

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

B23K 9/095

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 95119060.1

[45]授权公告日 1999 年 7 月 7 日

[11]授权公告号 CN 1043968C

[22]申请日 95.12.5 [24]颁证日 99.4.15

[21]申请号 95119060.1

[30]优先权

[32]94.12.5 [33]JP [31]301074/94

[32]94.12.26 [33]JP [31]322498/94

[73]专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府

[72]发明人 印南哲 王静波 井原英树

[56]参考文献

EP0607819A1 1994. 7. 27 B23K9/09

审查员 陈钰生

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

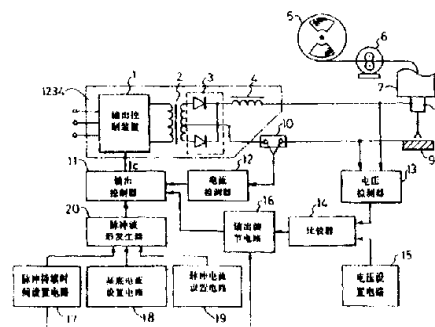
代理人 沈昭坤

权利要求书 6 页 说明书 25 页 附图页数 16 页

[54]发明名称 用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备

[57]摘要

在使用 CO₂ 保护气体的自耗电极型脉冲弧焊机中, 将检测器(13)测得的电压和电压设置电路(15)的参考电压输入比较器(14)。当测得的电压超过参考电压时, 发出一熔滴脱离检测信号。然后, 输出调节电路(16)将焊机的输出降低至比通常电流 I_p 低的电平 T_r 。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，包括：

一电压检测器，用于检测焊接电压；

一比较器，用于在测得的电压和来自一电压设置电路的参考电压之间进行算术计算比较，并且当所述测得的电压超过所述参考电压时发出一检测信号；

其特征在于，所述设备还包括：

一输出调节器，用于在所述检测信号后的脉冲持续时间内把焊接机的输出降低至比一峰值电流更低的电平。

2.如权利要求1所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述比较器具有：

多个输入口，用于接收初始电压存储器的输出信号，初始电压存储器通过来自所述电压检测器的信号存储峰值电流起始时刻的电压值，输入口还输入所述电压检测器测得的信号和所述电压设置电路的设置信号；和

一输出口，用于当所述电压检测器的所述测得的电压与所述初始电压存储器的初始电压之差超过所述电压设置电路设置的一设定电压时发出输出。

3.如权利要求1所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

当检测电压检测器测得的电压之变化率的微分器的微分值超过一微分值设置电路设置的设定值时，用所述比较器发出检测信号。

4.如权利要求3所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，还包括：

一时间间隔设置电路，它通过接收短路电路检测器的输出，在从短路向电弧发生转变时设置一电压上升期，所述短路电路检测器通过对所述电压检测器测得的输出与参考值设置电路的设定值的比较，区别短路和电弧状态，并且当经过的时间少于由所述时间间隔设置电路设置的设定时间时，消除比较器的检测信号。

5.如权利要求1所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述比较器配备了多个输入口，用于接收电压检测器测得的电压值和用于检测焊接电流的电流检测器测得的电流值；对电阻值运算器测得的电阻值和电阻值设置电路的参考电阻值进行算术计算比较，其中电阻值运算器进行算术运算，以获得测得的电阻值，所述比较器还备有一个输出口，当所述测得的电阻值超过所述参考电阻值时发出一检测信号。

6.如权利要求1所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述比较器配备有：

多个输入口，用于接收电压检测器测得的电压值和用于检测焊接电流的电流检测器测得的电流值，并且输入用于进行算术运算以获得一测得的电阻值的电阻值运算器的输出信号、用于存储峰值导通期开始时电阻值的初始电阻值存储器的输出信号，以及电阻值设置电路设置的设定信号；和

输出口，用于当所述电阻值运算器的测得的电阻值与所述初始电阻值存储器的初始电阻值之差超过所述电阻值设置电路的参考

电阻值时，发出一检测信号。

7.如权利要求1所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述比较器配备有多个输入口，用于接收电压检测器测得的电压值和检测焊接电流用的电流检测器测得的电流值；和

输出口，用于当检测电阻值运算器电阻值信号之变化率的微分器的微分值超过一微分值设置电路设置的设定值时，发出一检测信号，其中电阻值运算器用于进行算术运算，以获得测得的电阻值。

8.如权利要求7所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，还包括：

一时间间隔设置电路，它通过接收短路电路检测器的输出，在从短路向电弧发生转变时设置一电压上升期，所述短路电路检测器通过对所述电压检测器测得的输出和参考值设置电路的设定值的比较，区别短路和电弧状态，并且当经过时间少于所述时间间隔设置电路设置的设定时间时，消除比较器的检测信号。

9.一种用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，包括：

一电压检测器，用于检测焊接电压；

一比较器，用于在所述电压检测器测得的电压和来自一电压设置电路的参考电压之间进行算术计算比较，并且当所述测得的电压超过所述参考电压时发出一检测信号；

一脉冲波形发生器，

其特征在于，所述设备还包括：

一下降电流时间间隔设置电路；

一下降电流设置电路，

其中，所述脉冲波形发生器的输入是来自脉冲持续时间设置电

路、基底电流设置电路、峰值电流设置电路、所述下降电流时间间隔设置电路以及所述下降电流设置电路的各设备信号，以及所述比较器的所述检测信号，并且把所述比较器的检测信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降至下降电流电平 I_r ，下降电流低于峰值电流 I_p 且在所述下降电流时间间隔设置电路设置的下降电流时间间隔 t_M 期间由下降电流设置电路设置，并且至少持续至发生了从熔滴到熔池的完全转变时刻。

10.如权利要求 9 所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述脉冲发生器是脉冲波形发生器，它接收下降电流时间间隔调节电路的输出信号，其中下降电流时间间隔调节电路的输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压，它又接收下降电流设置电路、脉冲持续时间间隔设置电路、基底电流设置电路，以及峰值电流设置电路的检测信号，脉冲波形发生器还接收上述比较器的测得的信号，并且脉冲波形发生器把上述比较器测得的信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降低至下降电流电平 I_r ，下降电流低于峰值电流 I_p 且在下降电流时间间隔 t_M +下降电流调节时间 Δt_M 内由下降电流设置电路设置，下降电流调节时间 Δt_M 由一下降电流时间间隔调节电路调节，并且至少持续到发生了从熔滴至熔池的完全转变时刻。

11.如权利要求 9 所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述脉冲波形发生器接收下降电流时间间隔设置电路、下降电流设置电路、时间间隔延长设置电路、脉冲持续时间设置电路、基底电流设置电路、以及峰值电流设置电路的检测信号，它还接收上

述比较器的测得的信号，并且脉冲波形发生器把上述比较器的测得的信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降低至下降电流电平 I_r ，下降电流低于峰值电流 I_p 且在上述下降电流时间间隔设置电路设置的下降电流时间间隔 t_M 里由下降电流设置电路设置，并且至少持续至发生了从熔滴到熔池的完全转变时刻，并且用上述时间间隔延长设置电路设置的延长时间间隔 t_E 延长检测熔滴脱离用的脉冲时间间隔。

12.如权利要求 9 所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述脉冲波形发生器接收下降电流时间间隔调节电路的输出信号，其中下降电流时间间隔调节电路的输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压，它又接收下降电流设置电路、时间间隔延长设置电路、脉冲时间间隔设置电路、基底电流设置电路，以及峰值电流设置电路的检测信号，脉冲波形发生器还接收上述比较器的测得的信号，并且脉冲波形发生器把上述比较器的测得的信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降低至下降电流电平 I_r ，下降电流低于峰值电流 I_p 且在下降电流时间间隔 t_M +下降电流调节时间间隔 Δt_M 内由下降电流设置电路设置，下降电流调节时间间隔 Δt_M 由上述下降电流时间间隔调节电路调节，并且至少持续到发生从熔滴至熔池的完全转变时刻，并且用上述时间间隔延长设置电路设置的延长时间间隔 t_E 延长检测熔滴脱离用的脉冲时间间隔。

13.如权利要求 9 所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

所述脉冲波形发生器接收下降电流时间间隔调节电路的输出

信号，其中下降电流时间间隔调节电路的输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压，它又接收延长调节电路的输出信号，延长调节电路的输入是时间间隔延长设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压，它又接收下降电流设置电路、脉冲时间间隔设置电路、基底电流设置电路，以及峰值电流设置电路的检测信号，脉冲波形发生器还接收上述比较器的测得的信号，并且脉冲波形发生器把上述比较器的测得的信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降低至下降电流电平 I_r ，下降电流低于峰值电流 I_p 且在下降电流时间间隔 t_M +下降电流调节时间间隔 Δt_M 内由下降电流设置电路设置，下降电流调节时间间隔 Δt_M 由上述下降电流时间间隔调节电路调节，并且至少持续至发生了从熔滴到熔池的完全转变时刻，并且用延长时间间隔 t_E +由上述延长调节电路设置的延长调节时间间隔 Δt_E 来延长检测熔滴脱离用的脉冲时间间隔。

14.如权利要求 10 所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

下降电流时间间隔调节电路是一模糊推理运行电路，它的输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压。

15.如权利要求 13 所述的用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备，其特征在于，

延长调节电路是一模糊推理运行电路，它的输入是上述时间间隔延长设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压。

说明书

用于控制自耗电极型脉冲弧焊电源的设备

本发明涉及一种自耗电极型脉冲弧焊机的输出控制设备，该设备把二氧化碳气体保护气体作为其主要成份。

至今，关于自耗电极型脉冲弧焊的方法，一般是使用一种例如氩气等惰性气体保护气体作为其主要成份。在这种方法中，根据送丝速度，以某一频率交替馈以或通以峰值电流和基底电流，其中峰值电流大于某一临界电流值，高于该临界值会产生喷射过渡，而基底电流低于维持电弧的临界电流。因此，可以使用比直流电焊法低的平均电流作喷射过渡，而在基底电流期间作熔滴过渡，在这种状态下，施加在熔滴上的电弧力最小。从而可以大大地减少飞溅。

然而，上述脉冲弧焊法对选择保护气体成份有限制，因为当保护气体中二氧化碳的含量比例超过 30% 时，减少飞溅的效果就会变弱。因此，要消耗大量氩气，并由此保护气体的成本成为脉冲弧焊法运行成本高的主要原因。

此外，关于使用以二氧化碳保护气体作主要成份的自耗电极型脉冲弧焊的输出控制方法，在日本专利审决公报平 2-31630(31630/1990 号)示出了一般类型的结构。该公报的已有技术是这样的，即通过交替地通以峰值电流和基底电流来产生电弧，在峰值电流期间的初始阶段用夹紧力使熔滴脱离，接着通过熔化电极的尖部形成熔化金属，然后在下一个峰值电流期间使已形成的熔化金属脱离。

但是，在上述日本专利审决公报平 2-31630 中的一个电源控制

方案中，脱离的熔滴有飞溅的危险，因为在峰值电流期间已经脱离的熔滴受峰值电流引起的强大的电弧力的影响。

欧州专利申请EP - 0607819A1揭示了一种脉冲弧焊设备，在该申请中，发明人通过使用平均值将电压检测器检测到焊接电压与参考电压进行比较，并计算最小峰值电流以及对应该峰值电流的脉冲持续时间，从而维持所需的平均电流、脉冲和熔滴，实现对不同条件下的多个焊接点（例如具有不同厚度焊接部分的工件）进行稳定的优质焊接的目的。但此申请也没有解决脱离熔滴飞溅的缺点。

本发明的目的在于，通过在以二氧化碳气体作为其主要成份的保护气体中进行焊接，来防止产生飞溅。

为了达到该目的，可根据与熔滴脱离同步的脱离检测信号来降低电源输出，以防止产生飞溅。

依照本发明的自耗电极型脉冲弧焊机用的输出控制器包括一电压检测器、一比较器、和一输出调节器，其中电压检测器用于检测焊接电压，比较器用于对被测电压和来自一电压设置电路的参考电压进行算术计算比较，以便当被测电压超过参考电压时发出一检测信号，而输出调节器用于把焊机输出降低至比峰值电流更低的电平。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，比较器作为其输入接收初始电压存储器的输出信号、电压检测器的测得信号和电压设置电路的设置信号，其中初始电压存储器用来存储峰值电流导通开始时的电压值，该值是由电压检测器的信号存储的，并且当电压检测器中的测得的电压与初始电压存储器中的初始电压间的差超过电压设置电路设置的设定电压时，比较器发出一输出。

除了上述第一个特性外,本发明自耗电极型脉冲弧焊机的输出控制器的另一特性是,当用于检测由电压检测器被测得的电压变化率的微分器中的微分值超过微分值设置电路的设置值时,比较器发出其检测信号。

除了上述特性外,本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是,配备了一个时段设置电路,用于在从短路向电弧过渡时通过接收短路电路检测器的输出来设置一电压上升期,其中短路电路检测器通过对电压检测器测得的输出和参考值设置电路的设置值之间的比较,来区别短路和电弧,并且当经过的时间小于时段设置电路设置的设定时段时,消除比较器的检测信号。

除了上述第一个特性外,本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是,比较器从电压检测器接收测得的电压值,从用于检测焊接电流的电流检测器接收测得的电流值,把这两个值作为它的输入,并且对由电阻值运算器测得的电阻值和电阻值设置电路的参考电阻值进行算术计算比较,其中电阻值运算器进行一算术运算,以获得测得的电阻值,然后当测得的电阻值超过参考电阻值时,比较器发出一检测信号。

除了上述第一个特性外,本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是,比较器接收电压检测器测得的电压值和接收用于检测焊接电流的电流检测器测得的电流值,把这两个值作为它的输入,并接收电阻值运算器的输出信号、初始电阻值存储器的输出信号以及电阻值设置电路设置的设定信号,其中电阻值运算器进行算术运算,以获得测得的电阻值,初始电阻值存储器用于存储脉冲导通开始时的电阻值,并且当电阻值运算器测得的电阻值与初始电阻值存储器的初始电阻值之间的差超过电阻值设置电路的

参考电阻值时，比较器发出一检测信号。

除了上述第一个特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，比较器接收电压检测器测得的电压值和接收用于检测焊接电流的电流检测器测得的电流值，把这两个值作为它的输入，并且当用于检测电阻值运算器电阻值信号之变化率的微分器的微分值超过微分值设置电路设置的设定值时，比较器发出其检测信号，其中电阻值运算器进行算术运算，以获得测得的电阻值。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，配备了一个时段设置电路，用于在从短路向电弧过渡时通过接收短路电路检测器的输出来设置一电压上升期，其中短路电路检测器通过对电压检测器测得的输出和参考值设置电路的设定值之间的比较，来区别短路和电弧，并且当经过的时间小于时段设置电路设置的设定时段时，消除比较器的检测信号。

如上所述，依照上述发明，在焊接操作期间，在熔滴从焊丝尖上脱离至转变成熔滴的时间间隔里，可把输出压低至低电平 I_r 。由此，可以抑制熔滴转变期间施加在熔滴上的电弧力。从而减少飞溅。

依照本发明的自耗电极型脉冲弧焊机用的输出控制器包括一电压检测器、一比较器、一下降电流时间间隔设置电路、一下降电流设置电路和一脉冲波形发生器，其中电压检测器用于检测焊接电压，比较器用于对电压检测器测得的电压和电压设置电路的参考电压进行算术计算比较，并当测得的电压超过参考电压时发出一检测信号，而把上述下降电流时间间隔设置电路的设置信号、上述下降电流设置电路的设置信号、脉冲时间间隔设置电路的设置信号、基

底电流设置电路的设置信号、峰值电流设置电路的设置信号，还有上述比较器测得的信号都输入至脉冲波形发生器，并且输出控制器以上述比较器测得的信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降至下降电流的电平，下降电流低于峰值电流且在上述下降电流时间间隔设置电路设置的下降电流时间间隔里由下降电流设置电路设置，并且至少持续到发生了从熔滴至熔池的完全转变时刻。

另外，依照本发明的上述输出调节电路，在焊接操作的脉冲时间间隔里通过把熔滴脱离检测信号设置为起始点来检测熔滴脱离时间，检测后将峰值电流电平降低至下降电流时间间隔 t_M 期间的下降电流电平 I_r ，该时间间隔至少持续到发生从熔滴至熔池的完全转变的时刻，这样可以减少飞溅量。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，脉冲发生器接收下降电流时间间隔调节电路的输出信号，其中下降电流时间间隔调节电路的输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得电压，它又接收的那些测得的信号，它们来自下降电流设置电路、脉冲时间间隔设置电路、基底电流设置电路，以及峰值电流设置电路，它还接收上述比较器所有测得的信号。然后，脉冲发生器把上述比较器测得的信号作为一起时间始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降至下降电流电平，其中，下降电流电平低于峰值电流且在下降电流时间间隔 t_M +下降电流调节时间间隔 Δt_M 内由下降电流设置电路设置，下降电流调节时间间隔由下降电流时间间隔调节电路调节并且至少持续至发生从熔滴向熔池完全转变的时刻。

另外，依照本发明的上述模式，在焊接操作期间，通过反馈焊

接电压，并改变在根据上述反馈的焊接电压值检测到熔滴脱离后将峰值电流降低至下降电流 I_r 的时间间隔，可以把熔滴完全转变成熔池。从而减少飞溅。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，脉冲波形发生器接收这样一些测得的信号，它们来自下降电流时间间隔设置电路、下降电流设置电路、时间间隔延长设置电路、脉冲时间间隔设置电路、基底电流设置电路、以及峰值电流设置电路，它还接收上述比较器测得的信号，然后脉冲波形发生器把上述比较器测得的信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降至下降电流电平 I_r ，下降电流低于峰值电流 I_p 且在上述下降电流时间间隔设置电路设置的下降电流时间间隔 t_M 里由下降电流设置电路设置，并且至少持续到发生了从熔滴至熔池的完全转变时刻，并且用上述时间间隔延长设置电路设置的延长时间间隔 t_E 延长检测熔滴脱离的脉冲时间间隔。

另外，依照本发明的上述模式，在检测到熔滴脱离后，通过用延长时间间隔 t_E 延长脉冲时间间隔，来延长峰值电流的下降值 I_r 的脉冲的脉冲时间间隔，从而减少了飞溅，避免了电弧发生不希望的中断的可能性，并且还可使焊接电压均匀。由此，可以获得稳定的焊接。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，脉冲波形发生器接收下降电流时间间隔调节电路的输出信号，其中下降电流时间间隔调节电路的输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压，它又接收那些测得的信号，它们来自下降电流设置电路、时间间隔延长设置电路、脉冲时间间隔设置电路、基底电流设置电路、以及峰值电流

设置电路，脉冲波形发生器还接收上述比较器的检测信号，然后，脉冲波形发生器把上述比较器的检测信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降至下降电流电平 I_r ，下降电流低于峰值电流 I_p 且在下降电流时间间隔 t_M + 下降电流调节时间间隔 Δt_M 内由下降电流设置电路设置，下降电流调节时间间隔 Δt_M 由上述下降电流时间间隔调节电路调节，并且至少持续至发生从熔滴到熔池的完全转变的时刻，并且上述时间间隔延长设置电路设置的延长时间间隔 t_E 延长检测熔滴脱离用的脉冲时间间隔。

另外，依照本发明的上述模式，通过延长时间间隔 t_E 延长检测熔滴脱离定时间的脉冲时间间隔，并且在根据上述反馈的焊接电压值在进行熔滴脱离检测后改变把峰值电流降低至下降电流 I_r 的时间间隔，即使焊接电压发生变化，也可以将熔滴完全转变成熔池。由此，减少了飞溅量，并可使焊接电压稳定，从而给出稳定的焊接能力。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，脉冲波形发生器接收下降电流时间间隔调节电路的输出信号，而下降电流时间间隔调节电路的输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压，脉冲波形发生器又接收延长调节电路的输出信号，而延长调节电路的输入是时间间隔延长设置电路的设置信号和电压检测器测得的电压，脉冲波形发生器又接收那些测得的信号，它们来自下降电流设置电路、脉冲时间间隔设置电路、基底电流设置电路，以及峰值电流设置电路，另外脉冲波形发生器还接收上述比较器测得的信号。然后，脉冲波形发生器以上述比较器的测得的信号作为一时间起始点，发出一脉冲，从而把峰值电流电平降至下降电流电平 I_r ，下降电流低于

峰值电流 I_p 且在下降电流时间间隔 t_M 下降电流调节时间间隔 Δt_M 内由下降电流设置电路设置，并且至少持续至发生从熔滴到熔池的完全转变的时刻，下降电流调节时间间隔 Δt_M 由上述下降电流时间间隔调节电路调节，并且用延长时间间隔 t_E 由上述延长调节电路设置的延长调节时间间隔 Δt_E ，来延长检测熔滴脱离的脉冲时间间隔。

另外，依照本发明的上述模式，通过预先设置时间间隔 T/M 和时间间隔 t_E ，而分别变成 $t_M + \Delta t_M$ 和 $t_E + \Delta t_E$ ，其中在检测到熔滴从焊丝尖脱离后，在时间间隔 t_M 内将峰值电流降低至下降电流 I_r ，而在时间间隔 t_E 内检测熔滴脱离的脉冲时间间隔被延长了。这些时间间隔是将根据焊接操作期间反馈的焊接电压值而变化的下降电流调节时间间隔 Δt_M 和延长调节时间间隔 Δt_E ，分别加至下降电流时间间隔 t_M 和延长时间间隔 t_E 上而获得的。因此，即使焊接电压发生变化，也可将熔滴完全转变为熔池。所以，可以减少飞溅量，并使焊接电压稳定，从而给出稳定的焊接能力。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，下降电流时间间隔调节电路是一模糊推理运行电路，其输入是下降电流时间间隔设置电路的设置信号和电压检测器测得的信号。

另外，依照本发明的上述模式，在前述任一模式下，还是用模糊推理电路(它将电压检测器的输出信号和下降电流时间间隔设置电路的设置信号作为其输入信号)代替下降电流时间间隔调节电路，可获得与上述发明模式中的任意一种相似的效果。

除了上述特性外，本发明自耗电极型脉冲弧焊机的上述输出控制器的另一特性是，延长调节电路是一模糊推理电路，其输入是上

述时间间隔延长设置电路的设置信号和电压检测器测得的信号。

另外，依照本发明的上述模式，在前述任一模式下，还是用模糊推理电路(它将电压检测器的输出信号和下降电流时间间隔设置电路的设置信号作为其输入信号)代替延长时间间隔调节电路，可获得与前述发明相似的效果。

在自耗电极型脉冲弧焊方法中，使用一种包括二氧化碳气体的保护气体作为其主要成份，并交替地使用峰值电流和低于峰值电流的基底电流，在该方法中，从熔融的丝尖产生的熔滴一般受到电弧力、表面张力和重力的影响。随着熔滴的生长会失去这些力之间保持的平衡，从而最终使熔滴脱离丝尖。图 2 的简图说明了常规的过程，图中示出了过程和输出电压之间的对应关系。

在图 2 中，(a)至(f)示出了丝尖上熔滴的状态。其中箭头表示与焊接电压波形的瞬时对应关系。当状态从基底期转变成峰值期时，熔滴 41 快速生长(图(b))。当熔滴长至一定程度时，马上在熔丝的固体部分 40 的下方产生一狭窄部分 k(图 2 的(c))。该狭窄部分 k 随时间而伸长。

过了一段时间后，熔滴脱离丝尖(图 2 的(d))。这时，由于电极从熔滴的底部移至熔丝的尖部，所以电弧 42 变得比以前更长。由于热容量较小的熔丝部分 g 直接被电弧熔化，这一后果促使电弧长度进一步变长。由于电弧长度的增长会引起焊接电压的上升，因此焊接电压波形在图 2(c)至图 2(d)所示的状态变化过程中快速上升。之后，熔丝再次开始熔化并形成熔滴。但是，由于丝送速度与熔化量之间的关系，电弧长度不会变短(图 2 的(e))。

当峰值电流期结束并进入下一个基底电流期时，由于电流在那里变小，所以熔融量相对丝送速度变小，从而再次使电弧长度变短

(图 2 的(f))。如上所述, 由于电压在熔滴脱离时有一界线, 所以脉冲的后半部分的电压比峰值期的前半部分要高。由于电弧长度的增长该电压的上升还可被检测为电阻值的增大。

依照本发明, 可通过比较检测或增量检测或上升率检测, 来检测熔滴脱离引起的电压或电阻的上升, 其中比较检测是与一绝对值作比较, 增量检测是从脉冲初始时刻开始用一增量, 而上升率则使用微分。从而, 可以与熔滴脱离保持同步地发出脱离检测信号作为输出。收到该脱离检测信号后, 在某一下降电流时间间隔中降低焊机输出。通过该过程, 减弱了从熔滴脱离丝尖开始的转变状态下施加在熔滴上的电弧力, 从而抑制了飞溅。

一般地, 在熔滴转变状态下实现把包括二氧化碳气体的保护气体作为其主要成份的自耗电极型脉冲电弧焊接, 并且可以根据工作条件发生短路。当短路恢复并且转变为电弧状态时, 电压突然上升。在用电压或电弧电阻的微分产生一脱离检测信号的情况下, 该短路恢复会给出一错误的检测信号。因此, 必须在短路恢复时消除该微分信号。

通过改变下降电流时间间隔的时间长度(在该下降电路时间间隔中, 根据焊接电压值检测熔滴脱离, 以降低焊机的输出), 在即使焊接电压变化的情况下, 也可使熔滴在电平较低的下降电流 I 时可靠地转变成熔池状态。用这种方式, 可以减少飞溅量。

另外, 根据脉冲频率的选择, 不总能保证熔滴在所有脉冲产生时发生脱离。在这种情况下, 在发生熔滴脱离的脉冲和不发生熔滴脱离的脉冲之间产生了不平衡。在这种情况下, 通过延长发生熔滴脱离的脉冲的脉冲持续时间, 来校正不平衡, 从而可使焊接电压均匀并获得稳定的焊接。

于是，为了调节下降电流时间间隔(在该时间间隔中，根据对熔滴发生脱离的检测，降低焊机的输出)，可采用模糊推理操作。并且为了调节发生熔滴的脉冲之脉冲持续时间的延长时间间隔，可使用一模糊预测器，该模糊预测器将延长时间间隔设置装置设置的某一不变的延长时间间隔信号和一电压检测装置测得的电压信号作为其输入信号。

图 1 是一方框图，示出了依照本发明实施例 1 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 2 是一张现有技术的简图，示出了熔滴状态与输出电压状态之间的关系。

图 3 是一张波形图，示出了实施例 1 中输出电压/电流与脱离检测之间的关系。

图 4 是一方框图，示出了依照本发明实施例 2 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 5 是一方框图，示出了依照本发明实施例 3 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 6 是一方框图，示出了依照本发明实施例 4 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 7 是一方框图，示出了依照本发明实施例 5 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 8 是一方框图，示出了依照本发明实施例 6 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 9 是一方框图，示出了依照本发明实施例 7 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 10 是一波形示意图，例示了本发明实施例 7 中的焊接电流

波形。

图 11 是一方框图，示出了依照本发明实施例 8 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 12 是一方框图，示出了依照本发明实施例 9 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 13 是一波形示意图，例示了本发明实施例 9 中的焊接电流波形。

图 14 是一方框图，示出了依照本发明实施例 10 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 15 是一方框图，示出了依照本发明实施例 11 的自耗电极型脉冲弧焊机输出控制设备的结构。

图 16 是一波形示意图，例示了本发明实施例 11 中的焊接电流波形。

应该理解的是，某些或者全部图仅是出于描述目的示意图，并非描述的是其描述的元件的实际大小或位置。

下面，结合附图对给定实施例进行描述。

〔例 1〕

图 1 描述本发明的第一个例子。周期性的输出波形是由脉冲波形发生器 20 来形成的，用来限定一峰值电流 I_p ，其值是由峰值电流设定电路 19 来设定的，脉冲的持续时间是由脉冲持续时间设定电路 17 来设定的；同时还限定了一个基底电流 I_b ，其值是由一基底电流设定电路 18 来设定的，脉冲的持续时间是由同一脉冲持续时间设定电路 17 设定的。在输出控制器 11 中，控制输出电流，从而使之与上述输出波形一致，并且该输出信号被输入至一输出控制装置 1。因此，受输出控制装置 1 控制的输出由变压器 2 变压成低

电压，并由整流器 3 整流成直流电流，随后由电抗器平滑，并施加到电极 8 和基底金属 9 上。从而实现了脉冲焊机的输出控制。

另外，通过电压检测器 13，将焊接电压波形输入比较器 14，作为测得的电压 V_O ，并在此与电压设定电路 15 设定的参考电压 V_{ref} 比较。

下面结合图 3 描述电路的运行，图 3 中描述了测得的电压 V_O 、焊接电流和参考电压 V_{ref} 之间的关系。图 3 中的电压波形变成了与图 2 中的波形不同的波形，这是因为这一段时间内在检测到熔滴脱离时输出下降到较低电平的缘故。在图 3 的上半部分曲线中，参考电压 V_{ref} 取电压设置电压 15 设置的值。

如上所述，当峰值电流传导期间发生熔滴脱离时，电压上升并随后在时刻 A 处超过参考电压 V_{ref} 的电平。

以这种方式，比较器 14 在时刻 A 发出一个脱离检测信号。输出调节电路 16 接收上述脱离检测信号，并向输出控制器 11 发出一信号。按照如图 3 下半部分曲线表示的信号，输出控制器 11 在脉冲持续时间(由脉冲持续时间设定电路 17 的设定)内脱离检测信号(时刻 A)后的脉冲持续时间内发出一个控制信号 I_C ，使输出电路 1234 输出电流为低于峰值电流 I_P 的较低电平的信号 I_r 。通过电路的上述动作，从脉冲发生器 20 得到的信号被调低。结果，输出电路 1234 的输出电流变得如图 3 下部分曲线所示的那样，电流 I_P 在脉冲持续时间前半部分较大，而在熔滴脱离检测时刻 A 后变成较低的电平 I_r 。从而在脱离以后作用在熔滴上的电弧力减弱，并可以防止出现飞溅喷射物。

〔例 2〕

图 4 描述的是本发明的第二个例子。图中，在接收到脉冲持续

时间设置电路 17 的输出而开始脉冲计数的恒定时间间隔以后的某一时刻，初始电压存储器 22 存储来自电压检测器 13 的某一输入。这里，上述从脉冲开始起的恒定时间间隔是由一响应速度确定的，而该响应速度也是由诸如电源电路的时间常数等确定的，该时间间隔通常被设置为 1 毫秒。

比较器 21 中，计算上述初始电压存储器 22 的存储电压和电压检测器 1 的输入电压值之间的电压差 ΔV 。从电压设置电路 15 独立地将参考电压 V_{ref} 输入到比较器 21。在 ΔV 超过 V_{ref} 的那一时刻，比较器 21 发出脱离检测信号。这以后的运行与上述例 1 的情况大致相同。本例与例 1 类似，也可以得到脱离后作用在熔滴上的电弧力减弱这一情况，从而使飞溅喷射物得以避免。

〔例 3〕

图 5 示出的是本发明的第三个例子。参见该图，微分器 23 对电压检测器 13 的测得的电压进行微分。由此产生的微分值 dV/dt 被输入至比较器 14，在比较器 14 中与微分值设置电路 27 给定的参考值 V_{dr} 比较。在 dV/dt 超过 V_{dr} 的那一时刻，比较器 14 发出脱离检测信号。另外，短路检测器 25 比较电压检测器 13 给出的测得的电压，并与参考电压设置电路 24 的输出比较。当测得的电压较大时，短路检测器 25 发出电弧状态信号；而当测得电压较小时，发出短路状态信号。持续时间设定电路 26 从上述短路检测器 25 接收信号，并从短路状态转换成电弧状态的那一时刻起在某一恒定时间间隔内进行计数。计数的时间间隔是由响应速度确定的，而响应速度也是由诸如电源电路的时间常数等确定的；而该时间间隔通常为 1 毫秒左右。以这种方式，比较器 14 和持续时间设置电路 26 的输出被输入至输出调节电路 28，并且对于计数持续时间或者在上

述持续时间设置电路 26 发出的输出信号的 H 电平的持续时间，消除比较器的脱离检测信号。另外，在从基底导通变为脉冲导通以后的一个恒定时间间隔内，输出调节电路 28 接收来自脉冲持续时间设定电路 17 的输入，并消除脱离信号。这一恒定持续时间间隔是由响应速度来确定的，而响应速度也是由电源电路的时间常数等确定的，并且通常为 1 毫秒。用这两个脱离检测信号系统来实施消除的原因是为了防止错误检测。即，双脱离检测信号系统防止了因为从短路状态转换到电弧状态时电压上升以及从基底导通变换至脉冲导通时电压上升引起的或者微分值上升引起的错误检测。通过这种设计，使得只有熔滴脱离引起的常规微分值引起的信号可以被选为常规信号。通过以这种方式选择的脱离检测信号，输出调节电路 28 将信号发送至输出控制器 11。

按照以这种方式选择的脱离检测信号，在脉冲持续时间(由脉冲持续时间设定电路 17 设定)内脱离检测信号(时刻 A)以后的脉冲持续时间内，输出控制器 11 发出这样的信号 I_c ，使从输出电路 1234 得到的输出电流为一比峰值电流 I_p 电平低的 I_r 。其后的运行与前述例一的情况大致相同。

〔例 4〕

图 6 描述的是本发明的第四个例子。与前述第一至第三个例子(图 1, 3 和 5)中是由电压检测器 13 测得的电压来进行脱离检测有所不同的是，在图 6 所示的第四个例子中，是用阻抗信号来获取类似的脱离检测的。图 6 中，阻抗值运算器 29 根据电流检测器 12 和电压检测器 13 的输出电流和输出电压计算一阻抗器，从而将其结果发送至比较器 14。比较器 14 比较从阻抗值运算器 29 得到的输入阻抗值与阻抗器设置电路 30 得到的参考阻抗值。在输入阻抗超

过参考阻抗的那一时刻，比较器 14 将熔滴脱离检测信号发送至输出调节电路 16。这样，与第一个例子的情况类似，通过检测与熔滴脱离有关的阻抗值的上升，可以得到脱离后作用在熔滴上的电弧力减弱的效果，从而使飞溅喷射物得以防止。输出调节电路 16 后的工作情况与上述第一例子的情况相同。

〔例 5〕

图 7 绘出的是本发明的第五个例子。图 7 中，阻抗值运算器 29 分别根据电流检测器 12 和电压检测器 13 的输出电流和输出电压值，计算一阻抗器；计算结果被发送到比较器 21，也传送到初始阻抗值存储器 31。初始阻抗值存储器 31 进一步在从脉冲导通开始的恒定时间间隔以后的某一时刻，接收从脉冲持续时间设定电路 17 得到的输出，并存储从阻抗值计算器 29 得到的输入。在比较器 21 中，计算上述初始阻抗值存储器 31 的阻抗值和阻抗值运算器 29 的输入值之间的阻抗值之差 ΔR 。从阻抗值设置电路 30 独立地将参考阻抗值 V_{ref} 输入到比较器 21。在 ΔR 超过 V_{ref} 的那一时刻，比较器 21 将脱离检测信号发送至输出调节电路 16。这样，通过检测伴随熔滴脱离出现的阻抗值的上升，可以获得与前述第二例中类似的结果。这里，输出调节电路 16 后的运行与前述第二例的情况相同。

〔例 6〕

图 8 绘出的是本发明的第 6 个例子。图 8 中，阻抗值运算器 29 分别根据电流检测器 12 和电压检测器 13 的输出电流和输出电压计算一阻抗值，计算结果被发送至微分器 23。因此，比较器 14 将阻抗值的微分值 dR/dt 与微分值设置电路 27 的阻抗值 R_{dr} 比较，并在 dR/dt 超过 R_{dr} 时发送脱离检测信号。通过这一操作，可以得到前

述第三个例子中所描述过的相似效果。输出调节电路 28 以后的运行与上述第三个例子的情况相同。

在上述例子中，设定值 I_r 是一个用于低电平输出设定的值，因此，也可以采用基底电流设置电路 18 的设定值 I_b 。

〔例 7〕

图 9 描述的是本发明的第七个例子以及第一至第六个例子中输出调节电路 28 的具体例子。这里，整体或总体结构与第一至第六个例子的情况相似，并具有相同的功效，因此，前述说明和注释同样可以应用于本例。所以这里避免重复描述。从下降电流时间间隔设定电路 34、下降电流设置电路 35、脉冲持续时间设定电路 17、基底电流设置电路 18 以及峰值电流设定电路 19 得到的各设置信号以及比较器 14 的输出信号全都输入到脉冲波形发生器 33。从电流检测器 12 测得的信号和上述脉冲波形发生器 33 得到的输出信号被输入到输出控制器 32 内。

下面描述该电路的动作。如果在焊接操作的脉冲期间不存在来自比较器 14 的熔滴脱离检测信号，则脉冲波形发生器 33 就向输出控制器 32 发出一个由脉冲持续时间 t_p 、基底时间 t_b 、由基底电流设置电路 18 设定的基底电流 I_b 和峰值电流设置电路 19 设定的峰值电流 I_p 形成的波形的脉冲信号。

另一方面，如果在焊接操作的脉冲持续时间内存在从比较器 14 发出的表示熔滴脱离定时的信号，那么上述脉冲波形发生器 33 向输出控制器 32 发送一电平下降了的电流波形的信号。电平下降的电流信号是这样一个信号，只有在检测到熔滴脱离的脉冲的情况下，至少对于从熔滴脱离至熔滴完全转变为熔池止计算的下降电流时间间隔 t_M 内，电流被降低到由下降电流设置电路 35 设定的、不

高于峰值电流 I_p 的下降了电压 I_r 。

在输入控制器 32 处输入由电流检测器 12 输出的测得的电流和从上述脉冲波形发生器输出的脉冲波形信号。随后以使上述测得的电流变成与上述脉冲波形一致的方法来控制输出。输出控制器 32 的输出被输入到输出控制装置 1 内。结果，输出电流波形的电平在脉冲持续时间的前半部分变为 I_p ，随后在熔滴脱离检测以后的某一时间间隔 t_M 内降低至 I_r 值。因此，熔滴脱离后作用在熔滴上的电弧力减弱以便能够防止飞溅喷射物。这一下降电流时间间隔 t_M 是由下降电流时间间隔设置电路 34 设定的。

图 10 描述的是由本例(例 7)得到的焊接电流波形。图中描述的是这样一个例子，即从熔滴脱离检测以后熔滴脱离时刻起的下降的电流 I_r 是位于峰值电流 I_p 和基底电流 I_b 之间的一个值。然而，为了提高减小飞溅量的效果，需要将该下降的电流 I_r 设定成基底电流 I_b 。

〔例 8〕

图 11 描述的是作为本发明第八个例子的输出调节电路的例子。输出控制器的整体结构与第一至第六个例子的情况相似，并具有相同的功能，所以前述说明和注释同样可以应用在本例上。因而这里避免重复叙述。在本例的输出调节电路中，向前述第七个例子中输出调节电路的脉冲波形发生器 33 产生输入信号中的一个的下降电流时间间隔设置电路 34 被下降电流时间间隔调节电路 36 取代。这里，对于那些与第七个例子中的元件具有相同或大体相同功能的元件，给出相同的标号，这里不再作重复描述。本例中，下降电流时间间隔调节电路 36 接收下降电流时间间隔设置电路 34 的下降电流时间间隔设置信号的输出信号和电压检测器 13 的输出信

号, 作为其输入信号, 并调节下降电流时间间隔。下面描述电路的动作。这里省去了与上述七个例子中相同部件的动作的描述。从电压检测器 13 得到的焊接电压的反馈信号以及下降电流时间间隔设置电路 34 的设定信号被输入到下降电流时间间隔调节电路 36。在电弧开始以后焊接操作的起始时间间隔内, 上述下降电流时间间隔设置电路 34 设定的下降电流时间间隔 t_M 是不作任何调节地从上述下降电流时间间隔控制电路 36 发出的。考虑到从电弧开始至电弧稳定的暂态时间, 上述焊接起始时间间隔被设定为 1 秒左右。

在焊接操作期间, 从上述下降电流时间间隔调节电路 36 发送一时间间隔 $[T_M + \Delta t_M]$, 该时间间隔是通过将可变响应于从上述电压检测器 13 反馈的焊接电压值的下降电流调节时间间隔 Δt_M 加到上述下降电流时间间隔设置电路 34 设定的下降电流时间间隔 t_M 上(即下降电流时间间隔 t_M + 下降电流调节时间间隔 Δt_M)得到的。

所以, 在焊接操作期间的脉冲持续时间内如果存在从比较器 14 发出的表示熔滴脱离时刻的信号, 则上述脉冲波形发生器 33 向输出控制器 32 发出一个下降电平电流波形的脉冲信号。下降电平电流脉冲信号是这样一个信号, 即, 只有对于在检测到熔滴脱离的那些脉冲, 至少对于从熔滴脱离时刻起至熔滴完全转变为焊池的时刻止的下降电流时间间隔 t_M 加上下降电流调节时间间隔 Δt_M , 即总时间间隔为 $t_M + \Delta t_M$, 电流才减小到由下降电流设置电路 35 设定的下降电平电流 I_r ; 电流 I_r 是由下降电流设置电路 35 设定的, 并且电流 I_r 不高于峰值电流 I_p 。

结果, 输出电流波形在脉冲持续时间的前半部分变成具有电平 I_p , 而在熔滴脱离检测以后的时间间隔 $t_M + \Delta t_M$ 内变成低值 I_r 。这样, 脱离后作用在熔滴上的电弧力减弱, 从而防止了飞溅喷射。下

降电流时间 $t_M + \Delta t_M$ 是由下降电流时间调节电路 36 设定的。

上述下降电流调节时间间隔 Δt_M 是随初始设定电压的范围而不同的，初始设定电压的范围之间界限较复杂。正是由于这个原因，在本发明中，最好由模糊推理运行算出下降电流时间间隔 $t_M + \Delta t_M$ 。

〔例 9〕

图 12 描绘的是本发明第九个实施例中输出调节电路的例子。这里，总体或整体结构与第一至第六个例子中的情况相似，并具有相同的功能。因此，前述说明或注释可以应用于本例。所以这里避免重复叙述。

本例中，以脉冲波形发生器 37 替代前述第七个例子的脉冲波形发生器 33。这里，对于那些与第七个例子中具有相同功能的元件，给出相同的标号，重复的描述在此省去。本例中，从时间间隔延长设置电路 38、下降电流时间间隔设定电路 34、下降电流设置电路 35、脉冲持续时间设置电路 17、基底电流设置电路 18、峰值电流设置电路 19 输出的各设定信号以及比较器 14 的输出信号全都输入至一脉冲波形发生器 37。

下面描述该电路的动作。这里省去了与上述第七个例子相同的部件的动作描述。如果在焊接操作的脉冲持续时间内存在出现熔滴脱离以及从比较器 14 发送的代表小熔滴脱离时刻的信号，则上述脉冲波形发生器 37 向输出控制器 32 发送一个下降电平电流波形的脉冲信号。下降电平电流脉冲信号是这样一个信号，只有对于检测到熔滴脱离的那些脉冲，至少对于从熔滴脱离时刻起至熔滴完全转变为熔池的时刻止计算的下降电流时间间隔，以及对于脉冲持续时间被延长一延长时间间隔 t_E ，即对于总的时间间隔 $t_M + t_E$ ，这里，

延长时间间隔 t_E 是由时间间隔设置电路 38 设定的, 电流减小至由下降电流设置电路 35 设置的下降电平电流 I_r , 并且电流 I_r 不高于峰值电流 I_p 。

结果, 输出电流波形在脉冲持续时间的前半部分变成具有电平 I_p , 而在熔滴脱离检测后的时间间隔 t_M 内变成低值 I_r 。这样, 脱离后作用在熔滴上的电弧力减弱, 从而防止了飞溅喷射。

下降电流时间间隔 t_M 是由下降电流时间间隔设置电路设定的, 延长时间间隔 t_E 是由时间间隔延长设置电路 38 设定的。如果焊接的输出功率由于在时间间隔 t_M 内电流从 I_p 至 I_r 的降低而过度减小, 则输出电压产生不利的波动, 从而会产生诸如焊嘴不溶化之类的不必要的麻烦; 并且在最坏的情况下电弧将会熄灭。为了避免可能的中断电弧而使焊接电压均匀, 必须使延长熔滴检测以后电流持续时间内的能量与延长了的脉冲持续时间内的能量相同, 因此, 延长时间间隔 t_E 和下降电流时间间隔 t_M 必须选择成满足由下述等式(1)所表示的关系:

$$t_E = t_M(I_p - I_r) / (I_p - I_b) \quad \dots \dots (1)$$

这里, 如果将 I_r 设定成 I_b , 则由等式(1)得到:

$$t_E = t_M。$$

图 3 是本例 9 得到的焊接电流波形的例子。

〔例 10〕

图 14 绘出的是本发明第十个例子的输出调节电路的例子。这里, 整体或总体结构与第一至第六个例子的情况类似并具有相同的功能, 所以前述说明和注释也适用于本例。所以这里避免重复叙述。

本例中, 用发送输入到上述例 9 的脉冲波形发生器 37 内的输

入信号中的一个的下降电流时间间隔设定电路 34 替代在第八例中的下降电流时间间隔调节电路 36。这里，对于与第七例中的元件具有相同功能的元件给出相同的标号，重复描述在此省略。

下面描述电路的动作。这里，省略了与上述例 8 和例 9 中共同部件动作的重复描述。来自电压检测器 13 的焊接电压的反馈信号和下降电流时间间隔设置电路 34 的设定信号被输入到下降电流时间间隔调节电路 36。在电弧开始后的焊接操作初始时间间隔内，上述下降电流时间间隔设置电路 34 设定的下降电流时间间隔不作任何调节地从上述下降电流时间间隔控制电路 36 发出。考虑到从电弧开始到电弧稳定为止之间的暂态时间，上述焊接初始时间间隔设定为约 1 秒。

在焊接操作期间，从上述下降电流时间间隔调节电路 36 发送时间间隔 $[t_M + \Delta t_M]$ ，该时间间隔是通过将可变响应于上述电压检测器 13 反馈的焊接电压值的下降电流调节时间间隔 Δt_M 加到上述下降电流时间间隔设置电路 34 设定的下降电流时间间隔 t_M 上，即下降电流时间间隔 t_M + 下降电流调节时间间隔 Δt_M 而得到的。

所以，如果在焊接操作的脉冲持续时间内存在从比较器 14 发送的表示熔滴脱离时刻的信号，则上述脉冲波形发生器 37 向输出控制器 32 发送下述下降电平电流的脉冲信号和延长时间间隔波形。降低电平电流脉冲信号是这样一个信号，即，仅对于检测到熔滴脱离的那些脉冲，至少在从熔滴脱离的时刻起到熔滴完全转为熔池止的下降电流时间间隔 t_M ，加上下降电流调节时间间隔 Δt_M ，即对于总计为 $t_M + \Delta t_M$ 的时间间隔，电流减小到由下降电流时间间隔设置电路 35 设定的下降电平电流 I_r ，并且电流 I_r 不高于峰值电流 I_p 。下降电流调节时间间隔 Δt_M 是由下降电流时间调节电路 36

设定的。由时间间隔延长设置电路 38 设定的延长时间间隔 t_E 可以用下降电流时间间隔设置电路 34 设定的下降电流时间间隔从等式 (1) 导出。

〔例 11〕

图 15 描绘的是本发明第十一个例子的输出调节电路的例子。这里，由于整体或总体结构与第一至第六个例子的情况相似，并具有相同的功能，所以前述说明和注释也可以应用于本例。因此这里避免重复描述。本例中，发送输入到上述第十个例子的脉冲波形发生器 37 的输入信号的一个的时间间隔延长设置电路 38 由时间间隔延长调节电路 39 取代。这里，对于与第十个例子中具有同样功能的那些元件，给出相同的标号，其说明在此省略。本例中，时间间隔延长设置电路 38 的设定信号和电压检测器 13 的输出信号被输入到时间间隔延长调节电路 39。

下面描述该电路的动作，这里省去对与上述第十个例子中相同的那些部件动作的描述。来自电压检测器 13 的焊接电压的反馈信号和时间间隔延长设置电路 38 的设定信号被输入到时间间隔延长调节电路 39。在电弧开始以后焊接操作的初始时间间隔内，上述时间间隔延长设置电路 38 设定的延长时间间隔 t_E 不包括任何补偿地通过上述时间间隔延长调节电路 39 发送。这里，考虑到开始电弧以后至电弧变稳定之间的暂态时间，上述焊接时间通常被设定为 1 秒左右。

在焊接操作期间，从上述时间间隔延长调节电路 39 发送一时间间隔，该时间间隔是通过将可变依赖于上述电压检测器 13 反馈的焊接电压值的延长调节的时间间隔 Δt_E 加到上述时间间隔延长设置电路 38 设定的延长时间 t_E 上，即延长时间间隔 $t_E + \Delta t_E$ 。

节时间间隔 Δt_E 而得到的。

所以，如果在焊接操作的脉冲持续时间内存在从比较器 14 发送的表示熔滴脱离时刻的信号，则上述脉冲波形发生器 37 向输出控制器 32 发送一下降电平电流波形的脉冲信号。下降电平电流脉冲信号是这样一个信号，即，仅对于检测到熔滴脱离的那些脉冲，至少对于从熔滴脱离的时刻起到熔滴完全转换为熔池止的下降电流时间 t_M ，加上下降电流调节时间间隔 Δt_M ，加上下降电流调节时间间隔 Δt_M ，即对于总的时间间隔 $t_M + \Delta t_M$ ，电流减小到下降电流设置电路 35 设定的下降电平电流 I_r ，并且电流 I_r 是由下降电流设置电路 35 设定的，电流 I 不高于峰值电流 I_p 。

结果，输出电流波形在脉冲持续时间前半部分变成具有电平 I_p ，而在熔滴脱离检测以后的时间间隔 $t_M + \Delta t_M$ 内变成低值 I_r 。所以，作用在熔滴上的电弧力在脱离以后变弱，从而能够防止飞溅喷射。这一下降电流时间间隔 $t_M + \Delta t_M$ 是由下降电流时间间隔调节电路 36 设定的。而延长时间间隔 $t_E + \Delta t_E$ 可以由时间间隔延长调节电路 39 来设定。而且，根据公式(1)所示延长时间间隔 t_E 和下降电流时间间隔 t_M 之间的关系，可以导出如下述等式(2)所示的延长调节时间间隔 Δt_E 和下降电流调节时间间隔 Δt_M 之间的关系：

$$\Delta t_E = \Delta t_M (I_p - I_r) / (I_p - I_b) \quad \dots \dots (2)$$

这里，如果将 I_r 设定为 I_b ，则由等式(2)，有 $\Delta t_E = \Delta t_M$ 。上述延长调节时间间隔 Δt_E 随初始设定电压范围而不同，初始设定电压范围的界限较复杂。由于这一原因，在本发明中，最好由模糊推理运行导出延长时间间隔 $t_E + \Delta t_E$ 。

图 16 描述的是本例得到的焊接电流波形的一个例子。

尽管上文中描述了本发明的现有最佳实施例，但是应该理解，这些揭示并非限制。毫无疑问，本领域的技术人员在阅读了上文以后可以对本发明作各种改进和变异。因此，后文的权利要求应该被理解为覆盖本发明和范围内的所有变异和改进。

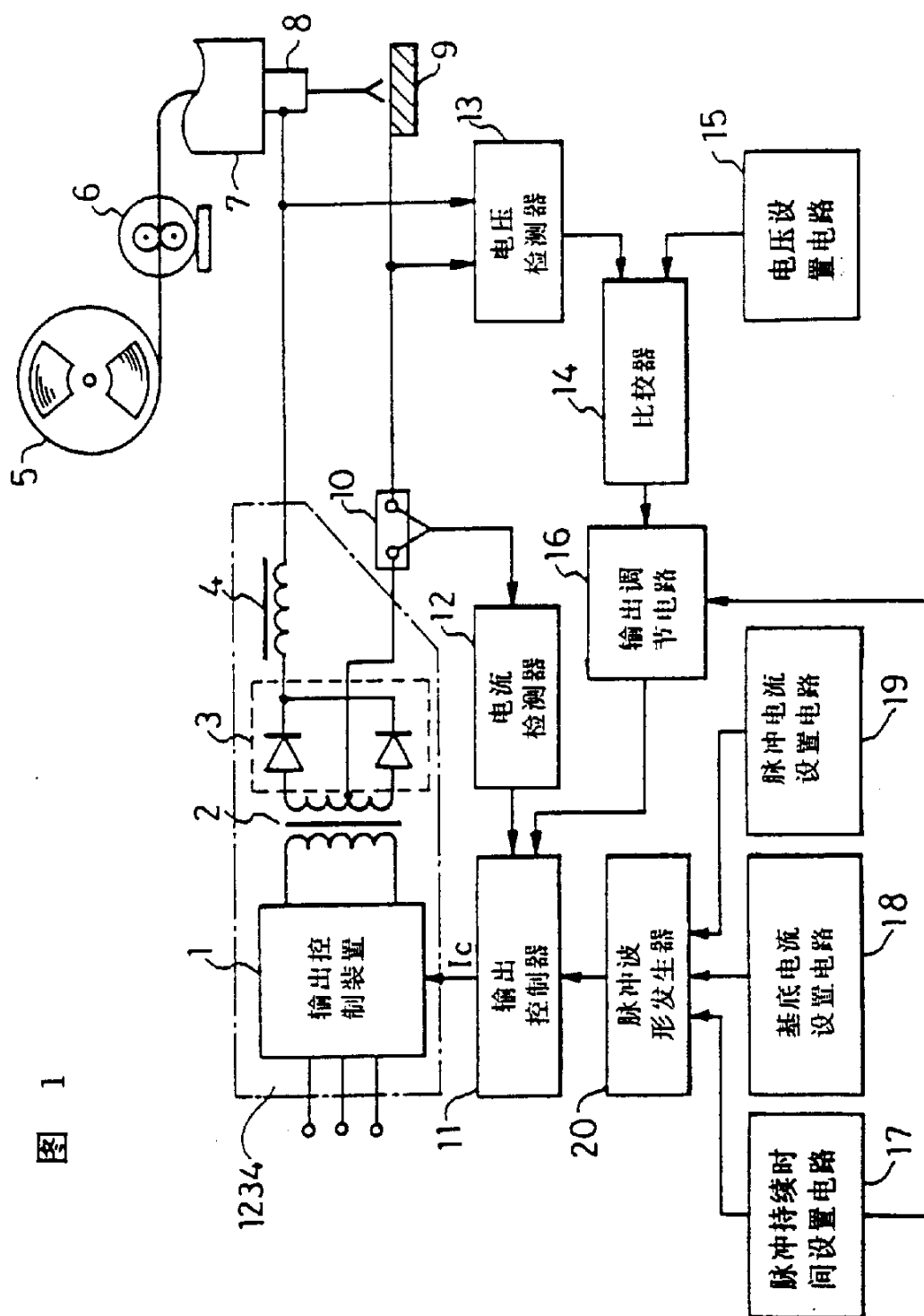


图 1

图 2

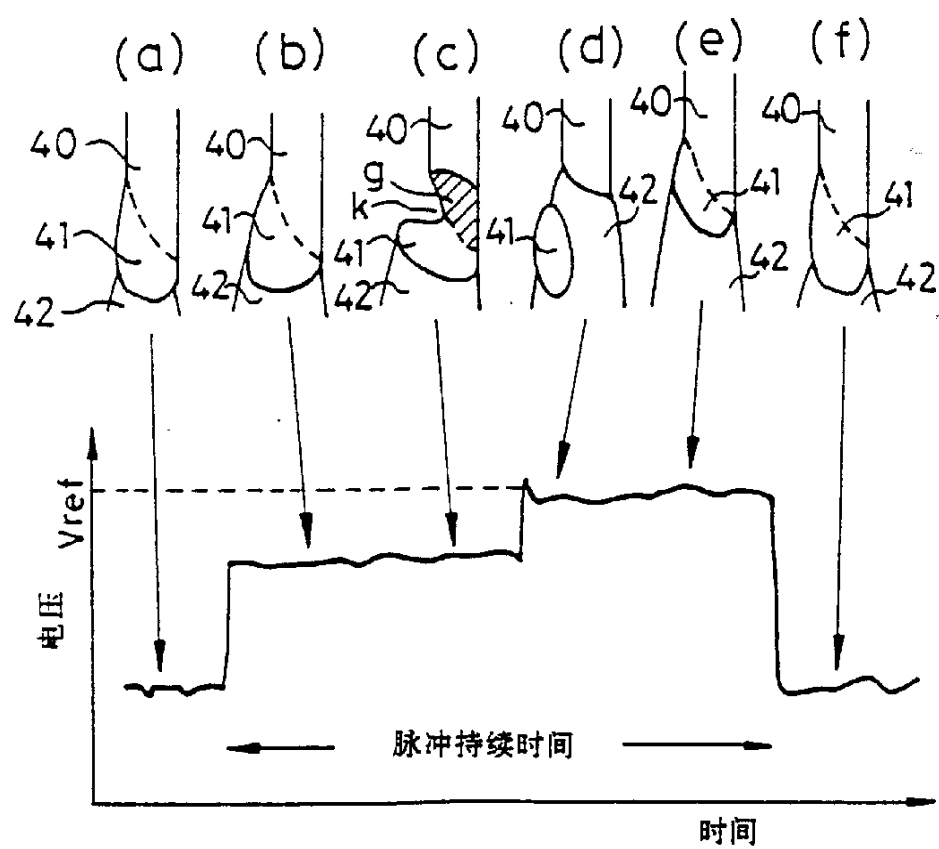
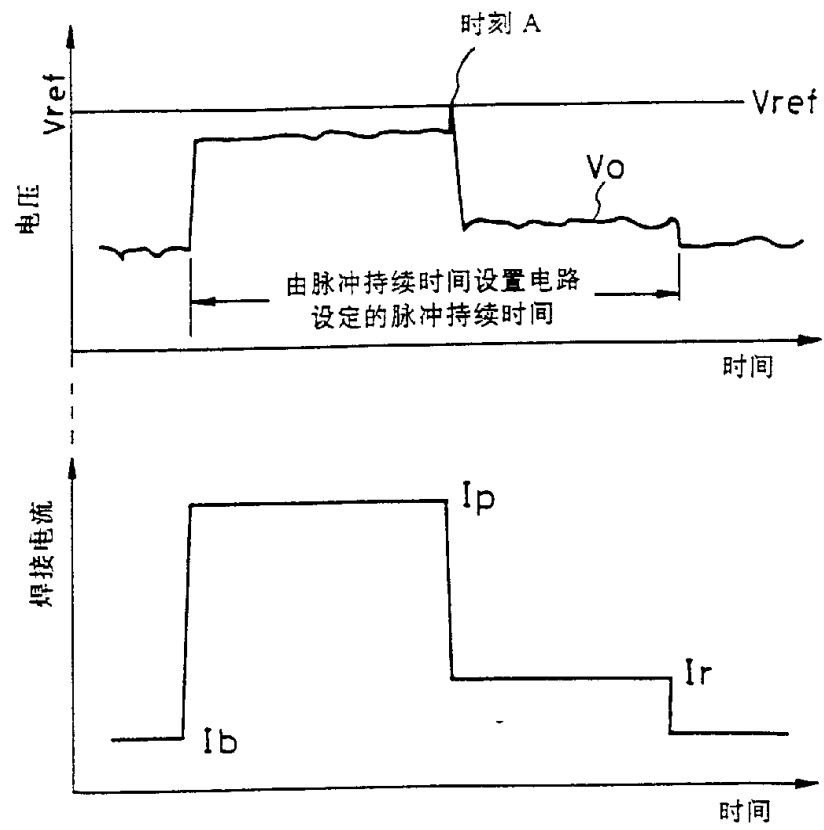


图 3



6

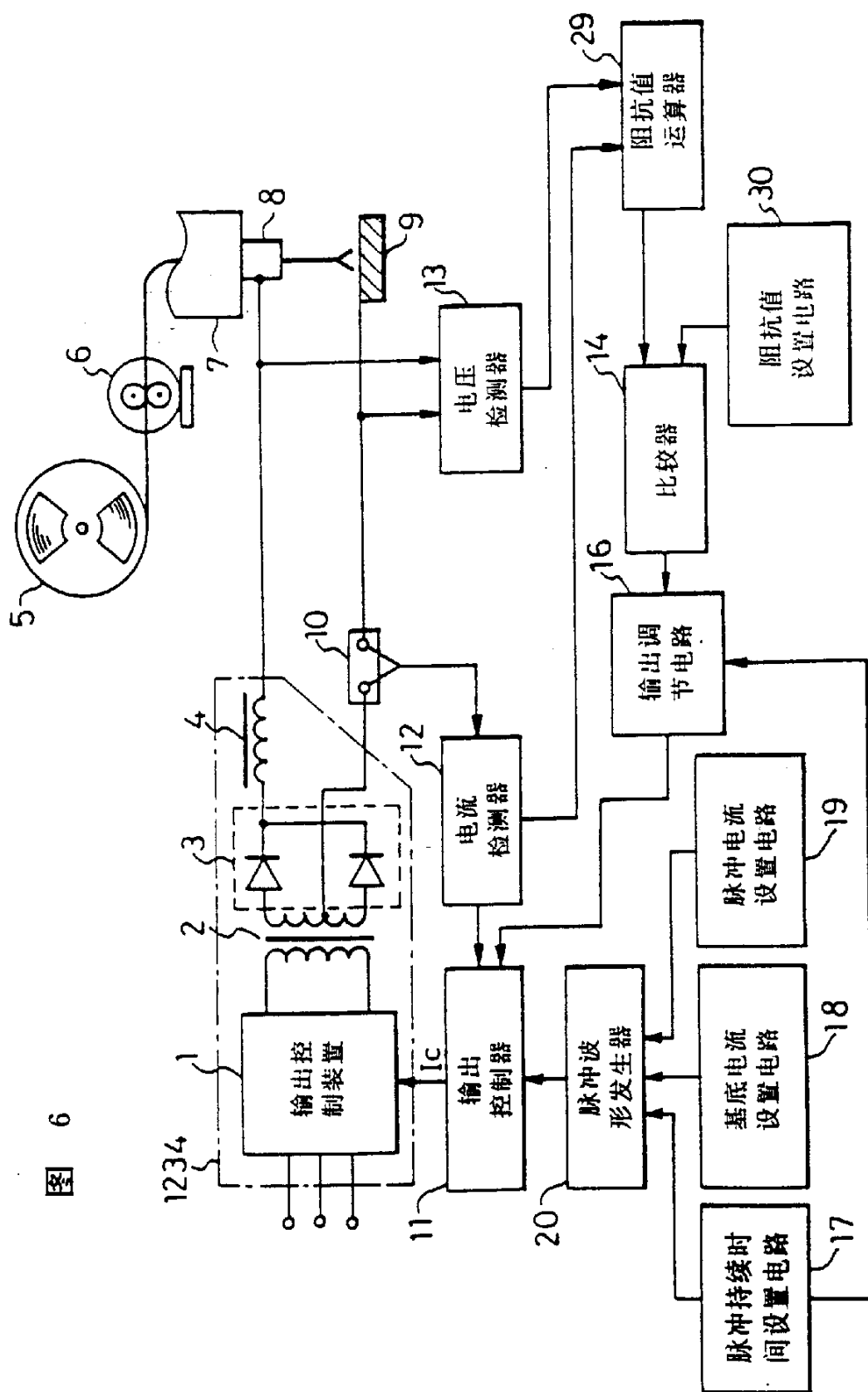
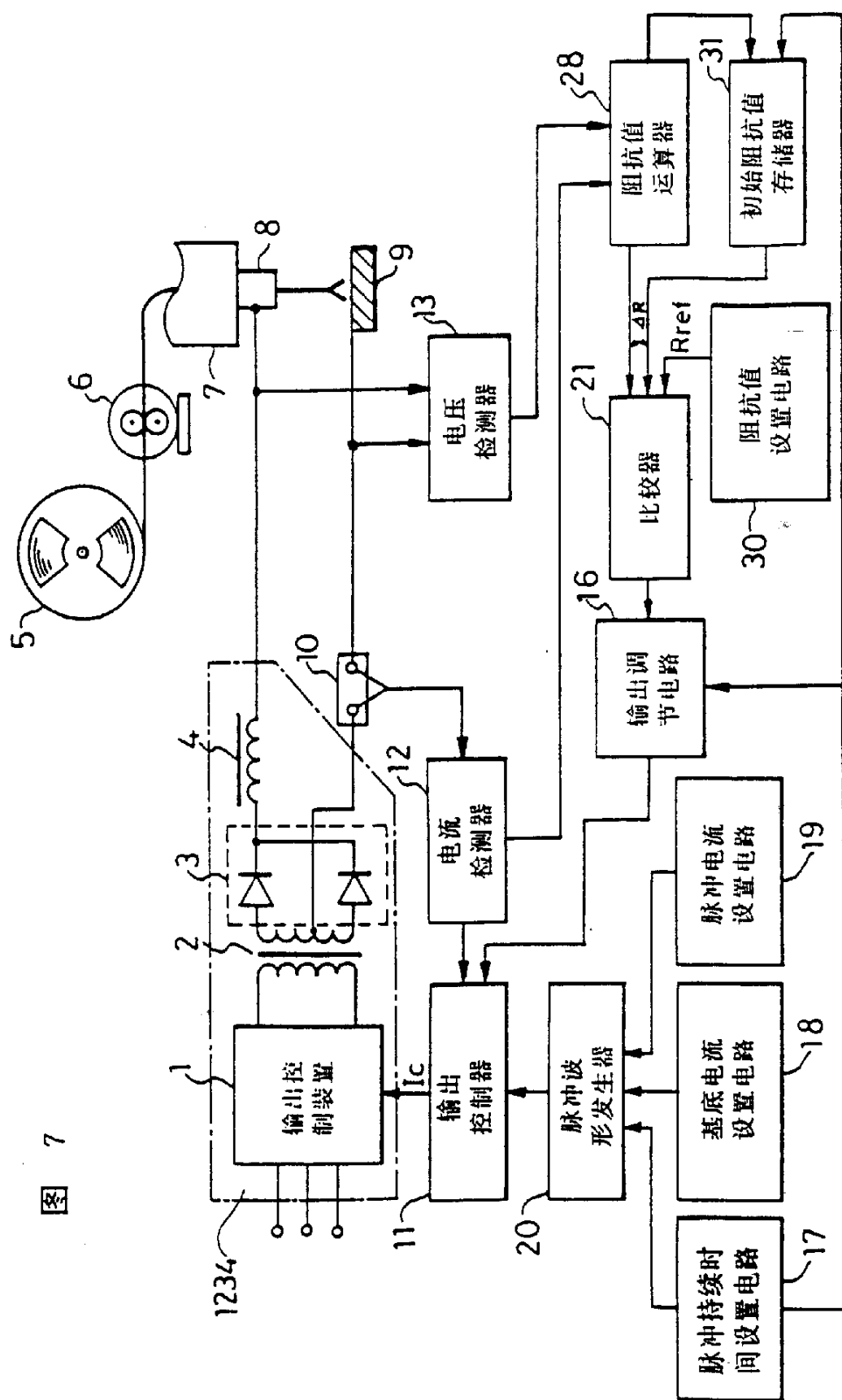



图 7



8



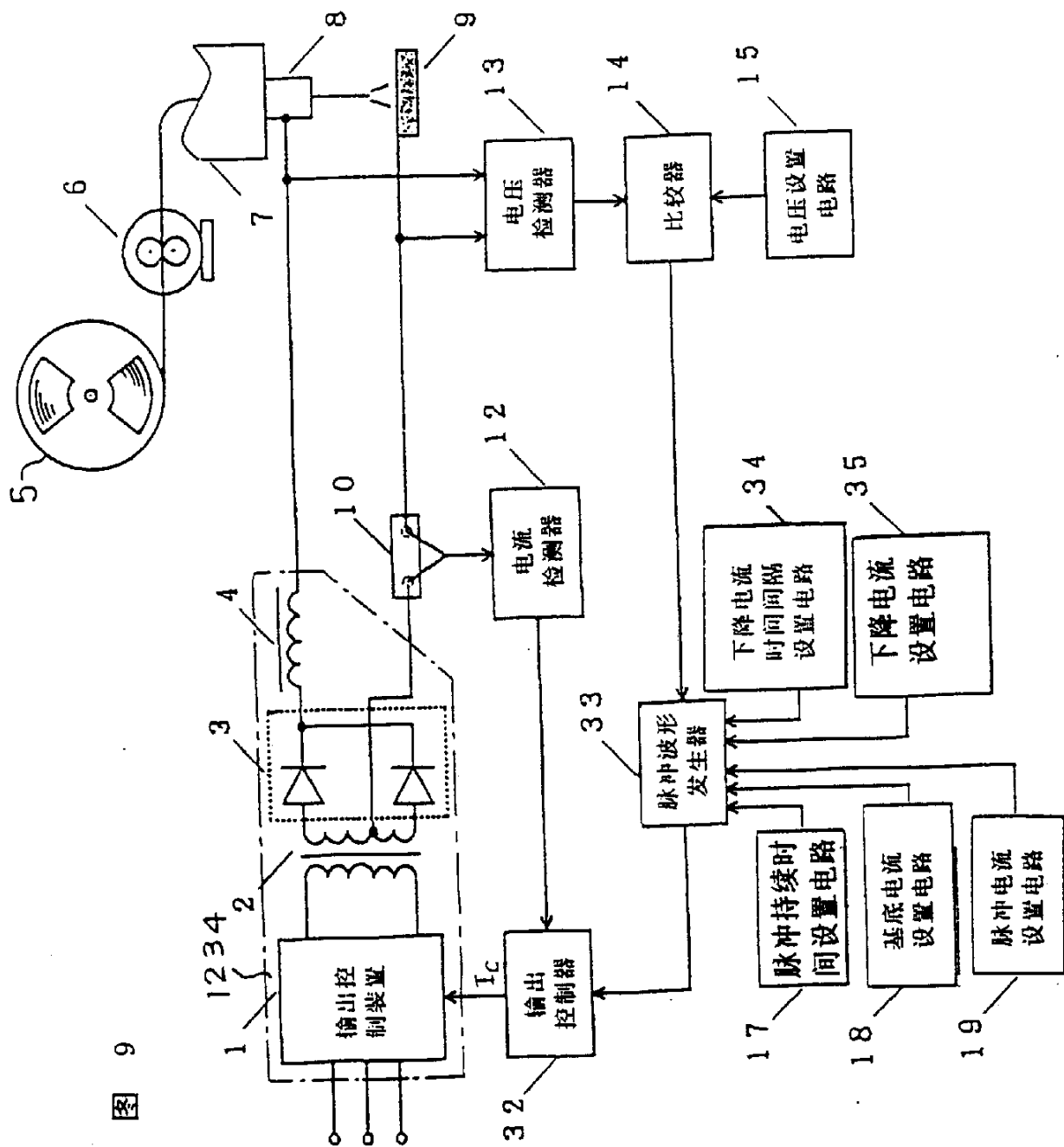
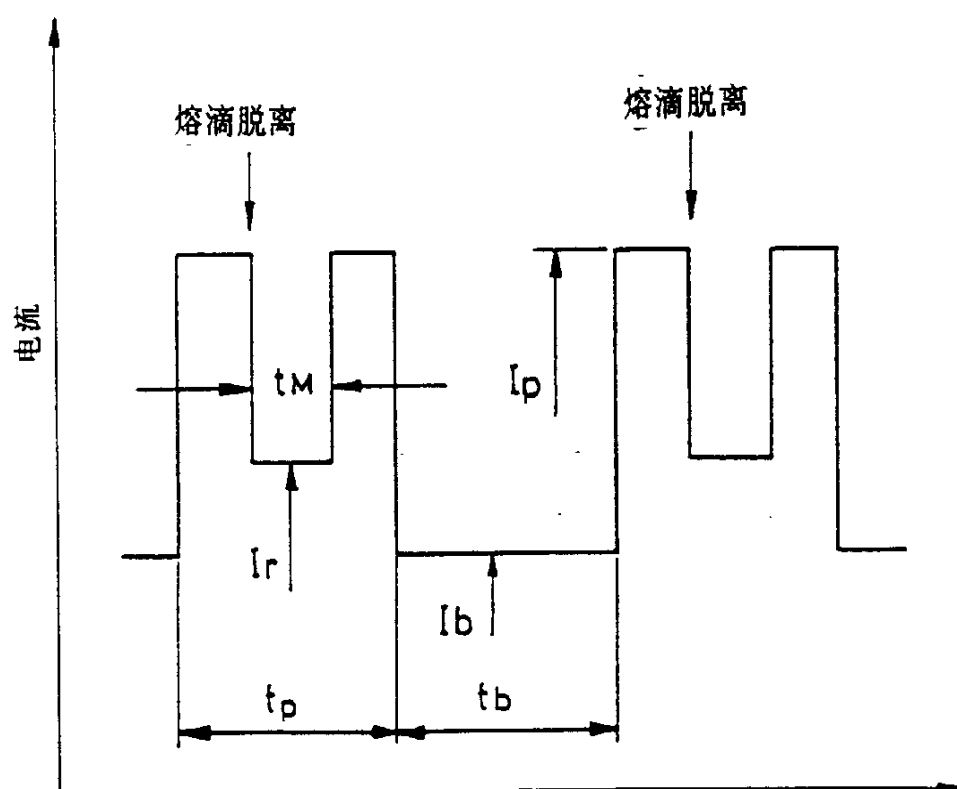
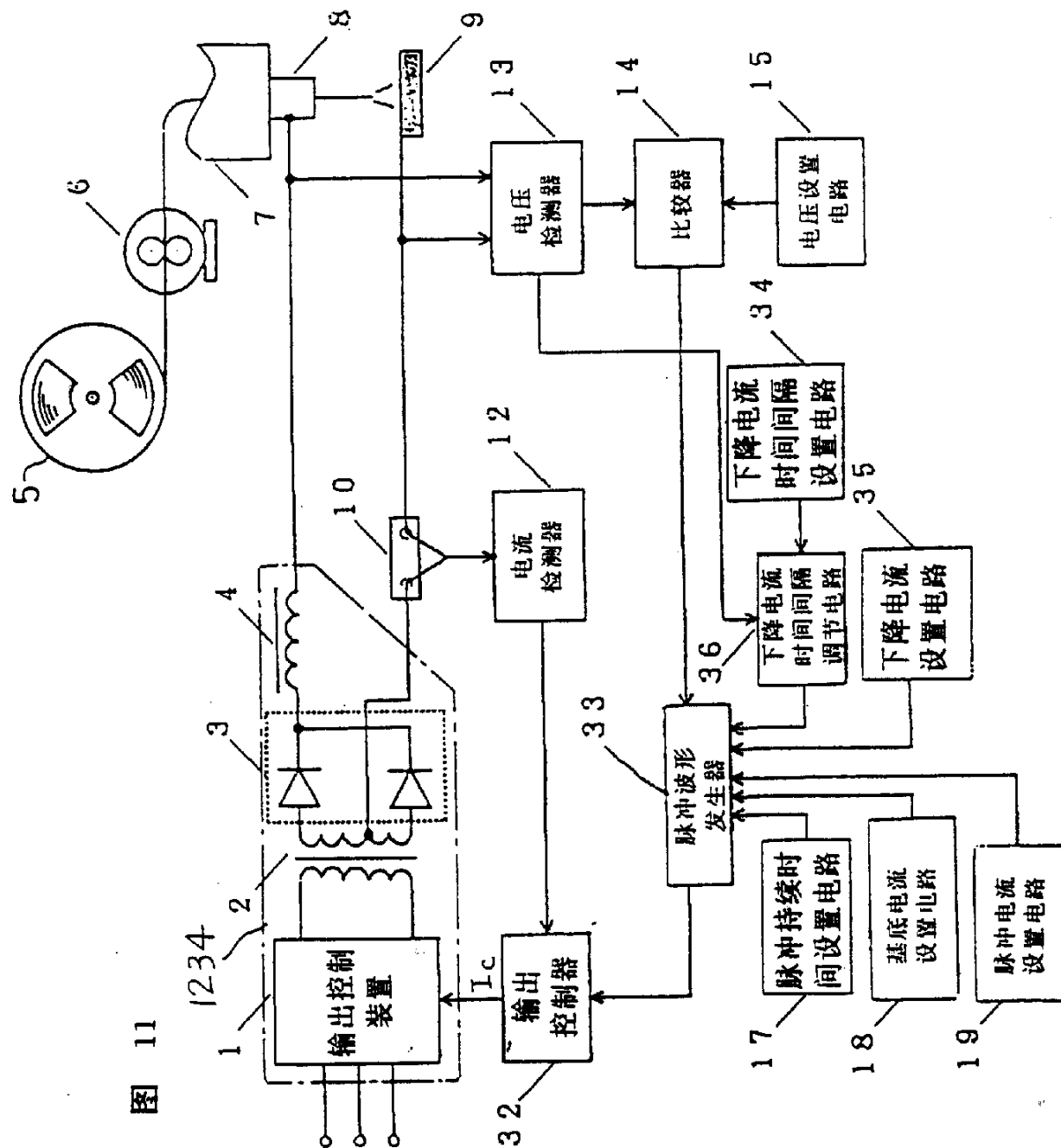


图 9

图 10





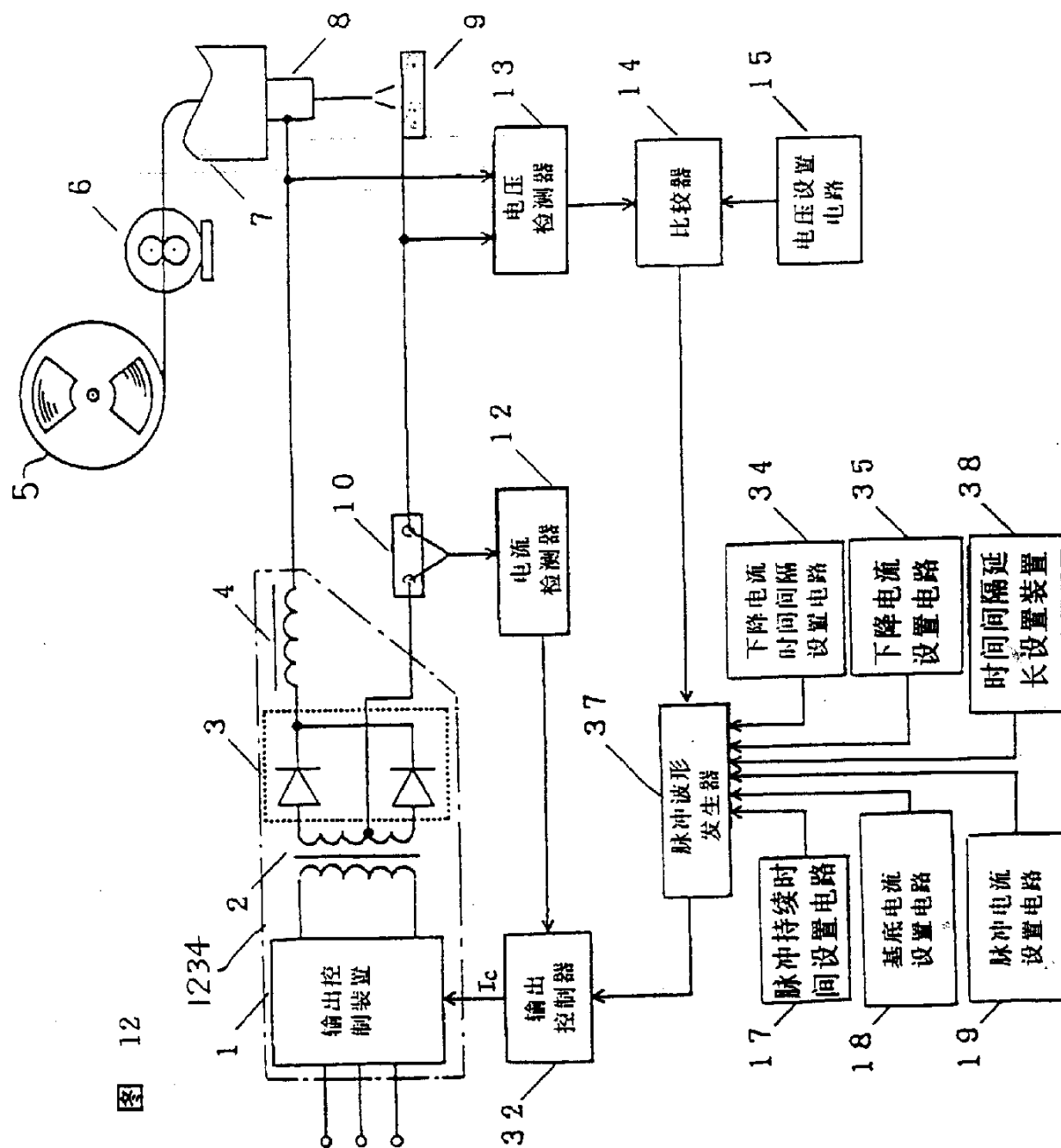
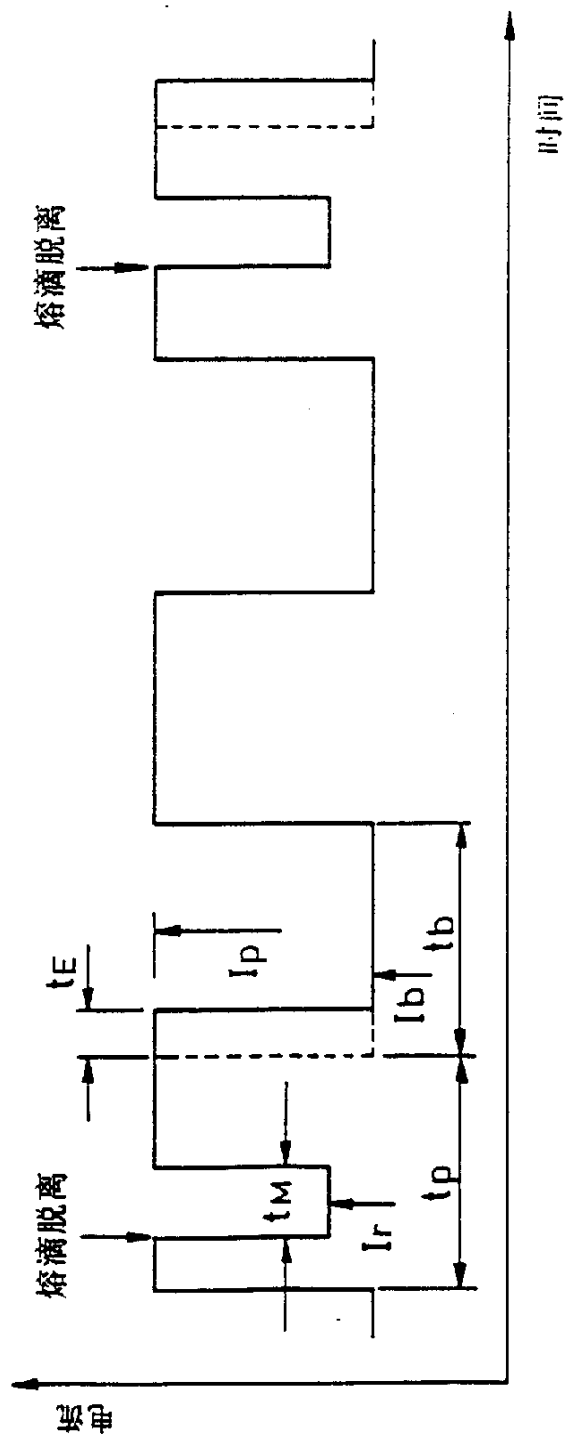
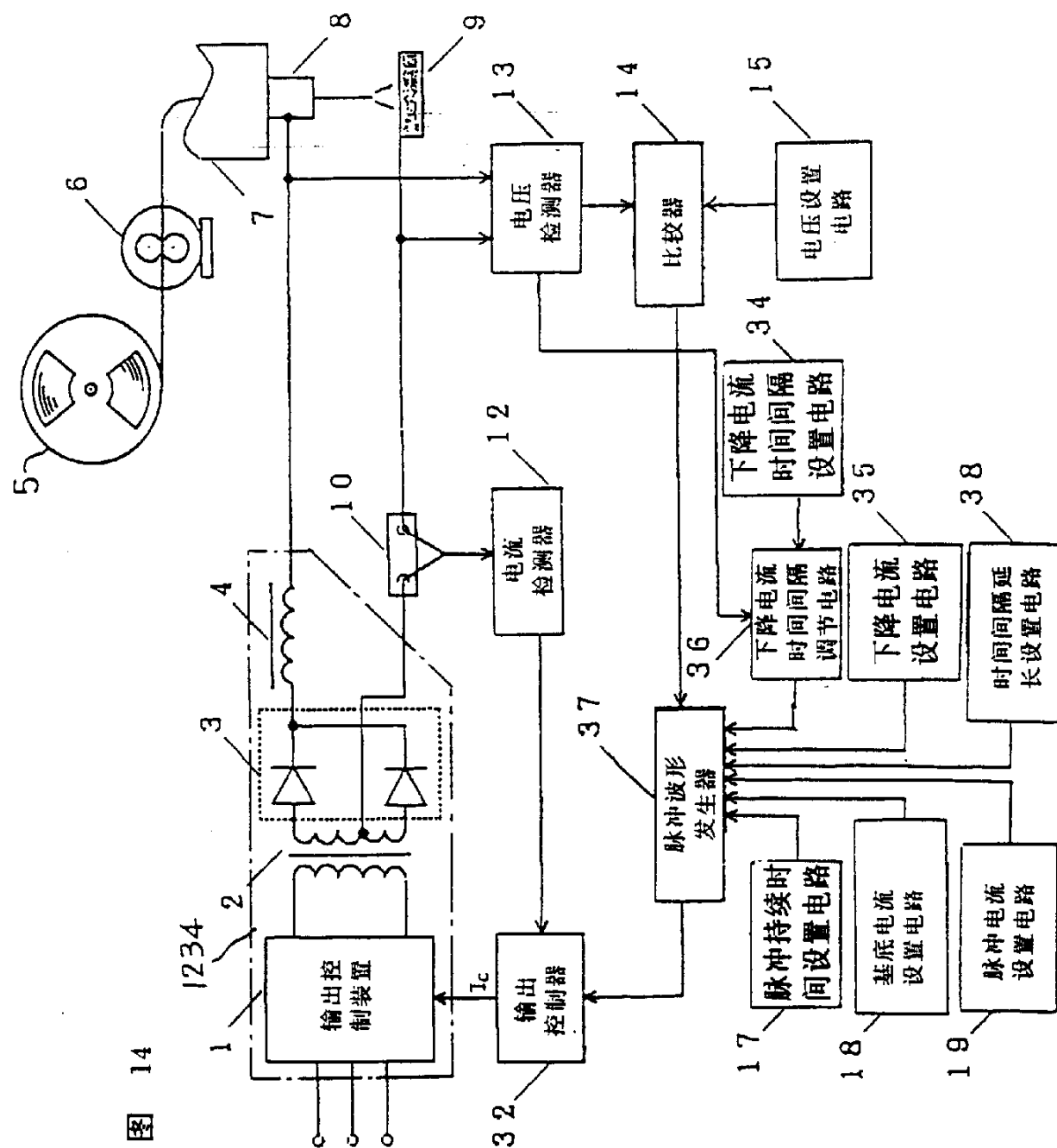


图 13





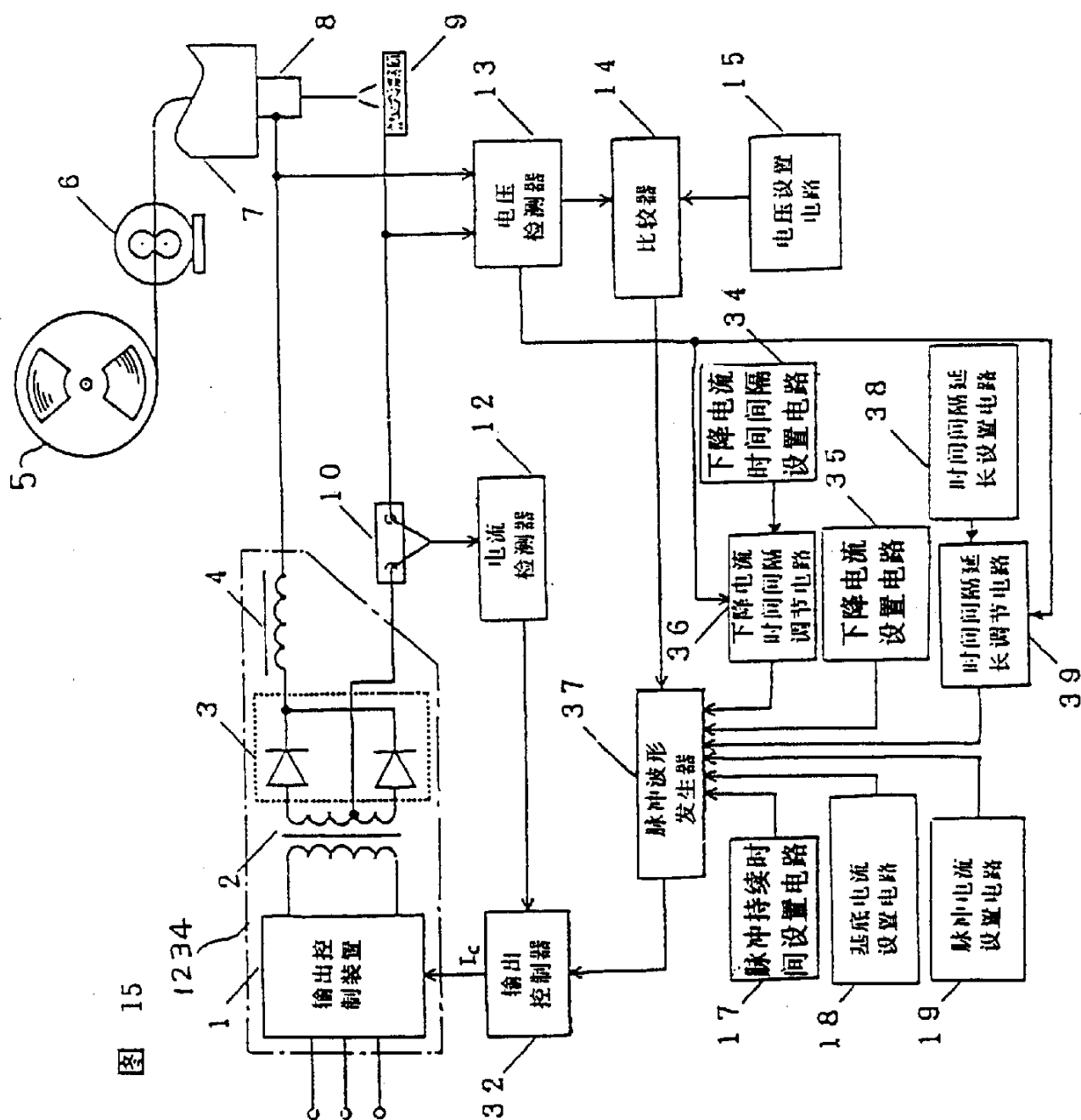


图 16

