

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 27/04

G11C 11/00 G11B 9/10

G11B 11/08



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01132516.X

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1183598C

[22] 申请日 2001.8.31 [21] 申请号 01132516.X

[30] 优先权

[32] 2000.8.31 [33] US [31] 09/652777

[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 冀小强

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

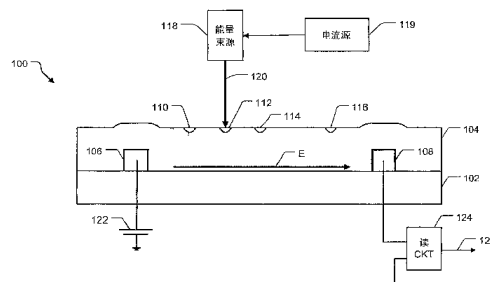
代理人 王勇 王忠忠

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称 基于调整阴极导电率的超高密度信息存储器

[57] 摘要

信息存储器件(100)包括阴极导电介质(104)和与介质(104)接触的电极对(106和108)。数据存储区域位于电极对(106和108)之间的区域内。通过在电极(106和108)之间产生一个电场,电子束扫描穿过存储区,并监测载流子产生的阴极电流,可以对电极对(106和108)之间的数据存储区进行读操作。阴极电流的改变表示存储区的状态。可以通过电子发射极(118)或近场光源来提供能量束。



ISSN 1008-4274

1. 一种存储器件 (100), 其特征在于所述存储器件包括:
有阴极导电介质 (104) 的存储介质和一对与阴极导电介质 (104)
接触 5 的间隔电极 (106; 108), 数据存储区域处于电极 (106, 108)
之间; 和
与存储区相关的至少一个能量束源 (118);
电极 (106, 108), 对存储区域的存储区 (110, 112, 114, 116)
上进行读操作期间, 适于接收一个电压, 该电压产生穿过存储区的电
场 (E)。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的器件, 其特征在于: 存储区 (110, 112,
114, 116) 是亚微米尺寸。
3. 如权利要求 1 所述的器件, 其特征在于: 阴极导电介质 (104)
由相变材料制成。
4. 如权利要求 1 所述的器件, 其特征在于: 阴极导电介质 (104)
15 在至少两种不同的状态之间转变, 具有如下特性, 即, 当用能量束轰
击时导致阴极电流明显差别。
5. 如权利要求 4 所述的器件, 其特征在于: 所述特性包括成对复
合率, 载流子迁移率, 载流子寿命, 电阻率, 电子密度状态, 和界面
效应中的至少一种, 当用能量束 (120) 轰击时阴极电流产生差别。
- 20 6. 如权利要求 1 所述的器件, 更进一步包括在读操作期间在各电
极上加偏压的源 (122), 其特征在于: 该电压产生电场。
7. 如权利要求 1 所述的器件, 还包括在读操作期间检测流过电极
(106, 108) 之间的阴极电流幅度变化的读电路 (124)。
8. 如权利要求 1 所述的器件, 其特征在于: 电极 (106, 108) 形
25 成阻塞接触。
9. 如权利要求 1 所述的器件, 其特征在于: 数据存储区 (110,
112, 114, 116) 相对于阴极导电介质 (104) 是浅的。
10. 如权利要求 1 所述的器件, 还包括:
使用第一能量束以局部改变阴极导电介质的特性, 以至于当第二
30 能量束扫描穿过阴极导电介质时引起感生阴极电流出现变化的装置。

基于调整阴极导电率的超高密度信息存储器

技术领域

5 本发明一般涉及信息存储器件。特别是本发明涉及包括能量束源但并不局限于，例如，电子发射极和近场光源等的信息存储器。

背景技术

最近十年，研究者对信息存储器件，例如硬磁盘驱动器，光盘驱动器
10 和半导体随机存取存储器等进行了增加存储密度和减小存储成本的工作。但是，增加存储密度越来越难。常规技术表明存储密度已经接近基本极限。因此基于一般磁记录的信息存储器很快接近基本的物理极限，例如超顺磁的限制，在室温下的磁位不稳定等。

已经就没有这些基本限制的信息存储器进行了研究。一种超高密度的信息存储器件包括其电子发射表面接近存储介质的多个电子发射
15 极。在写操作过程中，通过用高强度的有适当的脉冲形状和振幅的电子束轰击存储区域，电子发射极改变存储介质上亚微米存储区的状态。如果该存储介质是基于一种相变材料，存储区可以从结晶态变为非晶态，反之亦然。通过改变存储区的状态，一个位被写到存储区。

在存储区上的读操作过程中，电子发射极用电子束轰击存储区。
20 检测所得的信号以决定存储区域状态。用来读操作的电子束可以是较低的强度以至于不改变存储区的状态。

发明内容

根据本发明的一个方面，提供一种存储器件，其特征在于所述存储器件包括：

25 有阴极导电介质的存储介质和一对与阴极导电介质接触的间隔电极，数据存储区域处于电极之间；和
与存储区相关的至少一个能量束源；
电极，对存储区域的存储区上进行读操作期间，适于接收一个电压，该电压产生穿过存储区的电场。

30 根据本发明的一个方面，提供一种信息存储器件包括：

阴极导电介质；和

使用第一能量束以局部改变阴极导电介质的特性，以至于当第二

能量束扫描穿过阴极导电介质时引起感生阴极电流出现变化的装置。

根据本发明的一个方面，存储区位于与阴极导电介质接触的两个电极之间的区域内。通过产生一个穿过电极之间的区域的电场；用能量束轰击存储区；监控流经两个电极之间的电流大小，读取存储区域的状态。

根据如下详细描述，将明白本发明的另一个方面和优点，对照附图，借助于例子图解本发明的原理。

附图说明

附图 1 是根据本发明一个信息存储器件的图例；
附图 2 和 3 是根据本发明的信息存储器件不同的电极图形的图例；
附图 4 是根据本发明读取信息存储器件上的存储区的方法的流程图。

具体实施方式

附图所示是为了图示的目的，本发明体现在超高密度信息存储器件上。即使使用较低能量束，该存储器件也有一个相对较高的电流增益(在这里定义为信号电流和电子束流的比例)。在某些情况下，即使束能量小于 50eV 也可以获得合适的信号电流。这样，功率损耗相对较低，介质击穿也几乎不可能，信息存储器件的电源设计是简单的。

参考附图 1，存储器件 100 包括电绝缘衬底和阴极导电介质 104。衬底 102 可以由硅制成，有一个氧化顶层。阴极导电介质 104 在氧化顶层上。例如，阴极导电介质 104 可以由以下的七种元素：Se, Te, S, Sb, Ag, In 和 Ga 中的一种构成的基于阴极导电硫族化物的相变材料制成。

较好的是，当没有被能量束轰击时，该材料有高的暗电阻，因此，有低的暗电流。阴极导电介质 104 可以包括单个阴极导电材料层，同样阴极导电材料的多个层，或不同的阴极材料的多个层。

通过赖于功率幅度的适当时间的聚焦辐射，阴极导电材料的局部区域可以在至少两种状态之间可逆转变。例如，局部区域可以在非晶态和晶态之间转变，或者它们可以在不同的晶态之间转变。通过用高密度的能量束加热该区域，完全熔化相变材料，然后很快减少束密度以淬火该区域，该区域可以从结晶态转变为非晶态。淬火相变材料使

之很快冷却没有时间退火而变成非晶态。通过使用能量束加热相变材料，使之完全退火，该区域可以从非晶态转变为结晶态。

使多个间隔的电极接触同样的阴极导电介质 104。图中仅仅表示出第一和第二电极 106 和 108 中的一对。可以在电极 106 和 108 的上面或下面淀积阴极导电介质 104 的阴极导电材料。

信息存储区域位于电极 106 和 108 之间，存储区域包括多个存储区，每一个存储区存储一位数据。图 1 仅表示了四个存储区 110, 112, 114 和 116。存储区可以排列成行和列。一个位的值取决于存储区的状态。存储区是亚微米尺寸。例如，存储区的直径不超过约 10nm 至 30nm 和存储区中心点之间间隔不超过 50nm。存储区的直径是由能量束直径，能量束形状，定位的精确性，码间干扰和信噪比等因素所限

定的。如果使用相变材料，存储区直径还由在晶态矩阵中可以稳定多小的非晶位或在非晶态矩阵中可以稳定多小的晶态位等因素所限定。

存储器件 100 还包括能量束源阵列例如电子发射极 118 (图 1 中仅表示一个电子发射极 118)。可以使用的各种电子发射极 118，包括并不局限于，场发射极，热离子发射极和平板阴极发射极。电子发射极 118 发射一个有适当功率幅度时间依赖性的电子束 120，以使存储区在非晶态和结晶态之间转变或在不同的晶态之间转变。电子发射极 118 的电子发射表面接近阴极导电介质 104。可以用电子光聚焦成电子束 120。

电子发射极 118 可以是有有一个非常尖的点。曲率半径可以是一纳米到几百纳米。工作期间，在电子发射极 118 和它的相应栅电极之间应用不同的预选择电位。由于电子发射极 118 的尖点，从电子发射极 118 到存储区 112 的电子束电流被吸收。这种类型的电子发射极 118 称作“Spindt”发射极。

恒流源 119 可以与电子发射极 118 一起使用。恒流源 119 以希望的振幅调节电子束电流。可以在电子发射极 118 附近用 FET 实现一个简单的恒流源。

可以用微动器使电子发射极 118 的阵列沿着阴极导电介质 104 的表面扫描。本受让人的专利 US5986381 描述了示例的微动器。可以用标准的半导体微细加工工艺制造这些电子发射极 118 和微动器。

在读操作过程中电源 122 在电极 106 和 108 上施加一个偏压。当在电极 106 和 108 上施加偏压时，在阴极导电介质 104 的平面内产生电场 E，暗电流流过电极 106 和 108。可以在衬底 102 上制备电源 122 或者由芯片外提供。

在对电极 106 和 108 之间的存储区进行读操作期间，当施加偏压到电极 106 和 108 上时，电子束 120 在电极 106 和 108 之间扫描。当电子束 120 轰击电极 106 和 108 之间的存储区 112 时，便产生电子载流子和空穴载流子。电场 E 使自由载流子朝着电极 106 和 108 加速，直到它们与其他载流子复合。对于信号电流来说，电子载流子和空穴载流子不必到达电极 106 和 108。电子和空穴的运动使读电路 124 中产生电流流动。该电流称作阴极电流。

假定一个恒定强度的读束，电子和空穴的产生率取决于存储区 112 的状态。如果使用相变材料，由于写（非晶态）和非写（例如晶态）区材料特性的不同，产生阴极电流大小的差异。对写和非写区来说，电子密度状态和成双复合率是不一样的，因而自由载流子的产生率不同（成双复合率的特征在于它们可以分成自由载流子之前最初造成的电子空穴对复合）。由于读区和非读区自由载流子的寿命和迁移率的不同可以获得更多的电流量的差异。例如，非晶态材料和晶态材料相比自由载流子成双复合率更高，迁移率更低和载流子寿命更短。另外由于读和非读区之间电阻率和界面效应（例如内建场，界面复合，带偏，界面俘获）的不同，也会产生其他差异。这样界面效应引起阴极电流的差异取决于被电子束撞击的材料的状态。

因此，写存储区 112 的阴极电流量与非写存储区 112 的阴极电流量是不同的。可以看出不同的阴极电流量比暗电流干扰的量小。

当扫描读能量束时，通过监测阴极电流量的变化，能确定存储区 112 的状态。阴极电流量的改变可以用读电路 124 检测出来，该电路连接到电极 106 和 108 之一和一个参考电位之间。读电路 124 可以包括一个或多个放大阴极电流的放大级和转换放大的阴极电流为一个数字值的电流数字转换器（“IDC”）。可以在衬底 102 上制造读电路 124 或可以与芯片分开。读电路 124 的输出 126 表示阴极电流量。

存储器件 100 有一个“内部电流增益机制”。可以获得比单位电流更大的电流增益。对于电极 106 和 108 之间的偏压，通过增加 a/b 的比例可以增加电流增益。这里 a 是复合之前载流子通过的路径， b 是电极 106 和 108 的间的距离，由于材料的成双复合率、载流子迁移率和载流子寿命有较大不同，电流增益一般也表现出较大差异。

自由载流子产生后，在复合发生前它可以穿过大量的写和非写存储区。这些可能导致码间干扰，即，在位之间产生干扰。通过使位相对于阴极导电介质 104 的厚度更浅可以减少码间干扰。例如，在阴极导电介质 104 上任何一点的电场 E 取决于存储区周围的尺寸，形状，数量和位置。码间干扰的出现部分是因为电场 E 沿着载流子通过阴极导电介质 104 的路径，而使阴极电流受影响。浅的数据区改善这个问题。通过控制电子束 120 的功率/持续时间，阴极导电介质 104 的厚度和阴极导电介质 104 热特性（例如，热容，热导性）和衬底，可以

制造浅的数据存储区。

如果暗电流的量太大，阴极电流很可能是不明显的。通过在电极 106 和 108 形成一个阻塞接触可以克服这个问题。例如，电极 106 和 108 使用金属与阴极导电介质 104 产生一个肖特基势垒，可以形成阻塞接触。可以排列肖特基势垒阻止暗电流但并不阻止阴极电流。电极 106 和 108 可以使用不同的金属。例如，一个电极 106 使用一种金属阻挡一种极性的载流子，和/或其他电极 108 使用其他金属阻挡相反极性的载流子。

发射极阵列可以含有任意数量的电子发射极 118。例如，发射极阵列可以包括几百或几千个电子发射极 118。在读和写的操作过程中这些发射极可以是同时或多种方式访问。

用几百或几千个电子发射极平行地读和/或写信息，存储器件 110 有很快的访问时间和数据速度。电极对例如电极 106 和 108 使阴极导电介质 104 分成不同的存储区域。每一个电极对可以有任意数量的电子发射极 118，但在所给的时间内每一个区域仅使用一个电子发射极。例如，一个阵列可以包括一万个电子发射极，一百个电极对 106 和 108 可以接触阴极导电介质 104。一百个电极对定义为一百个数据存储区域。

在读操作过程中，微动器使该阵列移动到一个新的位置，然后通过一百个电子发射极 118 读一百个位（即，数据存储区），然后通过不同的一百个电子发射极另一百个位被读等等，直到一万个探针都读了一个位。然后该微动器移动该阵列到一个新的位置，读另一万个位（该微动器可以更换连续地移动该阵列，数据存储区是交错的）。在所给的时间内不同电极 106 和 108 之间，一百个电子发射极 118 中的每一个都将工作。

图 2 表示电极 106 和 108 可能的图形。第一和第二电极 106 和 108 相互交叉。为每一对电极 106 和 108 提供一个读电路 124，每一个第一电极 106 与读电路 124 连接，每一个第二电极 108 与电源 122 连接。

图 3 表示电极 106 和 108 另一种可能的图形。第二电极 108 被分享或公用，第一电极连接到读电路 124。电源 122 相对于第一电极 106 偏置公用电极 108。

每一个读电路 124 可以有一个第一电极 106, 或每一个读电路有多个第一电极 106。可以使用多路转换器连接多个第一电极 106 到单个读电路 124。

5 为减小漏电流造成的噪声漏电流, 存储介质可以分解成隔离区, 每一个都有相互交叉的一对指状物和读电路 124 (如图 2 所示)。另一方面, 为了减小电极浪费的区域, 共同的电极将更有效 (如图 3 所示)。

电极太长可能产生过多的暗电流。如果暗电流太大, 检测阴极变化的电流量更困难。电极分离可以减小暗电流。

10 图 4 例示了读两个电极之间的一个存储区的方法。在电极上应用电压产生一个穿过电极之间的区域的电场 (方框 202)。由于电场, 具有标称值的暗电流流过电极之间。能量束扫描电极之间的区域。当能量束轰击存储区时, 邻近阴极导电介质表面阴极导电层内产生电子-空穴对 (方框 204)。电场延伸到阴极导电介质表面, 使电子-空穴对朝着电极加速 (方框 206), 最终增加流过电极之间的电流量。

15 监控流过电极之间的电流量以决定存储区的状态 (方框 208)。如果存储区处于第一状态则阴极电流有第一量, 如果存储区处于第二状态则阴极电流有第二量。这样, 电流量的变化表明了存储区的状态和所述的位的值。

20 这些揭示了, 即使当电子束的能量是较低时, 超高密度存储器 100 有相当高的电流增益。这样, 可以保持较低的功率损耗, 减小介质击穿, 器件电压源的设计也可以简单化。

25 存储器体 100 不取决于由于读数据存储区存储介质的特性 (例如, 电阻率和外形) 的改变造成的隧道和发射电流的改变。因此, 可以在一序列的电子发射极上应用任意的恒流源, 或者发射电流可以被分开监控并由测量的阴极电流标准化。因此, 存储器件 100 对触点到介质 (tip-to-media) 的改变, 发射极特性的改变和另一些能影响电子束电流的改变是迟钝的。

30 在存储器件 100 内, 比较例如“二极管方法 (diode approach)”, 放置在阴极导电介质 104 和衬底 102 的材料特性上的制约数目减少。例如存储器件 100 可以包括未利用衬底 102 形成良好的低漏电二极管的相变材料层 104, 它可以包括一个没有用相变材料形成良好二极管

的衬底 102。

在选择对写有最佳的热特性的衬底材料的时候有更多的回旋余地。仅需要电绝缘存储器件 100 的衬底 102。

5 相变材料的电阻率可能比二极管方法的更大。可以使用自始至终延伸到阴极导电介质表面的强电场，当使用仅仅穿透到相变层内几纳米的低能量电子读束时，这样做更有益。有可能获得更大的电流增益（信号电流与读束电流的比）。

10 阴极导电层不局限于能够在晶态和非晶态之间转变的材料。如果当能量束轰击有不同的状态或条件的区域时，产生大的电流差异，则可以使用影响阴极电流的状态或条件的任意转变的材料。例如，阴极导电层可能依赖于局部俘获的电荷，缺陷状态的数量和性质的局部变化，或聚合物的结构变化。

15 能量束源并不局限于电子发射极。能量发射源可以是其他任意促使阴极导电层内产生电子-空穴对的通量发生源。例如，近场光源能产生一个在阴极导电层内（阴极导电材料一般使用光电导体材料）产生电子-空穴对的光束。与存储介质接近的近场光源能够获得超出由衍射限制的光所能得的高数据密度或空间分辨率。

可以使用第三电极来检测阴极电流。可以通过延伸到存储器里的元件提供电场。

20 在图 1 中，电极显示在衬底的顶部（和在阴极导电介质的下面）。但是，可以在阴极导电介质上或与阴极导电介质同一级制造电极。电极可以与阴极导电介质垂直叠置，每一对相对的电极夹置一层阴极导电材料层。

25 该电极并不局限于图 2 和 3 所示几何形状和图形。这些电极可以按除交指形外的图形排列。这些电极可以有除直线和细长形外的几何形状，例如该电极可以是弯曲状的。

30 电极的尺寸，电极的间距和应用到电极的偏压都是器件专门拥有的。一般，当希望保持一个足够的电场以至于可以使电子-空穴载流子朝着电极加速时，希望电极离得尽可能远。增加间距则会减少电极数目，进而会增加器件无用的存储表面。

电场不必在平面上。只需要能有效使自由载流子朝着电极加速即可。

在存储区域内，存储区可以排列成行和列。但是，存储区并不局限于这种排列。

本发明并不局限于上面所述的特定实施例和图例。而是，根据以下的权利要求来解释。

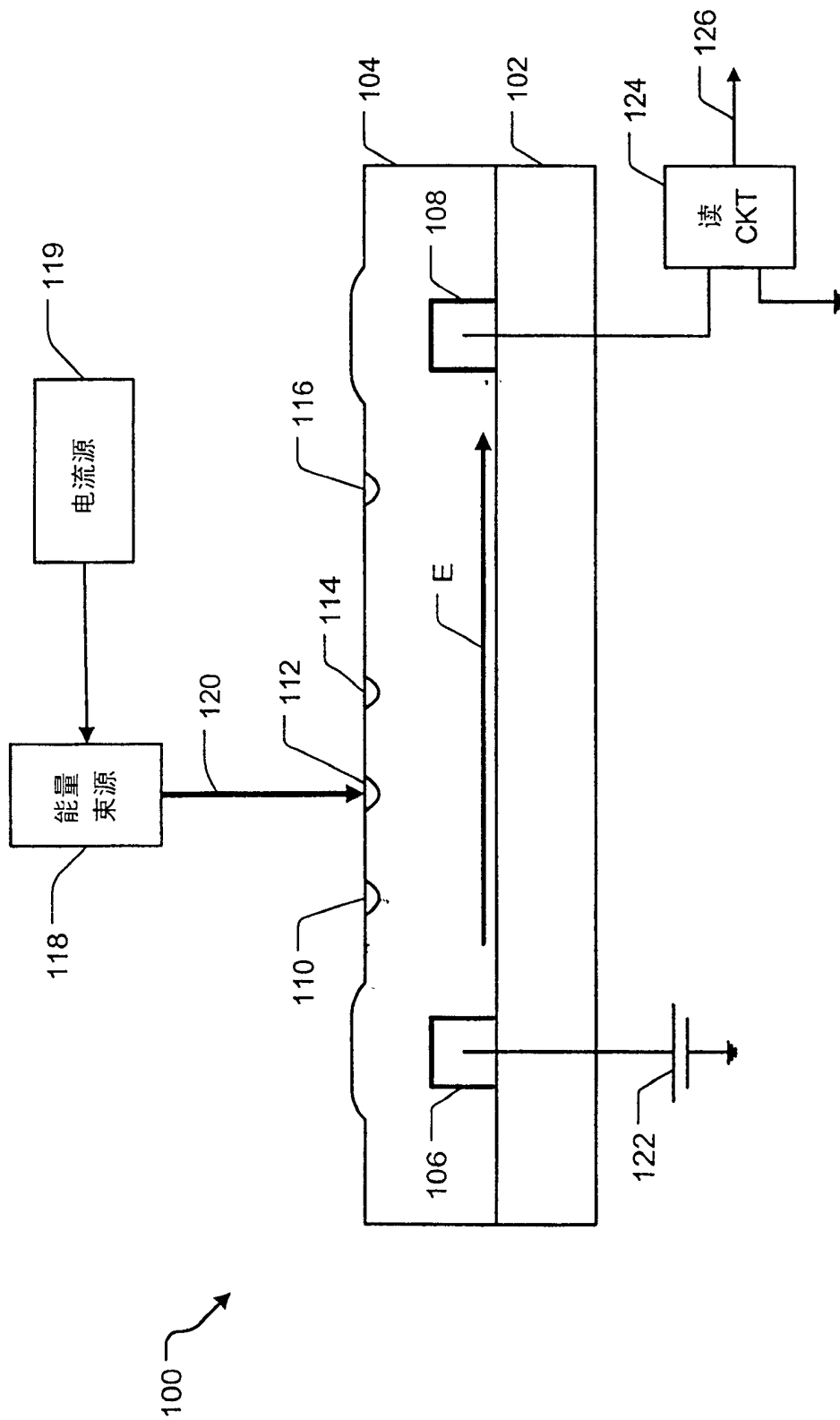


图 1

图 4

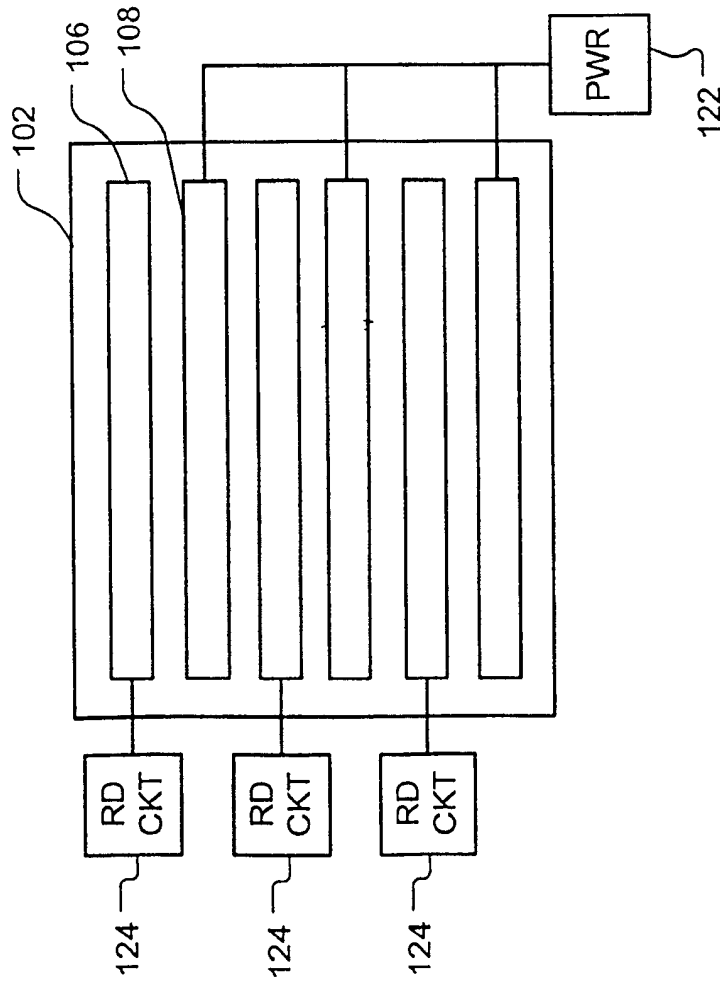
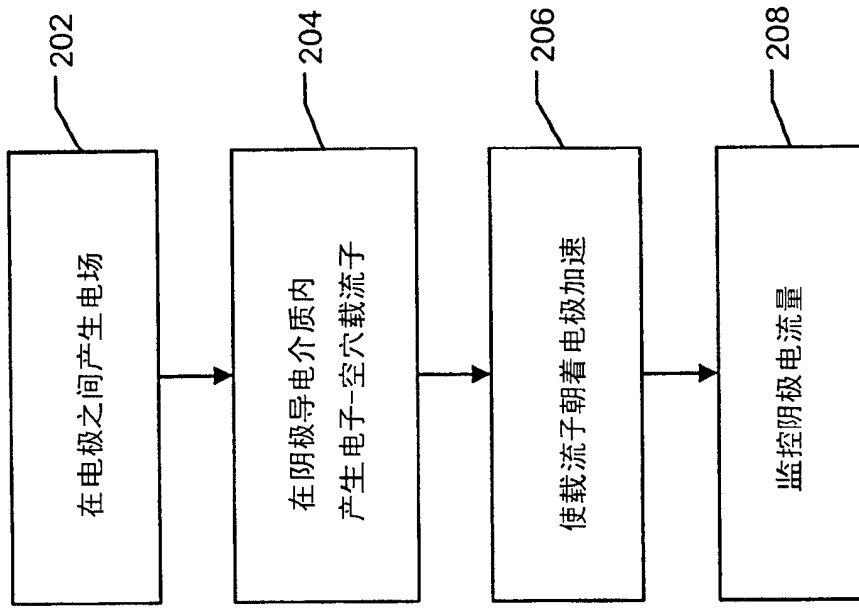


图 2

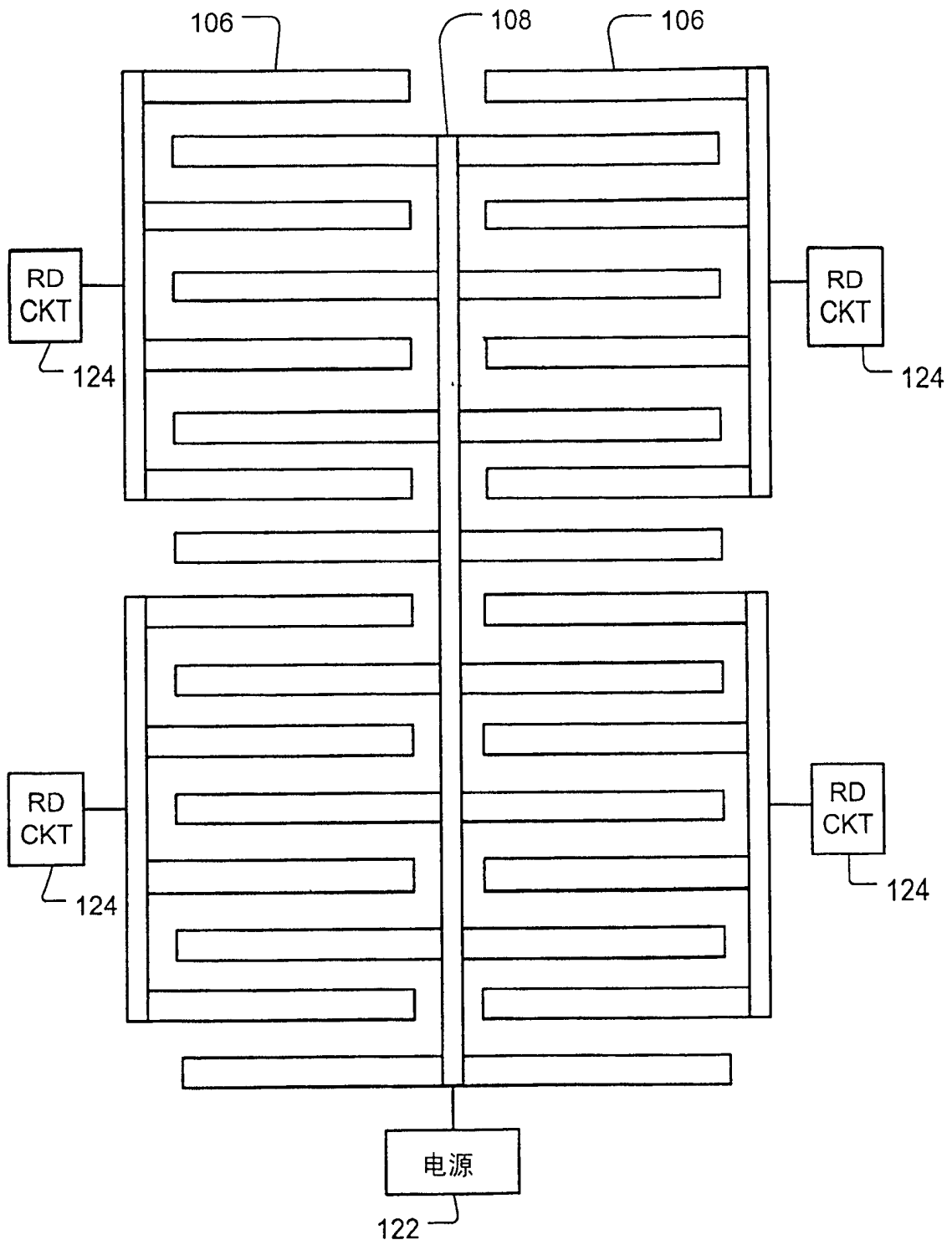


图 3