

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99814863.6

[43] 公开日 2002 年 1 月 16 日

[11] 公开号 CN 1331862A

[22] 申请日 1999.12.21 [21] 申请号 99814863.6

[30] 优先权

[32]1998.12.21 [33]DE [31]19859131.4

[32]1999.6.11 [33]DE [31]19926700.6

[86] 国际申请 PCT/DE99/04054 1999.12.21

[87] 国际公布 WO00/38303 德 2000.6.29

[85] 进入国家阶段日期 2001.6.21

[71] 申请人 因芬尼昂技术股份公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 C·劳特巴赫

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

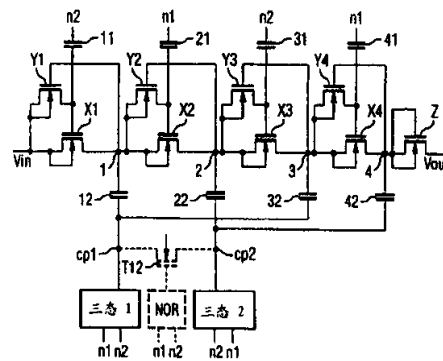
代理人 郑立柱 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 3 页

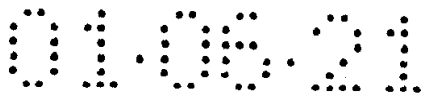
[54] 发明名称 具有高效率电压倍增的装置及其用途

[57] 摘要

本发明涉及用于在升压电荷泵基础上电压倍增的一种装置,这种装置例如作为在 EEPROM 和闪电 EEPROM 上的片上高压发生器得到采用。通过经三态驱动器的泵电容器的充电和通过简化的节拍图表来减少损耗功率和节省芯片面积。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 用于电压倍增的装置,

其中存在着具有许多升压晶体管 ($Y1...Y4$) 的一种电荷泵, 在此奇数升压晶体管的栅极是经泵电容器 ($12, 32$) 与一个第一泵电压接头 ($cp1$) 连接的, 和在此偶数升压晶体管的栅极是经其它的泵电容器 ($22, 42$) 与一个第二泵电压接头 ($cp2$) 连接的, 并且此电荷泵具有许多泵晶体管 ($X1...X4$), 在此奇数泵晶体管 ($X1, X2$) 的栅极是经电容器 ($11, 31$) 与一个第一升压电压接头 ($n2$) 连接的, 和在此偶数泵晶体管 ($X2, X4$) 的栅极是经电容器 ($21, 41$) 与一个第二升压电压接头 ($n1$) 连接的,

其中第一和第二泵电压接头是分别与各自三态驱动器 (三态 1, 三态 2) 的一个输出端连接的, 这些三态驱动器的各自输入端是与两个升压电压接头 ($n1, n2$) 连接的, 并且当两个升压电压基本上是同等大时, 则在三态驱动器的输出端上出现高阻抗的状态.

2. 按权利要求 1 的装置, 其中第一和第二泵电压接头是经连接晶体管 ($T12$) 可以连接的, 取决于升压电压 ($n1, n2$) 如此控制连接晶体管的栅极, 使得当既无泵晶体管, 也无升压晶体管导通时, 该连接晶体管导通.

3. 按权利要求 2 的装置, 其中连接晶体管 ($T12$) 的栅极是与 NOR 门的输出端, 和 NOR 门的两个输入端分别是与两个升压电压接头 ($n1, n2$) 之一连接的.

4. 按权利要求 1 至 3 之一的装置,

其中升压电压 ($n1$) 之一是如此形成的, 使得给 NOR 门 (NOR 1) 在一个第一输入端上直接地, 和在一个其它的输入端上通过延迟元件 (D) 延迟地输送全局时钟节拍信号 (CLK), 和在 NOR 门的输出端上存在着这个升压电压, 并且在此装置上升压电压 ($n2$) 中的一个其它的是如此形成的, 使得给 UND 连接 ($I1, I2, NOR 2$) 在一个第一输入端上直接地, 和在一个其它的输入端上通过延迟元件 (D) 延迟地输送全局时钟节拍信号 (CLK), 并且在 UND 连接的输出端上存在着这个升压电压.

5. 按权利要求 1 至 4 之一的装置, 其中 UND 连接是通过其输入端分别由逆变器 ($I1, I2$) 逆变的一个其它的 NOR 门 (NOR 2) 形成的.

6. 按权利要求 1 至 5 之一的装置,

其中一个各自的三态驱动器在一个第一电源电压接头 (VDD) 和三态驱动器的输出端之间具有一个 p 沟道晶体管 (Tp1), 和在基准电位 (GND) 和输出端之间具有一个 n 沟道晶体管 (Tn1),

5 其中 p 沟道晶体管的栅极是经逆变驱动器 (D11) 与第一升压电压接头 (n2) 连接的, 和

其中 n 沟道晶体管的栅极是经非逆变驱动器 (I21, D21) 与第二升压电压接头 (n1) 连接的.

7. 采用按以上权利要求之一的装置用于在电池运行的设备中损耗
10 功率少地生成电可编程只读存储器的编程电压.

说明书

具有高效率电压倍增的装置及其用途

5 本本发明涉及用于电压倍增的按电荷泵原理工作的一种装置,在此这样的电荷泵由至少两个泵晶体管和由两个升压晶体管以及四个电容器组成,并且具有四相位的节拍图表。这样的装置经常单片集成地位于例如像 EEPROM 和闪电 EEPROM 那样的电可编程只读存储器的半导体芯片上。从国际申请 WO 97/26657 和 WO 98/01938 中以及从在 1998 年 9 月中的 IEEE 会议 ESSCIRC 98 上的一个文献中公开了这样的装置。

10 从 US 专利 5,818,289 中说明了具有泵电容器之间所谓的电荷共用的一种电路。在泵的这种控制上如此提高效率,使得已充电的泵电容器不是像以在上面所说明的泵原理那样对机壳放电,而是将电荷经开关带到下一个电容器上,在此将此电容器从 0V 充电到 VDD/2 上。然后第一电容器同样位于 VDD/2 上,并且仅将此电荷向机壳导出。以此方式可能节省电源为了电容器充电所必须提供的能量的 50%。在这里不利的是一种具有 5 个时间上互相分开节拍的比较费事的节拍图表。

基于本发明的任务现在在于,说明用于电压倍增的一种装置,在此装置上泵的总效率是尽可能高的和必要的芯片面积同时是尽可能小的。

20 按本发明通过权利要求 1 的特征解决此任务。其它的权利要求涉及有利的构成和本发明的一种优先的用途。

以下借助图中所示实施例详述本发明。在此展示的:

图 1 为用于具有高效率电压倍增的一种装置的两个变型的电路图,

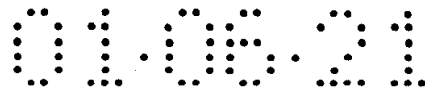
25 图 2 为图 1 的三态电路的详图,

图 3 和 4 为用于阐述图 1 和 2 的电压时间图,

图 5 为用于生成图 1 和 2 的两个节拍电压的电路详图,以及

图 6 为已知装置的和本发明两个实施例的效率比较图。

30 通过本发明既在具有 4 个节拍的常规电荷泵上,也在具有电荷共用的电荷泵上达到尤其是在低输出电流时的效率的重要改善。既通过具有两个本身需要较少能量的节拍的简化节拍生成,也通过在泵期间由泵电容器和升压电容器上的电容过耦合所形成的较少寄生的电流尖峰



达到这一点。在此不恶化泵的输出功率，并且在小的输出电流时输出电压甚至于上升。通过简化的节拍图表较小的芯片面积对于相同的泵功率也是必要的。通过较小数目的电流尖峰改善具有电荷泵电路的电磁辐射。

5 图 1 中示范性地表示了用于电压倍增的一种装置，此装置具有四个相同方式构造的级，和取决于四个节拍电压 n_1 , n_2 , cp_1 和 cp_2 地从低的输入电压 V_{in} 中形成高的输出电压 V_{out} 。在此实例中所示的电荷泵用于生成正的输出电压 V_{out} ，并且在一个第一级中具有一个泵晶体管 X_1 ，一个升压晶体管 Y_1 和电容器 11 和 12 ，在一个第二级中具有一个泵晶体管 X_2 ，一个升压晶体管 Y_2 和电容器 21 和 22 ，在一个第三级中具有一个泵晶体管 X_3 ，一个升压晶体管 Y_3 和电容器 31 和 32 ，以及在一个第四级中具有一个泵晶体管 X_4 ，一个升压晶体管 Y_4 和电容器 41 和 42 。在第一级中晶体管 X_1 的一个第一接头是与输入电压 V_{in} 的一个接头连接的，泵晶体管 X_1 的一个第二接头是与第二级的泵晶体管 X_2 的一个第一接头连接的，并且泵晶体管 X_1 的栅极是经电容器 11 与一个第一升压节拍电压 n_2 的一个接头连接的。除此之外泵晶体管 X_1 的栅极是经升压晶体管 Y_1 与输入电压 V_{in} 的接头连接的，此升压晶体管 Y_1 的栅极是与泵晶体管 X_1 和 X_2 之间的连接节点 1 连接的，此连接节点 1 在它这一方面是经电容器 12 与一个第一泵节拍电压 cp_1 的一个接头连接的。在第二级中泵晶体管 X_2 是经连接节点 2 与第三级的泵晶体管 X_3 的一个第一接头连接的，并且泵晶体管 X_2 的栅极是经电容器 21 与第二升压节拍电压 n_1 的一个接头和经升压晶体管 Y_2 与连接节点 1 连接的。升压晶体管 Y_2 的栅极是与连接节点 2 连接的，并且此连接节点 2 是经电容器 22 与泵节拍电压 cp_2 的一个接头连接的。在第三级中泵晶体管 X_3 是经连接节点 3 与第四级的第四泵晶体管 X_4 的一个第一接头连接的，并且泵晶体管 X_3 的栅极是经电容器 31 与第一升压节拍电压 n_2 ，和经升压晶体管 Y_3 与连接节点 3 连接的。升压晶体管 Y_3 的栅极是与连接节点 3 连接的，此连接节点 3 是经电容器 32 与泵节拍电压 cp_1 的一个接头连接的。第四级的泵晶体管 X_4 是以它的第二接头与终端晶体管 Z 的一个第一接头和栅极接头连接的，终端晶体管 Z 的第二接头提供输出电压 V_{out} 。泵晶体管 X_4 的栅极是经电容器 41 与第二升压节拍电压 n_1 的一个接头和经升压晶体管 Y_4 与连接节点 3 连

接的。升压晶体管 Y4 的栅极是与连接节点 4 连接的，此连接节点 4 在它这一方面是经电容器 42 与第二泵节拍电压 cp2 的一个接头连接的。第一泵节拍电压 cp1 的接头是与一个第一三态门三态 1 的输出端连接的，此三态门三态 1 的第一输入端是与升压节拍电压 n1 的接头连接的，和此三态门三态 1 的第二输入端是与第二升压节拍电压 n2 的接头连接的。第二泵节拍电压 cp2 的接头是与一个第二三态门三态 2 的输出端连接的，此第二三态门三态 2 的第一输入端是与第二升压节拍电压 n2 的接头连接的，和此第二三态门三态 2 的第二输入端是与第一泵节拍电压 n1 的接头连接的，在此通过互换输入端与三态门三态 1 相比产生对第一泵节拍电压 cp1 逆变的泵节拍电压 cp2。此外从图 1 中表明，有利地须形成或输送仅两个节拍电压 n1 和 n2，因为在装置中反正形成两个另外的节拍电压 cp1 和 cp2，这使本来电荷泵的脉冲生成简化。

在接电荷共用原理的泵上仅仅附加地在图 1 中用虚线表示了，在第一泵节拍电压 cp1 的接头和第二泵节拍电压 cp2 的接头之间存在着其栅极与 NOR 门 NOR 的输出端连接的一个连接晶体管 T12，在此 NOR 门的一个第一输入端是与第一升压节拍电压 n1 的接头连接的，并且 NOR 门的一个第二接头是与第二升压节拍电压 n2 的接头连接的。

图 2 中表示了具有可选择存在的连接晶体管 T12 的和 NOR 门的以及图 1 的以实施例形式的三态门的一个部分。三态门三态 1 在此在一个第一电源电压接头 VDD 和第一泵节拍电压 cp1 的接头之间具有一个 P 沟道晶体管 Tp1，并且在第一泵节拍电压 cp1 的接头和基准电位 GND 之间具有一个 n 沟道晶体管 Tn1。晶体管 Tp1 的栅极是经逆变的驱动器 D11 与升压电压 n1 的接头连接的，并且晶体管 Tn1 的栅极是经这里示范性地由逆变驱动器 D21 和前置逆变器组成的非逆变驱动器，与升压节拍电压 n2 的接头连接的。三态门三态 2 在泵节拍电压 cp2 的接头与电源电压 VDD 之间具有一个 P 沟道晶体管 Tp2，并且在泵节拍电压 cp2 的接头和基准电位之间具有一个 n 沟道晶体管 Tn2。晶体管 Tp2 的栅极是经逆变的驱动器 D12 与升压节拍电压 n2 的接头连接的，并且晶体管 Tn2 的栅极是经这里由逆变驱动器 D22 和前置逆变器 D22 形成的非逆变驱动器，与升压节拍电压 n1 的接头连接的。在基准电位和泵节拍电压 cp1 的接头之间列入了一个等效电容器 CI1，并且在泵节拍

电压 $cp2$ 的接头和基准电位之间在这里列入了一个等效电容器 $CI2$ ，这些等效电容器主要代表电容器 12, 22, 32 和 42。

在节拍电压 $cp1$ 和 $cp2$ 的接头之间，如图 1 中那样存在着一个晶体管 $T12$ ，在此晶体管 $T12$ 的栅极上存在着通过 NOR 门 NOR 形成的节拍电压 $t12$ 。

通过三态驱动器可以取消泵节拍电压 $cp1$ 和 $cp2$ 的生成，因为升压节拍电压（升压脉冲）同时用作为三态驱动器三态 1 和三态 2 的控制。除此之外通过三态驱动器在电荷泵中的升压循环期间如此妨碍泵电容器 $CI1$ 和 $CI2$ 的补充充电，使得驱动器在泵电容器的充电之后变成高阻抗的。由于泵电容器的补充充电需要无助于泵中电压提高的能量，与现有技术相比已经单独通过三态驱动器产生较少的损耗功率。

通过连接晶体管 $T12$ 和 NOR 门 NOR 可以进一步减少用于电压倍增装置的损耗功率和因此进一步提高效率。在此通过泵电容器 $CI1$ 和 $CI2$ 的再充电“储存”四分之一的能量。通过以此实现的能量节约可以将在三态驱动器三态 1 和三态 2 中的驱动器晶体管缩小一半，这节省芯片面积。

图 3 中表示了按电荷共用原理泵的节拍电压 $n1$, $n2$, $t12$, $cp1$ 和 $cp2$ 的电压时间图。为了在三态驱动器三态 1 和三态 2 上可以出现高阻抗的状态，两个节拍电压 $n1$ 和 $n2$ 允许是不互相逆变的，而是必须拥有一个在这里例如大约 0 伏的共同电平的重叠范围。通过 NOR 门形成连接晶体管 $T12$ 的控制电压 $t12$ ，此控制电压在这里在电压 $n1$ 和 $n2$ 的重叠范围中具有一个高电平，以便晶体管 $T12$ 短时地在第一泵电容器 $CI1$ 的充电和第二泵电容器 $CI2$ 的充电之间可以进行电荷平衡。两个节拍电压 $cp1$ 和 $cp2$ 是梯级状的和互相逆变的，在此两个节拍电压在重叠范围中，也就是当电压 $t12$ 具有高电平时，具有 $VDD/2$ 的共同中间电平。

图 4 中表示了无电荷共用的泵的节拍电压 $n1$, $n2$, $cp1$ 和 $cp2$ 的电压时间图。两个节拍电压 $n1$ 和 $n2$ 在这里也允许是不互相逆变的，而是必须拥有一个具有在这里例如大约 0 伏共同电平的重叠范围。两个节拍电压 $cp1$ 和 $cp2$ 是在很大程度上互相逆变的，在此两个节拍电压在高电平时在重叠范围中具有比其它高电平的电压稍为较低的电压。

图5中示范性地展示了用于从全局时钟节拍信号CLK中生成时钟节拍信号n1和n2的电路。在此给NOR门NOR 1在一个第一输入端上直接地，和在一个其它的输入端上通过延迟元件延迟地输送全局时钟节拍信号CLK，并且在NOR门NOR 1的输入端上存在着时钟节拍信号n1。
5 NOR门NOR 2的输入端是相应地，却逆变地接线的，并且在NOR门NOR 2的输出端上存在着信号n2。输入端方面的逆变共同有UND门电路的功能。

图6中对于用于无电荷共用“常规”的电压倍增的一种通常装置和具有相应于US专利5,818,289“US专利”的电荷共用的一种装置，以及对于用于无电荷共用“三态”的电压倍增装置的一个按本发明实施
10 例，和对于具有电荷共用“电荷共用”的一种装置，表示了取决于输出电流的效率。在此展示，正好在最高效率的范围中存在着在用于电压倍增装置之间的可观的差别。在相同的泵布局 and 相同的节拍频率的情况下，通过无电荷共用电荷泵的按本发明的控制使最高效率从45%
15 提高到52%。在具有电荷共用（US专利）的泵上用按本发明的控制使效率从54%提高到63%。在此情况下此外将在较高电流时的电流收获量改善将近10%。

当然不仅在与这里所说明的用于生成正输出电压Vout的电荷泵的关联中，而且也在与用于生成负输出电压的电荷泵的关联中可以采用
20 这样的装置，正如在开始时所述的现有技术中，例如在WO 97/26657中所说明的那样。

将用于电压倍增的这样的装置可以有利地采用于生成在例如像EEPROM和闪电EEPROM那样的电可编程只读存储器中的，比电源电压较高的编程电压，在此情况下装置优先单片集成地位于这种只读存储
25 器的半导体芯片上。优先在电池运行的设备中可以采用具有这样装置的只读存储器。

说明书附图

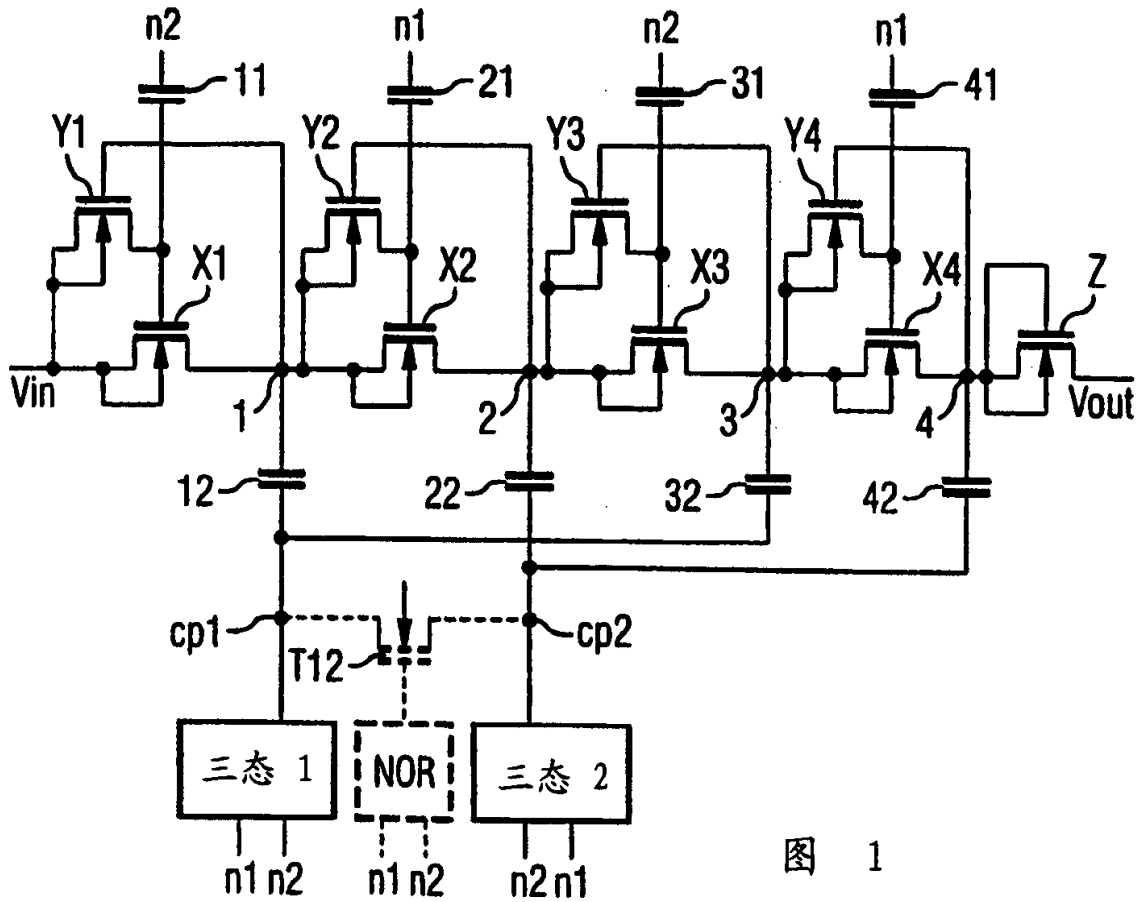


图 1

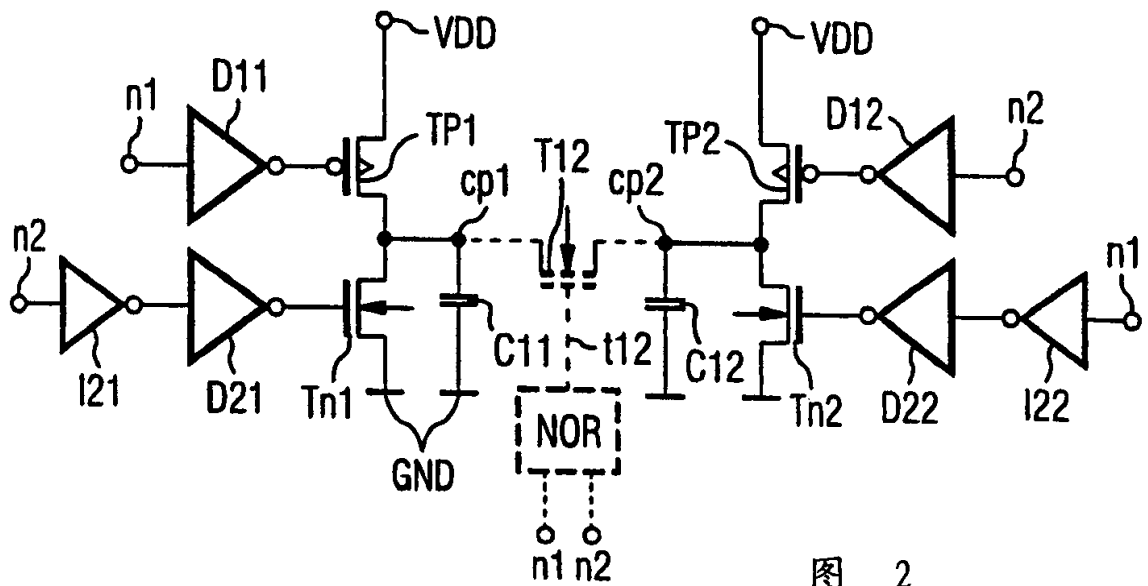


图 2

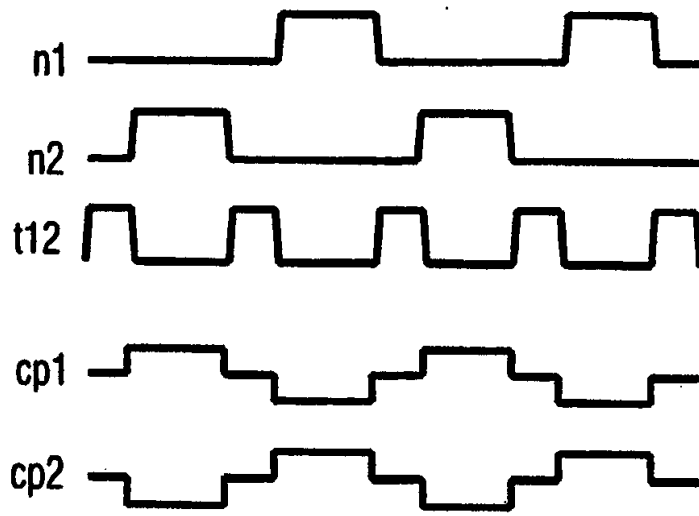


图 3

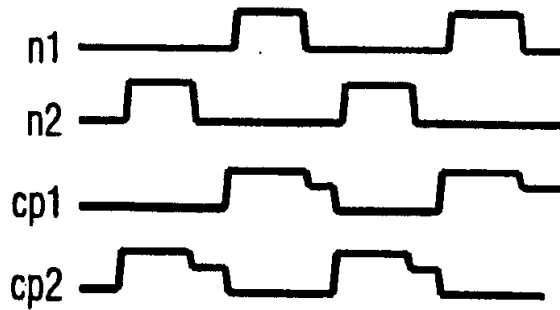


图 4

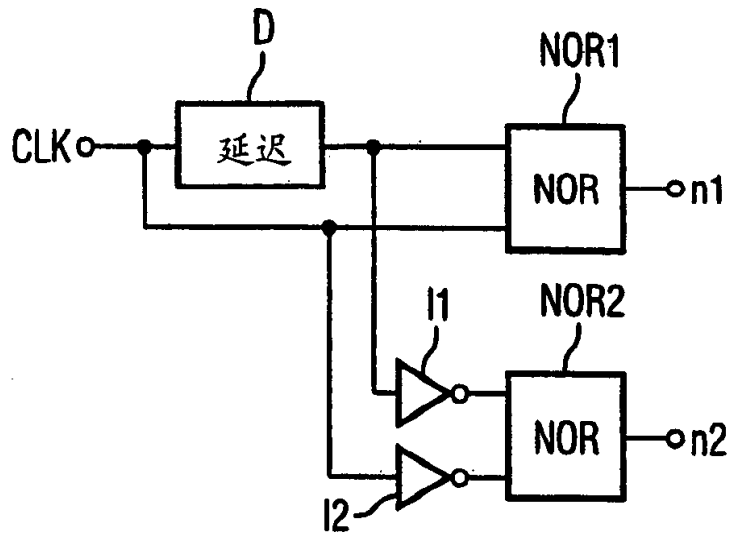


图 5

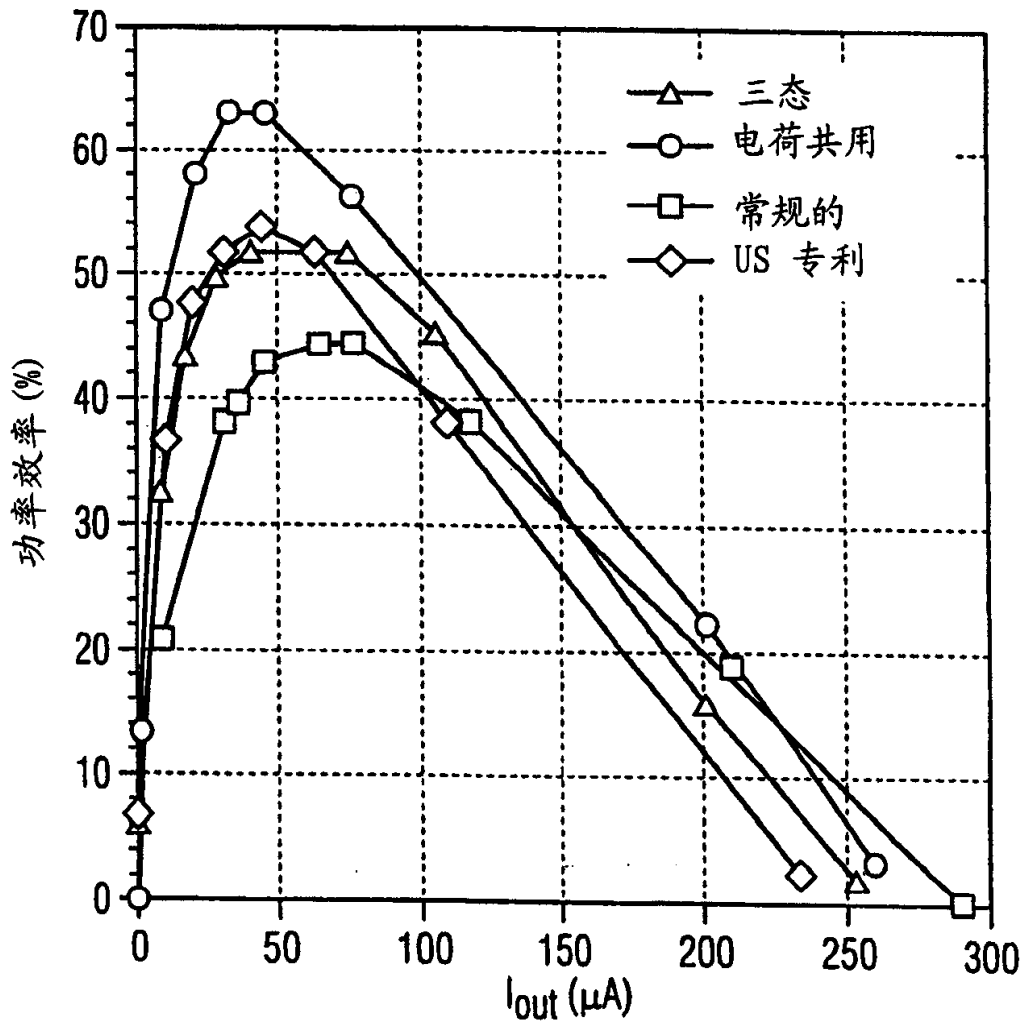


图 6