

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G04C 3/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410033016.9

[45] 授权公告日 2009年9月23日

[11] 授权公告号 CN 100543617C

[22] 申请日 2004.2.24
[21] 申请号 200410033016.9
[30] 优先权
 [32] 2003.2.24 [33] JP [31] 45896/03
[73] 专利权人 精工电子有限公司
 地址 日本千叶县千叶市
[72] 发明人 间中二郎
[56] 参考文献
 CN1388422A 2003.1.1
 US4326278A 1982.4.20
 US4533257A 1985.8.6
 CN1392458A 2003.1.22
 JP11-352251A 1999.12.24
 GB2101367A 1983.1.12
 JP57-18440B2 1982.4.16

JP2000-75063A 2000.3.14
JP57-175977A 1982.10.29
US4340946A 1982.7.20
审查员 李海霞
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
 代理人 傅康 王忠忠

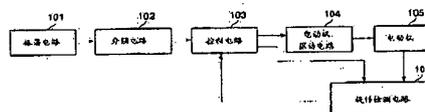
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

步进电动机控制设备及电子时计

[57] 摘要

为减少功率消耗而不使步进电动机制动。在晶体管导通并旋转驱动电动机之后的给定期间，晶体管导通，而且其它晶体管截止，以及在经过给定期间之后，在维持晶体管为导通状态的情况下，以给定频率控制该晶体管的开/关动作，从而检测电动机是否旋转。同样，在晶体管导通并旋转驱动电动机之后的给定期间，晶体管导通，而且其它晶体管截止，并且在经过上述给定期间之后，在维持晶体管为导通状态的情况下，以给定频率控制该晶体管的开/关动作，从而检测电动机是否旋转。



1. 一种步进电动机控制设备, 包括:
相互串联连接的第一和第二开关元件;
相互串联连接的第三和第四开关元件;
连接在第一和第二开关元件的连接点与第三和第四开关元件的连接点之间的步进电动机线圈;

与第一开关元件并联连接的包括有第五开关元件和第一检测元件的第一串联电路;

与第三开关元件并联连接的包括有第六开关元件和第二检测元件的第二串联电路;

一个控制装置, 其响应于驱动脉冲控制第一到第四开关元件的开/关动作使得电流在上述线圈中流动以旋转驱动上述步进电动机, 并响应于旋转检测控制脉冲控制第一、第三、第五和第六开关元件的开/关动作, 上述旋转检测控制脉冲在紧接根据驱动脉冲的旋转驱动之后的旋转检测期间, 紧接驱动脉冲施加结束之后施加; 和

一个检测装置, 其根据在第一和第二检测元件和上述线圈之间产生的电压与给定阈值电压相比较的结果, 来检测上述步进电动机有/没有旋转;

其特征在于: 当第三和第五开关元件处于导通状态时在检测期间, 上述控制装置以给定频率控制第一开关元件的开/关动作, 或者当第一和第六开关元件处于导通状态时在检测期间, 上述控制装置以给定频率控制第三开关元件的开/关动作, 以及

当上述控制装置以给定频率控制第一开关元件或第三开关元件的开/关动作时, 上述检测装置检测上述步进电动机有/没有旋转。

2. 根据权利要求1的步进电动机控制设备, 包括:

其中第一、第三、第五和第六开关元件由n型沟道MOS晶体管构成, 第二和第四开关元件由p型沟道MOS晶体管构成。

3. 根据权利要求1的步进电动机控制设备, 包括:

其中第一和第二检测元件由电阻构成。

4. 一种电子时计, 包括:

一个使时间指针旋转的步进电动机；和
一个旋转控制上述步进电动机的步进电动机控制设备；
其特征在于：根据权利要求 1 的步进电动机控制设备用作上述步进电动机
控制设备。

步进电动机控制设备及电子時計

技术领域

本申请涉及一种步进电动机控制设备，其旋转驱动一步进电动机并检测该步进电动机有/没有旋转，并涉及一种利用该步进电动机控制设备的电子時計。

背景技术

目前为止，在电子時計中，旋转驱动时间指针如时针或分针的电动机采用步进电动机。

图5示出目前用于电子時計如电子手表（如参考专利文献1）中步进电动机的正视图。

图5中，步进电动机包括磁性材料制成的定子501，缠绕在定子501上的线圈207，以及设置在定子501内的双极转子502。定子501中，具有饱和部分503，504以及用于确定转子502的停止位置的内槽口505和506。

当给207线圈施加方波驱动脉冲以使电流 i 沿图5中箭头所示的方向流动时，在定子501中产生以箭头所示方向的磁通。这样，饱和部分503和504最先饱和，之后由于定子501中产生的磁极和转子502中产生的磁极之间的相互作用，转子502以180度沿图5中箭头所示的方向（逆时针）旋转。从而，交替允许极性不同的脉冲电流差在线圈207中流动，以因此进行与上面同样的动作并使转子502以180度的增量逆时针旋转。

图6示出目前已经用于电子時計的步进电动机控制设备的电路图，其用于进行该步进电动机的旋转控制。该电路这样构造使得旋转驱动电路和旋转检测电路集成在一起（如，参考专利文献1）。

图6中，p型沟道MOS晶体管Q1，Q2和n型沟道MOS晶体管Q3，Q4为电动机驱动电路的构成元件，步进电动机线圈207连接在晶体管Q1和晶体管Q3的源极连接点与晶体管Q2和晶体管Q4的源极连接点之间。

各晶体管Q1-Q6的栅极连接到控制电路103。检测电阻208和线圈207的连接点OUT2与检测电阻209和线圈207的连接点OUT1连接到比较器210的输入部分。而且，比较器210的该输入部分输入一预定阈值电压 V_{ss} 。

与晶体管 Q5 串联连接的检测电阻 208, 与晶体管 Q6 串联连接的检测电阻 209, 和比较器 210 为旋转检测电路的构成元件。

图 7 是时序图, 其用于进行图 6 所示的步进电动机控制设备中步进电动机的旋转控制和检测控制。

将参考图 5-7 描述具有上述结构的常规步进电动机控制设备的操作。首先, 当给控制电路 103 的输入部分 Vi 施加一个驱动脉冲 P1 时, 晶体管 Q2 和 Q3 在控制电路 103 的控制下变为导通状态。这样, 电流就沿箭头所示的方向在线圈 207 中流动, 而且转子 502 如图 5 所示的逆时针旋转。

另一方面, 非检测期间 IT, 其为未检测步进电动机旋转的时间段, 在紧接电动机驱动期间之后被设置为一定期间 T7, 以及用于检测步进电动机是否旋转的旋转检测期间 DT, 在紧接非检测期间 IT 之后被设置为一定期间 T8。

在旋转检测期间 DT, 给控制电路 103 的输入部分 Vi 施加旋转检测控制脉冲 SP1。在晶体管 Q3 和 Q4 响应于旋转检测控制脉冲 SP1 处于导通状态时, 控制电路 103 以给定频率控制晶体管 Q4 的开/关动作。

这种情况下, 从旋转检测电阻 209 和线圈 207 的连接点 OUT1 取出检测信号 V8。获得具有如图 7 所示波形的检测信号作为检测信号 V8 的。图 7 中, 当转子 502 如图 5 中逆时针摆动时产生低于 VDD 的检测电压 V8, 当转子 502 如图 5 中顺时针摆动时产生高于 VDD 的检测电压 V8。

当转子 502 旋转时, 获得超出给定阈值电压 (该常规实例中的 Vss) 检测信号 V8, 而且从比较器 210 输出高电平的旋转检测信号 Vs。当转子 502 不旋转时, 由于检测信号 V8 没有达到该阈值电压, 所以从比较器 210 输出低电平的旋转检测信号 Vs。根据该旋转检测信号 Vs 可能检测到该步进电动机是否旋转。完成旋转检测之后, 晶体管 Q3 和 Q4 维持在导通状态以制动该步进电动机。

在随后的电动机驱动期间, 给控制电路 103 的输入部分 Vi 施加随后的标准驱动脉冲 P1。控制电路 103 控制晶体管 Q1 和 Q4 导通, 而驱动电流以与上述驱动电流相反的方向 (图 5 中逆时针) 在线圈 207 中流动从而使得转子 502 逆时针旋转。

这时在旋转检测期间, 当给控制电路 103 的输入部分 Vi 施加旋转检测控制脉冲 SP1 时, 控制电路 103 控制晶体管 Q4 和 Q5 导通, 并以给定频率控制晶体管 Q3 的开/关动作。

这种情况下，从电阻 208 和线圈 207 的连接点 OUT2 取出检测电压 V。检测电压 V 的电平由比较器 210 判定。如上面同样的方式，在转子 502 旋转的情况下，从比较器 210 输出高电平的旋转检测信号 Vs，在转子 502 不旋转的情况下，从比较器 210 输出低电平的旋转检测信号 Vs。根据该旋转检测信号 Vs 不可能检测到步进电动机是否旋转。

完成旋转检测之后，晶体管 Q3 和 Q4 维持在导通状态以制动该步进电动机。

[专利文献 1]

JP57-18440 B (第 1-2 页, 图 1)

在上述结构的步进电动机控制设备中，在步进电动机由驱动脉冲 P1 驱动之后，转子 502 在转子 502 应该停止的中心位置自由摆动。在结束施加驱动脉冲 P1 之后，转子 502 的自由摆动立即变大，而且由于惯性转子 502 以与标准旋转方向（在上述常规实例中的逆时针）同方向摆动。当转子 502 逆时针摆动时，电流沿图 6 所示的箭头方向流动。

另一方面，各晶体管 Q3-Q6 的等效电路分别由包括开关 804 和电阻 803 的串联电路，以及与该串联电路并联连接的二极管 801 和电容 802 构成，如图 8 所示。各晶体管 Q3-Q6 认为是具有单相二极管的等效元件。

因此，即使步进电动机不旋转，但由于转子 502 的逆时针摆动在紧接驱动脉冲 P1 施加完成之后的给定期间内变大，所以可以获得如图 7 所示的高于阈值电压 Vss 的检测电压 V7。就是说，在检测信号 V7 中，该检测信号 V7 是在紧接结束施加驱动脉冲 P1 之后的一给定期间 T7 内获得的，由于转子 502 的大幅度自由摆动而在检测电阻 209 中出现具有大峰值的检测电压，并且由于步进电动机的旋转而引起误检测。

目前为止，为防止这样的误检测，控制电路这样构造使得具有给定时间宽度 T7 的非检测期间 IT 设置为在紧接中断施加驱动脉冲 P1 之后的一时间点开始，从而阻止在非检测期间 IT 进行步进电动机的旋转检测。

同样，在紧接中断施加驱动脉冲 P1 之后的非检测期间 IT 和在检测期间 DT，在晶体管 Q3-Q6 处于导通状态时以给定频率控制晶体管 Q4 的开/关动作。也就是说，在非检测期间 IT 中和在检测期间 DT 中，为放大过渡响应中的检测信号而控制晶体管 Q4 的开/关动作。因此，出现这样一个问题，就是步进电动机产生制动力，导致不经济的能量消耗。

因此，出现这样一个问题，就是由于规定了该非检测期间 IT 而使得控制电路结构变的复杂。

本发明的一个目的在于提供一种步进电动机控制设备，其有效改善能量消耗。

进一步，本发明的另一目的在于提供一种步进电动机控制设备，其以简单的结构实现更安全地检测步进电动机的旋转而不需要任何规定非检测期间 IT。

进一步，本发明的另一目的在于提供一种电子時計，其有效改善能量消耗。

进一步，本发明的另一目的在于提供一种电子時計，其以简单的结构实现更安全地检测用于驱动时针的步进电动机的旋转。

发明内容

根据本发明，提供一种步进电动机控制设备，其包括相互串联的第一和第二开关元件；相互串联的第三和第四开关元件；步进电动机线圈，其连接在第一和第二开关元件的连接点与第三和第四开关元件的连接点之间；与第一开关元件并联连接的包括第五开关元件和第一检测元件的第一串联电路；与第三开关元件并联连接的包括第六开关元件和第二检测元件的第二串联电路；一个控制装置，其响应于驱动脉冲控制第一到第四开关元件的开/关动作使得电流在该线圈中流动以旋转驱动该步进电动机，并响应于旋转检测控制脉冲控制第一、第三、第五和第六开关元件的开/关动作，该旋转检测控制脉冲在紧接根据驱动脉冲的旋转驱动之后的旋转检测期间，紧接驱动脉冲施加结束之后施加；以及一个检测装置，其根据在第一和第二检测元件和线圈之间产生的电压与给定阈值电压相比较的结果，来检测该步进电动机有/没有旋转，该步进电动机控制设备的特征在于：当第三和第五开关元件处于导通状态时在检测期间，控制装置以给定频率控制第一开关元件的开/关动作，或者当第一和第六开关元件处于导通状态时在检测期间，控制装置以给定频率控制第三开关元件的开/关动作，并且当控制装置以给定频率控制第一开关元件或第三开关元件的开/关动作时，检测装置检测该步进电动机有/没有旋转。

当第四和第五开关元件处于导通状态时在经过给定期间之后，控制装置以给定频率控制第三开关元件的开/关动作，或者当第三和第六开关元件处于导通状态时在经过给定期间之后，控制装置以给定频率控制第四开关元件的开/关动作。当控制装置以给定频率控制第三开关元件或第四开关元件的开/关动作时，

检测装置检测该步进电动机有/没有旋转。

这里，第一、第三、第五和第六开关元件可以由 n 型沟道 MOS 晶体管构成，第二和第四开关元件可以由 p 型沟道 MOS 晶体管构成。

进一步，第一和第二检测元件可以由电阻构成。

进一步，根据本发明，提供一种电子時計，其包括一个使时间指针旋转的步进电动机和一个旋转控制该步进电动机的步进电动机控制设备，该時計的特征在于采用上述任何一种步进电动机控制设备作步进电动机控制设备。

附图说明

所附附图中描述了本发明的优选形式，其中：

图 1 是根据本发明实施例的电子時計的方框图；

图 2 是根据本发明实施例用于解释步进电动机控制设备的操作的电路图；

图 3 是根据本发明实施例用于解释步进电动机控制设备的操作的电路图；

图 4 是步进电动机控制设备的时序图；

图 5 是一般步进电动机的正视图；

图 6 是用于解释常规步进电动机控制设备的动作的电路图；

图 7 是常规步进电动机控制设备的时序图；

图 8 是一般 n 型沟道 MOS 晶体管的等效电路图。

具体实施方式

下面，将参考附图具体描述本发明的实施例。

图 1 是根据本发明实施例的采用步进电动机控制设备的电子時計的方框图，并示出模拟电子手表的一个实例。

参考图 1，振荡电路 101 通过分频电路 102 连接到控制电路 103 的输入部分。控制电路 103 的第一输出部分通过电动机驱动电路 104 连接到步进电动机 105 用于驱动时针。控制电路 103 的第二输出部分连接到旋转检测电路 106 的控制输入部分。用于检测电动机 105 是否旋转的旋转检测电路 106 连接在电动机 105 和控制电路 103 之间。旋转检测电路 106 构成旋转检测装置。

步进电动机 105 结构与图 5 中所示的步进电动机结构相同。同样，电动机驱动电路 104 和旋转检测电路 106 本身的结构与图 6 中所示的相同，但是控制各个晶体管 Q1-Q6 的开/关动作的方法与将在后面描述的图 6 所示的常规实例不同。

分频电路 102 将来自振荡电路 101 的参考时钟信号分频并将该分频的参考时钟信号输出到控制电路 103。控制电路 103 接收来自分频电路 102 的信号并输出分频脉冲到电动机驱动电路 104。在驱动脉冲中，准备有一个标准驱动脉冲 P1，其为有效能量内较小的给定脉冲宽度的驱动脉冲，以及一个校正驱动脉冲，其为有效能量内大于该标准驱动脉冲的较宽宽度的驱动脉冲，和上述控制电路 103 根据来自旋转检测电路 106 的检测信号选择输出标准驱动脉冲和校正驱动脉冲到电动机驱动电路 104。该实例中，控制电路 103 构成为产生驱动脉冲的驱动脉冲发生装置。

同样，控制电路 103 将在进行电动机 105 的旋转检测中所需的旋转检测控制脉冲施加给旋转检测电路 106。该实例中，控制电路 103 构成为产生旋转检测控制脉冲的旋转检测控制脉冲发生装置。

控制电路 103，电动机驱动电路 104，和旋转检测电路 106 构成控制装置。

图 2 和图 3 为说明性结构图，其分别示出根据本发明实施例的步进电动机控制设备中电动机驱动电路 104 和旋转检测电路 106 的操作，其中图 2 示出电动机被旋转驱动时的操作的说明图，图 3 示出检测电动机旋转时的操作的说明图。

图 2 和图 3 中，p 型沟道 MOS 晶体管 Q1（第二开关元件），Q2（第四开关元件）和 n 型沟道 MOS 晶体管 Q3（第一开关元件），Q4（第三开关元件）为包含在电动机驱动电路 104 中的晶体管，电动机 105 的线圈 207 连接在晶体管 Q1 和晶体管 Q3 的源极连接点与晶体管 Q2 和晶体管 Q4 的源极连接点之间。

旋转检测电路 106 包括 n 型沟道 MOS 晶体管 Q5（第五开关元件），Q6（第六开关元件），与晶体管 Q5 串联连接的旋转检测电阻 208（第一检测元件），与晶体管 Q6 串联连接的旋转检测电阻 209（第二检测元件），和比较器 210。

图 4 为根据该实施例用于步进电动机控制设备的时序图，其为响应于根据标准驱动脉冲 P1 旋转电动机 105 之后的旋转检测控制脉冲 SP1 而通过旋转检测电路 106 进行电动机 105 的旋转检测的情况下的时序图。

下文中，将适当结合图 5 和 8 参考图 1-4 描述根据本发明实施例的步进电动机控制设备和电子时计的操作。

首先，在电动机驱动期间，从控制电路 103 将标准驱动脉冲 P1 施加到电动机驱动电路 104，由此电动机驱动电路 104 旋转控制电动机 105。

这时,如图2所示,由于驱动电流在线圈207中流动使得电动机驱动电路104的晶体管Q2和Q3控制为导通,而且电动机105如图5正视图中以180度逆时针(箭头所示的方向)旋转。

另一方面,在电动机驱动期间之后设置旋转检测期间DT,并在该期间DT进行电动机105是否旋转的旋转检测操作。

在电动机105的旋转检测操作中,首先,在紧接电动机旋转驱动停止之后的时间t1,从控制电路103施加旋转检测控制脉冲SP1给旋转检测电路106。

电动机驱动电路104和旋转检测电路106在从时间t1开始的给定期间T1,响应于来自控制电路103的旋转检测控制脉冲SP1,控制晶体管Q3和Q6导通并控制晶体管Q1,Q2,Q4和Q5截止,如图3所示。这种状态下,由于晶体管Q4不控制开/关动作,所以检测信号在过渡响应中不放大,并得到低电压的检测信号V1。

因此,在电动机105不旋转的情况下产生大的检测信号,以及虽然电动机不旋转却检测出电动机旋转的可能性都很小。同样,晶体管Q3,Q6和线圈207变为闭合回路,而且由于该闭合回路包含高阻抗电阻209,所以施加给电动机105的制动力极小。从而,可能抑制无用的功率消耗。

然后,在从时间t1经给定期间T1之后的时间t2,开始时间宽度T2的检测期间DT。在检测期间DT,在晶体管Q3和Q6已经处于导通状态的情况下,响应于来自控制电路103的旋转检测控制脉冲SP1,以给定频率控制晶体管Q4的开/关动作。这样,由于在过渡响应中检测信号的电压放大,所以响应于有/没有旋转得到适当的检测信号V2,并且可能进行相应的旋转检测。

在检测信号的电压变为超出给定阈值电压Vss的情况下,也就是说,在电动机105旋转的情况下,从比较器210输出表示电动机105旋转的高电平旋转检测信号Vs,并且在晶体管Q3和Q4导通以使电动机静止之后,开始下一电动机驱动期间。

在随后的电动机驱动期间,当从控制电路103施加随后的标准驱动脉冲P1到电动机驱动电路104时,控制晶体管Q1和Q4导通,并且驱动电流以与上述驱动电流相反的方向在线圈207中流动,以沿同方向的逆时针以180度使电动机105旋转。

类似,在电动机驱动期间之后设置同上的相同旋转检测期间DT,并在该期

间DT进行电动机105是否旋转的旋转检测操作。

就是说,在电动机105的旋转检测操作的情况下,在紧接电动机驱动停止之后的期间T1,响应于来自控制电路103的旋转检测控制脉冲SP1,电动机驱动电路104和旋转检测电路106首先控制晶体管Q4和Q5导通并控制其它晶体管Q1,Q2,Q3和Q6截止。

这种状态下,由于没有控制晶体管Q3的开/关操作,所以在过渡响应中检测信号的电压没有放大。因此,在不旋转的情况下产生检测信号,以及虽然没有旋转却检测出旋转的可能性都很小。

同样,晶体管Q4,Q5和线圈207变为闭合回路,而且由于该回路包含高阻抗电阻208,所以施加给电动机105的制动力极小。从而,可能抑制无用的功率消耗。

之后,开始时间宽度T2的检测期间DT。在检测期间DT,在晶体管Q4和Q5已经处于导通状态的情况下,响应于来自控制电路103的旋转检测控制脉冲SP1,以给定频率控制晶体管Q3的开/关动作。这样,在过渡响应中检测信号的电压被放大,并且可能进行相应的旋转检测。

在检测信号的电压变为超出给定阈值电压V_{ss}的情况下,也就是说,在电动机105旋转的情况下,从比较器210输出表示电动机105旋转的高电平旋转检测信号Vs,并且在晶体管Q3和Q4导通和电动机静止之后,开始下一电动机驱动期间。

之后,重复上述操作以持续使电动机105逆时针旋转,并进行有效旋转检测。在检测出电动机105不旋转的情况下,通过施加一宽度大于标准驱动脉冲PI的校正驱动脉冲到电动机105,则可能使电动机105旋转。

虽然该实施例中,描述了将步进电动机控制设备用于电子时计的实例,但有可能将步进电动机控制设备用于其它电子设备。

根据本发明的步进电动机控制设备,可能减少功率消耗。同样,可能以简单的结构更安全地检测步进电动机的旋转而不需要任何规定的非检测期间IT。

同样,根据本发明的电子时计,可能减少功率消耗。同样,可能在电子时计中以简单的结构更安全地检测用于驱动时针的步进电动机的旋转。

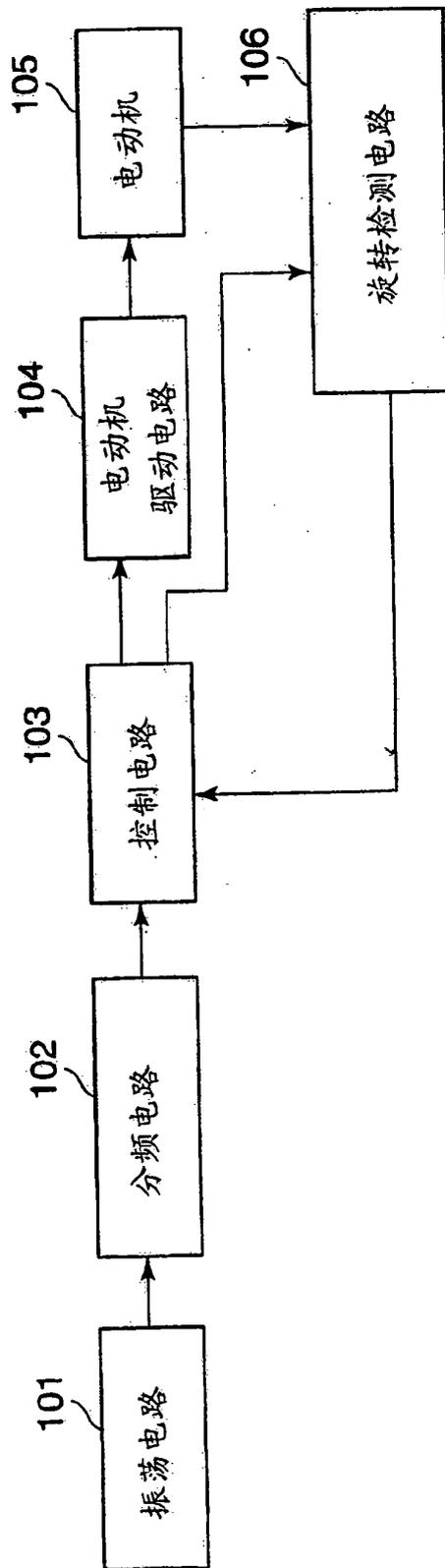


图 1

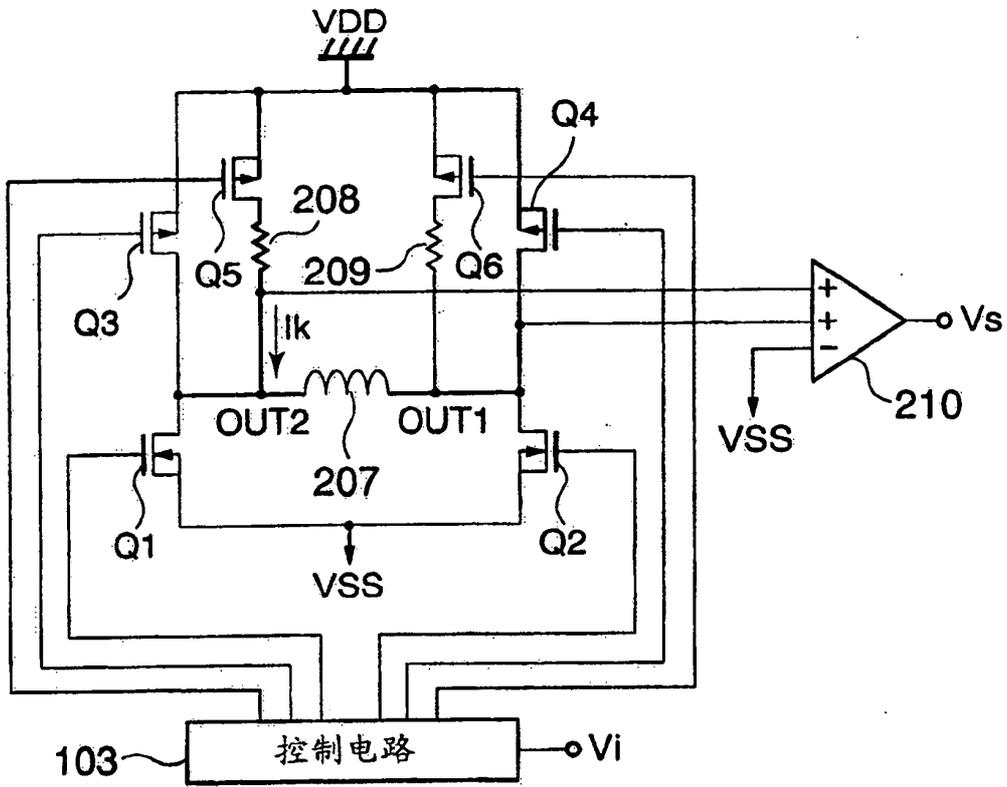


图 2

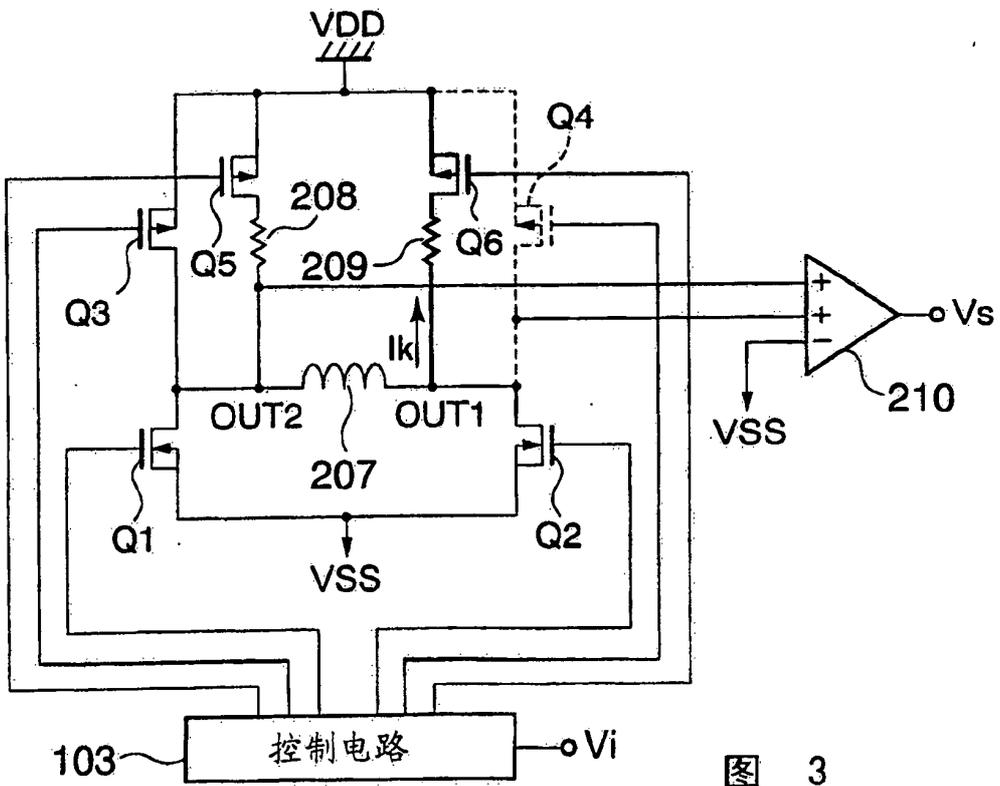


图 3

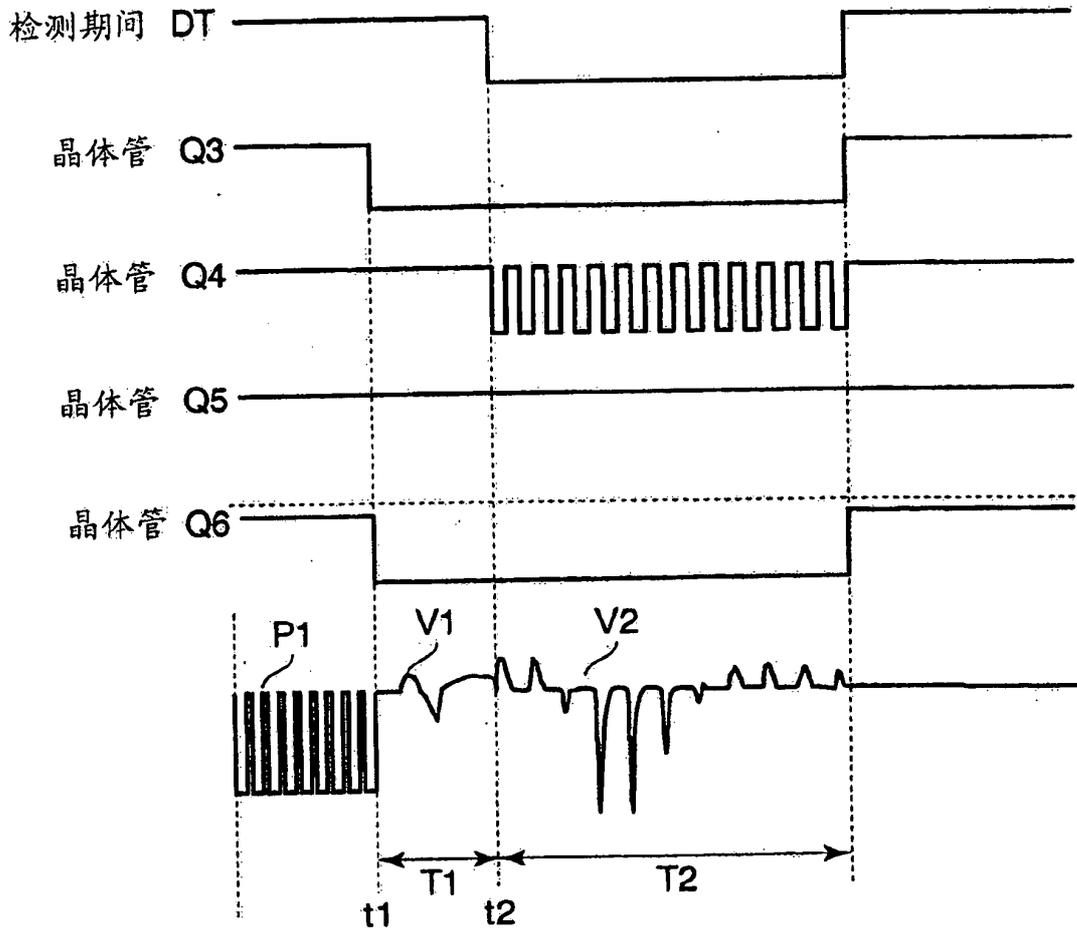


图 4

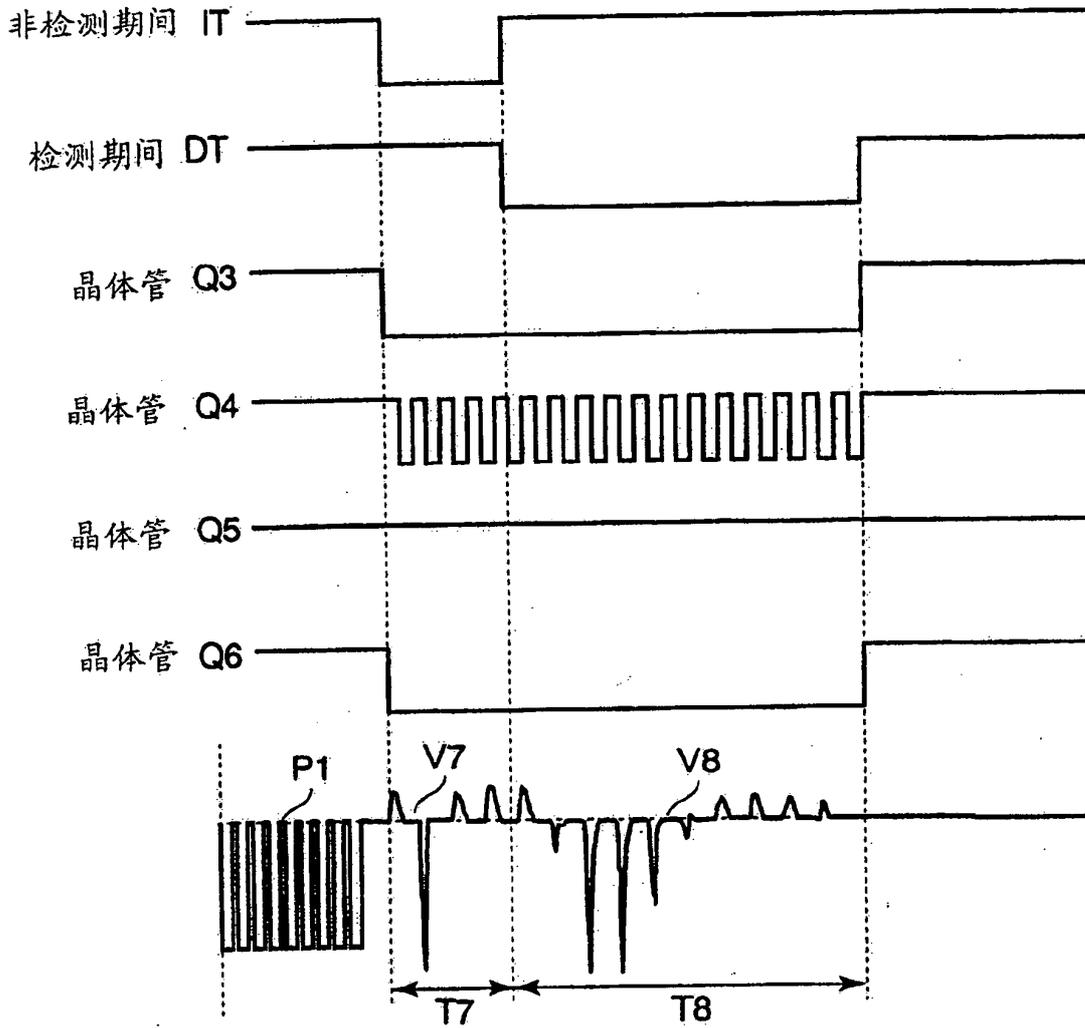


图 7 现有技术

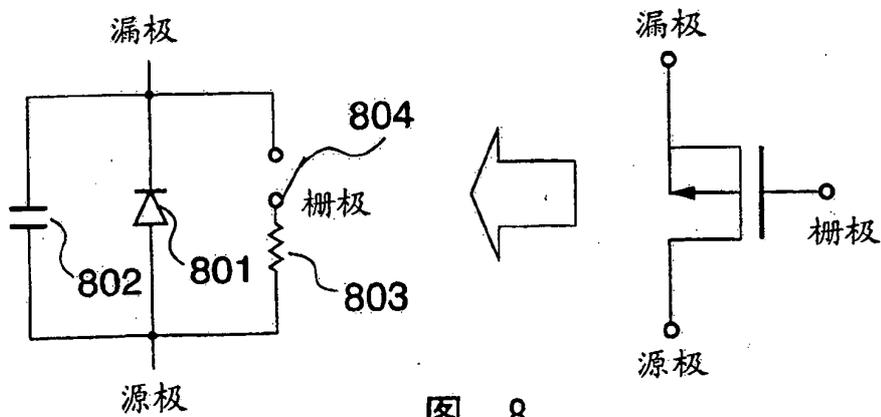


图 8