

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 1/08 (2006.01)

H03K 17/04 (2006.01)

H03K 17/08 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680015850.2

[43] 公开日 2008年4月30日

[11] 公开号 CN 101171739A

[22] 申请日 2006.5.2

[21] 申请号 200680015850.2

[30] 优先权

[32] 2005.5.11 [33] JP [31] 138964/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/309530 2006.5.2

[87] 国际公布 WO2006/121143 日 2006.11.16

[85] 进入国家阶段日期 2007.11.9

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 森下英俊 山胁秀夫 铃木优

[74] 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理有限公司

代理人 黄威 徐金伟

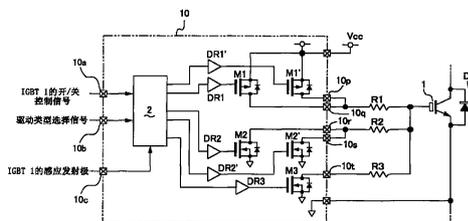
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 11 页

## [54] 发明名称

电压驱动型半导体元件的驱动装置

## [57] 摘要

一种 IGBT(1) 的驱动装置(10)，其包括：高电位侧开关元件组，其具有多个开关元件 M1 和 M1'，每个开关元件的一端连接到高电位侧；低电位侧开关元件组，其具有多个开关元件 M2 和 M2'，每个开关元件的一端连接到低电位侧；驱动类型选择输入端(10b)，向其输入驱动类型选择信号，所述信号与连接到所述驱动装置(10)的 IGBT(1) 的驱动类型对应；直接驱动型控制单元(23)和间接驱动型控制单元(24)，其产生控制信号，所述控制信号互补地控制对应于 IGBT(1) 的驱动类型的所述高电位侧开关元件组和所述低电位侧开关元件组；以及选择器(25)，其选择控制信号，所述控制信号控制对应于输入的驱动类型选择信号的所述高电位侧开关元件组和所述低电位侧开关元件组。



1. 一种电压驱动型半导体元件的驱动装置，其包括：

高电位侧开关元件组，其具有多个开关元件，每个开关元件的一端连接到高电位侧；

低电位侧开关元件组，其具有多个开关元件，每个开关元件的一端连接到低电位侧；

输入器件，向其输入驱动类型选择信号，所述信号对应于连接到所述驱动装置的所述电压驱动型开关元件的驱动类型；

控制信号发生器件，其产生控制信号，所述控制信号互补地控制对应于所述电压驱动型开关元件的所述驱动类型的所述高电位侧开关元件组和所述低电位侧开关元件组；以及

选择器件，其选择控制信号，所述控制信号控制对应于输入的驱动类型选择信号的所述高电位侧开关元件组和所述低电位侧开关元件组。

2. 根据权利要求1所述的驱动装置，其中每个所述开关元件包括MOS晶体管。

## 电压驱动型半导体元件的驱动装置

### 技术领域

本发明涉及一种电压驱动型半导体元件的驱动装置。

### 背景技术

IGBT（绝缘栅双极型晶体管）、MOSGTO（金属氧化物门极可关断晶闸管）或类似物是所谓的电压驱动型半导体元件，其能通过施加到绝缘栅上的电压控制电流，且广泛用于具有电流驱动型的双极型晶体管的电源或反相器。

近来，其被大量使用在混合动力电动车辆（HEV）的反相器中。随着混合动力电动车辆的多样化，提供了各种具有不同输出电流值的反相器。

通常地，驱动具有小容量的反相器的晶体管的能量小，而驱动具有大容量的反相器的晶体管的能量大。

作为构成 IGBT 的反相器的驱动装置，使用电流放大型的直接驱动型驱动装置（见日本专利公开公报 2001-223571）或者间接驱动型驱动装置。

对于具有小容量的 IGBT 的反相器，可以使用直接驱动型驱动装置或间接驱动型驱动装置。然而，对于具有大容量的 IGBT，经常使用间接驱动型驱动装置，而很少使用直接驱动型驱动装置。

那是因为通过在芯片中建造具有大能量的晶体管会使构造成为 IC 芯片的驱动装置的尺寸变大，因而增加成本。还因为用于大电流的晶体管的放热性也大，所以散热困难。

作为直接驱动型驱动装置，通常地，将 MOS 晶体管作为开关元件的驱动装置，诸如图 6 中所示的直接驱动 1 的驱动装置，或者双极型晶体管作为开关元件的驱动装置，诸如图 7 中所示的直接驱动 2 的驱动装置。

通常地，作为间接驱动型驱动装置使用的是：具有作为开关元件的 MOS 晶体管和作为是外部部件的用于电流放大的开关元件的双极型晶体管的所述驱动装置，诸如图 8 中所示的间接驱动 1 的驱动装置；具有作为开关元件的双极型晶体管和作为是外部部件的用于电流放大的开关元件的双极型晶体管的所述驱动装置，诸如图 9 中所示的间接驱动 2 的驱动装置；具有两个串联连接的外部反相器的所述驱动装置，每个反相器由 MOS 晶体管构成以放大电流，诸如图 10 中所示的间接驱动 3 的驱动装置；或者具有一个外部反相器的所述驱动装置，所述反相器由 MOS 晶体管构成以放大电流，诸如图 11 中所示的间接驱动 4 的驱动装置。

## 发明内容

然而，关于上述驱动装置，使用双极型晶体管作为开关元件的直接驱动 2、间接驱动 1 和间接驱动 2 的每个驱动装置高速驱动 IGBT 的能力差，并且驱动装置中的开关元件的放热性大。

那是因为双极型晶体管的瞬时峰值电流供应能力劣于 MOS 晶体管的瞬时峰值电流供应能力，所以双极型晶体管的高速驱动能力处于

劣势。还因为双极型晶体管是电流驱动装置而 MOS 晶体管是电压驱动装置，且有必要持续施加用于驱动双极型晶体管的基极电流，由此与 MOS 晶体管相比所述放热性大。

此外，双极型晶体管的正向偏置电压  $V_{be}$  具有大的温度特性（例如， $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$ ），所以栅极电压的温度特性也大，由此栅极电压的准确性可能差。例如，如果栅极电压向下变化，IGBT 的损失增大且电流密度降低。相反，如果栅极电压向上变化，IGBT 的短路能力降低。

关于间接驱动 3 的驱动装置，在输入或输出情况下反相器的逻辑是相反的，所以将两个反相器串联连接，并且有必要在高电位侧的 MOS 晶体管和低电位侧的 MOS 晶体管之间提供阻抗，以防止直通电流，由此部件的数量增加。

另一方面，直接驱动 1 或者间接驱动 4 的驱动装置的特性极好，诸如高速驱动能力、部件数量、放热特性和温度特性。

按照惯例，具有小容量的 IGBT 由直接驱动型驱动装置来驱动，而具有大容量的 IGBT 由间接驱动型驱动装置来驱动。从而，有必要完成相应于混合动力电动车辆的规格的各种直接驱动型驱动装置和间接驱动型驱动装置，由此必要的驱动装置的种类数量增加。

因而，本发明提供一种电压驱动型半导体元件的驱动装置，其包括一个既具有直接驱动 1 的驱动装置的功能又具有间接驱动 4 的驱动装置的功能的 IC 芯片，其上述特性极好，并且小和便宜。

解决上述问题的电压驱动型半导体元件的驱动装置具有以下特征。

即，根据本发明的电压驱动型半导体元件的驱动装置包括：高电位侧开关元件组，其具有多个开关元件，每个所述开关元件的一端连接到高电位侧；低电位侧开关元件组，其具有多个开关元件，每个所述开关元件的一端连接到低电位侧；输入器件，向其输入驱动类型选择信号，所述信号对应于连接到所述驱动装置的电压驱动型开关元件的驱动类型；控制信号产生器件，其产生控制信号以便相应于所述电压驱动型开关元件的驱动类型来互补控制所述高电位侧开关元件组和所述低电位侧开关元件组；以及选择器，其相应于输入的驱动类型选择信号来选择控制所述高电位侧开关元件组和所述低电位侧开关元件组的控制信号。

从而，所述包括一个 IC 芯片的小和便宜的驱动装置以直接驱动型或间接驱动型来驱动 IGBT，且所述 IGBT 可通过适当地改变驱动类型选择信号来以期望的驱动类型被驱动。

因而，仅通过选择驱动类型，具有小容量的 IGBT 或具有大容量的 IGBT 中的任一种可以由驱动装置驱动，由此可以不增加驱动装置种类的数量而处理多种规格的混合动力电动车辆。

驱动装置在 IGBT 的高速驱动能力、外部部件的数量、驱动装置的外部开关元件的放热性、及栅极电压的温度特性的准确性方面构造得极好，由此改善了反相器装置的可靠性。

每个开关元件包括 MOS 晶体管。

相应地，因为 MOS 晶体管是大量销售的，所以可以容易且便宜地得到 IGBT 的高速驱动。

附图说明

图1 是根据本发明的 IGBT 的驱动装置用于直接驱动型情况下的电路图;

图2 是 IGBT 的驱动装置的控制电路的电路图;

图3 是 IGBT 的驱动装置用于直接驱动型情况下的时序图;

图4 是 IGBT 的驱动装置用于间接驱动型情况下的电路图;

图5 是 IGBT 的驱动装置用于间接驱动型情况下的时序图;

图6 是一种传统的直接驱动型驱动装置的第一具体实施方式的电路图和特性图;

图7 是一种传统的直接驱动型驱动装置的第二具体实施方式的电路图和特性图;

图8 是一种传统的间接驱动型驱动装置的第一具体实施方式的电路图和特性图;

图9 是一种传统的间接驱动型驱动装置的第二具体实施方式的电路图和特性图;

图10 是一种传统的间接驱动型驱动装置的第三具体实施方式的电路图和特性图;

图11 是一种传统的间接驱动型驱动装置的第四具体实施方式的电路图和特性图。

### 具体实施方式

下面, 基于附图说明实现本发明的方式。

将对反相器的构造给予说明，该反相器采用根据本发明的电压驱动型半导体元件的驱动装置。

例如，驱动三相电动机的反相器有六对，每对包括作为电压驱动型半导体元件的 IGBT、二极管、和根据本发明的 IGBT 的驱动装置。

图 1 显示了所述六对中的其中一个的方框图，即，包括 IGBT1、二极管 D1 和 IGBT1 的驱动装置 10 的一对。

在选择是电流放大型的直接驱动型和间接驱动型其中之一的同时，驱动装置 10 能驱动 IGBT1。在图 1 中，IGBT1 以直接驱动型被驱动。

将对驱动装置 10 以直接驱动型驱动 IGBT1 的情况下的构造给予说明。

IGBT1 的驱动装置 10 包括连接到高电位侧的开关元件 M1 和开关元件 M1'，连接到低电位侧的开关元件 M2 和开关元件 M2'，用于软关断的开关元件 M3，用于开关元件 M1 和 M1' 以及开关元件 M2 和 M2' 的开/关控制的控制电路 2，和分别驱动开关元件 M1、M1'、M2 和 M2' 的驱动器 DR1、DR1'、DR2 和 DR2'。

开关元件 M1 和 M1' 由 PMOS 晶体管构成，并且开关元件 M2、M2' 和 M3 由 NMOS 晶体管构成。

另外，为了防止驱动信号的耗散电流驱动力在间接驱动型的情况下驱动外部开关元件，更优选开关元件 M1 和 M1' 的电流驱动性能大体相同，并且开关元件 M2 和 M2' 的电流驱动性能大体相同。

驱动装置 10 包括向其输入 IGBT1 的开/关信号的开/关信号输入端 10a，将 IGBT1 在直接驱动型和间接驱动型之间转换的驱动类型选择输

入端 10b, 以及连接到 IGBT1 的感应发射极并检测过电流的过电流检测端 10c。

开关元件 M1、M1'、M2 和 M2' 的漏电极分别连接到驱动装置 10 的输出电极 10p、10q、10r 和 10s。

在以直接驱动型驱动 IGBT1 的情况下, 连接到开关元件 M1 和 M1' 的输出电极 10p 和 10q 通过栅电阻 R1 被连接到 IGBT1 的栅电极。连接到开关元件 M2 和 M2' 的输出电极 10r 和 10s 通过栅电阻 R2 被连接到 IGBT1 的栅电极。连接到开关元件 M3 的输出电极 10t 通过栅电阻 R3 被连接到 IGBT1 的栅电极。

二极管 D1 被并联到 IGBT1。

如图 2 中所示, 控制电路 2 包括产生用于直接驱动型的控制信号的直接驱动型控制单元 23, 产生用于间接驱动型的控制信号的间接驱动型控制单元 24, 选择来自直接驱动型控制单元 23 的控制信号和来自间接驱动型控制单元 24 的控制信号其中之一的控制信号并将其输出给开关元件 M1、M1'、M2 和 M2' 的选择器 25, 将来自开/关信号输入端 10a 的开/关信号输入到直接驱动型控制单元 23 和间接驱动型控制单元 24 的输入电路 21, 将来自驱动类型选择输入端 10b 的驱动类型选择信号输入到直接驱动型控制单元 23、间接驱动型控制单元 24 和选择器 25 的输入电路 22, 通过来自过电流检测端 10c 的输入来检测 IGBT1 的过电流并将检测结果输出到直接驱动型控制单元 23 和间接驱动型控制单元 24 的过电流检测电路 26。

关于如上所构造的驱动装置 10, 根据如下所讨论的来执行以直接驱动型驱动 IGBT1。

如图 3 中的时序图所示, 首先, 表示直接驱动型 (在这个具体实施方式中, “L”) 的驱动类型选择信号输入到驱动类型选择输入端 10b, 且 IGBT1 的开/关控制信号输入到开/关信号输入端 10a。

当驱动类型选择信号和开/关控制信号被输入到驱动装置 10 时, 直接驱动型控制单元 23 产生用于开关元件 M1 和 M1' 以及开关元件 M2 和 M2' 的控制信号。

在这种情况下, 开关元件 M1、M1'、M2 和 M2' 的停滞时间 DT 也同时产生。

由直接驱动型控制单元 23 产生的控制信号被输出到驱动器 DR1、DR1'、DR2 和 DR2', 且驱动器 DR1、DR1'、DR2 和 DR2' 开/关驱动开关元件 M1、M1'、M2 和 M2'。

在这种情况下, 开关元件 M1 和 M1' 被同时开/关驱动并且作为一个 PMOS 被致动。类似地, 开关元件 M2 和 M2' 被同时开/关驱动并且作为一个 NMOS 被致动。

当输入表示直接驱动型的驱动类型选择信号时, 在控制电路 2 中, 选择器 25 从直接驱动型控制单元 23 和间接驱动型控制单元 24 所产生的的信号中选择来自直接驱动型控制单元 23 的控制信号, 然后所选择的信号被输出到驱动器 DR1、DR1'、DR2 和 DR2'。

相应地, IGBT1 由作为一个 PMOS 晶体管被致动的开关元件 M1 和 M1' 和作为一个 NMOS 晶体管被致动的开关元件 M2 和 M2' 来驱动。开关元件 M1 和 M1' 的动作正时和开关元件 M2 和 M2' 的动作正时互相移位以提供停滞时间 DT, 因而防止直通电流在开关元件 M1 和 M1' 以及开关元件 M2 和 M2' 之间流过。

当在 IGBT1 的集电极电流  $I_{ce}$  中产生过电流时，由过电流检测电路 26 检测过电流，并且直接驱动型控制单元 23 关断所有的开关元件 M1 和 M1'以及开关元件 M2 和 M2'，并接通开关元件 M3。

在这种情况下，与栅电阻 R1 和 R2 相比，栅电阻 R3 足够大，所以栅极电压逐渐放电，由此 IGBT1 被软关断。

通过栅极电压的逐渐放电，过电流的时间变化率  $dI_{ce}/dt$  降低以抑制浪涌电压。

此外，提供了足够大的栅电阻 R3 以限制直通电流的功能，所以没有必要通过相互移位开关元件 M1 和 M1'以及开关元件 M3 的驱动正时而提供停滞时间。

下面，图 4 中显示了由驱动装置 10 以间接驱动型进行的 IGBT1 的驱动的构造。

在以间接驱动型驱动 IGBT1 的情况下，驱动装置 10 和 IGBT1 通过外部开关元件 Q1 和 Q2 以及栅电阻 R1、R2 和 R3 而相互连接。

外部开关元件 Q1 由 PMOS 晶体管构成，外部开关元件 Q2 由 NMOS 晶体管构成。

驱动装置 10 的输出端 10q 和 10r 连接到外部开关元件 Q1 的栅电极，并且输出端 10p 和 10s 连接到外部开关元件 Q2 的栅电极。

外部开关元件 Q1 的漏电极通过栅电阻 R1 连接到 IGBT1 的栅电极，并且外部开关元件 Q2 的漏电极通过栅电阻 R2 连接到 IGBT1 的栅电极。

此外，输出端 10t 通过栅电阻 R3 连接到 IGBT1 的栅电极。

关于如上所述的连接到 IGBT1 的驱动装置 10，根据如下所讨论的来执行以间接驱动型驱动 IGBT1。

如图 5 中的时序图所示，首先，表示间接驱动型（在这个具体实施方式中，“H”）的驱动类型选择信号输入到驱动类型选择输入端 10b，且 IGBT1 的开/关控制信号输入到开/关信号输入端 10a。

当驱动类型选择信号和开/关控制信号被输入到驱动装置 10 时，间接驱动型控制单元 24 产生用于开关元件 M1 和 M1' 以及开关元件 M2 和 M2' 的控制信号。

在这种情况下，开关元件 M1、M1'、M2 和 M2' 的停滞时间 DT 也同时被产生。

由间接驱动型控制单元 24 产生的控制信号被输出到驱动器 DR1、DR1'、DR2 和 DR2'，且驱动器 DR1、DR1'、DR2 和 DR2' 开/关驱动开关元件 M1、M1'、M2 和 M2'。

在这种情况下，由开关元件 M1 和开关元件 M2 构成的反相器作为外部开关元件 Q1 的驱动电路而被致动，并且由开关元件 M1' 和开关元件 M2' 构成的反相器作为外部开关元件 Q2 的驱动电路而被致动。

当输入表示直接驱动型的驱动类型选择信号时，在控制电路 2 中，选择器 25 从由直接驱动型控制单元 23 和间接驱动型控制单元 24 产生的信号中选择来自间接驱动型控制单元 24 的控制信号，然后所选择信号被输出到驱动器 DR1、DR1'、DR2 和 DR2'。

为了防止直通电流在开关元件 M1 和 M2 之间、在开关元件 M1' 和 M2' 之间，以及在外部开关元件 Q1 和外部开关元件 Q2 之间流过，这些开关元件的动作正时相互移位以提供如图 5 中所示的停滞时间 DT。

相应地，不提供另外的部件也确保防止了外部开关元件 Q1 和外部开关元件 Q2 之间的直通电流，由此防止了外部开关元件 Q1 和 Q2 的非正常的放热性，改进了反相器的可靠性。

当过电流检测电路 26 检测到在 IGBT1 的集电极电流  $I_{ce}$  中产生过电流时，间接驱动型控制单元 24 控制外部开关元件 Q1 和 Q2 关断开关元件 M1 和 M1' 以及开关元件 M2 和 M2'。

即，开关元件 M1 被接通而开关元件 M2 被关断，并且开关元件 M1' 被关断而开关元件 M2' 被接通。

同时，开关元件 M3 被接通。

在这种情况下，栅电阻 R3 与栅电阻 R1 和 R2 相比足够大，所以栅极电压逐渐放电，由此 IGBT1 被软关断。

通过栅极电压的逐渐放电，过电流的时间变化率  $dI_{ce}/dt$  降低以抑制浪涌电压。

此外，提供了足够大的栅电阻 R3 以限制直通电流的功能，所以没有必要通过相互移位外部开关元件 Q1 和开关元件 M3 的驱动正时而提供停滞时间。

相应地，驱动装置 10 被构造为能通过直接驱动型或间接驱动型驱动 IGBT1 的一个芯片。通过适当地改变将输入到驱动类型选择输入端 10b 的驱动类型选择信号，IGBT1 可以用期望的驱动类型进行驱动。

在使用在直接驱动型的情况下，驱动装置 10 以具有类似于图 6 中所示的传统的直接驱动 1 的驱动装置的结构被致动。在使用在间接驱动型的情况下，与图 11 中所示的传统的放大驱动 4 的驱动装置的结构相似，驱动装置 10 以仅具有两个外部开关元件 Q1 和 Q2 的结构被致动。

相应地，驱动装置 10 可以仅通过选择驱动类型来驱动具有小容量的 IGBT 或具有大容量的 IGBT，从而不提供另一种类的驱动装置而处理多种规格的混合动力电动车辆。

在直接驱动型或间接驱动型的情况下，不需要任何双极型晶体管，并且仅将广泛销售的 MOS 晶体管用作驱动装置 10 的开关元件和是外部部件的用于电流放大的开关元件，由此 IGBT1 可以容易且便宜地以高速驱动。

放热性通过使用 MOS 晶体管被限制，所以可以使用便宜而小的广泛使用的 IC 封装，由此驱动装置 10 可以小型化且其成本可被降低。

在直接驱动型的情况下，当开关元件 M1 和 M1' 的接通电压称为  $V_{DS(on)M1}$  时，IGBT1 的栅极驱动电压为  $V_{cc} - V_{DS(on)M1}$ 。同样地，在间接驱动型的情况下，当外部开关元件 Q1 的接通电压称为  $V_{DS(on)Q1}$  时，IGBT1 的栅极驱动电压为  $V_{cc} - V_{DS(on)Q1}$ 。

当 IGBT1 的栅极充电结束并且状态变为固定后,  $V_{cc} - V_{DS(on)M1}$  和  $V_{cc} - V_{DS(on)Q1}$  的每一个大体为零, 由此 IGBT1 的栅极电压仅取决于  $V_{cc}$ 。

那么, 在直接驱动型或间接驱动型的情况下, 驱动装置 10 的栅极电压的温度特性大体为零, 由此改进了栅极电压的准确性。

相应地, 在改进 IGBT1 的电流密度的同时可以确保短路能力, 由此反相器可以小型化并且其成本可被降低。

如上所述, 在驱动装置 10 用于直接驱动型时, 驱动装置 10 在以下几点优于图 7 中所示的传统的直接驱动 2 的驱动装置: IGBT1 的高速驱动能力、驱动装置 10 的外部开关元件的放热性, 以及栅极电压的温度特性的准确性。

在驱动装置 10 用于间接驱动型的情况下, 驱动装置 10 在以下方面综合地优于图 8 到图 10 中所示的任一个传统的间接驱动 1、2 和 3: IGBT1 的高速驱动能力、外部部件的数量、驱动装置 10 的外部开关元件的放热性, 以及栅极电压的温度特性准确性。

此外, 关于软关断, 图 8 到图 10 中所示的每一个传统的驱动装置都难以关闭所有外部开关元件。因此, 可能需要单独的电路来确保关闭所有外部开关元件。然而, 关于根据本发明的驱动装置 10, 每个外部开关元件 Q1 和 Q2 被独立地驱动以便确保被关闭。因此, 软关断执行稳定, 由此改进了反相器装置的可靠性。

另外, 将一个开关元件划分成两个作为一对开关元件 M1 和 M1' 或者一对开关元件 M2 和 M2', 在直接驱动型的情况下用做一个开关元

件的构造，与图 6 中所示的传统的直接驱动 1 的驱动装置相比并没有增加驱动装置 10 的 IC 芯片的尺寸。

与传统的直接驱动 1 的驱动装置相比，引起驱动装置 10 的 IC 芯片的尺寸增加的因素为：增加开关元件 M1'和 M2'的驱动器 DR1' 和 DR2'、驱动类型选择输入端 10b、和输出端 10p 和 10s，以及增加控制电路 2 的间接驱动型控制单元 24 等的功能。所述增加被限制到微不足道。

因此，所述构造必然引起反相器装置小型化和成本的降低。

#### 工业适用性

本发明可应用于驱动使用在能源或反相器中的 IGBT、MOSGTO 或类似物，特别用于驱动混合动力电动车辆的反相器。

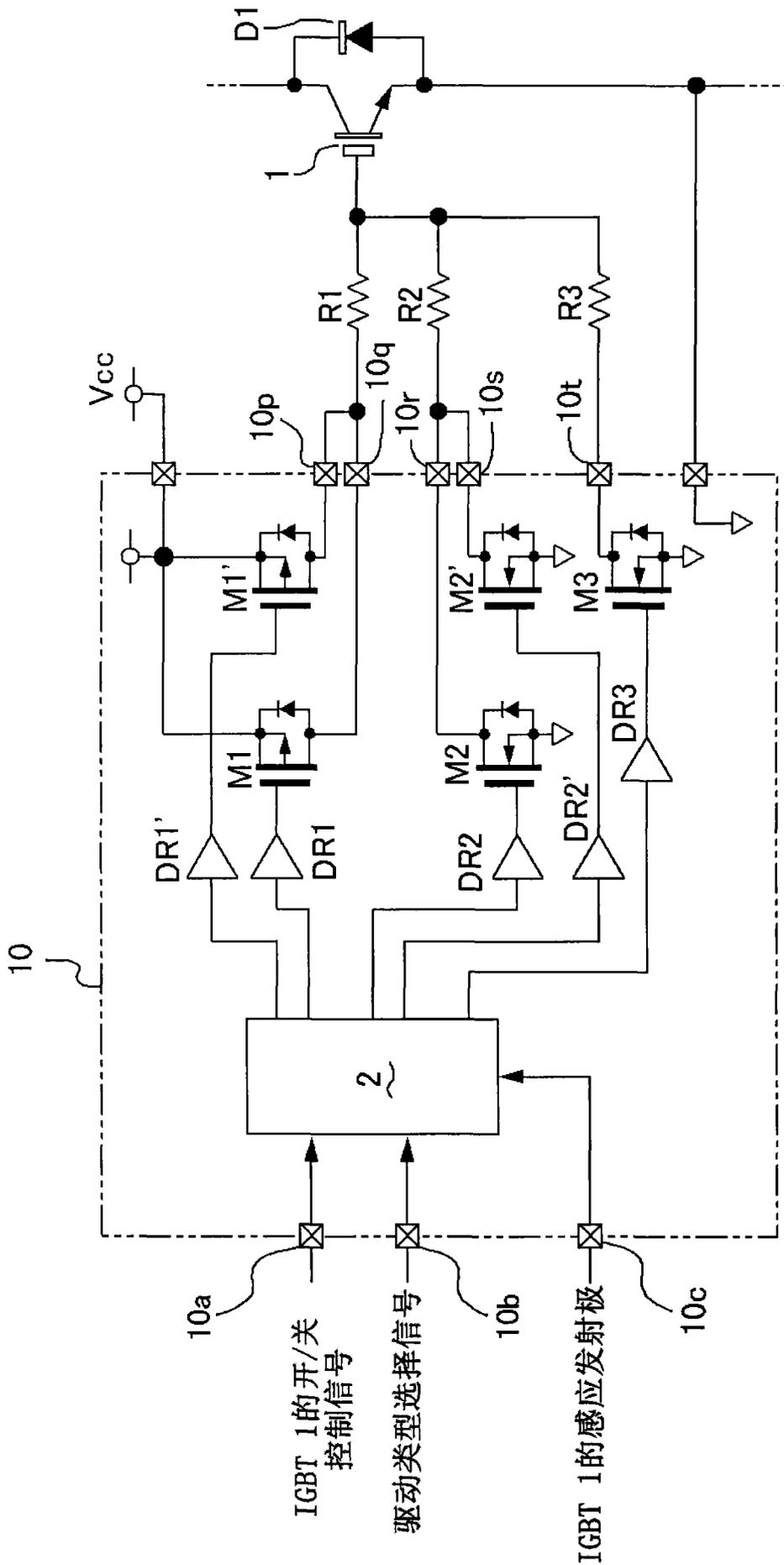


图1

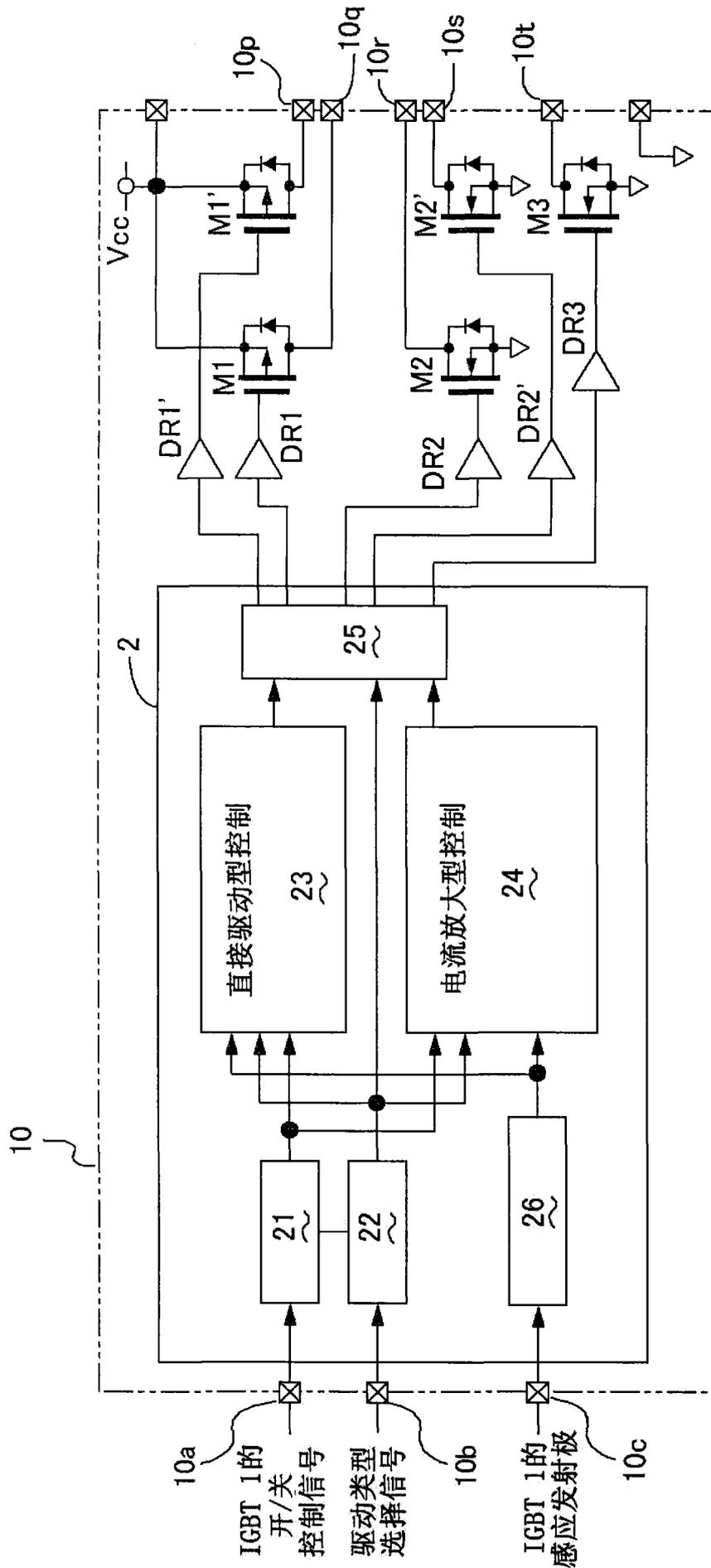


图2

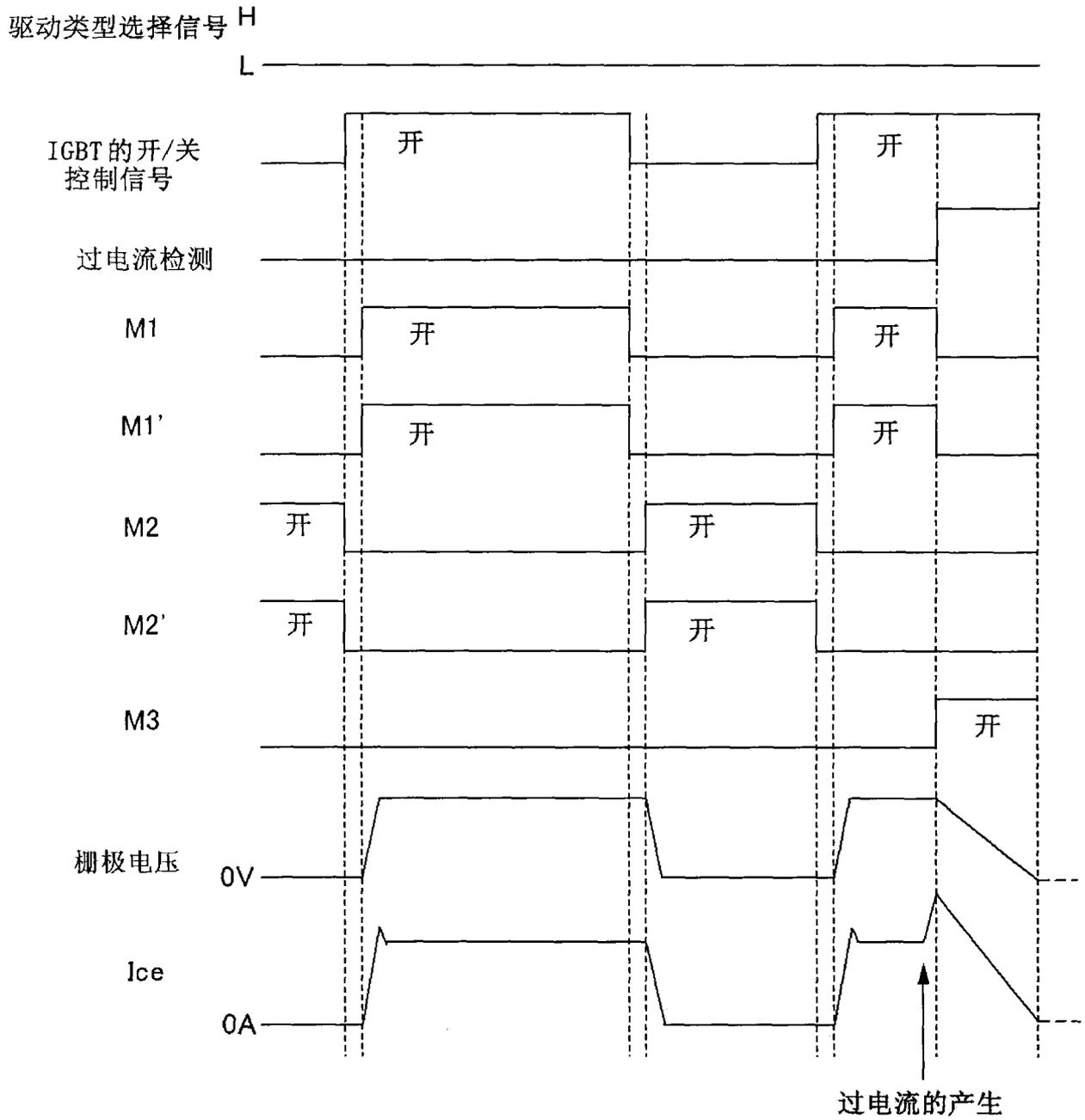


图3

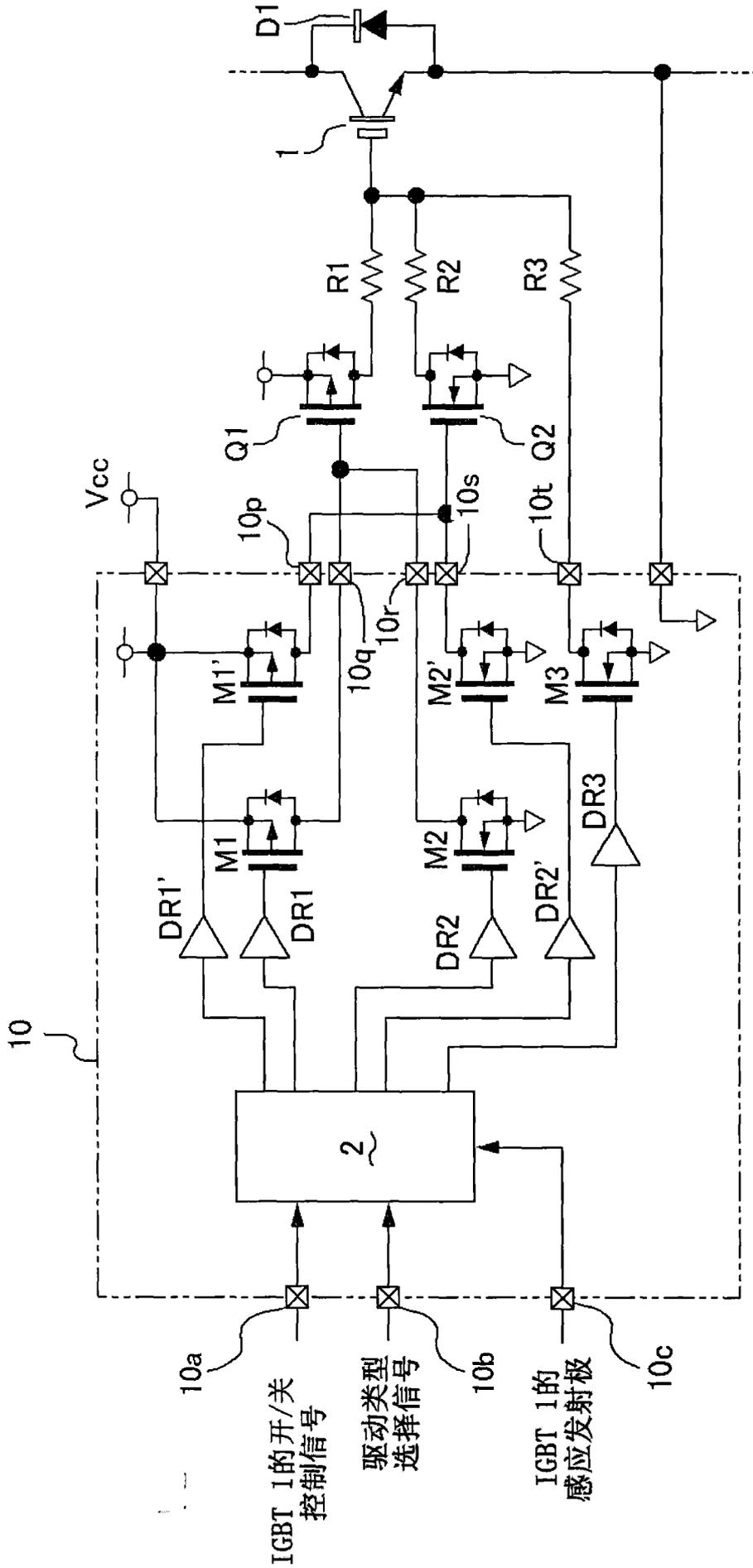


图4

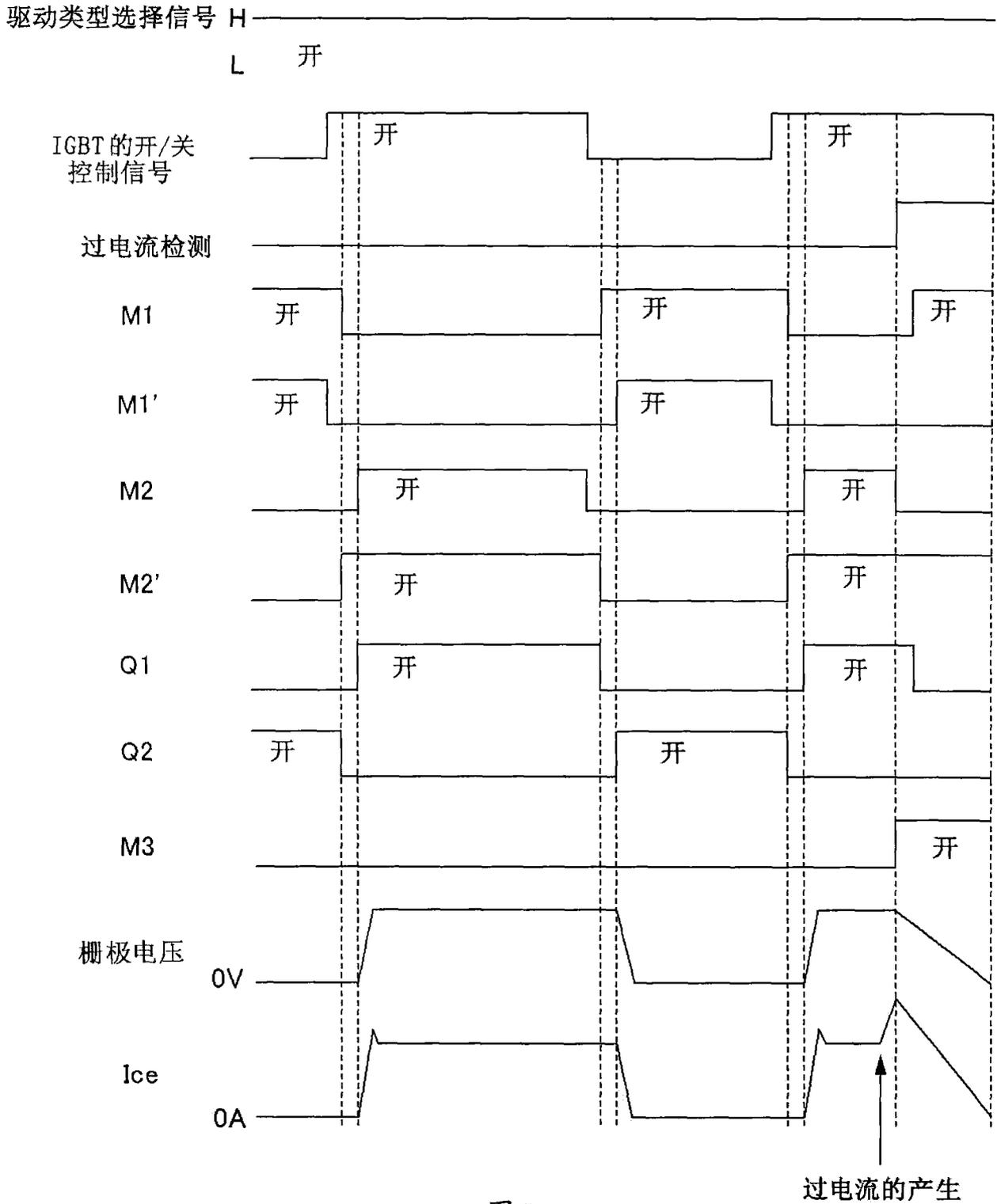
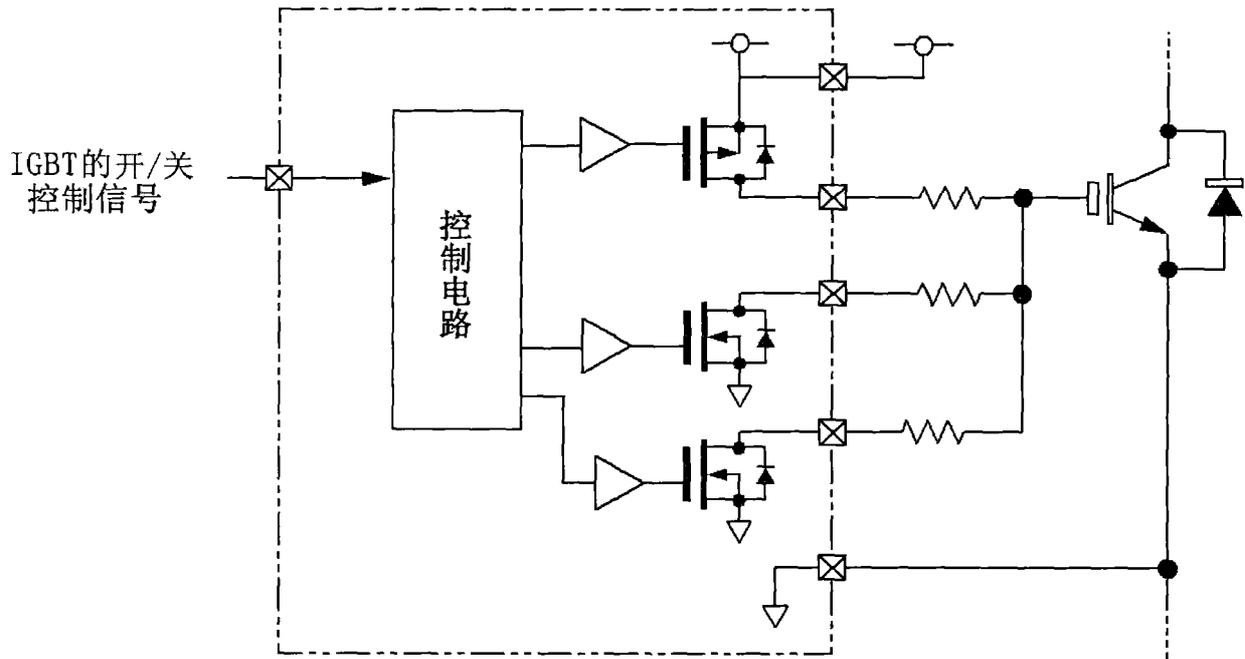
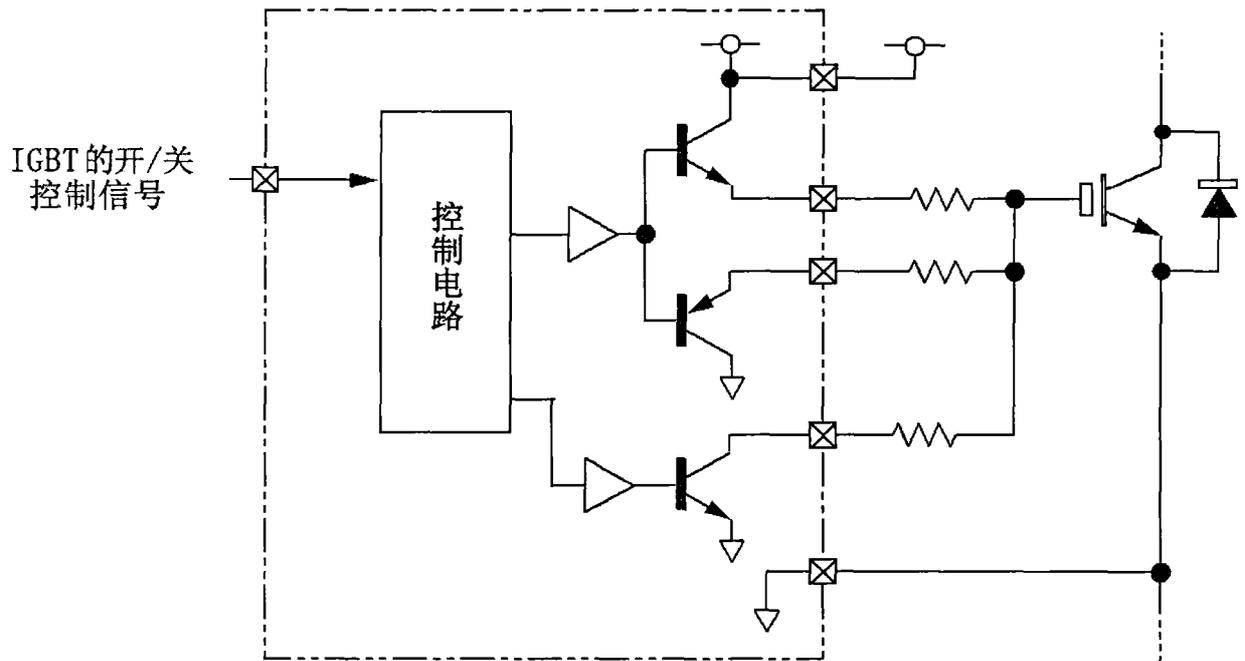


图5



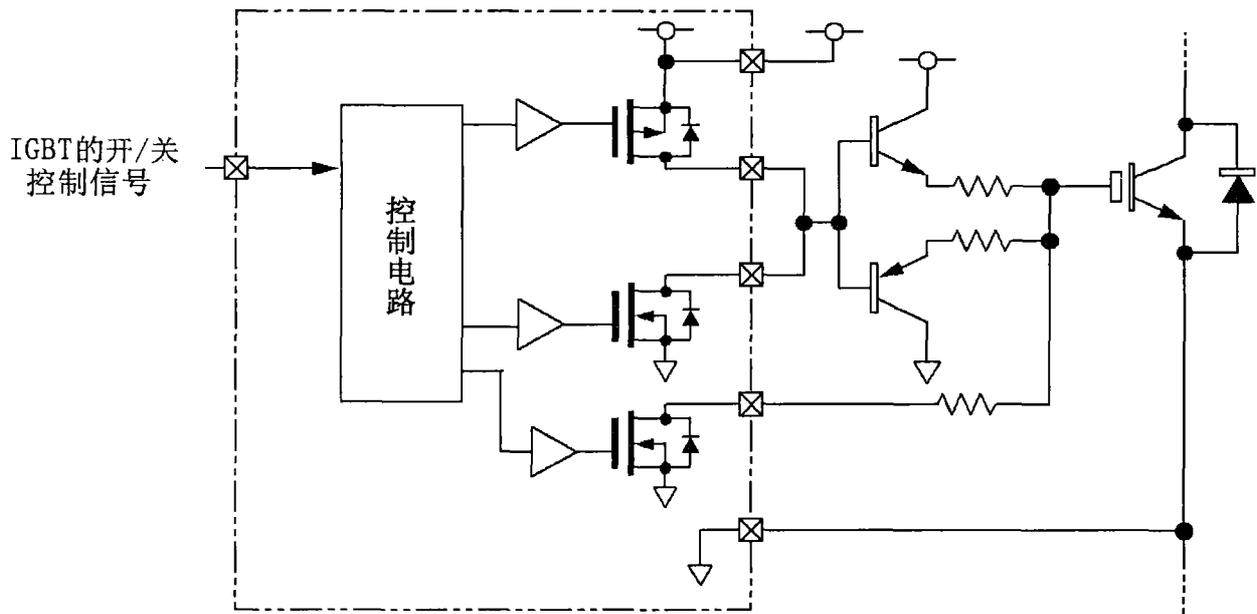
驱动类型	直接驱动1
高速驱动能力	○
外部部件数量	○[3]
驱动晶体管的放热性	○
驱动电路的温度特性	○
判断	○

图6



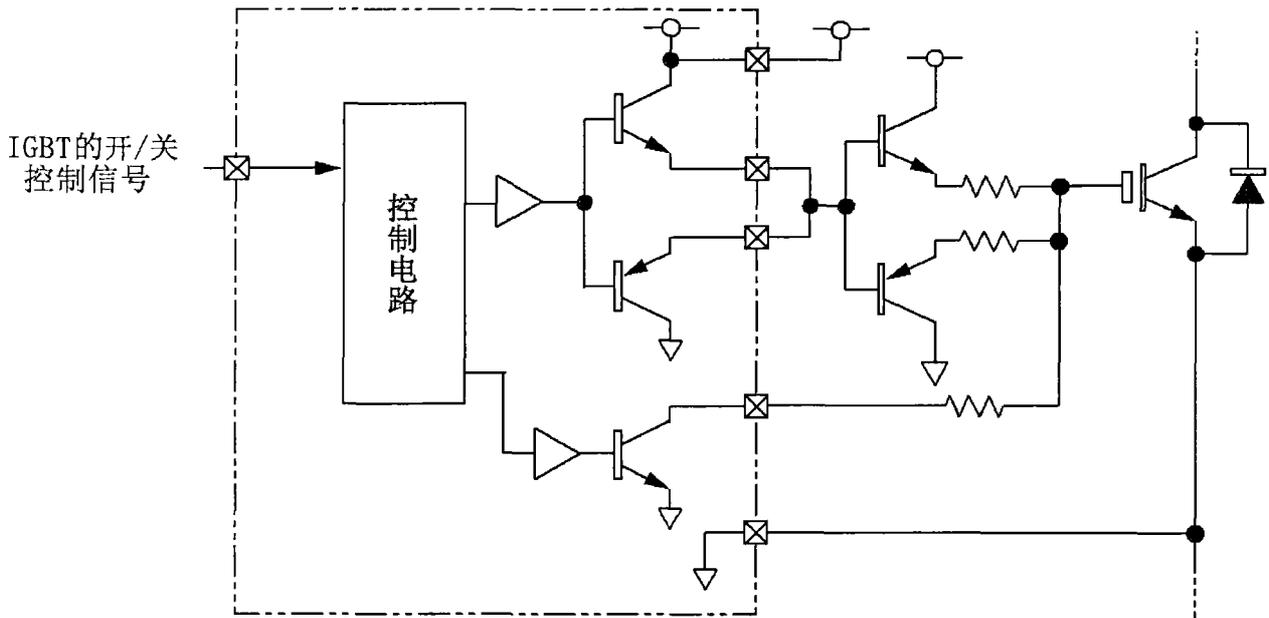
驱动类型	直接驱动2
高速驱动能力	×
外部部件数量	○[3]
驱动晶体管的放热性	×
驱动电路的温度特性	×
判断	×

图7



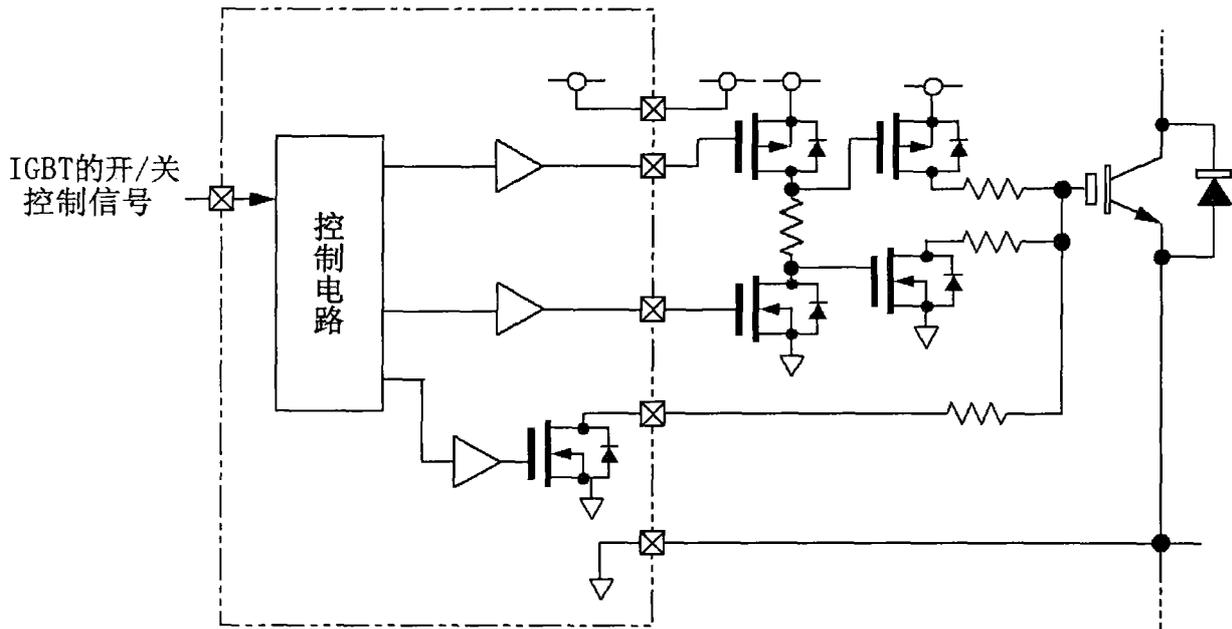
驱动类型	间接驱动1
高速驱动能力	△
外部部件数量	○[5]
驱动晶体管的放热性	△
驱动电路的温度特性	×
判断	△

图8



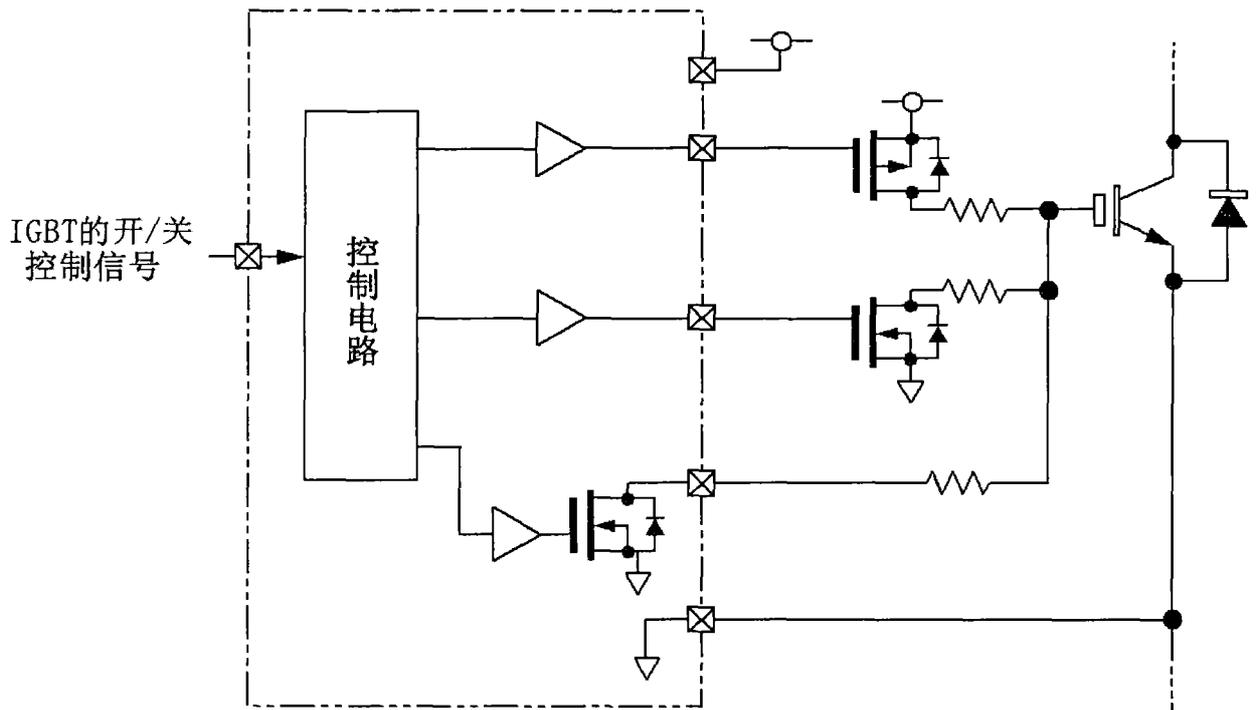
驱动类型	间接驱动2
高速驱动能力	×
外部部件数量	○[5]
驱动晶体管的放热性	×
驱动电路的温度特性	××
判断	×

图9



驱动类型	间接驱动3
高速驱动能力	○
外部部件数量	× [8]
驱动晶体管的放热性	○
驱动电路的温度特性	○
判断	△

图 10



驱动类型	间接驱动4
高速驱动能力	○
外部部件数量	○[5]
驱动晶体管的放热性	○
驱动电路的温度特性	○
判断	○

图11