

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H02J 7/00 (2006.01)  
H02J 7/02 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00810423.9

[45] 授权公告日 2006 年 4 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1252893C

[22] 申请日 2000.7.3 [21] 申请号 00810423.9

[30] 优先权

[32] 1999.7.15 [33] HU [31] P9902383

[86] 国际申请 PCT/HU2000/000072 2000.7.3

[87] 国际公布 WO2001/006614 英 2001.1.25

[85] 进入国家阶段日期 2002.1.15

[71] 专利权人 安德拉斯·法扎卡斯

地址 匈牙利布达佩斯

[72] 发明人 安德拉斯·法扎卡斯

审查员 唐向阳

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 于静 杨晓光

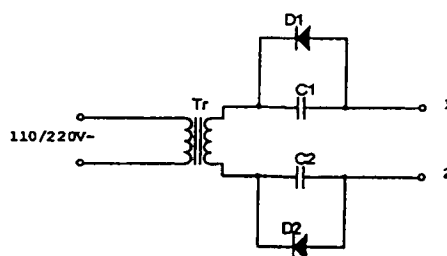
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于电池脉冲式充电的电路装置和方法

[57] 摘要

用于电池脉冲式充电的电路布局，它包含：一个有预先确定的电感值的交流电源；一对桥路分支，每个包含并联的一个电容和一个半导体开关元件（最好是二极管或硅可控整流器），这些分支连到电源的各自端子，使得两个分支中的半导体元件以及其相似电极连到相应的一个端子；以及整流器，以其交流端子连到桥路分支的自由端，并以其直流端子连到被充电的电池。还提供了一种使用交流电源对电池进行脉冲式充电的方法，其特征在于如下步骤：通过增加电抗元件中存储的能量来修整充电脉冲的增大部分，从而以相对于所述电源增大率更大的程度增大这些部分，并修整其减小部分，使其相对于电源减小率更迅速地减小。



1. 用于电池脉冲式充电的装置, 包含:

有一预定电感值和一对输出端子的交流电源;

整流器(Gr), 具有交流端子和直流端子, 所述直流端子被连接到被充电的电池(B);

其特征在于包括一对桥路分支, 每个包含并联的一个电容(C1, C2) 和一个半导体开关(D1, D2), 所述桥路分支被分别连接在所述交流电源的输出端子和所述整流器(Gr)的交流端子之间, 使得两个分支中的所述半导体开关以其相似的电极连接到各自相关的端子。

2. 如权利要求1中所述的装置, 其中所述整流器(Gr)是全波整流器。

3. 如权利要求1中所述的装置, 其中所述交流电源包含一个具有初级和次级绕组的变压器(Tr), 并且所述输出端子由所述次级绕组的端子构成, 以及其中所述电感主要由变压器的次级绕组构成。

4. 如权利要求1中所述的装置, 进一步包含构成滤波器电路的LC元件(L1, C3), 所述LC元件(L1, C3)与所述整流器(Gr)的直流端子相连。

5. 如权利要求1中所述的装置, 包含一个受控的功率控制器(Th1, Th2, Th3, Th4)与交流电源串联, 并只允许交变电流每个全周期的部分范围通过, 这一部分范围的大小当以角单位表示时是流出角, 该功率控制器用于改变该流出角, 从而使电池(B)的充电功率处在预先确定的限度内。

6. 如权利要求1中所述的装置, 包含至少是又一个电容器(C3), 以及一个开关(S), 从而使所述又一个电容器(C3)能与所述桥路分支之一中的电容器(C2)并联。

7. 如权利要求 6 中所述的装置, 其中在所述桥路分支中的电容器(C1, C2)的电容值彼此之差绝对值小于等于 200%。

8. 如权利要求 3 中所述的装置, 其中所述变压器(Tr)有一绕组带有多个引出点, 可由一开关至少选择一个, 以调节所述充电功率的性质。

9. 如权利要求 1 中所述的装置, 包含多对桥路分支, 其大小形成相同的电压, 所述分支对可以并联以调节充电功率。

10. 如权利要求 1 中所述的装置, 其中所述半导体开关是二极管。

11. 如权利要求 1 中所述的装置, 其中所述交流电源有可调节的频率。

12. 一种使用由如权利要求 1 中所述的装置生成的周期直流脉冲进行电池脉冲充电的方法, 其中每个充电脉冲包括一个增加部分和一个接着的减小部分, 其特征在于, 在每个充电脉冲的所述增加部分中, 增加在该电路布局的电抗元件中储存的能量, 从而所述增加部分以一个连续减小的增大率增加直到增加部分的结束, 以及在每个充电脉冲的减小部分, 通过所述电抗元件撤走能量, 从而所述减小部分以一个连续减小的减小率减小直到减小部分的结束。

13. 如权利要求 12 中所述的方法, 其中所产生的周期性重复充电电流的导数在每个所述周期中有两次取值为零或接近于零值, 在此之后它改变其符号并有一个显著的跳跃。

14. 如权利要求 12 中所述的方法, 包含如下步骤: 在实际充电之前检验电池类型, 并建立那些仍不会对电池造成损害的充电电压和电流极限值, 在实际充电过程中使实际电流和电压保持在这些极限范围内。

## 用于电池脉冲式充电的装置和方法

### 技术领域

本发明涉及实际可以用于各类电池的脉冲式充电的装置和方法。

### 背景技术

为对电池充电，特别是在使用较便宜的充电器电路的情况中，使用从交流外线电压整流而来的直流电流，而该直流电压未被平滑，这样，充电电流跟随整流后电压波动。已知在充电过程中，当表征实际所用电池的某些限定值没有被超过时，以波动电流充电并没有坏处。以涨落和波动的电流进行充电的性质与使用平滑的直流进行充电的性质并没有明显的差别。这种性质例如电池的循环寿命，它对应于充电和放电循环的次数，在此期间电池容量不会降到初始容量的预定份额之下，例如降到60%。另一个重要特征是以安培-小时单位表示的容量，它开始时高，随着循环次数增加而降低。累积容量不是别的，而是在整个循环寿命期间由电池释放的总能量大小。除了上述电池特性外，还能由以下各量来表征电池：达到完全被充电状态所需时间，在充电和放电过程期间温度的升高，能从电池取出的电流的峰值，再有，记忆效应的出现，最后是偶然短路的概率。

通常为人们接受的经验是，如果不使其中一个或多个其他参数变坏的话，上面列举的单个性质便不能得到改善。当充电时间缩短时，通常循环寿命会增大，可靠性降低，而且电池的容量也不能被利用了。

在传统的电池充电器电路中，产生充电电流的电路部分很相似，它们包含一个连到外线变压器的次级绕组的全波整流器，而整流器的直流部分连到电池端子。在这种充电器中使用的电子线路的主要任务是在充电过程中监视电池的参数，以此为基础确定充电结束时刻。在以波动直流充电的情况中，如果供电电源的内部电阻很低，就可能发生问题，因为在这种情况下几乎是常数的电池电压与充电电压峰值之差可能造成很高的充电电

流峰值，电池可能耐受不了，或者很难调节充电电流的最佳值。在充电过程中电池电压增大而充电参数不能被相应地调整，这一事实使问题变得更加困难。这一问题几乎是看不出来的，因为在每日的实践中所用的电源具有的内电阻值比所需要的高得多，而高的内电阻防止形成高充电电流峰值。从抑制上述问题的角度看这一性质是有利的，但与此同时它又是不好，因为电池将不能以得到理想充电所需要的电流和电压值进行充电。这一问题将表现为较长的充电时间、出现记忆效应和降低寿命时间，从而表现为电池参数值与电池设计时理论上确定的值相比不那么好。

在美国专利 4878007 中已提议一种用于镍—镉电池的脉冲充电，其中在相继的充电脉冲之间插入了各自短放电部分。这一充电方法造成电池内部化学过程的活动增强，结果降低了记忆效应，再有，先前已降低容量的电池能被再生。在实践中，该建议的充电方式尚未被证明比已有的充电方法好得多，因为使用陡的充电脉冲降低了电池的寿命时间，再有，它难于实现所需要的充电—放电循环。

美国专利 5,463,304 号描述了一种用于存储电池的生命延长电路，包括：一个电容器，与一个交流电源的外线变压器的初级绕组串联，该电容器与该初级绕组的电感形成谐振电路。这一电路提供了电池的生命周期的一些延长，但是它并不能实质地影响充电过程，因为在该电路的次级绕组的直流电压保持不变，并且由于变压器和相关电路的极限性质充电电流的性质被限制。

如果希望得到与传统方法相比在电池充电方面实质性的改进，如果这个目的确实能达到的话，则应该更仔细地研究电池中发生的过程，因为在这种研究的基础上才能得出结论以显示出得到更好参数的途径。

在 Imre Hevesi 博士的题为“Elektromossagta”（“电学理论”）的书中描述了电解质中的离子运动（该书由 Nemzeti Tankönyvkiado 出版，布达佩斯，1998，第 428-429 页）。书中说离子有有限的位移速度，在已加上电压之后该速度达到稳定，而且该速度与所建立的场强成正比。该速度还依赖于离子的电荷和起阻止离子运动作用的磨擦系数  $\alpha$ 。

## 发明内容

本发明的首要目的是提供一种充电方法和实现该方法的装置，它能提供更有利的充电条件，其结果是与传统充电方法相比将显著改善电池参数。

为达到这一目的，根据上文引述的文献，假定在来自其他电极的离子尚未到达该电极而且这些离子的存在不能干扰这一电极区域内所发生的过程的这一时间段内，在紧邻电极处的化学反应将发生得最好。这一条件在建立电场的初始阶段以及在短时间内禁止在电极区域形成离子平衡状态的时候占优势。

为这一目的并基于这一假定，提供了一种用于电池脉冲式充电的装置，包含：有一预定电感值和一对输出端子的交流电源；整流器，具有交流端子和直流端子，所述直流端子被连接到被充电的电池；还包括一对桥路分支，每个包含并联的一个电容和一个半导体开关，所述桥路分支被分别连接在所述交流电源的输出端子和所述整流器的交流端子之间，使得两个分支中的所述半导体开关以其相似的电极连接到各自相关的端子。

优选地，所述整流器是全波整流器。

优选地，所述交流电源包含一个具有初级和次级绕组的变压器，并且所述输出端子由所述次级绕组的端子构成，以及其中所述电感主要由变压器的次级绕组构成。

优选地，所述装置进一步包含构成滤波器电路的 LC 元件，所述 LC 元件与所述整流器的直流端子相连。

优选地，所述装置包含一个受控的功率控制器与交流电源串联，并只允许交变电流每个全周期的部分范围通过，这一部分范围的大小当以角单位表示时是流出角，该功率控制器用于改变该流出角，从而使电池的充电功率处在预先确定的限度内。

优选地，所述装置包含至少是又一个电容器，以及一个开关，从而使所述又一个电容器能与所述桥路分支之一中的电容器并联。

优选地，所述桥路分支中的电容器的电容值彼此之差绝对值小于等于

200%。

优选地，所述变压器有一绕组带有多个引出点，可由一开关至少选择一个，以调节所述充电功率的性质。

优选地，所述装置包含多对桥路分支，其大小形成相同的电压，所述分支对可以并联以调节充电功率。

优选地，所述半导体开关是二极管。

优选地，所述交流电源有可调节的频率。

根据本发明的又一方面，提供了一种方法使用交流电源对电池进行脉冲充电，其中每个充电脉冲包括一个增加部分和一个接着的减小部分，在每个充电脉冲的所述增加部分中，增加在该电路布局的电抗元件中储存的能量，从而所述增加部分以一个连续减小的增大率增加直到增加部分的结束，以及在每个充电脉冲的减小部分，通过所述电抗元件撤走能量，从而所述减小部分以一个连续减小的减小率减小直到减小部分的结束。

优选地，所产生的周期性重复充电电流的导数在每个所述周期中有两次取值为零或接近于零值，在此之后它改变其符号并有一个显著的跳跃。

优选地，所述方法还包含如下步骤：在实际充电之前检验电池类型，并建立那些仍不会对电池造成损害的充电电压和电流极限值，在实际充电过程中使实际电流和电压保持在这些极限范围内。

## 附图说明

现在将结合其最佳实施例描述本发明，其中将参考附图。在附图中：

图 1 显示本发明的基本电路的示意电路图；

图 1a 和 1b 是解释性简图；

图 2a 至 2e 显示图 1 的重要点处的时间图；

图 3 显示在增大电池电压的情况中电流脉冲的变化；

图 4 显示改变充电功率的举例方式；

图 5 显示为同样目的的又一种方式；

- 图 6 显示改变充电功率的另一种可能性；  
图 7 显示相位分离功率控制的原理；  
图 8 显示改变充电脉冲形状的一种方式；以及  
图 9 显示改变充电脉冲形状的又一种方式。

### 具体实施方式

图 1 的电路显示一对二极管 D1 和 D2 与外线变压器 Tr 的次级绕组耦合，并且电容器 C1 和 C2 与二极管并联，该电容由高质量和高电容的电解质电容器（100 至 200  $\mu$ F）实现。该电路的输出端子 1 和 2 正常地与全波整流器 Gr 相连，该整流器被安排成如图 1b 中所示的 Graetz（格里茨）电路，该电路有直流端子与要充电的电池 B 相连。对这一电路操作知识在理解本发明电路布局中具有必不可少的作用。图 1a 显示输出端 1 和 2 被短路的情况。在这种情况下一眼便能看出没有直流能流过变压器 Tr 的次级绕组，因为二极管 D1 和 D2 彼此相反连接，它们中的一个总是处于切断状态。从直流（DC）观点看，电容器代表一个开电路。由此而来的是，在这一基本电路中即使通过整流器 Gr 与输出端子 1 和 2 耦合的电池 B 发生偶然的短路，也不会对变压器 Tr 造成伤害，然后该变压器将被加载完全反作用的负载。

在实际使用时，图 1 的基本电路由图 1b 中所示整流器实现并带有电压为  $U_B$  的电池 B。在变压器 Tr 的次级绕组处，正弦交变电压的有效电压  $U_S$  可能会等于电压  $U_B$  或者能稍高一些（大约高 20%-30%），所以交变电压峰值将至少高 40%。如果检验初始状态，此时电路不储有能量，那么电容器 C1 和 C2 不储有电荷。如果在电压穿过零值时接通，则在开始时将没有电流流过，这一状态将保持到电压  $U_O$  的瞬时值达到阈值  $U_O = U_B + 3 U_D$  为此，这里  $U_D$  代表通常二极管的前向电压，在硅型二极管的情况中为 6V。电流将流过整流器 Gr 的两个二极管，并穿过二极管 D1 和 D2 中的一个，这个二极管的向前方向等于电流的瞬时方向。让我们假定初始时这个二极管是二极管 D2。

在满足上述条件后，交变电流将对电容器 C1 进行充电，并且它的充

电电流对电池 B 充电。考虑到电容器 C1 的高电容以及电池 B 的电压为常数而且它有很低的内电阻这一事实，加之电容器 C1 两臂之间的电压差增大，电流将开始流动并陡速增大，而电容器 C1 将被充电。当交变电压达到其峰值时，在电容器 C1 上的电压将等于峰值和上述阈值之差。现在，电流开始减小，但不会停止流动，因为由于高电流效应使次级绕组的电感被加能到  $I^2L$  值，这一能量进一步增大了电容器 C1 的电压。在交变电压降低过程中，将达到  $U_0+U_{C1}$  之和，在此时电流将停止，而电容器 C1 保持其电压。随后交变电压改变其符号，但由于全波整流的作用，流经电池 B 的电流将保持其充电方向，尽管在电路的交流 (AC) 一侧已发生了逆转。现在各种关系将更为复杂，因为电容器 C2 也将被充电，而且在计算阈值电压时还得考虑电压  $U_{C2}$ 。在少量周期之后，将达到平衡状态，两个电容器的电压将周其性地和陡速地改变，电池 B 的电流  $I_B$  将在两个“半周期”中都突然增大，其后它的增速放缓并渐近地达到一个最大值，在此最大值之后它将突然下降，随后减速放缓并达到零值。当从下向上看时，增大部分是凸状的，而下降部分是凹状的，如在图 2 的时间图上看到的那样，这里图 a、b、c、d 和 e 分别显示  $U_{1-2}$ 、 $U_{C1}$ 、 $U_{C2}$ 、 $I_{CH}$  和  $dI/dt$  之值。图 2e 所示的电流导数的形状很好地说明了电流的变化，电流导数是电荷运动的二阶导数。这一个导数在电流曲线的每个渐近部分的末端改变其符号，然后有一个突然跳跃。这种电流曲线形状在对电池充电中有突出的重要性，因为在增加部分表示的突然充电前沿后面是更陡的减小部分。先前曾参考过这样的假设，即在电池电极处，只在离子运动的初始部分才能在最佳环境中发生化学反应，而这需要使用陡速变化和消失的充电电流。所示的简单电路保证电流变化可像上面所述那样陡速变化，这时该变化的二阶导数（电流的一阶导数）周期性地取零值然后突然跳跃和改变符号。这一性质或许是带有本发明的最显著的优点，因为它为电池中发生的电化学过程创造了理想的环境。

在这里描述的过程中，电池充电电流的显著变化是次级绕组电感的存在以及电容器 C1 和 C2 的电容的效应之和。这一过程对电池的电压很敏感。

开始时，电池电压仍很低，这时交变电压和电池电压的峰值之差很高，这一差值驱动大电流，它按平方函数把能量储存在次级绕组中，在此时刻之后这一能量推动该过程继续向前，而根据静态观点此时这一过程应该已经终止了。在充电过程中，电池电压增大，于是这一差值将变小，其结果是电流尽管仍保持其形状但将发生变化，其振幅逐渐减小。这由图3中的各图说明，它们显示了在越来越高的电池电压的情况下越来越小的电流的形状。电流的流出角和电荷的传送量（它由曲线下方的面积确定）将随着电池电压的增高而陡速下降。这种现象很有利，因为部分或几乎全部充满的电池需要比充电过程开始时小得多的充电电流。然而，电流的时间曲线将在整个过程中保持其形状。

本发明对交变电压的频率不敏感，这是一个基本的实际优点，在得不到50或60Hz频率的外线电压，但其频率高得多（如汽车发电机的情况）的应用中，它仍能运转，而且变化的陡度仍将更高。在这种情况下，电容器和与其串联的绕阻的电感应根据较高的频率调整其大小。

又一个基本优点在于电路的简单性，因为在充电主电路中由于电流很高，任何对电流形状的其他传统调节方法都难于实现而且会要求使用大而昂贵的部件。

在根据本发明的基本电路情况中，有许多方式调节充电电流的形状和改变充电参数（诸如充电电压、充电电流）。下文中将显示几个例子。

图4中的电路与图1中的电路不同之处在于：在一个分支中使用了一个开关S，用于插入电容器C3和串联电感L1。通过闭合开关S，将达到更大的电流，其变化更陡峭。当闭合开关S时，充电电流和充电电压二者都将改变。

在图5的电路中，变压器Tr的次级绕组有多个引出点，其调节在于选择最合适的绕组尺寸。主要是在充电电流必须保持基本相同而且需要调节电压时，这一电路将是最佳的。

在图6的电路中，使用了多个独立的变压器或单个较大的变压器，该变压器有具有相同的电压和相位的多个次级绕组。所示三个次级绕组中每

个各与一个桥路分支相连，该桥路分支有如图 1 描述的二极管和电容器。它们当中只有一个与整流器永久相连。当在适当的时刻硅可控整流器 Th1 至 Th1 开通时，其他两个类似的电路能连到负载上。整流器的一个桥路分支是普通的，其他桥路分支由受控的硅可控整流器本身构成。利用这种电路布局，能通过保持恒定充电电压来改变电流值。

又一种可能性示于图 7，其中变压器 Tr 的初级绕组通过功率控制单元 SK 连接。这一单元最好是根据我（申请人）的匈牙利专利 210725 制做，该专利涉及开关和功率控制单元，该单元只从交变外线电压传送一部分，这一部分对应于一个流出角范围。在给定范围内，流出角连续地增大或减小，或者根据其设置，该流出角也能取常数值。流出角的变化改变充电能量的有效值。通过这一控制单元能得到很精细的调节。

通过上述插在整流器前面的调节，已创建了调节主要充电参数的多种方式。通过调节充电电流脉冲的形状，能对任何给定类型的电池调节其最适当的充电条件。现在将显示几个改变电流脉冲形状的例子。

图 8 显示一个安排成低通滤波器的 LC 滤波器，它连在整流器 Gr 的输出端和要充电的电池 B 之间，其能使陡峭部分变平和降低电流脉冲的下降部分的陡度。

图 9 显示的电路将有类似的但更明显的效应，它包含一个变压器和一个有高电容的电容器。

由本发明进行的长系列实验结果，已经证实，它将能应用于所有各类通常接受的可充电电池类型，即在镍—镉电池、用于汽车中的铅酸电池或锂和镍—金属混合物电池的情况中得到了有利的结果。其优点表现为更短的充电时间、增加了的循环寿命、在寿命时间内容量的稳定值（即随着循环次数的增加其容量有较轻微的降低）、记忆效应的消失、受热程度较轻微、以及对大量其他电池参数的有利改变。这些结果是显著的，因为在已知的较早的充电方法中对电池任何性质的改善只能以一个或多个其他性质为代价。在同时改善所有这些参数方面表现出的优点似乎证明了所概述的假设理论。

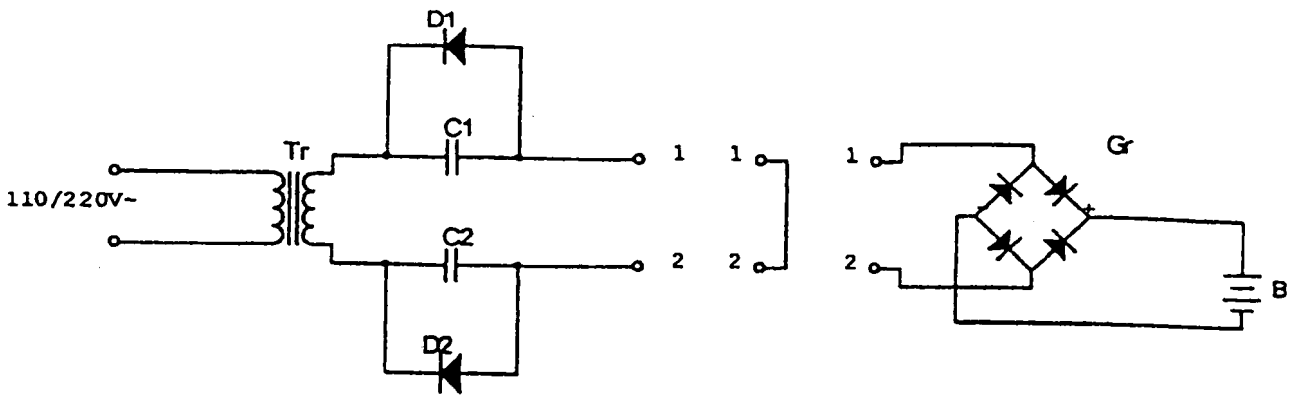


图 1

图 1a

图 1b

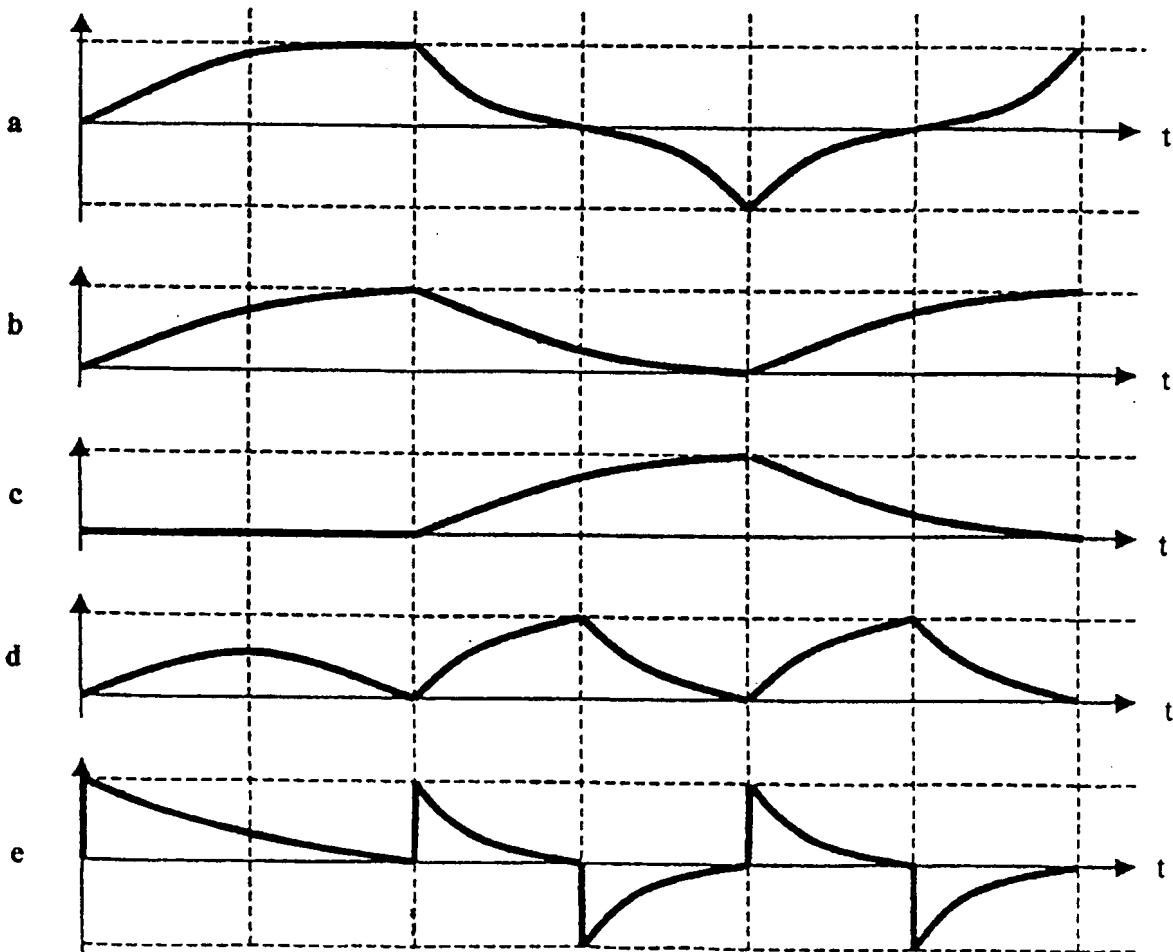


图 2

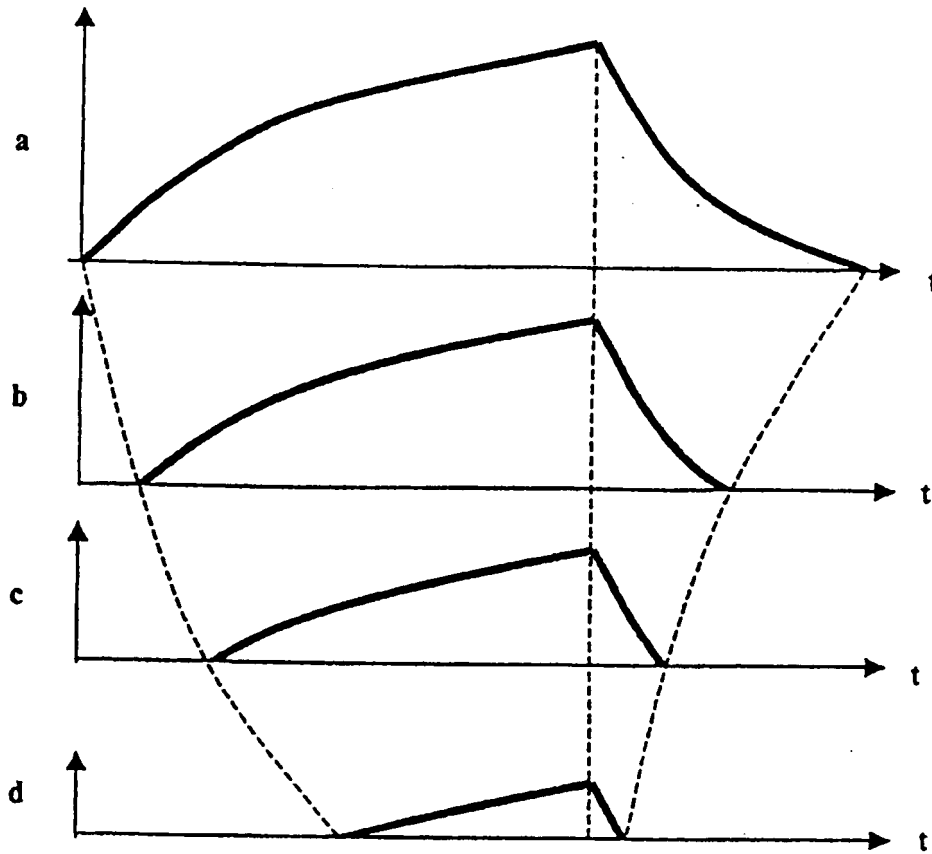


图 3

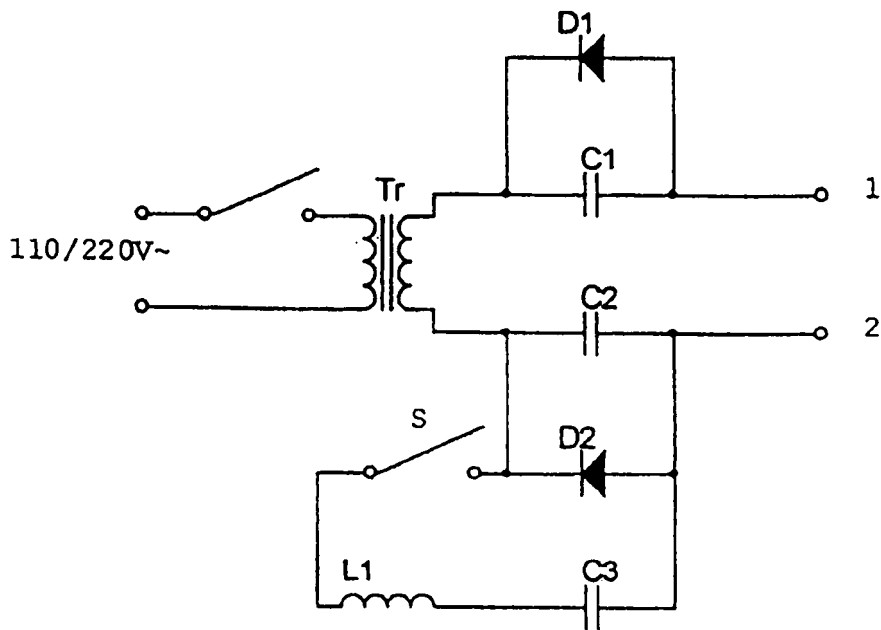


图 4

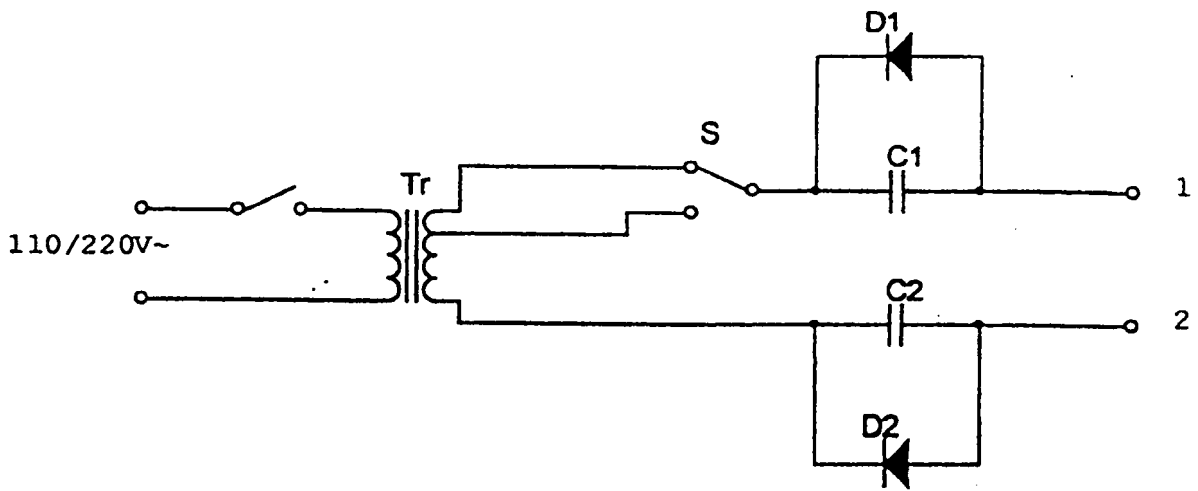


图 5

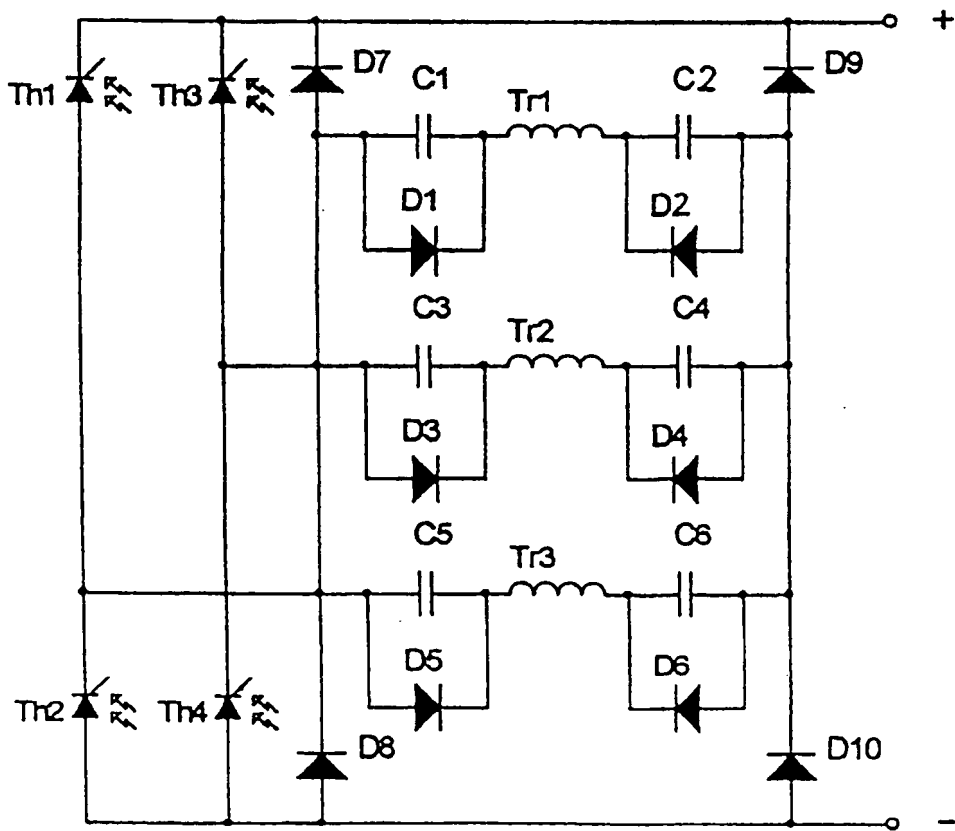


图 6

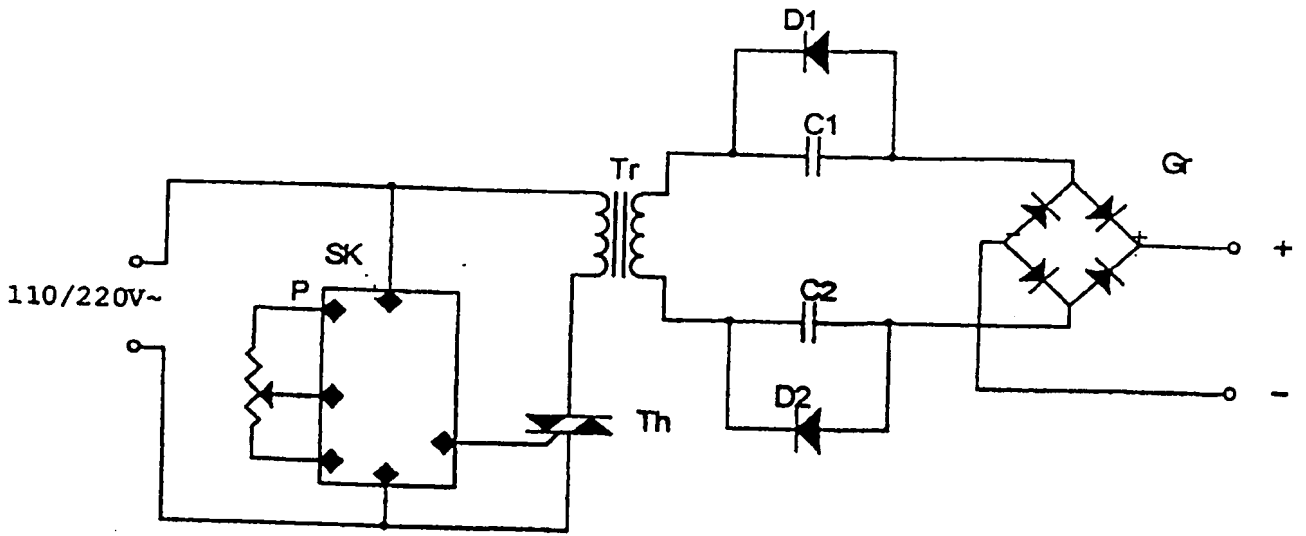


图 7

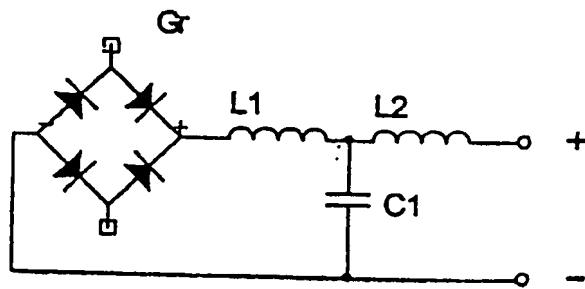


图 8

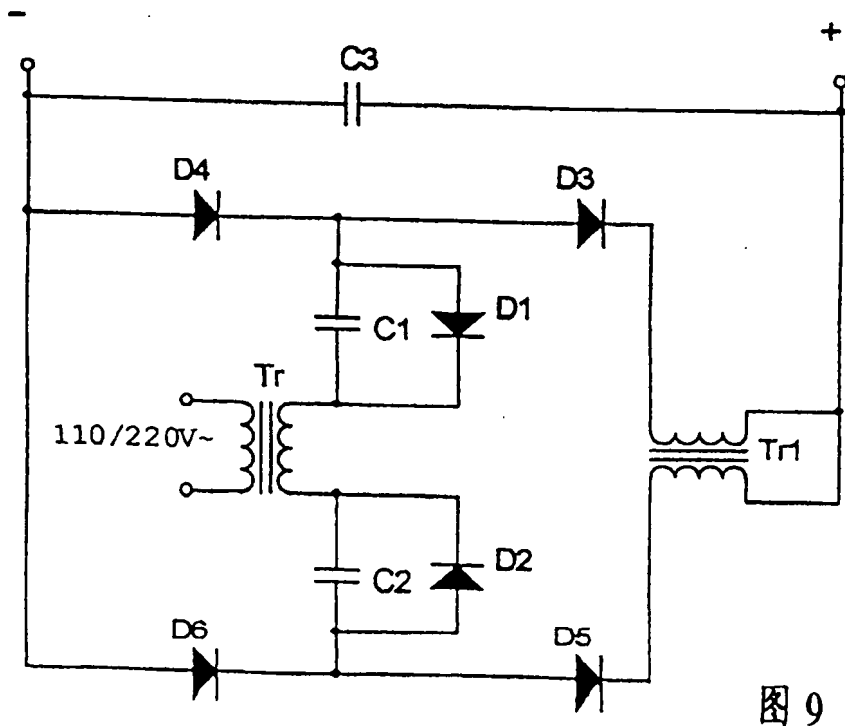


图 9