

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H03K 19/21 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710162039.3

[43] 公开日 2008 年 4 月 16 日

[11] 公开号 CN 101162902A

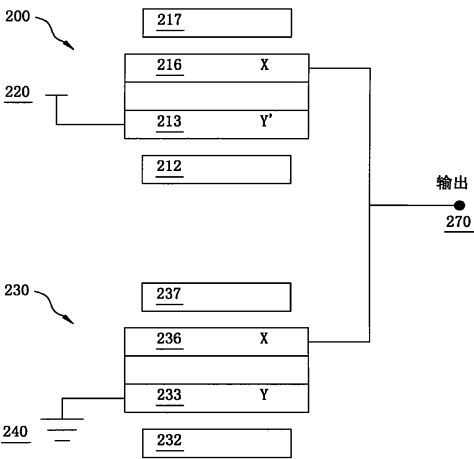
[22] 申请日 2007.10.10
[21] 申请号 200710162039.3
[30] 优先权
 [32] 2006.10.13 [33] US [31] 11/549,257
[71] 申请人 北极光股份有限公司
 地址 美国明尼苏达州圣保罗市玫瑰草坪大街 1901 号
[72] 发明人 T·A·阿甘 J·赖铨

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
 代理人 任永武

权利要求书 4 页 说明书 6 页 附图 5 页

[54] 发明名称
 具有异或门功能的磁性晶体管

[57] 摘要
 一种磁性晶体管线路包含一个第一磁性晶体管与一个第二磁性晶体管。这两个磁性晶体管的工作原理如同传统晶体管的工作原理一样，借助放置在磁性晶体管旁的金属元件控制这两个磁性晶体管启动或关闭。借着利用这些金属元件控制，二进制的异或门 (EXOR) 逻辑功能可得到应用。



1.一种具有异或门（EXOR）运算功能的磁性晶体管电路，该磁性晶体管电路至少包含：

一个第一磁性晶体管，其具有一个第一磁性块与一个第二磁性块，其中该第一磁性块与一高电压端耦接，该第二磁性块与一输入端耦接；以及

一个第二磁性晶体管，其具有一个第三磁性块与一个第四磁性块，其中该第三磁性块与一低电压端耦接，该第四磁性块与该第二磁性块以及该输入端耦接；

其中，该第二磁性块与该第四磁性块有相同方向的偶极，该第一磁性块与该第三磁性块有相反方向的偶极，该第一磁性块、该第二磁性块、该第三磁性块与该第四磁性块的偶极用以控制该输出端的数据输出。

2.根据权利要求1所述的具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路，其特征在于进一步包含多个金属元件分别配置在这些磁性块旁，这些金属元件分别控制这些磁性块的偶极。

3.根据权利要求1所述的具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路，其特征在于当该第一磁性块与该第二磁性块的偶极一样时，该第一磁性块与该第二磁性块之间有传导性，当该第一磁性块与该第二磁性块的偶极不一样时，该第一磁性块与该第二磁性块之间无传导性。

4.根据权利要求1所述的具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路，其特征在于当该第三磁性块与该第四磁性块的偶极一样时，该第三磁性块与该第四磁性块之间有传导性，当该第三磁性块与该第四磁性块的偶极不一样时，该第三磁性块与该第四磁性块之间无传导性。

5.根据权利要求1所述的具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路，其特征在于当该磁性晶体管电路操作EXOR运算功能以输出二进制数据“0”时，该第二磁性块与该第四磁性块的偶极是处在代表二进制数据“1”的第一偶极状态，该第一

磁性块与该第三磁性块的偶极是处在分别代表二进制数据“0”与“1”的一第二偶极与该第一偶极状态以控制输出的数据。

6.根据权利要求1所述的具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路,其特征在于当该磁性晶体管电路操作EXOR运算功能输出二进制数据“1”时,该第二磁性块与该第四磁性块的偶极是处在代表二进制数据“1”的一第一偶极状态,该第一磁性块与该第三磁性块的偶极是处在为分别代表二进制数据“0”与“1”的该第一偶极与一第二偶极状态以控制输出的数据。

7.根据权利要求1所述的具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路,其特征在于当该磁性晶体管电路操作EXOR运算功能输出二进制数据“1”时,该第二磁性块与该第四磁性块的偶极处在代表二进制数据“0”的一第二偶极状态,该第一磁性块与该第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“0”与“1”的该第二偶极与一第一偶极状态以控制输出的数据。

8.根据权利要求1所述的具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路,其特征在于当该磁性晶体管电路操作EXOR运算功能输出二进制数据“0”时,该第二磁性块与该第四磁性块的偶极处在代表二进制数据“0”的一第二偶极状态,该第一磁性块与该第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“1”与“0”的一第一偶极与该第二偶极状态以控制输出的数据。

9.一种使用磁性晶体管电路来产生EXOR运算功能的的方法,该方法至少包含:

使用具有一第一磁性块与一第二磁性块的一个第一磁性晶体管,其特中该第一磁性块与一高电压端耦接,该第二磁性块与一输出端耦接;

使用具有一第三磁性块与一第四磁性块的一个第二磁性晶体管,其中该第三磁性块与一低电压端耦接,该第四磁性块与该第二磁性块和该输出端耦接;以及

使用该第一磁性块、该第二磁性块、该第三磁性块与该第四磁性块在该输出端控制数据输出,其中该第二磁性块与该第四磁性块有相同偶极,该第一磁性块与该

第三磁性块有不相同偶极。

10.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于进一步包括使用多个金属元件分别配置在这些磁性块旁，其中这些金属元件用以分别控制这些磁性块的偶极。

11.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于当该第一磁性块与该第二磁性块的偶极一样时，该第一磁性块与该第二磁性块之间有传导性，当该第一磁性块与该第二磁性块的偶极不一样，该第一磁性块与该第二磁性块之间无传导性。

12.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于当该第三磁性块与该第四磁性块的偶极一样时，该第三磁性块与该第四磁性块之间有传导性，当该第三磁性块与该第四磁性块的偶极不一样时，该第三磁性块与该第四磁性块之间无传导性。

13.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于当磁性晶体管电路操作 EXOR 运算功能以输出二进制数据“0”时，该第二磁性块与第四磁性块的偶极处在代表二进制数据“1”的第一偶极状态，该第一磁性块与该第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“0”与“1”的第二偶极与该第一偶极状态以控制输出的数据。

14.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于当磁性晶体管电路操作 EXOR 运算功能输出二进制数据“1”时，该第二磁性块与该第四磁性块的偶极处在代表二进制数据“1”的第一偶极状态，该第一磁性块与该第三磁性块的偶极为处在分别代表二进制数据“0”与“1”的第一偶极与第二偶极状态以控制输出的数据。

15.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于当磁性晶体管电路操作 EXOR 运算功能输出二进制数据“1”时，该第二磁性块与该第四磁性块的偶极处在代表二进制数据“0”的第二偶极状态，该第一磁性块与该第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“0”与“1”的第二偶极与第一偶极状态以控制输出的数据。

16.根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于当磁性晶体管电路操作 EXOR 运

算功能输出二进制数据“0”时，该第二磁性块与该第四磁性块的偶极处在代表二进制数据“0”的一第二偶极状态，该第一磁性块与该第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“1”与“0”的一第一偶极与该第二偶极状态以控制输出的数据。

具有异或门功能的磁性晶体管

技术领域

本发明有关具有异或门（EXOR）运算功能的一种晶体管电路，且特别是有关一种由几个磁性晶体管结合而成的具有 EXOR 运算功能的晶体管电路。

背景技术

在 IC 电路设计中，具 EXOR 运算功能的电路非常重要。设计者可以将此电路与其他逻辑电路结合来加以应用。

EXOR 逻辑运算功能

$$\text{输出} = X \cdot Y' + X' \cdot Y$$

二进制的或门（OR）逻辑运算功能的真值表如下：

输出	Y=1	Y=0
X=1	0	1
X=0	1	0

传统的具有 EXOR 运算功能的晶体管电路需由大量的互补式金属-氧化层-半导体(CMOS)晶体管来加以连接完成。

巨磁电阻效应(giant magnetoresistance effect, GMR)是一个量子机械效应，存在一个由多个薄磁性单元和多个薄非磁性单元相交叉形成的结构体中。根据所施加的外加磁场，巨磁电阻效应会在零磁场的高阻抗状态到高磁场的低阻抗状态间产生一明显的变化。

因此，巨磁电阻效应可用来设计磁性晶体管。因此，磁性晶体管还可整合进磁性晶体管电路中，且不需要昂贵程序与设备。磁性晶体管电路的设计与制造仅需短的程序化设计时间并可提供高密度。

为了前面所述的理由，对于具有 EXOR 运算功能整合于内且使用磁性晶体管

形成的磁性晶体管电路具有一需求。

发明内容

因此本发明的目的就是提供一种具有由磁性晶体管执行 EXOR 运算功能的晶体管电路元件。

根据本发明的一实施例,磁性晶体管电路有一个第一磁性晶体管与一个第二磁性晶体管。第一磁性晶体管具有一个第一磁性块与一个第二磁性块,其中第一磁性块与高电压端耦接,第二磁性块与输出端耦接。第二磁性晶体管有一个第三磁性块与一个第四磁性块,其中第三磁性块与低电压端耦接,第四磁性块与第二磁性块和输出端耦接。第二与第四磁性块有相同方向的偶极;第一与第三磁性块有相反方向的偶极;第一,第二,第三与第四磁性块的偶极配置用以控制在输出端的数据输出。

根据本发明的另一实施例,此方法使用磁性晶体管电路产生 EXOR 运算功能。此方法包含使用一个具有第一磁性块与第二磁性块的第一磁性晶体管和一个具有第三磁性块与第四磁性块的第二磁性晶体管。其中第一磁性块与高压端耦接,第二磁性块与输出端耦接,第三磁性块与低压端耦接,第四磁性块与第二磁性块和输出端耦接。此方法分别使用第一、第二、第三与第四磁性块去控制在输出端的数据输出,其中第二磁性块与第四磁性块有相同方向偶极,第一磁性块与第三磁性块有反方向偶极。

以下将以具体例子说明本发明的具体应用和实施。

附图说明

为了让本发明的上述和其他目的、特征、优点能更明显易懂,以下将结合附图对本发明的较佳实施例进行详细说明,其中:

图 1 是依照本发明一实施的一种具有 EXOR 运算功能的磁性晶体管电路图。

图 2A 是依照本发明一实施例的一种用以操作 EXOR 二位运算的磁性晶体管电路图。

图 2B 是依照本发明一实施例的一种用以操作 EXOR 二位运算功能的另一磁性晶体管电路图。

图 2C 是依照本发明一实施例的一种用以操作 EXOR 二位运算功能的另一磁性

晶体管电路图。

图2D是依照本发明一实施例的一种用以操作EXOR二位运算功能的另一磁性晶体管电路图。

具体实施方式

请参考本发明实施方式的详细说明，并请同时参考附图。

所有图示依据本发明易于说明而绘制。该图示中的元件标号、位置、彼此关系和尺寸，是用以帮助阅读与认识实施方式的内容。

请参照图1，其是依照本发明一较佳实施例的一种具有EXOR运算功能的磁性晶体管电路图。磁性晶体管电路有一个第一磁性晶体管200与一个第二磁性晶体管230。第一磁性晶体管200有一个第一磁性块213与一个第二磁性块216，其中第一磁性块213与高电压端220耦接，第二磁性块216与输出端270耦接。第二磁性晶体管230有一个第三磁性块233与一个第四磁性块236，其中第三磁性块233与低电压端240耦接，第四磁性块与第二磁性块216和输出端270耦接。第二磁性块216与第四磁性块236有相同方向的偶极；第一磁性块213与第三磁性块233有相反方向的偶极；第一磁性块213，第二磁性块216，第三磁性块233与第四磁性块236的偶极配置用以控制输出端270的数据输出。

磁性晶体管电路进一步包含多个金属元件212，217，232，237分别地布置在磁性块213，216，233与263旁。金属元件212，217，232，237个别地控制磁性块213，216，233与236的偶极。例如。第一磁性晶体管200有金属元件(metal devices)212与217分别放置在磁性块213与216旁。金属元件212用来控制磁性块213的偶极，和金属元件217用来控制磁性块216的偶极。

如上所述，设计者可使用金属元件来控制磁性块的偶极，且设计者还可使用一磁性晶体管的两磁性块偶极来控制两磁性块的导通。

例如，当第一磁性块213的偶极与第二磁性块216的偶极一样时，第一磁性块213与第二磁性块216之间有传导性；当第一磁极块213与第二磁极块216的偶极是不一样的，第一磁性块213与第二磁性块216之间无传导性。

当第三磁性块233的偶极与第四磁性块236的偶极一样的，第三磁性块233与第四磁性块236之间有传导性；当第三磁极块233与第四磁极块236的偶极是不

一样的，第三磁性块 233 与第四磁性块 236 之间无传导性。

如上述所描述，磁性晶体管可以用来建构具逻辑运算功能的电路。

其下所述为图 1 的具有二进制 EXOR 逻辑运算功能的磁性晶体管电路。

EXOR 运算功能为：

$$\text{输出} = X \cdot Y' + X' \cdot Y$$

根据本发明的实施例，二进制的 EXOR 逻辑运算功能的真值表如下：

输出	偶极 Y=1(→)	偶极 Y=0(←)
偶极 X=1(→)	0	1
偶极 X=0(←)	1	0

其中“输出”所指为输出端 270 的输出数据，X' 为磁性块 216 与 236 的偶极，Y' 为磁性块 233 的偶极。第一磁性块 213 与第三磁性块 233 有不同方向的偶极，因此第一磁性块 213 的偶极为 Y' (就是非 Y)。符号“→”和“←”配置分别代表第一偶极与第二偶极。如何使用 X 与 Y 的偶极产生 EXOR 逻辑运算功能，请详见下列叙述。

图 2A 是依照本发明一实施例的一种具有 EXOR 二位运算功能的磁性晶体管电路图。其中，当磁性晶体管电路操作 EXOR 逻辑运算功能以输出二进制数据“0”时，第二磁性块 216 与第四磁性块 236 的偶极 218a 与偶极 238a 是处在代表二进制数据“1”的一个第一偶极状态借以控制输出数据，而第一磁性块 213 与第三磁性块 233 的偶极 211a 与偶极 231a 是处在分别代表二进制数据“0”与“1”的一个第二偶极和一个第一偶极状态借以控制输出数据。

图 2B 是依照本发明另一实施例的另一种具有 EXOR 二位运算功能的磁性晶体管电路图。其中，当磁性晶体管电路执行 EXOR 逻辑运算功能以输出二进制数据“1”时，第二磁性块 216 与第四磁性块 236 的偶极 218b 与偶极 238b 为代表二进制数据“1”一个第一偶极去控制输出数据，第一磁性块 213 与第三磁性块 233 的偶极 211b 与偶极 231b 为分别代表二进制数据“1”与“0”的一个第二偶极和一个第一偶极去控制输出数据。

图 2C 是依照本发明一实施例的其他另一种有 EXOR 二位运算功能操作的磁性

晶体管电路图。在其中，当磁性晶体管电路操作 EXOR 逻辑运算功能输出二进制数据“1”，第二磁性块 216 与第四磁性块 236 的偶极 218c 与偶极 238c 是处在代表二进制数据“1”的一个第一偶极状态借以控制输出数据，第一磁性块 213 与第三磁性块 233 的偶极 211c 与偶极 231c 是处在分别代表二进制数据“0”与“1”的一个第二偶极和一个第一偶极状态借以控制输出数据。

图 2D 是依照本发明一实施例的另一种具有 EXOR 二位运算功能的磁性晶体管电路图。在其中，当磁性晶体管电路操作 EXOR 逻辑运算功能以输出二进制数据“0”，第二磁性块 216 与第四磁性块 236 的偶极 218d 与偶极 238d 是处在为代表二进制数据“0”一个第一偶极状态借以控制输出数据，第一磁性块 213 与第三磁性块 233 的偶极 211d 与偶极 231d 是处在分别代表二进制数据“1”与“0”的一个第二偶极和一个第一偶极状态借以控制输出数据。

因此，磁性晶体管电路可以借此装置执行 EXOR 运算功能。

再者，本发明亦提供一种使用磁性晶体管电路产生 EXOR 运算功能的方法。此方法包含使用一具有一个第一磁性块 213 与一个第二磁性块 216 的第一磁性晶体管 200，其中，第一磁性块 213 与一个高电压端 220 耦合，第二磁性块 216 与输出端 270 耦合。以及使用具有一个第三磁性块 233 和一个第四磁性块 236 的第二磁性晶体管 230，其中第三磁性块 233 与一个低电压端 240 耦合，第四磁性块 236 与第二磁性块 216 和输出端 270 耦合。此方法分别使用第一、第二、第三与第四磁性块在输出端控制数据输出，其中第二与第四磁性块有相同方向磁极，第一与第三磁性块有相反方向磁极。

当磁性晶体管电路执行 EXOR 运算功能二进制输出数据“0”时，此方法使得第二磁性块 216 与第四磁性块 236 处在分别代表二进制数据“1”的第一磁极状态，也使得第一与第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“0”与“1”的第二偶极和第一偶极状态。当磁性晶体管电路执行 EXOR 运算功能二进制输出数据“1”时，此方法使得第二磁性块 216 与第四磁性块 236 处在为分别代表二进制数据“1”的第一磁极状态，也使得第一与第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“1”与“0”的第一偶极和第二偶极状态。

当磁性晶体管电路执行 EXOR 运算功能二进制输出数据“1”时，此方法使得第二磁性块 216 与第四磁性块 236 处在代表二进制数据“0”的第二磁极状态，也

使得第一与第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“0”与“1”的第二偶极和第一偶极状态。当磁性晶体管电路执行 EXOR 运算功能二进制输出数据“0”时，此方法使得第二磁性块 216 与第四磁性块 236 处在代表二进制数据“0”的第二偶极，也使得第一与第三磁性块的偶极处在分别代表二进制数据“1”与“0”的第一偶极和第二偶极状态。

为使与原半导体积体电路一起运作，低电压末端 240 的电压为 0，高电压末端 220 的电压大约为 2.5 伏特、3.3 伏特或 5 伏特。

符号“→”与“←”这里分别代表磁性块的偶极，并不限制偶极方向。在磁性晶体管电路中，每一个磁性晶体管在两磁性块间具有传导块。此传导块的传导度由两个磁性块的偶及所控制。因此，磁性晶体管电路是一个具有 EXOR 运算功能的双输入电路。借着以上的描述，所描述的磁性晶体管电路与方法可以用以产生 EXOR 运算功能。

虽然本发明已以一较佳实施例揭露如上，然而其并非用以限定本发明，任何熟悉本技术的人员，在不脱离本发明的精神和范围内，当可作各种等同的更动与润饰，因此本发明的保护范围当视后附的本申请权利要求范围所界定的为准。

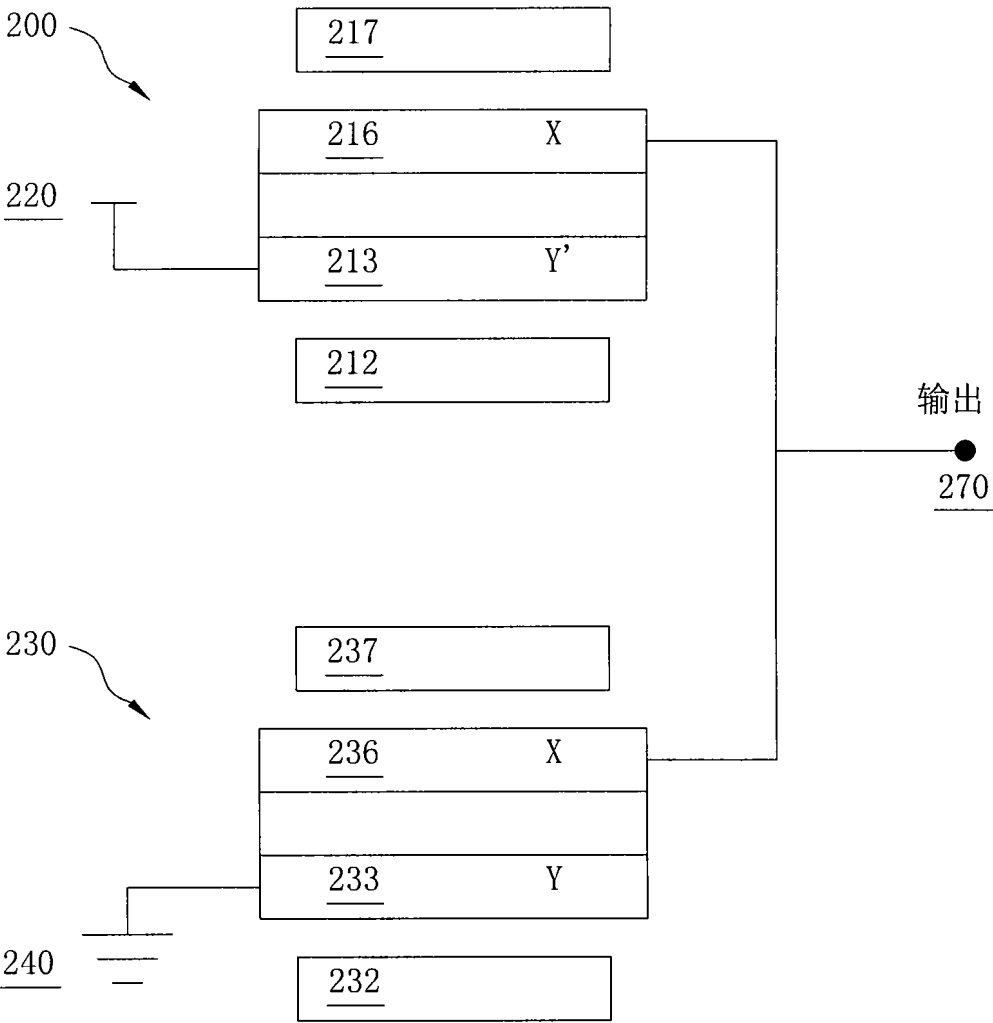


图 1

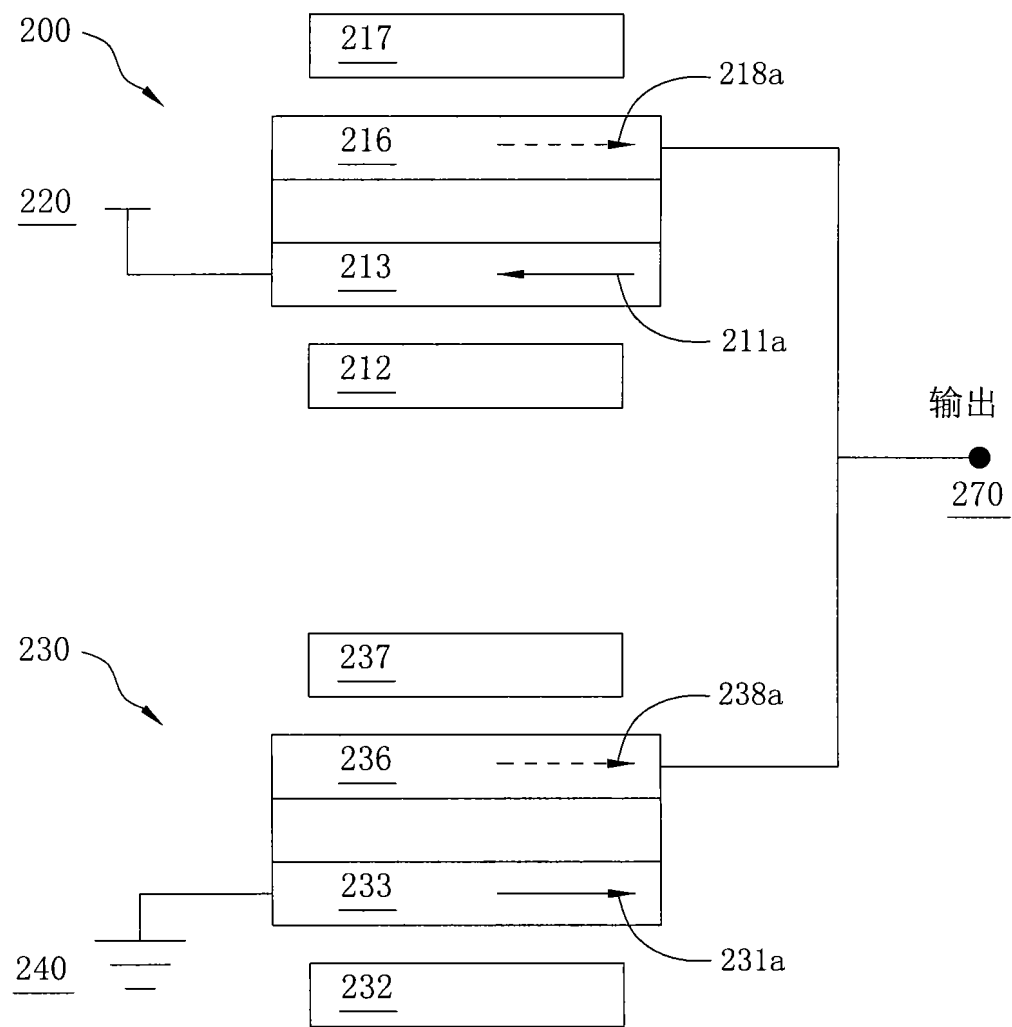


图 2A

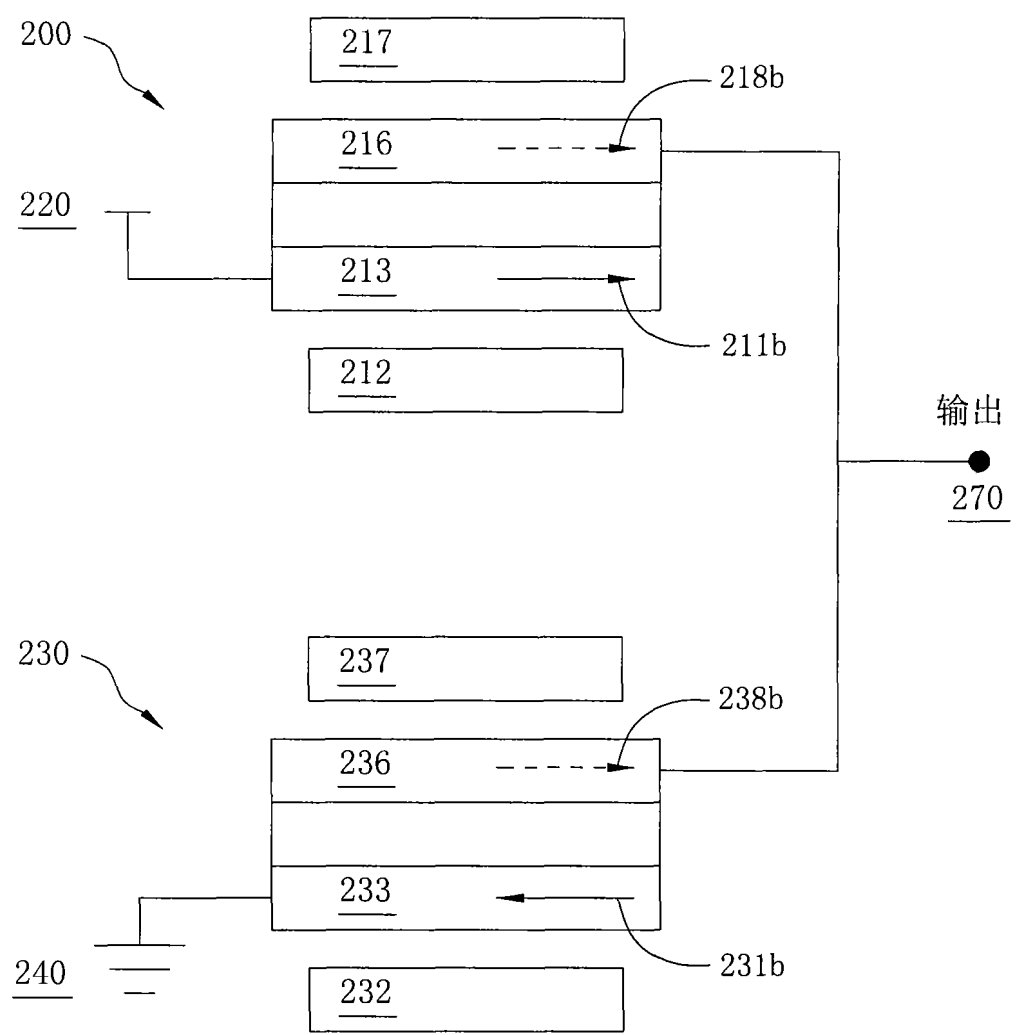


图 2B

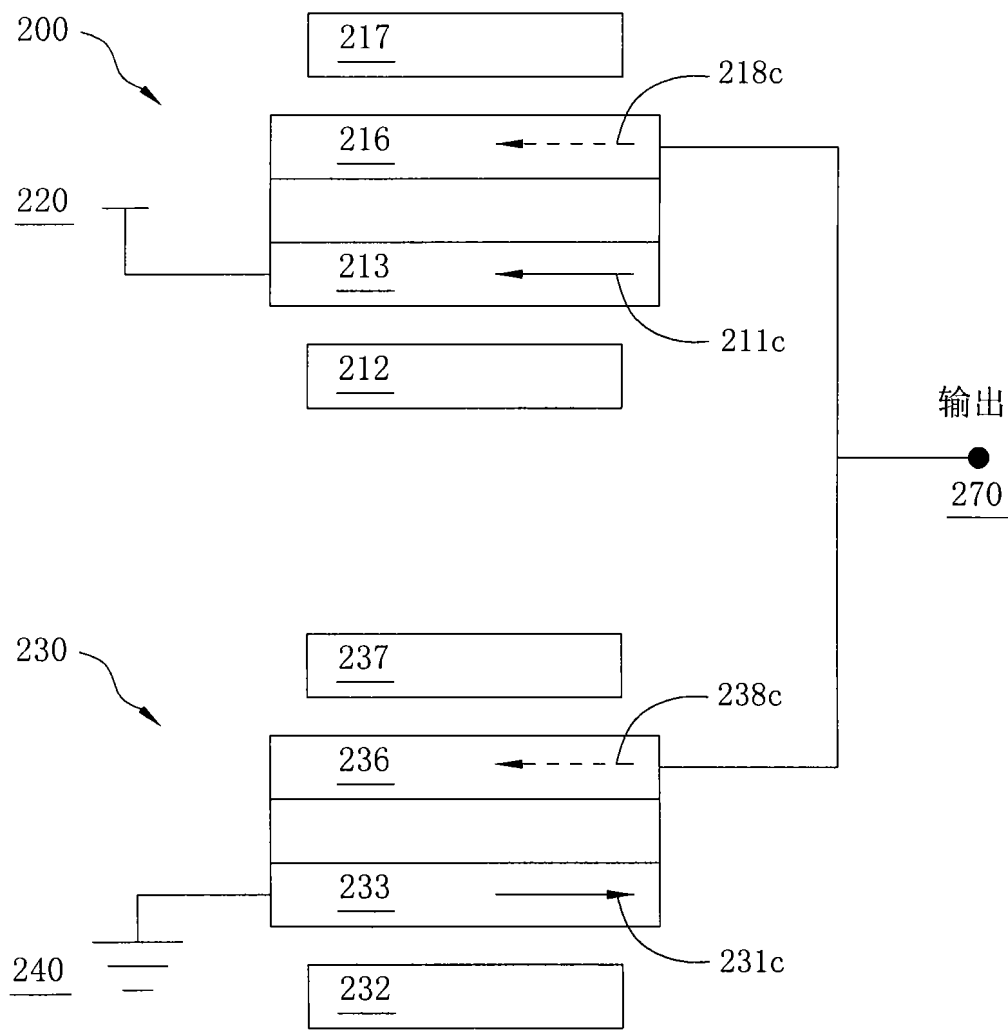


图 20

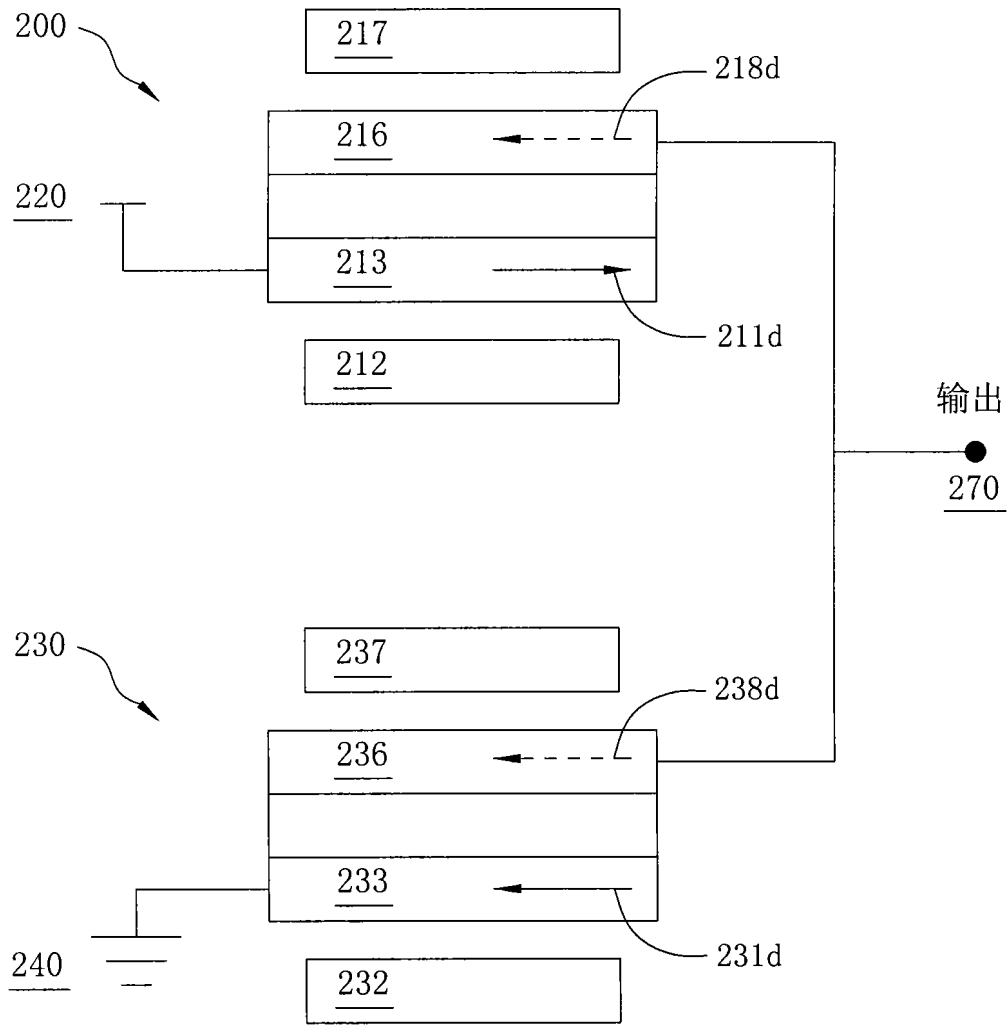


图 2D