



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1825762 B

(45) 授权公告日 2011.08.17

(21) 申请号 200610055023.8

审查员 李劲嫻

(22) 申请日 2006.02.24

(30) 优先权数据

2005-050781 2005.02.25 JP

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 上甲基信 福永匡则 谷口信刚

井上贵公 西田信也

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 杨凯 刘宗杰

(51) Int. Cl.

H03K 17/08(2006.01)

H03K 17/26(2006.01)

H02M 1/00(2007.01)

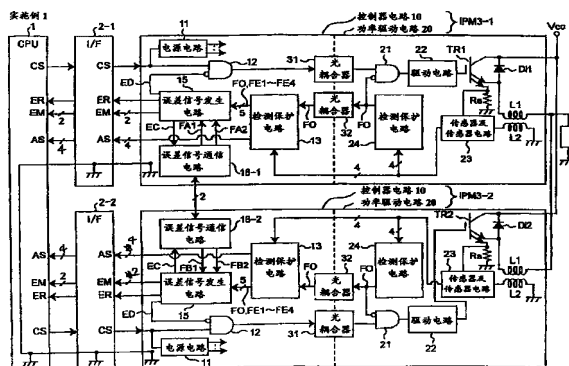
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 9 页

(54) 发明名称

功率用半导体装置

(57) 摘要

在将用于对 IGBT(TR1、TR2) 进行驱动控制的 IPM(3-1、3-2) 并联连接而构成的功率用半导体装置中,误差信号通信电路(16-1)按照 IPM(3-1) 中产生的保护报警信号(F0)等,将通信误差信号发送至 IPM(3-2) 的误差信号通信电路(16-2)。误差信号通信电路(16-2)接收从误差信号通信电路(16-1)发送的通信误差信号,按照接收到的通信误差信号进行控制,使该 IPM(3-2) 的驱动控制动作停止。从而,在设有并联连接的多个 IPM 的功率用半导体装置中,因一个 IPM 的保护电路动作而使其动作切断时也切断另一个 IPM 的动作。



1. 一种功率用半导体装置,将用于对第1功率半导体元件进行驱动控制的第1功率控制用半导体模块与用于对第2功率半导体元件进行驱动控制的第2功率控制用半导体模块并联连接而构成,其特征在于,

所述第1功率控制用半导体模块具备发生保护所述第1功率半导体元件用的第1保护报警信号的第1检测保护电路、第1误差信号发生电路、以及第1误差信号通信电路,

所述第2功率控制用半导体模块具备发生保护所述第2功率半导体元件用的第2保护报警信号的第2检测保护电路、第2误差信号发生电路、以及第2误差信号通信电路,

(A) 所述第1检测保护电路发生所述第1保护报警信号时,

所述第1误差信号发生电路根据所述第1保护报警信号,发生第1误差信号,使所述第1功率半导体元件的驱动控制停止,同时发生第2误差信号,输出到所述第1误差信号通信电路,

所述第1误差信号通信电路根据所述第2误差信号将第1通信误差信号发送到所述第2误差信号通信电路,

所述第2误差信号通信电路接收所述第1通信误差信号,根据所述第1通信误差信号,发生第3误差信号输出到所述第2误差信号发生电路,

所述第2误差信号发生电路根据所述第3误差信号发生第4误差信号,停止所述第2功率半导体元件的驱动控制动作,

(B) 所述第2检测保护电路发生所述第2保护报警信号时,

所述第2误差信号发生电路根据所述第2保护报警信号,发生第4误差信号,使所述第2功率半导体元件的驱动控制停止,同时发生第5误差信号,输出到所述第2误差信号通信电路,

所述第2误差信号通信电路根据所述第5误差信号将第2通信误差信号发送到所述第1误差信号通信电路,

所述第1误差信号通信电路接收所述第2通信误差信号,根据所述第2通信误差信号,发生第6误差信号输出到所述第1误差信号发生电路,

所述第1误差信号发生电路根据所述第6误差信号发生第7误差信号,停止所述第1功率半导体元件的驱动控制动作。

2. 如权利要求1记载的功率用半导体装置,其特征在于:

(A) 所述第1误差信号通信电路通过使电流源发生的电流接通/断开,发生所述第1通信误差信号,发送到所述第2误差信号通信电路,所述第2误差信号通信电路通过检测所述电流的接通/断开来接收所述第1通信误差信号,所述第2误差信号通信电路在未检测到所述电流时,检测出所述第1误差信号通信电路与所述第2误差信号通信电路之间的断线,这时所述第2误差信号发生电路发生所述第4误差信号,使所述第2功率半导体元件的驱动控制动作停止,

(B) 所述第2误差信号通信电路通过使电流源发生的电流接通/断开,发生所述第2通信误差信号,发送到所述第1误差信号通信电路,所述第1误差信号通信电路通过检测所述电流的接通/断开来接收所述第2通信误差信号,所述第1误差信号通信电路在未检测到所述电流时,检测出所述第1误差信号通信电路与所述第2误差信号通信电路之间的断线,这时所述第1误差信号发生电路发生所述第7误差信号,使所述第1功率半导体元件的驱

动控制动作停止。

3. 如权利要求 1 或 2 记载的功率用半导体装置,其特征在于:

所述第 1 功率控制用半导体模块还具有第 1 信号通信电路,

所述第 2 功率控制用半导体模块还具有第 2 信号通信电路,

(A) 所述第 1 检测保护电路将所述第 1 保护报警信号输出到所述第 1 信号通信电路,所述第 1 信号通信电路将所述第 1 保护报警信号发送到所述第 2 信号通信电路,所述第 2 信号通信电路接收所述第 1 保护报警信号,输出到所述第 2 检测保护电路,所述第 2 检测保护电路根据所述第 1 保护报警信号发生第 2 保护报警信号,

(B) 所述第 2 检测保护电路将所述第 2 保护报警信号输出到所述第 2 信号通信电路,所述第 2 信号通信电路将所述第 2 保护报警信号发送到所述第 1 信号通信电路,所述第 1 信号通信电路接收所述第 2 保护报警信号,输出到所述第 1 检测保护电路,所述第 1 检测保护电路根据所述第 2 保护报警信号发生第 1 保护报警信号。

功率用半导体装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对例如 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor FieldEffect Transistor:金属氧化物半导体场效应晶体管)及 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor:绝缘栅双极型晶体管)等功率半导体元件进行驱动控制的、由例如智能功率模块(以下称作 IPM)等多个功率控制用半导体模块并联连接而构成的功率用半导体装置。

背景技术

[0002] 关于对例如 MOSFET 及 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)等功率半导体元件进行驱动控制的、由例如 IPM 等多个功率控制用半导体模块并联连接而构成的功率用半导体装置,公开了以下的现有技术。

[0003] 在栅极驱动电路等设置于功率元件上而智能化的 IPM 进行并联连接、并运转时,为了能够防止由于功率元件切换时的不平衡而引起的错误的过电流检测及热量集中,

[0004] 在专利文献中 1 公开了以下的解决手段,其特征在于:在专利文献 1 的图 1 中在并联连接例如 2 个 IPM 电路 2A、2B、并运转时,将使动作指令信号 L1 延迟的延迟电路 D1A、D2A 的输出信号传送至 IPM 电路 2B 并将延迟电路 D1B、D2B 的输出信号传送至 IPM 电路 2A,从而在 IPM 电路 2A、2B 的各功率元件 3A、3B 中不会产生切换的不平衡。

[0005] 另外,在专利文献 2 中,在进行 IPM 的并联连接时,为了放宽因构成 IPM 的开关元件的开关特性不同而引起的开关元件的分选标准,并且使电流均匀地流入已并联连接的各 IPM,在专利文献 2 中公开了以下的解决手段,其特征在于:在专利文献 2 的图 1 中将各开关元件的主电流输入侧的第 1 主电极相互之间以及主电流输出侧的第 2 主电极相互之间进行连接,同时将具有同一电阻值的电阻连接在上述各第 2 主电极上,从该电阻经辅助端子,由第 1 布线导体连接上述各第 2 主电极,并且经由在预定频率下成为高阻抗的阻抗元件,由第 2 布线导体连接上述各开关元件的控制电极。

[0006] 另外,为了防止并联连接的功率用半导体元件的电流分配不均并按小型、低成本地实现所要求容量的半导体功率转换装置,在专利文献 3 中公开了以下的解决手段,即在专利文献 3 的图 1 中在 1 个支路内将多个功率用半导体元件并联连接而构成的半导体功率转换装置,其特征在于采用以下手段:将 IGBTQ1、Q2 的阳极相互连接,并将控制极相互连接,同时分别通过电感元件 L1、L2,将 IGBTQ1、Q2 的阴极相互连接,将栅极驱动电路 GDU 连接在电感元件 L1、L2 的相互接点与上述控制极的相互接点之间,另外,将电阻连接在各控制极与栅极驱动电路 GDU 之间,或者将过电压保护电路连接在各控制极与阴极之间。

[0007] 另外,为了即使在进行并联动作的开关元件的导通特性有差别时也能进行稳定的切换,专利文献 4 中还公开了以下的解决手段,即,如果在专利文献 4 的图 1 中并联连接的开关元件 2、3 中的任何一个开关元件快速导通,则通过因该开关元件的发射极主电路侧的布线的杂散电感而产生的感应电压,从而电流 Δi_E 在连接开关元件 2、3 的发射辅助端子相互之间的电路上流动,在此电路的杂散电感上感应出使该开关元件的栅极电压下降的电压,但是通过变量器 12 的电感,减小上述电流 Δi_E ,可抑制使栅极电压下降的电压,可防止

在接通过程中断路的现象。

[0008] 另外,在将栅极驱动电路等设置于功率元件上而智能化的 IPM 进行并联连接并运转时,为了防止由于功率元件切换时的不平衡而引起的错误的过电流检测和热量集中,在专利文献中 5 公开了以下的解决手段,其特征在于:在专利文献 5 的图 1 中在并联连接例如 2 个 IPM 电路 2A、2B 并运转时,将使动作指令信号 L1 延迟的延迟电路 D1A、D2A 的输出信号传送至 IPM 电路 2B 并将延迟电路 D1B、D2B 的输出信号传送至 IPM 电路 2A,从而在电路 2A、2B 的各功率元件 3A、3B 中不会产生切换的不平衡。

[0009] 另外,在专利文献 6 中,在将栅极驱动电路等设置于功率元件上而智能化的 IPM 进行并联连接并使用时,为了防止由于功率元件切换时的不平衡而引起的错误的过电流检测和热量集中,在专利文献 6 的图 1 中公开了以下的解决手段,其特征在于:在专利文献 6 的图 1 中在并联连接 IPM、并使用时,用短路线 8 使功率元件 3 的栅极之间短路,从而使在电路 A、B 的各功率元件 3 上不会产生切换不平衡。

[0010] 另外,为了高精度地消除并联连接的开关元件的电流不平衡,在专利文献 7 中还公开了以下的解决手段,即如专利文献 7 的图 12 所示执行以下步骤:

[0011] (1) 在并联连接的 n (≥ 2) 个 IGBT 的主电流的检测值即电流读出电压 $V_{CS1} \sim V_{CSn}$ 转换为数字形式后,提供给运算处理。

[0012] (2) 用常数 $G_1 \sim G_n$ 及补偿电压 $V_{OFFSET1} \sim V_{OFFSETn}$,将电流读出电压 $V_{CS1} \sim V_{CSn}$ 换算为集电极电流 $I_1 \sim I_n$ (步骤 103),然后计算相对于集电极电流 $I_1 \sim I_n$ 的平均值 I_{AVG} 的偏差 $\Delta I_1 \sim \Delta I_n$ (步骤 104、105)。

[0013] (3) 以偏差 $\Delta I_1 \sim \Delta I_n$ 与系数 K_{ij} 相乘而得到的变化量 $\Delta V_{D1} \sim \Delta V_{Dn}$ 更新驱动控制电压 $V_{D1} \sim V_{Dn}$ (步骤 106、107)。

[0014] (4) 将驱动控制电压 $V_{D1} \sim V_{Dn}$ 转换为模拟形式,然后作为栅极电压 V_{GE} 供给 n 个 IGBT。分别按 n 个开关元件一一作成常数 $G_1 \sim G_n$ 、补偿电压 $V_{OFFSET1} \sim V_{OFFSETn}$ 及系数 K_{ij} 。

[0015] [专利文献 1] 特开 2002-369497 号公报。

[0016] [专利文献 2] 国际申请公开 W001/089090 号公报。

[0017] [专利文献 3] 特开平 10-042548 号公报。

[0018] [专利文献 4] 特开平 10-014215 号公报。

[0019] [专利文献 5] 特开 2002-369496 号公报。

[0020] [专利文献 6] 特开平 08-213890 号公报。

[0021] [专利文献 7] 特开 2000-092820 号公报。

发明内容

[0022] 在上述现有技术中公开了主要用于消除流过并联连接的各 IPM 或各开关元件的电流不均匀的具体防止手段。然而,一般地说,在各 IPM 或各开关元件中分别连接有保护电路,通过一个 IPM 或开关元件的保护电路动作,能够切断该 IPM 或开关元件的动作,而另一个 IPM 或开关元件继续工作。因此,存在另一个 IPM 或开关元件损坏或老化而导致寿命缩短这一问题。

[0023] 本发明的目的在于解决以上问题,即提供一种具有并联连接的多个 IPM 或开关元件的功率用半导体装置,在一个 IPM 或开关元件的保护电路动作、并切断该 IPM 或开关元件

的动作时,能够切断另一个 IPM 或开关元件的动作。

[0024] 本发明的功率用半导体装置是将用于对功率半导体元件进行驱动控制的多个功率控制用半导体模块并联连接而构成的功率用半导体装置,其特征在于:

[0025] 具有按照一个功率控制用半导体模块中产生的预定的启动信号、将预定的通信信号发送至另一功率控制用半导体模块的发送单元和

[0026] 在另一个功率控制用半导体模块中接收上述已发送的通信信号、并按照上述接收到的通信信号、控制该另一功率控制用半导体模块的驱动控制动作的接收单元。

[0027] 因此,依据本发明的功率用半导体装置,例如上述启动信号是用于保护上述功率半导体元件的保护报警信号,上述发送单元按照一个功率控制用半导体模块中产生的保护报警信号,将上述通信信号发送至另一功率控制用半导体模块,上述接收单元在另一功率控制用半导体模块中接收上述已发送的通信信号并按照上述接收到的通信信号使该另一功率控制用半导体模块驱动控制动作停止。所以,使两个功率控制用半导体模块的驱动控制动作都能够可靠地停止。由此,在该功率用半导体装置中能够实现安全的动作。

附图说明

[0028] 图 1 是表示本发明实施例 1 的功率用半导体装置结构的框图。

[0029] 图 2 是表示图 1 的误差信号发生电路 15 的详细结构的框图。

[0030] 图 3 是表示图 1 的误差信号通信电路 16-1、16-2 的详细结构及该误差信号通信电路 16-1、16-2 之间连接的框图。

[0031] 图 4 是表示图 1 的误差信号通信电路 16-1 单独工作时连接的框图。

[0032] 图 5 是表示图 1 的功率用半导体装置中的保护误差信号 FE1 ~ FE4 和误差模式信号 EM 之间关系的表。

[0033] 图 6 是表示图 1 的功率用半导体装置中对于各状态的通信误差信号 FA1、FA2 之间关系以及通信误差信号 FB1、FB2 之间关系的表。

[0034] 图 7 是表示本发明实施例 2 的功率用半导体装置中误差信号通信电路 16A-1、16A-2 的详细结构以及该误差信号通信电路 16A-1、16A-2 之间连接的框图。

[0035] 图 8 的表表示对应于图 7 的功率用半导体装置中各状态的通信误差信号 FA1、FA2、FA3 之间的关系以及通信误差信号 FB1、FB2、FB3 之间的关系。

[0036] 图 9 是表示本发明实施例 3 的功率用半导体装置中 IPM3A-1、IBM3A-2 的详细结构以及该 IPM3A-1、IPM3A-2 之间连接的框图。

[0037] 图 10 是表示本发明实施例 4 的功率用半导体装置中的包含电流平衡化用电感 L1A 和开关 27 的输出电路的详细结构的框图。

[0038] 符号说明

[0039] 1 中央运算处理装置 (CPU)、2-1、2-2 接口电路、3、3-1、3-2、3A-1、3A-2、3B-1、3B-2 智能功率模块 (IPM)、4 负载装置、10 控制器电路、11 电源电路、12 带反相输入端子的“与”门、13 检测保护电路、15 误差信号发生电路、16-1、16-2、16A-1、16A-2 误差信号通信电路、20 功率驱动电路、21 带有反相输入端子的“与”门、22 驱动电路、23 传感器及传感器电路、24 检测保护电路、26-1、26-2 F0 信号通信电路、27 开关、31、32 光耦合器、41、45、51、55 电流源、42、52 开关、43、44、46、53、54、56 电流检测器、CA1、CA2、CA3 电缆、L1、L1A 电流

平衡化用电感、L2 电流检测用电感、OR1、OR2、OR3 “或”门、 R_L 负载电阻、 R_s 电流检测用电阻、SG1 误差模式信号发生器、TR IGBT、Di 回流二极管、 V_{CC} 电源电压。

具体实施方式

[0040] 以下参照附图,说明本发明的实施例。另外,在以下各实施例中相同的构成要素附以同一符号。

[0041] 实施例 1

[0042] 图 1 是表示本发明实施例 1 的功率用半导体装置结构的框图。在图 1 的功率用半导体装置中,中央运算处理装置(以下称作 CPU)1 通过接口电路 2-1、2-2 将驱动控制信号 CS 传送至 2 个 IPM3-1、3-2,从而对 IPM3-1、3-2 的各 IGBTTR1、TR2 进行驱动控制。这里,回流二极管(feedback diode)Di1 连接在 IPM3-1 的 IGBTTR1 的集电极与第 1 发射极之间,IGBTTR1 的集电极连接在电源电压 V_{CC} 上,而 IGBTTR1 的第 1 发射极通过电流平衡化用电感 L1 与负载装置 4 的第 1 端子连接。另外,回流二极管 Di2 连接在 IPM3-2 的 IGBTTR2 的集电极与第 1 发射极之间,IGBTTR2 的集电极连接在电源电压 V_{CC} 上,而 IGBTTR2 的第 1 发射极经由电流平衡化用电感 L1 与负载装置 4 的第 1 端子连接。另外,负载装置 4 的第 2 端子接地。通过以上的连接,各 IPM3-1、3-2 的各 IGBTTR1、TR2 相互并联连接。

[0043] 再有,IPM3-1、3-2 的各 IGBTTR1、TR2 的第 2 发射极经由用于检测流入各 IGBTTR1、TR2 的电流的电流检测用电阻 R_s 而接地,电流检测用电阻 R_s 的非接地侧端子连接在传感器及传感器电路 23 上。另外,在各 IPM3-1、3-2 的电流平衡化用电感线圈 L1 上设置电流检测用电感线圈 L2,,使之对电感 L1 在电磁上弱耦合,其一端连接在传感器及传感器电路 23,而另一端接地。在本实施例中将各 IPM3-1、3-2 的电流平衡化用电感线圈 L1、L1(例如充分大于数 μH 以上且基本上具有相同值的电感)分别内置在 IPM3-1、3-2 中,并将各电流平衡化用电感线圈 L1、L1 的各一端连接,再与负载装置 4 连接,从而能够使用公知的电路技术使流经各 IGBTTR1、TR2 的各集电极电流均匀化。

[0044] 在图 1 中接口电路 2-1 对来自 CPU1 的驱动控制信号 CS 进行预定的信号转换及电气绝缘等接口处理,然后输出至 IPM3-1 的“与”门 12 以及电源电路 11。另外,接口电路 2-1 接收来自 IPM3-1 的误差信号 ER、2 个误差模式信号 EM 以及 4 个模拟检测信号 AS(关于这些信号在下面详细叙述),对信号 ER、EM、AS 进行预定的信号转换及电气绝缘等接口处理,然后输出至 CPU1。接口电路 2-2 对来自 CPU1 的驱动控制信号 CS 进行预定的信号转换及电气上绝缘等接口处理,然后输出至 IPM3-2 的“与”门 12 以及电源电路 11。另外,接口电路 2-2 接收来自 IPM3-2 的误差信号 ER、2 个误差模式信号 EM 以及 4 个模拟检测信号 AS,对信号 ER、EM、AS 进行预定的信号转换及电气上绝缘等接口处理,然后输出至 CPU1。

[0045] 另外,如图 1 所示,IPM3-1 的接地端子经由接口电路 2-1 的接地端子与 CPU1 的接地端子连接,另外,IPM3-2 的接地端子经由接口电路 2-2 的接地端子与 CPU1 的接地端子连接。即,由于未在 IPM3-1、3-2 的各接地端子之间直接连接,因此不会形成接地电位的环路。由此,可防止在 IPM3-1、3-2 等电路中检测出噪声。

[0046] 接着,对于 IPM3-1、3-2(以符号 3 总称。另外,对于接口电路 2-1、2-1 也以符号 2 总称)的结构及动作进行说明,但是由于 2 个 IPM3-1、3-2 相同地构成,所以除了对于有必要区 说明的误差信号通信电路 16-1、16-2、IGBTTR1、TR2 以及回流二极管 Di1、Di2 以外

的各构成要素的电路均附以同一符号,主要对于 1 个 IPM3 的结构及动作进行说明。在图 1 中各 IPM3 由图 1 中左侧图示的控制器电路 10 和图 1 中右侧图示的功率驱动电路 20 构成,因为各电路 10、20 之间在电气上绝缘,所以通过光耦合器 31、32 连接。

[0047] 电源电路 11 从来自接口电路 2 的驱动控制信号 CS 抽取电能,将电源电压供给 IPM3 内的各电路。另外,来自接口电路 2 的驱动控制信号 CS 经由“与”门 12、光耦合器 31 以及“与”门 21 输出至驱动电路 22。这里,驱动电路 22 响应高电平的驱动控制信号进行驱动,使 IGBTTR1 或 TR2 导通。来自误差信号发生电路 15 的误差信号 ED 输入到“与”门 12 的反相输入端子,在接收高电平的误差信号 ED 时,“与”门 12 将驱动控制信号 CS 切断。另外,来自输出保护电路 24 的保护报警信号 FO(Fault Out) 输入到“与”门 21 的反相输入端子,在接收到高电平的保护报警信号 FO 时,“与”门 21 将驱动控制信号 CS 切断。

[0048] 在 IPM3 的功率驱动电路 20 中,传感器及传感器电路 23 最好包含与该传感器及传感器电路 23 连接的如下传感器以及该电路 23 内包含的如下传感器,如以下那样,将检测信号输出至检测保护电路 13、24,并如以下那样,检测保护电路 13、24 响应该信号而与预定的阈值进行比较,产生保护报警信号。

[0049] (1) 电流检测用电感 L2 :电流检测用电感 L2 检测 IGBTTR1 或 TR2 的集电极电流的电流值,将测出的电流值输出至传感器及传感器电路 23。对此作出响应,传感器及传感器电路 23 将表示该测出的电流值的检测信号输出至检测保护电路 13。为了防止 IGBTTR1 或 TR2 因过电流而热损坏,检测保护电路 13 将测出的电流值与预定的过电流保护 (OC) 断路电平进行比较,如果大于该断路电平,则产生 OC 用保护报警信号 FE1。另外,为了防止 IGBTTR1 或 TR2 因短路电流而损坏,检测保护电路 13 将测出的电流值与预定的短路保护 (SC) 断路电平 (该断路电平是大于上述过电流保护 (OC) 断路电平的电平) 进行比较,如果大于该断路电平,则产生 SC 用保护报警信号 FE2。

[0050] (2) 电流检测用电阻 R_s :电流检测用电阻 R_s 从流经 IGBTTR1 或 TR2 的第 2 发射极的发射极电流测出集电极电流的电流值,并将测出的电流值输出至传感器及传感器电路 23。对此作出响应,传感器及传感器电路 23 将表示该测出的电流值的检测信号输出至检测保护电路 24。为了防止 IGBTTR1 或 TR2 因过电流而热损坏,检测保护电路 24 将测出的电流值与预定的过电流保护 (OC) 断路电平进行比较,如果大于该断路电平,则产生 OC 用保护报警信号 FE1。另外,为了防止 IGBTTR1 或 TR2 因短路电流而损坏,检测保护电路 24 将测出的电流值与预定的短路保护 (SC) 断路电平进行比较,如果大于该断路电平,则产生 SC 用保护报警信号 FE2。

[0051] (3) 温度检测用热敏电阻 :将温度检测用热敏电阻 (未图示) 设置在粘接着 IGBT 芯片的同一绝缘功率基板上,检测 IGBTTR1 或 TR2 的温度,将测出的温度值输出至传感器及传感器电路 23。对此作出响应,传感器及传感器电路 23 将表示该测出的温度值的检测信号输出至检测保护电路 13 和检测保护电路 24。为了防止 IGBTTR1 或 TR2 因过热而热损坏,各检测保护电路 13、24 将测出的温度值与预定的过热保护 (OT) 的断路电平进行比较,如果大于该断路电平,则产生 OT 用保护报警信号 FE3。

[0052] (4) 控制电源电压检测传感器 :控制电源电压检测传感器 (未图示) 在 IPM3 内的内部电路中检测 IPM 的控制电源电压,将测出的电压值输出至传感器及传感器电路 23。对此作出响应,传感器及传感器电路 23 将表示该测出的电压值的检测信号输出至检测保护

电路 13 以及检测保护电路 24。为了保护元件免受控制电源电压下降而损坏,各检测保护电路 13、24 将测出的 IPM 的控制电源电压与预定的控制电源电压下降保护电路 (UV) 断路电平进行比较,如果小于该断路电平,则产生 UV 用保护报警信号 FE4。

[0053] 检测保护电路 24 对于如上产生的 4 个保护报警信号 FE1 ~ FE4 执行逻辑和运算,产生表示该运算值的保护报警信号 F0,将该保护报警信号 F0 输出至“与”门 21 的反相输入端子,同时通过光耦合器 32 输出至检测保护电路 13。检测保护电路 13 产生分别表示输入的 4 个检测值的 4 个模拟检测信号,通过接口电路 2 而输出至 CPU1。由此,按照 4 个模拟检测信号,CPU1 能够确认测出的 4 个检测值。另外,检测保护电路 13 将如上产生的 4 个保护报警信号 FE1 ~ FE4 以及来自检测保护电路 24 的保护报警信号 F0 输出至误差信号发生电路 15。

[0054] 图 2 是表示图 1 的误差信号发生电路 15 的详细结构的框图。在图 2 中误差信号发生电路 15 设有 3 个“或”门 OR1、OR2、OR3 和误差信号发生器 SG1 而构成。来自检测保护电路 13 的 5 个保护报警信号 F0、FE1 ~ FE4 输入至“或”门 OR1,“或”门 OR1 对于输入的 5 个保护报警信号 F0、FE1 ~ FE4 执行逻辑和运算,产生表示该运算值的误差信号 EC,并输出至误差信号通信电路 16-1 或 16-2 以及“或”门 OR2 及 OR3。另外,来自误差信号通信电路 16-1 或 16-2 的通信误差信号 FA1 或 FB1 被输入到“或”门 OR2 及 OR3,来自误差信号通信电路 16-1 或 16-2 的通信误差信号 FA2 或 FB2 被输入到“或”门 OR3。另外,“或”门 OR2 对于输入的 2 个信号(误差信号 EC 和通信误差信号 FA1 或者误差信号 EC 和通信误差信号 FA2) 执行逻辑和运算,产生表示该运算值的误差信号 ER,并通过接口电路 2 输出至 CPU1。“或”门 OR3 对于输入的 3 个误差信号 EC、FA1 或 FB1、FA2 或 FB2 执行逻辑和运算,产生表示该运算值的误差信号 ED,输出至“与”门 12 的反相输入端子。

[0055] 另外,在图 2 中来自检测保护电路 13 的 4 个保护报警信号 FE1 ~ FE4 被输入到误差模式信号发生器 SG1,如图 5 所示,误差模式信号发生器 SG1 对于保护报警信号 FE1 ~ FE4 产生 2 比特的误差模式信号 EM(em1、em2),并通过接口电路 2 输出至 CPU1。再有,在图 5 中所谓「振荡信号」是按预定的频率重复的例如矩形脉冲号。在 CPU1 中能够根据输入的 2 比特误差模式信号 EM(em1、em2) 来确认哪一个保护报警信号已产生。

[0056] 再有,在本实施例中各误差信号及各保护报警信号在非误差时即通常为低电平或 0,而在需要保护的误差时成为高电平或 1。

[0057] 图 3 是表示图 1 的误差信号通信电路 16-1、16-2 的详细结构以及该误差信号通信电路 16-1、16-2 之间连接的框图。以下参照图 3,对于误差信号通信电路 16-1、16-2 的结构及动作进行说明。

[0058] 在图 3 中误差信号通信电路 16-1 设有电流源 41、切换 42、负荷电阻 R_L 和 2 个电流检测器 43、44 而构成。另外,误差信号通信电路 16-2 设有电流源 51、开关 52、负荷电阻 R_L 、2 个电流检测器 53、54 而构成。电流源 41 经由开关 42 的接点 a 将具有预定电流值 I_A 的直流电流输出至电流检测器 43,同时通过端子 T1、电缆 CA1 和误差信号通信电路 16-2 的端子 T4 输出至误差信号通信电路 16-2 的电流检测器 54。另外,电流源 51 经由开关 52 的接点 a 将具有预定电流值 I_B 的直流电流输出至电流检测器 53,同时通过端子 T3、电缆 CA2、误差信号通信电路 16-1 的端子 T2 输出至误差信号通信电路 16-1 的电流检测器 44。

[0059] 在 IPM3-1 中,来自误差信号发生电路 15 的误差信号 EC 为低电平时,开关 42 切换

至接点 a 侧。而在误差信号 EC 为高电平时,开关 42 切换至接点 b 侧。此时,断开开关 42,使具有上述电流值 I_A 的直流电流不流动。电流检测器 43 检测出输入的直流电流值 I ,与略小于上述电流值 I_A 的(在实施例中设定得略小,是为了设定偏差界限,以下相同)阈值电流值 I_{Ath} 进行比较,在由上述开关 42 切断时,如果上述检出的直流电流值 I 为阈值电流值 I_{Ath} 以下,则将通信误差信号 FA1 输出至误差信号发生电路 15。另外,电流检测器 54 检测通过端子 T4 而输入的直流电流值 I ,与上述阈值电流值 I_{Ath} 进行比较,在由上述开关 42 切断时或者在电缆 CA1 断线或未连接时,如果上述测出的直流电流值 I 为阈值电流值 I_{Ath} 以下,则将误差信号 FB2 输出至误差信号发生电路 15。

[0060] 由图 2 的误差信号发生电路 15 可知:在如上构成的电路中根据通信误差信号 FA1 产生高电平的误差信号 ER 及 ED,停止对 IPM3-1 内的 IGBTTR1 的驱动控制,另一方面根据误差信号 FB2,在 IPM3-2 中产生高电平的误差信号 ED,停止对 IPM3-2 内的 IGBTTR2 的驱动控制。即各 IPM3-1、3-2 能够共享误差信号,在一个 IPM3 中该动作按照误差信号已停止时,在另一个 IPM3 中该动作能够按照误差信号停止。

[0061] 在 IPM3-2 中,来自误差信号发生电路 15 的误差信号 EC 为低电平时,开关 52 切换至接点 a 侧。而在误差信号 EC 为高电平时,开关 52 切换至接点 b 侧,此时,开关 52 断开,使具有上述电流值 I_b 的直流电流不流动。电流检测器 53 检测出输入的直流电流值 I ,与略小于上述电流值 I_b 的阈值电流值 I_{Bth} 进行比较,在上述开关 52 切断时,如果上述检出的直流电流值 I 小于阈值电流值 I_{Bth} ,则误差信号 FB1 被输出至误差信号发生电路 15。另外,电流检测器 44 通过端子 T2 检测出输入的直流电流值 I ,并与上述阈值电流值 I_{Bth} 进行比较,在由上述开关 52 切断时或者在电缆 CA2 断线或未连接时,如果上述测出的直流电流值 I 小于阈值电流值 I_{Bth} ,则将通信误差信号 FA2 输出至误差信号发生电路 15。

[0062] 由图 2 的误差信号发生电路 15 可知:在以上那样构成的电路中根据误差信号 FB1 产生误差信号 ER 及 ED,停止对 IPM3-2 内的 IGBTTR2 的驱动控制,另一方面根据误差信号 FB1 在 IPM3-1 中产生误差信号 ED,停止对 IPM3-1 内的 IGBTTR1 的驱动控制。即各 IPM3-1、3-2 能够共享误差信号,在一个 IPM3 中该动作按照误差信号已停止时,在另一个 IPM3 中该动作能够按照误差信号停止。

[0063] 在图 3 的电路中,通过发送和接收恒定电流来检测误差信号 EC 产生或电缆 CA1、CA2 断线,因此不会对各 IPM3-1、3-2 相互之间的接地电平的变动有影响。再有,在 IPM3-1 中已产生误差信号时,IPM3-1 可通过其自身的检测保护电路 13、24 而切断驱动控制信号,并停止该动作,因此,也可以不输出来自电流检测器 43 的通信误差信号 FA1。另外,在 IPM3-2 中,误差信号已产生时,IPM3-2 可通过其自身的检测保护电路 13、24 而切断驱动控制信号并停止该动作,因此也可以不输出来自电流检测器 53 的误差信号 FB1。

[0064] 另外,在图 3 的电路中,通过恒定电流的导通-截止来发送或停止发送误差信号,但是本发明不限于此,也可以通过恒定电流的电流值的增减来发送或停止发送误差信号。

[0065] 另外,如果在电缆 CA1 或 CA2 中发生断线或未连接等故障,则直流电流不会通过电缆 CA1 或 CA2 流动,因此能够按照来自电流检测器 54 的通信误差信号 FB2 或者来自电流检测器 44 的通信误差信号 FA2 检测电缆 CA1、CA2 的故障状态。即如图 6 所示,对应于 IPM3-1 或 3-2 中误差信号 EC 产生时或者电缆 CA1 或 CA2 断线时的各状态,通信误差信号 FA1、FA2 之间的关系以及通信误差信号 FB1、FB2 之间的关系发生变化,因此能够确认上述的各状

态。另外,在图 6 中未考虑误差信号 EC 的发生和电缆 CA1 或 CA2 断线同时产生的情况。

[0066] 图 4 是表示图 1 的误差信号通信电路 16-1 单独工作时的连接的框图。图 4 中用短路电缆 CA3 例如将 IPM3-1 的误差信号通信电路 16-1 的端子 T1 和端子 T2 短路。如图 4 所示,误差信号通信电路 16-1 的内部结构不变化。另外,电流通过短路电缆 CA3 而流动,所以即使在单独工作时,也可以动作。另外,在未连接短路电缆 CA3 时,该误差信号通信电路 16-1 不动作,因此也可防止忘记连接。

[0067] 如以上说明,依据本实施例 1,使用误差信号通信电路 16-1、16-2,在 IPM3-1、3-2 之间产生通信误差信号 FA1、FA2 以及 FB1、FB2 而进行通信,从而在一个 IPM 中产生误差信号 EC 时,在另一个 IPM 中产生通信误差信号 FB2 或 FB1,产生误差信号 ED 等,从而能够切断两个 IPM 的驱动控制信号 CS,由此,使 IGBTTR1 及 TR2 两方的动作都能够可靠地停止。因此,在该功率用半导体装置中能够实现安全的动作。

[0068] 在以上的实施例中用有线电缆 CA1、CA2 发送和接收误差信号,但是本发明不限于此,也可通过预定的网络线路或无线通信线路来发送和接收误差信号。

[0069] 在以上的实施例中,在 IPM3-1、3-2 之间双向地发送和接收通信误差信号,但是本发明不限于此,也可以从产生误差信号或保护报警信号的 IPM3 对另一个 IPM3 单方向地发送通信误差信号。

[0070] 在以上的实施例中,根据在一个 IPM3 中产生的、用于保护功率半导体元件即 IGBTTR1 的保护报警信号,将通信误差信号发送至另一个 IPM3,在另一个 IPM3 中接收上述发送的通信误差信号,并根据上述接收到的通信误差信号使该另一个 IPM3 的驱动控制动作停止,但是本发明不限于此,也可以构成如下,即根据一个 IPM3 中产生的预定的启动信号,使预定的通信信号发送至另一个 IPM3,在另一个 IPM3 中接收上述发送的通信信号,并根据上述接收到的通信信号来控制该另一 IPM3 的驱动控制动作。

[0071] 实施例 2

[0072] 图 7 是表示本发明实施例 2 的功率用半导体装置中的误差信号通信电路 16A-1、16A-2 的详细结构以及该误差信号通信电路 16A-1、16A-2 之间连接的框图。在实施例 1 中,各 IPM3-1、3-2 中分别使用 2 个通信误差信号 FA1、FA2 及 FB1、FB2 时,如图 6 所示,存在以下问题:

[0073] (1) 在 IPM3-2 中误差信号 EC 产生时和电缆 CA2 断线时都变为同一信号值。此时,不能判断是哪一种情况。

[0074] (2) 在 IPM3-1 中误差信号 EC 产生时和电缆 CA1 断线时都变为同一信号值。此时,不能判断是哪一种情况。

[0075] 为了解决以上问题,形成了以下的与实施例 1 图 3 的电路的不同点:

[0076] (1) 在误差信号通信电路 16A-1 中还设有电流源 45 和电流检测器 46。

[0077] (2) 在误差信号通信电路 16A-2 中还设有电流源 55 和电流检测器 56。

[0078] (3) 响应高电平的误差信号 EC,将各开关 42、52 从接点 b 侧切换至接点 a 侧。

[0079] (4) 将各电流源 41、45、51、55 的电流值分别设为 I_{A1} 、 I_{A2} 、 I_{B1} 、 I_{B2} ,将用于各电流检测器 43、44、46、53、54、56 中的电流检测或电流未检测的阈值分别变更为 I_{A12th} 、 I_{B12th} 、 I_{B1th} 、 I_{B12th} 、 I_{A12th} 、 I_{A1th} 。这里,为了检测电流值 I_{A1} ,阈值 I_{A1th} 是略小于该电流值 I_{A1} 的值,为了检测相加电流值 ($I_{A1}+I_{A2}$),阈值 I_{A12th} 是略小于该相加电流值 ($I_{A1}+I_{A2}$) 的值。另外,为了检测

电流值 I_{B1} , 阈值 I_{B1th} 是略小于该电流值 I_{B1} 的值。为了检测相加电流值 ($I_{B1}+I_{B2}$), 阈值 I_{B12th} 是略小于该相加电流值 ($I_{B1}+I_{B2}$) 的值。

[0080] 在 IPM3-1 的误差信号通信电路 16A-1 中, 电流源 45 将电流值 I_{A1} 的直流电流输出至电流检测器 43, 同时通过端子 T1、电缆 CA1 及端子 T4, 输出至误差信号通信电路 16A-2 的电流检测器 54、56。另外, 在来自误差信号发生电路 15 的误差信号 EC 为低电平时, 开关 42 切换至接点 b 侧。而在误差信号 EC 为高电平时, 开关 42 切换至接点 a 侧, 电流源 41 将具有电流值 I_{A2} 的直流电流输出至电流检测器 43, 同时通过端子 T1、电缆 CA1 及端子 T4 输出至误差信号通信电路 16A-2 的电流检测器 54、56。如果输入的直流电流值成为阈值 I_{A12th} 以上, 则电流检测器 43 输出通信误差信号 FA1, 如果输入的直流电流值成为阈值 I_{A12th} 以上, 则误差信号通信电路 16A-2 的电流检测器 54 输出通信误差信号 FB2。另外, 如果输入到端子 T4 的直流电流值成为阈值 I_{A1th} 以下, 则电流检测器 56 输出通信误差信号 FB3。即, 例如在电缆 CA1 断线时, 输入到端子 T4 的直流电流值为 0, 因此电流检测器 56 输出通信误差信号 FB3。

[0081] 在以上场合, 在电缆 CA1 不断线且 IPM3-1 产生误差信号 EC 时, 通信误差信号 FA1、FB2 变为高电平; 而在电缆 CA1 断线时, 仅通信误差信号 FB3 为高电平。所以, 对于电缆 CA1 断线时和在 IPM3-1 中误差信号 EC 产生时这两种情况, 能够通过通信误差信号加以区别, 因此能够解决上述图 3 电路存在的问题。

[0082] 另外, 在 IPM3-2 的误差信号通信电路 16A-2 中, 电流源 55 将电流值 I_{B1} 的直流电流输出至电流检测器 53, 同时通过端子 T3、电缆 CA2 及端子 T2, 输出至误差信号通信电路 16A-1 的电流检测器 44、46。另外, 在来自误差信号发生电路 15 的误差信号 EC 为低电平时, 开关 52 切换至接点 b 侧。而在误差信号 EC 为高电平时, 开关 52 切换至接点 a, 电流源 51 将具有电流值 I_{B2} 的直流电流输出至电流检测器 53, 同时通过端子 T3、电缆 CA2 及端子 T2 输出至误差信号通信电路 16A-1 的电流检测器 44、46。如果输入的直流电流值成为阈值 I_{B12th} 以上, 则电流检测器 53 输出通信误差信号 FB1, 如果输入的直流电流值成为阈值 I_{B12th} 以上, 则误差信号通信电路 16A-1 的电流检测器 44 输出通信误差信号 FA2。另外, 如果在端子 T2 输入的直流电流值成为阈值 I_{B1th} 以下, 则电流检测器 46 输出通信误差信号 FA3。即, 例如在电缆 CA2 断线时, 在端子 T2 输入的直流电流值为 0, 因此电流检测器 46 输出通信误差信号 FA3。

[0083] 在以上场合, 在电缆 CA2 不断线且 IPM3-2 中误差信号 EC 产生时, 通信误差信号 FA1、FB2 变为高电平, 而在电缆 CA2 断线时, 仅通信误差信号 FA3 变为高电平。所以, 对于电缆 CA2 断线时和 IPM3-2 中误差信号 EC 产生时这两种情况, 能够按照通信误差信号加以区别, 因此能够解决上述图 3 的电路中的问题。

[0084] 图 8 的表表示对应于图 7 的功率用半导体装置中各状态的通信误差信号 FA1, FA2, FA3 之间的关系以及通信误差信号 FB1、FB2、FB3 之间的关系。另外, 在图 8 中未考虑误差信号 EC 的产生和电缆 CA1 或 CA2 断线同时发生的情况。从图 8 可知: 能够根据 6 个通信误差信号来区别各状态并加以确认。

[0085] 如以上说明的那样, 依据本实施例, 与实施例 1 同样, 能够根据一个 IPM3 的误差信号的产生使另一个 IPM3 的动作停止, 同时能够根据 6 个通信误差信号区别各 IPM3 中的误差信号的产生以及各电缆 CA1、CA2 断线并加以确认。

[0086] 在以上的实施例中,例如在误差信号通信电路 16A-1 中根据误差信号 EC 将流经端子 T1 的电流从 I_{A1} 增加为 $(I_{A1}+I_{A2})$,但本发明不限于此,也可以通过使流经端子 T1 的电流从 I_{A1} 少为 $(I_{A1}-I_{A2})$ 来发送误差信号。另外,在误差信号通信电路 16-2 中也相同。

[0087] 实施例 3

[0088] 图 9 是表示本发明实施例 3 的功率用半导体装置中 IPM3A-1、IPM3A-2 的详细结构以及该 IPM3A-1、IPM3A-2 之间连接的框图。如图 9 所示,本实施例的特征是:在实施例 1 中在 IPM3A-1、IPM3A-2 中还分别设有 F0 信号通信电路 26-1、26-2。

[0089] 在图 9 中将来自 IPM3A-1 的检测保护电路 24 的保护报警信号 F0 输入至 F0 信号通信电路 26-1, F0 信号通信电路 26-1 将该保护报警信号 F0 作为保护报警信号 FOA 经 IPM3A-2 的 F0 信号通信电路 26-2 输出至检测保护电路 24。该检测保护电路 24 对于另外的保护报警信号 FE1 ~ FE4 和接收到的保护报警信号 FOA 执行逻辑和运算,并将表示该运算值的信号作为保护报警信号 F0 输出至该 IPM3A-2 内的“与”门 21 及检测保护电路 13,同时输出至 F0 信号通信电路 26-2。

[0090] 另外,来自 IPM3A-2 的检测保护电路 24 的保护报警信号 F0 被输入到 F0 信号通信电路 26-2, F0 信号通信电路 26-2 将该保护报警信号 F0 作为保护报警信号 FOB 经 IPM3-1 的 F0 信号通信电路 26-1 输出至检测保护电路 24。该检测保护电路 24 对另外的保护报警信号 FE1 ~ FE4 和接收到的保护报警信号 FOB 执行逻辑和运算,将表示其运算值的信号作为保护报警信号 F0 输出至该 IPM3A-1 内的“与”门 21 及检测保护电路 13,同时输出至 F0 信号通信电路 26-1。

[0091] 如以上说明的那样,不仅在实施例 1 中各 IPM3-1、3-2 的控制器电路 10 之间发送和接收通信误差信号,还在实施例 3 中各 IPM3A-1、3A-2 的功率驱动电路 20 之间发送和接收保护报警信号 F0,从而能够更可靠地使动作在 IPM3A-1、3A-2 两方停止。

[0092] 实施例 4

[0093] 图 10 是表示本发明实施例 4 的功率用半导体装置中包括电流平衡化用电感 L1A 和开关 27 的输出电路的详细结构的框图。如图 10 所示,本实施例的特征是:在 IPM3B-1、3B-2 中具有带中间抽头的电流平衡化用电感 L1A、L1A 及切换开关 27,取代实施例 1 中的电流平衡化用电感 L1、L1。在图 10 中将开关 27 如下切换为各接点时,能够使电感 L1A 的电感值变化。

[0094] (1) 在将开关 27 切换为接点 a 时,能够将电感 L1A 的电感值例如设定为 $10\mu\text{H}$ 。

[0095] (2) 在将开关 27 切换为接点 b 时,能够将电感 L1A 的电感值例如设定为 $5\mu\text{H}$ 。

[0096] (3) 在将开关 27 切换为接点 c 时,能够将电感 L1A 的电感值例如设定为 $3\mu\text{H}$ 。

[0097] (4) 在将开关 27 切换为接点 d 时,能够将电感 L1A 的电感值例如设定为 $2\mu\text{H}$ 。

[0098] (5) 在将开关 27 切换为接点 e 时,能够将电感 L1A 的电感值例如设定为 $0\mu\text{H}$ (未连接电感 L1A)。

[0099] 如上所述,为了使各 IGBTTR1、TR2 的集电极电流平衡化,在本实施例中最好将各开关 27 切换成各电感 L1A 的电感值基本上相同。另外,在单独使用 IPM3 时,从电能损失的观点出发,最好不连接电感 L1A。依据本实施例,在使 IPM3 单独工作时和使其并联连接而工作时,能够使电感 L1A 的电感值变化,因此具有不需要制造其它 IPM3 这一特有的效果。

[0100] 变形例

[0101] 在以上的实施例中,对于将 2 个 IPM3 并联连接的情况进行了说明,但是也可以并联连接 3 个以上的多个 IPM3。

[0102] 产业上的可利用性

[0103] 如以上详细说明的那样,根据本发明的功率用半导体装置,在将用于对功率半导体元件进行驱动控制的多个功率控制用半导体模块并联连接而构成的功率用半导体装置中,设有:根据一个功率控制用半导体模块中产生的预定的启动信号、将预定的通信信号发送至另一个功率控制用半导体模块的发送单元;以及在另一个功率控制用半导体模块中接收上述已发送的通信信号、并根据上述接收到的通信信号控制该另一个功率控制用半导体模块的驱动控制动作的接收单元。具体地说,上述启动信号是用于保护上述功率半导体元件的保护报警信号,上述发送单元根据一个功率控制用半导体模块中产生的保护报警信号,将上述通信信号发送至另一个功率控制用半导体模块,上述接收单元在另一个功率控制用半导体模块中接收上述发送的通信信号,并根据上述接收到的通信信号使该另一个功率控制用半导体模块的驱动控制动作停止。因此,能够使两个功率控制用半导体模块的驱动控制动作可靠地停止。由此,在该功率用半导体装置中能够实现安全工作。

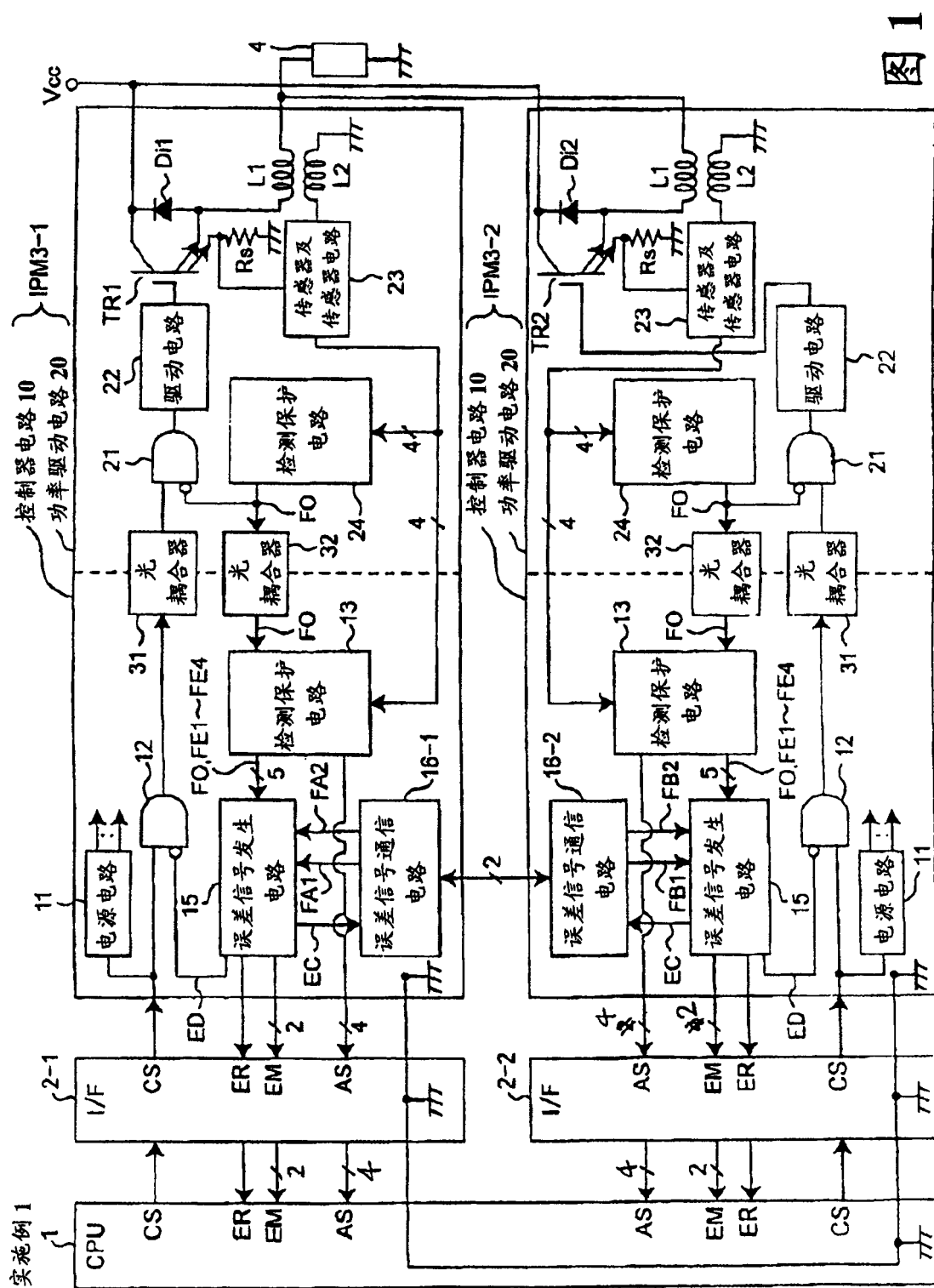


图 2

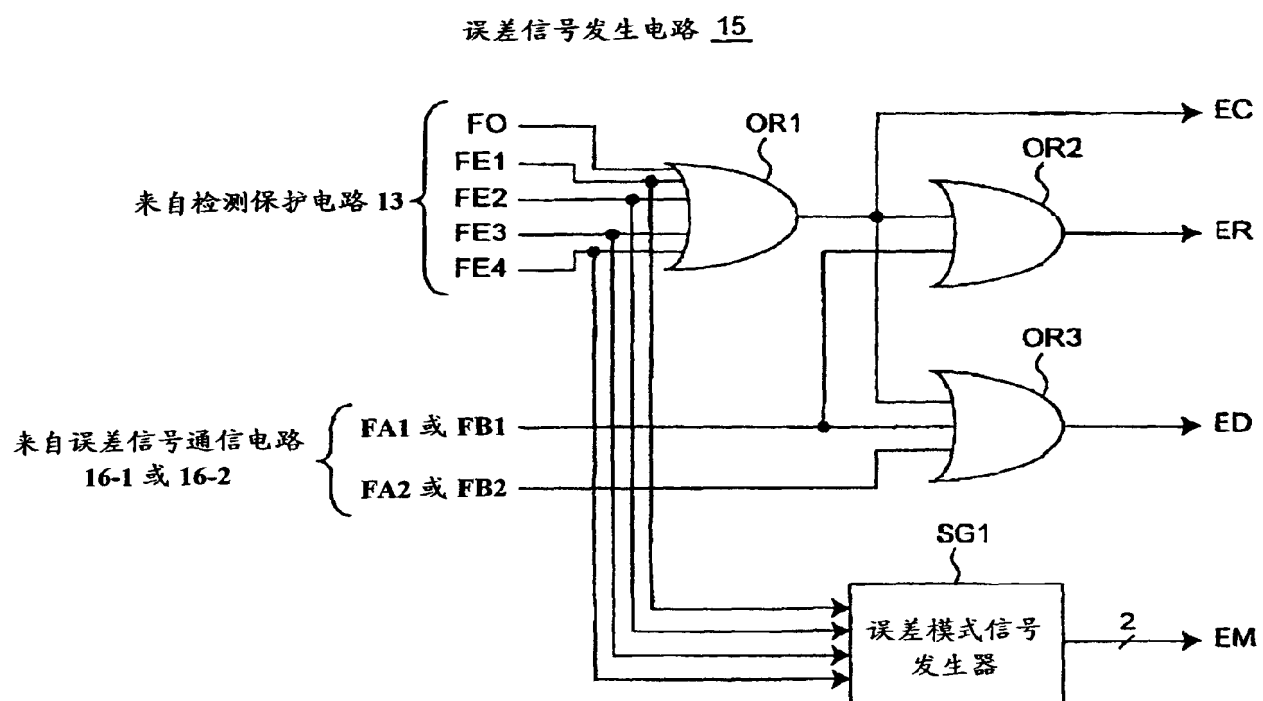


图 3

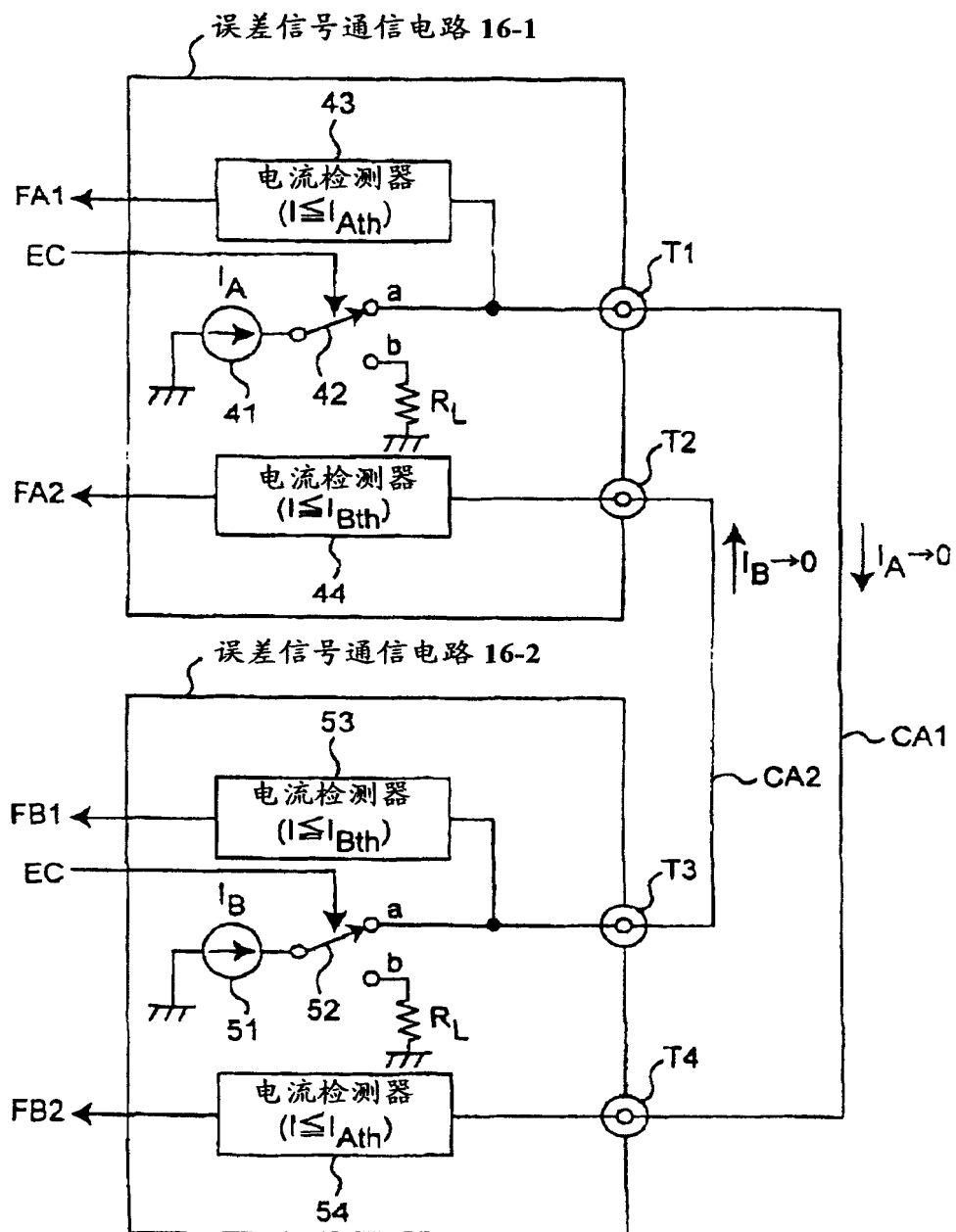
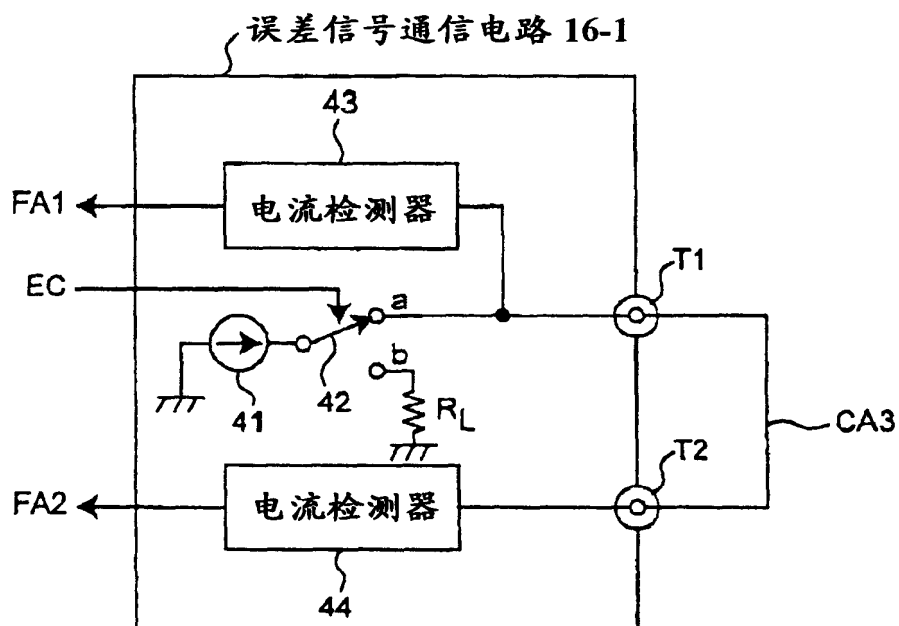


图 4



保护报警信号	误差模式信号 EM	
	em1	em2
无(正常)	0	0
FE1 (UV)	0	1
FE2 (OC)	1	0
FE3 (SC)	1	1
FE4 (OT)	1	振荡信号

图 5

图 6

状态	通信误差信号		通信误差信号	
	FA1	FA2	FB1	FB2
正常	0	0	0	0
在 IPM3-2 中 产生了误差 信号 EC	0	1	1	0
在 IPM3-1 中 产生了误差 信号 EC	1	0	0	1
电缆 CA1 已断线	1	0	0	1
电缆 CA2 已断线	0	1	1	0

图 7

实施例 2

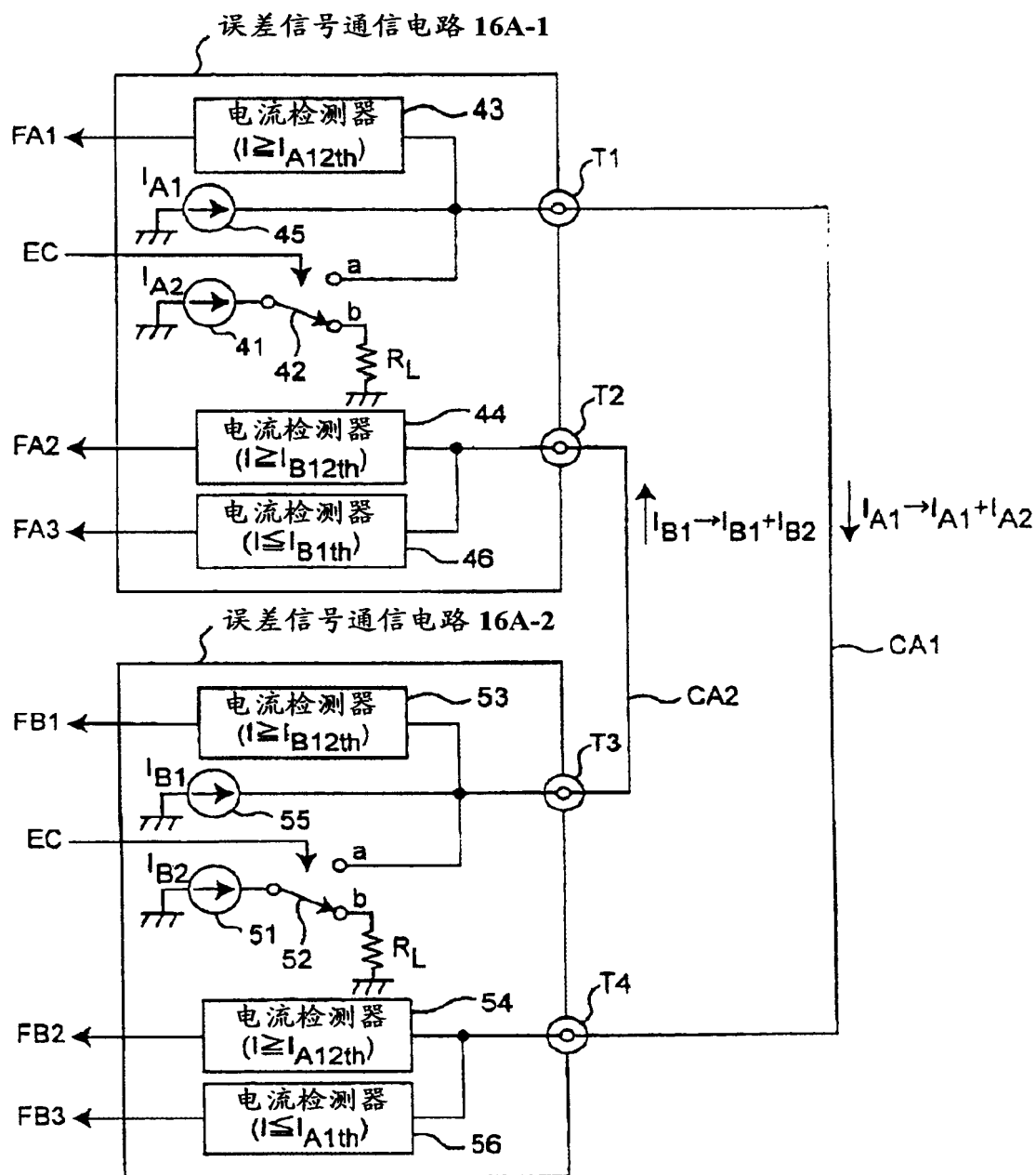


图 8

状态	通信误差信号			通信误差信号		
	FA1	FA2	FA3	FB1	FB2	FB3
正常	0	0	0	0	0	0
在 IPM3-2 中产生了 误差信号 EC	0	1	0	1	0	0
在 IPM3-1 中产生了 误差信号 EC	1	0	0	0	1	0
电缆 CA1 已断线	0	0	0	0	0	1
电缆 CA2 已断线	0	0	1	0	0	0

图 9

实施例 3

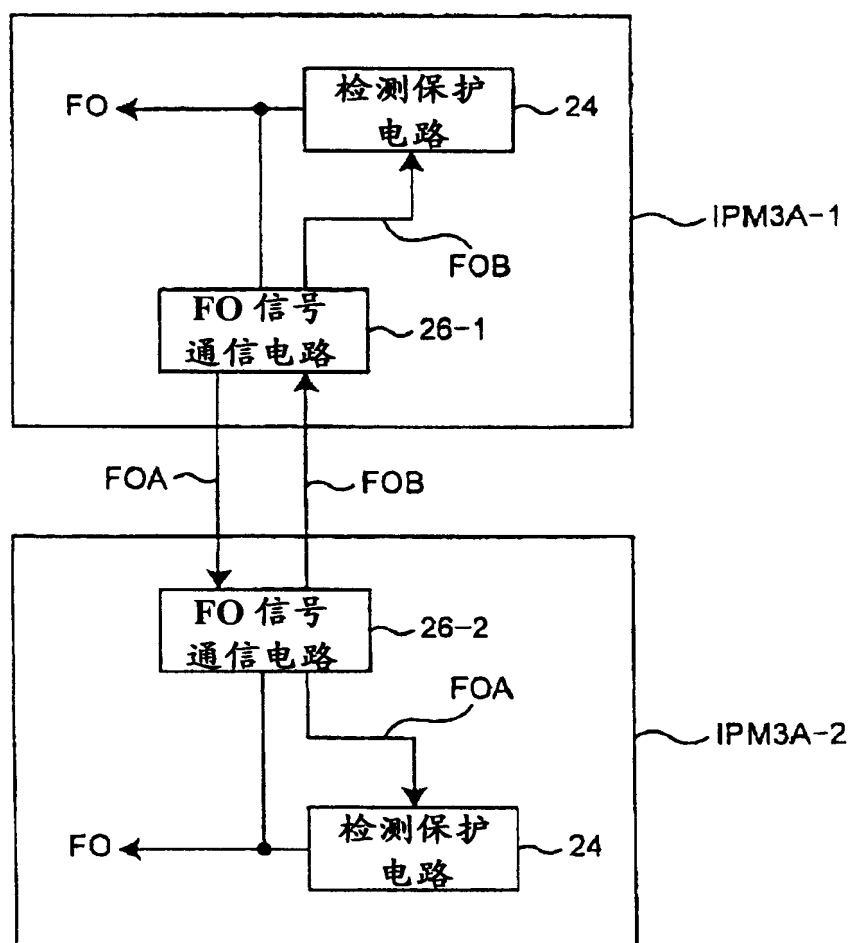


图 10

实施例 4

