



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102089837 B

(45)授权公告日 2018.07.20

(21)申请号 200980126637.2

(22)申请日 2009.07.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 102089837 A

(43)申请公布日 2011.06.08

(30)优先权数据
569615 2008.07.07 NZ

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2011.01.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/NZ2009/000137 2009.07.07

(87)PCT国际申请的公布数据
W02010/005324 EN 2010.01.14

(73)专利权人 苹果公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 帕特里克·爱国·胡 司平
库纳尔·巴格瓦 菲迪·米什里基

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.
H02J 50/10(2016.01)
H02J 5/00(2016.01)
H02J 7/02(2016.01)

(56)对比文件
US 5311198 A,1994.05.10,说明书第3栏第65行至第4栏第60行,图1.

WO 2004/105208 A1,2004.12.02,说明书第2页第25行至第5页第9行,第8页第14-27行.

WO 2006/049606 A1,2006.05.11,说明书第3页第10行至第7页第27行,图1.

CN 1383526 A,2002.12.04,全文.

CN 1996711 A,2007.07.11,全文.

审查员 王光军

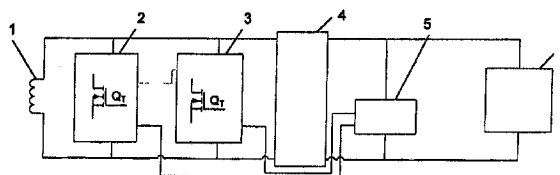
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

非接触功率接收器及操作方法

(57)摘要

一种非接触功率接收器,其设置有动态调谐的拾波线圈。使用在其操作的一部分内以线性模式操作的半导体开关来动态地调谐此功率接收器的功率传输量。半导体开关由被配置为根据系统要求实施一些控制策略的控制器来驱动。可以使用半导体开关自身或者结合电抗元件来动态地调谐拾波线圈。在一些实施形式中,非接触功率接收器可以被配置为与耗电电子设备或无线传感设备一起工作。非接触功率接收器可以与设备的储能部件集成在一起,以提供针对现有产品的改进方案。随后设备可以被放置在由充电板产生的平面磁场的附近。



1. 一种适用于感应耦合功率传输系统的非接触功率接收器,包括:

a. 拾波线圈;

b. 与用于对功率接收器进行调谐的电容器或电感器串联连接的半导体开关;以及

c. 控制电路,所述控制电路在半导体开关的操作范围的至少一部分内以半导体开关在断开与接通欧姆区之间动态切换的线性模式驱动所述半导体开关的栅极,以基于所述非接触功率接收器的输出对所述功率接收器进行调谐,

其中,所述控制电路包括运算放大器,所述运算放大器被配置成将基准电压与所述非接触功率接收器的输出进行比较,以为至少一个半导体开关的栅极提供驱动电压,从而以所述线性模式驱动所述至少一个半导体开关,以基于所述非接触功率接收器的输出来提供对所述功率接收器的控制。

2. 如权利要求1所述的功率接收器,包括另一半导体开关,其中所述半导体开关与所述电容器串联连接并且所述另一半导体开关与所述电感器串联连接,并且串联连接的所述半导体开关与所述电容器和串联连接的所述另一半导体开关与所述电感器并联连接,用于对所述功率接收器的混合式调谐。

3. 如权利要求1所述的功率接收器,其中多个半导体开关被并联地使用,以对所述功率接收器进行调谐。

4. 如权利要求1所述的功率接收器,其中所述控制电路包括比较器、运算放大器、微控制器、具有查找表和门阵列逻辑器件的微控制器中的至少一种。

5. 如权利要求1或3所述的功率接收器,其中所述功率接收器与可再充电的储能设备集成在一起。

6. 如权利要求1或3所述的功率接收器,其中所述功率接收器被包括在电子设备中。

7. 如权利要求1所述的功率接收器,其中所述半导体开关和控制电路被包括在集成电路中。

8. 如权利要求1所述的功率接收器,其中,所述拾波线圈与另一电容器并联连接。

9. 在其中功率发送器经由磁场发送功率到功率接收器的拾波线圈的、适用于感应耦合功率传输系统的非接触功率系统中,一种通过用半导体开关在断开与接通欧姆区之间动态切换的线性模式驱动与电容器或电感器接成电路的半导体开关的栅极以改变施加在拾波线圈两端的电阻,来在包括拾波线圈的功率接收器的操作范围的至少一部分内对所述功率接收器进行调谐的方法,

所述方法包括:通过运算放大器将基准电压与所述功率接收器的输出进行比较,以为至少一个半导体开关的栅极提供驱动电压,从而以所述线性模式驱动所述至少一个半导体开关,以基于所述功率接收器的输出来提供对所述功率接收器的控制。

10. 如权利要求9所述的方法,其中以线性模式操作多个半导体开关,以改变功率接收器的调谐。

11. 如权利要求9或10所述的方法,其中设置多个半导体开关与所述拾波线圈并联,并且以线性模式调制所述半导体开关中的一个或更多个,用于精细调谐。

12. 如权利要求9或10所述的方法,其中用来对所述功率接收器进行调谐的控制策略包括施密特触发器、比例控制、积分控制和微分控制中的一种。

13. 如权利要求9所述的方法,其中,所述拾波线圈与另一电容器并联连接。

14. 一种与电子设备一同使用的系统,包括:

- a. 功率发送器,所述功率发送器包括为产生磁场的线圈供给能量的驱动电路;以及
- b. 如权利要求1至8中的任一项所述的功率接收器,其中所述功率接收器经由储能设备与电子设备相连接或者直接与电子设备相连接。

15. 如权利要求14所述的系统,其中所述电子设备是耗电电子设备。

16. 如权利要求14所述的系统,其中所述非接触功率接收器被放置在由充电板所产生的平面磁场中。

17. 一种适用于感应耦合功率传输系统的非接触功率接收器,包括:

- a. 拾波线圈输入端;
- b. 与用于对功率接收器进行调谐的电容器或电感器串联连接的半导体开关;以及
- c. 控制电路,在与连接至拾波线圈输入端的拾波线圈一起使用时,所述控制电路在半导体开关的操作范围的至少一部分内以半导体开关在断开与接通欧姆区之间动态切换的线性模式驱动所述半导体开关的栅极,以基于所述非接触功率接收器的输出对所述功率接收器进行调谐,

其中,所述控制电路包括运算放大器,所述运算放大器被配置成将基准电压与所述非接触功率接收器的输出进行比较,以为至少一个半导体开关的栅极提供驱动电压,从而以所述线性模式驱动所述至少一个半导体开关,以基于所述非接触功率接收器的输出来提供对所述功率接收器的控制。

18. 如权利要求17所述的功率接收器,其中,所述拾波线圈输入端与另一电容器并联连接。

非接触功率接收器及操作方法

技术领域

[0001] 本发明属于感应耦合功率传输系统(ICPT)技术领域。更具体而言,本发明涉及包括以线性模式操作的半导体开关的非接触功率接收器。

背景技术

[0002] 非接触功率系统由非接触功率发送器和一个或更多个非接触功率接收器构成,其中所述非接触功率发送器包括被提供有来自于电源的交流电流的传导通道。这些非接触功率接收器靠近传导通道但是与传导通道电隔离。非接触功率接收器包括拾波线圈,在该拾波线圈中通过传导通道所产生的磁场感应出电压,并且非接触功率接收器为电负载供能。通常使用调谐电容器来对拾波线圈进行调谐,以增加系统的功率传输容量。

[0003] 非接触功率接收器的问题之一是:当非接触功率接收器的负载轻时,它们的效率低(例如当由功率接收器所供能的马达在等待来自于控制系统的命令时处于空转状态的情况下)。通过由拾波线圈与负载之间的功率控制器实现能流控制,可以克服这点。

[0004] 功率控制器的一个实施方式是使用短路开关作为拾波电路的部件,以按照需要将拾波线圈从负载去耦。这种方法在转让给Auckland UniServices Limited(奥克兰联合服务有限公司)的美国专利5,293,308的说明书中进行了描述并被称作为“短路控制”。

[0005] 虽然这种技术解决了从拾波到负载的能流控制问题,但是特别是在轻负载时短路开关会导致大的传导损耗,因为拾波电路在没有负载或轻负载的条件下几乎总是被短路。

[0006] 非接触功率系统的另一个问题是因负载条件和其他电路参数的改变而导致的频率变化。这会导致拾波线圈在所感应的电压幅度和短路电流方面发生改变,这影响系统的功率传输容量。这在固定的或被动调谐的非接触功率接收器中尤其成为问题。

[0007] 在美国专利说明书US2007/109708A1和US7,382,636B2中描述的一种方法是通过改变功率接收器的有效电容或电感来对功率拾波器(power pick-up)进行动态的调谐或去调谐。这使得非接触功率接收器能够补偿因参数改变而导致的频率漂移。通过采用与电容器或电感器串联的两个半导体开关来改变有效电容或电感。此外,需要一种感测拾波线圈电流幅度和相位的装置来使得能对可变电容器或电阻器进行软切换。通过实施动态调谐,由于能够对拾波线圈共振频率进行精细调谐,因此不仅能补偿频率漂移,而且还能实现比被动调谐的系统的品质因数(通常 $Q < 6$)更高得多的品质因数($Q > 10$)。更高的品质因数增加了系统的功率传输容量。

[0008] 为了使非接触功率拾波电路小型化,去除在高频时特别复杂的拾波线圈传感器是有利的。去除它会消除对可变电容器或电感器进行软切换的能力,即系统现被硬切换。这种实施方式导致过高的电流或电压,因为在切换过程期间电感器电流会被切断或者电容器会被短路。所导致的开关瞬态引起电磁干扰、调谐半导体开关的应力,并且因过度的功率损失而降低了系统功率效率。最严重的情况下这会导致系统失效。

[0009] 本发明的一个目的是提供一种用于非接触功率接收器的装置或者用于控制非接触功率接收器的方法,其会改善现有系统的一个或更多个缺点,或者会至少提供给公众有

用的备选方案。

发明内容

[0010] 根据一个示例性实施例,提出了一种适用于感应耦合功率传输系统的非接触功率接收器,包括:

[0011] a. 拾波线圈;

[0012] b. 与用于对功率接收器进行调谐的电容器或电感器串联连接的半导体开关;以及

[0013] c. 控制电路,所述控制电路在半导体开关的操作范围的至少一部分内以线性模式驱动半导体开关,以基于非接触功率接收器的输出对功率接收器进行调谐。

[0014] 根据另一个示例性实施例,提出了一种与电子设备一同使用的系统,包括:

[0015] a. 功率发送器,其包括为产生磁场的线圈供给能量的驱动电路;以及

[0016] b. 如本文前述的功率接收器,其中所述功率接收器经由储能设备与电子设备相连接或者直接与电子设备相连接。

[0017] 根据另一个示例性实施例,在其中功率发送器经由磁场发送功率到功率接收器的拾波线圈的非接触功率系统中,提出了一种通过改变功率接收器的调谐,来在功率接收器的操作范围的至少一部分内对功率接收器进行调谐的方法。

[0018] 根据另一个示例性实施例,提出了一种适用于感应耦合功率传输系统的非接触功率接收器,包括:

[0019] a. 拾波线圈输入端;

[0020] b. 与用于对功率接收器进行调谐的电容器或电感器串联连接的半导体开关;以及

[0021] c. 控制电路,所述控制电路在与连接至拾波线圈输入端的拾波线圈一起使用时,在半导体开关的操作范围的至少一部分内以线性模式驱动半导体开关,以基于非接触功率接收器的输出对功率接收器进行调谐。

附图说明

[0022] 并入在本说明书中且构成本说明书的一部分的附图图示出本发明的实施例,并且与上面给出的本发明的发明内容和下面给出的具体实施方式一起用于解释本发明的原理。

[0023] 图1示出非接触功率接收器的框图;

[0024] 图2示出包括由控制电路驱动并与拾波线圈连接的一个半导体开关的电阻式调谐的非接触功率接收器的一个实施形式;

[0025] 图3示出包括由控制电路驱动并与拾波线圈连接的一个半导体开关的电容式调谐的非接触功率接收器的一个实施形式;

[0026] 图4示出包括由控制电路驱动并与拾波线圈连接的一个半导体开关的电感式调谐的非接触功率接收器的一个实施形式;

[0027] 图5示出包括与拾波线圈并联连接并由控制电路驱动的和与电容器连接的半导体开关和与电感器连接的另一个半导体开关的混合式调谐的非接触功率接收器的一个实施形式;

[0028] 图6示出使用与拾波线圈连接并由包括运算放大器的控制电路驱动的一个半导体开关的电容式调谐的具体实施形式;以及

[0029] 图7示出用来对用于实施调谐的半导体开关实施控制策略的简单算法。

具体实施方式

[0030] 图1示出了一种非接触功率接收器,其包括与一个或更多个半导体开关2、3连接的拾波线圈1。这些半导体开关2、3由调制半导体开关2、3的控制电路5驱动。这种设计还包括全桥或半桥整流电路4,以提供DC(直流)电能给控制电路5和电子或储能设备6。

[0031] 当靠近磁场时,在拾波线圈1中感应出电动势。当磁场与拾波线圈1之间的磁耦合相比于传统的变压器非常弱时,所感应的电压通常不适合直接使用。

[0032] 需要功率控制器来根据电子或储能设备6的功率要求对功率进行调节。拾波线圈1也需要被调谐,以便增加系统的功率传输容量。可以使用动态调谐方法来调节功率并且使得能对拾波线圈1进行调谐,以增加或减少系统的功率传输容量。这种补偿方法还允许非接触功率接收器跟踪系统频率的变化。

[0033] 申请人发现,对以欧姆线性模式调制半导体开关2、3的非接触功率接收器进行动态调谐提供了优于开关模式切换的性能优点。

[0034] 基于激活开关模式的调谐要求系统被软切换,这需要电流传感器检测拾波线圈1的相位和幅度。这些传感器是大型设备并且经常要求专用的信号处理电路。

[0035] 如果在没有这种传感器的情况下使用基于激活开关模式的调谐,则所述开关就是所谓的被硬切换,并且电容式或电感式调谐元件在各个半导体开关接通时被有效地短路。这导致开关瞬态,所述开关瞬态引起电磁干扰并且使电容式或电感式调谐元件和半导体开关自身承受应力,影响整个系统的效率和可靠性。

[0036] 半导体开关在接通时可以在欧姆(线性)区或激活(饱和/完全导通)区内操作。如果半导体开关在断开与接通欧姆区之间循环,则就是所谓的以线性模式操作。如果它在断开与接通激活区之间循环,则就是所谓的以开关模式操作。

[0037] 以线性模式操作半导体开关克服了这些问题,因为该开关在电容式或电感式调谐元件的情况下作为电阻元件。例如,在半导体开关是MOSFET(金属氧化物半导体场效应管)的情况下,这通过将栅极驱动电压控制为处在MOSFET的欧姆区内来实现。

[0038] 图2至5是仅示出主要元件的图1的简略形式。图2示出包括以线性模式驱动的半导体开关7的电阻式调谐。这种方法的优点在于,它允许精细调谐,而不需要电抗部分,这增加了系统的形状因数。

[0039] 图3示出包括与图示的电容器9串联的半导体开关8的电容式调谐。这种方法的优点在于,它提供大的功率传输容量调谐范围。

[0040] 图4示出包括与电感器11串联的半导体开关10的电感式调谐。这种方法的优点在于,它为系统提供更好的调谐分辨率进而提供对功率传输容量更加准确的控制。

[0041] 图5示出包括与电感器13和电容器15串联的半导体开关12、14的混合式调谐。此实施方式具有电容式和电感式调谐的优点。根据非接触功率接收器的要求,可以并联地使用多个上述开关。

[0042] 控制电路5基于非接触功率接收器的输出对半导体开关进行切换。控制电路可以使用简单模拟设备诸如比较器或运算放大器来实施控制策略或者可以使用高级数字设备诸如包括查找表或门阵列逻辑器件的微控制器。

[0043] 以线性模式操作半导体开关2、3以改变跨接在拾波线圈1上的有效电阻的方法包括按照要求仅以线性模式或者以线性和开关模式调制半导体开关2、3。在包括多个半导体开关2、3的非接触功率接收器之中,一些可以在线性模式下操作于精细调谐,而另一些可以在开关模式下操作于粗略调谐。根据所要求的调谐,一个半导体开关可以被切换为完全导通,而另一个开关可以通过线性模式操作被用来实施精细调谐。

[0044] 用来实施线性模式调谐的控制策略包括施密特触发器,比例控制器、积分控制器和微分控制器。

[0045] 图6示出使用电容式调谐的系统的一个实例。在此实施例中,使用半导体开关25来对电容器23进行切换,以对拾波线圈1进行调谐。此半导体开关除了它的体二极管之外还具有外部二极管24,以通过此半导体开关24减少传导损失。电容器21被布置为与拾波线圈并联,以调整非接触功率接收器的调谐范围。在本设计中,二极管22被用来实现半桥整流器。

[0046] 用来控制半导体开关25的控制电路装置包括使用来自于端子34的反馈的运算放大器28。运算放大器将端子34处的电压与用齐纳二极管31实现的基准电压进行比较。电阻器29、30被用来实现分压器,以保证运算放大器28的输入电压低于其最大水平并且与齐纳二极管31所施加的基准电压相对应。

[0047] 这种控制电路有效地实施图7所示的施密特触发器控制策略。使用电阻器27、26来配置运算放大器,以保证半导体开关25的栅极驱动电压被控制为使其以线性模式受调制。

[0048] 以下是与图6中的附图标记相对应的部件的值:

附图标记	值
C1	1.36μF
C2	1.5μF
C4	1μF
D1	BAT54
D2	BAT54
D3	2.4V
L1	4.4μH
Q1	BCY-W3/B.8
R1	150R
R6	5k6
R8	10k
R9	2K
RFeedback	50K
U1	LT1464ACS8

[0049]

[0050] 这种非接触功率接收器可以被集成在储能设备(例如电池或电容器)或电子设备(例如,可再充电的耗电设备)之内,以使得系统能够接收无线功率。半导体开关2、3和控制电路5可以被集成在集成电路(IC)上,且拾波线圈1和其他部件被连接至此IC的端子作为外设。

[0051] 这种非接触功率接收器可以被放置在平面磁场的附近,这使得在拾波线圈1中感应出电动势并且允许非接触功率接收器提供功率给设备。平面磁场可以通过无线充电板来产生。

[0052] 由于系统的功率传输容量是基于设备的功率要求来被调整的,所以这种装置和方法允许非接触功率接收器实施能流控制并且在低负载时以有效的方式工作。这种非接触功率接收器由于它能动态地调谐自身,因此还能够针对系统中的频率变化进行调整。

[0053] 由于这种系统不要求另外的庞大的拾波线圈传感器来对系统和相关控制电路进行软切换,因此本系统还能够以较少的部件数量、较低的形状因数和设计复杂性实现较高的Q。

[0054] 这种非接触功率接收器带来较好的功率体积比、效率和范围性能指标。

[0055] 虽然已经通过本发明的实施例的描述说明了本发明,并且已经详细描述了实施例,但是其并非旨在将所附权利要求的范围限制为或以任何方式限定为这些细节。其他优点和修改对于本领域技术人员而言是明显的。因此,本发明在其更广泛的方面并非限于所示出和描述的具体细节、代表性的装置和方法以及说明性的实例。因此,在不脱离总的发明构思的精神或范围的前提下,可以偏离这些细节。

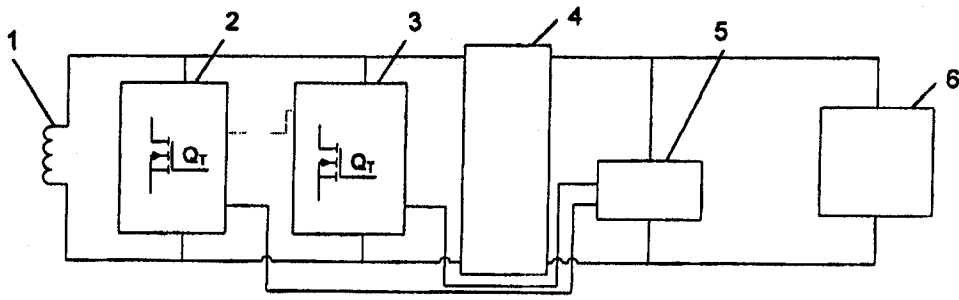


图1

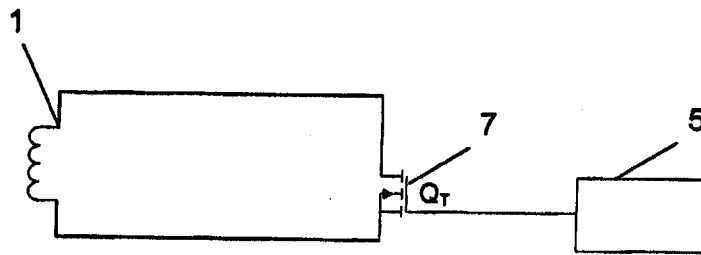


图2

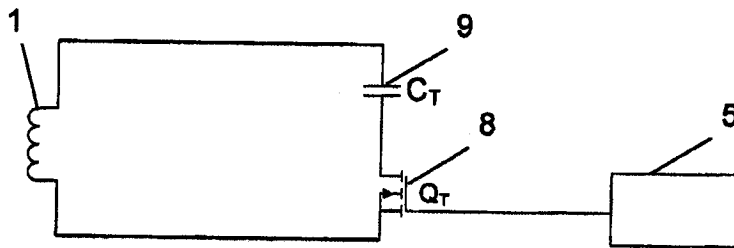


图3

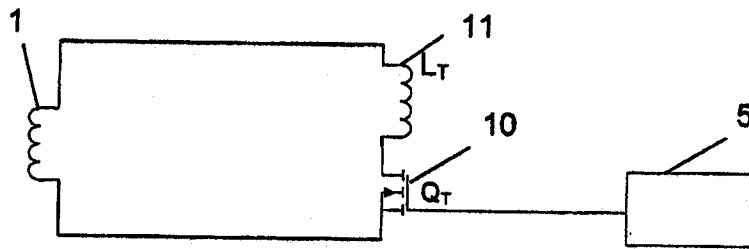


图4

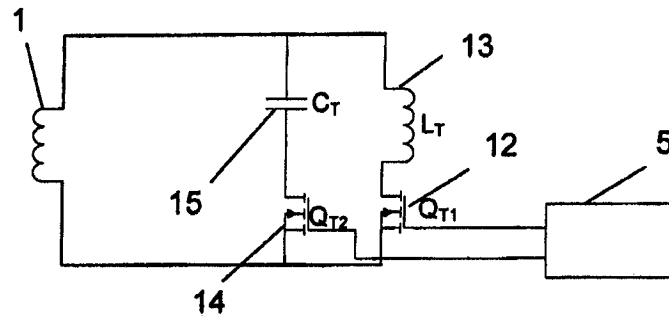


图5

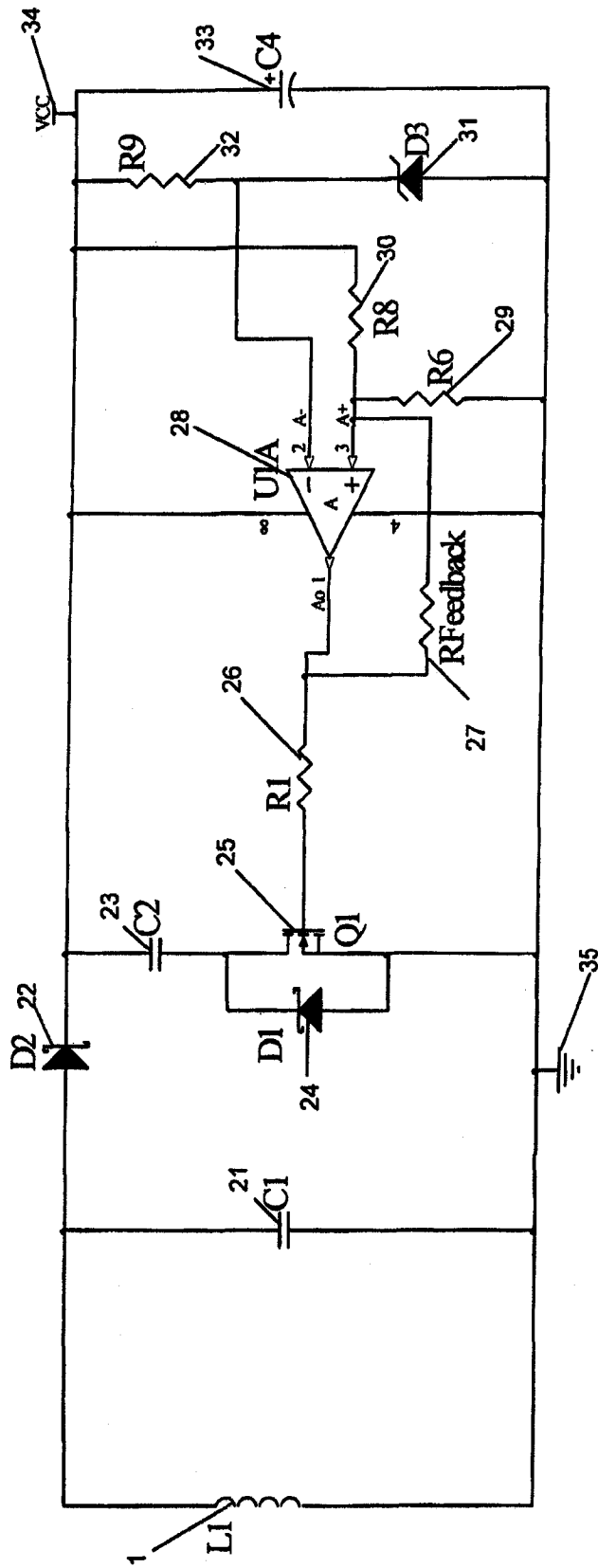


图6

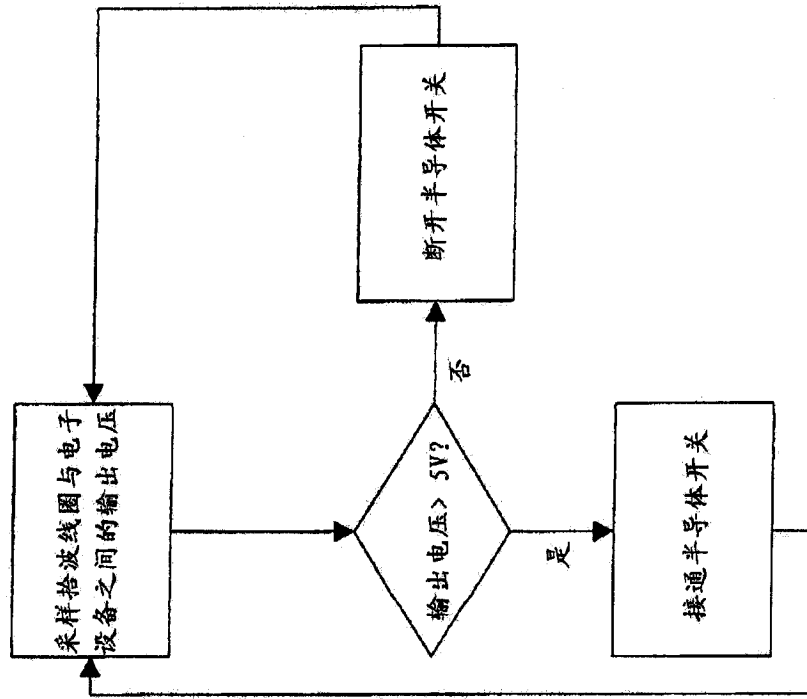


图7