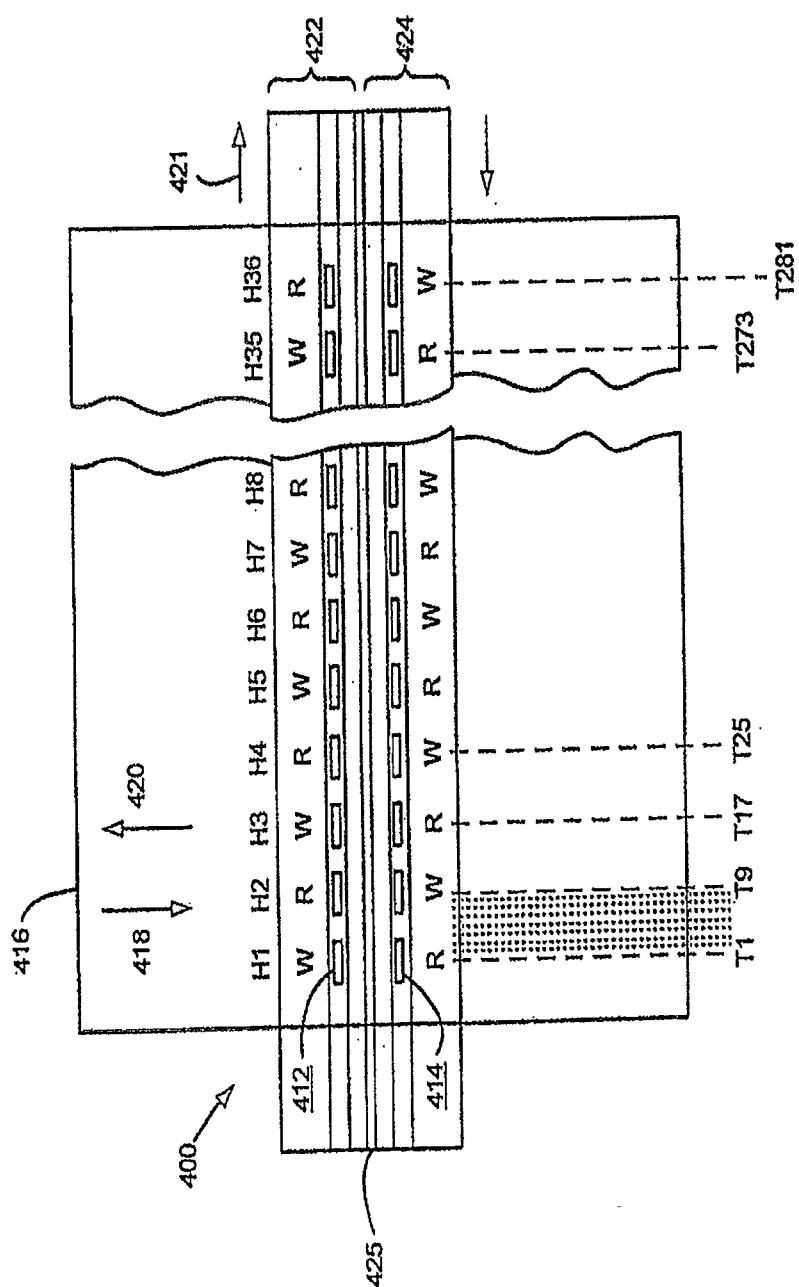


图 4

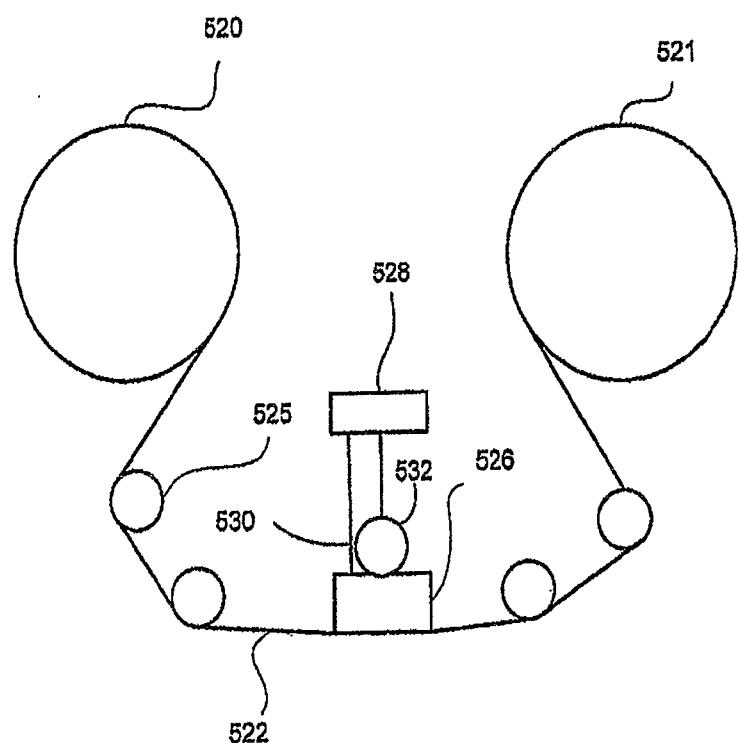


图 5

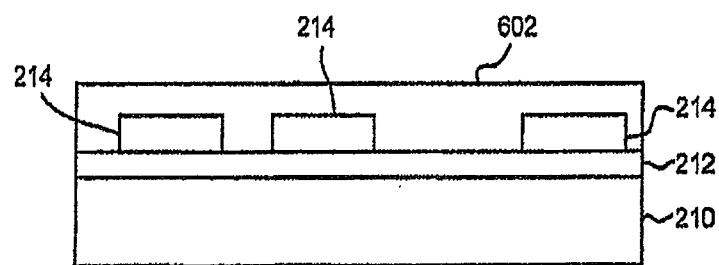


图 6A

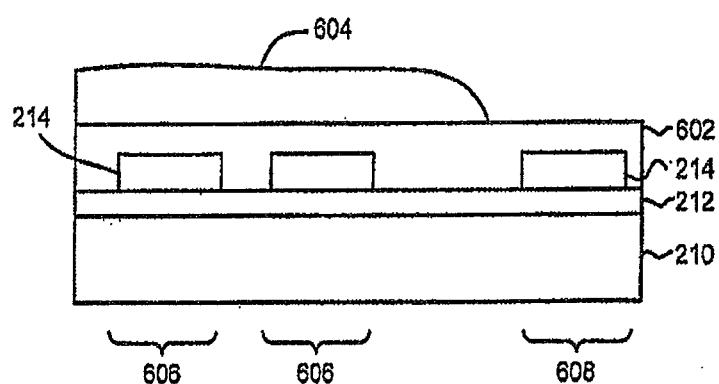


图 6B

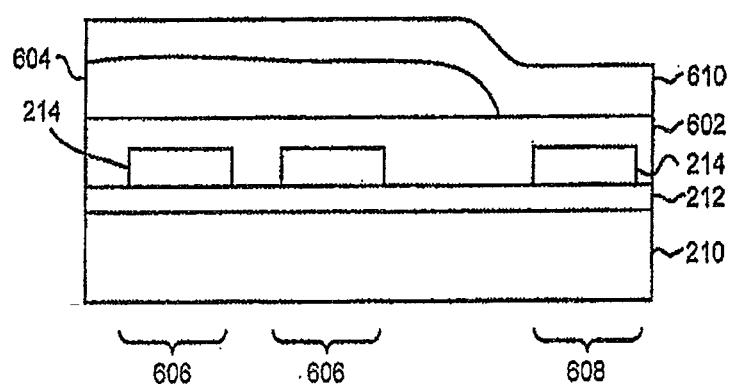


图 6C

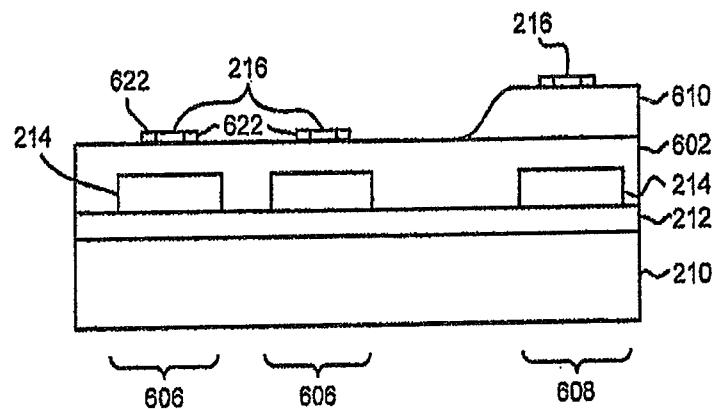


图 6D

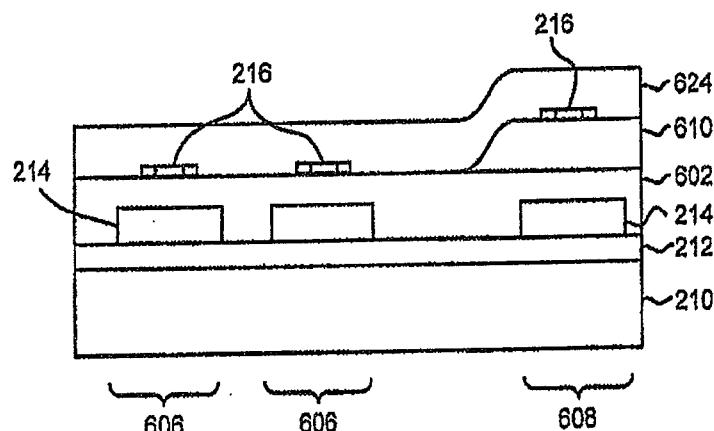


图 6E

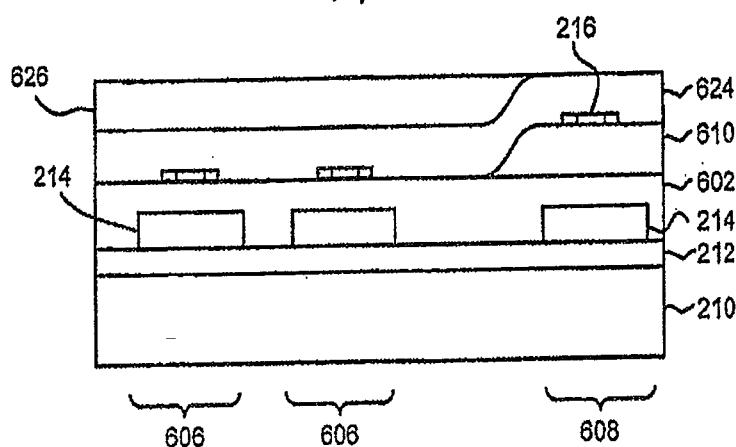


图 6F

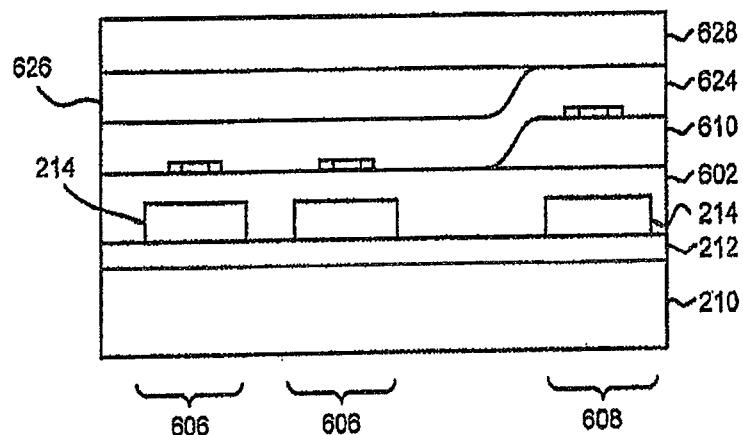


图 6G

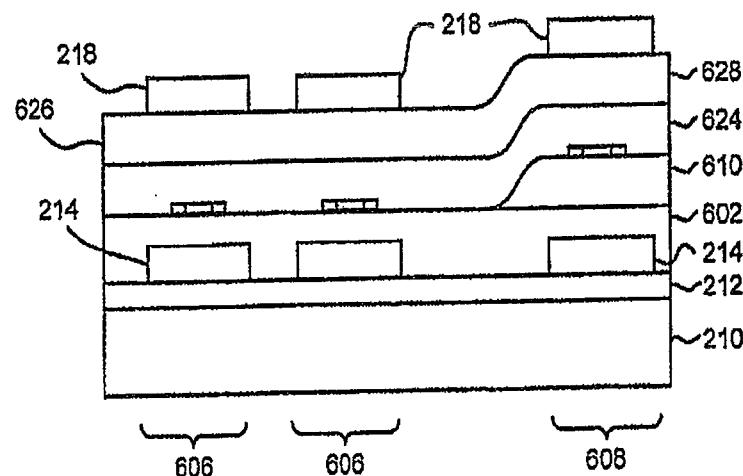


图 6H

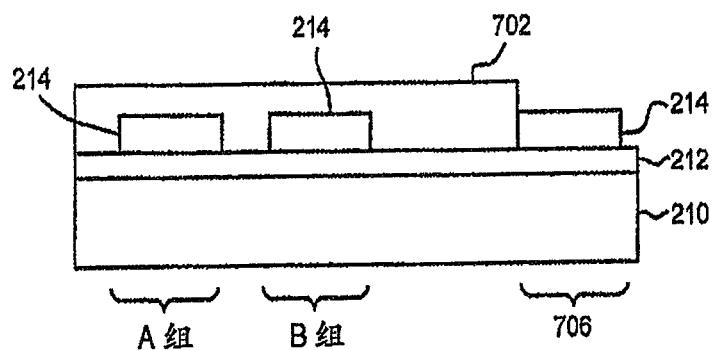


图 7A

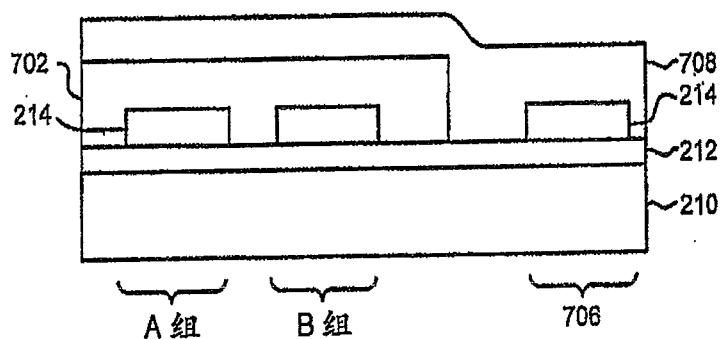


图 7B

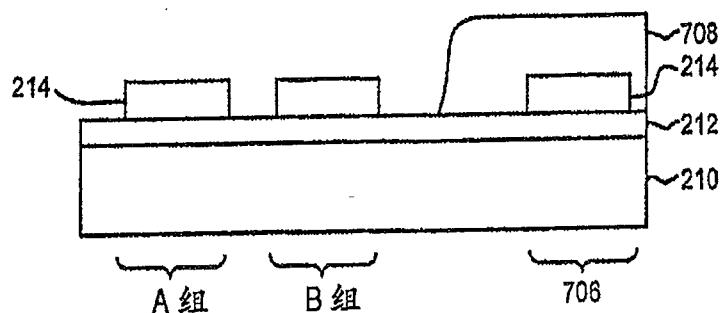


图 7C

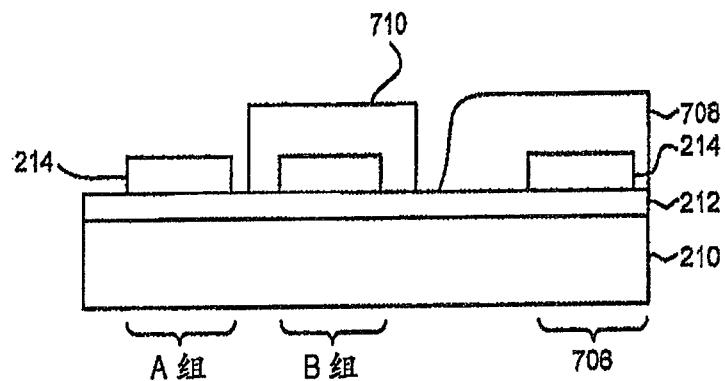


图 7D

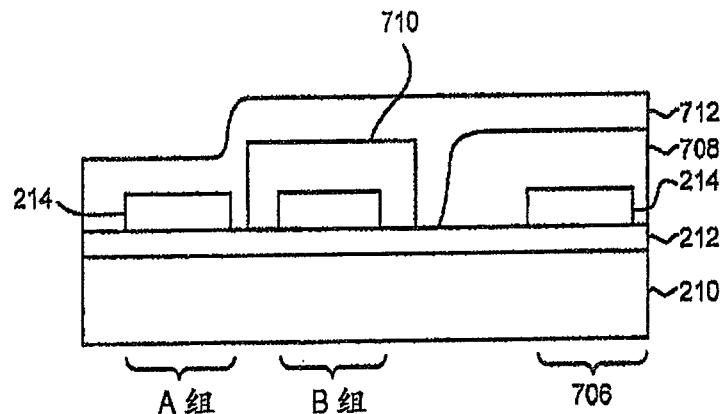


图 7E

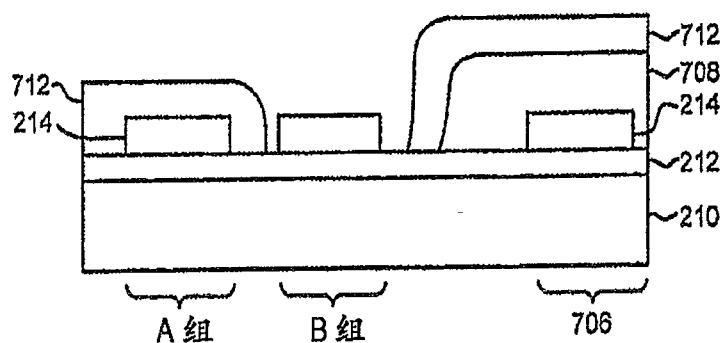


图 7F

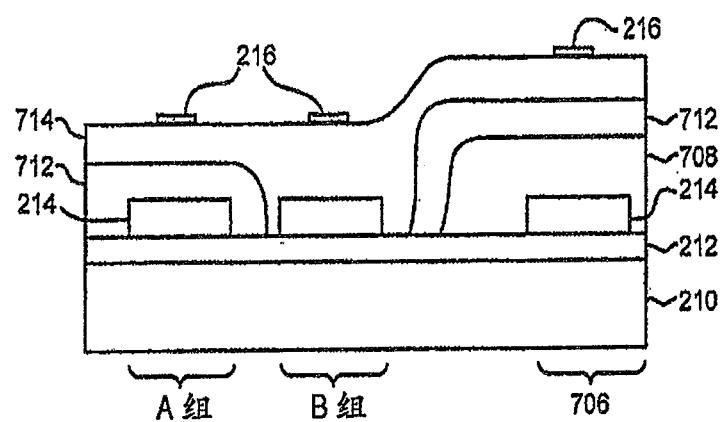


图 7G

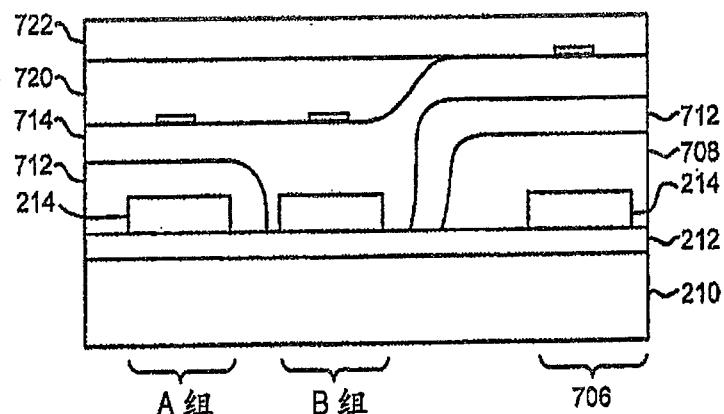


图 7H

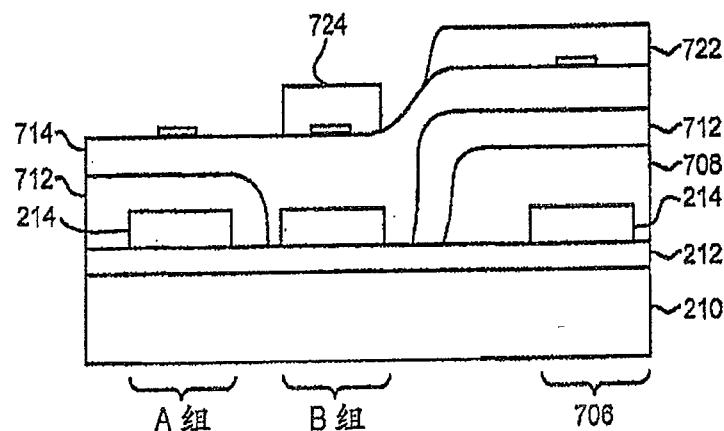


图 7I

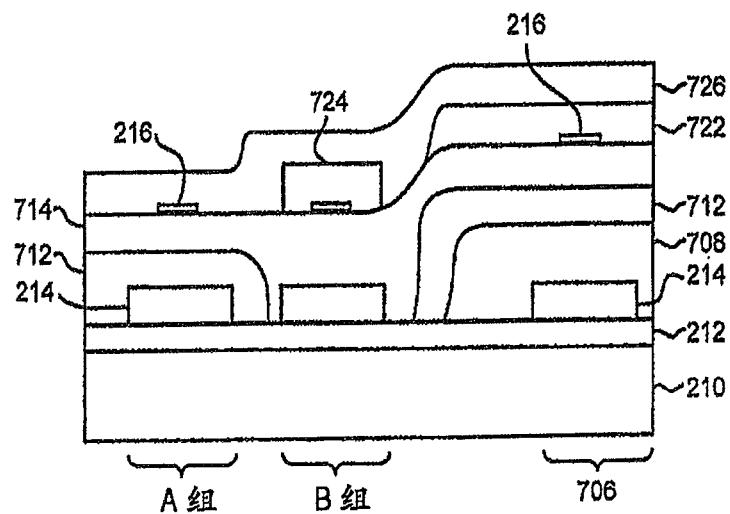


图 7J

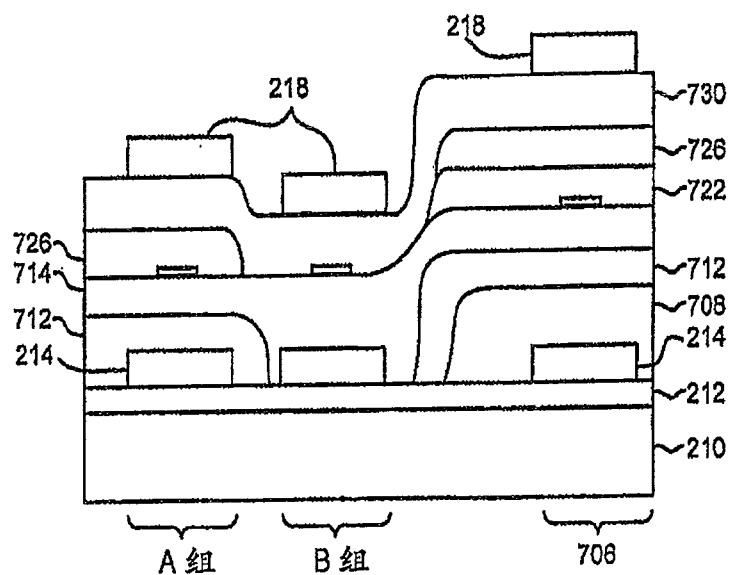


图 7K

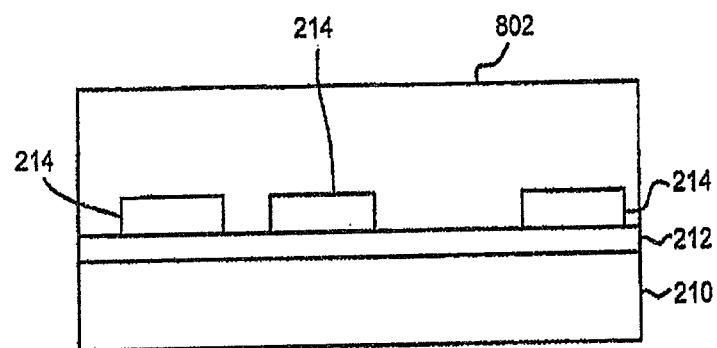


图 8A

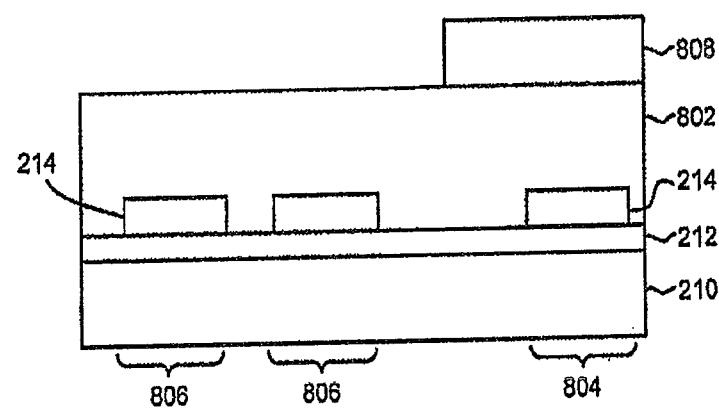


图 8B

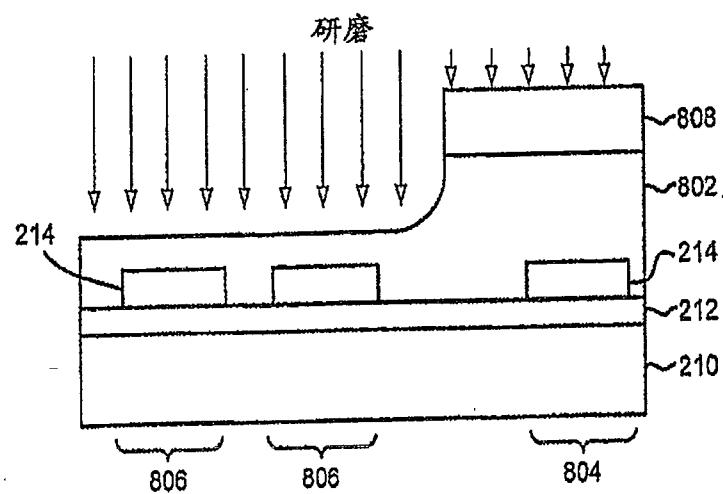


图 8C

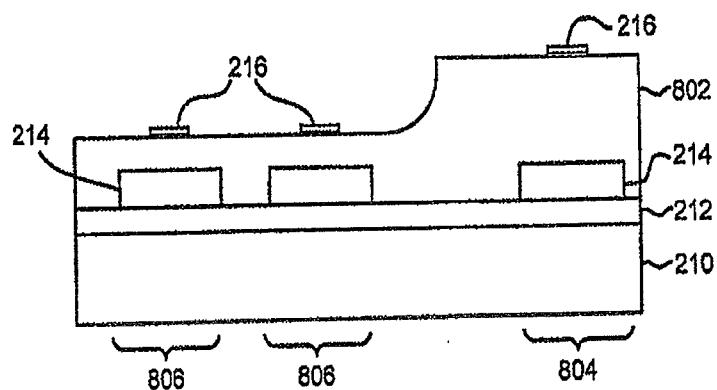


图 8D

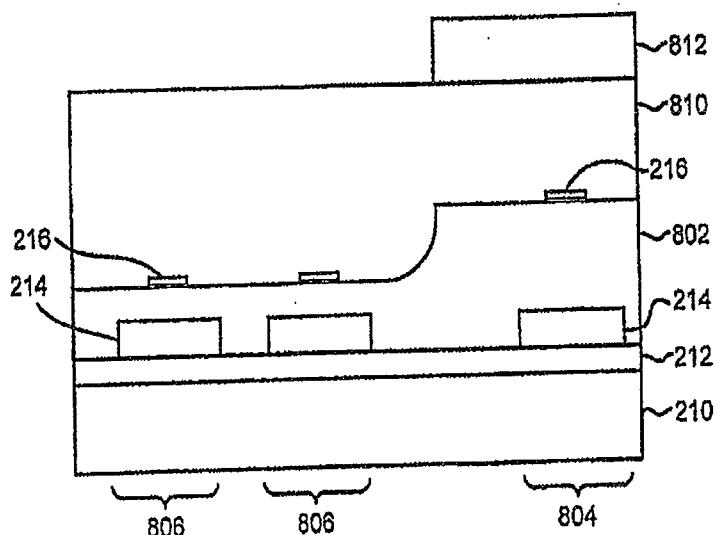


图 8E

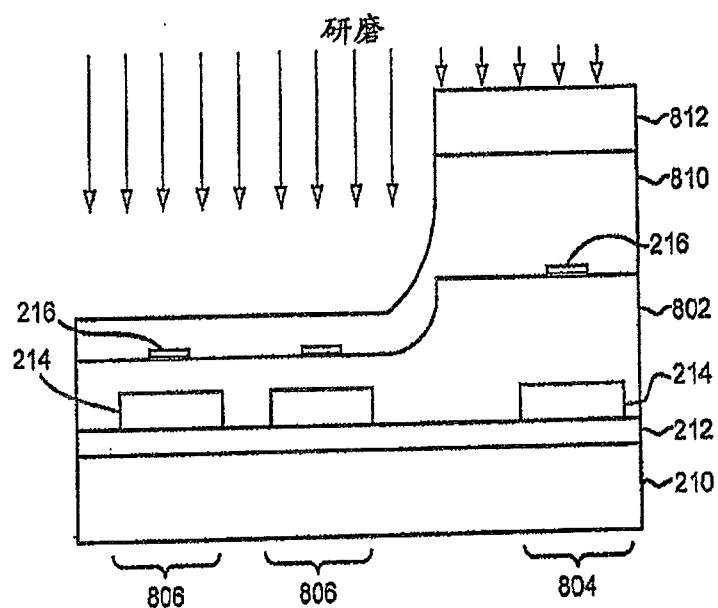


图 8F

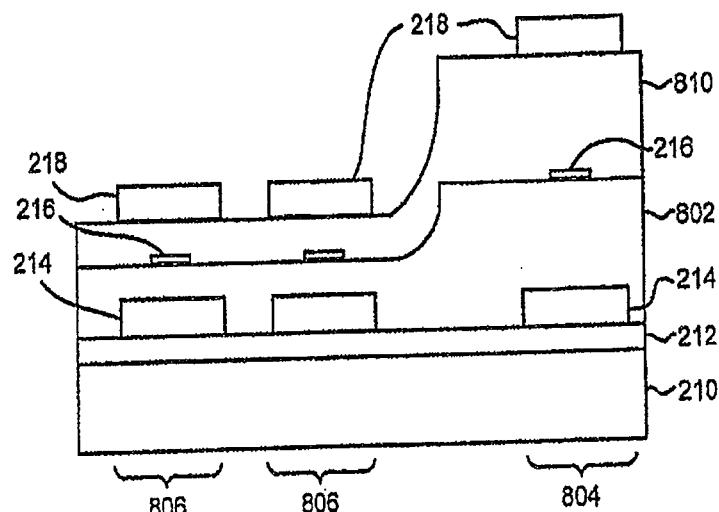


图 8G

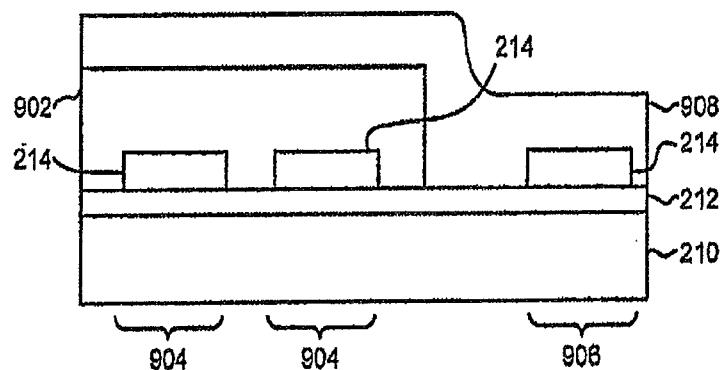


图 9A

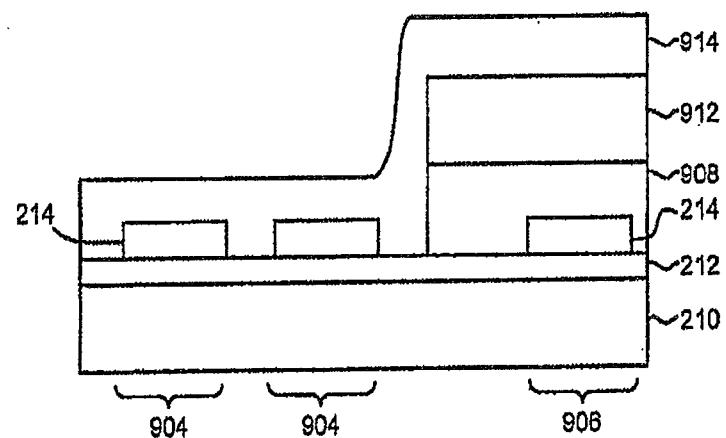


图 9B

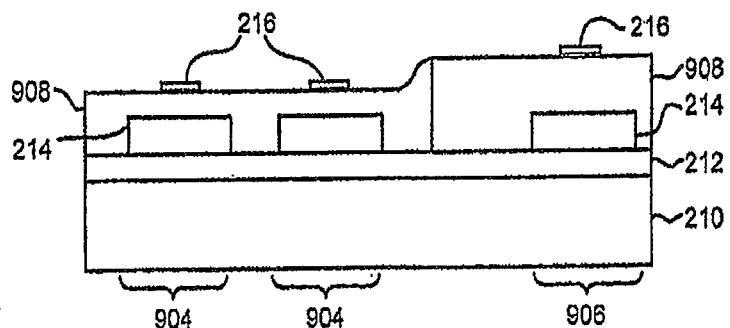


图 9C

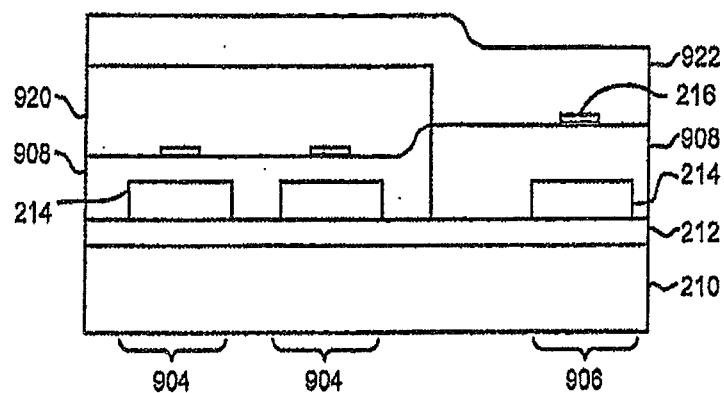


图 9D

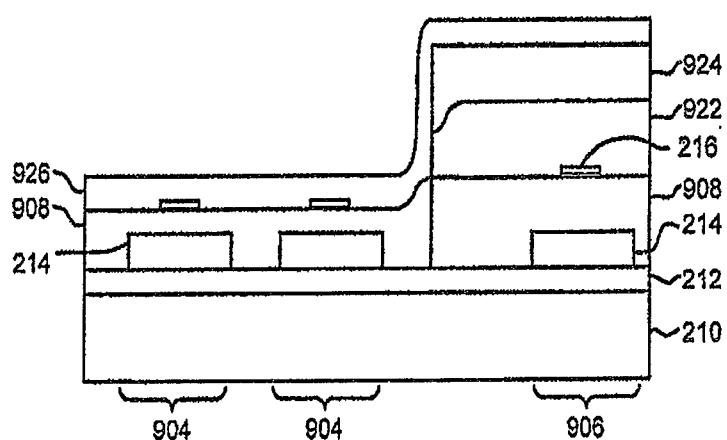


图 9E

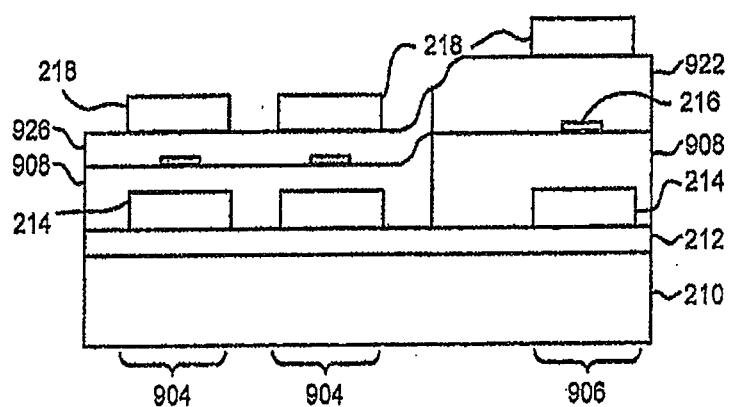


图 9F