

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96199166.6

[45] 授权公告日 2002 年 10 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1093337C

[22] 申请日 1996.9.27 [21] 申请号 96199166.6

[30] 优先权

[32] 1995.12.21 [33] DE [31] 19547948.3

[86] 国际申请 PCT/EP96/04232 1996.9.27

[87] 国际公布 WO97/23665 德 1997.7.3

[85] 进入国家阶段日期 1998.6.19

[73] 专利权人 阿托特德国有限公司

地址 联邦德国柏林

[72] 发明人 埃戈·休伯

审查员 马秀芳

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

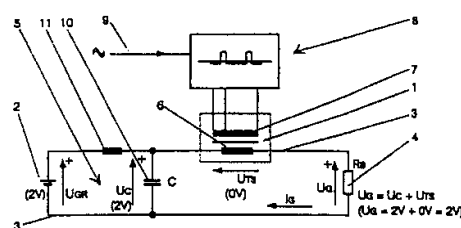
代理人 王以平

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称 用于产生电解金属电镀电流脉冲的方法及电路结构

[57] 摘要

本发明涉及产生用于电镀的、周期性重复的短暂单极性或双极性脉冲状电流 I_G 、 I_E 的方法及用于电镀的电路结构,通过它可产生这种脉冲状电流 I_G 、 I_E 。这种电镀方法被称为脉冲电镀法。根据本发明,在由电解槽直流电流源 2 及由电镀槽 4 形成的槽电阻 R_B 组成的电镀直流电流电路 5 中串联了一个电流互感器 1 的次级线圈 6。互感器的初级线圈 7 具有的圈数多于次级线圈的圈数。对初级线圈供给高电压及相对低电流的脉冲。次级的大脉冲电流暂时地补偿了电镀直流电流。补偿值可达电镀电流的多倍,由此形成具有大幅值的去电镀层脉冲。电容器 10 通过充电及放电引导补偿电流。通过本发明可避免在脉冲电镀中必须使用公知的大电流电子开关,它们由于电流损耗大其工作不经济。



权 利 要 求 书

1.产生用于电镀的、周期性重复的短暂单极性或双极性脉冲状电流 I_G 、 I_E 的方法，其特征在于：在一个由直流电流源（2）及具有槽电阻 R_B 的电镀槽（20）构成的电镀直流电流回路（5）中借助一个与电镀槽（20）串联的互感器（1）以感应的方式耦合入这样极性的一个脉冲状补偿电流 I_K ，即它补偿了或过补偿了由直流电流源（2）提供的电镀槽电流。

2.根据权利要求1的方法，其特征在于：补偿电流 I_K 被导致对一个起电容器 C 作用的部件（10）充电。

3.根据权利要求2的方法，其特征在于：电容器 C 是一个电容器或蓄电池。

4.根据权利要求1或2的方法，其特征在于：起电容器 C 作用的电路部件（10）在槽电流不被补偿或过补偿的时间间隔期中被部分地放电。

5.根据权利要求1或2的方法，其特征在于：为了产生单极性电流脉冲，脉冲状补偿电流 I_K 的幅值调整到小于或等于由直流电流源（2）供给的槽电流的幅值。

6.根据权利要求1或2的方法，其特征在于：为了产生双极性电流脉冲，脉冲状补偿电流 I_K 的幅值调整到大于由直流电流源（2）供给的槽电流的幅值。

7.根据权利要求1或2的方法，其特征在于：用于去电镀层的脉冲状电流 I_E 的幅值被调整到大于用于电镀的脉冲状电流 I_G 的幅值，及电流 I_E 的脉冲宽度被调整到短于电流 I_G 的脉冲宽度。

8.根据权利要求1或2的方法，其特征在于：在对被电镀物品的正、反面分开地用脉冲状电流电解供电的情况下，对两个面同步地调节相同频率的脉冲序列。

9.根据权利要求8的方法，其特征在于：在被电镀物品正及反面上的脉冲状电流之间这样地调整恒定的相移，即在被电镀物品的两个面上不同时地被去电镀层。

10.根据权利要求1或2的方法，其特征在于：使用环形铁心的电流

互感器作为与电镀槽串联的部件(1)。

11.用于电镀的电路结构,通过该装置可产生周期性重复的短暂单极性或双极性脉冲状电流 I_G 、 I_E , 尤其是用于实施根据权利要求1的方法, 其特征在于: 具有一个由直流电流源(2)及电镀槽(20)构成的电镀直流电流回路(5), 其中借助一个与电镀槽(20)串联的互感器(1)以感应的方式耦合入这样极性的一个脉冲状补偿电流 I_K , 即它补偿了或过补偿了由直流电流源(2)提供的电镀槽电流。

12.根据权利要求11的电路结构, 其特征在于: 与直流电流源(2)并联一个电容器C。

13.根据权利要求11或12的电路结构, 其特征在于: 使用一个具有初级线圈(7)及次边线圈(6)的电流互感器作为部件(1), 其中次边线圈与直流电流源(2)串联, 及初级线圈具有的圈数大于次边线圈的圈数。

用于产生电解金属电镀电流脉冲的方法及电路结构

本发明涉及一种产生具有大电流强度及大边沿斜率的周期性重复的短暂电流脉冲的方法。此外涉及一种用于电解金属电镀的、尤其是实施该方法的电路结构。该方法可应用于电解金属电镀，最好用于印刷电路板的垂直或水平电镀。这种电镀方式被称为脉冲电镀。

借助脉冲状电流可影响金属电解淀积层是公知的。这涉及淀积层的化学及物理性能。这也涉及被处理工件表面上金属镀层的均匀性，即所谓的分散度。以下的脉冲电镀电流参数影响这些性能：

- 脉冲频率
- 脉冲时间
- 间隔时间
- 脉冲幅值
- 脉冲上升时间
- 脉冲下降时间
- 脉动极性（电镀、去电镀层）。

在文献 DE 2739427 A1 中描述了使用脉冲电解槽电流的电镀。那里单极性的脉冲具有最大为 0.1 毫秒的宽度。脉冲时间、脉冲间隔时间及脉冲幅值是可变的。为了产生这种脉冲使用了半导体开关，这里为晶体管的形式。其缺点在于，由于使用开关晶体管，最大可使用的脉冲电解槽电流在技术和经济上受到限制，其上限约为几百安培。

在文献 DE 4005346 A1 中描述的方法可避免该缺点。那里为了产生电流脉冲使用了可关断晶闸管作为快速开关元件（GTO：可控制极关断的晶闸管）。技术上可应用的 GTO 适于高至 1000 安培及更大的电流。

在以上两种情况下当需要双极性脉冲时，技术成本应成双、即加倍。在也是涉及脉冲电镀的文献 GB-A 2214 520 中的一个实施方式避免使用第二个电解槽电流源，这时为了改变供电直流电压的极性采用了机

械、机电或半导体的开关。但是，所需的大电流开关是有缺点的。此外该系统无灵活性，因为在两个极性上必须以相同的电流幅值工作，除非在短暂大脉冲的情况下实际可应用的电解槽电流源中电流的幅值不用足够快地跟随调节。因此，在该文献的另一实施方式中采用两个彼此无关的可调节电解槽电流源工作。这些电解槽电流源通过一转换开关与放在电解槽中的工件及电极相连接。由于在印刷电路板电镀时出于所要求的精确度（恒定的镀层厚度）的原因，必须采用可对电路板正面及背面单独调节的各个直流电流源，因此使实现根据该实施方式的方法所需的成本加倍，总共要四个电解槽电流源。

除了这种高技术成本外，尤其对于每个印刷电路板面各采用的第二个电解槽电流源，大电流电子开关将引起大的能耗。在每个电子开关中，在导通状态下在内部非线性电阻上流过电流时产生了电压降。这同样适用于各种类型的半导体元件，但具有不同量值的电压降。随着电流增大，该电压降，或称饱和电压或导通压降 U_F 也变大。在电镀技术通常使用的电流例如 1000 安培的情况下，导通压降 U_F 在二极管及晶体三极管的情况下约为 1V 及在晶闸管的情况约为 2V。在每个半导体元件上的损耗功率 P_V 将根据公式 $P_V = U_F \times I_G$ 来计算，式中 I_G 为电镀电流。当 $I_G = 1000A$ 时，损耗功率 P_V 达到 1000 瓦至 2000 瓦。这些由于电子开关附加产生的热量必须通过冷却排走。在原有的电解槽电流源中同样形成至少相同数量级的损耗功率，它是不可避免的。在继续的讨论中不再考虑这种损耗，以下仅考虑对于脉冲发生附加产生的损耗功率。

一个电镀设备由多个电镀槽组成。它们被供给大的槽电流。作为例子将考虑用于在印刷电路板上镀铜的、由酸性电解液形成的水平式设备。脉冲技术的应用实质性地改善了印刷电路板小孔中的铜淀积量。当脉冲的极性周期性地交替变化时，已证实这是特别有效的。在被处理物品为阴极性时，例如以具有 10 毫秒脉冲宽度的电流脉冲工作。该脉冲后可跟随一个具有 1 毫秒宽度的阳极脉冲。在脉冲式阴极电镀时最好将电流密度选择为大于或等于用该电解液在直流电镀时所采用的电流密度。在短暂阳极电流脉冲时用比阴极脉冲阶段显著大的电流密度发生一个去电镀层过程。最好阳极阶段与阴极阶段的比例系数约为 4。

印刷电路板将双面地即其正面及反面用分开的电解槽电流源进行电镀。作为例子将考虑一个水平式电镀设备的 5 个电解槽。对于每个板面它具有五个例如具有 1,000 安培额定电流的电解槽电流供给单元,也即具有总共为 10,000 安培的 10 个电解槽电流供给装置。用于电镀的槽电压在酸性铜电解液的情况下为 1 至 3 伏,并与电流密度有关。由于大电流,作为例子在文献 DE4005346A1 中考虑了建议电路的能量计算(图 7)。由该电路结构产生的正脉冲作为电镀脉冲并具有 $t = 10$ 毫秒的宽度及它产生的负脉冲作为去电镀层脉冲并具有显著大的幅度及 $t = 1$ 毫秒的宽度,这将作为以下讨论的基础。这里将忽略由于小的边沿斜率引起的不精确度。因此在图 7 所示的电路结构中的半导体元件 6, 9, 5 在 10 毫秒的时间中导通所有的电镀电流。这些开关元件的损耗功率对于每个电解槽电流源用上述导通压降 U_F 来计算其值将为 $(2 \text{ 伏} + 1 \text{ 伏} + 2 \text{ 伏}) \times 1,000 \text{ 安培} = 5,000 \text{ 瓦}$ 。对于半导体元件 7 和 8 根据其任务将在 1 毫秒的时间中流过 4 倍的电流。其损耗功率共计为 $P_V = (2 \text{ 伏} + 2 \text{ 伏}) \times 4000 \text{ 安培} = 16,000 \text{ 瓦}$ 。对于 11 毫秒长的周期,因此其平均的大电流开关损耗功率为 6,000 瓦。对于 10 个槽电流源得到 60KW(千瓦)的损耗功率。为了确定效率,将该功率与直接在电解槽中转换到电镀及去电镀层用的功率相比较。对此假定在酸性铜电解槽上的槽电压对于电镀为 2 伏,及对于去电镀层为 7 伏。由此用于脉冲电镀的槽总功率平均值共计为约 4.5KW(对于 10 毫秒为 $2 \text{ 伏} \times 1000 \text{ 安培}$ 及对于 1 毫秒为 $7 \text{ 伏} \times 4000 \text{ 安培}$)。因此由以上计算出的其值为 6KW 的损耗相对于电解槽的总功率,仅是大电流开关的效率就明显低于 50%。

这样一种由电子大电流开关构成的电镀设备的工作根本是不经济的。并且,用于电子开关及其冷却的技术成本非常高。其后果是,这种脉冲电流装置也具有大体积,这就阻碍了靠近电解槽安装它们。为了在电解槽中的电极上能达到所需的槽电流的边沿斜率,这种空间上的接近是必要的。长的电导线由于其寄生电感将阻止电流的快速上升。

机电开关与电子开关相比在导通状态下具有明显低的电压降。但是开关或继电器对于所需的其值为 100 赫兹的高脉冲频率是完全不适合的。出于所述的技术原因,公知的脉冲电镀被局限在专门的应用上并尤

其局限在电镀技术意义上的低脉冲电流上。

因此，本发明的任务是，寻求一种方法及电路结构，通过它们可以产生用于电镀的、周期性重复的短暂单极性或双极性脉冲状大电流，且不会出现所述缺点，尤其是不会产生大的损耗功率。此外，为此所需的电子开关也可成本合理地实现。

本发明在于：在一个由电解槽直流电流源、电导线及具有被电镀物品及阳极的电解槽组成的电镀直流电路、即所谓大电流回路中，借助一个适合的部件、例如一个电流互感器以感应的方式耦合入这样极性的一个脉冲状电流，即它补偿了或过补偿了电解槽直流电流。最好，该部件与电解电镀槽串联。为此，例如将具有线圈数少的电流互感器次级线圈串联在电解槽直流电路中，以使得电解槽直流电流将通过它。该电流互感器的初级线圈具有的圈数多，以致初级线圈的供电脉冲根据匝数比可以具有高电压、低电流。感应的脉冲低次级电压驱动高补偿电流。为了使脉冲状补偿电流的电流回路闭合，使用了与电解槽直流电流源并联的电容器。

将借助图 1 至 6 来详细解释本发明，附图为：

图 1a 至 1e：通常在实际中应用的单极性和双极性电镀电流波形；

图 2a 及 2b：向大电流回路中供给补偿电流的电路结构，图 2a 适于电镀期间及图 2b 适于去电镀层期间；

图 3：在使用图 2 所示电路结构的情况下电解槽电流的电流波形图的概要表示；

图 4a：考虑到上升及下降时间情况下的大电流回路的电压波形；

图 4b：具有标注电位的电路图；

图 5：用于电流互感器的一种可能的控制电路；

图 6：用于印刷电路板电镀的电路结构的总体图；

图 7：在 DE 4005 346A1 中描述的一个传统的电路结构。

在附图中表示为正的电解槽电流适用于电解金属电镀，也即，被处理的物品处于相对于阳极的负极性。而表示为负的电解槽电流适用于电解去金属镀层，在此情况下被处理的物品处于相对于阳极的正极性。

图 1a 中的波形图用于表示使用直流电的电镀。在图 1b 中电解槽电流短时地间断。但仍保持单极性。也就是，电流方向未改变极性。脉冲时间最好为 0.1 毫秒至几秒的数量级。间断时间相对地短。图 1c 表示具有不同幅值的单极性脉冲状电流。图 1d 表示一种双极性也即短时改变极性的脉冲状电流、它具有较长的电镀时间及短暂的去镀层时间。这里去镀层脉冲幅值是电镀脉冲幅值的若干倍。在例如 10 毫秒的电镀时间及 1 毫秒的去镀层时间的情况下，相对于去镀层所需之电荷量来说电镀所需的电荷量有明显的过剩。这种脉冲形状尤其适应于具有小孔的印刷电路板的双面电镀。在图 1e 中表示双重脉冲波形，它能根据本发明的方法实现，这时单极性脉冲与双极性脉冲交替更换。

对于电镀电流来说电镀槽很近似地呈现为欧姆负载。因此在图 1b 中所示的电解槽供电的情况下，电解槽电流与其电压同相。至电解槽及返回电流源的电导线具有的很小寄生电感可以被忽略。然而，脉冲电流包含交变电流。随着脉冲沿斜率的增大，交变电流的高频分量增大。陡的脉冲沿具有短暂的脉冲上升及下降时间。导线的电感对于这种交变电流呈现感抗。它使脉冲沿延迟。但这种效应在以下不再考虑。这与脉冲的发生方式无关，因而当不采取特殊措施时效果总是相同。最简单的措施在于，使用具有很低欧姆电阻及电感抗的导线。在附图中，为了简化表示，其电镀电流总是表示并假设为与电压同相。

图 2a 及 2b 表示根据本发明的借助电流互感器 1 的脉冲状补偿电流供给电路。电解槽直流电流源 2 通过电导线 3 与电解槽相连接，在这里电解槽以标号 4 的槽电阻 R_B 来表示。在这个大电流回路 5 中电流互感器 1 的次级线圈 6 与电解槽串联地连接。该变压器的初级侧 7 由一个功率脉冲电子装置 8 供电。该功率脉冲电子装置 8 通过电网电压端子 9 由电源供电。图 1d 中所示脉冲的电流及电压波形原则上与图 1 中其它的波形图相对应。其区别仅在于补偿电流的瞬时值。因而在以下的图中将表示及考虑属于图 1d 中的电压及电流。

图 2a 表示电镀期间的工作状态。作为例子其电位值表示在括号中。电容器 C 被充电到电压 $U_C \approx U_{GR}$ 。电流互感器 1 上的电压 U_{TS} 其值为 0 伏。因此，若忽略电导线电阻及次级线圈 6 中电阻上的压降，电解槽电

阻 R_B 上具有整流电压 U_{GR} 并产生电解电流 I_G 。这个暂态相应于用直流电流电镀的状态。在大电流回路 5 中, 根据本发明不需要任何开关。

图 2b 表示去电镀层期间的工作状态。各电位值不再能看作是静态的。因此将去电镀层脉冲结束时刻的电位表示在图 2b 中的括号内。起始时刻的电位为图 2a 的电位。功率脉冲电子装置 8 以幅值随时间改变的电流对电流互感器 1 的初级线圈 7 供电。该电流流过的时间相当于主电流回路 5 中补偿电流的持续时间。互感器初级电压 U_{TP} 的值是这样的, 即根据互感器的线圈匝数比在次级产生出一个感应电压 U_{TS} , 后者的状态是驱动所需要的补偿电流 I_K 。同时, 电容器 C 将从电压 $U_C \approx U_{GR}$ 开始继续由电压 U_{TS} 以时间常数 $T = R_B \times C$ 充电。充电电流为补偿电流 I_K , 也即去电镀层电流 I_E 。当电容器 C 的电容量大的情况下, 在短时间里充电电流引起的电压升高保持在低值上。原则上, 也可用蓄电池来取代电容器 C 。在去电镀层时间间隔中由整流桥电路组成的电解槽直流电流源 2 将自动被关断, 因为由于充电电压 $U_C > U_{GR}$ 。因此, 不需要使用任何附加开关元件, 在由感应电压 U_{TS} 产生电解槽电流 I_{GR} 对电流回路供电的时间间隔中, 直流电流源 2 将自动地不对电流回路供给电流。但在电流补偿后重新由直流电流源供给电解槽电流。为了避免在关断瞬间电解槽直流电流源 2 中载流子恢复的整流元件中流过短时的反向电流可在大电流回路 5 中串联一个电抗器 11。在该路径中将通过电流互感器 1 获得用于去电镀层的能量。在次级线圈 6 中的大的但短暂的去电镀层电流 I_E 是由初级绕组供给的。按照电流互感器的降低比例使初级电流降低。

如果该互感器具有例如 100: 1 的降低比例, 则对于 4000 安培的补偿电流 I_K , 初级仅供给约 40 安培。在该例中, 对于次级电压 $U_{TS} = 10V$ 初级需要约 1,000V。该功率脉冲电子装置因此是对于高电压及相对低的脉冲电流来被设计的。对此可提供成本合算的半导体元件。在主电流回路 5 中对于大的去电镀层电流于是也不需要任何大电流开关。

与公知技术相比较, 用于脉冲发生消耗的功耗是非常低的。对主要功耗的计算已经表明了其区别: 在主要由电子开关组成的用于产生初级侧脉冲电流的功率脉冲电子装置中, 当电流压降 $U_F = 2V$ 时, 电子开关损耗功率为 $P = 40 \text{ 安} \times 2 \text{ 伏} \times (\text{约}) 10\% (\text{导流时间}) = 8 \text{ 瓦}$ 。对于

使互感器饱和的反向互感器电流所需的功率损耗同样也是 8 瓦。因此在 10 个电解槽电流供给装置的情况下，其功耗总共约 160 瓦。为了将根据本发明的电路的总电路损耗与公知电路的损耗相比较，在根据本发明的电路中必需计入电流互感器的损耗。如果互感器的耦合很好，例如采用常绕环形铁芯及高磁导率薄片，则互感器的效率预计为： $\eta = 90\%$ 。因而在补偿电流为 4000 安培及电压为 7V 以及导流时间为 10 % 的情况下，该功耗共计为约 560 瓦。由此，对于 10 个根据本发明的电解槽电流供给装置，用于产生脉冲状电镀电流的总损耗在电子开关上为 160 瓦及在电流互感器上为 5600 瓦。这些主要功耗的总和约为 6 千瓦。而在以上考虑的根据现有技术的例中，在使用 10 个电解槽电流供给装置的情况下约为 60 千瓦。

同样，对于实施根据本发明方法的技术费用实际上比使用传统电路结构的情况要少。仅需要用大的电镀电流及更大的去电镀层电流对无源的电路元件加载。这实质上提高了脉冲电流供给装置的可靠性。这样构成的电镀设备由此具有显著增强的实用性。此外，它实际上可用较小的投资费用来实现。同时连续的能量消耗小。由于较小的技术费用这种脉冲装置的体积小，并使得它能易于在电解槽附近实现。由此使主电流回路的导线电感降低到最小值。

在图 3 中概要地表示了电解槽电阻 R_B （电镀槽 20）的电流波形。因为 R_B 是欧姆电阻，这时电解槽电流及电解槽电压同相。补偿电流开始于时间 t_1 。其量值及方向将由瞬时电压 U_C 及 U_{TS} 来确定。在时间 t_2 时结束补偿电流。随后的电镀电流 I_G 由整流电压 U_{GR} 确定，这些电流值均与电解槽电阻 R_B 有关。

其电压随时间变化的波形被表示在图 4a 及 4b 的波形图中。电镀电流 I_G 实际上与电镀电压 U_G 同相。由于波形相同，因此未表示出 I_G 。在时间点 $t = 0$ 时，整流电压 U_{GR} 、电容器电压 U_C 及电镀电压 U_G 差不多相同。在该时刻电压 U_{TS} 为 0 伏。在时间 t_1 时，在电流互感器 1 的次级绕组 6 上开始了电压脉冲 U_{TS1} 的上升。电压 U_{TS} 的极性是这样的，即它使电镀电压 U_{G1} 变负，以致可以去电镀层。 U_G 由瞬时电压 U_C 及 U_{TS} 的和构成。电压 U_{TS} 的极性对于电容 C 是在形成充电电荷的方向上。因此

电容器 C 开始继续向电压 U_{TS} 充电并且其时间常数为 $T = R_B \times C$ 。在时间点 t_2 时, 电压脉冲 U_{TS1} 开始下降。由于电流互感器次级回路有限的电感, 电压脉冲的下降不是线性地终止的。通过电压感应出现反极性电压 U_{TS2} 。该电压这时与电容电压 U_C 相加。在槽电阻 R_B 上出现短暂的升高电压值 U_{G2} 。电容 C 开始以时间常数 $T = R_B \times C$ 放电, 这时至少部分地或完全地放电。因此在时刻 t_3 时电压 U_{TS} 为 0 伏。电解槽直流电流源又重新承担对槽电阻 R_B 的供电, 使得 $U_G \approx U_{GR}$ 。这时电压 U_{GR} 、 U_C 及 U_G 又差不多等值。槽电阻 R_B 上电压短时升高从电镀的原因来看是不希望有的。在实际中, 这种尖峰值及这里未述的另外尖峰值被明显地整圆。需要的话, 在次级线圈上并联或在电流互感器铁心上的其它线圈上并联一个续流二极管可使槽电阻 R_B 上的电压升高进一步衰减。对此则形成时间较长的、小的电压升高值。这里对于公知的电感电路不再详细讨论, 同样, 对于作为脉冲变压器构成的电流互感器的结构也不再详细讨论。在互感器的初级这样地供给脉冲, 即避免互感器铁心的磁饱和。为了去磁, 在每个电流脉冲后的脉冲间歇的足够时间中提供一个反极性的电流。为此目的, 可在互感器铁心上绕制一个附加线圈。图 5 表示一个在初级调节电流互感器 1 的例子。辅助电压源 12 由一个电容量为 C 的输入电容 13 支持。一个电子开关 14。这里是一个 IGBT (绝缘栅双极性晶体管), 由电压脉冲 15 进行控制。在电子开关 14 的导通状态下, 在电流互感器初级线圈 7 的部分线圈 I 中流过初级电流, 及在该简化电路情况下在部分线圈 II 中流过去磁饱和电流。在电子开关不导通状态下, 仅在部分线圈 II 中流过去磁饱和电流。为了降低成本, 这里对于去磁电流省掉另一个可能使用的电子开关。对于部分线圈 I 和 II 的圈数及持续流过小电流的降压电阻 14 彼此这样地设计, 即不会产生电感器铁心的饱和。图 5 中的电流波形图 18 概要地表示出初级电流 I_{TP} 。

图 6 表示脉冲电流单元 19 在一个电镀槽 20 中的应用, 槽中具有垂直设置的被电镀物品, 对此使用了两个电解槽直流电流源 2, 用于对扁平被电镀物品、如印刷电路板的正、反面电镀。印刷电路板 21 的每面单独由一个这样的电流源 2 供给电镀电流。印刷电路板每面的对面设有一个阳极 22。在短暂的去电镀层脉冲期间该阳极作为相对被处理物品的阴

极工作，而被处理物品这时为阳极性。

两个脉冲电流单元可以彼此不同步或同步地工作。当两个脉冲电流单元相同频率的脉冲链同步工作并同时出现脉冲的相位移时，对印刷电路板的孔的电镀是有利的。相位移必需这样，即在印刷电路板的一面上为电镀阶段时，在其另一面上出现去电镀层脉冲，反之亦然。在此情况下改善了金属分布，即改善了孔电镀。但在被处理物品正、反面分开电解处理时也可使用相同频率的脉冲链彼此异步地工作。

本发明适于所有的脉冲电镀方法。它可用于垂直地或水平地工作的电镀设备、浸渍及过滤设备。在最后一情况下扁平的被电镀物品在处理时可保持在水平或垂直位置上。在本说明书中所述的时间和幅值可以在实际应用情况下变更到另外的范围上。

说明书附图

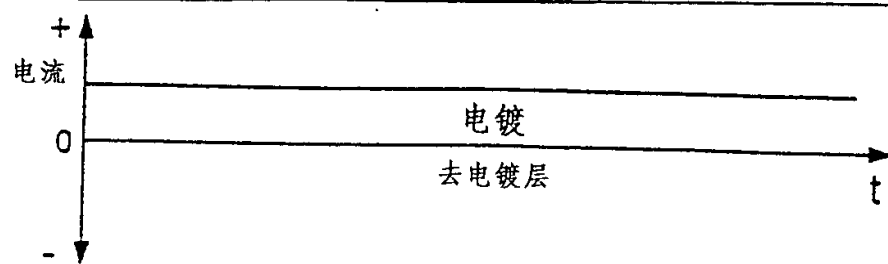


图1a

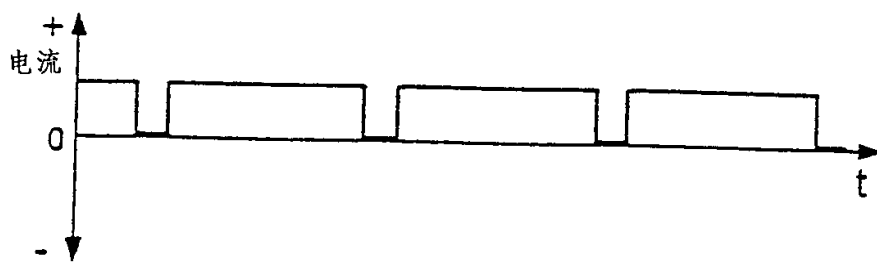


图1b

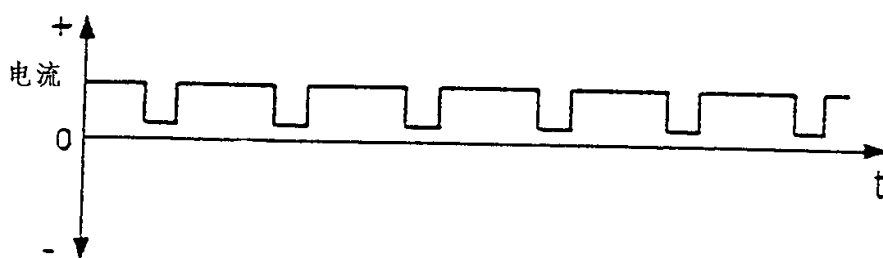


图1c

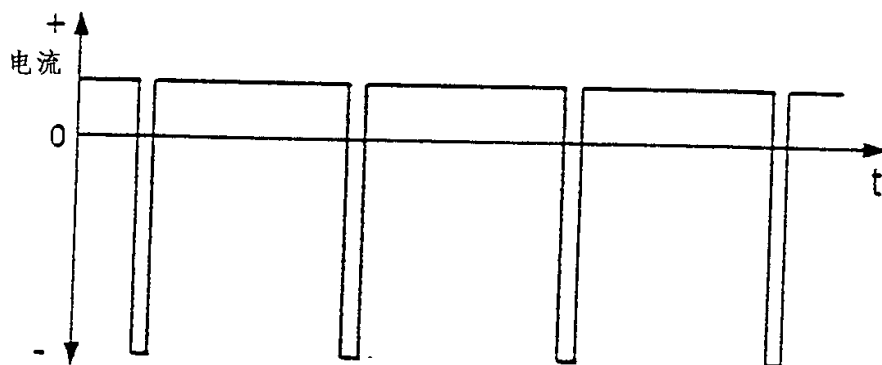


图1d

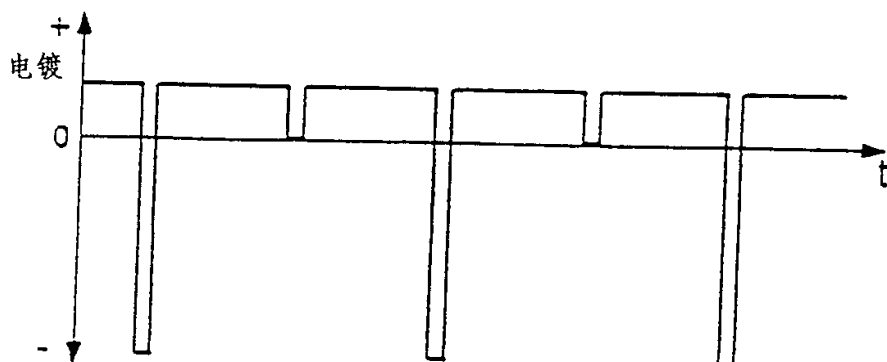
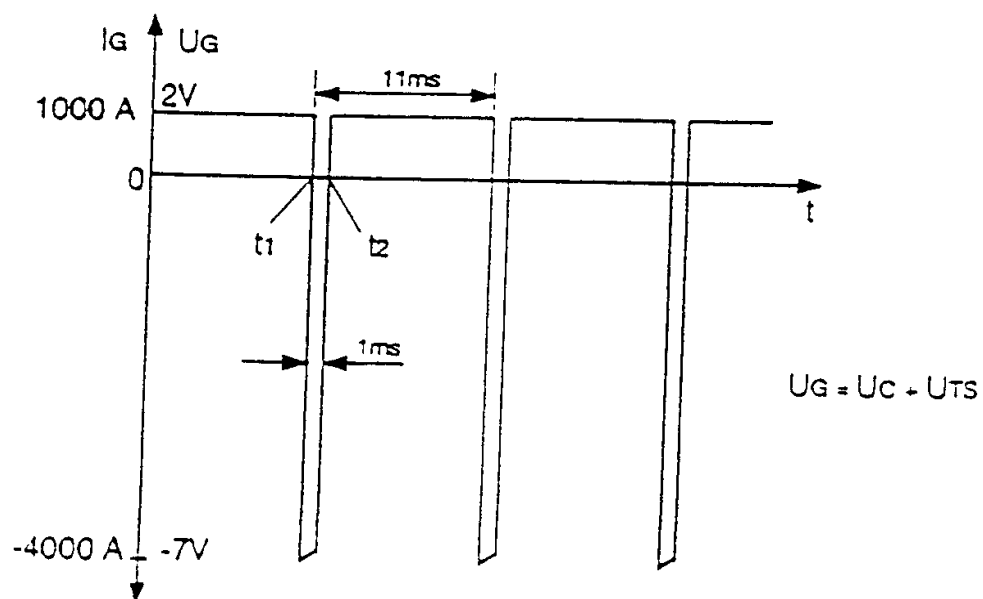
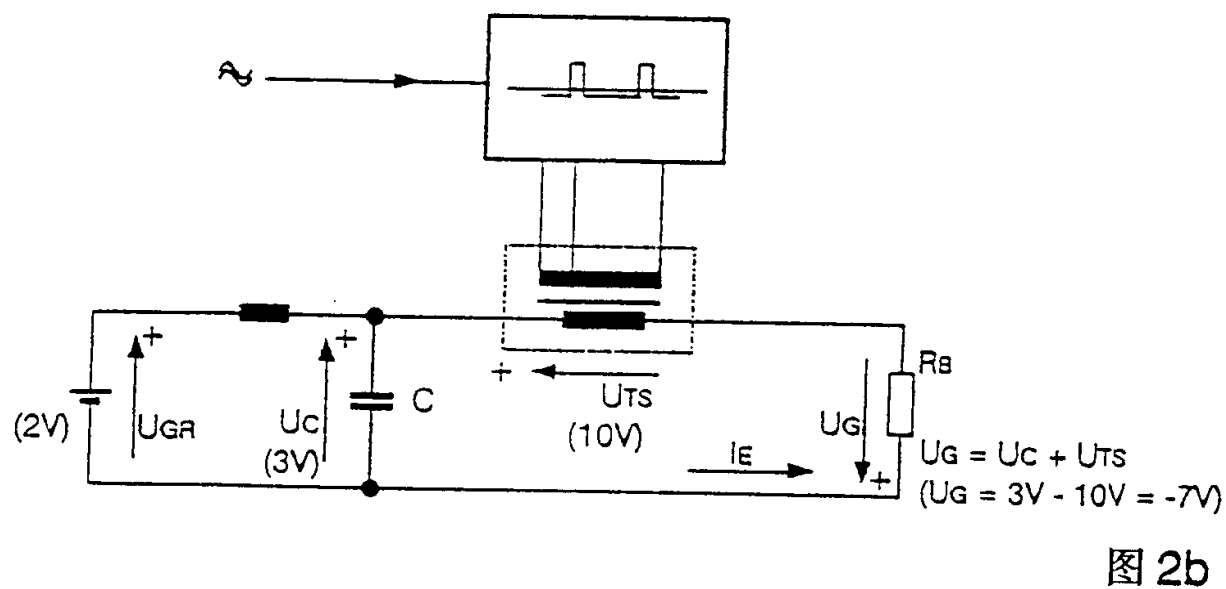
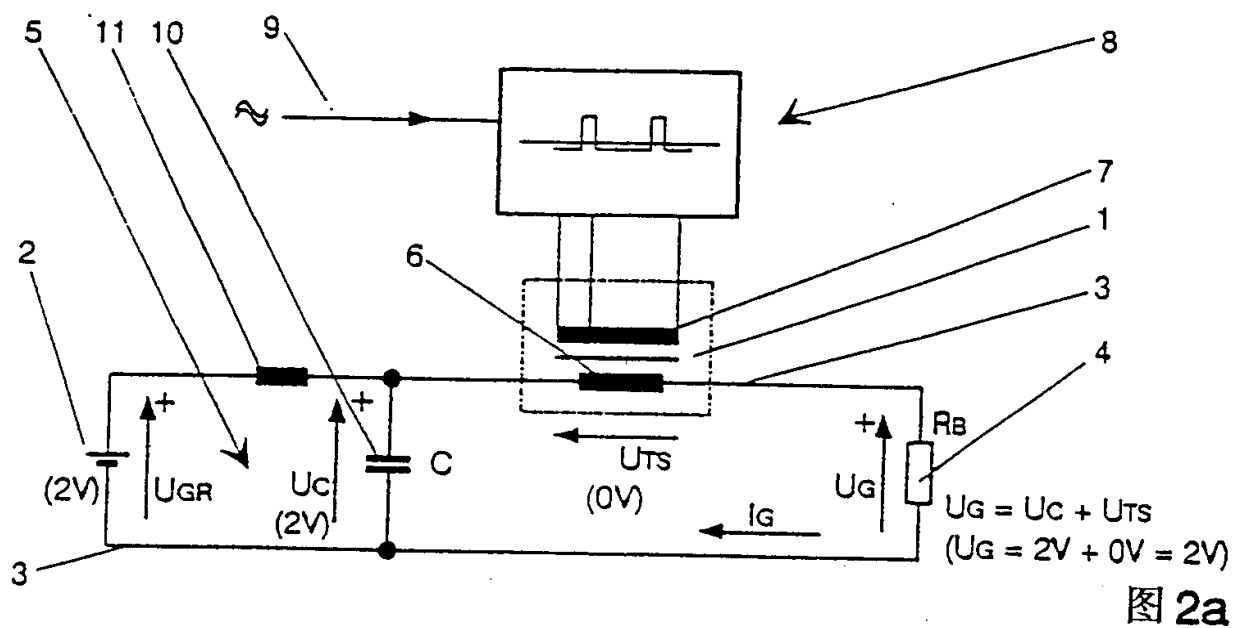


图1e



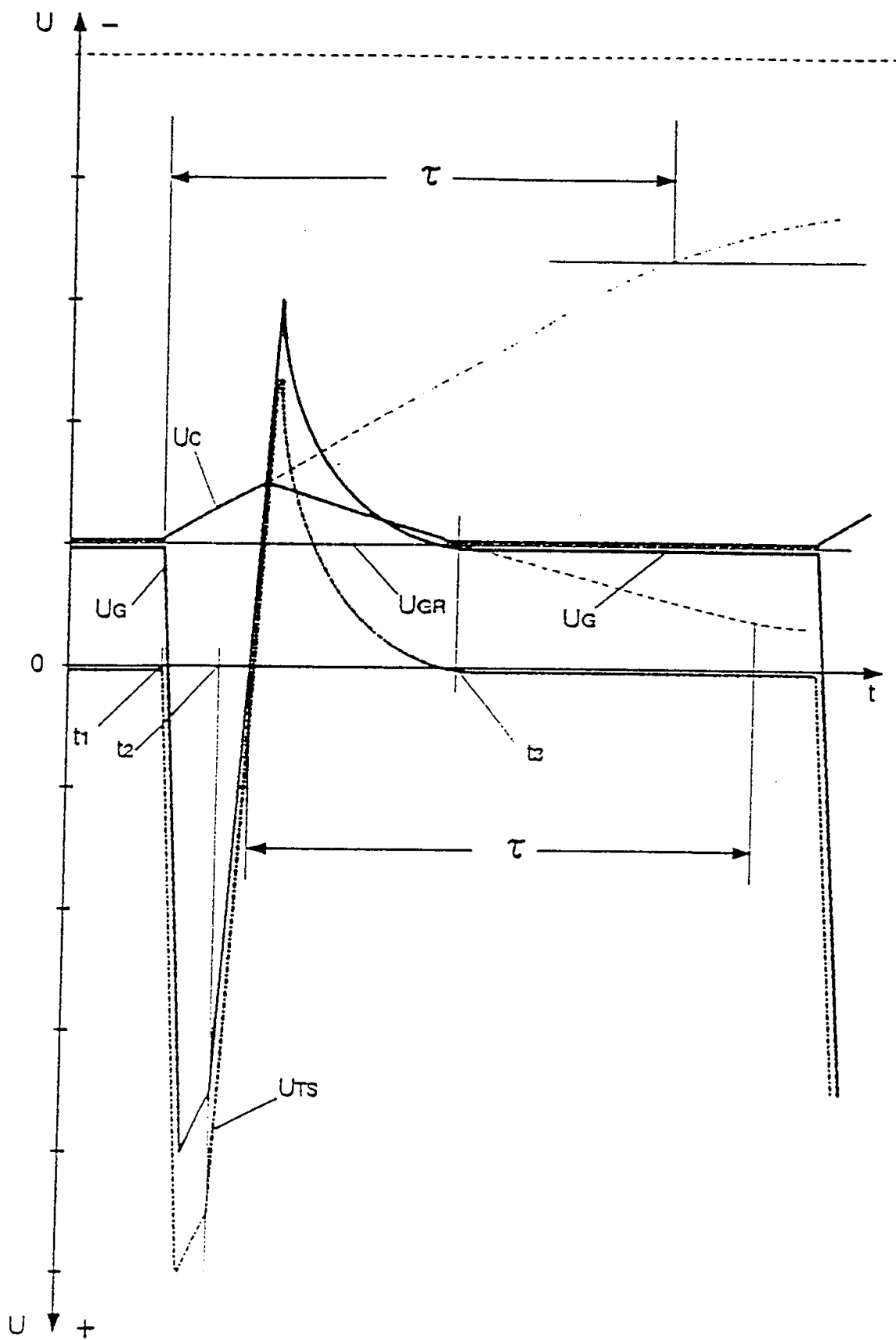
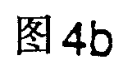


图 4a



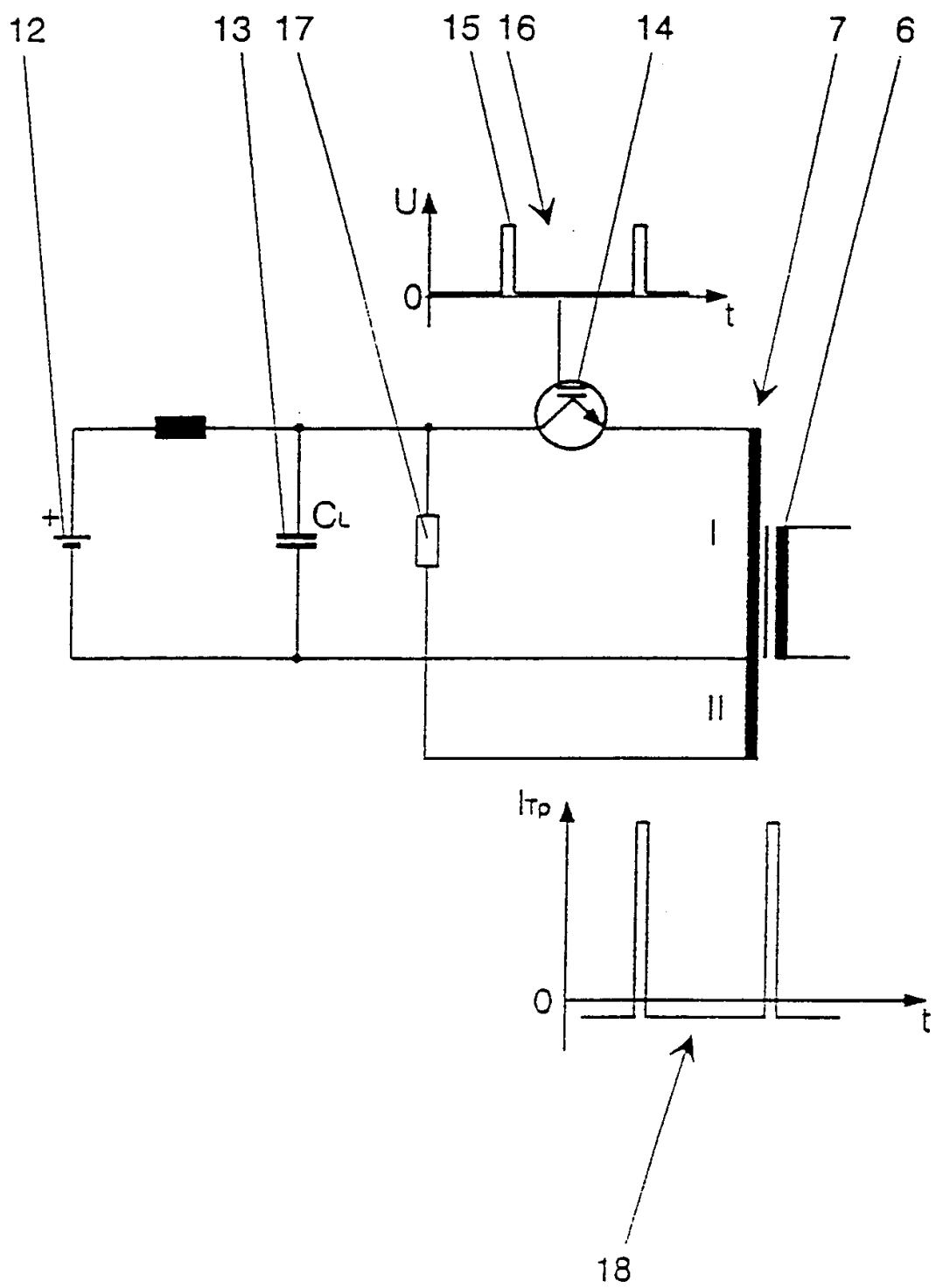


图 5

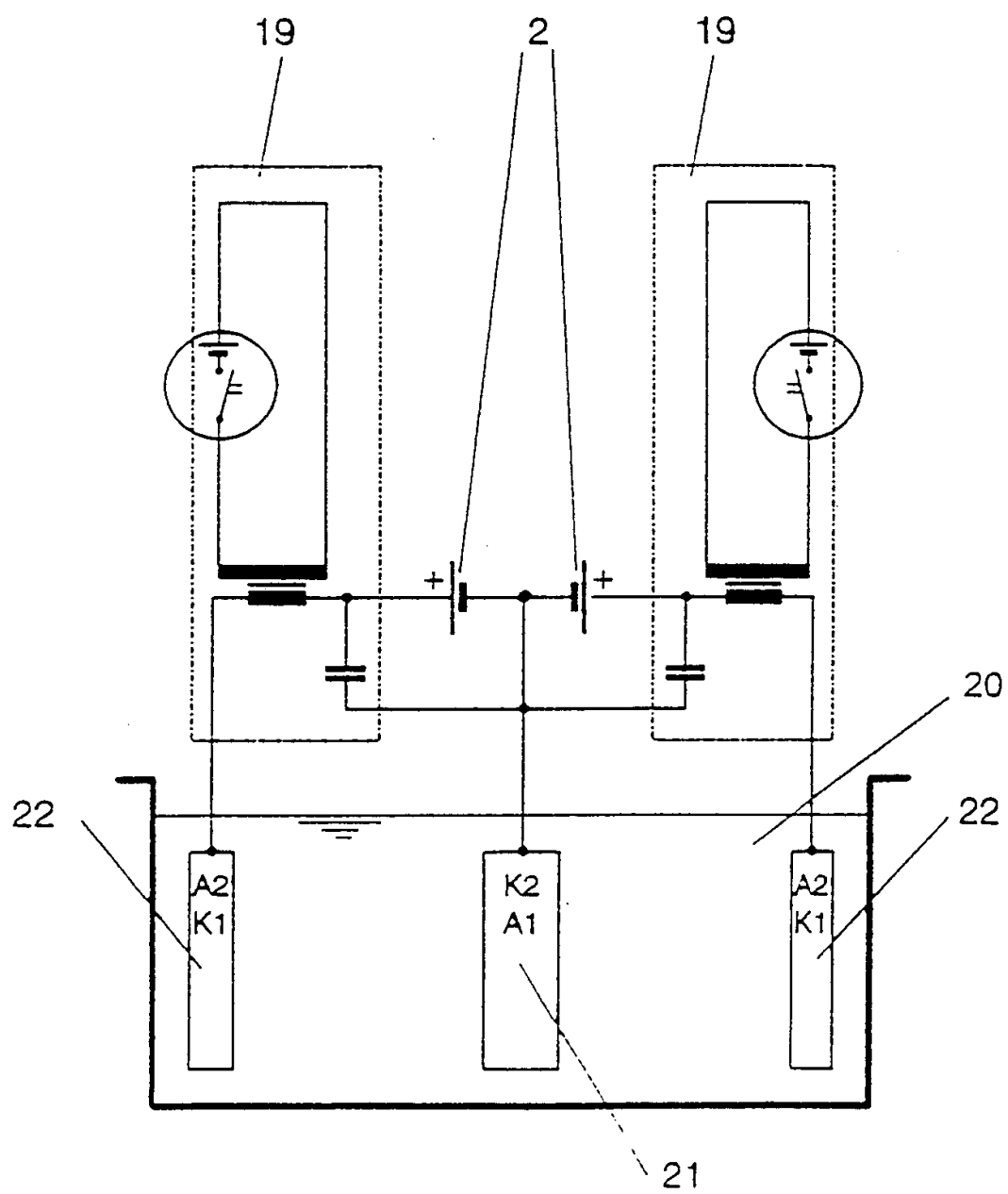


图6

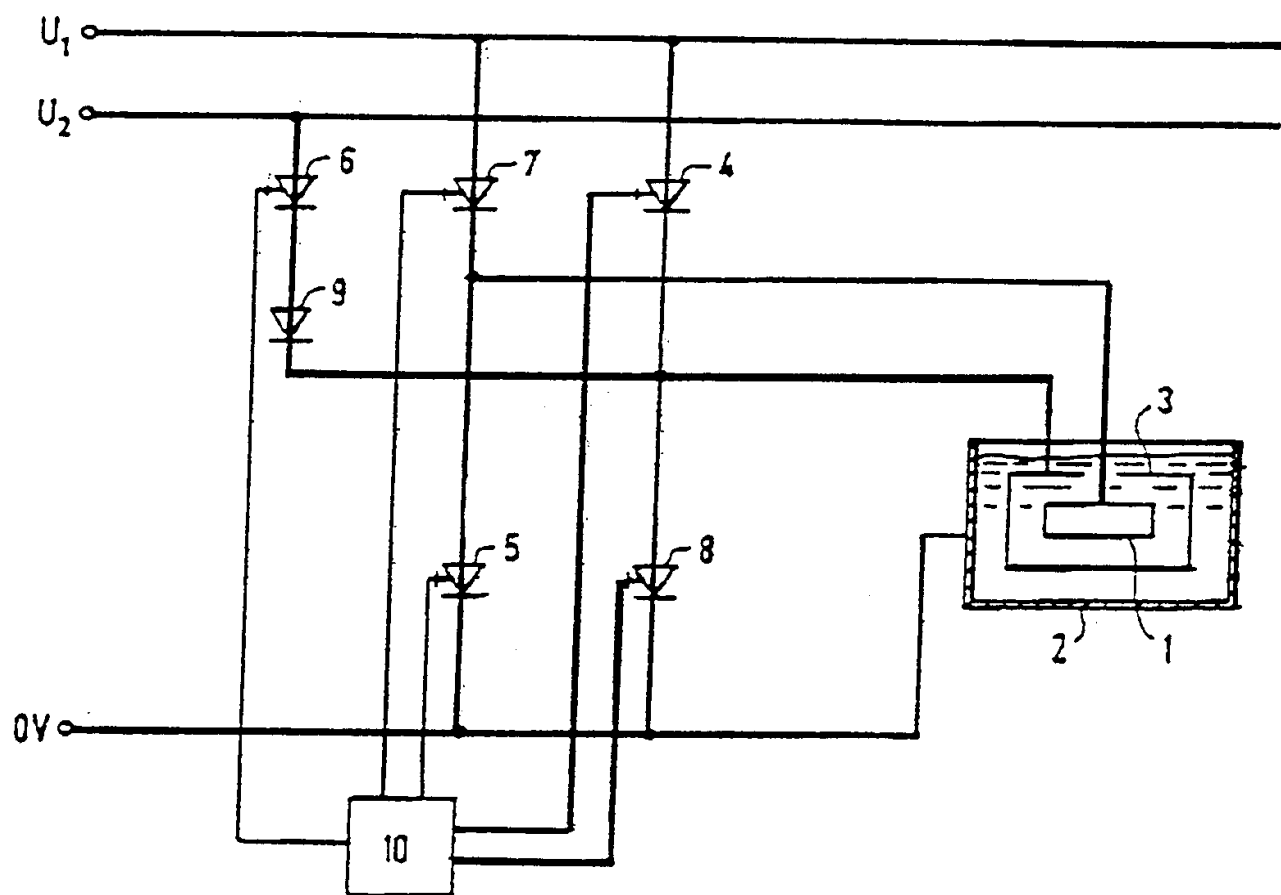


图 7