



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102282640 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201080004621. 7

(22) 申请日 2010. 01. 13

(30) 优先权数据

12/354, 704 2009. 01. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 07. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/020947 2010. 01. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/083255 EN 2010. 07. 22

(73) 专利权人 李持国际有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 M·J·克里奇利 Y-K·曹

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

H01H 47/22(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006/0139839 A1, 2006. 06. 29,

CN 101150026 A, 2008. 03. 26, 说明书第3页  
第2段, 第5-6页.

审查员 韩静静

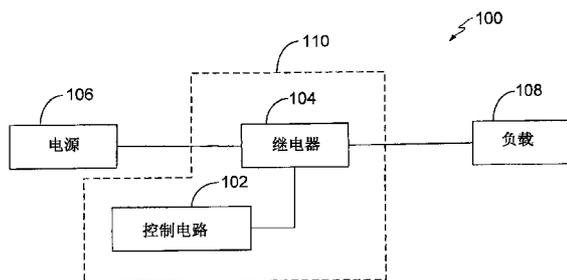
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

精确控制继电器操作特性的系统

(57) 摘要

本发明提供一种精确控制继电器的操作特性的系统。在一个实施例中, 本发明涉及具有随继电器温度而变化的性能特性的继电器, 其中该继电器包括多个操作阶段, 该多个操作阶段包括切换阶段, 并且本发明涉及被配置以至少在切换阶段期间向继电器提供预选电流的继电器控制电路, 其中尽管继电器的温度改变, 但预选电流保持基本恒定, 并且其中继电器被配置以在切换阶段期间从非激励位置转换到激励位置。



1. 一种精确受控继电器电路,包括:

继电器,所述继电器具有随所述继电器的温度变化的性能特性,其中所述继电器包括多个操作阶段,所述多个操作阶段包括切换阶段和保持阶段;以及

继电器控制电路,所述继电器控制电路包括线性稳压器和耦合到所述线性稳压器并与所述继电器串联的电阻器,所述线性稳压器被配置以至少在所述切换阶段和保持阶段期间向所述继电器提供相同的预选电流,

其中尽管所述继电器的所述温度改变,但所述预选电流保持基本恒定,

其中所述继电器被配置以在所述切换阶段期间从非激励位置转换到激励位置,以及其中所述继电器被配置以在所述保持阶段期间保持所述激励位置。

2. 根据权利要求 1 所述的电路,进一步包括:

电压源,所述电压源被配置以向所述继电器控制电路提供电压,所述电压的范围是从最小电压到最大电压;

其中尽管向所述继电器控制电路提供的所述电压改变,但所述预选电流保持基本恒定。

3. 根据权利要求 1 所述的电路,其中所述继电器控制电路包括线性稳压器。

4. 根据权利要求 3 所述的电路,进一步包括耦合到所述线性稳压器的输出和所述继电器的电阻器。

5. 根据权利要求 4 所述的电路,其中所述线性稳压器包括:

耦合到电压源的输入;以及

耦合到所述继电器的调节输入。

6. 根据权利要求 5 所述的电路,其中使用二极管将所述调节输入耦合到所述继电器,其中所述二极管的阴极被耦合到所述继电器。

7. 根据权利要求 1 所述的电路,其中所述继电器控制电路包括被配置以控制向所述继电器的电流流动的超控电路。

8. 根据权利要求 7 所述的电路,其中所述超控电路受外部电路控制。

9. 根据权利要求 1 所述的电路,其中所述继电器控制电路包括:

线性稳压器;

耦合到所述线性稳压器的电阻器;以及

耦合到所述电阻器和所述继电器的 MOSFET 开关;

其中所述 MOSFET 开关受外部电路控制。

10. 根据权利要求 9 所述的电路,其中所述线性稳压器包括:

耦合到电压源的输入;

耦合到所述电阻器的输出;以及

耦合到所述 MOSFET 开关的调节输入。

11. 根据权利要求 1 所述的电路,其中尽管所述继电器的所述温度改变,但所述精确受控继电器电路的操作特性保持基本不变。

12. 根据权利要求 11 所述的电路,其中所述操作特性包括操作电压、释放电压、操作时间和释放时间。

13. 根据权利要求 11 所述的电路,其中所述温度在 25 摄氏度到 85 摄氏度的范围内变

化。

14. 根据权利要求 13 所述的电路,其中尽管所述继电器的所述温度改变,但所述恒定电流的变化小于 2%。

15. 根据权利要求 13 所述的电路,其中尽管所述继电器的所述温度改变,但所述精确受控继电器电路的所述操作特性的变化小于 2%。

16. 根据权利要求 11 所述的电路,其中所述温度在 25 摄氏度到负 55 摄氏度的范围内变化。

17. 根据权利要求 16 所述的电路,其中尽管所述继电器的所述温度改变,但所述恒定电流变化小于 2%。

18. 根据权利要求 16 所述的电路,其中尽管所述继电器的所述温度改变,但所述精确受控继电器电路的所述操作特性的变化小于 2%。

19. 一种精确受控继电器电路,包括:

继电器,所述继电器具有随所述继电器的温度而变化的性能特性,其中所述继电器包括多个操作阶段,所述多个操作阶段包括切换阶段和保持阶段;

继电器控制电路,所述继电器控制电路包括线性稳压器和耦合到所述线性稳压器并与所述继电器串联的电阻器,所述线性稳压器被配置以至少在所述切换阶段和所述保持阶段期间向所述继电器提供相同的预选电流;以及

电压源,所述电压源被配置以向所述继电器控制电路提供电压,所述电压的范围是从最小电压到最大电压,

其中尽管向所述继电器控制电路提供的所述电压改变,但所述预选电流保持基本恒定,

其中所述继电器被配置以在所述切换阶段期间从非激励位置转换到激励位置,以及其中所述继电器被配置以在所述保持阶段期间保持所述激励位置。

## 精确控制继电器操作特性的系统

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及精确控制继电器操作特性的系统。更具体地,本发明涉及尽管电源电压和温度变化仍向继电器提供恒定电流的系统。

### 背景技术

[0002] 继电器通常在不需精确时序的条件下操作。然而,在一些应用中,精确控制继电器操作特性是必需的。继电器的重要操作特性包括操作电压、释放电压、操作时间和释放时间。对于具有正常断开触点的继电器,操作电压是在施加这样的操作电压之后实现继电器触点闭合需要最小继电器线圈电压。释放电压是在减小或移除这样的电压时,在触点断开之前导致继电器触点保持闭合的最大继电器线圈电压。操作时间是从施加继电器线圈电压直到触点闭合经过的时间。释放时间是从移除继电器线圈电压直到触点断开经过的时间。

[0003] 电磁继电器的操作受物理性质,例如动件 (moving parts) 的质量、组件之间的摩擦力、设计的机械优点和通过继电器马达或螺线管产生的磁力支配,磁力使可移动块移动从而闭合触点。温度通常不改变提供必需接触力需要的动件质量、组件摩擦力和机械效益。通过继电器马达或螺线管生成的磁力与线圈绕组的匝数和流过这些线匝的电流成正比。线圈匝数固定,但线圈绕组材料的电阻以及因此线圈电流根据绕组材料电阻的温度系数随温度变化。

[0004] 继电器的操作特性高度取决于根据线圈电阻而变化的线圈电流。因此,温度变化可导致继电器的操作特性实质改变,并且还在它们的设计中显示显著挑战。

### 发明内容

[0005] 本发明的各方面涉及精确控制继电器操作特性的系统。在一个实施例中,本发明涉及具有随继电器温度变化的性能特性的继电器,其中该继电器包括多个操作阶段,该多个操作阶段包括切换阶段,并且本发明涉及被配置以至少在切换阶段期间向继电器提供预选电流的继电器控制电路,其中尽管继电器的温度改变,预选电流保持基本恒定,并且其中继电器被配置以在切换阶段期间从非激励位置转换到激励位置。

[0006] 在另一实施例中,本发明涉及精确受控的继电器电路,该电路包括具有随继电器温度变化的性能特性的继电器,其中该继电器包括多个操作阶段,该多个操作阶段包括切换阶段,并且该精确受控的继电器电路具有被配置以至少在切换阶段期间向继电器提供预选电流的继电器控制电路,以及被配置以向继电器控制电路提供电压的电压源,所述电压的范围从最小电压到最大电压,其中尽管向继电器控制电路提供的电压改变,但预选电流保持基本恒定,并且其中继电器被配置以在切换阶段期间从非激励位置转换到激励位置。

### 附图说明

[0007] 图 1 是包括受根据本发明实施例的继电器控制电路控制的继电器的电力控制系

统的示意框图。

[0008] 图 2 是根据本发明实施例与继电器耦合的继电器控制电路的示意框图。

[0009] 图 3 是根据本发明实施例与继电器耦合的模拟继电器控制电路的示意图。

[0010] 图 4 是图 3 的模拟继电器控制电路的电源电压和线圈电流与时间的关系图。

[0011] 图 5 是图 3 的模拟继电器控制电路的线圈电压和线圈电流与时间的关系图。

[0012] 图 6 是根据本发明实施例耦合到继电器的继电器控制电路的示意图,该电路具有外部控制电路。

[0013] 图 7 是根据本发明实施例与继电器耦合的模拟继电器控制电路的示意图,该电路具有外部控制。

[0014] 图 8 是根据本发明另一实施例与继电器耦合的继电器控制电路的示意框图。

[0015] 图 9 是说明温度变化对常规未补偿继电器的操作特性影响的表格。

[0016] 图 10 是说明温度变化对由根据本发明实施例的继电器控制电路控制的继电器的操作特性影响的表格。

### 具体实施方式

[0017] 环境温度和电源电压中的变化可导致继电器的操作参数尤其是线圈电流的实质改变。缠绕继电器线圈的标准材料是铜磁线。对于负 55°C 到 85°C 的温度范围,对应 130°C 的温度变化,温度导致的电阻改变高达 60%。通常的 28 伏直流电 (VDC) 继电器可具有从 18 伏 DC 到 32 伏 DC (或短期高达 40VDC) 变化的操作电压范围。这导致高达 22VDC (40VDC 减 18VDC) 的最大电压范围,或约 50% 的总的变化。累积考虑温度和电压变化的组合,因此经常改变操作条件或特性多于 100%。因此,典型的继电器电路通常必须适应广泛变化的操作条件,这经常在它们的设计中迫使产生不希望的折衷。

[0018] 为说明这样的温度变化和导致的线圈电流改变,分析需要约 2 瓦的功率从而改变它的接点或触点位置的典型 28 伏继电器的操作。表 1 说明以约 32 伏被驱动的常规 28 伏继电器在温度范围内的操作特性。

[0019] 表 1

[0020]

线圈温度	-40°C	25°C	+85°C
额定电压 (线圈)	28	28	28
额定功率 (线圈)	2	2	2
在 25°C 的线圈电阻	290	290	290
公差 (-5%)	275	275	275
实际电阻	275	275	275
标称温度	25	25	25

工作温度	-40	0	85
温度范围	-65	0	60
在温度的电阻	191	275	353
二极管压降	0.7	0.7	0.7
线圈电压	32.2	32.2	32.2
实际电压	31.5	31.5	31.5
线圈电流 (A)	0.165	0.114	0.089

[0021] 在表 1 中,在包括  $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$  和  $85^{\circ}\text{C}$  的三个温度点示出继电器的特性。同样,在表 1 中,施加到线圈的实际电压为约 32 伏。最后的一行说明在所述三个温度点的线圈电流。表 2 说明以约 18 伏被驱动的常规 28 伏继电器在温度范围内的操作特性。

[0022] 表 2

[0023]

线圈温度	$-40^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C}$	$+85^{\circ}\text{C}$
额定电压 (线圈)	28	28	28
额定功率 (线圈)	2	2	2
在 $25^{\circ}\text{C}$ 的线圈电阻	290	290	290
公差 (+5%)	304	304	304
实际电阻	304	304	304
标称温度	25	25	25
工作温度	-40	0	85
温度范围	-65	0	60
在温度的电阻	211	304	390
二极管压降	0.7	0.7	0.7
线圈电压	18	18	18
实际电压	17.3	17.3	17.3
线圈电流 (A)	0.082	0.057	0.044

[0024] 在表 2 中,施加到线圈的实际电压为约 17 伏。如表 1 中显示的相同温度点  $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$  和  $85^{\circ}\text{C}$  的继电器特性也在该表 2 中示出。同样,在表 2 中,在  $85^{\circ}\text{C}$  发现最小线圈电流并且其为 0.044 安 (A)。在表 1 中,在  $-40^{\circ}\text{C}$  发现最大线圈电流并且其为 0.165A。最大线圈电流与最小线圈电流的比为 3.75。因此,在表 1 和表 2 中示出的经验数据说明在 18 到 32 伏的电压范围和  $-40^{\circ}\text{C}$  到  $85^{\circ}\text{C}$  的温度范围内的最大电流变化为 375%。

[0025] 现在转到附图,尽管电压和温度改变,但是继电器控制电路的实施例精确控制向继电器提供的电流。在许多实施例中,尽管电压和温度改变,但所述继电器控制电路提供恒定电流。在若干实施例中,所述继电器控制电路包括可调线性稳压器和控制电阻器,从而提供恒定电流。在其它实施例中,其它电路组件可用来提供恒定电流。

[0026] 在一个实施例中,继电器控制电路和受控继电器用来控制飞行器电气系统中的配电。可使用各种 DC 或 AC(单、双或三相)系统或其结合配电。在许多实施例中,继电器具有切换 DC 电源的一个负载开关。在若干实施例中,DC 电源以 28 伏、26 伏或 270 伏操作。在一个实施例中,DC 电源在 11 到 28 伏的范围中操作。在其它实施例中,继电器包括切换 AC 电源的三个负载开关。在一个实施例中,AC 电源以 115 伏和 400 赫兹频率操作。在其它实施例中,受继电器控制电路控制的各继电器具有可切换 DC 电源或单相 AC 电源的单负载开关。在其它实施例中,电源以其它电压和其它频率操作。在一个实施例中,DC 电源可包括电池、辅助电力单元和 / 或外部 DC 电源。在一个实施例中,AC 电源可包括发电机、冲压空气涡轮机和 / 或外部 AC 电源。

[0027] 图 1 是包括受根据本发明实施例的继电器控制电路 102 控制的继电器 104 的电力控制系统 100 的示意框图。继电器控制电路 102 和继电器 104 可有效形成抵抗并抵消影响继电器操作的可变因素的改变的精确受控继电器电路 110,影响继电器操作的可变因素的改变例如为电源电压或环境温度改变。继电器 104 被耦合到继电器控制电路 102、电源 106 和负载 108。在操作中,继电器 104 基于从继电器控制电路 102 接收的控制信号控制在电源 106 和负载 108 之间电流的流动。在一个实施例中,电源 106 是在飞行器中通常使用的电源。在此情况下,负载是飞行器负载,例如飞行器照明和 / 或飞行器加热和冷却系统。

[0028] 图 2 是根据本发明实施例的继电器控制电路 202 和继电器 204 的示意框图。继电器控制电路 202 耦合到继电器 204,并有效形成精确受控继电器电路 210。继电器控制电路 202 包括可调线性稳压器 214,其具有耦合到控制电阻器 216 的调节输入 215 和输出端子 217。可调稳压器 214 耦合到电源 212。控制电阻器 216 在节点耦合到继电器 204。将继电器 204 和电阻器 216 耦合起来的该节点还耦合到可调稳压器 214 的调节输入 215。

[0029] 在操作中,可调线性稳压器 214 在输出端子 217 和调节输入 215 两端保持相对恒定的电压。通过将控制电阻器 216 跨接放置在输出端子 217 和调节输入端子 215 之间,可调稳压器运作从而通过控制电阻器 216 提供恒定电流,并因此提供恒定压降。在继电器 204 的电阻根据温度或施加电压的改变而变化的情况下,可调稳压器运作从而补偿这些改变,以便提供恒定电流,不管所述变化。

[0030] 在一个实施例中,可调稳压器是加利福尼亚州 Milpitas 的 Linear Technology 公司制造的 LM117 正可调稳压器。在此情况下,该稳压器试图在输出端子和调节输入端子两端之间保持 1.25 伏的恒定基准电压。在该情况下,在稳压器 214 接通时向继电器 204 提供约 0.1A 的恒定电流。在继电器线圈 204 中的绕组的电阻响应温度改变而改变时,可调稳压

器调节在它的输出端子 217 提供的电压,从而保持约 0.1A 的恒定电流。例如,当温度提高时,继电器线圈 204 的电阻也增大。在此情况下,稳压器 214 必须增大在输出端子 217 的电压,以便保持恒定电流和在控制电阻器 216 的两端的基准电压。

[0031] 使用可调线性稳压器不仅提供保持继电器线圈中恒定电流的益处,也提供耐受向继电器供应的开关电压摆动的益处。例如,只要输入电压大于稳压器输出电压的量至少为压差(drop-out voltage),那么稳压器通常能够接受输入电压中的宽范围摆动。压差通常是稳压器的特性。

[0032] 在所说明的实施例中,控制电阻器为 12 欧姆。在其它实施例中,控制电阻器可采取其它值。在许多实施例中,控制电阻器可具有非常低的公差,从而使流过该电阻器的电流的变化最小化。

[0033] 在其它实施例中,能够提供恒定电流的其它电路可用来控制继电器。在一些实施例中,其它继电器控制电路可在提供恒定电流的同时容忍宽电压摆动。

[0034] 图 3 是根据本发明实施例的模拟继电器电路 310 的示意图。模拟继电器电路 310 用来检验特定继电器电路的操作特性,并且它包括与模拟继电器 304 耦合的模拟继电器控制电路 302,模拟继电器 304 耦合到瞬态抑制电路 318。模拟继电器控制电路 302 包括耦合到具有输出端子和调节端子的可调稳压器 314 的 AC 电压源 312。电阻器 316 和电容器 320 并联跨接稳压器 314 的输出端子和调节端子。第二电容器 322 将调节端子耦合到接地 323。接地 323 也耦合到电压源 312。

[0035] 模拟继电器 304 包括耦合到稳压器 314 的调节端子并经电感器 / 线圈 L1 耦合到接地 323 的电阻器 R2。电感器 L1 通过第三电容器 C3 并联耦合。模拟继电器 304 也包括耦合到稳压器 314 的调节端子和接地 323 的电阻器 R4。R2、L1、C3 和 R4 的组合提供通常继电器的电气特性。

[0036] 瞬态抑制电路 318 包括与两个齐纳二极管 (326、328) 串联耦合的二极管 324。齐纳二极管 328 的阴极耦合到接地 323。齐纳二极管 326 和 328 在相同方向上定向,以便齐纳二极管 326 的阴极耦合到齐纳二极管 328 的阳极。二极管 324 和齐纳二极管 326 以背对背配置连接,以使二极管 324 的阳极耦合到齐纳二极管 326 的阳极。二极管 324 的阴极耦合到稳压器 314 的调节端子。瞬态抑制电路 318 用齐纳二极管处理反偏电压尖峰,并使模拟继电器 304 有效放电。更具体地,瞬态抑制电路 318 可释放存储在线圈 L1 中的能量。

[0037] 在操作中,AC 电压源 312 在 10 毫秒 (ms) 延迟之后提供 32 伏的电压信号。因此该电压信号具有 10ms 的上升时间和 10ms 的下降时间。在其它实施例中,AC 电压源可提供在另一电压电平并具有其它时序特性的电压信号。

[0038] 图 4 是图 3 的模拟继电器控制电路的电源电压 410 和线圈电流 408 与时间 406 的关系图。线圈电流 408 由施加的电源电压 410 产生。电压刻度 402 和电流刻度 404 分别示出电源电压和线圈电流的幅值。水平虚线 412 表示线圈电流的幅值或量值,继电器接点或触点在该幅值闭合或相反改变位置(例如,对于正常闭合的继电器)。操作时间被说明为电源电压 410 的上升时间,或从电源电压 410 为 0 伏的时间到电源电压 410 在“触点闭合”线 412 处并约为 23 伏的时间。释放时间也可看作电源电压 410 中的下降时间,其中该下降时间是从去除电源电压 410 到触点在其断开的点(例如,刚好在电源电压 410 的下降部分上水平触点闭合线下面)的时间。

[0039] 在图 3 中描述的实施例的模拟测试中, 尽管电源电压沿 18 到 40VDC 的范围变化, 但操作时间不变。类似地, 尽管电源电压在从 18 到 40VDC 的范围变化, 但释放时间不变。在图 3 中描述的实施例的进一步模拟测试中, 尽管继电器线圈的温度变化, 但操作时间保持不变。类似地, 尽管继电器线圈的温度变化, 但释放时间保持不变。有效的是, 模拟测试显示尽管温度或向继电器施加的电压变化, 但精确受控模拟继电器的操作特性基本不变。

[0040] 在许多实施例中, 继电器的性能特性可分为多个操作阶段。例如, 在一些实施例中, 切换阶段可定义为继电器从非激励状态转换到激励状态的阶段。在一个实施例中, 切换阶段是对应操作时间的时段。在另一实施例中, 在继电器的保持阶段中可定义为继电器保持激励状态的阶段。在此使用的非激励状态意思是在少许或没有电压施加到继电器线圈时继电器的状态。在此使用的激励状态意思是在足以导致继电器触点的位置改变的开关电压施加到继电器之后继电器的切换状态。

[0041] 图 5 是图 3 的模拟继电器控制电路的通常线圈电压 510 和线圈电流 508 与时间 506 的关系图。电压刻度 502 和电流刻度 504 分别示出线圈电压和线圈电流的量值或幅值。水平虚线 512 表示线圈电流 508 的幅值, 继电器触点在该幅值闭合或相反被切换。

[0042] 图 6 是根据本发明实施例的具有外部控制电路 620 的继电器控制电路 602 的示意图。继电器控制电路 602 包括具有调节输入 615 和耦合到控制电阻器 616 的输出端子 617 的可调线性稳压器 614。尽管输入电压变化, 但可调稳压器可保持恒定电压。可调稳压器 614 还耦合到电源 612。控制电阻器 616 在节点耦合到继电器 604。将继电器 604 和电阻器 616 耦合的节点也经二极管 618 耦合到可调稳压器 614 的调节输入 615。二极管 618 的阳极耦合到稳压器 614 的调节输入 615。二极管 618 的阴极耦合到继电器 604。

[0043] 外部控制电路 620 耦合到线性稳压器 614 的调节输入 615。在图 6 说明的实施例中, 外部控制电路 620 被显示为简单的单掷开关。在其它实施例中, 外部控制电路 620 可包括耦合到开关设备的控制和处理电路的其它形式。外部控制电路 620 可使继电器控制电路 602 能够遥控。在图 6 说明的实施例中, 外部控制电路被配置以拉动稳压器控制输入到接地。在此情况下, 稳压器 614 停用, 并且继电器去激励。在许多实施例中, 外部控制电路 620 能够不管稳压器 614 的电流状况而超控 (override) 继电器。在一些实施例中, 外部控制电路有效禁用继电器 604。

[0044] 在操作中, 另外, 继电器控制电路 602 可以参照图 2 的实施例描述的方式操作。

[0045] 图 7 是根据本发明实施例具有外部控制电路的模拟继电器控制电路的示意图。该外部控制电路包括控制晶体管 Q1 以便驱动稳压器 U1 的调节端子到接地的电压源 V2。在其它方面中, 图 7 的实施例可类似于为图 3 描述的模拟继电器控制电路操作。

[0046] 图 8 是根据本发明另一实施例与继电器 802 耦合的继电器控制电路 800 的示意框图。继电器控制电路 800 包括控制向继电器 802 流动的电流的功率 MOSFET 开关 804、提供恒定电流的控制电阻器 806、提供恒定电压的线性稳压器 808、为稳压器 808 调节电源电压的预稳压器电路 810, 以及控制电路 812, 控制电路 812 控制 MOSFET 开关 804 从而连接和断开到继电器 800 的恒定电流。

[0047] MOSFET 开关 804 的漏极端子被耦合到继电器 802。MOSFET 开关 804 的源极端子被耦合到控制电阻器 806, 并耦合到线性稳压器 808 的调节输入“ADJ”。控制电阻器 806 被耦合到稳压器 808 的“OUT”端子。稳压器 808 的“IN”端子耦合到预稳压器电路 810。预稳压

器电路 810 耦合到电压源 811。电压源 811 也耦合到控制电路 812。控制电路 812 通过信号源电路耦合到 MOSFET 开关 804 的栅极。RC 电路将 MOSFET 开关 804 的栅极耦合到该源。在若干实施例中，MOSFET 开关 804 是 P- 沟道功率 MOSFET。

[0048] 在操作中，控制电路 812 经由信号源控制 MOSFET 开关 804。在信号源被驱动到接地时，开关 804 的栅极电压变为在源极端子的电压的一部分。该部分取决于在所说明的分压器中的电阻器阻值。在图 8 说明的实施例中，在信号源已经被驱动到接地时，栅极电压可以是源极电压的六分之一。在一个实施例中，源极端子电压为约 12 伏。在此情况下，栅极电压为约 2 伏，并且  $-V_{GS}$  电压大于阈值开启电压（例如，约 4 伏）。在此情况下，MOSFET 开关 804 接通或开启，并向继电器 802 提供恒定电流。在信号源被驱动到电源电压而不是接地时，栅极被驱动到较高电压，并且  $-V_{GS}$  不再大于阈值。在此情况下，MOSFET 开关断开，并且少许或没有电流向继电器供应。在其它实例中，可通过切换 ADJ 端子到接地控制稳压器 808。

[0049] 预稳压器电路 810 调节向稳压器提供的电压。在一些实施例中，该预稳压器电路包括抑制瞬态例如电源电压尖峰的瞬态抑制电路。

[0050] 在一个实施例中，可调稳压器是加利福尼亚州 Milpitas 的 Linear Technology 公司制造的 LM317 正可调稳压器。在所说明的实施例中，控制电阻器具有 9.1 欧姆的电阻。在其它实施例中，控制电阻器可具有大于或小于 9.1 欧姆的电阻值。在一个实施例中，MOSFET 开关是加利福尼亚州 El Segundo 的 International Rectifier 公司制造的 IRFR5410 P- 沟道功率 MOSFET。在一个实施例中，继电器 802 控制在飞行器上副电源和主总线之间的电力流。在此情况下，该继电器可能必须在短时间内对电力的突然损失做出反应。在该情况下，实际上抗温度和电压变化的精确受控继电器电路可迅速反应从而向飞行器主总线切换辅助电源。在其它实施例中，该继电器控制电路用来在其它电源和总线之间或在电力系统的其它组件之间切换电力。

[0051] 图 9 是说明温度变化对常规或未补偿继电器的操作特性影响的表格。在图 9 中示出的数据基于不受能够供应恒定电流的继电器控制电路控制并因此有效地不受补偿的继电器。前两行表明温度对特定未补偿继电器操作特性或参数的一般影响。例如，如果温度升高，如在从表格顶部的第二行（行二）中示出，那么继电器电阻上升，继电器电流下降，操作电压上升，释放电压上升，操作时间上升，并且释放时间上升。然而，如果温度降低，如在第三行中示出，那么继电器电阻下降，继电器电流上升，操作电压下降，释放电压下降，操作时间下降，并且释放时间下降。

[0052] 当温度范围为从  $+25^{\circ}\text{C}$  到  $+85^{\circ}\text{C}$ （第五行）时，继电器电阻变化约 20%，继电器电流变化约 20%，操作电压变化约 20%，释放电压变化约 20%，操作时间变化约 20%，并且释放时间变化约 20%。类似地，当温度范围为从  $+25^{\circ}\text{C}$  到  $-55^{\circ}\text{C}$ （第六行）时，继电器电阻变化约 30%，继电器电流变化约 30%，操作电压变化约 30%，释放电压变化约 30%，操作时间变化约 30%，并且释放时间变化约 30%。因此，图 9 的表格证实在常规继电器操作中由于温度造成的总体可观的变化。

[0053] 在为未补偿继电器示出的图 9 的表格中，从继电器触点断开到继电器触点闭合的过渡时间在继电器线圈电流上升的约 70% 发生，其中在继电器触点闭合之前，继电器触点移动约 7% 的线圈电流上升时间。

[0054] 图 10 是说明温度变化对受根据本发明实施例的继电器控制电路控制的继电器的操作特性影响的表格。与图 9 的未补偿的继电器相反,由于温度变化,受恒定电流控制电路控制的继电器的操作特性改变约 1%。恒定电流受控继电器因此可显著优于常规继电器耐受操作温度的改变。在此情况下,在性能时序方面获得明显优势。在一些实施例中,恒定电流受控继电器的使用提供降低的功耗,从而可使继电器产生较少的自生成热并具有较长的寿命。

[0055] 尽管上面描述含有本发明的许多特定实施例,但这些实施例不应被解释为视对本发明的保护范围的限制,而应只是一个实施例的例子。因此,本发明的范围不应以所说明的实施例确定,而应以权利要求和它们的等同物确定。

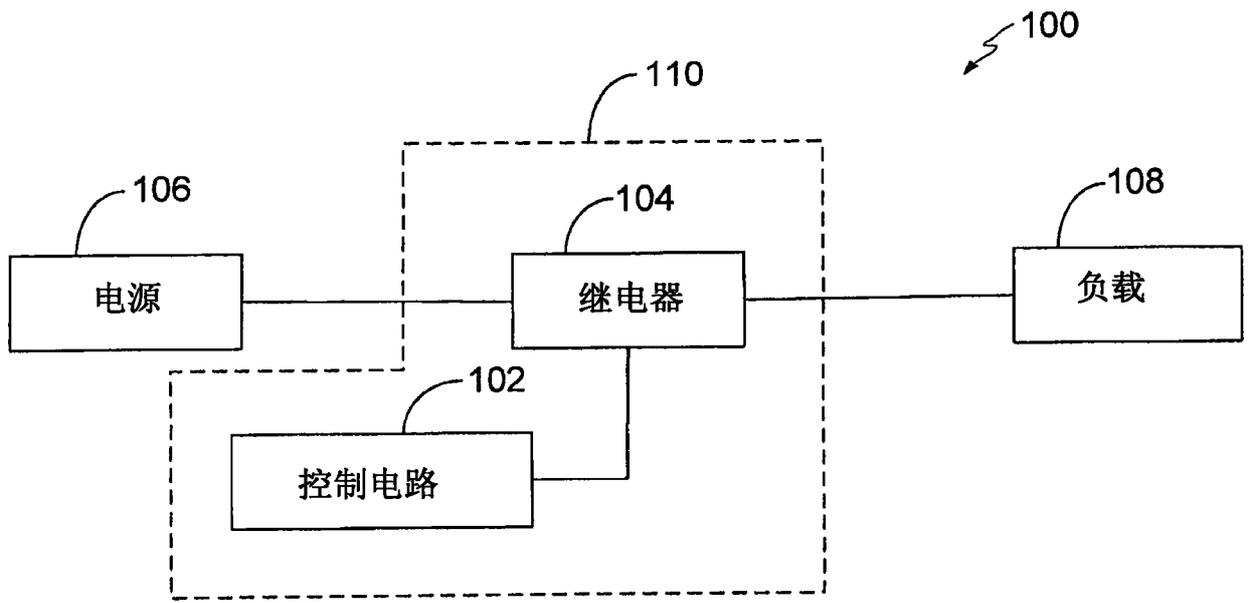


图 1

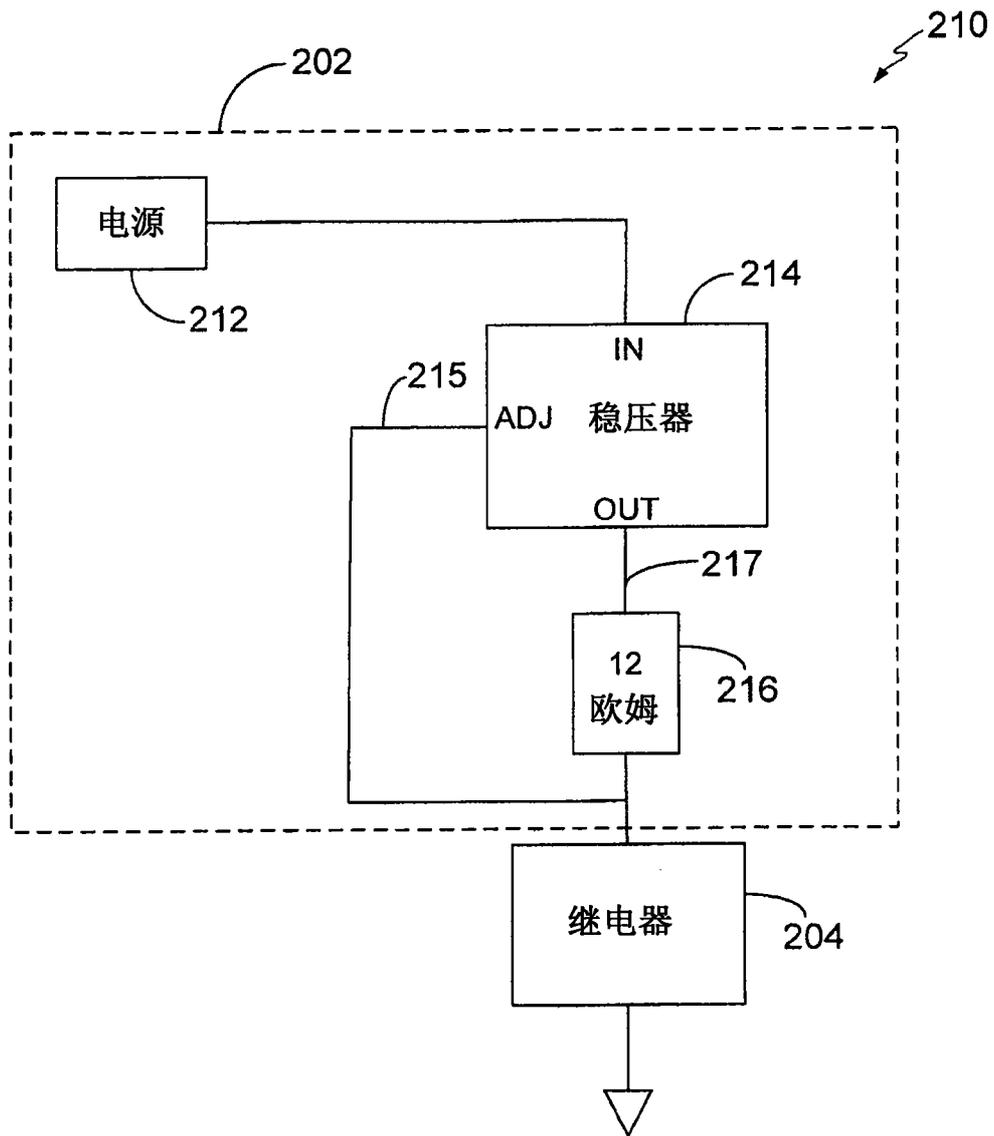


图 2

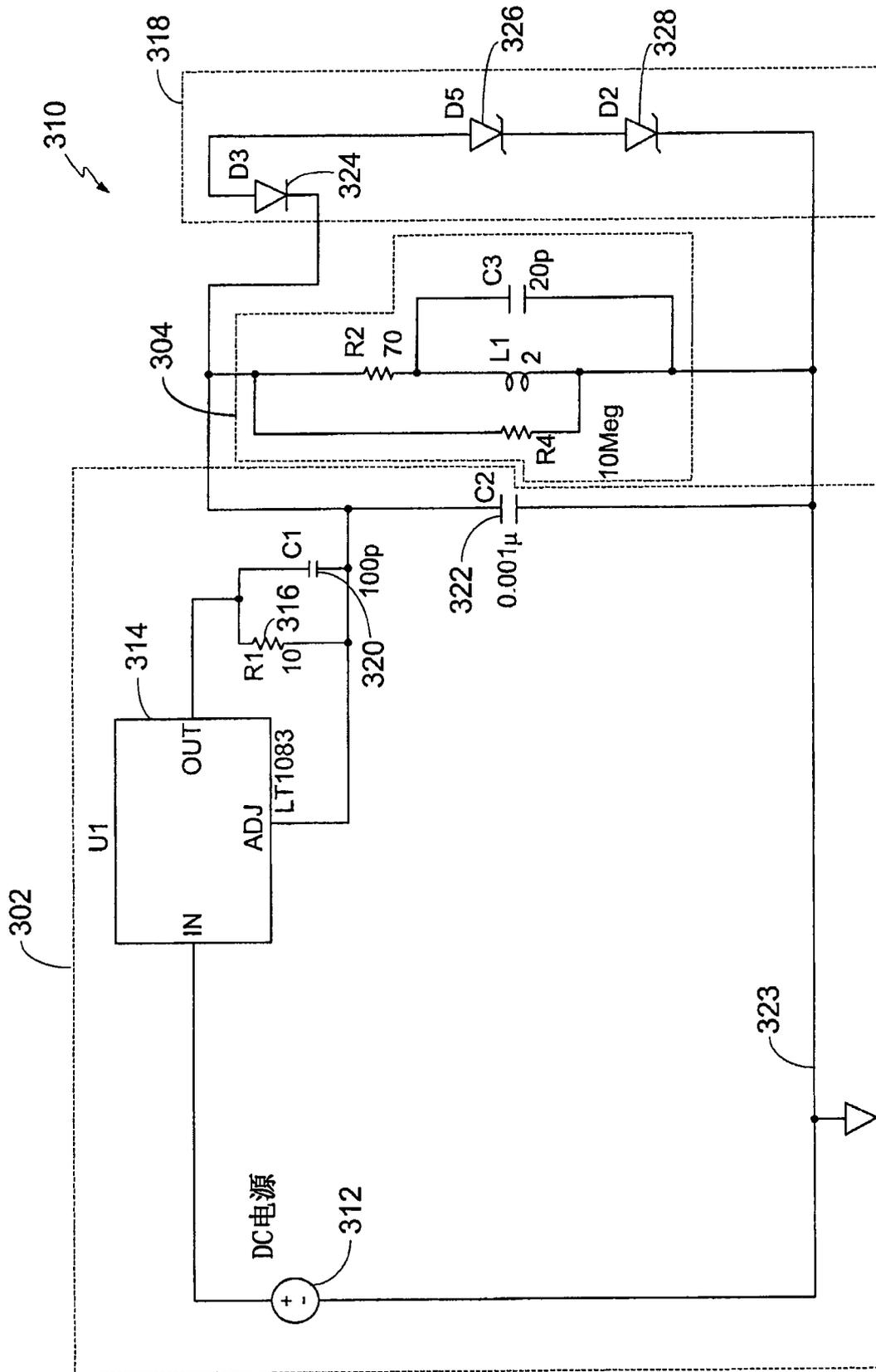


图 3

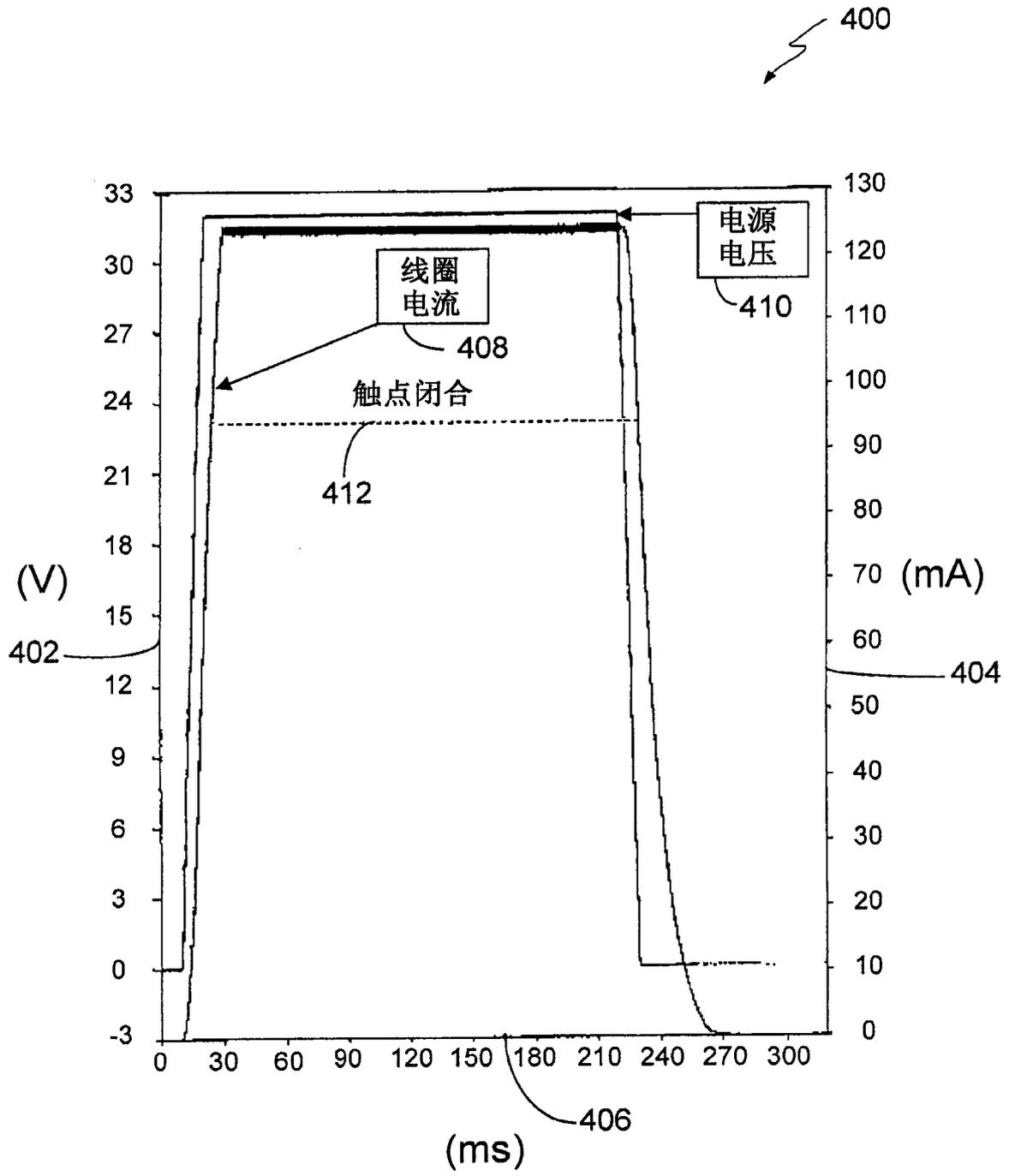


图 4

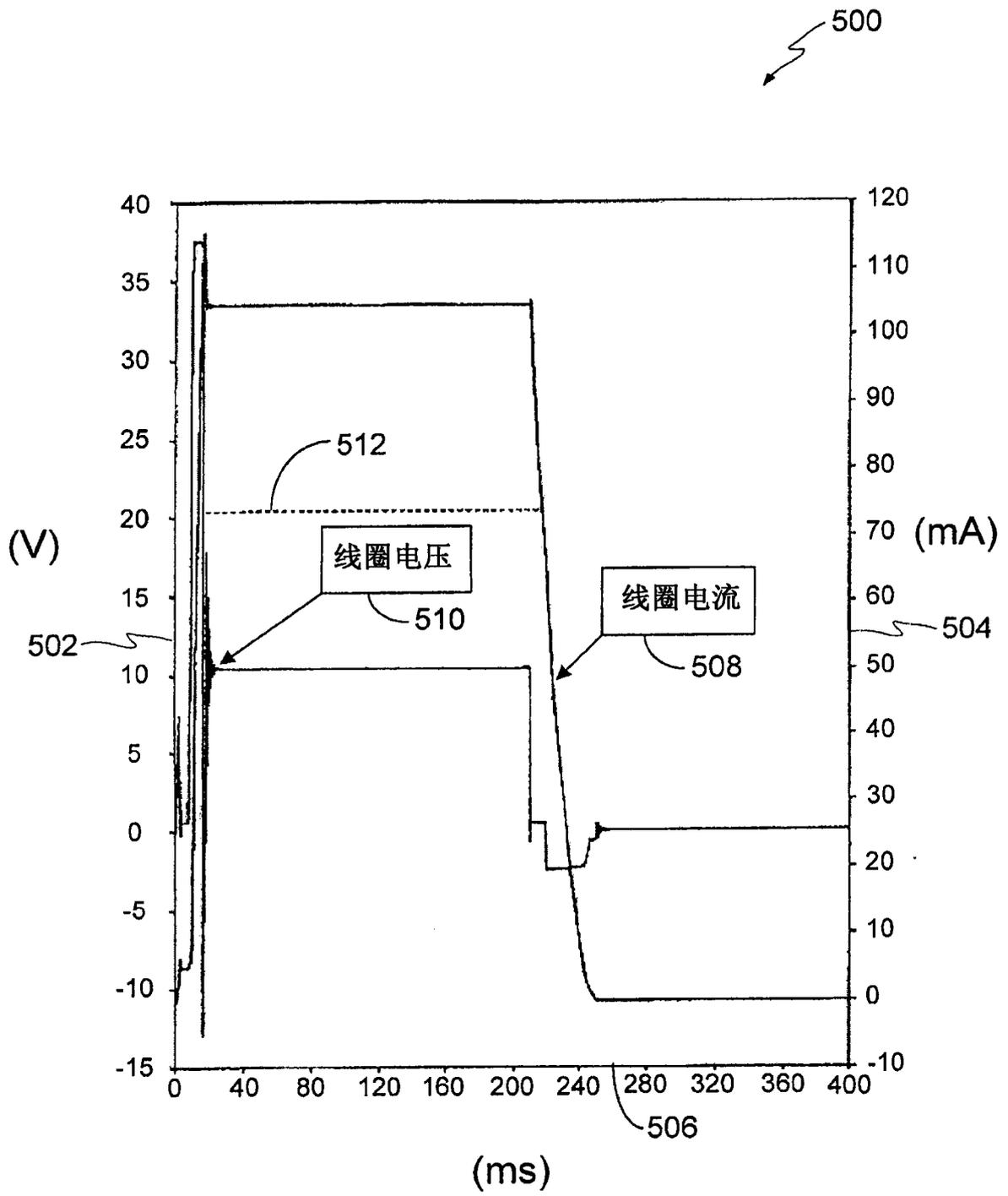


图 5

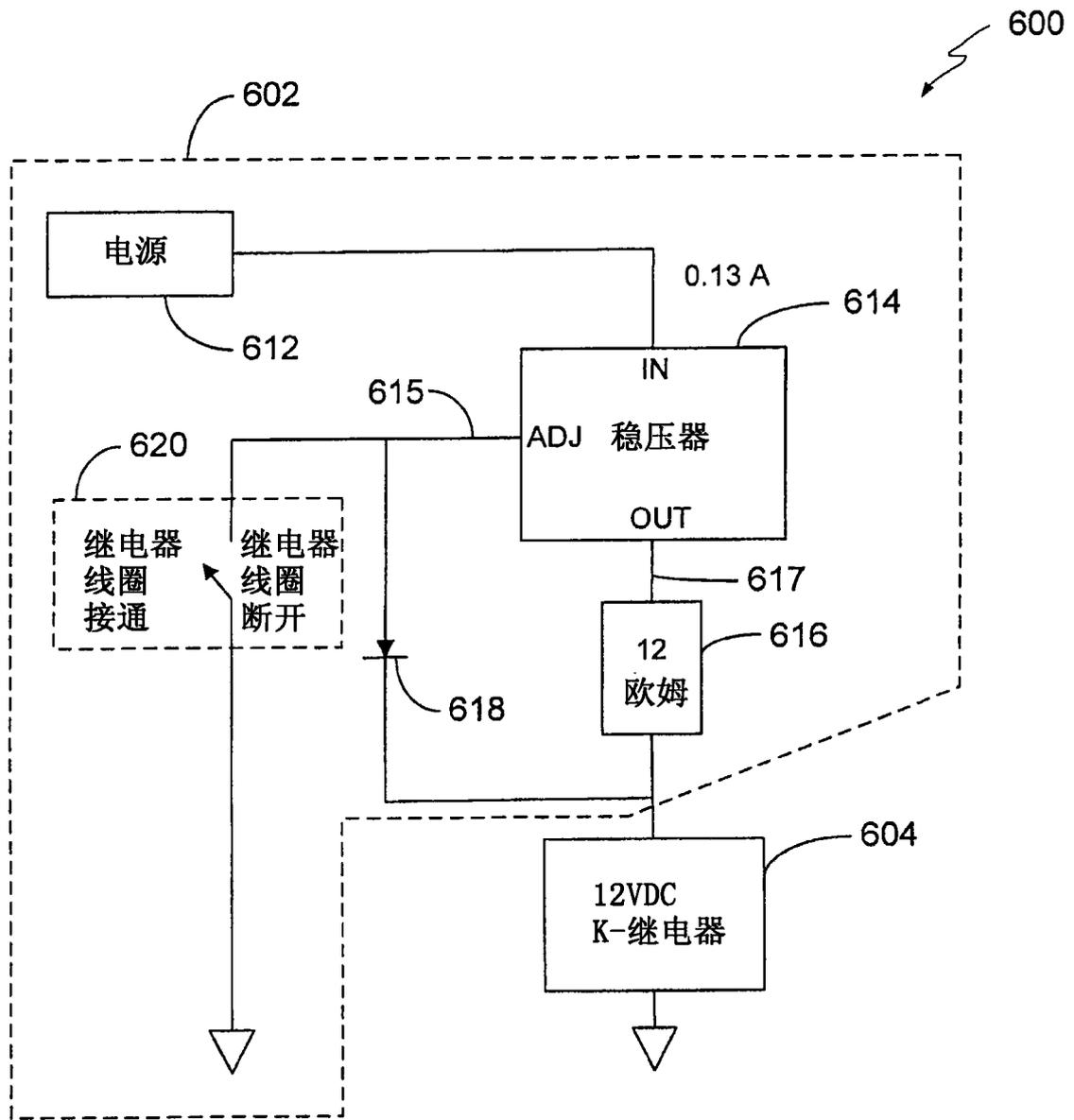


图 6

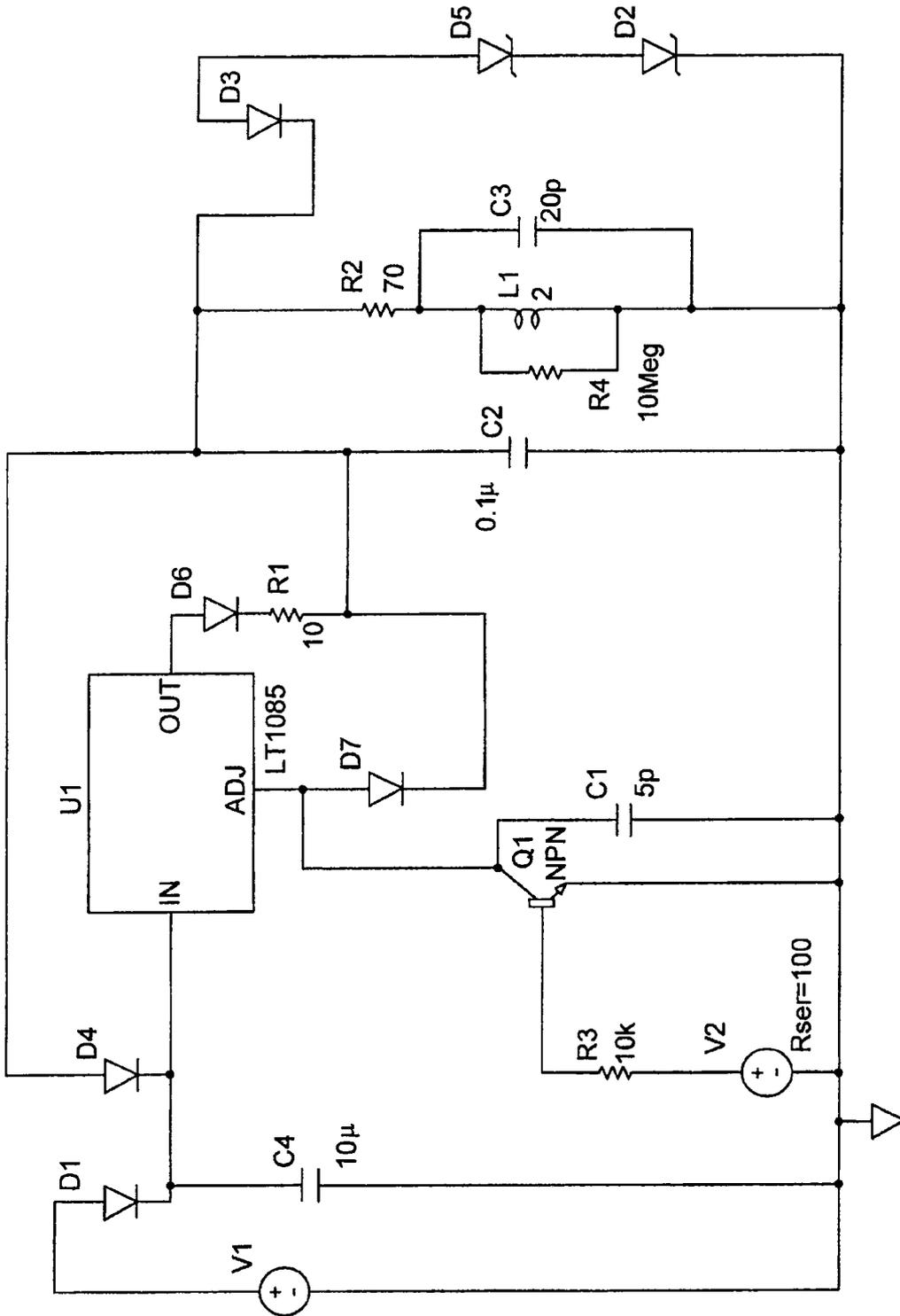


图 7

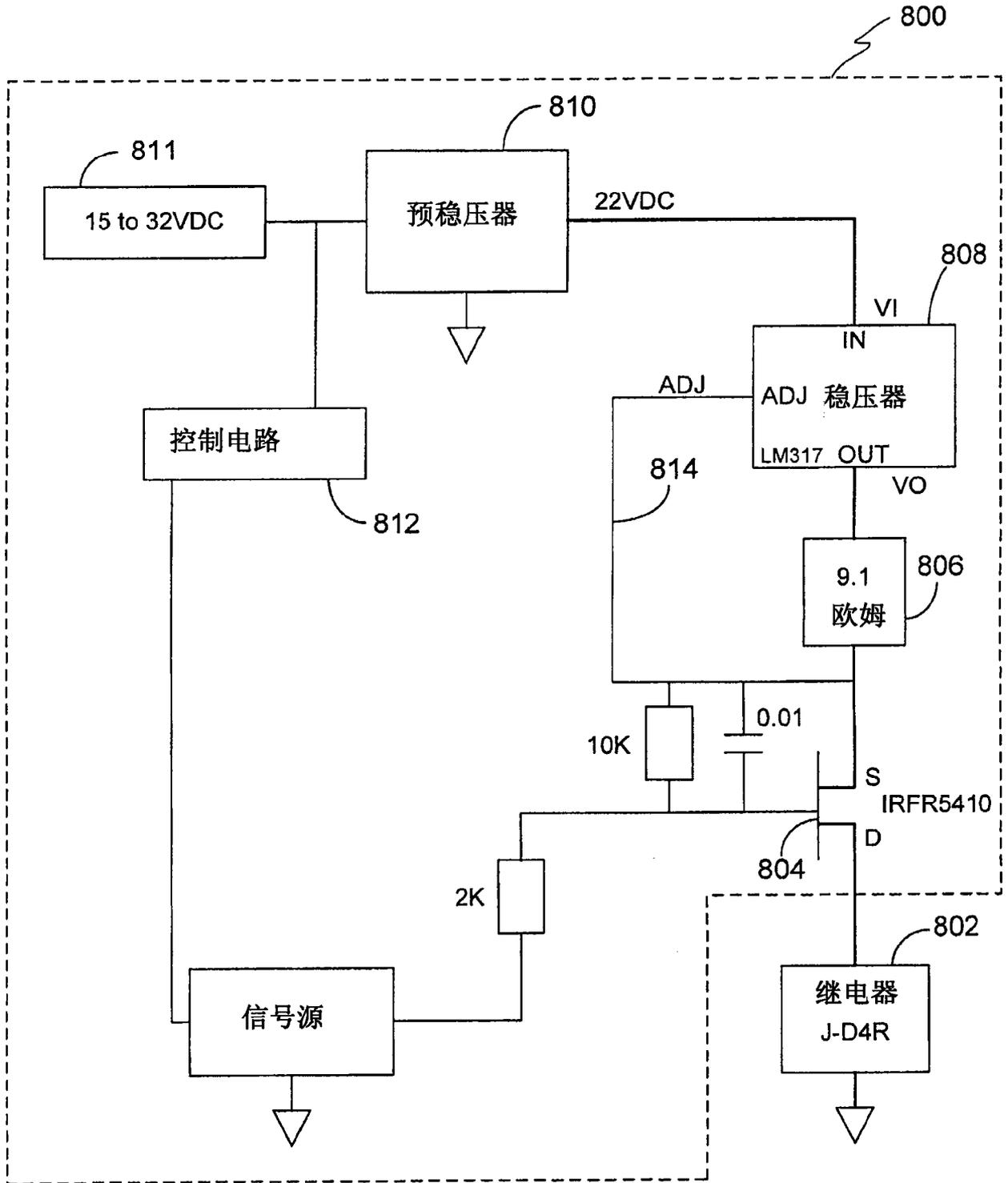


图 8

未补偿继电器的参数依赖

温度	电阻	电流	操作电压	释放电压	操作时间	释放时间
提高	上升	下降	上升	上升	上升	上升
降低	下降	上升	下降	下降	下降	下降
10度	~4%	~4%	~4%	~4%	~0.4%	~0.4%
+25度到+85度	~20%	~20%	~20%	~20%	~20%	~20%
+25度到-55度	~30%	~30%	~30%	~30%	~30%	~30%

图 9

从断开到闭合的过渡时间在线圈电流上升时间的约 70% 发生, 并且在电流上升结束之前移动线圈电流上升时间的 7% 到闭合。

补偿继电器的参数依赖

温度	电阻	电流	操作电压	释放电压	操作时间	释放时间
升高	上升	下降	上升	上升	上升	上升
降低	下降	上升	下降	下降	下降	下降
10度	~0%	~0%	~4%	~4%	~0.4%	~0.4%
+25度到+85度	~1%	~1%	~1%	~1%	~1%	~1%
+25度到-55度	~1%	~1%	~1%	~1%	~1%	~1%

图 10

从断开到闭合的电枢过渡时间在线圈电流上升时间的约 70% 发生, 并且在电流上升结束之前移动线圈电流上升时间的 7% 到闭合。