



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1467905 B

(45) 授权公告日 2010.05.26

(21) 申请号 03107319.0

JP 特开 2000-32608, 2000.01.28, 见全文.

(22) 申请日 2003.03.20

审查员 柴德娥

(30) 优先权数据

197419/02 2002.07.05 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 宫本升

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 刘宗杰 叶恺东

(51) Int. Cl.

H02M 7/48(2007.01)

(56) 对比文件

US 6018694 A, 2000.01.25, 见全文.

US 2001/0002782 A1, 2001.06.07, 见全文.

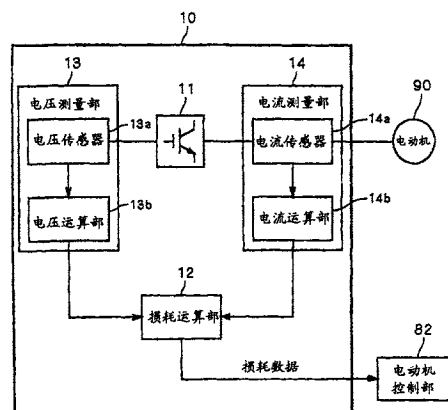
权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 19 页

(54) 发明名称

半导体模块

(57) 摘要

本发明的课题是提供一种在内部具备开关半导体器件的半导体模块中使外部系统能够识别该开关半导体器件的功率损耗的技术。在半导体模块(10)的内部所具备的开关半导体元件(11)中,设置多个开关半导体元件。损耗运算部(12)以在电压测量部(13)测得的各开关半导体元件的电压和在电流测量部(14)测得的各开关半导体元件的电流为基础,求出在开关半导体器件(11)中产生的功率损耗。损耗运算部(12)将求得的表示功率损耗的损耗数据作为数据信号输出到半导体模块(10)的外部的电动机控制部(82)。电动机控制部(82)能够从损耗数据识别在开关半导体器件(11)中产生的功率损耗。



1. 一种半导体模块,它是在半导体模块内部具备开关半导体器件的半导体模块,其特征在于:

将表示在上述开关半导体器件中产生的功率损耗的损耗数据作为数据信号输出到半导体模块外部。

2. 如权利要求 1 所述的半导体模块,其特征在于:

在内部具备与上述半导体模块的外部系统进行通信、控制上述损耗数据向外部的输出的数据输出控制部,

上述数据输出控制部根据来自上述系统的要求将上述损耗数据输出到上述系统。

3. 如权利要求 1 所述的半导体模块,其特征在于:

在内部具备将上述开关半导体器件的特征值与上述损耗数据相互对应地存储起来的存储部,

将存储在上述存储部中的上述损耗数据输出到外部。

4. 如权利要求 3 所述的半导体模块,其特征在于:

将与上述半导体模块的外部系统所要求的上述开关半导体器件的特征值对应的上述损耗数据从上述存储部输出到上述系统。

5. 如权利要求 3 所述的半导体模块,其特征在于:

上述存储部存储上述开关半导体器件的温度作为上述开关半导体器件的特征值,

在内部还具备测量上述开关半导体器件的温度的温度测量部,

将与在上述温度测量部测得的上述开关半导体器件的温度对应的上述损耗数据从上述存储部输出到外部。

6. 如权利要求 1 所述的半导体模块,其特征在于:

在内部具备将上述开关半导体器件的负载的特征值与上述损耗数据相互对应地存储起来的存储部,

将在上述存储部中存储的上述损耗数据输出到外部。

7. 如权利要求 6 所述的半导体模块,其特征在于:

将与上述半导体模块的外部系统所要求的上述负载的特征值对应的上述损耗数据从上述存储部输出到上述系统。

8. 如权利要求 6 所述的半导体模块,其特征在于:

上述存储部相互对应地存储上述开关半导体器件的温度、上述负载的特征值和上述损耗数据,

在内部还具备测量上述开关半导体器件的温度的温度测量部,

将与在上述温度测量部测得的上述开关半导体器件的温度对应的上述损耗数据从上述存储部输出到外部。

9. 如权利要求 4 及权利要求 7 的任何一项所述的半导体模块,其特征在于:

上述存储部能够从上述系统直接读出数据。

10. 如权利要求 1 至权利要求 8 的任何一项所述的半导体模块,其特征在于:

在上述开关半导体器件中设置开关半导体元件;

在内部具备:

测量施加在上述开关半导体元件上的电压的电压测量部;

测量流过上述开关半导体元件的电流的电流测量部 ;以及

以在上述电压测量部测得的上述电压和在上述电流测量部测得的上述电流为基础,求出上述损耗数据的损耗运算部。

半导体模块

技术领域

[0001] 本发明涉及具备开关半导体器件的半导体模块。

背景技术

[0002] 现在,在环境问题日益深刻化的汽车世界中,为了改善燃料消耗率和排气气体特性,兼用发动机和电动机作为驱动源的混合汽车的研究开发正在取得进展。还有,用于将发动机的工作点设定在燃料消耗率更好的情况,或者设定在排气气体更少的情形的变速机的无级变速化也正在取得进展。

[0003] 在这样的混合汽车或带有无级变速机的车辆中,对装备的子系统,例如发动机系统或传输系统等的工作点进行控制,使得能够实现车辆所必须的驱动力,同时设定在能够降低其中的能量消耗或排气气体的最佳情况。

[0004] 其中,在混合汽车中,将内部配备了设置 IGBT、MOS 晶体管等功率用开关半导体元件(以后,仅称为「开关元件」)的开关半导体器件的半导体模块用于使电动机在所希望的工作点开动。

[0005] 另一方面,为了应对今后的严格的燃料消耗率限制,例如如特开 2000-032608 号公报所公布的那样,提出了不仅考虑瞬时的能量效率,而预见到作为汽车的将来的工作,在系统整体方面在能量效率良好的工作点上使发动机工作的方法。判断该工作点的方法是使发动机工作点变化,在试运行的错误中存储最佳工作点的方法。因此,如果不能明确当时的气温、电负载状态等的与混合汽系统整体相关的负载状况时,即使在认为其它条件相同的情况下,也不能对最佳工作点的选择进行补偿。

[0006] 如果外部环境不同,例如,开动空气调节器或电力控制器(ESP:Electric Power Steering)、滑动顶盖等子系统造成电负载的增减,它的各子系统所具有的功率损耗特性的变化等,即使是同样的车辆工作状态,最佳的工作点也发生改变。在这种情况下,如特开 2000-032608 号公报所公布的方法那样,与其仅仅存储系统整体的能量效率,更希望与每时每刻变化的环境对应,存储构成系统的各子系统的能量效率,以此为基础,判断系统整体的能量效率。换句话说,更希望采用与时刻变化的环境对应,存储构成系统的各子系统的功率损耗,以此为基础,判断系统整体的功率损耗的方法。

发明内容

[0007] 如上所述,具备开关半导体器件的半导体模块作为控制混合汽车的电动机系统或滑动顶盖等的子系统的电动机的模块而被使用。因此,由于采用上述那样的方法,为了得到具备半导体模块的子系统的功率损耗,有必要由半导体模块的外部系统来识别在那里使用的开关半导体器件的功率损耗值。

[0008] 因此,本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供:在内部具备开关半导体器件的半导体模块中,能够由外部系统识别该开关半导体器件的功率损耗的可能的技术。

[0009] 本发明中的第 1 方面所述的半导体模块是在半导体模块内部具备开关半导体器

件的半导体模块,将表示在上述开关半导体器件中发生的功率损耗的损耗数据作为数据信号输出到半导体模块外部。

[0010] 还有,本发明中的第2方面所述的半导体模块是第1方面所述的半导体模块,在内部具备进行与上述半导体模块的外部系统的通信,控制上述损耗数据向外部输出的数据输出控制部,上述数据输出控制部根据来自上述系统的要求,将上述损耗数据输出给上述系统。

[0011] 还有,本发明中的第3方面所述的半导体模块是第1方面所述的半导体模块,在内部具备将上述开关半导体器件的特征值和上述损耗数据相互对应并存储的存储部,将存储在上述存储部上的上述损耗数据输出到外部。

[0012] 还有,本发明中的第4方面所述的半导体模块是第3方面所述的半导体模块,将与上述半导体模块的外部系统所要求的上述开关半导体器件的特征值对应的上述损耗数据从上述存储部输出给上述系统。

[0013] 还有,本发明中的第5方面所述的半导体模块是第3方面所述的半导体模块,上述存储部在内部还具备存储上述开关半导体器件的温度作为上述开关半导体器件的特征值、测量上述开关半导体器件的温度的温度测量部,将与在上述温度测量部测得的上述开关半导体器件的温度对应的上述损耗数据从上述存储部输出给上述系统。

[0014] 还有,本发明中的第6方面所述的半导体模块是第1方面所述的半导体模块,在内部具备将上述开关半导体器件的负载的特征值与上述损耗数据相互对应并存储的存储部,将在上述存储部存储的上述损耗数据输出到外部。

[0015] 还有,本发明中的第7方面所述的半导体模块是第6方面所述的半导体模块,将与上述半导体模块的外部系统所要求的上述负载的特征值对应的上述损耗数据从上述存储部输出给上述系统。

[0016] 还有,本发明中的第8方面所述的半导体模块是第6方面所述的半导体模块,上述存储部在内部还具备将上述开关半导体器件的温度、上述负载的特征值和上述损耗数据相互对应并存储,测量上述开关半导体器件的温度的温度测量部,将与在上述温度测量部测得的上述开关半导体器件的温度对应的上述损耗数据从上述存储部输出给上述系统。

[0017] 还有,本发明中的第9方面所述的半导体模块是第4及第7方面的任何一个方面所述的半导体模块,上述存储部能够从上述系统直接读出数据。

[0018] 还有,本发明中的第10方面所述的半导体模块是第1至第9方面的任何一个方面所述的半导体模块,上述开关半导体器件在内部具备:设置开关半导体器件,测量施加在上述开关半导体元件上的电压的电压测量部;测量流过上述开关半导体元件的电流的电流测量部;以及以在上述电压测量部测得的上述电压和在上述电流测量部测得的上述电流为基础,求出上述损耗数据的损耗运算部。

附图说明

[0019] 图1是示出本发明实施例1的半导体模块的结构方框图。

[0020] 图2是示出采用半导体模块的系统的结构方框图。

[0021] 图3是示出开关半导体器件的结构电路图。

[0022] 图4是示出IGBT的电压及电流与工作时间的关系图。

- [0023] 图 5 是示出采用半导体模块的系统所决定的工作点中的候选者的图。
- [0024] 图 6 是图 4 所示部分 A 的放大图。
- [0025] 图 7 是示出本发明实施例 2 的半导体模块的结构方框图。
- [0026] 图 8 是示出本发明实施例 2 的半导体模块的数据输出方法的流程图。
- [0027] 图 9 是示出本发明实施例 3 的半导体模块的结构方框图。
- [0028] 图 10 是示出半导体模块的存储部所存储的数据的一个例子的图。
- [0029] 图 11 是示出在半导体模块的存储部上存储初始数据用的测试装置的结构方框图。
- [0030] 图 12 是示出本发明实施例 3 的半导体模块的数据输出方法的流程图。
- [0031] 图 13 是示出半导体模块的存储部所存储的初始数据的一个例子的图。
- [0032] 图 14 是示出本发明的实施例 3 的半导体模块的变例的结构方框图。
- [0033] 图 15 是示出功率损耗与温度的关系的曲线图。
- [0034] 图 16 是示出本发明实施例 4 的半导体模块的结构方框图。
- [0035] 图 17 是示出半导体模块的存储部所存储的数据的一个例子的图。
- [0036] 图 18 是示出半导体模块的存储部所存储的数据的一个例子的图。
- [0037] 图 19 是示出本发明实施例 4 的半导体模块的数据输出方法的流程图。
- [0038] 图 20 是示出本发明实施例 5 的半导体模块的结构方框图。
- [0039] 图 21 是示出本发明实施例 5 的半导体模块的数据输出方法的流程图。
- [0040] 图 22 是示出本发明实施例 5 的半导体模块的变例的结构方框图。
- [0041] 图 23 是示出本发明实施例 6 的半导体模块的结构方框图。
- [0042] 图 24 是示出本发明实施例 6 的半导体模块的数据输出方法的流程图。
- [0043] 图 25 是示出本发明实施例 7 的半导体模块的结构方框图。

具体实施方式

[0044] 实施例 1.

[0045] 图 1 是示出本发明实施例 1 的半导体模块 10 的结构方框图,图 2 是示出使用了图 1 所示的半导体模块 10 的系统 99 的一个例子的结构方框图。图 2 所示的系统 99 是混合汽车系统,例如,由统辖系统整体工作的主控制部 80、发动机系统 70、电动机系统 71、自动变速器(以后称为「AT」)系统 72、空气调节器(以后,简称为「空调」)系统 73 和制动器系统 74 构成。

[0046] 主控制部 80 输入图中未示出的加速器传感器的输出等各种传感信号,决定系统整体的工作点。

[0047] 发动机系统 70 由发动机 89 和发动机控制部 81 构成。发动机控制部 81 控制发动机 89 的工作,进而求出发动机 89 中的功率损耗。

[0048] AT 系统 72 由 AT88 和 AT 控制部 83 构成。AT 控制部 83 控制 AT88 的工作,进而求出在 AT88 中的功率损耗。

[0049] 空调系统 73 由空气调节器 87 和空气调节器控制部 84 构成。空气调节器控制部 84 控制空气调节器 87 的工作,进而求出在空气调节器 87 中的功率损耗。

[0050] 制动器系统 74 由制动器机构 86 和制动器机构控制部 85 构成。制动器机构控制

部 85 控制制动器机构 86 的工作,进而求出在制动器机构 86 中的功率损耗。

[0051] 电动机系统 71 由电动机 90、控制电动机 90 工作的半导体模块 10 以及控制半导体模块 10 工作的电动机控制部 82 构成。此外,以后有时将「功率损耗」简称为「损耗」。

[0052] 在驱动轴 92 上安装驱动轮 91,由发动机 89、电动机 90 及 AT88 给予驱动轴以转矩,使驱动轮 91 旋转。

[0053] 其次,说明本发明的半导体模块 10。如图 1 所示,本实施例 1 的半导体模块 10 具备:控制电动机 90 的工作、设置多个开关元件的开关半导体器件 11,求出在开关半导体器件 11 中的损耗的损耗运算部 12,电压测量部以及电流测量部,这些结构要素被收容在一个封装内。

[0054] 图 3 是示出了在例如采用三相交流电动机作为电动机 90、例如采用 IGBT 作为开关元件的情况下开关半导体器件 11 的结构的一个例子的电路图。如图 3 所示,开关半导体器件 11 例如用三相逆变电路构成。具体地说,由 IGBT11a 和与 IGBT11a 反向并联连接的二极管 11b 构成的半导体元件 11c 彼此之间串联连接。将此种串联连接的电路称为臂。于是,开关半导体器件 11 具备并联连接的 3 个臂。

[0055] 输出端子 U、V、W 被连接在电动机 90 上,输入端子 P、N 被给予来自图 2 所示的电动机控制部 82 所内置的电源电路的规定的电压。而且,由于各控制端子 GUP、GUN、GVP、GVN、GWP、GWN 由电动机控制部 82 控制,各 IGBT11a 通 / 断,由此,电动机 90 的旋转工作受到控制。此外,有时也将控制端子 GUP、GUN、GVP、GVN、GWP、GWN 总括起来称为「控制端子 CONT」。

[0056] 电压测量部 13 具有检测施加在图 3 所示的各 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电压的电压传感器 13a 和以电压传感器的检测结果为基础求出各 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电压的电压运算部 13b。电压传感器 13a 例如被设置在输入端子 P 与输出端子 U、V、W 的每一个之间,还被设置在输入端子 N 与输出端子 U、V、W 的每一个之间。电压运算部 13b 将各电压传感器 13a 的输出滤波及放大,求出各 IGBT11a 的电压,进而进行 A/D 转换,将求出的电压数字化后输出给损耗运算部 12。

[0057] 还有,电流测量部 14 具有检测流过各 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电流的电流传感器 14a 和以电流传感器的检测结果为基础,求出流过各 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电流的电流运算部 14b。电流传感器 14a 例如被设置在输出端子 U、V、W 的每一个与电动机 90 之间。电流测量部 14 将各电流传感器 14a 的输出滤波及放大,求出各 IGBT11a 的电流,进而进行 A/D 转换,将求出的电流数字化后输出给损耗运算部 12。

[0058] 此外,在采用 MOS 晶体管代替 IGBT11a 的情况下,在电压测量部 13 测量 MOS 晶体管的源 - 漏之间的电压,在电流测量部 14 测量源 - 漏之间的电流。

[0059] 损耗运算部 12 以在电压测量部 13 测得的电压和在电流测量部 14 测得的电流为基础,计算同一时刻在各 IGBT11a 发生的损耗。而且,将求出的各 IGBT11a 的损耗合计起来,求出该时刻的开关半导体器件 11 整体中的损耗。以下,详细说明开关半导体器件 11 的损耗的计算方法。

[0060] 首先,如图 4 所示,当采用 IGBT11a 的工作时间作为横轴、采用 IGBT11a 的电压及电流作为纵轴时,从测得的电压及电流可对每个 IGBT11a 求出 IGBT11a 的电压波形和电流波形。此外,图 4(a) ~ (f) 从纸面的上面起按顺序示出连接在端子 GPU 上的 IGBT11a 的波形、连接在端子 GVP 上的 IGBT11a 的波形、连接在端子 GWP 上的 IGBT11a 的波形、连接在端

子 GUN 上的 IGBT11a 的波形、连接在端子 GVN 上的 IGBT11a 的波形、以及连接在端子 GWN 上的 IGBT11a 的波形。还有,用单点点划线示出 IGBT11a 的电压、用实线示出电流。

[0061] 而且,当 IGBT11a 的任何一个每次进行开关工作时,可求出彼时因在各 IGBT11a 中的开关工作引起的功率损耗。具体地说,图 4 所示的面积 60 示出了 IGBT11a 的开关工作时的功率损耗,从求得的电压波形及电流波形求出在各 IGBT11a 中的面积 60。由此,可求出开关工作时在各 IGBT11a 中的损耗。

[0062] 例如,在图 4 所示的紧接着时间 t_1 后的定时中,由于连接在端子 GUP 上的 IGBT11a 和连接在端子 GVP 上的 IGBT11a 进行开关工作、而其它的 IGBT11a 不进行开关工作,从而分别求出图 4(a)、4(b) 所示的面积 60。另外,在紧接着时间 t_2 后的定时中,由于连接在端子 GUN 上的 IGBT11a 和连接在端子 GWN 上的 IGBT11a 进行开关工作,而其它的 IGBT11a 不进行开关工作,从而分别求出图 4(d)、4(f) 所示的面积 60。此外,图 4 所示的面积 60 是被表示电流波形的下降沿的线 61、表示电压波形的上升沿的线 62 和延伸在横轴的时间轴上、表示电压及电流均为零的直线 63 包围的面积,或者是被表示电流波形的上升沿的线 64、表示电压波形的下降沿的线 65 和直线 63 包围的面积。

[0063] 而且,损耗运算部 12 将求得各 IGBT11a 的损耗总合起来,求出该定时中的开关半导体器件 11 的消耗功率。由此,作为数字化的数据求出开关半导体器件 11 整体的损耗。

[0064] 其次,损耗运算部 12 将这样求得的表示在开关半导体器件 11 中发生的损耗的数据(以后,称为「损耗数据」)以电动机控制部 82 能够处理的数据的 LSB 所表示的值为基础根据需要进行数据变换,每当 IGBT11a 的某一个进行开关工作时,作为数据信号输出到外部系统,即输出到在本实施例 1 中如图 2 所示的电动机控制部 82。此外,在本说明书中所谓的「系统」不仅是系统整体,而且也意味着构成系统整体的主控制部 80 及电动机控制部 82 等各构成要素。

[0065] 当求得的损耗数据的 LSB 所表示的值比电动机控制部 82 能够处理的数据的 LSB 所表示的值小的情况下,有必要将求得的损耗数据变换成电动机控制部 82 能够处理的数据。

[0066] 例如,当求得的损耗数据的 LSB 所表示的值是 $1/2^{12}\text{KW}$ 、它的损耗数据用 2 进制数表示是「110011010」的情况下,它的损耗数据所表示的损耗值成为 0.1KW 。而且,当电动机控制部 82 能够处理的数据的 LSB 所表示的值是 $1/2^{10}\text{KW}$ 的情况下,损耗运算部 12 以其 LSB 所表示的值为基础将损耗数据用 2 进制表示从「110011010」变换成「01100110」。由此,损耗数据被变换成在电动机控制部 82 中能够处理的数据。

[0067] 这样,损耗运算部 12 根据需要将求得的数据进行数据变换,作为数据信号输出到半导体模块 10 的外部的电动机控制部。而且,接收了数据信号的电动机控制部 82 存储该数据信号的损耗数据。

[0068] 再次,说明电动机控制部 82 的工作。为了使电动机 90 在用后述方法由主控制部 80 决定的工作点工作,电动机控制部 82 决定施加在半导体模块 10 内的开关半导体器件 11 的电压及电流。具体地说,为了使电动机 90 以主控制部 80 所决定的转数及转矩工作,决定施加在开关半导体器件 11 的输入端子 P、N 的电压和流过输出端子 U、V、W 的电流。再有,电动机控制部 82 将这样决定了的开关半导体器件 11 的电压及电流分别称为「设定电压」及「设定电流」。

[0069] 而且,电动机控制部 82 以决定了的设定电压及设定电流为基础,从内置的电源电路(图中未示出)向开关半导体器件 11 的输入端子 P、N 供给规定的电压,使各 IGBT11a 在规定的定时进行开关工作。由此,在电动机 90 中发生规定的转矩及转数。此外,在使电动机 90 在同一工作点工作的情况下,在各输出端子 U、V、W 上流过大致相同的电流。

[0070] 当电动机控制部 82 从半导体模块接收上述的损耗数据时,与彼时的设定电压及设定电流对应地存储该损耗数据。而且,在主控制部 80 变更电动机 90 的工作点,由此变更设定电压或者设定电流的情况下,将变更后接收到的损耗数据与新的设定电压及设定电流对应地存储。这样,在电动机控制部 82 中存储各种各样的设定电压及设定电流中的损耗数据。

[0071] 再次,说明在具备上述向外部输出损耗数据的半导体模块 10 的、如图 2 所示系统 99 中系统整体的工作点的决定方法。

[0072] 主控制部 80 从图中未示出的加速器传感器的传感信号识别加速器开度,以此为基础,求出在驱动轴 92 上发生的转矩(以后称为「驱动轴转矩」)。

[0073] 而且,主控制部 80 以求出的驱动轴转矩为基础,决定系统整体的工作点中的多个候选者。具体的说,例如,决定用转矩和转数规定的发动机 89 的工作点、用转矩和转数规定的电动机 90 的工作点和 AT88 的变速比的多个组合。这时,在使用空调器的情况下,也要考虑它的空调器的压缩机中的转数来决定工作点中的候选者。

[0074] 图 5 是示出主控制部 80 所决定的、系统的工作点中的候选者的一个例子。在图 5 中,作为系统的工作点中的候选者,示出工作点 1~4。此外,图 5 所示的候选者是在制动器不发生作用的状态、即在制动器机构 86 不工作的状态下的工作点中的候选者。

[0075] 主控制部 80 从决定了的工作点的候选者决定作为系统整体损耗最少的工作点。以下,说明从图 5 所示的工作点 1~4 中决定损耗最少的工作点时系统 99 的工作。

[0076] 主控制部 80 首先要求在使发动机 89 以工作点 1 处的发动机转数(2000r. p. m)及发动机转矩(60N. m)工作的情况下将发动机 89 中的损耗输出到发动机控制部 81。发动机控制部 81 存储各种各样工作点处的发动机 89 的损耗值,从中将与工作点 1 的发动机转数及发动机转矩对应的损耗值输出到主控制部 80。

[0077] 主控制部 80 与工作点 1 的发动机转数及发动机转矩对应地存储接收到的损耗值。在本实施例 1 中,如图 5 所示,例如该损耗值为 10kW。

[0078] 其次,主控制部 80 要求在使 AT88 以工作点 1 处的变速比(1.84)工作的情况下将 AT88 中的损耗输出到 AT 控制部 83。AT 控制部 83 预先存储在各种各样工作点处的 AT88 的损耗值,从中将与工作点 1 的变速比对应的损耗值输出到主控制部 80。

[0079] 主控制部 80 与工作点 1 的 AT88 的变速比对应地存储接收到的损耗值。在本实施例 1 中,如图 5 所示,例如该损耗值为 8kW。

[0080] 再次,主控制部 80 要求在使电动机 90 以工作点 1 处的电动机转数(1000r. p. m)及电动机转矩(10N. m)工作的情况下将半导体模块 10 内的开关半导体器件 11 中的损耗输出到电动机控制部 82。在本实施例 1 中,假定电动机 90 本身不产生损耗。

[0081] 电动机控制部 82 以工作点 1 处的电动机转数及电动机转矩为基础,求出在半导体模块 10 中的开关半导体器件 11 的设定电压及设定电流。而且,将与求出的设定电压及设定电流对应的损耗数据输出到主控制部 80。据此,主控制部 80 接收在工作点 1 处的半导体

模块 10 的损耗值。在本实施例 1 中,如图 5 所示,例如该损耗值为 2kW。

[0082] 再次,主控制部 80 要求在使空调器 87 的压缩机以工作点 1 处的转数 (1000r. p. m) 工作的情况下将空调器 87 中的损耗输出到空调器控制部 84。而且,空调器控制部 84 预先存储压缩机在各种各样的转数下的空调器 87 的损耗值,从中将与工作点 1 的转数对应的损耗值输出到主控制部 80。

[0083] 主控制部 80 与工作点 1 的压缩机的转数对应地存储接收到的损耗值。在本实施例 1 中,如图 5 所示,例如该损耗值为 1kW。

[0084] 主控制部 80 将以上求得的各子系统内的损耗值总计起来,求出在工作点 1 处的系统整体的损耗值。在本实施例 1 中,如图 5 所示,系统整体的损耗值为 21kW。而且,同样地,主控制部 80 计算出分别在工作点 2、3、4、5 处的系统的损耗值。在本实施例 1 中,如图 5 所示,它们分别为 11.2Kw、22.6KW、9.5Kw、15kW。

[0085] 当求各工作点 1~4 处的损耗值时,主控制部 80 决定将其中最小值的工作点作为系统 99 的工作点。在本实施例 1 中,由于在工作点 4 处的损耗值是 9.5kW,在候选者中是最小的值,所以决定在工作点 4 处使系统 99 工作。由此,能够建立作为系统整体能量效率最好的控制策略。

[0086] 当主控制部 80 决定工作点时,以此为基础使各子系统工作。具体地说,向发动机控制部 81 通知在工作点 4 处的发动机的工作点 (发动机转数及发动机转矩),发动机控制部 81 使发动机 89 在该工作点处工作。还有,将在工作点 4 处的电动机的工作点 (电动机转数及电动机转矩) 通知电动机控制部 82,电动机控制部 82 使电动机 90 在该工作点处工作。还有,将在工作点 4 处的 AT88 的变速比通知 AT 控制部 83,AT 控制部 83 使 AT88 在该变速比下工作。而且,将在工作点 4 处的空调器 87 的压缩机的转数通知空调器控制部 84,空调器控制部 84 使压缩机在该转数下工作。

[0087] 如上所述,在本实施例 1 的半导体模块 10 中,将表示在该开关半导体器件 11 中发生的损耗的损耗数据输出到外部。因此,作为位于半导体模块 10 的外部的系统的电动机控制部 82 能够识别在开关半导体器件 11 中的损耗。因此,如本实施例 1 的系统 99 那样,在具备半导体模块 10 的系统中,以从半导体模块 10 得到的损耗数据和从其它子系统得到的损耗值为基础,能够制定在系统整体中能量效率最好的控制策略。

[0088] 还有,在本实施例 1 的半导体模块 10 中,在半导体模块 10 的内部,测量各 IGBT11a 的电压及电流。与本实施例 1 的半导体模块 10 不同,当电压测量部 13 及电流测量部 14 存在于半导体模块 10 的外部的情况下,由于设置在半导体模块 10 的封装上的、进行与外部的连接的连接端子的阻抗等的影响,往往不能正确地测量各 IGBT11a 的电压及电流。

[0089] 但是,在本实施例 1 的半导体模块 10 中,由于在半导体模块 10 的内部设置电压测量部 13 及电流测量部 14,便没有上述的影响,能够正确地测量各 IGBT11a 的电压及电流。其结果是,能够向外部系统提供精度良好的损耗数据。进而,由于半导体模块被模块化,即使在开关半导体器件 11 中发生不良的情况下,也能够容易地更换。

[0090] 此外,在本实施例 1 中,作为求 IGBT11a 的损耗的具体方法,是求图 4 所示的面积 60,但是也可以用其它的方法求该损耗。例如,损耗运算部 12 从求得的电压波形及电流波形,求出如图 6 所示的 IGBT11a 导通时的电流的上升时间 t_1 及电压的下降时间 t_2 。电流的上升时间 t_1 例如是流过 IGBT11a 的发射极-集电极之间的电流从其最大值的 10% 的值

到变化至 90% 的值的的时间。还有,电压的下降时间 t_2 例如是 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电压从其最大值的 90% 的值到变化至 10% 的值的的时间。

[0091] IGBT11a 导通时的损耗几乎由电流的上升时间 t_1 和电压的下降时间 t_2 接定。因此,考虑电流的上升时间 t_1 和电压的下降时间 t_2 的多个组,将与各组对应的损耗值预先存储在损耗运算部 12 中,从求得的电流的上升时间 t_1 及电压的下降时间 t_2 能够求得 IGBT11a 导通时的损耗。此外,图 6 是图 4 所示部分 A 的放大图,面积 60 的记述予以省略。

[0092] 同样地,损耗运算部 12 从求得的电压波形及电流波形求出 IGBT11a 在关断时的电流的下降时间及电压的上升时间。电流的下降时间例如是流过 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电流从其最大值的 90% 的值到变化至 10% 的值的的时间。还有,电压的上升时间例如是 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电压从其最大值的 10% 的值到变化至 90% 的值的的时间。

[0093] IGBT11a 关断时的损耗大致由电流的下降时间和电压的上升时间决定。因此,考虑电流的下降时间与电压的上升时间的多个组,将与该各组对应的损耗值预先存储在损耗运算部 12 中,从而能够从求得的电流的下降时间及电压的上升时间求得 IGBT11a 关断时的损耗。

[0094] 以这样求得的 IGBT11a 导通时的损耗和关断时的损耗为基础,如上所述,也能够求出开关半导体器件 11 整体的损耗。

[0095] 实施例 2.

[0096] 图 7 是示出本实施例 2 的半导体模块 15 的结构的方框图。本实施例 2 的半导体模块 15 是在上述的实施例 1 的半导体模块 10 中,在内部还具备数据输出控制部 16,将在损耗运算部 12 中求得的损耗数据通过数据输出控制部 16 输出到外部。在本实施例 2 中,在上述的系统 99 中,采用图 7 所示的半导体模块 15 以代替半导体模块 10。

[0097] 数据输出控制部 16 在其内部具备没有图示的缓冲器,将损耗运算部 12 所输出的损耗数据写入该缓冲器中。而且,每次从损耗运算部 12 接收损耗数据时,更新缓冲器内的损耗数据。还有,数据输出控制部 16 与半导体模块 15 的外部的电动机控制部 82 进行通信,控制缓冲器内的损耗数据向外部的输出。关于其它的结构,由于与上述实施例 1 的半导体模块 10 相同,其说明从略。

[0098] 图 8 是示出半导体模块 15 的数据输出方法的流程图,具体地说,是示出将损耗数据向外部输出时的半导体模块 15 的工作的流程图。以下,参照图 8 说明将损耗数据输出到外部时半导体模块 15 的工作。

[0099] 如图 8 所示,在步骤 s10 中,当数据输出控制部 16 从电动机控制部 82 接收表示损耗数据的输出要求的数据要求信号时,在步骤 s11 中,将写入其内部的缓冲器中的损耗数据输出到电动机控制部 82。

[0100] 这样,在本实施例 2 的半导体模块 15 中,根据作为其外部的系统的电动机控制部 82 的要求输出损耗数据。

[0101] 在上述的实施例 1 中,与电动机控制部 82 的工作状况无关地,在由半导体模块 10 方面决定了的定时处将损耗数据输出到电动机控制部 82。因此,由于与电动机控制部 82 的工作状况无关地输出损耗数据,当半导体模块 10 频繁地输出损耗数据的情况下,往往半导体模块 10 与电动机控制部 82 之间的通信线路处于过负荷状态。

[0102] 还有,在实施例 1 中,当电动机的工作点长时间不变化的情况下,尽管电动机控制部 82 已经存储其工作点的损耗数据,成为频繁地从半导体模块 10 接收其工作点处的损耗数据。因此,必须处理非必要的损耗数据,往往要耗费无谓的处理时间。

[0103] 在本实施例 2 的半导体模块 15 中,由于根据电动机控制部 82 的要求向外部输出损耗数据,电动机控制部 82 根据自身的工作状况,能够从半导体模块 15 接收损耗数据。因此,电动机控制部 82 能够以适当的通信负载进行与半导体模块 15 的通信。进而,不必处理非必要的损耗数据,能够减少无谓的处理。

[0104] 实施例 3.

[0105] 图 9 是示出本实施例 3 的半导体模块 20 的结构的方框图。如图 9 所示,本实施例 3 的半导体模块 20 具备上述的实施例 1 的半导体模块 10 所具备的开关半导体器件 11,存储损耗数据的存储部 21,以及进行与电动机控制部 82 的通信、控制损耗数据向外部输出的数据输出控制部 22,将这些结构要素收容在一个封装内。在本实施例 3 中,在上述的系统 99 中,采用图 9 所示的半导体模块 20 以代替半导体模块 10。

[0106] 存储部 21 例如用 RAM(随机存取存储器)构成,将施加在开关半导体器件 11 上的电压或流过它的电流等的开关半导体器件 11 的特征值和损耗数据预先相互对应地存储起来。这样的数据例如在半导体模块 20 的制造工序内的出厂前检查工序中被存储在存储部 21 中。此外,像损耗数据及开关半导体器件 11 的特征值那样,有时将存储部预先存储的数据称为「初始数据」。

[0107] 图 10 是示出存储部 21 所存储的初始数据的一个例子。如图 10 所示,存储部 21 存储由损耗数据和产生其损耗数据所表示的损耗的开关半导体器件的电压及电流等的特征值构成的表。

[0108] 图中的电压 $V1 \sim V3$ 是存储部 21 所存储的开关半导体器件 11 的电压的一部分,表示施加在开关半导体器件 11 的输入端子 P、N 上的电压。还有,电流 $I1 \sim I3$ 是存储部 21 所存储的开关半导体器件 11 的电流的一部分,表示流过开关半导体器件 11 的输出端子 U、V、W 的电流。电压 $V1$ 及电流 $I1$ 是产生损耗数据 $D1$ 所表示的损耗时的开关半导体器件 11 的电压及电流,在存储部 21 上相互对应地存储电压 $V1$ 、电流 $I1$ 和损耗数据 $D1$ 。同样地,电压 $V2$ 及电流 $I2$ 是产生损耗数据 $D2$ 所表示的损耗时的开关半导体器件 11 的电压及电流,电压 $V3$ 及电流 $I3$ 是产生损耗数据 $D3$ 所表示的损耗时的开关半导体器件 11 的电压及电流。而且,在存储部 21 上相互对应地存储电压 $V2$ 、电流 $I2$ 与损耗数据 $D2$,相互对应地存储电压 $V3$ 、电流 $I3$ 与损耗数据 $D3$ 。

[0109] 图 11 是示出使存储部 21 存储初始数据时使用的测试装置 97 的结构的方框图。在半导体模块 20 的出厂前的检查工序中,为了对存储部 21 写入初始数据,要准备图 11 所示的测试装置 97。

[0110] 测试装置 97 具备:损耗运算部 95;具有电压传感器 93a 及电压运算部 93b 的电压测量部 93;具有电流传感器 94a 及电流运算部 94b 的电流测量部 94;以及控制部 96。为了使存储部 21 存储初始数据,将损耗运算部 95 连接在半导体模块 20 的存储部 21 上,将电压测量部 93、电流测量部 94 及控制部 96 连接在开关半导体器件 11 上。而且,通过电流测量部 94 的电流传感器 94a 将电动机 90 连接在开关半导体器件 11 上。以下,举图 10 所示的初始数据为例,说明用测试装置 97 对存储部 21 写入初始数据的顺序。此外,由于求损耗数

据的方法与上述实施例 1 中说明过的方法相同,与已经说明过的内容重复的部分仅简单地加以说明。

[0111] 首先,控制部 96 在开关半导体器件 11 的输入端子 P、N 之间给予电压 V1。而且,控制部 96 对控制端子 CONT 给予规定的电压,控制开关半导体器件 11 的各 IGBT11a 的开关工作,使电流 I1 流过输出端子 U、V、W。而且,控制部 96 将这时设定的电压 V1 及电流 I1 的信息通知损耗运算部 95。

[0112] 其次,电流测量部 94 以电流传感器 94a 及电流运算部 94b 测量流过开关半导体器件 11 的各 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电流。同时,电压测量部 93 以电压传感器 93a 及电压运算部 93b 测量各 IGBT11a 的发射极 - 集电极之间的电压。

[0113] 损耗运算部 95 以在电压测量部 93 测得的电压和在电流测量部 94 测得的电流为基础,计算在各 IGBT11a 中发生的损耗。而且,将求得的 IGBT11a 的损耗总计起来,求出表示开关半导体器件 11 的损耗的损耗数据 D1。

[0114] 再次,损耗运算部 95 将求得的损耗数据 D1 与由控制部 96 通知了的开关半导体器件的电压 V1、电流 I1 相互对应地存储在存储部 21 中。在上述的实施例 1 中,每次 IGBT11a 的某一个进行开关工作时,求出损耗数据,但这里却是,例如仅仅将最初求得的损耗数据存储在存储部 21 中。

[0115] 再次,控制部 96 将给予开关半导体器件 11 的电压由电压 V1 改变到电压 V2。而且,对控制端子 CONT 施加规定的电压,控制开关半导体器件 11 的各 IGBT11a 的开关工作,在输出端子 U、V、W 中流过电流 I2。而且,与求出损耗数据 D1 的情况相同,求出这时的损耗数据 D2。而且,将电压 V2、电流 I2 与损耗数据 D2 相互对应地存储在存储部 21 中。

[0116] 再次,控制部 96 使给予开关半导体器件 11 的电压从电压 V2 改变到电压 V3,控制各 IGBT11a 的开关工作,在输出端子 U、V、W 中流过电流 I3。与求出损耗数据 D1、D2 的情况相同,求出这时的损耗数据 D3。而且,将电压 V3、电流 I3 与损耗数据 D3 相互对应地存储在存储部 21 中。

[0117] 这样,在存储部 21 中就预先存储初始数据。

[0118] 再次,参照图 12 说明将损耗数据输出到外部时的半导体模块 20 的工作。如图 12 所示,在步骤 s21,数据输出控制部 22 从电动机控制部 82 接收表示损耗数据的输出要求的数据要求信号。在该数据要求信号中也包含与电动机控制部 82 希望从半导体模块 20 的输出的损耗数据对应的开关半导体器件的特征值的信息。在上述实施例 1 中,电动机控制部 82 在它自身的存储区中,与设定电压及设定电流对应地存储了损耗数据。在本实施例 2 中,由于存储部 21 与开关半导体器件 11 的电压及电流对应地预先存储了损耗数据,电动机控制部 82 在必要时,具体地说,在主控制部 80 有要求时,输出数据要求信号,要求半导体模块 20 输出与求得的设定电压及设定电流对应的损耗数据。

[0119] 再次,在步骤 s22,数据输出控制部 22 识别包含在接收到的数据要求信号中的开关半导体器件的特征值。这里,将该特征值设定为例如电压 V1 及电流 I1。

[0120] 而且,在步骤 s23 中,数据输出控制部 22 从存储部 21 读出与电压 V1 及电流 I1 对应的损耗数据 D1,在步骤 s24,将该损耗数据 D1 输出到电动机控制部 82。接收了损耗数据 D1 的电动机控制部 82 将该损耗数据 D1 输出到主控制部 80。

[0121] 这样,与电动机控制部 82 所要求的开关半导体器件的特征值对应的损耗数据从

存储部 21 输出到电动机控制部 82。

[0122] 如上所述,由于本实施例 3 的半导体模块 20 具备相互对应地存储开关半导体器件 11 的特征值与损耗数据的存储部 21,与上述实施例 1、2 的半导体模块 10、15 不同,没有必要多次去求与开关半导体器件 11 的相同特征值对应的损耗数据。因此,与半导体模块 10、15 相比能够降低对损耗数据的处理时间。

[0123] 还有,由于根据来自电动机控制部 82 的要求输出损耗数据,电动机控制部 82 能够根据自身的工作状况,从半导体模块 20 接收损耗数据。因此,与上述的半导体模块 15 同样,电动机控制部 82 能够在适当的通信负载下进行与半导体模块 20 的通信。

[0124] 进而,由于半导体模块 20 输出与电动机控制部 82 所要求的开关半导体器件 11 的特征值对应的损耗数据,电动机控制部 82 没有必要处理非必要的损耗数据,能够减少无谓的处理。

[0125] 还有,在本实施例 3 中,在半导体模块 20 的内部具备开关半导体器件 11 和存储表示其损耗的损耗数据的存储部 21。例如,在半导体模块 20 的外部的系统,例如电动机控制部 82 中具备存储部 21 的情况下,在开关半导体器件 11 中发生不良情况,更换半导体模块 20 时,由于在电动机控制部 21 中存储有与更换前的开关半导体器件 11 对应的损耗数据,所以有必要将该损耗数据改写为与更换后的开关半导体器件 11 对应的损耗数据。因此,在这样的情况下,更换半导体模块 20 是很费事的。

[0126] 但是,在本实施例 3 的半导体模块 20 中,由于在内部成对地具备开关半导体器件 11 和存储部 21,当更换半导体模块 20 时,不发生上述那样费事的情况。因此,能够简单地更换半导体模块 20。

[0127] 此外,在本实施例 3 中,存储部 21 虽然是相互对应地存储损耗数据与开关半导体器件 11 的特征值,但是也可以相互对应地存储损耗数据与开关半导体器件的负载的特征值。

[0128] 图 13 是示出存储部 21 所存储的初始数据的另一例的图。图中的电动机转矩 $T1 \sim T3$ 是存储部 21 所存储的电动机转矩的一部分,表示在作为开关半导体器件 11 的负载的电动机 90 中发生的转矩。存储部 21 存储由损耗数据和当产生该损耗数据所表示的损耗时发生的电动机转矩构成的表。

[0129] 图中的电动机转矩 $T1$ 是当产生损耗数据 $D1$ 所表示的损耗时在电动机 90 上发生的转矩,在存储部 21 中相互对应地存储电动机转矩 $T1$ 和损耗数据 $D1$ 。同样地,电动机转矩 $T2$ 是当产生损耗数据 $D2$ 表示的损耗时在电动机 90 中发生的转矩,电动机转矩 $T3$ 是当产生损耗数据 $D3$ 所表示的损耗时在电动机 90 中发生的转矩。而且,在存储部 21 中相互对应地存储转矩 $T2$ 和损耗数据 $D2$,相互对应地存储转矩 $T3$ 和损耗数据 $D3$ 。

[0130] 电动机转矩与流过开关半导体器件 11 的电流,具体地说与流过输出端子 U、V、W 的电流成正比关系,从而能够从该电流求出。因此,在图 11 内的测试装置 97 的损耗运算部 95 中,从由电流测量部 94 接收到的电流计算电动机转矩,通过将求得的损耗数据与电动机转矩相互对应地存储在存储部 21 中,能够将图 13 所示的初始数据存储在存储部 21 中。

[0131] 还有,也可以在测试装置 97 的损耗运算部 95 中求电动机 90 的另一特征值,例如电动机电流,以代替求电动机转矩,将损耗数据与电动机电流相互对应地存储在存储部 21 中。电动机电流能够用流过开关半导体器件 11 的电流的有效值求出。以下示出求电动机

电流的公式。(式 1)

$$[0132] \quad I_m = \sqrt{3} / 2 \cdot I_s = I_s \cos \omega t$$

[0133] 式中的「 I_s 」表示流过开关半导体器件 11 的电流的最大值,「 ω 」表示其角频率,「 I_m 」表示电动机电流。

[0134] 损耗运算部 95 能够用上式从电流测量部 94 测得的电流计算电动机电流。

[0135] 这样,通过在存储部 21 中相互对应地存储开关半导体器件 11 的负载的特征值与损耗数据,对于将开关半导体器件 11 的负载的特征值作为控制目标的系统来说,成为合适的半导体模块。

[0136] 例如,作为将开关半导体器件 11 的负载的特征值作为控制目标时的例子,考虑在系统 99 中的主控制部 80 仅仅由电动机转矩的值决定电动机 90 的工作点的情况。如果将电动机转矩与损耗数据相互对应地存储在存储部 21 中,则电动机控制部 82 能够瞬时地识别与主控制部 80 所决定的电动机转矩的候选值对应的损耗数据。

[0137] 另一方面,当开关半导体器件 11 的电压及电流与损耗数据对应地存储在存储部 21 中的情况下,为了识别在开关半导体器件 11 中的损耗,有必要从主控制部 80 所决定的电动机转矩的候选值求出为使发生该电动机转矩所必要的开关半导体器件 11 的电压及电流。因此,为识别与该电动机转矩对应的损耗数据需要时间。

[0138] 因此,由于存储部 21 将开关半导体器件 11 的负载的特征值与损耗数据相互对应地存储起来,能够产生上述的效果。

[0139] 图 12 是示出具备上述那样的将开关半导体器件 11 的负载的特征值与损耗数据对应地存储起来的存储部 21 的半导体模块 20 的工作的流程图,示出这样的半导体模块 20 的向外部输出损耗数据时的工作。

[0140] 如图 12 所示,首先执行步骤 s21。这里,假定数据要求信号中不包括开关半导体器件 11 的特征值,而包括与电动机控制部 82 希望从半导体模块 20 输出的损耗数据对应的、开关半导体器件的负载的特征值的信息。

[0141] 其次,在步骤 s22 中,数据输出控制部 22 识别包含在接收到的数据要求信号中的开关半导体器件的负载的特征值。而且,在步骤 s23 中,数据输出控制部 22 读出与已识别的负载的特征值对应的损耗数据,在步骤 s24 中将该损耗数据输出到电动机控制部 82。接收了损耗数据的电动机控制部 82 将该损耗数据输出到主控制部 80。

[0142] 这样,电动机控制部 82 所要求的、与开关半导体器件的负载的特征值对应的损耗数据就从存储部 21 输出到电动机控制部 82。

[0143] 还有,在本实施例 3 中,是通过数据输出控制部 22 将损耗数据从存储部 21 输出的,但也可以从存储部 21 直接输出损耗数据。图 14 是示出本实施例 3 的半导体模块 20 的变例的方框图。在图 14 所示的半导体模块 20 的变例中,不设置图 9 所示的数据输出控制部 22,存储部 21 能够从电动机控制部 82 直接读出数据。例如,当存储部 21 由 RAM 构成的情况下,地址信号及控制信号从电动机控制部 82 直接给予存储部 21,根据那些信号,存储部 21 将内部的数据直接输出到电动机控制部 82。

[0144] 电动机控制部 82 以存储部 21 内的开关半导体器件 11 的特征值或负载的特征值为基础,能够读出必要的损耗数据。

[0145] 这样,由于存储部 21 内的数据被直接读出到外部的系统,控制损耗数据的输出的

数据输出控制部 22 成为不必要,能够简化半导体模块 20 的电路结构。还有,由于存储部 21 根据电动机控制部 82 的要求(例如地址信号及控制信号)输出损耗数据,电动机控制部 82 能够在适当的通信负载下进行与半导体模块 20 的通信。

[0146] 实施例 4.

[0147] 一般地说,如图 15 所示,在开关半导体器件 11 中发生的损耗的大小依赖于开关半导体器件 11 的温度,存在开关半导体器件 11 的温度越高,损耗越大的倾向。因此,如上述的实施例 3 的半导体模块 20 那样,当不考虑开关半导体器件 11 的温度而将预先求得的损耗数据输出到外部系统的情况下,往往该损耗数据所表示的损耗值与外部系统接收到损耗数据时在实际的开关半导体器件 11 中的损耗值不同。因此,在本实施例 4 中,提出了即使在开关半导体器件 11 的温度变化的情况下,也能够向外部输出精度良好的损耗数据的半导体模块的提案。

[0148] 图 16 是示出本发明的实施例 4 的半导体模块 27 的结构方框图。本实施例 4 的半导体模块 27 基本上是在图 9 所示的实施例 3 的半导体模块 20 中在内部还具备测量开关半导体器件 11 的温度的温度测量部 29,具备存储部 26 以代替存储部 21,具备数据输出控制部 28 以代替数据输出控制部 22。在本实施例 4 中,在上述的系统 99 中,采用图 16 所示的半导体模块 27 以代替半导体模块 10。

[0149] 温度测量部 29 根据数据输出控制部 28 的要求,测量开关半导体器件 11 的温度,将测得的温度输出到数据输出控制部 28。温度测量部 29 例如测量开关半导体器件 11 所具备的多个 IGBT11a 中的一个 IGBT11a 的温度,将它作为开关半导体器件 11 的温度输出。

[0150] 存储部 26 相互对应地存储开关半导体器件 11 的特征值与损耗数据作为初始数据,在该特征值中,包含开关半导体器件 11 的温度、电压及电流。即,本实施例 4 的存储部 26 在上述的实施例 3 的存储部 21 所存储的初始数据上中,还追加存储基温度作为开关半导体器件 11 的另一特征值。这样的数据例如在半导体模块 27 的制造工序内的出厂前检查工序中被存储在存储部 26 中。

[0151] 图 17 是示出存储部 26 所存储的初始数据的一个例子的图。如图 17 所示,存储部 26 存储由开关半导体器件的温度、在该温度的损耗数据和产生该损耗数据所表示的损耗的开关半导体器件的电压及电流构成的表。此外,图中的温度 Temp1、Temp2 表示存储部 26 所存储的开关半导体器件 11 的温度的一部分。

[0152] 图中的损耗数据 D1、D2 是当开关半导体器件 11 的温度为温度 Temp1 时的损耗数据,损耗数据 D11、D12 是当开关半导体器件 11 的温度为温度 Temp2 时的损耗数据。而且,当产生损耗数据 D1 或者损耗数据 D11 所表示的损耗时施加在开关半导体器件 11 上的电压为电压 V1,彼时流过开关半导体器件 11 的电流为电流 I1。还有,当产生损耗数据 D2 或者损耗数据 D12 所表示的损耗时施加在开关半导体器件 11 上的电压为电压 V2,彼时流过开关半导体器件 11 的电流为电流 I2。

[0153] 将损耗数据 D1、电压 V1、电流 I1、温度 Temp1 相互对应地存储起来,将损耗数据 D2、电压 V2、电流 I2、温度 Temp1 相互对应地存储起来。还有,将损耗数据 D11、电压 V1、电流 I1、温度 Temp2 相互对应地存储起来,将损耗数据 D12、电压 V2、电流 I2、温度 Temp2 相互对应地存储起来。

[0154] 这样的初始数据能够用以下的方法预先存储在存储部 26 中。

[0155] 在上述图 11 所示的测试装置 97 中,进而设置了例如测量半导体模块 27 的开关半导体器件 11 所具备的多个 IGBT11a 中的一个 IGBT11a 的温度,并将它作为开关半导体器件 11 的温度而输出的温度测量部。而且,将在该温度测量部中测得的温度输入到损耗运算部 95。而且,损耗运算部 95 将从温度测量部接收到的温度、求得的损耗数据和从控制部 96 接收到的特征值相互对应地存储在存储部 26 中。通过将半导体模块 27 放入恒温层等,使开关半导体器件 11 的温度发生变化,并在各温度下使测试装置 97 进行上述的工作,能够将图 17 所示的初始数据存储在存储部 26 中。

[0156] 还有,在存储部 26 中,也可以对应地存储开关半导体器件 11 的负载的特征值、开关半导体器件 11 的温度和损耗数据,以代替图 17 所示的数据。例如,也可以相互对应地存储如图 18 所示那样的开关半导体器件 11 的温度、在该温度下的损耗数据和当产生该损耗数据所表示的损耗时在电动机 90 中发生的电动机转矩。此外,也可以是电动机电流,以代替图 18 所示的电动机转矩。

[0157] 此外,当然,存储在存储部 26 中的电动机转矩及电动机电流能够用上述实施例 3 说明过的方法求得。

[0158] 再次,参照图 19 说明具备存储图 17 所示的初始数据的存储部 26 的半导体模块 27 的、将损耗数据输出到外部时的工作。

[0159] 如图 19 所示,执行上述图 12 所示的步骤 s21、s22。由此,数据输出控制部 28 识别包含在接收到的数据要求信号中的开关半导体器件的特征值。这里,将该特征值设定为例如电压 V1 及电流 I1。

[0160] 而且,在步骤 s25 中,数据输出控制部 28 要求温度测量部 19 进行开关半导体器件 11 的温度测量。接收到该要求的温度测量部 29 测量开关半导体器件 11 的温度,并将其输出到数据输出控制部 28。这里,将在温度测量部 29 测得的温度设定为温度 Temp1。

[0161] 再次,在步骤 26 中,数据输出控制部 28 读出与接收到的温度 Temp1 和作为已识别的特征值的电压 V1 及电流 I1 对应的损耗数据 D1,在步骤 s27 中将该损耗数据 D1 输出到电动机控制部 82。接收到损耗数据 D1 的电动机控制部 82 将该损耗数据 D1 输出到主控制部 80。

[0162] 这样,与电动机控制部 82 所要求的开关半导体器件的特征值(电压、电流)和当有来自电动机控制部 82 的要求时在温度测量部 29 测得的温度对应的损耗数据从存储部 26 输出到电动机控制部 82。

[0163] 再次,参照图 19 简单地说明具备将开关半导体器件 11 的负载的特征值、开关半导体器件 11 的温度和损耗数据相互对应地存储起来的存储部 26 的半导体模块 27 的、向外部输出损耗数据时的工作。

[0164] 首先,执行与上述图 12 所示同样的步骤 s21。此外,这里,假定在数据要求信号中不包括开关半导体器件 11 的特征值,而包括与电动机控制部 82 希望从半导体模块 20 输出的损耗数据对应的开关半导体器件 11 的负载的特征值,例如包含电动机转矩或电动机电流在内的信息。

[0165] 而且,执行与图 12 所示同样的步骤 s22。由此,数据输出控制部 28 识别包含接收到的数据要求信号的、开关半导体器件 11 的负载的特征值。

[0166] 而且,在步骤 s25 中,数据输出控制部 28 要求温度测量部 29 进行开关半导体器件

11 的温度测量。接收到该要求的温度测量部 29 测量开关半导体器件 11 的温度,并将它输出到数据输出控制部 28。

[0167] 再次,在步骤 s26 中,数据输出控制部 28 读出与接收到的温度和已识别的负载的特征值对应的损耗数据,在步骤 s27 将该损耗数据输出到电动机控制部 82。接收到损耗数据的电动机控制部 82 将该损耗数据输出到主控制部 80。

[0168] 这样,与电动机控制部 82 所要求的开关半导体器件的负载的特征值和当有来自电动机控制部 82 的要求时在温度测量部 29 测得的温度对应的损耗数据从存储部 26 输出到电动机控制部 82。

[0169] 如上所述,按照本实施例 4 的半导体模块 27,与开关半导体器件 11 的温度对应的损耗数据被输出到外部的系统。因此,即使在开关半导体器件 11 的温度发生变化的情况下,也能够将精度良好的损耗数据输出到外部系统。

[0170] 此外,由于温度测量部 29 设置在半导体模块 27 的内部,其测量结果不受设置在半导体模块 27 的封装上的与外部的连接端子的阻抗等的影响。因此,与设置在半导体模块 27 的外部的情况相比,能够正确地测量开关半导体器件 11 的温度。

[0171] 还有,由于根据来自电动机控制部 82 的要求输出损耗数据,电动机控制部 82 能够根据自身的工作状况从半导体模块 27 接收损耗数据。因此,与上述的半导体模块 15、20 同样,电动机控制部 82 能够在适当的通信负载下进行与半导体模块 27 的通信。

[0172] 进而,由于将与电动机控制部 82 所要求的特征值对应的损耗数据输出到电动机控制部 82,电动机控制部 82 没有必要处理非必要的损耗数据,能够减少无谓的处理。

[0173] 此外,在半导体模块 27 的外部系统,例如电动机控制部 82 具备测量开关半导体器件 11 的温度的温度控制部的情况下,半导体模块 27 没有必要具备温度测量部 29。在这种情况下,由于将在电动机控制部 82 所具备的温度测量部中测得的温度的信息包含在数据要求信号所具有的开关半导体器件的特征值的信息中,或者由于进而加在数据要求信号所具有的开关半导体器件的负载的特征值的信息中,数据输出控制部 28 也能够识别开关半导体器件 11 的温度,能够从存储部 26 读出与该温度对应的损耗数据,并输出到电动机控制部 82。

[0174] 实施例 5。

[0175] 图 20 是示出本发明的实施例 5 的半导体模块 30 的结构的方框图。本实施例 5 的半导体模块 30 具备:上述开关半导体器件 11、电压测量部 13 及电流测量部 14、损耗运算部 31、存储部 32 以及数据输出控制部 33,这些构成要素被收容在同一封装内。在本实施例 5 中,在上述的系统 99 中,采用图 20 所示的半导体模块 30,以代替半导体模块 10。

[0176] 损耗运算部 31 以在电压测量部 13 测得的电压和在电流测量部测得的电流为基础,求出损耗数据。此外,求出损耗数据的具体方法与上述实施例 1 所述的方法相同。还有,损耗运算部 31 将求出的损耗数据与开关半导体器件 11 的特征值相互对应地存储在存储部 32 中。具体地说,将求得的损耗数据与当产生该损耗数据所表示的损耗时的开关半导体器件 11 的电压及电流相互对应地存储在存储部 32 中。此外,开关半导体器件 11 的电压及电流能够与损耗的运算独立地分别从电压测量部 13 测得的电压及在电流测量部 14 测得的电流读出。

[0177] 还有,损耗运算部 31 在对损耗进行运算之前,如果从电压测得部 13 测量的电压

读出的开关半导体器件 11 的电压和从在电流测量部 14 测得的电流读出的开关半导体器件 11 的电流的组已经被存储在存储部 32 中,则不进行彼时的损耗运算,不将该开关半导体器件 11 的电压及电流写入存储部 32。由此,不需要多次去求对开关半导体器件 11 的相同特征值的损耗数据。

[0178] 此外,损耗运算部 31 也可以将开关半导体器件 11 的负载的特征值与损耗数据对应地存储在存储部 32 中。具体地说,可将求得的损耗数据与当发生该损耗数据所表示的损耗时在电动机 90 中的电动机转矩或电动机电流对应地存储在存储部 32 中。这种情况下,在求得的负载的特征值已被存储在存储部 32 中的情况下,不进行彼时的损耗运算。

[0179] 这样,在存储部 32 中存储例如上述图 10 所示的数据及图 13 所示的数据。

[0180] 再次,参照图 21 说明将损耗数据输出到外部时本实施例 5 的半导体模块 30 的工作。如图 21 所示,在步骤 s30 中,数据输出控制部 33 从电动机控制部 82 接收数据要求信号。在该数据要求信号中,包含与电动机控制部 82 希望从半导体模块 30 输出的损耗数据对应的开关半导体器件的特征值的信息或负载的特征值的信息。以后,当表示开关半导体器件 11 的特征值和负载的特征值的某一方的情况下,有时将那些特征值简单地称为「特征值」。

[0181] 再次,在步骤 s31 中,数据输出控制部 33 识别包含在接收到的数据要求信号中的特征值。

[0182] 而且,在步骤 32 中,数据输出控制部 33 判断与已识别的特征值对应的损耗数据是否被存储在存储部 32 中。而且,当数据输出控制部 33 判断为在存储部 32 中没有存储该损耗数据时,在步骤 s35,将其意旨通知电动机控制部 82。接收了该通知的电动机控制部 82 将与主控制部 80 所决定的工作点对应的损耗数据不存在的情况通知主控制部 80。主控制部 80 例如将损耗数据不存在的工作点从候选者中剔除。

[0183] 另一方面,在步骤 s32 中,数据输出控制部 33 当判断为与在步骤 s31 中已识别的特征值对应的损耗数据存在于存储部 32 中时,即在步骤 s33 中从存储部 32 读出该损耗数据。而且,在步骤 s34 中将读出的损耗数据输出到电动机控制部 82。

[0184] 这样,与电动机控制部 82 所要求的特征值对应的损耗数据就从存储部 32 输出到电动机控制部 82。

[0185] 如上所述,按照本实施例 5 的半导体模块 30,由于具备将特征值与损耗数据相互对应地存储起来地存储部 32,与上述实施例 1、2 的半导体模块 10、15 不同,没有必要多次去求与相同特征值对应的损耗数据。因此,与半导体模块 10、15 相比,能够减少损耗数据的处理时间。

[0186] 还有,由于根据来自电动机控制部 82 的要求而输出损耗数据,电动机控制部 82 根据自身的工作状况,能够从半导体模块 30 接收损耗数据。因此,与上述的半导体模块 15、20 同样,电动机控制部 82 能够在适当的通信负载下与半导体模块 30 进行通信。

[0187] 此外,由于将与电动机控制部 82 所要求的特征值对应的损耗数据输出到电动机控制部 82,电动机控制部 82 没有必要处理非必要的损耗数据,能够减少无谓的处理。

[0188] 还有,在本实施例 5 的半导体模块 30 中,在半导体模块 30 的内部,由于测量了开关半导体器件 11 的各 IGBT11a 的电压及电流,与上述的半导体模块 10 同样,能够正确地测量这样的电压及电流。其结果是,能够向外部系统提供精度良好的损耗数据。

[0189] 此外,在本实施例 5 中,通过数据输出控制部 33 从存储部 32 输出损耗数据,与上述图 14 所示的半导体模块 20 同样,也可以从存储部 32 直接输出损耗数据。这种情况下的半导体模块 30 的方框图示于图 22。

[0190] 图 22 所示的存储部 32 能够从电动机控制部 82 直接读出数据。例如,在存储部 32 用 RAM 构成的情况下,地址信号及控制信号直接从电动机控制部 82 给予存储部 32,基于那些信号,存储部 32 将内部的数据直接输出到电动机控制部 82。

[0191] 电动机控制部 82 以存储部 32 内的开关半导体器件 11 的特征值或负载的特征值为基础,能够读出必要的损耗数据。

[0192] 这样,由于存储部 32 内的数据被直接读出到外部的系统,控制损耗数据的输出的数据输出控制部 33 就成为不必要,能够简化半导体模块 30 的电路结构。还有,由于存储部 32 根据电动机控制部 82 的要求(例如地址信号及控制信号)而输出损耗数据,电动机控制部 82 能够在适当的通信负载下进行与半导体模块 30 的通信。

[0193] 实施例 6.

[0194] 图 23 是示出本发明的实施例 6 的半导体模块 40 的结构的方框图。本实施例 6 的半导体模块 40 基本上是在上述实施例 5 的半导体模块 30 中在内部还具备测量开关半导体器件 11 的温度的温度测量部 41,具备损耗运算部 44 以代替损耗运算部 31,具备存储部 43 以代替存储部 32,具备数据输出控制部 42 以代替数据输出控制部 33。在本实施例 6 中,在上述的系统 99 中,采用图 23 所示的半导体模块 40 以代替半导体模块 10。

[0195] 温度测量部 41 根据损耗运算部 44 的要求,测量开关半导体器件 11 的温度,将测得的温度输出到损耗运算部 44。还有,温度测量部 41 根据数据输出控制部 42 的要求,测量开关半导体器件 11 的温度,将测得的温度输出到数据输出控制部 42。此外,在损耗运算部 44 与数据输出控制部 42 的要求发生竞争时,损耗运算部 44 的要求优先,当将求出的温度输出到损耗运算部 44 以后,将该温度输出到数据输出控制部 42。温度测量部 41 例如测量开关半导体器件 11 所具备的多个 IGBT11a 中的一个 IGBT11a 的温度,将它作为开关半导体器件 11 的温度输出。

[0196] 损耗运算部 44 以在电压测量部 13 测得的电压、在电流测量部 14 测得的电流为基础,求出损耗数据。此外,求得损耗数据的具体方法与在上述的实施例 1 中所述的方法相同。还有,损耗运算部 44 当从电压测量部 13 及电流测量部 14 接收测量结果时,在求损耗数据前,要求对温度测量部 41 进行开关半导体器件 11 的温度测量。接收到该要求的温度测量部 41 测量开关半导体器件 11 的温度,并将测量结果输出到损耗运算部 44。

[0197] 而且,损耗运算部 44 将求得的损耗数据与开关半导体器件 11 的特征值相互对应地存储在存储部 43 中。具体地说,将求得的损耗数据、从温度测量部 41 接收到的开关半导体器件的温度、以及产生该损耗数据所表示的损耗时的开关半导体器件 11 的电压及电流相互对应地存储在存储部 43 中。此外,开关半导体器件 11 的电压及电流能够与损耗的运算独立地分别读出在电压测量部 13 测得的电压及在电流测量部 14 测得的电流。

[0198] 还有,损耗运算部 44 在进行损耗的运算前判断从在电压测得部 13 测得的电压读出的开关半导体器件 11 的电压、从在电流测量部 14 测得的电流读出的开关半导体器件 11 的电流、从温度测量部 41 接收到的开关半导体器件 11 的温度的组是否已存储在存储部 43 中。而且,如果已被存储,就不进行彼时的损耗运算,不将该开关半导体器件的温度、电压及

电流写入存储部 43 中。由此,不需多次去求对开关半导体器件 11 的相同的特征值的损耗数据。

[0199] 此外,损耗运算部 44 也可以将开关半导体器件 11 的温度、开关半导体器件 11 的负载的特征值和损耗数据相互对应地存储在存储部 43 中。具体地说,也可以将求得的损耗数据、从温度测量部 41 接收到的开关半导体器件 11 的温度、以及产生该损耗数据所表示的损耗时电动机 90 中的电动机转矩或电动机电流相互对应地存储在存储部 43 中。这种情况下,当从温度测量部 41 接收到的温度和求得的负载的特征值的组已经存储在存储部 43 中的情况下,不进行彼时的损耗运算。

[0200] 这样,就在存储部 43 中存储例如上述图 17 所示的数据或图 18 所示的数据。

[0201] 再次,参照图 24 说明将损耗数据输出到外部时的本实施例 6 的半导体模块 40 的工作。如图 24 所示,执行与上述图 21 所示同样的步骤 s30、s31。由此,数据输出控制部 42 识别包含在接收到的数据要求信号中的特征值。

[0202] 而且,执行与图 21 所示同样的步骤 s32。在步骤 s32 中,数据输出控制部 42 当判断与在步骤 s31 中已识别的特征值对应的损耗数据没有存储在存储部 43 时,执行步骤 s35。

[0203] 另一方面,在步骤 s32 中,数据输出控制部 42 当判断为与在步骤 s31 中已识别的特征值对应的损耗数据存在于存储部 32 时,在步骤 s43 中,要求温度测量部 41 测量温度。接收到该要求的温度测量部 41 测量开关半导体器件 11 的温度,并将测量结果输出到数据输出控制部 42。

[0204] 在步骤 s44 中,数据输出控制部 42 从存储部 43 读出与在步骤 s31 中已识别的特征值和从温度测量部 41 接收到的开关半导体器件 11 的温度对应的损耗数据,在步骤 s45 中,将该损耗数据输出到电动机控制部 82。

[0205] 这样,与开关半导体器件 11 的温度和电动机控制部 82 所要求的特征值对应的损耗数据从存储部 43 输出到电动机控制部 82。

[0206] 如上所述,按照本实施例 6 的半导体模块 40,除上述实施例 5 的半导体模块 30 所具有的功能外,与开关半导体器件 11 的温度对应的损耗数据还被输出到外部系统。因此,除半导体模块 30 所具有的效果外,即使在开关半导体器件 11 的温度发生变化的情况下,也能够向外部系统提供精度良好的损耗数据。

[0207] 此外,由于在半导体模块 40 的内部设置了温度测量部 41,与设置在半导体模块 40 的外部的情况相比,能够正确地测量开关半导体器件 11 的温度。

[0208] 实施例 7.

[0209] 在上述的实施例 1 ~ 6 中,叙述了作为半导体模块所具备的开关半导体器件 11 的负载的电动机的情况,这里,说明其它的负载,例如电容器及电抗器的情况。

[0210] 图 25 是示出本发明的实施例 7 的半导体模块 50 的结构的方框图。本实施例 7 的半导体模块 50 基本上具备了用开关半导体器件 51 以代替上述的实施例 1 的半导体模块 10 中的开关半导体器件 11。

[0211] 在开关半导体器件 51 中,作为开关元件设置了一个双极晶体管 51a,在半导体模块 50 的外部作为负载连接电容器 56 及电抗器 57。

[0212] 通过电流测量部 14 的电流传感器 14a(未图示)将电抗器 57 的一端和半导体模块 50 的外部的二极管 55 的阳极连接到双极晶体管 51a 的集电极上。将半导体模块 50 的外

部的电池 58 的负电源端于和电容器 56 的一端连接到双极晶体管 51a 的发射极上。而且, 将电抗器 57 的另一端连接到电池 58 的正电源端子上, 将电容器 56 的另一端连接到二极管 55 的阴极上。

[0213] 图 25 所示的半导体模块 50、电池 58、电抗器 57、二极管 55 及电容器 56 例如被设置在上述的电动机系统 71 内, 由它们构成开关电源电路 59。而且, 例如由电动机控制部 82 控制双极晶体管 51a 的基极电压, 控制双极晶体管 51a 的开关工作。

[0214] 根据双极晶体管 51a 的开关频率, 从电池 58 的输出电压 V_t 到它的 2 倍电压的电压在电容器 56 的两端发生。而且, 在电容器 56 的两端发生的电压例如被施加在上述实施例 1 的开关半导体器件 11 的输入端子 P、N 上。由此, 根据电容器 56 的电压的大小, 决定开关半导体器件 11 的电压的大小。此外, 在上述的实施例 1 ~ 6 中, 示出了电动机控制部 82 供给开关半导体器件 11 的电压的例子, 而这样的例子是图 25 所示的开关电源电路 59 被设置在电动机控制部 82 内的情况的例子。

[0215] 半导体模块 50 的电流测量部 14 测量双极晶体管 51a 的集电极 - 发射极之间的电流, 电压测量部 13 测量双极晶体管 51a 的集电极 - 发射极之间的电压。

[0216] 损耗运算部 12 以在电压测量部 13 测得的电压和在电流测量部 14 测得的电流为基础, 求出表示在开关半导体器件 51 产生的损耗的损耗数据, 输出到电动机控制部 82。这里, 将表示一次开关工作中在双极晶体管 51a 中产生的损耗的损耗数据作为开关半导体器件 51 的损耗数据输出。求出损耗数据的具体方法能够用与在上述的实施例 1 中叙述的方法同样的方法求出。

[0217] 这样, 由于本实施例 7 的半导体模块 50 将损耗数据输出到外部系统, 该外部系统能够识别开关半导体器件 51 的损耗。因此, 在具备半导体模块 50 的系统中, 能够以从半导体模块 50 得到的损耗数据和从其它的子系统得到的损耗值为基础制定在整个系统中良好的能量效率控制策略。

[0218] 此外, 在本实施例 7 中, 将表示双极晶体管 51a 的一次开关工作中产生的损耗的损耗数据输出到外部, 但也可以将在双极晶体管 51a 的一次开关工作中产生的损耗乘上其开关频率, 求出在一秒中产生的损耗, 将表示该损耗的损耗数据输出到外部。

[0219] 还有, 与实施例 7 的半导体模块 50 同样, 在上述的各半导体模块 15、20、27、30、40 中, 在采用开关半导体器件 51 代替开关半导体器件 11, 构成图 25 所示的开关电源电路 59 的情况下, 当然在各半导体模块中也能够得到上述已说明的效果。此外, 作为在这种情况下负载的特征值例如采用在电容器 56 的两端产生的电压。由于从电压测量部测量的结果求出电池 58 的输出电压 V_t 和在开关半导体器件 51 中双极晶体管 51a 的开关频率, 损耗运算部能够求出在电容器 56 的两端产生的电压。

[0220] 按照本发明中第 1 方面的半导体模块, 外部系统能够识别在开关半导体器件中产生的损耗。因此, 在具备第 1 方面的半导体模块的系统中, 以从这样的半导体模块得到的损耗数据和从其它的子系统得到的损耗值为基础, 能够制定在系统整体中能量效率最佳的控制策略。

[0221] 还有, 按照本发明中第 2 方面的半导体模块, 由于根据外部系统的要求输出损耗数据, 外部系统能够根据自身的工作状况接收损耗数据。因此, 外部系统能够在适当的通信负载下进行与半导体模块的通信。此外, 没有必要处理非必要的损耗数据, 能够减少无谓的

处理。

[0222] 还有,按照本发明中第 3 方面的半导体模块,由于相互对应地存储开关半导体器件的特征值和损耗数据,没有必要多次去求对开关半导体器件的同样的特征值的损耗数据。其结果是,能够减少对损耗数据的处理时间。

[0223] 还有,按照本发明中第 4 方面的半导体模块,由于输出与外部系统所要求的开关半导体器件的特征值对应的损耗数据,外部系统没有必要处理与不必要的开关半导体器件的特征值对应的损耗数据,能够减少无谓的处理。

[0224] 还有,按照本发明中第 5 及第 8 方面的半导体模块,由于输出与开关半导体器件的温度对应的损耗数据,即使在开关半导体器件的温度发生变化的情况下,也能够向外部系统提供精度高的损耗数据。

[0225] 还有,按照本发明中第 6 方面的半导体模块,由于将开关半导体器件的负载的特征值与损耗数据相互对应地存储起来,没有必要多次去求对开关半导体器件的负载的相同的特征值的损耗数据。其结果是,能够减少对损耗数据的处理时间。

[0226] 还有,按照本发明中第 7 方面的半导体模块,由于输出与外部系统所要求的开关半导体器件的负载的特征值对应的损耗数据,外部系统没有必要处理与不必要的开关半导体器件的负载的特征值对应的损耗数据,能够减少无谓的处理。

[0227] 还有,由于输出与外部系统所要求的开关半导体器件的负载的特征值对应的损耗数据,第 7 方面的半导体模块对于以开关半导体器件的负载作为控制目标的系统来说,成为合适的半导体模块。

[0228] 还有,按照本发明第 9 方面的半导体模块,由于存储部能够直接从外部系统读出数据,没有必要设置进行与外部系统的通信并控制损耗数据的输出的电路。因此,能够简化半导体模块的电路结构。

[0229] 还有,按照本发明中第 10 方面的半导体模块,由于在其内部测量开关半导体元件的电压及电流,能够正确地测量这样的电压及电流。其结果是,能够向外部系统提供精度良好的损耗数据。

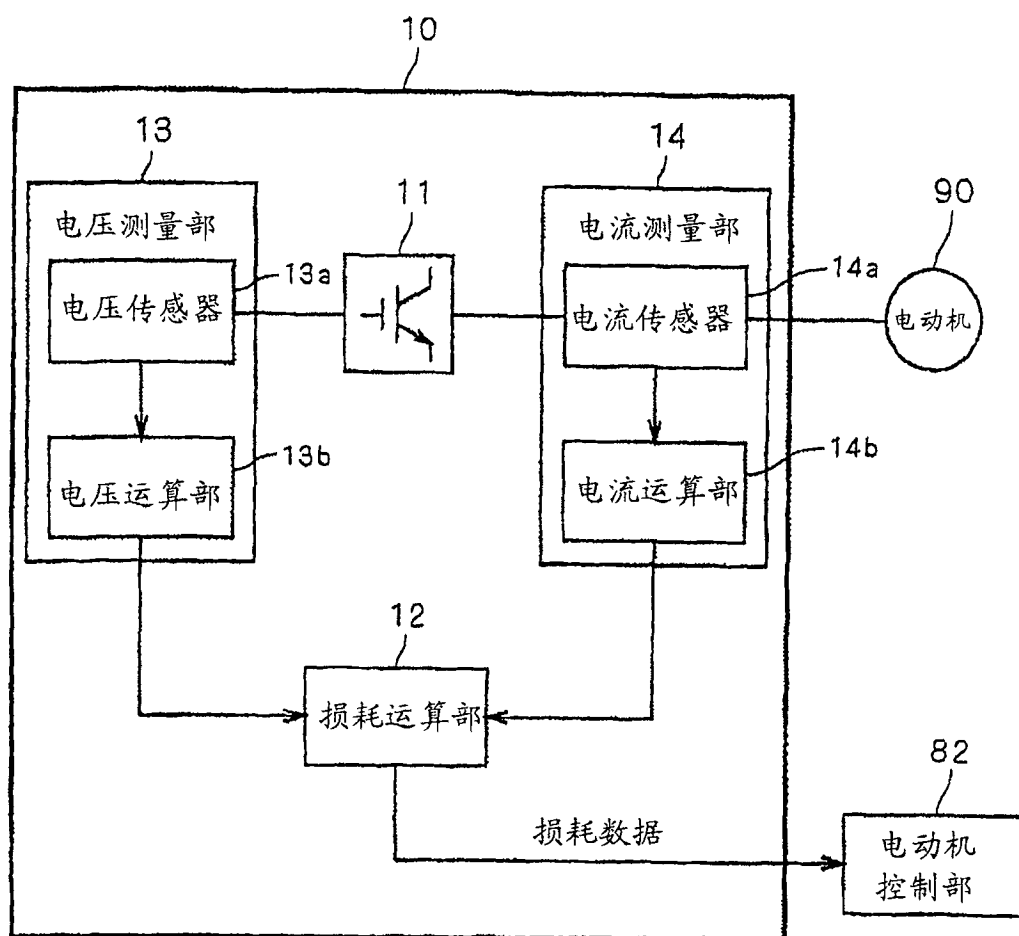


图 1

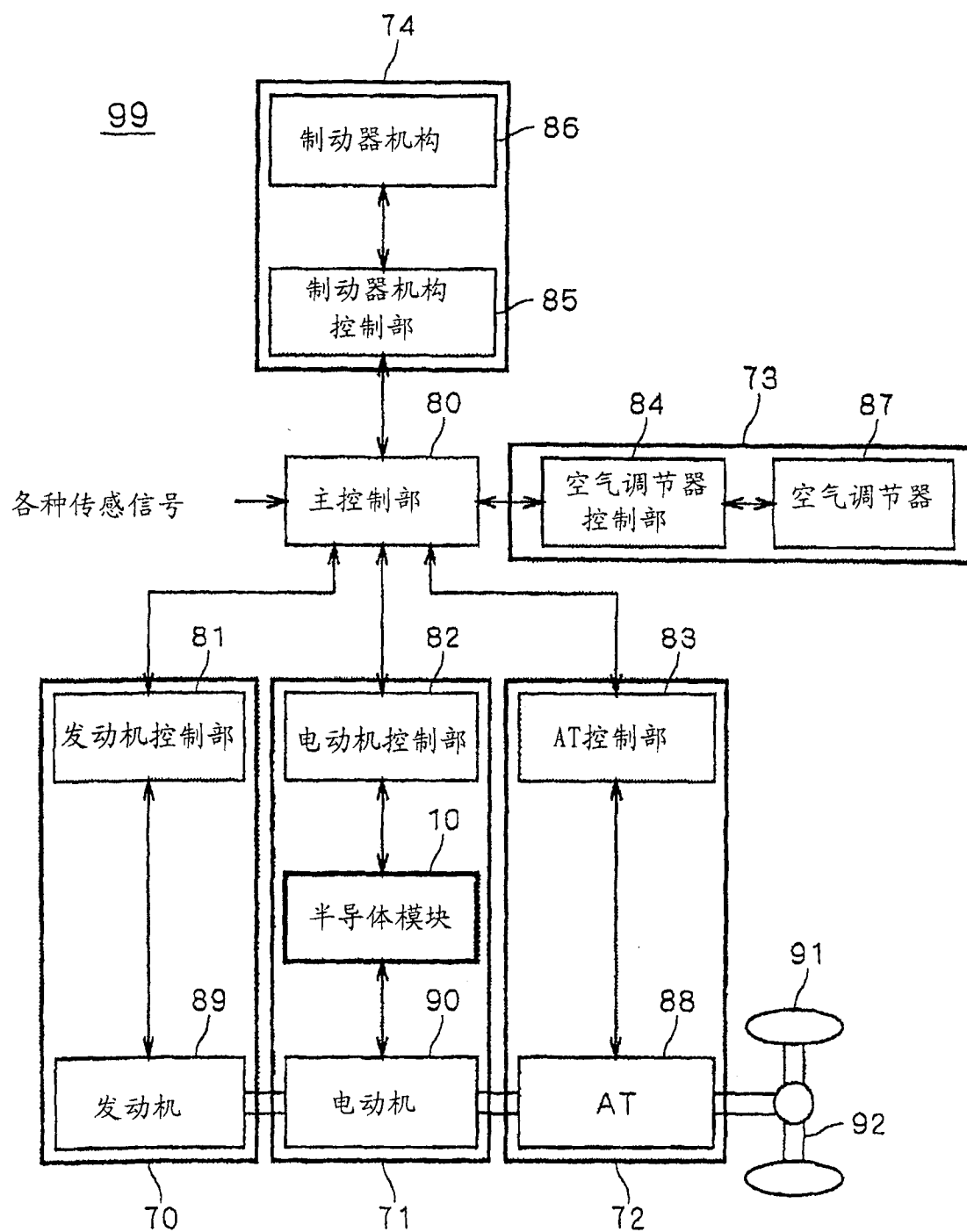


图 2

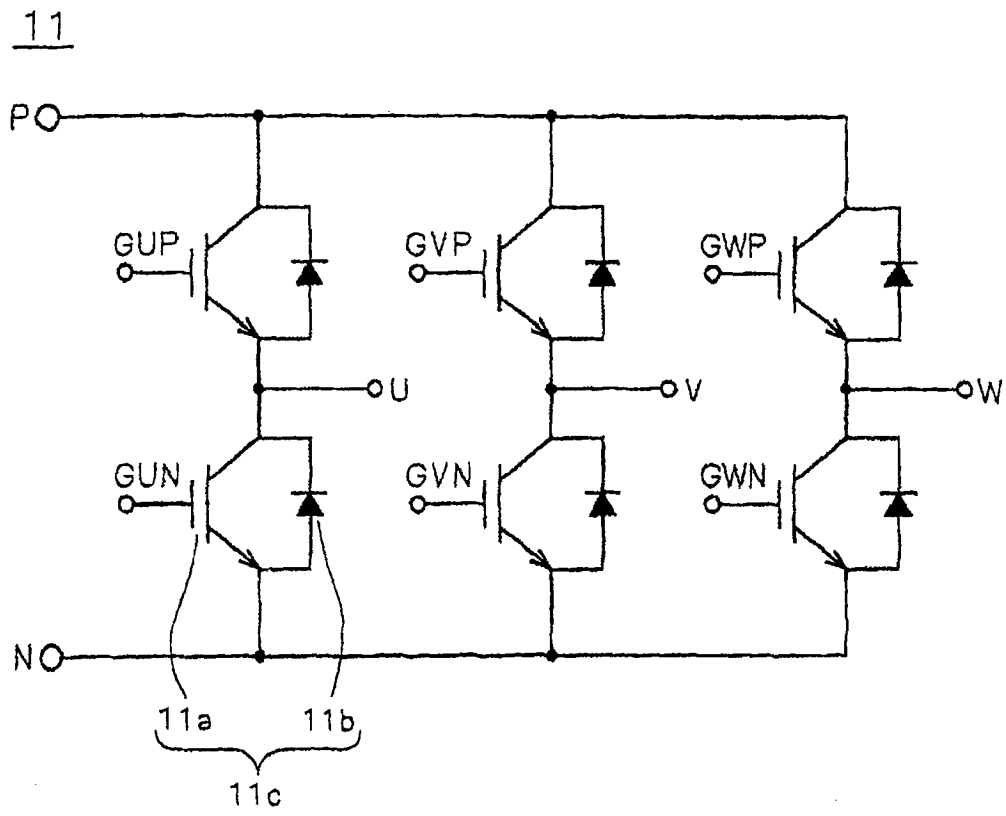


图 3

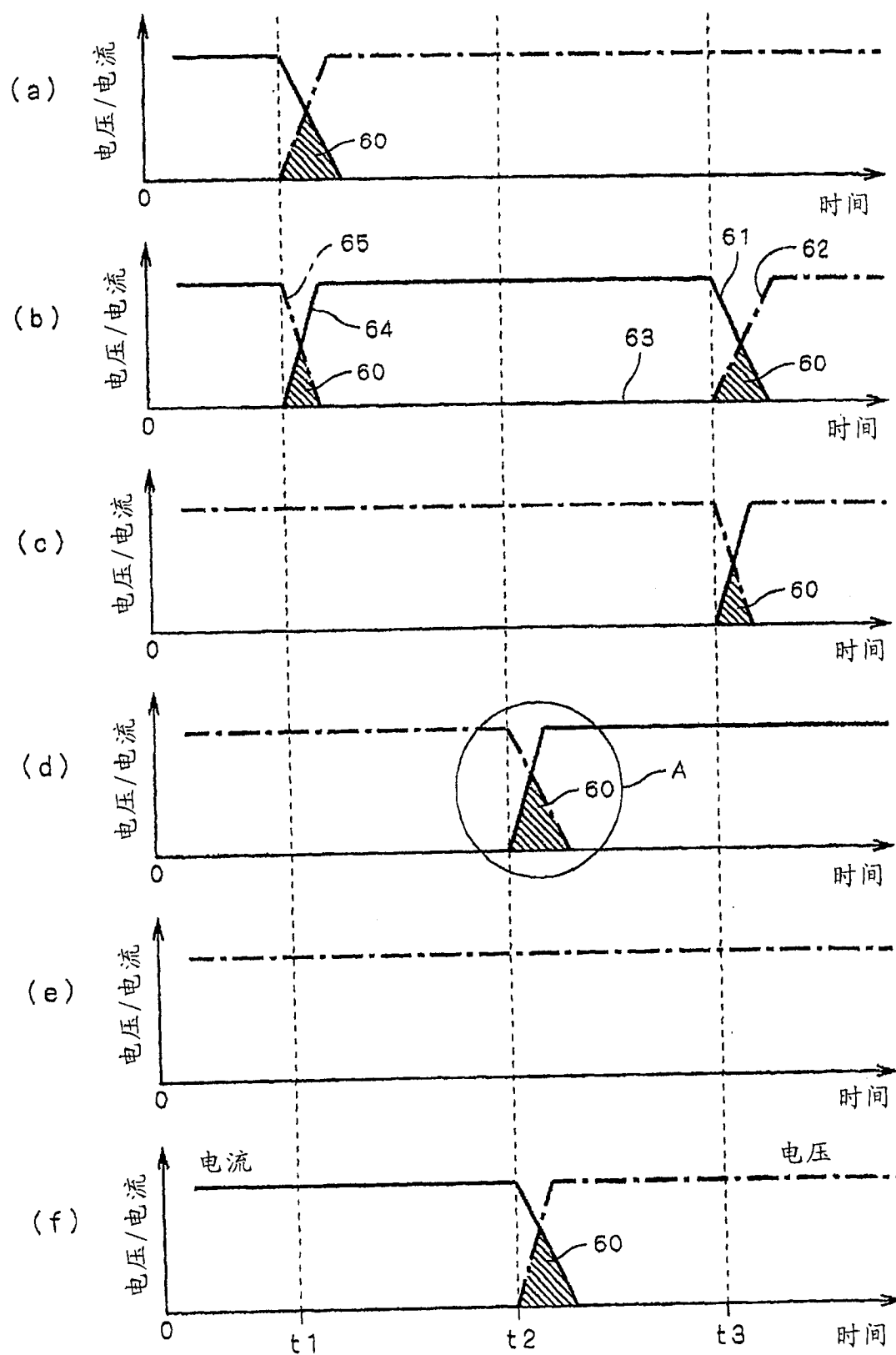


图 4

工作点	发动机 转数 (r.p.m)	发动机 转矩 (N·m)	传输变速比	电动机 转数 (r.p.m)	电动机 转矩 (N·m)	空气调节器· 压缩机 (r.p.m)	损耗总计
1	2000	60	1.84	1000	10	1000	
损耗	10 kW		8 kW	2 kW		1 kW	21 kW
2	2400	72	1.54	1200	12	1200	
损耗	5 kW		4 kW	1 kW		1.2 kW	11.2 kW
3	1200	36	3.07	600	6	600	
损耗	13 kW		6 kW	3 kW		0.6 kW	22.6 kW
4	3000	90	1.23	1500	15	1500	在工作点4工作
损耗	4 kW		2 kW	2 kW		1.5 kW	9.5 kW
5	2600	78	1.42	1300	13	1300	
损耗	7 kW		5 kW	1 kW		2 kW	15 kW

图 5

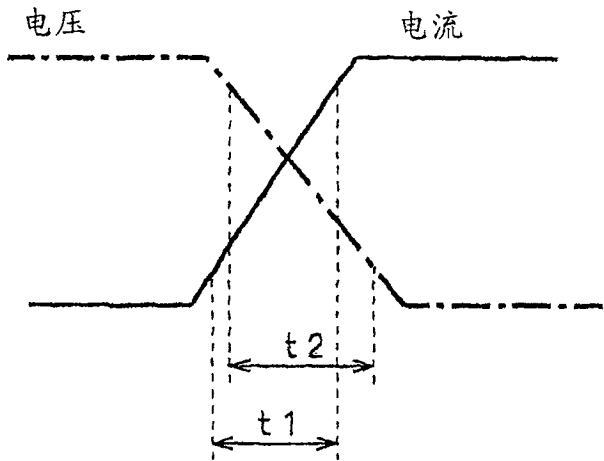


图 6

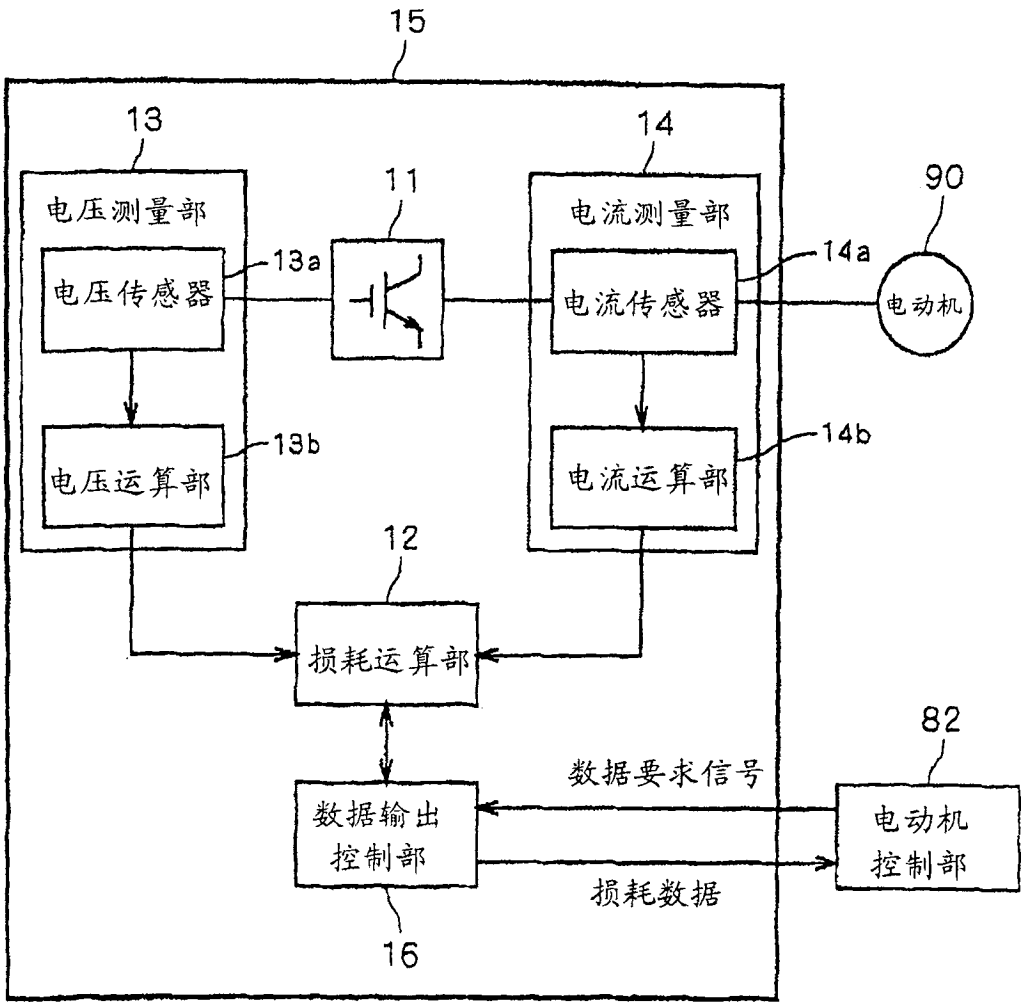


图 7

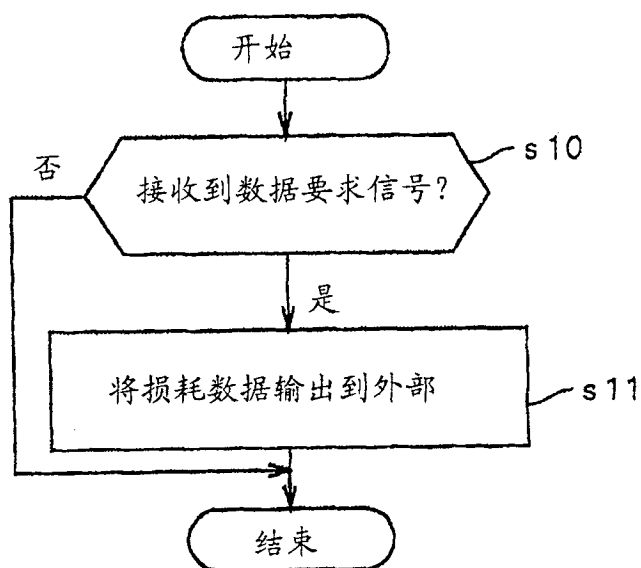


图 8

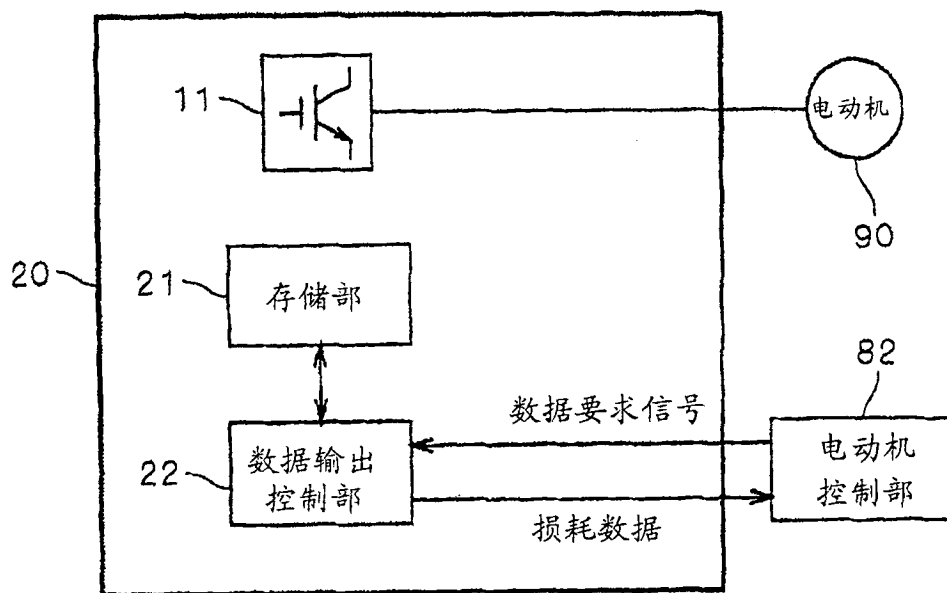


图 9

电压	电流	损耗数据
V1	I1	D1
V2	I2	D2
V3	I3	D3
⋮	⋮	⋮

图 10

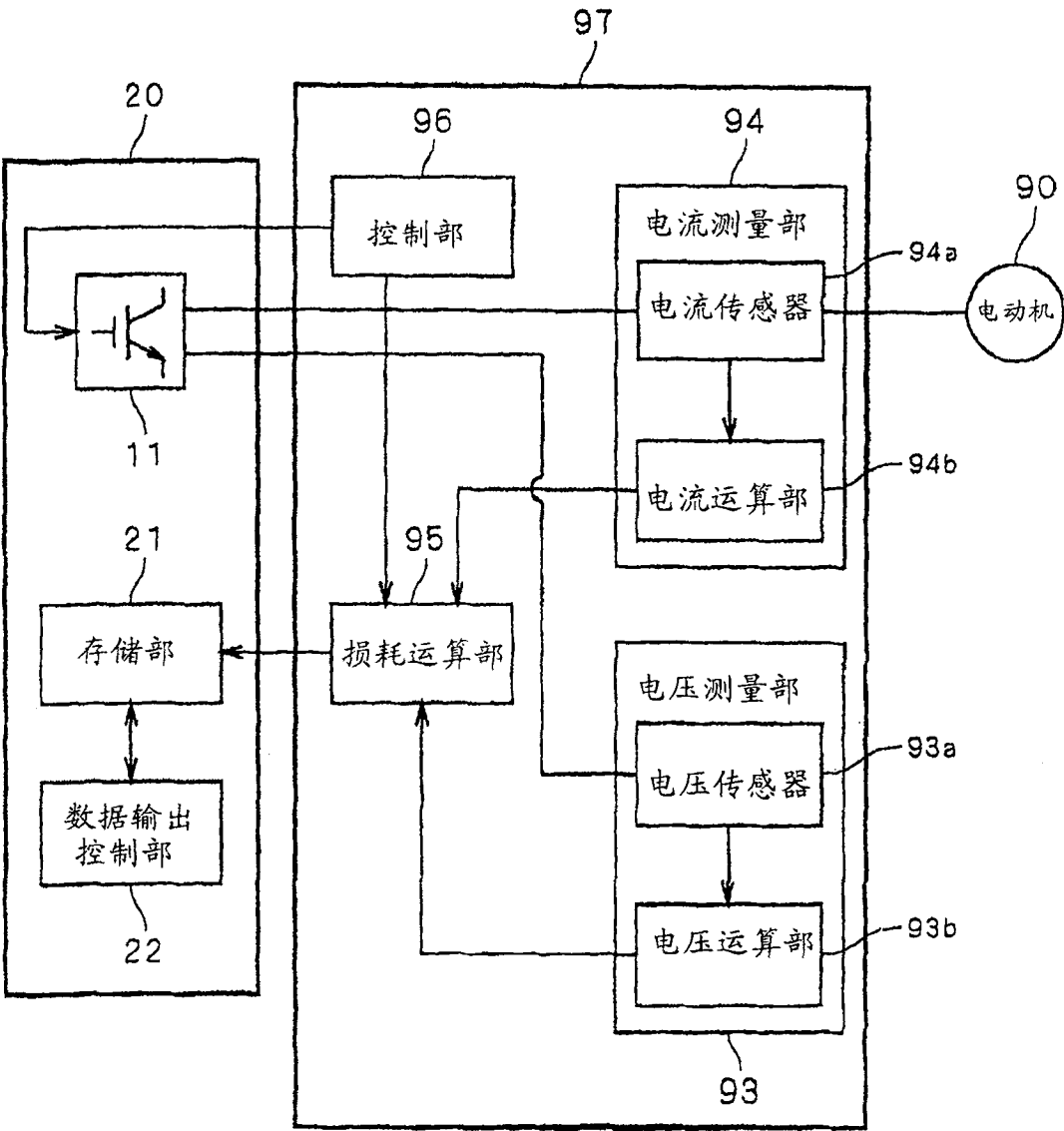


图 11

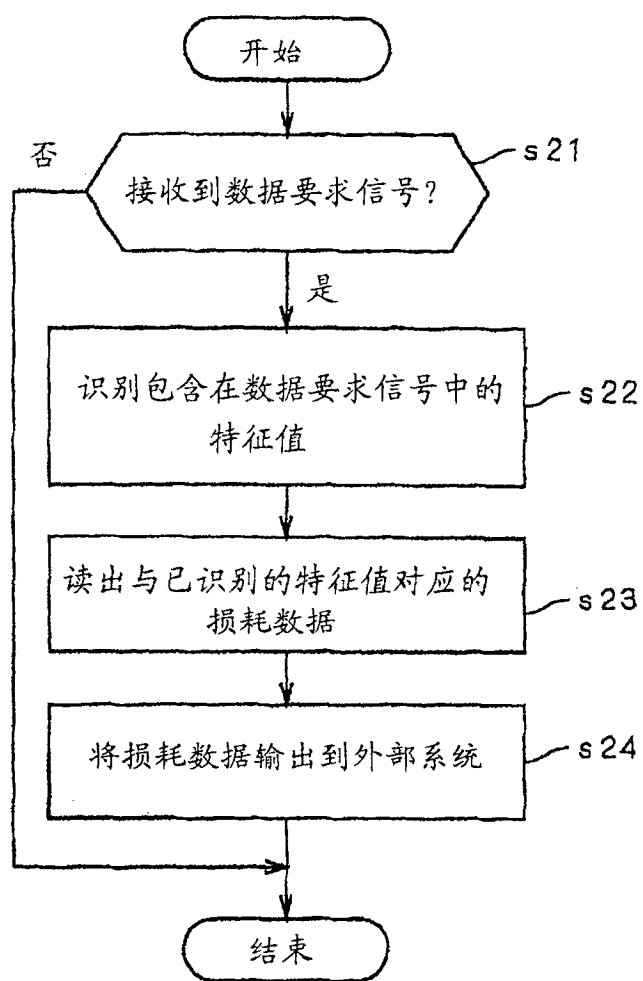


图 12

电动机转矩	损耗数据
T1	D1
T2	D2
T3	D3
⋮	⋮

图 13

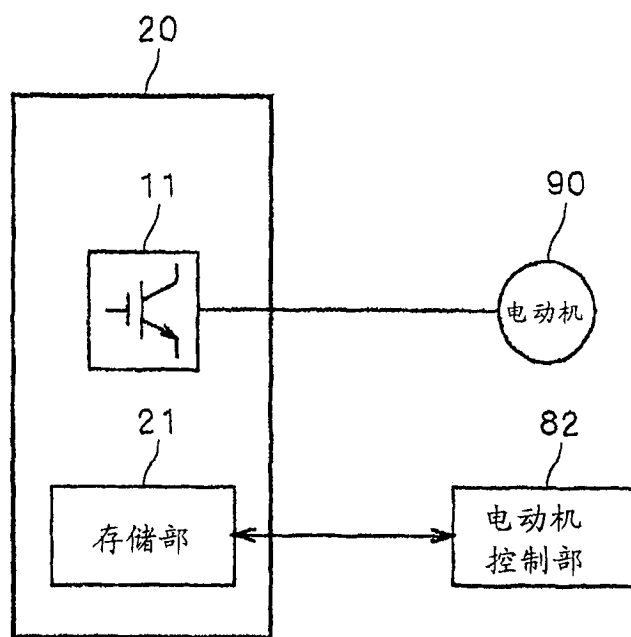


图 14

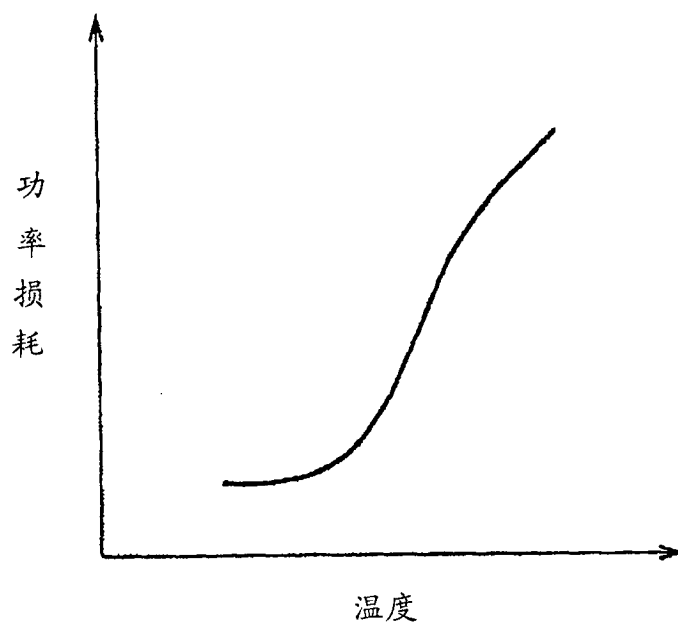


图 15

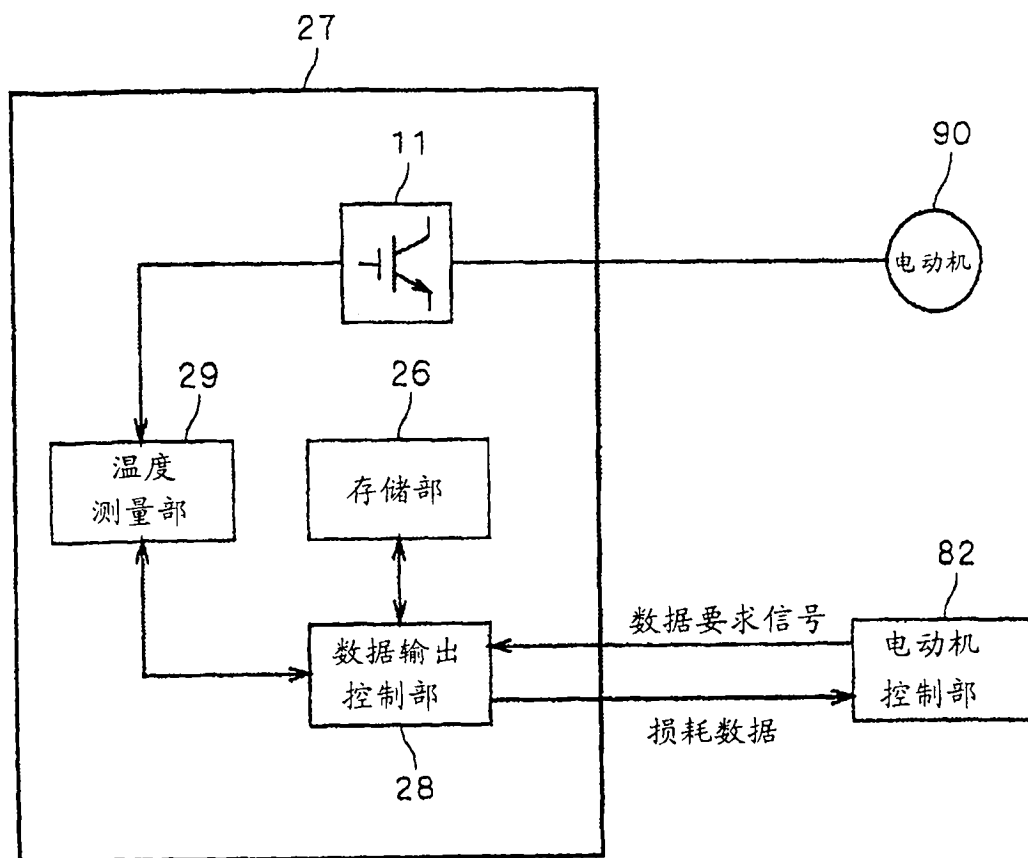


图 16

温度	电压	电流	损耗数据
Temp 1	V1	I1	D1
	V2	I2	D2
	⋮	⋮	⋮
Temp 2	V1	I1	D11
	V2	I2	D12
	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

图 17

温度	电动机转矩	损耗数据
Temp 1	T1	D1
	T2	D2
	⋮	⋮
Temp 2	T1	D10
	T2	D11
	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

图 18

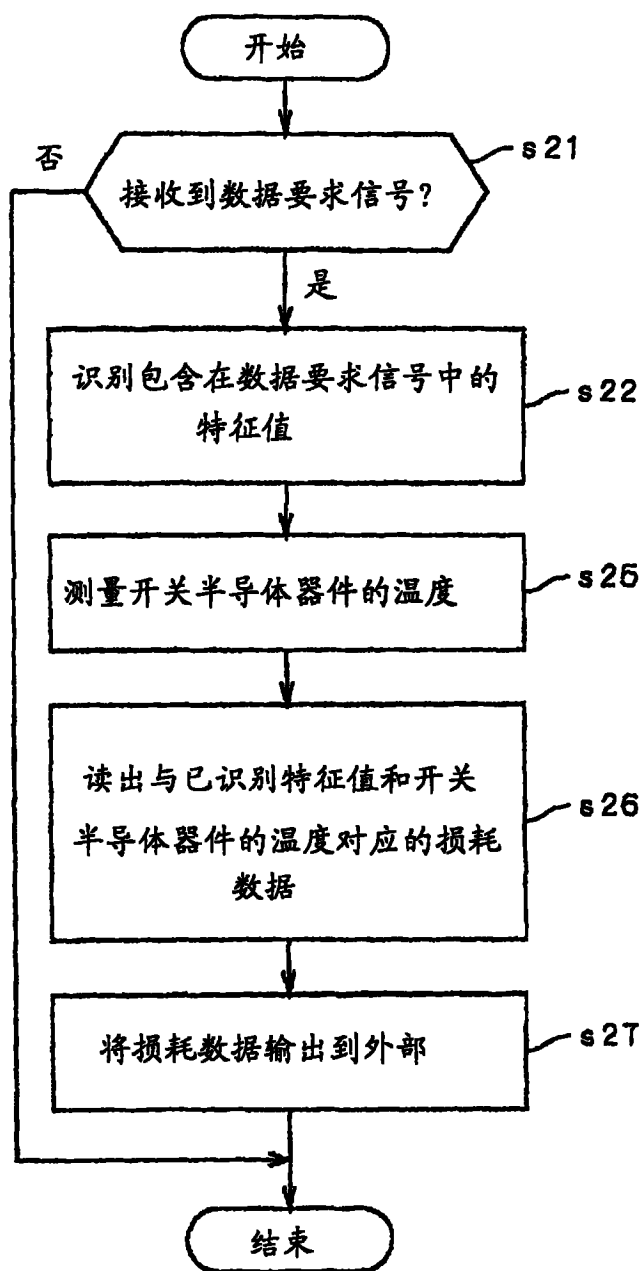


图 19

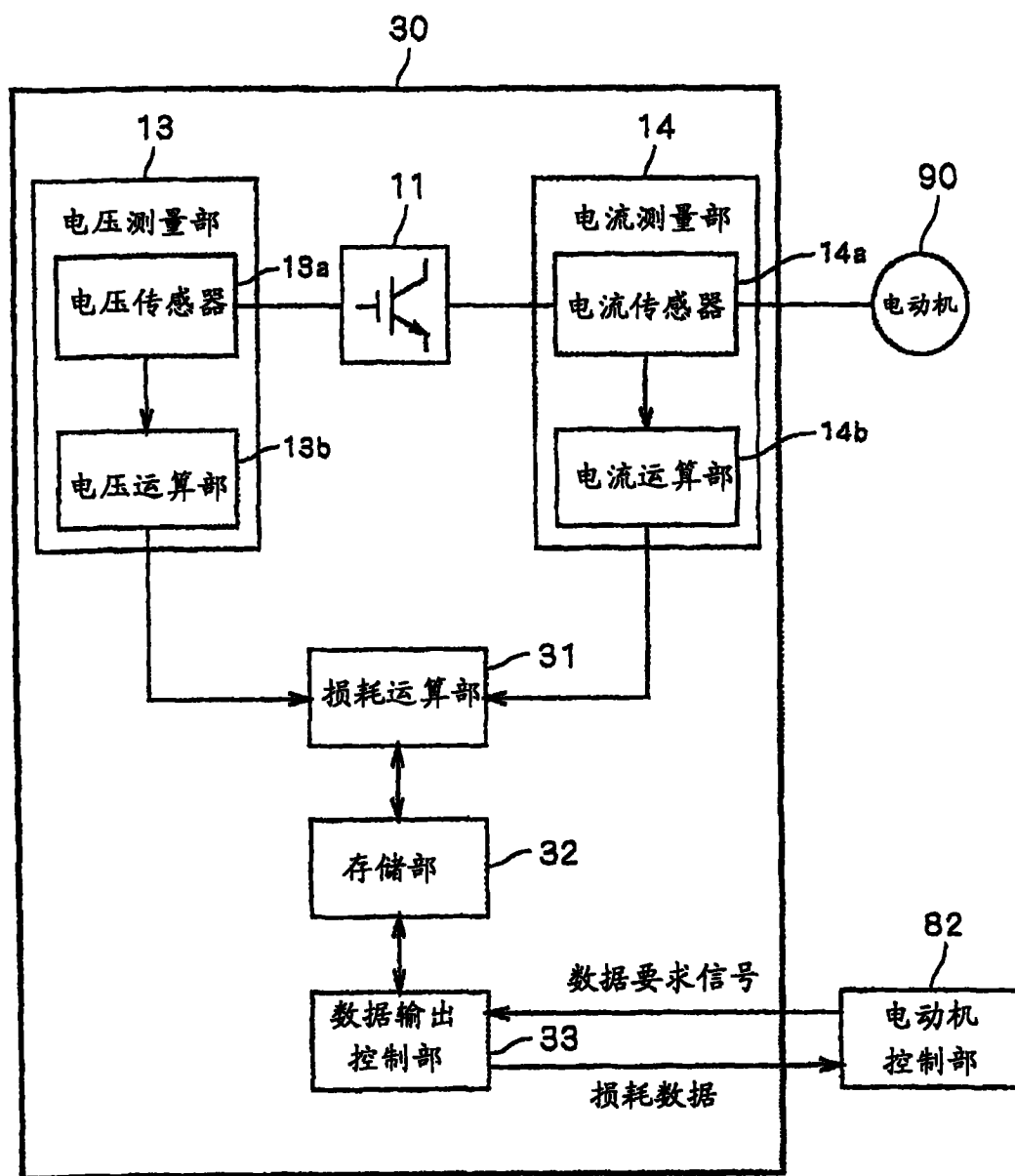


图 20

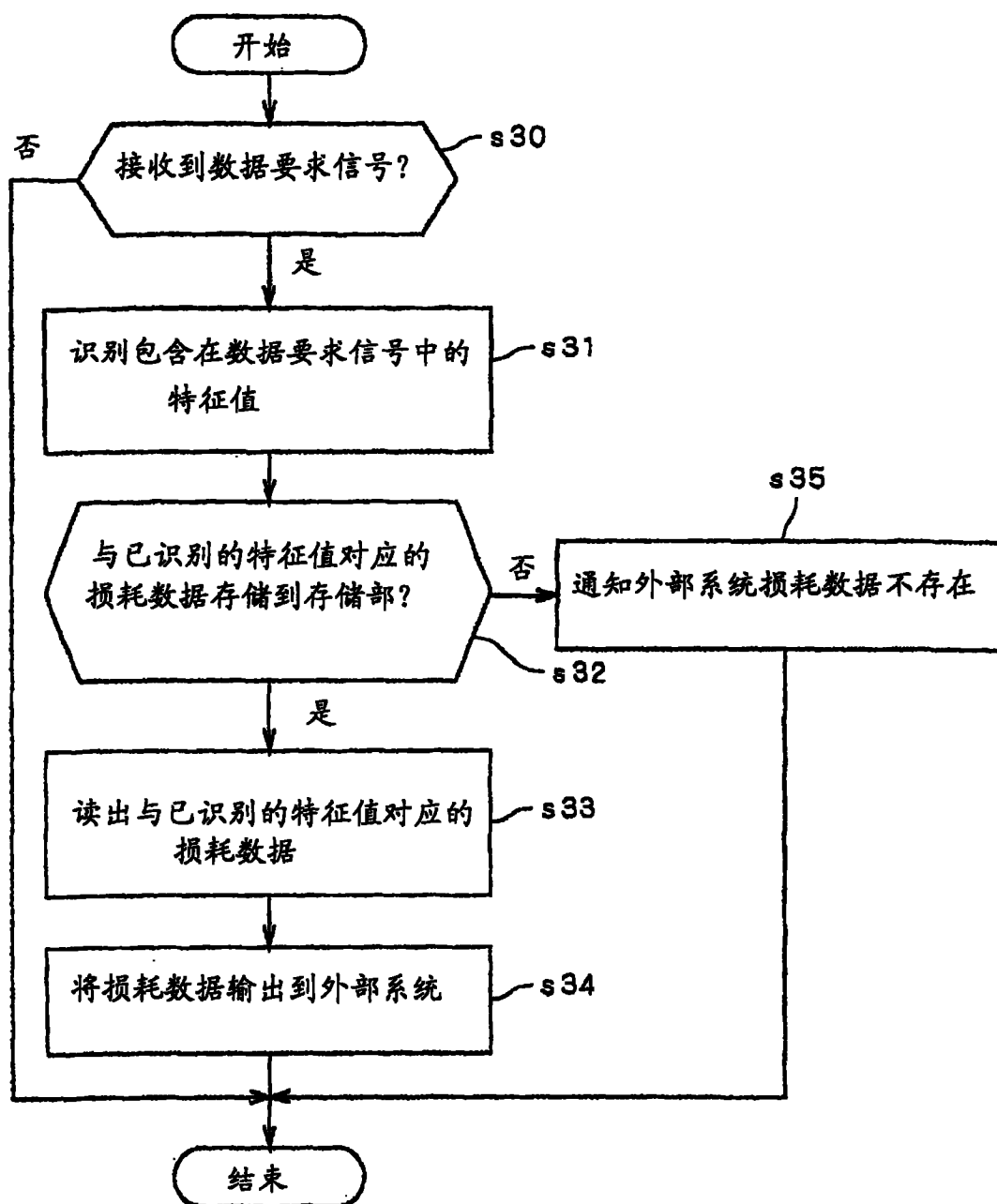


图 21

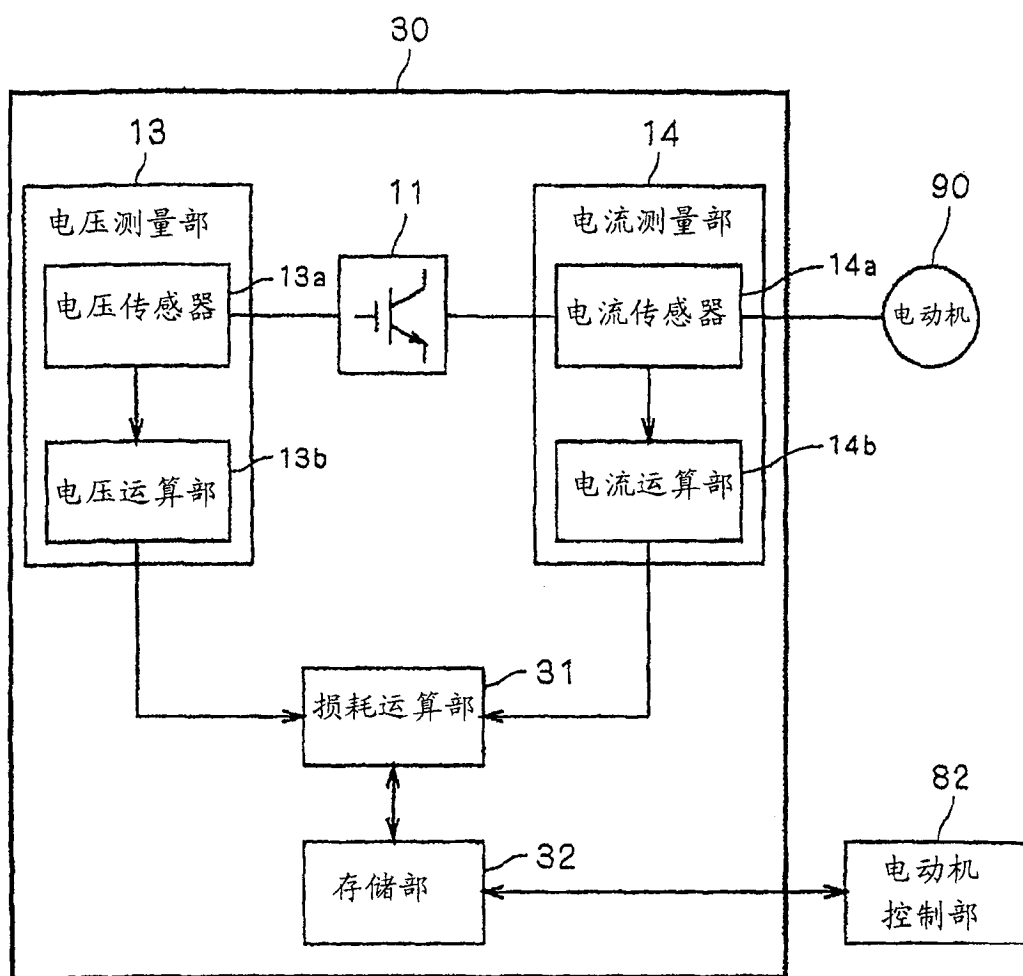


图 22

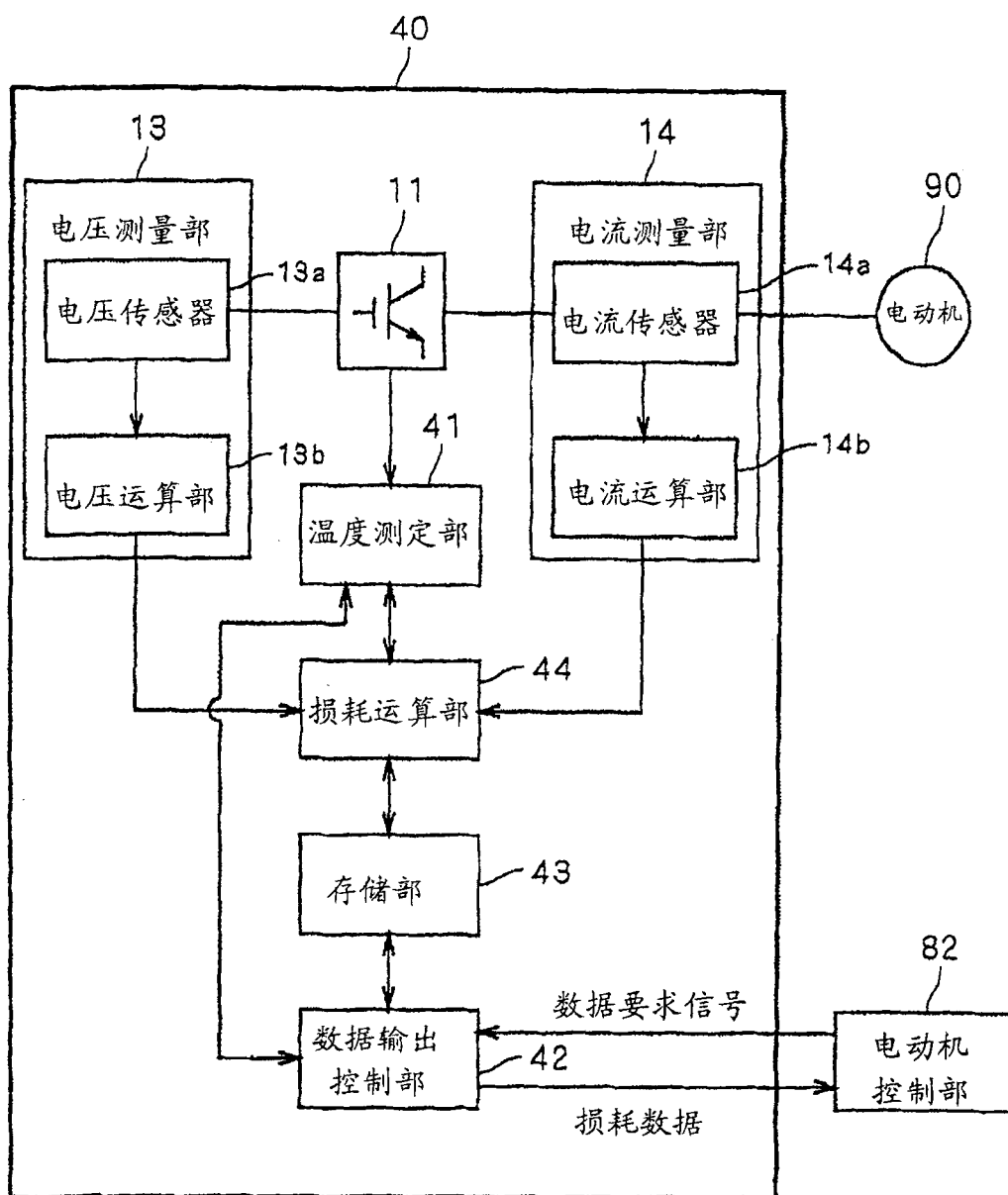


图 23

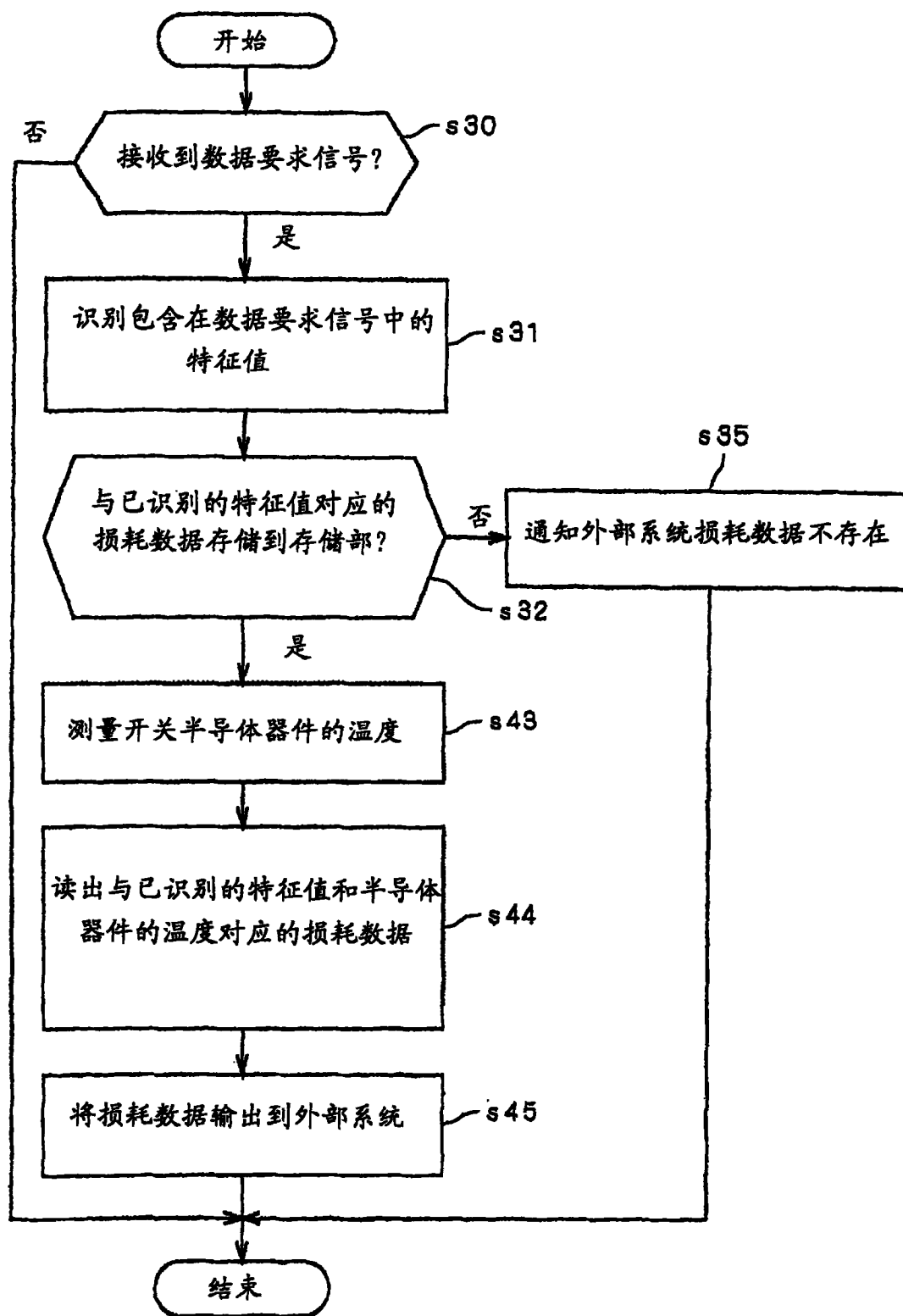


图 24

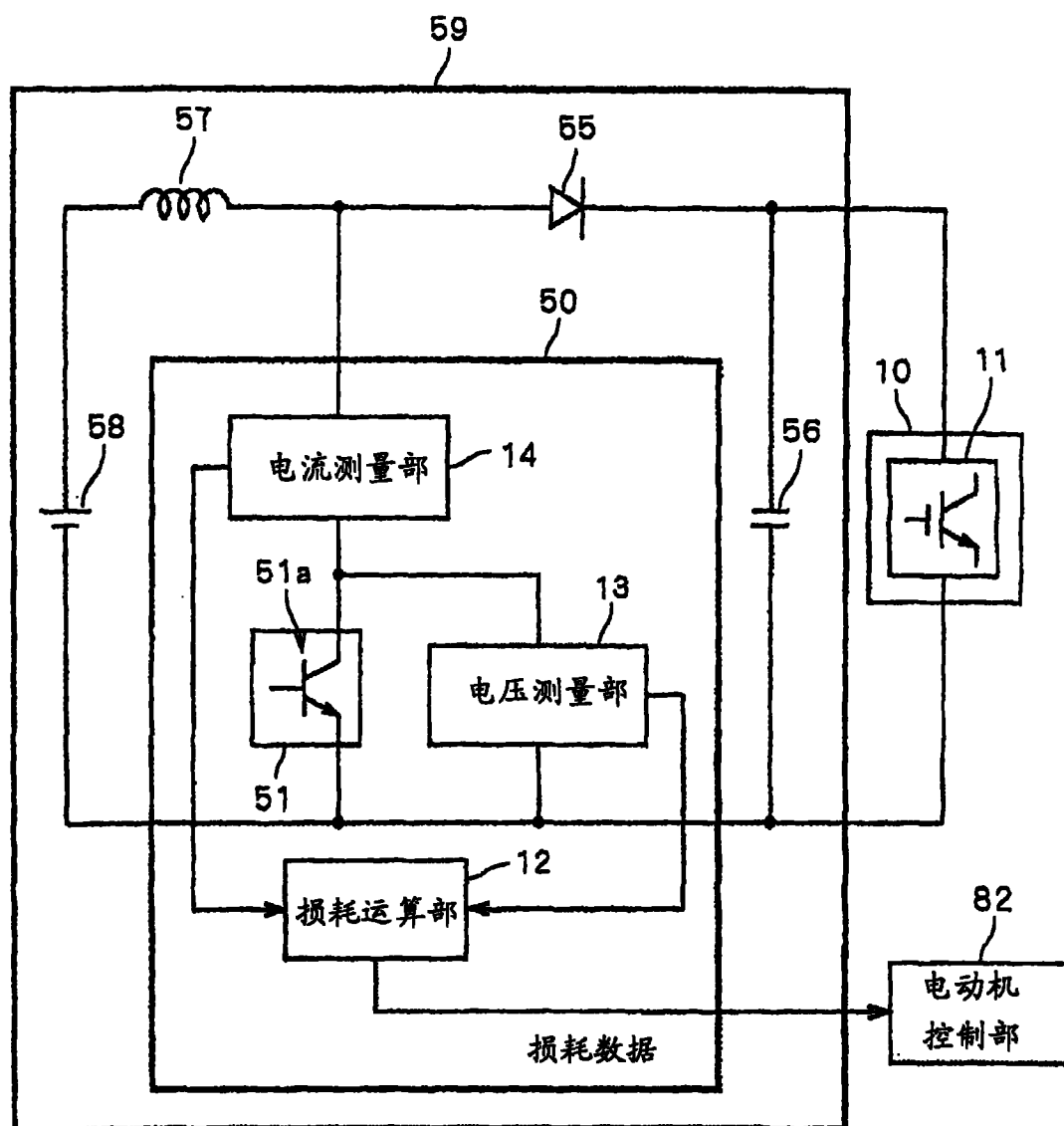


图 25