



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号

88104089.4

[51] Int. Cl^A

G11C 27/02

[43] 公开日 1989年3月8日

[22] 申请日 88.6.27

[30] 优先权

[32] 87.6.30 [33] NL [31] 8701528

[71] 申请人 飞利浦光灯制造公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 马塞林纳斯·约翰·内斯·玛丽亚·佩

尔格罗姆 安东尼厄斯·约翰内斯·

杰拉达斯·约金斯

阿瑟·赫曼纳斯·玛丽亚·范洛阿门德

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 何耀煌 肖梅昌

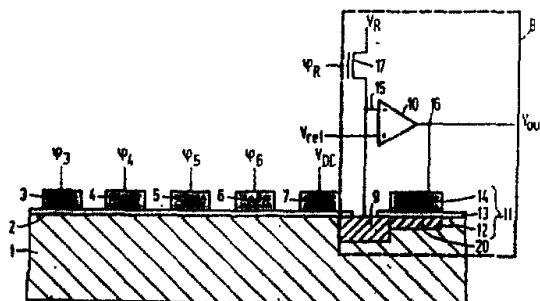
H03F 3/70

说明书页数: 11 附图页数: 2

[54] 发明名称 装备有电荷转移器件的半导体器件

[57] 摘要

包括含输出级(8)的电荷转移器件的半导体器件。输出级(8)包括读出区(9), 反馈电容器(11)和放大器(10)。放大器(10)的倒相输入端(15)连接到读出区(9), 而放大器(10)的输出端(16)经由电容器(11)反馈到输入端(15)。按照本发明, 该装置使电荷转移器件工作时, 电容器(11)中表面区(13)的表面电势只决定于读出区(9)的电位。(9)的电荷与电容器(11)的端电压变化量之间存在线性关系。该电压变化是所输送电荷的精确量度。



1. 一种半导体器件，它包括在表面上装备有电荷转移器件的半导体基片，所述电荷转移器件具有输出级，后者包括位于所述表面上的读出区和具有反馈电容器的放大器，所述放大器的倒相输入端连接到读出区，并且该放大器的输出端经由所述电容器反馈到所述输入端，其特征在于：

—— 所述电容器包括在半导体基片中的表面区，在该表面上的介质层以及在该介质层上的导电层，

—— 所述表面区与所述读出区相连接，

—— 设置一种装置，在电荷转移器件工作期间，借助该装置使所述反馈电容器的表面区的表面电势仅仅决定于读出区的电势。

2. 如权利要求1中所要求的半导体器件，其特征在于：所述反馈电容器是一种耗尽型的电容器。

3. 如权利要求2中所要求的半导体器件，其特征在于：所述反馈电容器含有位于所述表面的表面区中的掺杂区，该掺杂区具有与所述表面区相反的导电类型。

4. 如权利要求3中所要求的半导体器件，其特征在于：所述掺杂区邻接所述读出区。

5. 如上述各权利要求中任一项所要求的半导体器件，其特征在于：

—— 所述放大器包括场效应晶体管，该晶体管的漏极区构成放大器的输出端并且耦合到负载上，所述晶体管的栅极是放大器的倒相输入端。

—— 在所述读出区和放大器的输出端之间设置一个复位晶体管，

6. 如权利要求 5 中所要求的半导体器件，其特征在于：所述负载是耗尽型的场效应晶体管。

7. 如上述各权利要求中任一项所要求的半导体器件，其特征在于：

—— 所述电荷转移器件装备有含有输入电容器的输入级，所述输入电容器包括在半导体基片上的介质层以及在该介质层上的导电层，

—— 输入电容器的介质层具有至少大体上与反馈电容器的介质层相同的结构。

8. 如上述各权利要求中任一项所要求的半导体器件，其特征在于：

—— 所述电荷转移器件装备有含有输入电容器的输入级，

—— 所述反馈电容器具有至少大体上与输入电容器相等的电容量。

装备有电荷转移器件的 半 导 体 器 件

本发明涉及一种半导体器件，它包括在表面上装备有电荷转移器件的半导体基片，所述电荷转移器件具有输出级，后者包括位于所述表面上的读出区和含有反馈电容器的放大器，放大器的倒相输入端连接到读出区，而放大器的输出端经由所述电容器反馈到所述输入端。

已公开的欧洲专利申请第46,549号公开了这种半导体器件。在该已知器件中，到达读出区的电荷包被输送到反馈电容器，结果，该反馈电容器的端电压发生变化。这种电压变化是对所输送的电荷量的量度。在各种模拟系统应用场合，所传送的电荷量与电容器端电压的变化之间应当存在线性关系，以便能够由所述电压变化简单地决定所传送的电荷量。为此目的，所述电容器必须具有与电压无关的电容量。根据上述专利申请，MOS型电容器因为其电容量依赖于电容器的端电压而特别不适合于上述目的。

一般说来，还可以通过以下方法在半导体器件中构成电容器，即，利用截止的P_n结或者在两导电层之间设置一介质层。除了集成在半导体器件中的这些电容器之外，还可以利用非集成电容器。然而，所有这些替换物都有一些缺点。例如，截止P_n结的电容量与电压有关，结果，电容器所存储的电荷量与其端电压之间的关系是非线性的。制造包括两导电层和一中间介质层的电容器的方法常

常与现有工艺不相适应，因此，在许多情况下需要包含其他工艺步骤。非集成电容器的缺点是：它比较昂贵，并且，需要在半导体器件中的附加的接触表面以及在与半导体器件连接中，需要在外壳中的附加的连接针。

本发明的目的在于提供一种开头一节中提到的那类半导体器件，它具有集成在半导体器件中的、特别是在其中占有附加空间的反馈电容器，该电容器与半导体器件的制造工艺相适应，并且还具有几乎与电压无关的电容量。

为此目的，按照本发明的、开头一节中提到的那类半导体器件的特征在于：（1）所述电容器具有在半导体基片中的表面区，在该表面上的介质层以及在该介质层上的导电层；（2）所述表面区与所述读出区相连接；（3）设置一种装置，在电荷转移器件工作期间，借助该装置使所述反馈电容器的表面区的表面电势只决定于读出区的电势。在该器件工作期间，读出区的电势具有基本上不变的值。实际上，在放大器具有足够高的电压放大倍数的情况下，当电荷被输送到读出区时，该电荷将基本上全部被存储在反馈电容器的导电层中。留在读出区的电荷的百分率是很小的，以致读出区的电势几乎不会由此而发生变化。既然在本发明的半导体器件中，借助所述装置使所述表面区的表面电势只决定于读出区的电势，那么这意味着反馈电容器的电容量基本上与电压无关。但是，由于输出电荷的结果，反馈电容器的端电压发生变化。因为，在本发明的半导体器件中，反馈电容器的电容量基本上与电压无关，所以，对于该电容器的端电压变化量，下式成立：

$$\Delta V = \Delta Q / C_t$$

其中 ΔV 是电压变化量， ΔQ 是所输送的电荷量以及 C_t 是反馈电容器的电容量。当把某一数量的电荷输送到读出区时，反馈电容器的端电压就因此而按比例变化。因此，该电压变化量是对所输送的电荷量的精确量度。

所述装置可以具有各种型式，例如，放大器的输出端与反馈电容器之间的电压源。该半导体器件的一个特定实施例（其中，所述装置存在于反馈电容器自身中）的特征在于：该反馈电容器是耗尽型的。在这种电容器中，在介质层下面的所述表面上存在反型沟道，后者具有与所述表面区相反的导电类型。例如，由于介质层和／或导电层的材料特性的结果，可以获得这种沟道。一般说来，耗尽区存在于反型沟道之下。在这种情况下，可以设想反馈电容器由两个并联的电容构成，即，由导电层、反型沟道以及插入的介质构成的第一电容，以及由反型沟道、表面区和插入的耗尽区构成的第二电容。此时，第一电容是与电压无关的，但是，第二电容是与电压有关的。然而，由于反型沟道的电势等于读出区的电势，并且后者基本上不变化，所以，耗尽区两界面之间的电势差基本上是不变的，结果，该器件工作期间，第二电容也不变化。如果把输送到读出区的电荷引导到导电沟道，那么，反馈电容器的端电压将因此而直接按比例变化，因此，该电压变化量能够作为对输送到读出区的电荷量的精确量度。

本发明的半导体器件的另一个特定实施例的特征在于：反馈电容器在所述表面上的表面区中具有掺杂区，该掺杂区具有与所述表面区相反的导电类型。该掺杂区可以用注入法或扩散法来形成。由于存在该掺杂区，所以，没有必要为了在所述表面形成上述导电沟道而对介质层和／或导电层的材料提出特殊要求。

按照本发明，该掺杂区最好邻接读出区。这样，不必要为了将输送到读出区的电荷引导到该掺杂区而提供附加的接点和连线，同时，也因此基本上不需要附加的空间。

本发明半导体器件的最佳实施例的特征在于：（1）所述放大器包括场效应晶体管，该晶体管的漏极区构成放大器的输出端并且耦合到负载上，并且，该晶体管的栅极构成放大器的倒相输入端；（2）在放大器的输出端与所述读出区之间设置复位晶体管。工作期间，借助该复位晶体管，给读出区加上给定的偏压。一般说来，因为，当把电荷输送到读出区时，该区的电势变化是比较强烈的，所以，为了上述目的，应当选用比较高的电压。实际上，一般为此选用供电电压。但是，电荷转移器件工作期间，供电电压是轻微波动的，并且这些波动会传到放大器的输出端，因此，在该输出端测到不纯的信号。如上所述，当把电荷输送到本发明的半导体器件中的读出区时，该区的电势仅仅有非常微弱的变化。因此，不必事先给该读出区加上高电压，而可以为此选用比较低的电压。在本最佳实施例中，借助所述复位晶体管，给读出区加上大体等于场效应晶体管门限电压的偏压。该电压非常稳定，它仅仅依赖于所述晶体管的结构特性，因而，在晶体管工作期间不发生变化。因此，能够在放大器的输出端测到不受供电电压波动影响的纯信号。

根据本发明的半导体器件的一个特定最佳实施例的特征在于：（1）所述电荷转移器件装备着含有输入电容器的输入级，该电容器包括在半导体基片上的介质层和在该介质层上的导电层；（2）输入电容器的介质层至少具有基本上与反馈电容器的介质层相同的结构。此处，应当把术语“结构”理解为包括所述介质层的组分和

厚度。实际上这意味着输入电容器的介质层和反馈电容器的介质层是以相同的工艺步骤制造的。由于两个介质层具有基本相同的结构，因此，它们的电容特性也是相同的。因此，所述电荷转移器件的放大因数只取决于输入电容器表面积和输出电容器表面积之间的比值。当选择这两种表面积的适当值时，就能够以简单而精确的方法调整所述器件的放大因数。这样，例如，如果所述电荷转移器件被包含在具有放大因数 β 的电路中，那么，可以简单地选择输入电容器和反馈电容器的表面积，使得它们的比值 α 为： $\alpha = \frac{1}{\beta}$ ，从而，该电路的总的放大倍数等于 1，因此，该电路的输出信号是输入信号的精确的再现。此外，因为两个介质层的特定的共同结构已不再具有重要性，所以，所述放大因数具有非常精确的再现性。

下面将参考附图和若干实施例对本发明进行更充分的描述。附图中，

图 1 用图解法以断面图说明根据本发明的半导体器件的实施例，

图 2 用图解法，以断面图说明 MOS 电容器，

图 3 表示 MOS 电容器的电容量与其两端之间电压的关系曲线，

图 4 用图解法，以断面图说明按照本发明的半导体器件的最佳实施例，以及

图 5 用图解法，以断面图说明按照本发明的半导体器件的输入级。

各附图都是示意性的，未按比例绘制。为清晰起见，特别将某些尺寸大比例地放大。各相应的部件一般用相同的标号标明。此外，在断面图中，一般在相同导电类型的半导体材料上划上相同方向的阴影线。

图 1 以断面图表示按照本发明的半导体器件的实施例。该半导体器件包括半导体基片 1，在本实施例中，基片 1 由 P 型单晶硅构成，该基片在表面 2 上装备有电荷转移器件。在本实施例中，所述电荷转移器件是 n 型沟道表面电荷转移器件，但是，其他类型的电荷转移器件，例如，埋道电荷耦合器件，蠕动电荷耦合器件或者库链器件也可以包括在本发明的范围内。该电荷转移器件包括若干时钟电极 3 至 6 以及输出门 7，此外，还备有输出级 8。输出级 8 包括位于表面 2 的读出区 9 以及含有反馈电容器 11 的放大器 10。在本实施例中，选用了运算放大器，但是，其他类型的放大器也可能在本发明的范围内。按照本发明，反馈电容器 11 包括在半导体基片中的表面区 12，在表面 2 上的介质层 13 以及在介质层 13 上的导电层 14。在本实施例中，介质层 13 是一层氧化硅，而导电层 14 是一层掺杂的多晶硅。但是，本发明不限于这些材料，因此，在本发明的范围内，任何介质材料都可以用来做介质层，以及任何导电材料都可以用来做导电层。放大器 10 具有连接到读出区 9 的倒相输入端 15。放大器 10 的输出端 16 经由反馈电容器 11 反馈到倒相输入端 15。此外，输出级 8 还包括复位晶体管 17，该晶体管连接到读出区 9，以便给后者加上给定的固定偏压 V_D 。图中仅仅为清晰起见，把复位晶体管 17 象放大器 10 那样，显示在半导体基片 1 的侧边；而实际情况是：这两个部件都可以在不需要另外的工艺手段的情况下集成在半导体基片 1 中。

电荷转移器件工作期间，将适当选择的时钟电压 φ_3 至 φ_6 加到时钟电极 3 至 6，以便将电荷包（在本实施例中是若干电子）向输出门 7 转移。此时，输出门 7 保持不变的电位 V_{DC} ，以便抵消

最后的时钟电极6与读出区9之间的相互干扰。在电荷包到达最后时钟电极6的下面之后，由于时钟电极6与输出门7之间的电位差以及输出门7与加偏压的读出区9之间的电位差，所述电荷包将被整个地输送到读出区9。

读出区9连接到放大器10的倒相输入端15。在放大器10具有足够高的电压放大倍数 μ 的条件下，例如 $\mu \geq 40$ ，所传送的电子将基本上全部存储在反馈电容器11中。留在读出区9中的电子的百分比是很小的，以致由此引起该区的电位变化 Δv 是非常小的。

但是，反馈电容器11的端电压有显著的变化。由于放大器10具有电压放大倍数 μ ，所以，输送到的电子使导电层13的电位提高 $\mu \cdot \Delta v$ 数值。由于MOS电容器的电容量显著地依赖于其端电压，所以，这种电容器上的电压变化，例如时钟电极3至6上的电压变化，通常不与所输送的电子的数量成正比。下面将参考图2更充分地说明这一点。

图2示出由P型单晶硅构成的半导体基片1以及在基片1中的n型区9和上述类型的电容器11。电容器11包括在半导体基片1中的表面区12，位于表面区12上方、在半导体基片的表面2上的介质层13以及位于该介质层上的导电层14。在本实施例中，半导体基片1接地。如果在导电层14上加上正电位，那么，在表面2下面的、P型表面区12的一部分18将变成耗尽区。反馈电容器11的电容量也依赖于该耗尽区18的尺寸。此处，始终把电容器11的电容量理解为在读出区9和电容器11的导电层14之间测到的电容量，图2中用C表示该电容量。当在导电层14上加

上负电压或很小的电压值时，表面区 1 2 将不是或基本上不是耗尽区，因而，所述电容量主要决定于导电层 1 4 和读出区 9 之间的交迭电容量 C_o 。如果提高导电层 1 4 的电位，那么，表面区 1 2 的表面电位也将提高，结果，表面区 1 2 变成耗尽区；如果表面区 1 2 已经是耗尽区，那么，随着导电层 1 4 上电位的提高，该耗尽区就延伸到表面区 1 2 的更深处。结果，电容器 1 1 的电容量呈现较高值，直至到达该电容器的门限电压为止。当所述电压超过门限电压时，该电容器进入反型状态，这意味着，在表面 2 的下面，在表面区 1 2 中，形成具有与表面区 1 2 的相反的导电类型的沟道，在本实施例中是 n 型沟道。于是，在读出区 9 和表面区 1 2 之间存在导电连接，从而，电容量 C 等于介质层 1 3 两界面之间的电容量 C_d 。图 3 中通过曲线 A，用图解法表示这种变化，其中， V_{th}^A 表示电容器 1 1 的门限电压。

在各种模拟应用场合，以下事实具有重大意义，即，在输送到反馈电容器 1 1 的电荷量与该电容器两端电压变化量之间存在线性关系。只有在这种情况下，才能简单地由反馈电容器 1 1 两端的电压变化量来精确地确定输送到读出区 9 的电荷量。

为了达到这一目的，根据本发明，将表面区 1 2 连接到读出区 9，并且提供一种装置，借助这种装置，使得当该电荷转移器件工作期间，表面区 1 2 的表面电势完全由读出区 9 的电势所确定。该装置可以有許多型式，例如，放大器 1 0 的输出端与反馈电容 1 1 的导电层 1 4 之间的电压源以及表面 2 下面的反型沟道。图 1 中，所述装置包括位于表面区 1 2 中并且与表面 2 和读出区 9 邻接的 n 型掺杂区 2 0。掺杂区 2 0 可以用注入法或者扩散法来获得。此外，

将读出区 9 同时作为掺杂区，在本质上是可能的。在这种情况下，介质层 1 3 和导电层 1 4 位于该读出区之上。掺杂层 2 0 的优点是：不必为了在所述表面上形成导通沟道而对导电层 1 4 和/或介质层 1 3 的材料提出各种特殊要求。如上所述，在电荷转移器件工作期间，读出区 9 具有基本上不变的电位。借助所述装置还使表面区 1 2 的表面电势基本上不变，并且，反馈电容 1 1 的电容量基本上与电压无关。图 3 中用由线 B 表示了这一特性，其中， V_{th}^B 是根据本发明的反馈电容器 1 1 的门限电压。借助掺杂区 2 0，使所述门限电压降到 0 伏以下，其结果，使在正常的工作电压下，所述电容器的电容量始终等于介质层 1 3 两界面之间的电容量 C_d 。因此，对于由输送到读出区 9 的电荷量 ΔQ 产生的反馈电容器 1 1 两端的电压变化 ΔV ，以下的线性关系成立： $\Delta V = \Delta Q / C_d$ 。介质层 1 3 两界面之间的电容量 C_d 与该电容器两端的电压无关。向读出区 9 输送电荷的结果使反馈电容器 1 1 的端电压按比例变化。这样，在根据本发明的半导体器件中，反馈电容 1 1 两端电压的变化就是对输送到读出区 9 的电荷量的精确量度。

图 4 以断面图，用图解法说明根据本发明的半导体器件的一个最佳实施例。根据本发明，在该半导体器件中，放大器 1 0 包括场效应晶体管 2 2，该晶体管的漏区构成放大器 1 0 的输出端 1 6 并且耦合到负载 2 1。在本实施中，负载 2 1 是耗尽型的场效应晶体管，但是，该负载也可以是欧姆电阻器。场效应晶体管 2 2 的栅极 1 5 是放大器 1 0 的倒相输入端。复位晶体管 1 7 设置在放大器 1 0 的输出端 1 6 和读出区 9 之间，从而给读出区 9 加上给定的偏压。由于向读出区 9 输送电荷而引起的该区的电势变化是比较剧烈

的，所以，一般说来，为了上述目的，应当选用比较高的电压。所以，实际上几乎都选用供电电压。但是，该半导体器件工作期间，供电电压是轻微波动的。这种波动被传到放大器 10 的输出端 16，引起输出信号的畸变。如上所述，当向读出区 9 输送电荷时，本发明的半导体器件中的读出区 9 的电势只有非常轻微的变化。因此，不必事先给所述读出区加上高偏压，而可以为上述目的而选用较低电压。在上述最佳实施例中，借助复位晶体管，给所述读出区加上大体等于场效应晶体管 22 的门限电压的偏压。该电压非常稳定，它仅仅取决于晶体管 22 的结构特性，因此，该半导体器件工作期间，该电压不变化。这样，在放大器 10 的输出端 16 测得的是一种纯信号。

图 5 示出本发明的半导体器件中电荷转移器件的输入级。该输入级包括读入区 25，采样门 26 和输入电容器 30。输入信号 V_{in} 被加到输入电容器 30，在该信号的作用下，电荷（在本实施例中是电子）从读入区 25 转移到时钟电极 28。当把时钟电压 φ_{28} ， φ_{29} 等等加到时钟电极 28，29 等等时，该电压就由电荷转移器件转移到读出区 9。在特定的最佳实施例中，在半导体基片 1 上设置输入电容器 30，介质层 33 以及介质层 33 上的导电层 34，并且，输入电容器 30 的介质层 33 具有与反馈电容器 11 的介质层 13 基本上相同的结构。对于电荷转移器件的放大因数 α ，一般说来，下式成立：

$$\alpha = V_{out}/V_{in} = C_{in}/C_t = \delta_{in} \cdot O_{in} \cdot d_t / \delta_t \cdot O_t \cdot d_{in}$$

其中， C_{in} ， O_{in} ， C_t 和 O_t 分别代表输入电容器 30 和反

馈电容器 11 的电容量和表面积，而 δ_{in} ， d_{in} ， δ_t 和 d_t 分别代表输入电容器 30 的介质层 33 的介电常数和厚度以及反馈电容器 11 的介质层 13 的介电常数和厚度。由于介质层 13 和 33 具有基本相同的结构，所以，这两个介质层 13 和 33 的电容特性（即，厚度和介电常数）也相等。因此，将这些量从放大因数的方程中消去，从而将后者简化为：

$$\alpha \sim C_{in} / C_t$$

因此，所述放大因数仅仅取决于输入电容器 30 的表面积和反馈电容器 11 的表面积之间的比值。当适当地选择这两种表面积的值时，就能够以简单而精确的方式调整所述放大因数。此外，因为介质层 13 和 33 的特殊的共同结构不再具有重要性，所以，所述放大因数具有很好的可再现性。

所述电荷转移器件最好具有这样的结构，即，使得输入电容器 30 具有与反馈电容器 11 基本相同的电容量。例如，如果输入电容器 30 具有实际上与反馈电容器相同的结构形式，那么，其结果就是上述情况。在这种情况下，在输出端 16 测到的输出信号 V_{out} ，实际上是输送到输入电容器 30 的输入信号 V_{in} 的精确的再现。

应当指出，对于本专业的技术人员来说，在本发明范围内作出各种变化是可能的，因此，可以借助本发明而实现许多其他半导体器件。例如，在所述实施例中，一般说来，可以用相反的导电类型（全部同时地）来代替所述导电类型。

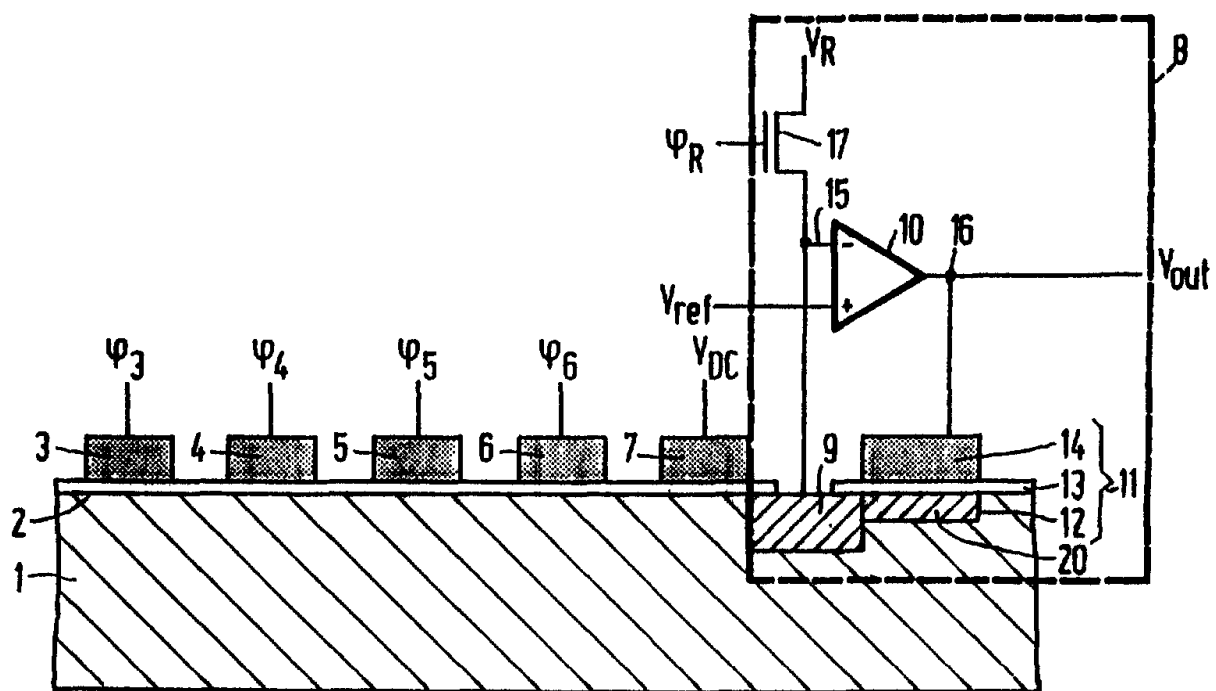


图 1

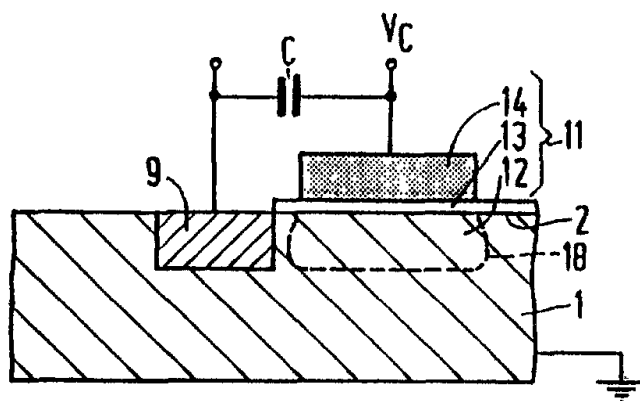


图 2

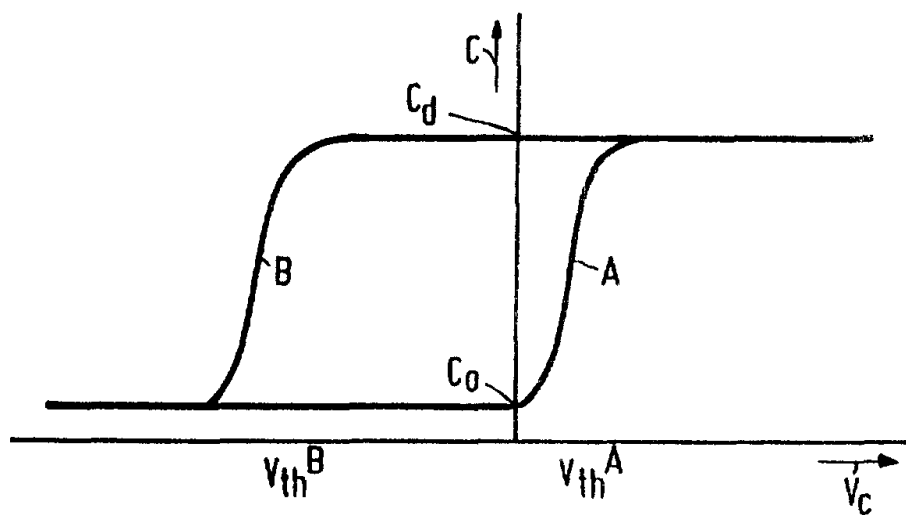


图 3

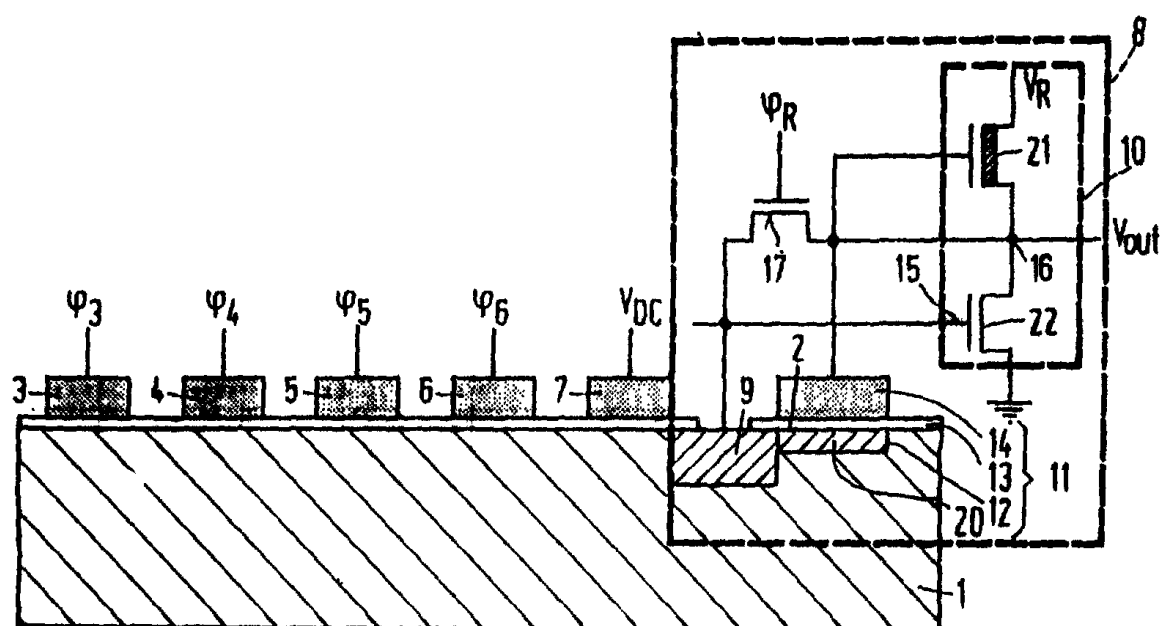


图 4

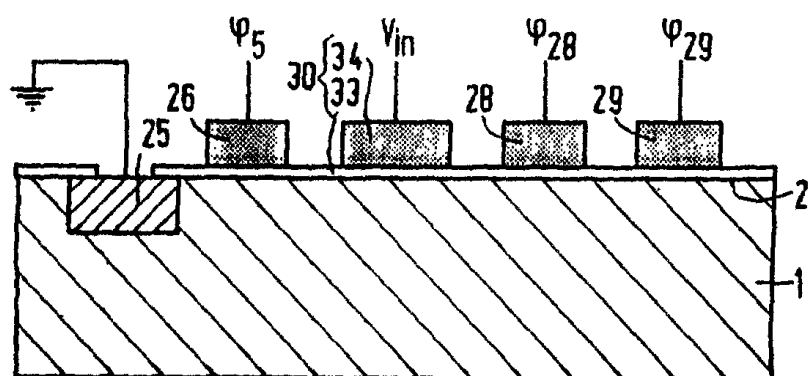


图 5