



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96114594.3

[43]公开日 1997 年 8 月 20 日

[11] 公开号 CN 1157386A

[22]申请日 96.11.22

[30]优先权

[32]95.11.22[33]JP[31]304693 / 95

[32]95.11.22[33]JP[31]304695 / 95

[32]95.11.22[33]JP[31]304696 / 95

[71]申请人 三井石油化学工业株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 望月重树

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

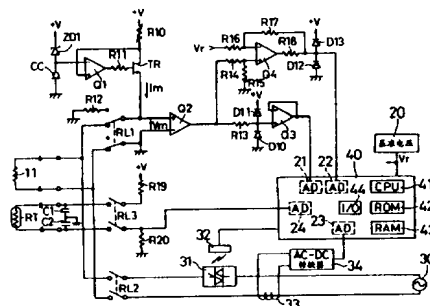
代理人 程天正 王忠忠

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 电熔接头的通电控制装置

[57]摘要

电熔接头的通电控制装置, 包括: 提供测量电流的恒流电路 (Q1、TR); 检测热源两端的电压的差动放大器 Q2; 把差动放大器 Q2 的输出转换成数字值的 AD 转换器 21; 把差动放大器 Q2 的输出减去指定电压的减法电路 Q3; 把减法电路 Q3 的输出转换成数字值的 AD 转换器 22; 计算转换器 21、22 的各个数据的微机 40; 和根据运算结果控制热源 11 的通电量的双向可控硅 31。这样, 在一定位数的 AD 转换器中, 能够进一步提高分辨能力、实现热源电阻的高精度测量。



权 利 要 求 书

1.一种使安装了热源(11)的接头主体(10)和塑料管(9)加热熔合进行连接的电熔接头的通电控制装置,其特征在于包括:

提供用于测量热源(11)的电阻的测量电流 I_m 的测量用电源Q1、

5 TR;

用于检测在其中流过测量电流 I_m 热源(11)的两端电压的前置放大器Q2;

把前置放大器Q2的输出转换成数字值的第一AD转换器(21);

用于从前置放大器Q2的输出减去指定电压量的减法电路Q4;

10 把减法电路Q4的输出转换成数字值的第二AD转换器(22);

计算第一AD转换器(21)和第二AD转换器(22)的各个数据的运算电路(40);

根据运算结果用以控制热源(11)的通电量的热源控制电路(31)。

15 2.权利要求1记载的电熔接头的通电控制装置的特征在于,上述指定电压是规定第一AD转换器(21)的输入范围上限的基准电压 V_r 。

3.权利要求1记载的电熔接头的通电控制装置的特征在于:在从前置放大器Q2到第一AD转换器21和第二AD变换器22的信号线中,具有由分别接连的二极管D11、D10构成的二极管限幅电路,以使在
20 该信号线与电源线间和在该信号线与地线间成为反向电压。

4.权利要求1记载的电熔接头的通电控制装置的特征在于:前置放大器Q2由差动放大器构成。

5.权利要求3记载的电熔接头的通电控制装置的特征在于:在前置放大器Q2到第一AD转换器21之间,在二极管限幅电路之后有缓冲电
25 路Q3。

6.一种使安装了热源(11)的接头主体(10)和塑料管P加热熔合进行连接的电熔接头的通电控制装置,其特征在于包括:

提供用于测量热源(11)的电阻的恒定电流 I_m 的恒流源Q1、

TR;

30 用于检测在其中流过恒流 I_m 热源(11)的两端电压的前置放大器Q2;

把前置放大器 Q2 的输出转换成数字值的 AD 转换器 (21) 。

计算 AD 转换器 (21) 的数据的运算电路 40 ；

根据运算结果控制热源 (11) 的通电量的热源控制电路 (31) 。

7.一种使安装了热源 (11) 的接头主体 (10) 和塑料管加热熔合

5 进行连接的电熔接头的通电控制装置，其特征在于包括：

导入热源通电用交流电的电子线路；

用于控制热源 (11) 的热电量的相位控制型开关元件 (31) ；

用于驱动相位控制开关元件 (31) 的控制电路 (40) 。

8.权利要求 1 记载的电熔接头的通电控制装置，其特征在于，相位
10 控制型开关元件 (31) 是在电流过零点时截止的过零型开关元件。

9.一种使安装了热源 (11) 的接头主体 (10) 和塑料管 P 加热熔合进行连接的电熔接头的通电控制装置，其特征在于包括：

导入热源通电用交流电的电子线路；

用于控制热源 (11) 的通电量的通电控制装置 (31) ；

15 用于驱动通电控制装置 (31) 的控制电路 (40) ；

用于检测热源电流的电绝缘型电流传感器 (33) ； 和

求取电流传感器 (33) 的输出信号的有效值、并将信号输出到控制电路 (40) 的有效值转换电路 (34) 。

说明书

电熔接头的通电控制装置

5 本发明涉及使安装了热源的头主体和塑料管加热熔合进行连接
的电熔接头的通电控制装置。

10 以前，已知的一种管连接方法是，为将聚乙烯等热可塑性塑料管在
其间进行连接，是通过由同种材料构成的接头通过加热熔合来接合。在
与管接触的里面附近安装了加热用热源的头称为电熔接头（EF 接
头），通过对热源通电使管和接头的接触部分互相熔合来实现牢固的连
接。

图 6 是表示现有通电控制装置的电气构成的电路图。该装置通过测
量融合操作前电熔接头的热源电阻 RJ 的电阻值来判别接头种类、确定
与接头种类相应的通电量、之后进行实际的融合操作。

15 在图 6 中，从三端调节器等恒压电路 2 输出恒流电压，通过光电耦
合器 3 的光电三极管、可变电阻 R3 和防止逆流用二极管 D2 供给电熔接
头的热源电阻 RJ 的一端。热源电阻 RJ 的另一端通过电阻 R1 接地；为
测量电阻 R1 的两端电压，将其另一端通过电阻 R2 与单片微型计算机
（以下简称微机）1 的 AD 端子相连。齐纳二极管 D1 用来限制向 AD
端子输入过电压。

20 微机 1 包括 CPU（中央处理单元）、RAM（随机存取存储器）、
ROM（只读存储器）、I/O（输入输出电路）和用于测量输入到 AD
端子的模拟电压的 AD（模-数）转换器等。

另一方面，热阻 RJ 的两端通过继电器 RL1 与驱动电路连接，继电
器 RL1 根据微机 1 的控制信号 S1 开闭。

25 下面简单地说明操作。当微机 1 输出测量开始信号 S2 时，光电耦
合器 3 的发光二极管就发光且光电三极管导通。于是，恒压电路 2 的输
出电压就施加到热阻 RJ 和电阻 R1 上，并且有一定的测量电流 I_m 流
过，在电阻 R1 的两端产生电压 V_m 。电压 V_m 与热阻 RJ 的阻值成反
比例的关系，通过微机 1 的 AD 转换进行数字化，通过 CPU 运算处理
30 换算成热阻 RJ 的电阻值。

然后，参照预定的表根据所得的热阻 RJ 的电阻值来确定给热阻 RJ

的通电量。并且，使继电器 RL1 导通，进行实际熔合。

这样，通过根据热阻 RJ 的电阻值改变通电量，就能够切实地实现电熔接头的熔合接合。

图 6 的微机 1 内装的 AD 转换器，虽然是 8 位分辨率的 AD 转换器
5 价廉，可以大量使用。但是，内装超过 8 位的 AD 转换器的微机就变得特别昂贵。

但是，因为在 8 位 AD 转换中，量化间隔数只有 256 个间隔，所以在测量热阻时精度不很高。尤其是在使用热阻 RJ 的电阻大的接头时，由于量化误差大，难以准确地设定通电量，融合接合的离散偏差大。

10 另外，关于与 AD 端子连接的电阻 R2，在电阻值大时，与 AD 转换器的输入阻抗的匹配就变差，成为测量误差变大的因素。反之，在电阻值 R2 小时，流过 AD 转换器的输入电流变大，热阻 RJ、电阻 R1、R2、R3 和耦合器的发热增加，测量系统的波动变大。

图 7 是图 6 的结构中热阻 RJ 和测量电流 Im 的关系的曲线图。示
15 出了在施加到热阻 RJ 上的电压为恒压时，若热阻 RJ 变小则测量电流 Im 变大、以及若热阻 R 变大则测量电流 Im 变小的二者成反比的关系。

AD 转换的量化间隔 ΔI_m 在横轴的测量电流 Im 中用等间隔表示。在测量电流 Im 大的区域，与量化间隔 ΔI_m 对应的热阻 RJ 的变化量小；在测量电流 Im 小的区域，与量化间隔 ΔI_m 对应的热阻 RJ 的变化量大。

20 因此，可知，热阻 RJ 越大，AD 转换的量化误差就越大。

图 8 是现有通电控制装置的其他例子的电路图。交流电源 PS 供给的交流电通过二极管桥路 DB1 进行全波整流、经电容 C1 和泄放电阻 R4 平滑转换成直流电。FET 晶体管 5 用微机 1 驱动，以约 100KHz 量级的频率切换成直流电，并直接供给热阻 RJ。

25 变压器 M 的初次绕组与热阻 RJ 的地线相连，在次级绕组中产生与热源电流变大相对应的电压。整流用二极管桥 DB2 与变压器 M 的次级相连，进而通过电容 C2 和电阻 R5 构成的平滑电路与微机 1 的 AD 端子相连。

30 变压器 M 及其后的电路检测热源电流，同时，微机 1 控制 FET 晶体管 5 的导通脉宽以使热源电流稳定在规定范围内。

图 9(a)是 FET 晶体管 5 的输出波形，图 9(b)是输入到微机 1 的 AD 端子的输入波形。因为 FET 晶体管 5 以高频率切换，所以产生大量的

噪声，不仅给装置内部的电路、而且给施工现场周围的电机以很大的不利影响。因此，作为解决这种噪声的对策，如果设置与大电流对应的噪声滤波器，则装置就变得大型化。

5 另外，如图 9(b)所示，在由变压器 M、二极管桥路 DB2、电容 C2 和电阻 R5 构成的电流检测方法中，由于与 FET 晶体管 5 的切换对应的交流声很多，所以，用微机 4 进行电压测量的误差变大。因此，难于准确地控制热源电流。

进而，由于需要变压器 M、二极管桥路 DB2、电容 C2 等大型部件，所以装置将变得大型化。

10 本发明的目的在于提供一种在一定位数的 AD 转换中能进一步提高分辨率、实现热阻的高精度测量的电熔接头的通电控制装置。

另外，本发明的目的在于提供一种能不依赖于热阻值的大小而以均匀的分辨率测量热阻值的电熔接头的通电控制装置。

15 另外，本发明的目的还在于提供一种能抑制产生噪声、实现通电量损失少的控制的小型电熔接头的通电控制装置。

本发明是一种将安装了热源的头主体和塑料管加热熔合进行连接的电熔接头的通电控制装置，其特征在于包括：

提供用于测量热源电阻的测量电流的测量用电源；

用于检测在其中流过测量电流的热源的两端电压的前置放大器；

20 把前置放大器的输出转换成数字值的第一 AD 转换器；

用于从前置放大器的输出减去指定电压量的减法电路；

把减法电路的输出转换成数字值的第二 AD 转换器；

计算第一 AD 转换器和第二 AD 转换器的各个数据的运算电路；

根据运算结果用以控制热源的通电量的热源控制电路。

25 根据本发明，第一 AD 转换器处理一定输入范围内的模拟信号，同时，第二 AD 转换器处理在从第一 AD 转换器的输入范围到以预定电压量偏移的输入范围内的模拟信号。测量系统的输入范围扩大为将第一 AD 转换器和第二 AD 转换器的各输入范围合成的范围。因此，与使用一个 AD 转换器相比、能够提高高分辨能力、从而能够以更高的精度测量热源的电阻。

30

另外，本发明的特征在于，上述指定电压是规定第一 AD 转换器的输入范围上限的基准电压。

根据本发明，通过把第二 AD 转换器的输入范围设定为与规定第一转换器的输入范围上限的基准电压相等，以使第二 AD 转换器的处理范围超过第一转换器的输入范围，可以将合成的输入范围扩大为 2 倍。例如，当使用 8 位 AD 转换器作为第一 AD 转换器和第二 AD 转换器时，
5 从总体而言，便与实现 9 位转换器相同。这样，便可使 AD 转换的量化间隔数增加一倍。

另外，本发明的特征在于，在从前置放大器到第一 AD 转换器和第二 AD 转换器的信号线中具有由分别连接的二极管构成的二极管限幅电路、以使在该信号线与电源线间和在该信号线与地线间成为反向电压。

10 根据本发明，即使输入超过第一 AD 转换器和第二 AD 转换器的输入范围的模拟信号，由于可以利用二极管限幅电路限制在电源电压和接地电压的范围内，所以，能防止向 AD 转换器输入过电压。

另外，本发明的特征在于，前置放大器由差动放大器构成。

根据本发明，由于通过使用差动放大器，输入阻抗变得极高，所以
15 可以减小对热源两端电压测量系统的影响。进而，由于共模抑制比（CMRR）变大，所以，信号的信噪比提高。

另外，本发明的特征在于，在前置放大器到第一 AD 转换器之间，在二极管限幅电路之后有缓冲电路。

根据本发明，由于能够消除二极管限幅电路和第一 AD 转换器间的
20 阻抗的不匹配，所以可以进行高精度测量。

另外，本发明是一种使安装了热源的接头主体和塑料管加热熔合进行连接的电熔接头的通电控制装置，其特征包括：

提供用于测量热源电阻的恒定电流的恒流源；

用于检测在其中流过恒流的热源的两端电压的前置放大器；

25 把前置放大器的输出转换成数字值的 AD 转换器；

计算 AD 转换器的数据的运算电路；

根据运算结果控制热源的通电量的热源控制电路。

根据本发明，由于能够将流过热源的测量电流保持恒定，所以热源两端的电压成为与电阻值成正比的数值。因此，不管热源的电阻值增大
30 还是减小，都能以均匀的量化分辨能力进行 AD 转换。因此，即使电熔接头的种类变化，也总是能进行高精度的电阻测量。

另外，本发明是一种使安装了热源的接头主体和塑料管加热熔合进

行连接的电熔接头的通电控制装置，其特征在于包括：

导入热源通电用交流电的电子线路；

用于控制热源的通电量的相位控制型开关元件；

用于驱动相位控制型开关元件的控制电路，

- 5 根据本发明，通过使用相位控制型开关元件实现损失少的低频的开关。因此，可以减少开关元件的发热，从而可以实现装置小型化。另外，还可以格外抑制噪声发生。

另外，本发明的特征在于：相位控制型开关元件是在电流经过零交叉点时断开的零点交叉型开关元件。

- 10 根据本发明，由于能够消除断开时的感应噪声，所以可以进一步减少噪声的产生。

另外，本发明是一种使安装了热源的头主体和塑料管加热熔合进行连接的电熔接头的通电控制装置，其特征在于包括：

导入热源通电用交流电的电子线路；

- 15 用于控制热源的通电量的通电控制装置；

用于驱动通电控制装置的控制电路；

用于检测热源电流的绝缘型电流传感器；和

求取电流传感器的输出信号的有效值、并将信号输出到控制电路的有效值转换电路。

- 20 根据本发明，由于在准确地测量热源电流的有效值后进行热源通电的控制，所以，可以进行与电熔接头的发热量对应的通电控制。另外，通过使用电气绝缘型电流传感器，减少了来自电线的噪声混入，因此能够防止误动作。

- 25 本发明的这些目的及其他目的、特色和优点通过下面的详细说明和附图可以更加清楚。

图 1 是应用本发明的电熔接头的一个例子的剖面图。

图 2 是本发明的一个实施形态的电气结构的框图。

图 3(a)是双向可控硅 31 的输出波形，图 3(b)是 AD - DC 转换器 34 的输出波形。

- 30 图 4 是热敏电阻安装位置的一个例子的结构图。

图 5 是表示全体动作的流程图。

图 6 是表示现有通电控制装置的电气结构的电路图。

图 7 是图 6 的结构中热阻 R_J 和测量电流 I_m 的关系的曲线图。

图 8 是现有通电控制装置的其他例子的电路图。

图 9(a) 是 FET 晶体管 5 的输出波形，图 9(b) 是输入到微机 1 的 AD 端子的输入波形。

5 下面参考附图详细说明本发明的优选实施例。

图 1 是应用本发明的电熔接头的一个例子的剖面图。电熔接头 10 通过把聚乙烯等热可塑性材料形成圆筒状、在内周面的表面或附近安装卷绕成绕组状的热源 11。热源 11 的两端连接着设在外周面的一对端子 12 上。

10 电熔接头 10 上插有具有与其内径基本相等的外径的管 P。管 P 系由与接头 10 相同种类的热可塑性材料成形。因此，一旦对插有管 P 的状态的热源 11 通电，焦耳热使接头 10 和与管 P 的接合部分融合使二者成为一体，利用通电结束后的放热进行固化，便可实现完整无缺的融合接合。

15 图 2 是本发明的一个实施形态的电气结构的框图。电熔接头的通电控制装置大致可以分为三块：1) 测量热源 11 的电阻的电阻测量系统；2) 以指定通电量驱动热源 11 的通电控制系统；3) 测量热源 11 的气氛温度的温度测量系统。

首先说明电阻测量系统。运算放大器 Q1 构成恒流电路。其反向输入与由齐纳二极管 ZD1 和恒流元件 CC (型号 E - 822, 石塚电子(株) 制) 构成的恒压电路相连。运算放大器 Q1 的输出通过电阻 R11 与 FET 等晶体管 TR 的栅极相连。晶体管 TR 的漏极通过电阻 R 与电源电压 V 相连，该漏极还与运算放大器 Q1 的非反向输入相连。这样，从晶体管 TR 的源极输出与将齐纳二极管 ZD1 的齐纳电压除以电阻 R10 所得的值
25 相当的电流 I_m 。

晶体管 TR 的源极与继电器 RL1 的公共端和差动放大器 Q2 的非反向输入相连。继电器 RL1 用单片微处理机 (以下简称为微机) 40 来控制，对热源 11 的电阻测量和通电控制进行切换。并且，图 1 的继电器 RL1 表示电阻测量时的状态。

30 继电器 RL1 切换到电阻测量侧时，电流 I_m 流过热源 11，在热源 11 的两端产生与热源 11 的电阻和电流 I_m 之积相当的电压，输入到差动放大器 Q2 的非反向输入。

这样，恒流电路通过提供流过热源 11 的测量电流，使在热源 11 的两端产生的电压 V_m 与热源 11 的电阻成正比关系，所以，后级 AD 转换量化误差与热源 11 的电阻的大小无关。因此，即使使用热源 11 的电阻大的电熔接点 10 时，也可以实现高精度的电阻测量。

5 差动放大器 Q2 系由仪表放大器构成，具有高输入阻抗和高共模抑制比。差分放大器 Q2 的输出通过电阻 R13 与缓冲器构成的运算放大器 Q3 的非反向输入相连。进而，在分别连接二极管 D10、D11 以使在该非反向输入与地线之间和非反向输出与电源线之间成为反向电压，构成二极管限幅电路。运算放大器 Q3 的输出与微机 40 内装的 AD 转换器 21
10 相连。通过二极管限幅电路可把信号大小限制在电源电压和地电压的范围内，因此可以防止向后级电路尤其是向各 AD 转换器 21 输入过电压。

进而，通过在差动放大器 Q2 的输出和各运算放大器 Q3 之间插入大约 1M 的高电阻 R13，即使在二极管限幅电路工作时也能限制差动放大器 Q2 的输出电流，从而能够抑制差动放大器 Q2 发热引起的漂移。

15 微机 40 包括 CPU（中央处理单元）41、ROM（只读存储器）42、RAM（随机存取存储器）43、I/O（输入输出电路）44 和测量模拟电压的 AD（模数）转换器 21 ~ 24 等。微机 40 与基准电压源 20 连接，向微机 40 提供规定 AD 转换器 21 ~ 24 的输入范围上限的基准电压 V_r 。另外，AD 转换器 21 ~ 24 的输入范围的下限是地电位即 0V。

20 另一方面，差动放大器 Q2 的输出通过电阻 R14、R15 的分压电路与构成减法电路的运算放大器 Q4 的非反向输入相连。基准电压源 20 的基准电压 V_r 通过电阻 R16 输入运算放大器 Q4 的反向输入端。运算放大器 Q4 的输出通过电阻 18 与微机 40 内装的 AD 转换器 22 连接。电阻 17 是反馈电阻，通过形成包含电阻 R18 的反馈回路，防止运算放大器
25 Q4 的过负荷和振荡。通过把 R14 ~ R17 设定为全部相等的电阻值，构成增益为 1 的减法电路，输出从差动放大器 Q2 的输入电压只减去基准电压 V_r 后的电压。

分别连接二极管 D12、D13 以使在 AD 转换器 22 的输入线与地线以及电源线之间成为反向电压，构成二极管限幅电路，防止向 AD 转换器 22 输入过电压。
30

AD 转换器 21 把一定输入范围即地和基准电压 V_r 的范围内的模拟信号转换成数字值、把转换的数值存储在 RAM43 等中。另外，AD 转

5 换器 22 把从 AD 转换器 21 的输入范围到以基准电压 V_r 量的偏移的输入范围内的模拟信号转换成数字值、把转换的数值存储在 RAM43 中等。这样，AD 转换的可能输入范围便扩大为将 AD 转换器 21、22 的各输入范围合成的范围。因此，与使用一个 AD 转换器时相比，可以提高测量分辨能力，从而能够更精确地测量热源 11 的电阻。

例如，作为 AD 转换器 21、22 使用 8 位 AD 转换器时，从总体而言，与实现 9 位转换器相同。这样，便可使 AD 转换的量化间隔增加一倍。

10 然后说明通电控制系统。热源 11 通过微机 40 控制的继电器 RL2 与双向可控硅 31、工业电源和小型发电机等交流电源 30 连接。

双向可控硅 31 例如非常适合使用光电耦合输入过零型双向可控硅。当从微机 40 向构成光电耦合器的发光二极管 32 输入与指定的导通角对应的控制信号时，就根据发光二极管 32 的发光时间控制双向可控硅 31 的导通角。即，通过使发光二极管 32 闪烁而使双向可控硅 31 成为导通状态，如图 3(a)所示，双向可控硅 31 在零点断开。

20 另一方面，在向热源 11 通电的通电线上安装有绝缘型磁耦合的电流传感器 33，把电流传感器 33 的输出输入到 AD - DC 转换器 34。AD - DC 转换器 34（型号 MX536，MAXUM 公司制造）具有把交流信号转换成与其有效值相对应的直流信号的功能，其输出输入到微机 40 的 AD 转换器 23。

25 图 3(a)是双向可控硅 31 的输出波形，图 3(b)是 AD - DC 转换器 34 的输出波形。双向可控硅 31 在交流电源 30 供给的交流的一个周期中，在从零点开始前进一定相位角的时刻导通，在下一个零点截止。因此，截止时的反向电压减小，从而可以抑制产生高频噪声。另外，通过进行这样的相位控制使损失减少，所以可进行有效的控制。

另外，AD - DC 转换器 34 在图 3(a)的交流的一个周期中忠实地输出与三角波波形的面积的比例对应的信号，所以，从总体而言，能够高精度地控制热源 11 的通电量。

30 进而，由于电源传感器 33 通过磁耦合、双向可控硅 31 通过光耦合分别与电力系统耦合，所以，可以获得高绝缘阻抗、从而可以有效地防止向微机 40 的噪声混入。

然后说明温度测量系统。热敏电阻 RT 远离电熔接头 10 配置、测量

室温等气氛温度。热敏电阻 RT 的信号线通过电容 C1、C2 接地、除去高频噪声后，与由微机 40 控制的继电器 RL3 相连。电源电压通过电阻 R19 供给信号线的一端，信号线的另一端通过 R20 接地，同时，与微机 40 的 AD 转换器 24 连接。

5 图 4 是热敏电阻安装位置的一个例子的结构图。包括信号线和电线的一根电缆与本装置的箱体 15 相连，在中途的分支点安装热敏电阻 RJ。从分支点向热源 11 供电的电线 16a、16b 分叉、与电熔接头 10 的一对端子 12 相连。

10 热敏电阻 RT 通过设置在离电熔接头 10 约 10cm 的位置，不仅可以检测接头 10 的温度，而且可以检测包括室温在内的全部气氛温度。因此，可以考虑了接头 10 的温度和气温变化的综合的通电量控制。

此外，虽然由于连接热敏电阻 RT 的信号线与电线靠近、有可能会起拾取噪声的天线的作用，但通过在箱体 15 的接线端子附近连接电容 C1 和 C2、便可防止微机 40 的误操作。另外，通过插入继电器 RL3 在 15 测量温度时以外将信号线切断、可以防止窜入噪声。

图 5 是表示全体动作的流程图。首先在步骤 S1 中，使用交流电压测量电路(未图示)，参照交流电源 30 的电源电压 V，并存储到 RAM43 中。

20 例如，如果电源电压 V 在交流 (AC) 85V ~ 115V 的范围之外，就中断以后的动作，也可以使警告指示灯点亮进行显示。

然后在步骤 S2 中，使用交流频率测量电路(图中未示出)，参照交流电源 30 的电源频率 f，并存储到 RAM43 中。例如，如果电源频率 f 在 45Hz~65Hz 的范围之外，就中断以后的动作，也不使警告指示灯点亮。

25 然后在步骤 S3 中，使用热敏电阻 RJ，参照电熔接头 10 的气氛温度，并存储到 RAM43 中。例如，如果气氛温度 T 在指定范围之外，就中断以后的动作，也可以使警告指示灯点亮进行显示。

然后在步骤 S4 中，使用上述电阻测量电路，参照热源 11 的接头电阻 R，并存储到 RAM43 中。例如，如果接头电阻在指定范围之外，就 30 中断以后的操作，也可以使警告灯指示点亮进行显示。

接着在步骤 S5 中，根据在步骤 S1 ~ S4 所得的电源电压 V、电源频率 f、气氛温度 T 和接头电阻 R，参照通过预先实验确定的、存储在

ROM42 等中的数值来确定应通电的电流的有效值 I_e 。之后，代入下式来反向推算通电时间的占空比 D 。

〔式 1〕

$$I_e = \frac{V}{R\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{(\pi \cdot D) - \frac{1}{4} \sin(4\pi \cdot D)}$$

5 之后，通过把反向推算的占空比 D 代入导通角 $\theta = D/(2 \cdot f)$ 的公式，计算双向可控硅 31 的导通角。另外，根据电源电压 V 、电源频率 f 、气氛温度 T 和接头电阻 R 、通过参照预先用实验确定的数值表来确定最大通电时间 t_m 。并且，开始向热源 11 通电。

10 然后在步骤 S7 中，判断从通电开始起所经过的时间是否达到最大通电时间 t_m 。最大通电时间 t_m 是以例如气温 23°C 为基准结束熔合而通过实验求出的数值，根据气氛温度 T 和接头 R 的变化进行校正。

15 在通电时间达到最大通电时间 t_m 前，转移到步骤 S8，判断电流 I 是否与基准电源 I_s 一致，如果一致就直接返回步骤 S7，如果不一致就在步骤 9 将双向可控硅 31 的导通角 θ 调整到一致的方向后返回到步骤 7。

 在步骤 S7 当通电时间达到最大通电时间 t_m 时，就转移到步骤 S10，结束向热源 11 的通电。

20 这样，通过考虑电源电压 V 、电源频率 f 、气氛温度 T 和接头电阻 R 的变化来确定向热源 11 的通电量、就能够在各种施工环境中实现牢靠的熔合接合。

 本发明在不脱离本发明的精神和主要特征的范围，可以按各种形式实施本发明。因此，上述实施例只不过是在所有方面的一个简单的例子。本发明的范围是权利要求书所示的范围不限于说明书本身。

25 另外，属于权利要求范围的等效范围的变形和变更都是在本发明的范围内。

图 1

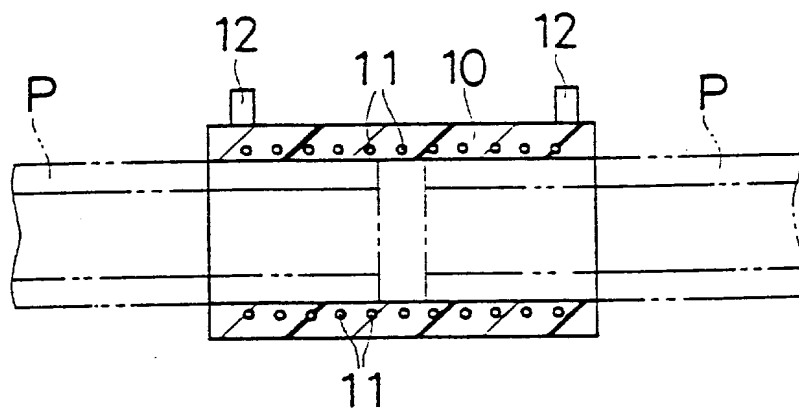


图 2

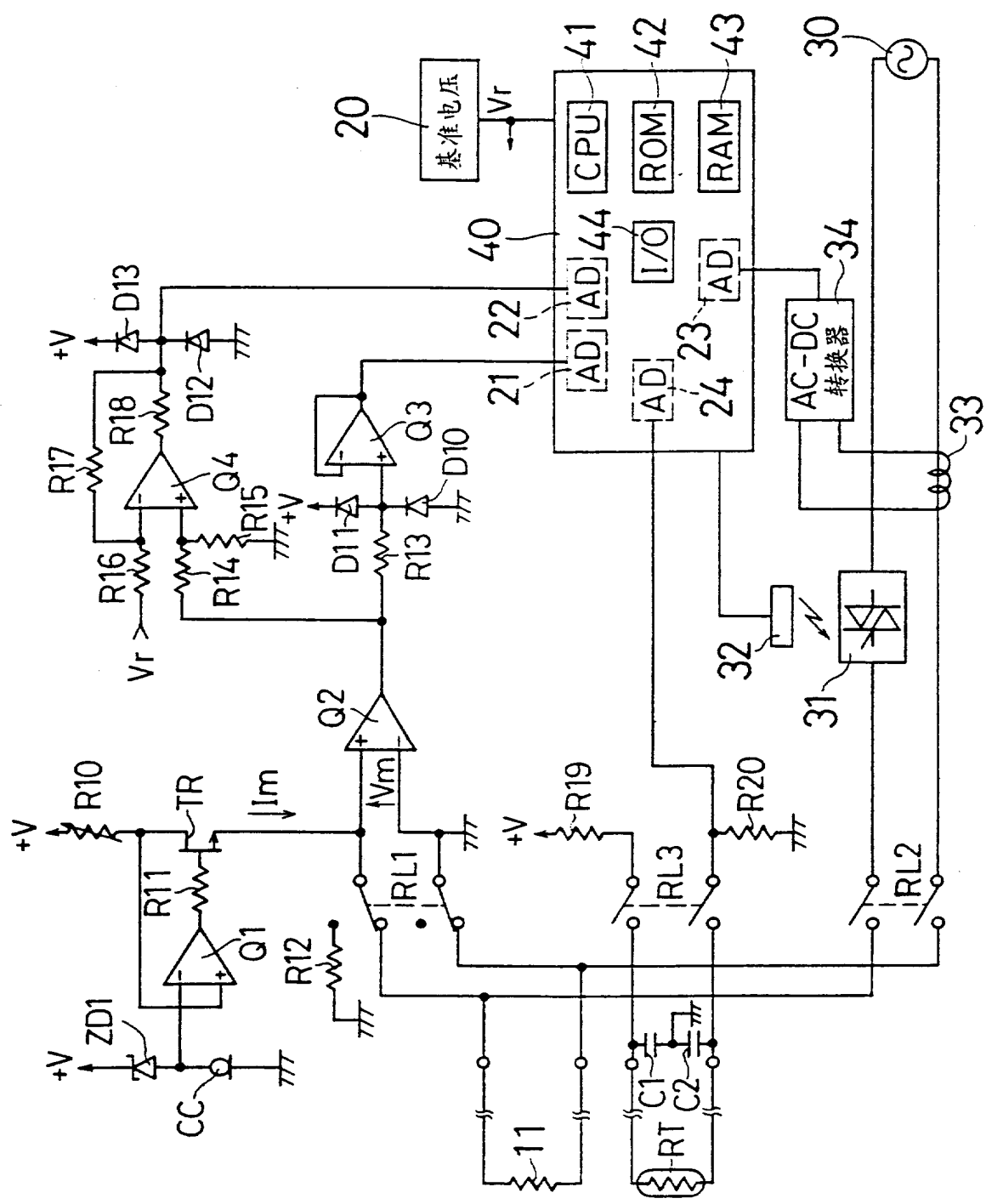


图 3 A

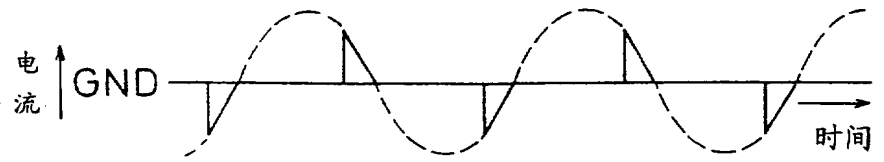


图 3 B



图 4

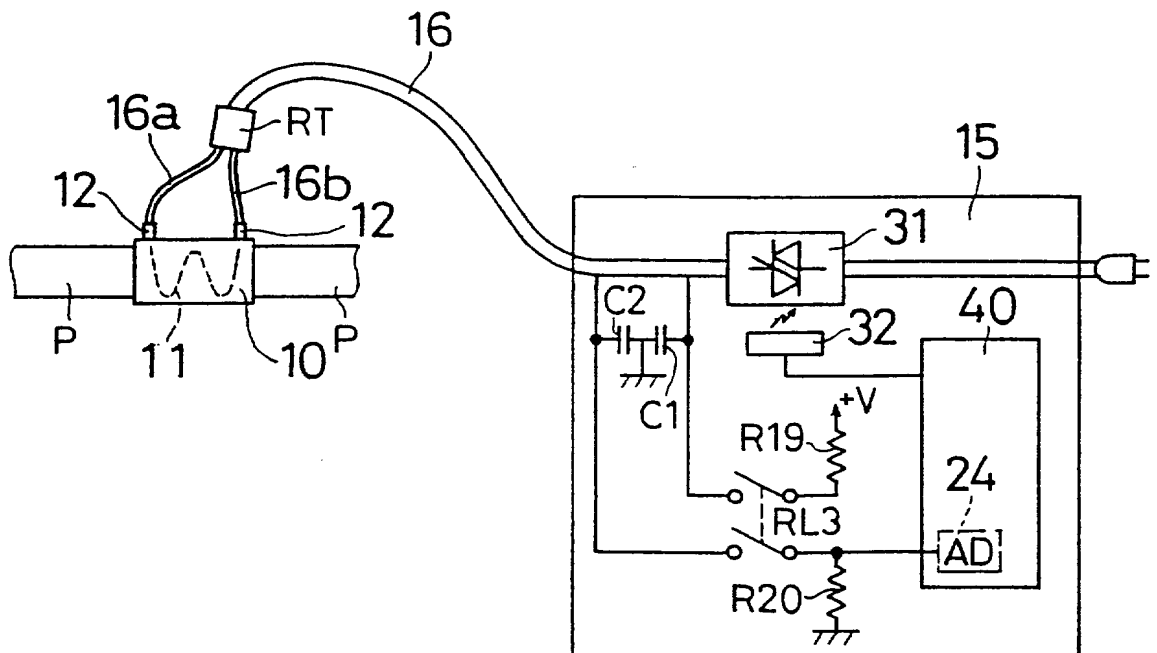


图 5

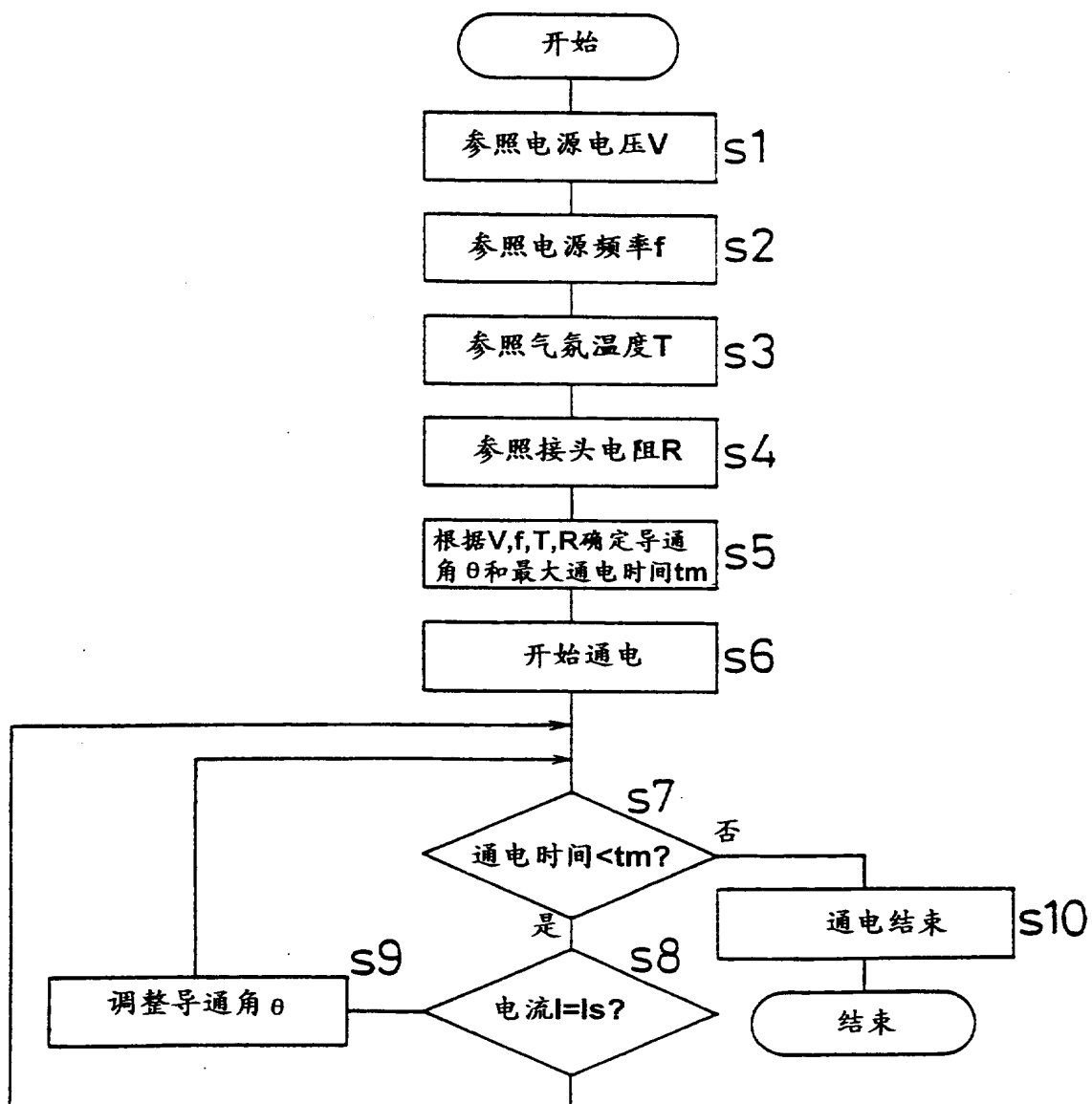


图 6

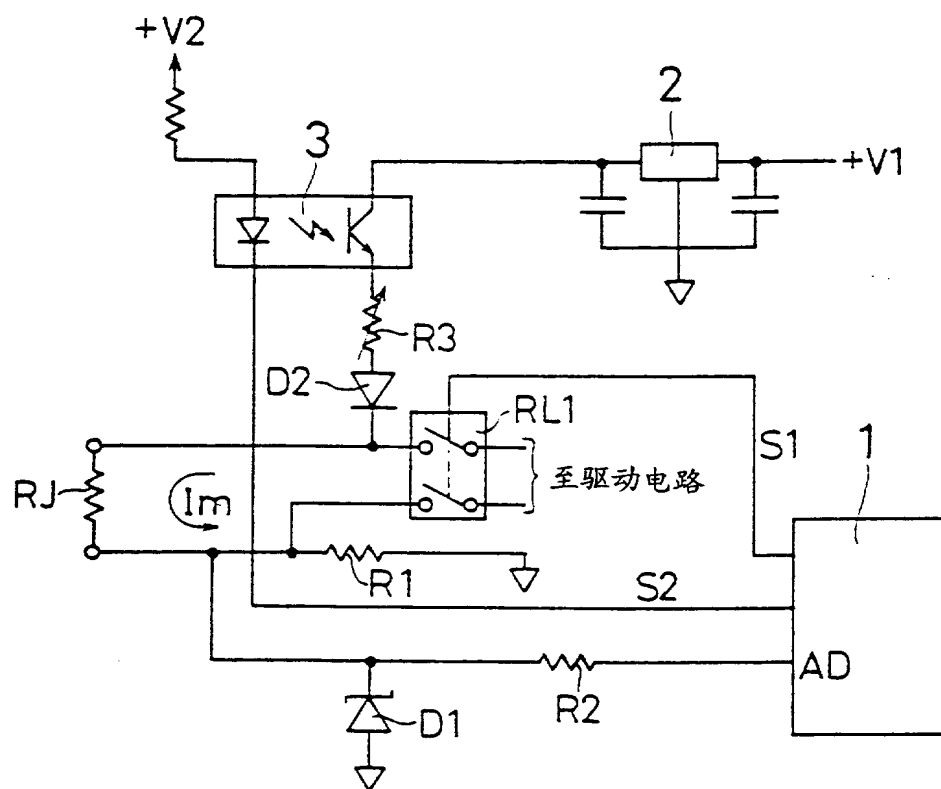


图 7

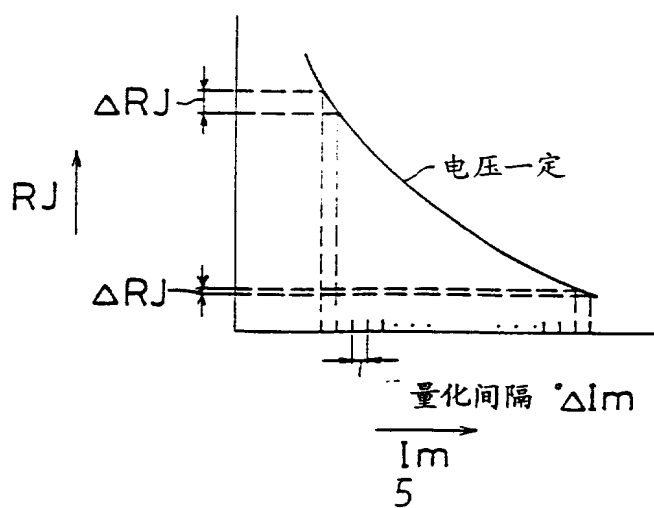


图 8

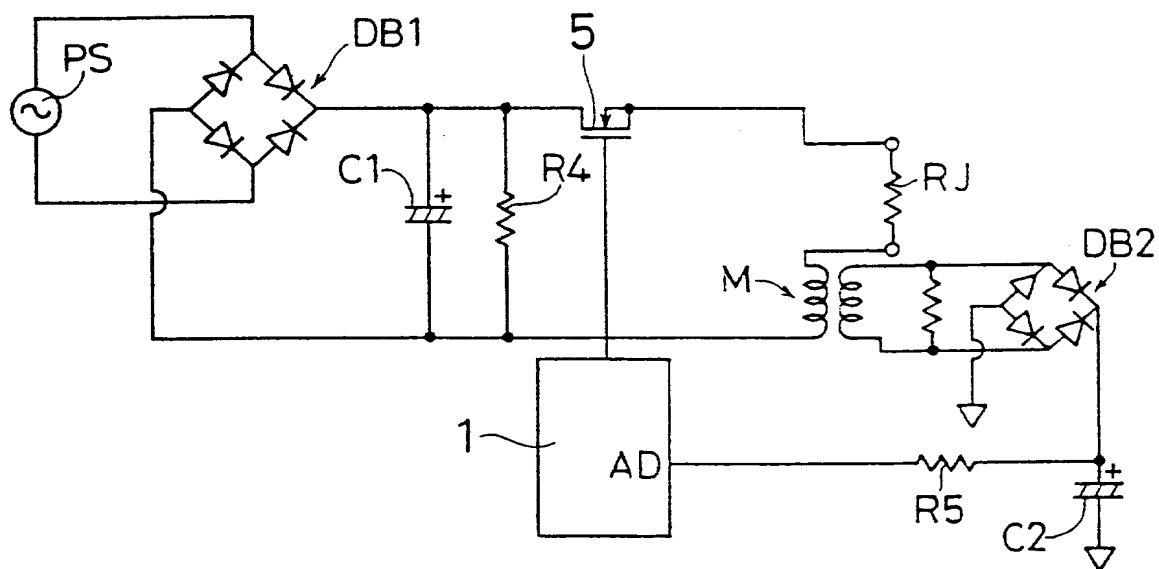


图 9 A

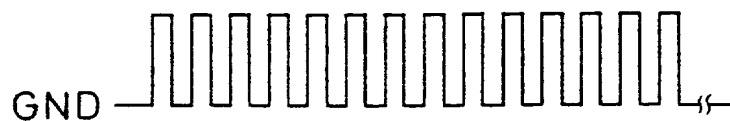


图 9 B

