



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99800030.2

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1166256C

[22] 申请日 1999.1.11 [21] 申请号 99800030.2

[30] 优先权

[32] 1998.1.9 [33] JP [31] 13540/1998

[86] 国际申请 PCT/JP1999/000047 1999.1.11

[87] 国际公布 WO1999/035891 日 1999.7.15

[85] 进入国家阶段日期 1999.9.9

[71] 专利权人 优志旺电机株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 冈本昌士 广濑贤一

审查员 秦力军

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

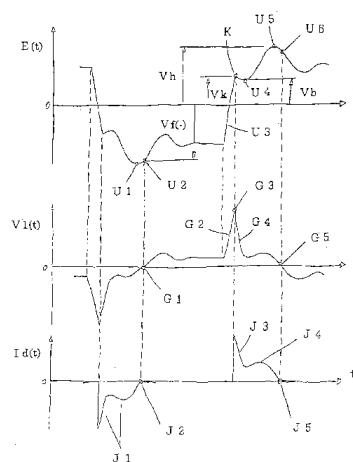
代理人 姜郭厚 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 19 页

[54] 发明名称 电介质阻挡层放电灯光源装置

[57] 摘要

供电装置(7), 通过升压变压器(8)对电介质阻挡层放电灯(1)施加大致周期性波形的高电压。利用与施加电压波形的点火点对应的点(K), 满足 $V_y/V_x = 1.0$, 其中, V_x 是 $V_k - V_f$ 的绝对值, V_y 是 $V_h - V_b$ 的绝对值, V_k 是与上述灯施加电压波形的放电开始时对应的点(K)上的电压, V_f 是与所述灯施加电压波形的放电开始时对应的点(K)所属放电的前一次放电的放电结束时对灯施加的电压, V_h 是在从通过与上述灯施加电压波形的放电开始时对应的点(k)的时刻, 到灯施加电压的极性变化为止的期内, 表示灯施加电压的绝对值极大的点(U_5)的灯施加电压, 而 V_b 是在从与上述灯施加电压波形的放电开始时对应的点(k)到表示上述灯施加电压的绝对值极大的点(U_5)的闭区间中绝对值为最小的灯施加电压波形上的点(U_4)的灯施加电压。



1. 一种电介质阻挡层放电灯光源装置, 包括电介质阻挡层放电灯(1), 该灯(1)有放电等离子体空间(2), 在该空间(2)中填充通过电介质阻挡层放电生成受激准分子的放电气体, 在用于感应起该放电气体中的放电现象的两极电极(3、4)的至少一个与所述放电气体之间插入电介质(5、6); 和

用于对所述电介质阻挡层放电灯的所述电极(3、4)施加高电压的供电装置(7),

其特征在于, 所述供电装置(7)通过升压变压器(8)对所述电介质阻挡层放电灯(1)施加大致周期性波形的高电压,

并且存在以下电压:

在观察与灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)时, 相对于与所述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)的电压 V_k ;

与所述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)的放电相比, 上次放电中放电结束时的灯所加电压 V_f ;

在从通过与所述灯所加电压波形的放电开始时对应点(K)的时刻至下次灯所加电压极性变化的期间内表示灯所加电压的极大绝对值的点(U5)的灯所加电压 V_h ;

从与所述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)至表示所述灯所加电压的极大绝对值的点(U5)的闭区间中绝对值变为最小的灯所加电压波形上的点(U4)的灯所加电压 V_b 的情况来说,

在所述所加电压 V_k 与 V_f 的差 $V_k - V_f$ 的绝对值 V_x , 和

所述所加电压 V_h 与 V_b 的差 $V_h - V_b$ 的绝对值 V_y 的关系中, 满足以

下

$$V_y/V_x \leq 1.0$$

的条件。

2. 如权利要求1所述的电介质阻挡层放电灯光源装置, 其特征在于, 与上述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)的电压 V_k , 是在电压

上升或下降部分的灯所加电压波形上呈现的弯折点的电压。

3. 如权利要求 1 所述的电介质阻挡层放电灯光源装置, 其特征在于, 在所述电介质 (5、6) 的放电等离子体空间 (2) 侧的表面上, 至少在其一部分上涂敷荧光体。

电介质阻挡层放电灯光源装置

5 技术领域

本发明涉及包括电介质阻挡层放电灯的光源装置，作为光化学反应应用的紫外线光源使用的一种放电灯，通过电介质阻挡层放电形成受激准分子，并利用由所述受激准分子发射的光。

10 背景技术

作为本发明的相关技术，对于电介质阻挡层放电灯来说，例如有日本专利公开特许公报平 2-7353 号，在该文献中披露了在放电容器中填充形成受激准分子的放电气体，通过电介质阻挡层放电（别名称为臭氧放电或无声放电。参照电气学会发行修定新版‘放电手册’平成 1 年 6 月再版 7 次印刷发行第 263 页）先形成受激准分子，然后获取由所述受激准分子发射的光的发射器。

在电介质阻挡层放电灯中，在夹置放电等离子体空间的电极之间，存在一块或两块电介质。图 1 表示存在两块电介质 5、6 的电介质阻挡层放电灯 1。顺便指出，在图 1 中，灯密封体 9 兼用作电介质 5、6。

20 在使电介质阻挡层放电灯 1 点火时，在其两极的电极 3、4 上，施加例如 10kHz~200kHz、2kV~10kV 的高频交流电压。可是，因插在放电等离子体空间 2 和电极 3、4 之间的电介质 5、6，所以电流不直接从电极 3、4 流至放电等离子体空间 2，而是通过电介质 5、6 的电容作用使电流流动。就是说，在各电介质 5、6 的放电等离子体空间 2 侧的表面上，因电介质的极化而感应出与各电极 3、4 侧的表面等量但符号相反的电荷，从而在夹置放电等离子体空间 2 的对置电介质 5、6 的表面之间产生放电。

25 由于电流不大沿电介质 5、6 的放电等离子体空间 2 侧的表面流动，所以在产生放电的部分，在电介质 5、6 的放电等离子体空间 2 侧表面感应的电荷，被因放电产生移动的电荷中和，使放电等离子体空间 2 的电场减小，

所以即使向电极 3、4 继续施加电压，放电电流不久也就会停止。但是，在施加给电极 3、4 的电压进一步上升的情况下，放电电流会持续。

在产生一次放电后放电停止的情况下，除非施加在电极 3、4 上的电压极性反向，否则不会再放电。

5 例如，在封入氙气的电介质阻挡层放电灯的情况下，因放电氙气电离成离子和电子，变为氙等离子体。在该等离子体中，与在特定能级上被激励的氙结合，形成受激准分子。氙受激准分子一旦经过某个寿命时间便会分解，此时释放的能量作为真空紫外线波长的光子被发射。为了使电介质阻挡层放电灯作为真空紫外线光源高效率地工作，必须高效率地形成这种
10 受激准分子。

其中，阻碍放电时高效率地形成受激准分子的主要原因在于，朝向不能形成受激准分子的能级激励放电等离子体。

15 放电开始之后的放电等离子体的电子运动是集团性的，处于能量高但温度低的状态。在该状态下，为了形成受激准分子，放电等离子体过渡为必要的共振状态的概率高。但是，如果放电时间变长，那么等离子体的电子运动逐渐变热，即变为称作麦克斯韦 - 波尔兹曼 (Maxwell Boltzmann) 分布的热平衡状态，等离子体温度上升，过渡至不能形成受激准分子的更高受激状态的概率会上升。

20 而且，即使在形成受激准分子的情况下，在经过寿命时间，发射期待的光子并自然地分解之前，因后续的放电，还存在受激准分子被破坏的情况。实际上，在氙受激准分子的例子中，从放电开始至真空紫外线波长的光子射出，需要 $1\mu\text{s}$ 左右的时间，该期间内的后续放电和再放电使受激准分子发光的效率降低。

25 就是说，如果一旦放电开始，那么最重要的问题显然在于使后续放电的能量尽量小。

即使在放电时间短的情况下，如果在该放电期间被注入的能量过大，那么同样地过渡到高受激状态的概率会上升。过渡到高受激状态的等离子体缓和红外线发射，仅使灯的温度上升，而无助于受激准分子发光。

就是说，必须进行放电驱动，抑制朝向不能形成受激准分子的能级的

放电等离子体的激励。在这点上，以往的电介质阻挡层放电灯光源装置不能满足其要求。

5 作为包括电介质阻挡层放电，通过完全的脉冲放电实现受激发光的高效率化的方案，有特开平 1-243363，该方案提出如果一次放电开始，那么按照上述条件尽量使后续的放电能量减小。但是，该方案所述的情况是如果调整哪个参数，那么受激发光大概就可以高效率化的情况，而对于该参数数值的有效条件，并未具体地示出。特别在电介质阻挡层放电的情况下，由于向放电等离子体空间施加电压和注入电流必须通过电介质进行，所以该电压和电流的控制自由度低，找到最佳条件非常困难。

10 作为改善电介质阻挡层放电灯的效率的方案，例如有特表平 8-508363。但是，在该方案中，并未论述高效率地形成所述受激准分子的具体事项，及真正有效地实现对朝向不能形成受激准分子的能级的放电等离子体的受激进行抑制的具体事项。

15 作为涉及利用电介质阻挡层放电的荧光灯驱动波形的改善方案，例如有特开平 6-163006 号。

根据该方案，通过用正负极性的矩形脉冲列和交流的矩形波驱动，可提高荧光灯的亮度。其中，对于矩形脉冲列和矩形波来说，与频率和占空率有关，相对于施加电压的变化，记载了亮度变化的实验结果，说明了与以往的正弦波驱动进行比较效率提高。

20 但是，对于实际的供电装置来说，包括高电压变压器等，不可能施加理想的矩形脉冲列和矩形波，因供电装置的输出阻抗和灯阻抗的相互作用，波形会钝化，此外，通过局部共振会施加正弦波电压。

25 在这样的实际供电装置中，存在与理想的矩形波形偏移的情况，并且未明确限定偏移波形中哪个成分有害，允许达到什么程度的偏移，因而不能设计、制造经济上均衡的实用光源装置。

发明内容

本发明的目的在于提供可高效率地生成受激准分子，并且作为真空紫外线光源可以高效率工作的电介质阻挡层放电灯。

而且, 本发明如下述那样实现该目的。

1. 在电介质阻挡层放电灯光源装置中, 包括电介质阻挡层放电灯(1), 放电灯(1)在结构上有放电等离子体空间(2), 在该空间内填充通过电介质阻挡层放电生成受激准分子的放电气体, 在用于感应引起该放电气体中放电现象的两极电极(3、4)中的至少一个和所述放电气体之间插入电介质(5、6); 和用于对所述电介质阻挡层放电灯的所述电极(3、4)施加高电压的供电装置(7), 其特征在于, 所述供电装置(7)通过升压变压器(8)对所述电介质阻挡层放电灯(1)施加大致周期性波形的高电压, 并且存在以下电压: 在观察与灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)时, 相对于与所述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)的电压 V_k ; 与所述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)的放电相比, 上次放电中放电结束时的灯所加电压 V_f ; 在与所述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)的时刻至下次灯所加电压极性变化的期间内表示灯所加电压的极大绝对值的点(U5)的灯所加电压 V_h ; 从与所述灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)至表示所述灯所加电压的极大绝对值的点(U5)的闭区间中绝对值变为最小的灯所加电压波形上的点(U4)的灯所加电压 V_b 的情况来说, 所述所加电压 V_k 与 V_f 的差 $V_k - V_f$ 的绝对值 V_x 和所述所加电压 V_h 与 V_b 的差 $V_h - V_b$ 的绝对值 V_y 的关系中, 满足 $V_y/V_x \leq 1.0$ 的条件。
2. 与灯所加电压波形的放电开始时对应的点(K)的电压 V_k , 其特征在于, 是在电压上升或下降部分的灯所加电压波形上呈现的弯折点(K)的电压。
3. 在电介质内, 其特征在于, 在面对放电等离子体空间侧的表面上涂敷荧光体。

附图说明

图1表示存在两块电介质5、6的电介质阻挡层放电灯。

图2表示电介质阻挡层放电灯1的电气回路工作的等效电路。

图3表示典型的灯所加电压、放电间隙电压、放电电流的波形。

图 4 表示模拟化的灯所加电压波形。

图 5 表示解析电介质阻挡层放电灯放电用的等效电路。

图 6 表示解析电介质阻挡层放电灯放电用的等效电路。

图 7 表示 V_y/V_x 与效率的关系的实验数据。

5 图 8 表示使用半桥式逆变器的电介质阻挡层放电灯的点火电路。

图 9 表示电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。

图 10 表示电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。

图 11 表示用计算机解析处理的波形数据。

图 12 表示使用全桥式逆变器的电介质阻挡层放电灯的点火电路。

10 图 13 表示电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。

图 14 表示电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。

图 15 表示用计算机解析处理的波形数据。

图 16 表示使用回扫逆变器的电介质阻挡层放电灯的点火电路。

图 17 表示电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。

15 图 18 表示电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。

图 19 表示用计算机解析处理的波形数据。

具体实施方式

20 为了高效率地形成作为本发明课题的受激准分子，抑制朝向不能形成受激准分子的能级的放电等离子体的激励。而且，为此，使灯所加电压按有限的增加率上升，在达到放电开始电压后如果开始放电，那么最好尽快结束放电。

电介质阻挡层放电灯 1 的电路的工作如图 2 所示，放电等离子体空间 2 的放电回路变为电阻 10 和开关 11 串联连接的电路。

25 此外，在电介质阻挡层放电灯 1 中，在电极 3、4 和放电等离子体空间 2 之间有电介质 5、6，该电介质在电路中起电容器的作用。但是，在电介质为两块的情况下，可考虑把各自的电容器串联合成的一个电容器 13。

由于该电容器相对于放电等离子体空间 2 有串联插入的结构，所以在电介质阻挡层放电灯 1 中，仅在灯所加电压的极性改变之后的某个期间内

放电电流流动,即使不施加具有灯所加电压实际为零的暂停期间的脉冲电压,也自然产生放电的暂停期间。

此外,放电等离子体空间 2 的电压限制在未达到放电开始电压之处,由于不产生放电,所以灯所加电压的上升或下降速度没有必要剧烈。

- 5 放电等离子体空间 2 本身也形成电容器 12,如果放电开始,那么由于对该电容器充电的能量基本上被放电消耗,所以供电装置 7 在放电开始以后最好在电介质阻挡层放电灯 1 上不追加并且不流动超过所需电流的电流。

下面,考虑灯壁面的每单位面积。

- 10 如果决定了气体压力和放电间隙的间隔,那么大致自动地决定了放电开始电压。此外,由于形成放电等离子体空间的电容器 12 的静电容量 C1 由放电间隙间隔决定,所以在从一次放电开始至结束期间由等离子体所提供的最小能量是在形成放电等离子体空间的电容器 12 上充电电荷全部放电的能量,这可以由灯的结构来决定。

- 15 在该最小能量的放电条件下,为了高效率地形成所述受激准分子,抑制朝向不能形成受激准分子的能级的放电等离子体的受激变得最容易实现。

可是,作为该最小能量的放电条件,使用有极大输出阻抗的供电装置,使灯所加电压极其缓慢地上升、放电,在原理上可以实现。

- 20 但是,这种供电装置在作为实际光源装置应用时存在问题。

第一个问题是如果输出阻抗大,那么就不能获得用以周期性反复放电的高速动作速度。

第二个问题是在该最小能量的放电条件下,因放电间隙间隔的灯内位置的不均匀的影响,产生在一个灯内的放电不均匀。

- 25 因此,使用具有可实现必要光量的小输出阻抗的供电装置,并且为了具有在电介质阻挡层放电灯的整个壁面上产生均匀放电的裕度,成为实用的光源装置等,与所述最小能量放电条件相比,提高灯所加电压,而且,必须找出因灯所加电压变高产生的受激发光效率下降的可允许范围的条件。

本发明权利要求1所述的条件为该实用条件。

再有，与所述最小能量放电条件有关，从放电开始，为了在放电等离子体空间形成的电容器12上充电的电荷完全放电之前使放电停止，通过操作灯所加电压波形，可以使放电能量比所述最小能量还小。但是，在该方法中，技术难度高而效果小。

图3表示在实用的供电装置中灯所加电压 $E(t)$ 波形和放电等离子体空间2的电压即放电间隙电压 $V1(t)$ 的波形、放电电流 $I_d(t)$ 的典型波形。相对于弯折点K，与该点的放电相比，在相对于前一次放电的放电电流波形J1的结束点J2上，放电间隙电压达到放电维持电压的程度，如点G1所示，可看出该点近似地基本上为0V。

此外，与放电电流停止的点J2对应的灯所加电压波形上的点U2有其绝对值的极大点U1，或稍微超过绝对值的极大点。在对于实际的光源装置评价中，点U2可存在于所述绝对值的极大点U1上。

在点U2以后至弯折点K的灯所加电压波形的变化被缩小为 $C2/(C1+C2)$ 倍，按原样呈现在放电间隙电压波形上。

其中， $C1$ 和 $C2$ 是放电等离子体空间2的电容器12的静电容量 $C1$ 和电介质5、6的电容器13的静电容量 $C2$ 。在电极3、4双方存在电介质5、6的电介质阻挡层放电灯的情况下，可认为 $C2$ 为各个电介质的各自静电容量串联合成的情况。

如斜线U3所示，如果灯所加电压的极性急速变化，那么放电间隙电压就如斜线G2那样急速变化，该电压在达到放电开始电压的点G3上放电开始。

如果放电开始，那么放电电流波形J3呈现急剧变化，其结果，放电间隙电压如斜线G4那样急速下降，而点G3变为顶点。

其中，在实用的供电装置中，在灯所加电压上产生图3那样的弯折点K的理由如下。如斜线G4所示，根据放电间隙电压即放电等离子体空间的电压急速下降部分，灯所加电压也会下降。这种灯所加电压下降部分虽补偿了供电装置7，但由于存在升压变压器8的磁通量泄漏和电缆阻抗产生的电感性输出阻抗，所以灯所加电压下降部分的补偿延迟，作为其结果，在绝

对值大的方向上产生凸的弯折点K。

此外，因该电感性输出阻抗和电介质阻挡层放电灯1的静电容量的共振，在弯折点K后混入相对于灯所加电压的振动成分。

其结果，在灯所加电压波形上产生绝对值的极小点U4和绝对值的极大点U5。相对于该成分，如图3所示，在放电电流波形J3上，在最初的急速上升后的衰减中途，大多发生隆起部分J4的情况。

本发明的目的在于，利用该振动成分，在电介质阻挡层放电灯中投入必要的电力，而且使紫外线发光效率不下降。

如点G5所示，如果放电间隙电压下降至0V，那么放电电流波形J3如点J5那样结束。此外，此时的灯所加电压波形上的点U6大概在灯所加电压波形的绝对值的极大点U5附近。在对实际的光源装置的评价中，点U6最好处于所述绝对值的极大点U5附近。

其中，为了使本发明权利要求1所述条件的物理意义明确，使用把图3的灯所加电压的实际波形模拟化的图4，尝试定量地解析放电现象。

图4的平坦区域M2与图3的上次放电结束时刻的灯所加电压波形上的点U2即点U1上灯所加电压为Vf的状态对应。图4的斜线M3与图3的灯所加电压的上升部分斜线U3对应。图4的点M1与图3的弯折点K对应。图4的平坦区域M4与从图3的弯折点K通过后至绝对值的极小点U4的部分近似，其电压等于Vk。图4的平坦区域M5与图3的绝对值的极大点U5对应，其电压与Vh相等。

在图4中，在灯所加电压处于平坦区域M2的状态下，放电间隙电压为0V。从该状态至点M1的灯所加电压的变化为(Vk - Vf)，与此相伴的放电间隙电压从0V改变为Vg。其中， $Vg = C2 / ((C1 + C2) \cdot (Vk - Vf))$ (式2)

在放电电流波形J3最初急速上升的持续衰减期间，对应于由放电等离子体提供的能量，在点M1上开始放电时，欲求出由放电等离子体提供的能量W1。

图5表示电介质阻挡层放电灯的等效电路。其中，C1和C2是放电等离子体空间2的电容器12的静电容量C1和电介质5、6的电容器13的静

电容量 C_2 。此外， R 相当于放电等离子体的电阻。如果 C_1 的初期充电电压为 V_g ，那么通过关断开关 SW_1 ，可如下求出在 R 上消耗的所有能量 W_1 。

$$W_1 = (1/2) \cdot (C_1 + C_2) \cdot V_g^2 \quad (\text{式 } 3)$$

再有，在 R 上的电力消耗结束的时刻， C_1 、 C_2 的电压 V_1 、 V_2 为

$$V_1 = 0, V_2 = V_k \quad (\text{式 } 4)$$

在 (式 3) 中的 V_g 中代入式 (2)，可如下求出 W_1 。

$$W_1 = (1/2) \cdot (C_2^2) / ((C_1 + C_2) \cdot (V_k - V_f)^2) \quad (\text{式 } 5)$$

其中， $(V_k - V_f)$ 的差的绝对值为 V_x 。

在图 4 中，在灯所加电压处于平坦区域 M_4 的最终状态下，由 (式 4) 可知放电间隙电压为 0，此外，电介质的电压为 V_k 。对应于在从放电电流波形 J_3 的衰减中途发生的隆起部分 J_4 和其以后的期间由放电等离子体提供的能量，在从该状态变化为具有电压 V_h 的平坦区域 M_5 的状态时，欲求出由放电等离子体提供的能量 W_2 。

在图 6 的等效电路中， C_1 、 C_2 的初期充电电压为引用上述 (式 4) 的 $V_1 = 0, V_2 = V_k$ (式 6)

通过关断 SW_2 ，在 R 上消耗的所有能量 W_2 可如下求出。

$$W_2 = (1/2) \cdot (C_2^2) / ((C_1 + C_2) \cdot (V_h - V_k)^2) \quad (\text{式 } 7)$$

其中，如图 3 的灯所加电压波形所示，在从弯折点 K 至绝对值的极大点 U_5 之间存在绝对值的极小点即绝对值比 V_k 小的点 U_4 的情况下，认为可进行所述 W_1 、 W_2 的校正。

由图 3 可知，放电电流波形 J_3 的峰值存在于灯所加电压波形的弯折点 K 时刻附近。在绝对值的极小点 U_4 时刻，放电电流波形 J_3 的峰值已经过去，因此，因灯所加电压波形上绝对值的极小点 U_4 的存在对所述能量 W_1 的影响极小，所以可以忽略。

另一方面，在灯所加电压波形中，在从经过绝对值的极小点 U_4 至绝对值的极大点 U_5 之间由放电等离子体提供的能量 W_2 ，在上述初期条件 (式 6) 中，根据 $V_2 = V_b$ 进行修正，结果，(式 7) 可修正如下。

$$W_2 = (1/2) \cdot (C_2^2) / ((C_1 + C_2) \cdot (V_h - V_b)^2) \quad (\text{式 } 8)$$

其中， $(V_h - V_b)$ 的差的绝对值为 V_y 。

(式5)的W1是因所述最小能量的放电条件的放电能量与供电装置的输出阻抗小,在放电时灯所加电压被维持在弯折点K附近,并由此通过电介质5、6形成的电容器13流入放电等离子体空间2的放电能量之和,可以说在实现实用供电装置上有不可避免的能量投入。

5 对此,(式8)的W2是为了避免因所述放电间隙间隔的灯内位置不均匀的影响而在一个灯内产生放电不均匀的情况所不得不投入的能量。

通过上述进行的放电现象的解析,显然 V_x 和 V_y 在解决本发明课题上成为重要的因素。就是说,与 V_x 相比,通过使 V_y 变小,如果一次放电开始,那么应使后续的放电能量尽量小,与上述条件一致,由此可以抑制朝向不能形成所述受激准分子的能级的放电等离子体的受激,结果,可实现
10 高效率的真空紫外线波长的光源。但是,(式1)右边出现的数值是通过发明者的实验获得的。

其中,相对于 V_x 和 V_y ,进行受激发光效率方面的实验。图7表示其实验结果的图。其中,图7的纵轴刻度是将标绘点中最高效率的点为1的
15 相对刻度。标绘的各点的共用实验条件如下。

逆变器电路:半桥方式

频率:20、40、80kHz

变压器初级侧阻抗:1.1mH

变压器次级侧阻抗:630mH

20 变压器耦合系数:0.9993

电介质:石英玻璃厚度1mm

放电气体:氙压力33kPa

放电间隙:4.3mm

不放电时的灯静电容量:12pF

25 实验中将供给初级侧的逆变器电路的频率和DC电压进行各种改变,根据得到的灯所加电压波形,算出 V_y/V_x 的值作为横轴方向的值,此外,算出相对于此时测定的紫外线光量的与投入电介质阻挡层放电灯的电力之比,作为纵轴方向的值,标绘出各自的结果。

把荧光体和硅二极管组合构成的紫外线照度传感器在氮气氛中放置在

距灯一定距离上,根据检测的照度值进行紫外线光量的测定。通过在灯中串联插入的薄膜电容器,产生灯电流的积分电压波形,利用该积分电压波形和灯所加电压波形形成的李沙育(Lissajou)图形的面积,测定投入给电介质阻挡层放电灯的电力。

5 由图 7 可知,为了避免放电间隙间隔的灯内位置不均匀的影响等,如果使 V_y/V_x 不断变大,那么效率就变低,而如果 V_y/V_x 超过 1.0,那么效率急速下降,此外,还发现实现的效率值的偏差增加。因此,为了实现受激发光的效率下降可容忍的范围条件,期望 $V_y/V_x \leq 1.0$,显然有必要使 $V_y/V_x \leq 0.9$ 。

10 而且,在 V_y/V_x 在 0.8 以下的区域中,与除此以外的区域相比,相对于 V_y/V_x 的变化,发现效率的变化率小,可稳定地实现高效率。此外,在该区域中,灯所加电压变得更小,具有使变压器等的高电压元件的制作、用于安全的绝缘对策变得容易的优点。实际上,在图 7 的所示实验条件中,在 80kHz 下的点火中,提供 $V_y/V_x \approx 1.0$ 的灯所加电压波形为 8.8kVpp (峰值-峰值间电压),而在提供 $V_y/V_x \approx 0.8$ 的灯所加电压波形中,则降低至 6.7kVpp。因此,在工业应用中,为了用低成本实现高效率的光源装置,使 $V_y/V_x \leq 0.8$ 是有利的。

20 而且, V_y/V_x 在 0.5 以下时,大都获得接近最高的效率,灯所加电压进一步变小,实际上,在图 7 的上述实验条件下,在 80kHz 点火时,在提供 $V_y/V_x \approx 0.5$ 的灯所加电压波形中降低至 4.5kVpp。因此,为了光源装置的进一步高效率化和实现低成本化,显然 $V_y/V_x \leq 0.5$ 更有利。

但是,如果(式 8)和(式 5)两边相比,那么变为

$$W2/W1 = (V_h - V_b)^2 / (V_k - V_f)^2$$
。相对于该式的右边,如果采用 V_x 、 V_y ,那么得到

25 $W2/W1 = (V_y/V_x)^2$ 。因此,所谓的 $V_y/V_x \leq 1.0$,就变为 $W2/W1 \leq 1.0$ 。

而且,该条件才意味着受激发光的效率下降为可允许的范围条件。

再有,为了使上述放电现象的解析过程更清楚,在灯所加电压波形上,在对应于灯所加电压波形的放电开始时的点,即从弯折点 K 至绝对值的极大点 U5 之间不存在绝对值的极小点 U4 的情况下,作为电压 V_b ,显然最好

获得与灯所加电压波形的放电开始时对应的点的电压 V_k 。

此外，在不存在表示绝对值极大的点 U_5 的情况下，在本发明权利要求 1 所述的条件下，可解释为电压 V_h 、 V_b 与电压 V_k 相等。在这种情况下，由于更接近上述最小能量的放电条件，所以在效率方面可以说是理想的。但是，如上所述，由于因放电间隙间隔的灯内位置的不均匀的影响容易产生一个灯内的放电不均匀，所以要注意采用的方法。

在害怕这种不均匀的用途情况下，期望采用 $V_y/V_x \geq 0.1$ 的方法。

其中，在图 3 所示的灯电压 $E(t)$ 的波形中，无论在正负哪一种状态下，如果满足 $V_x/V_y \leq 1.0$ 的条件就不会产生任何问题。但是，仅在正负的任何一种状态下，满足 $V_x/V_y \leq 1.0$ 的条件，而在其它状态下未满足 $V_x/V_y \leq 1.0$ 的条件情况下，计算在正的状态下的 V_x/V_y 值和负状态下 V_x/V_y 值的平均值，判断该平均值是否满足 1.0 以下的条件。

再有，在上述放电现象的解析中，在（式 4）中，利用变为 $V_1 = 0$ 的状态，这是因为在电介质阻挡层放电灯中，实际上放电间隙电压变为 0 不应该说放电停止，而是分割成放电电流波形 J3 中最初急速上升中的持续衰减期间和从放电电流波形 J3 的衰减中途产生的隆起部分 J4 及其以后的期间，并附加用以估计由放电受激准分子提供的能量的模拟解析技术。

再有，在本发明的电介质内，在面对放电等离子体空间的表面上，至少在其一部分上涂敷荧光体。由此，可以制成发射可见光的灯。

以下，说明根据本发明，实现用以高效率地进行所述受激准分子形成，抑制朝向不能形成受激准分子的能级的放电等离子体的受激的电介质阻挡层放电灯光源装置的实施例。

图 8 是采用半桥式方式的逆变器电路的电介质阻挡层放电灯的点火电路的简化电路图。图 9 是此时的电介质阻挡层放电灯 1 的电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。图 10 是扩大测定图 9 中大致示出的区间 Z 部分的图。图 11 是用计算机解析处理图 10 的波形，算出放电电流波形 $I_d(t)$ ，同时表示电压波形 $E(t)$ 和电流波形 $I_s(t)$ 的图。

其中，如图 11 所示，说明根据电压波形 $E(t)$ 和电流波形 $I_s(t)$ 算出放电电流波形 $I_d(t)$ 的方法。

如果使用由放电等离子体空间 2 的电容器 12 的静电容量 C_1 、电介质 5、6 的电容器 13 的静电容量 C_2 、以及使其与电介质阻挡层放电灯并列存在的寄生静电容量 C_3 决定的下面两个系数 $F = 1 + C_1/C_2$ (式 9) $C_v = C_1 + C_3 \cdot F$ (式 10), 那么放电电流波形 $I_d(t)$ 可以按下式求出。

$$I_d(t) = F \cdot I_s(t) - C_v \cdot dE(t)/dt \quad (\text{式 11})$$

这种方法由于使用数值微分, 虽然在得到的结果的波形中的电流值小的区域内精度不大高, 但由于表示放电开始时的迅速上升, 所以没有以发现这种上升为目的使用限制的问题。

图 9、图 10、图 11 情况的解析条件及实验条件如下。

10 C_1 : 35Pf
 C_2 : 220pF
 C_3 : 15Pf
 频率: 30kHz
 变压器初级侧阻抗: 1.1mH
 15 变压器次级侧阻抗: 630mH
 变压器耦合系数: 0.9993
 电介质: 石英玻璃厚度 1mm
 放电气体: 氙压力 33kPa
 放电间隙: 4.3mm

20 在图 11 中, 放电电流波形 $I_d(t)$ 在时刻 T_d 急剧上升, 显然这是放电开始的瞬间。在电压波形 $E(t)$ 上, 对应于时刻 T_d 形成弯折点 K。

用于算出所述 V_x 、 V_y 的电压值 V_k 、 V_b 、 V_h 如图 11 所示那样, 而 V_f 如图 9 所示那样。但是, 这种情况下 V_f 为负。

如果把该实测值代入 (式 1), 那么 $V_y/V_x = 0.30$ 。

25 下面, 示出其它实施例。

图 12 是采用半桥式方式的逆变器电路的电介质阻挡层放电灯的点火电路的简化电路图。图 13 是此时的电介质阻挡层放电灯 1 的电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。

图 14 是扩大测定图 13 中大致示出的区间 Z 部分的图。图 15 是用计算

机解析处理图 14 的波形, 算出放电电流波形 $I_d(t)$, 同时表示电压波形 $E(t)$ 和电流波形 $I_s(t)$ 的图。

图 13、图 14、图 15 情况下的解析条件和实验条件除频率为 21kHz 以外, 与上述图 9、图 10、图 11 情况下的解析条件和实验条件相同。再有, 在图 11 的时刻 T_{a1} 附近, 电压波形 $E(t)$ 、电流波形 $I_s(t)$ 都有大的振幅, 但放电电流波形 $I_d(t)$ 中不存在有效的振幅, 因此, 在该实验条件下, 在时刻 T_{a1} 附近, 表示不产生放电。即使同样波形的点火时, 根据条件, 在与此对应的部分中也有产生放电的情况。

在图 15 中, 放电电流波形 $I_d(t)$ 在时刻 T_d 急剧上升, 显然这是放电开始的瞬间。在电压波形 $E(t)$ 上, 对应于时刻 T_d 形成弯折点 K。

用于算出所述 V_x 、 V_y 的电压值 V_k 、 V_b 、 V_h 如图 11 所示那样, 而 V_f 如图 13 所示那样。但是, 这种情况下 V_f 为负。

如果把该实测值代入 (式 1), 那么 $V_y/V_x = 0.18$ 。

下面, 示出其它实施例。

图 16 是采用回扫方式的逆变器电路的电介质阻挡层放电灯的点火电路的简化电路图。图 17 是此时的电介质阻挡层放电灯 1 的电压波形 $E(t)$ 与电流波形 $I_s(t)$ 的实测数据。图 18 是扩大测定图 17 中大致示出的区间 Z 部分的图。图 19 是用计算机解析处理图 18 的波形, 算出放电电流波形 $I_d(t)$, 同时表示电压波形 $E(t)$ 和电流波形 $I_s(t)$ 的图。

图 17、图 18、图 19 情况的解析条件及实验条件如下。

C1: 35pF

C2: 220pF

C3: 15pF

频率: 36kHz

变压器初级侧阻抗: 3.3 μ H

变压器次级侧阻抗: 6.1mH

变压器耦合系数: 0.9930

电介质: 石英玻璃厚度 1mm

放电气体: 氙压力 33kPa

放电间隙: 4.3mm

在图 19 中, 放电电流波形 $I_d(t)$ 在时刻 $Td1$ 和时刻 $Td2$ 两点上急剧上升, 因此, 显然在这些瞬间开始产生放电。

5 在电压波形 $E(t)$ 上, 对应于时刻 $Td1$ 和时刻 $Td2$ 形成各自弯折点 $K1$ 和弯折点 $K2$ 。在两个地方的弯折点中, 弯折点 $K2$ 较不明显, 但通过时刻 $Td2$ 时放电波形 $I_d(t)$ 的急剧上升就可以判别。

如果还注意观察电压波形 $E(t)$, 那么在时刻 $Td3$ 和时刻 $Td4$, 也可看出与弯折点 $K2$ 类似的弯折点 $K3$ 、弯折点 $K4$, 根据放电电流波形 $I_d(t)$, 也可以判断从这些点开始放电。

10 根据本发明权利要求 1 所述的条件, 在计算 V_y/V_x 值的情况下, 按照图 19, 与在时刻 $Td1$ 开始的放电有关, 可以计算出 $V_f = V_{k4}$ 、 $V_k = V_{k1}$ 、 $V_b = V_{b1}$ 、 $V_h = V_{h1}$ 。同样, 与在时刻 $Td2$ 开始的放电有关, 可以计算出 $V_f = V_{h1}$ 、 $V_k = V_{k2}$ 、 $V_b = V_{k2}$ 、 $V_h = V_{h2}$ 。此外, 与在时刻 $Td3$ 开始的放电有关, 可以计算出 $V_f = V_{h2}$ 、 $V_k = 0$ 、 $V_b = 0$ 、 $V_h = V_{h3}$ 。

15 而且, 与在时刻 $Td4$ 开始的放电有关, 可以计算出 $V_f = V_{h3}$ 、 $V_k = V_{k4}$ 、 $V_b = V_{k4}$ 、 $V_h = V_{k4}$ 。

但是, 如果根据放电电流波形 $I_d(t)$ 和 $I_d = 0$ 的直线围成的面积判断这四个地方的放电分别相对于整体的作用, 那么实际上作为支配效率的主要放电是在时刻 $Td2$ 开始的放电, 除此之外的放电可以忽略, 因此, 对于该波形整体而言, $V_y/V_x = 0.32$ 。

20 本发明的电介质阻挡层放电灯光源装置其供电装置 (7) 通过升压变压器 (8) 对所述电介质阻挡层放电灯 (1) 施加大致周期性波形的高电压, 此时, 在观察与灯所加电压波形放电开始时对应的点 (K) 时, 对于与所述灯所加电压波形放电开始时对应的点 (K) 的电压 V_k 和与所述灯所加电压波形放电开始时对应的点 (K) 的放电相比一次放电前的放电结束时的灯所加电压 V_f , 在从通过所述灯所加电压波形放电开始时对应的点 (K) 时的点至下次灯所加电压极性变化的期间内表示灯所加电压的绝对值极大的点 (U5) 的灯所加电压 V_h , 从与所述灯所加电压波形放电开始时对应的点 (K) 至表示所述灯所加电压绝对值极大的点 (U5) 的闭区间中绝对值最小的灯

所加电压波形上的点 (U4) 的灯所加电压 V_b 来说, 与所述 V_k 和 V_f 的差 $V_k - V_f$ 的绝对值 V_x , 所述 V_h 和 V_b 之差 $V_h - V_b$ 的绝对值 V_y 的关系有关, 由于满足 $V_y/V_x \leq 1.0$, 所以具有以下效果。

5 通过使用有可实现的小的输出阻抗的供电装置, 由于在电介质阻挡层放电灯的整个表面上产生均匀放电, 所以与产生放电的最小能量相比, 灯所加电压提高, 而且通过灯所加电压提高, 可以使受激发光的效率下降在可允许的范围内。

工业上的利用领域

10 本发明的电介质阻挡层放电灯光源装置可用于光化学反应的紫外线光源等。

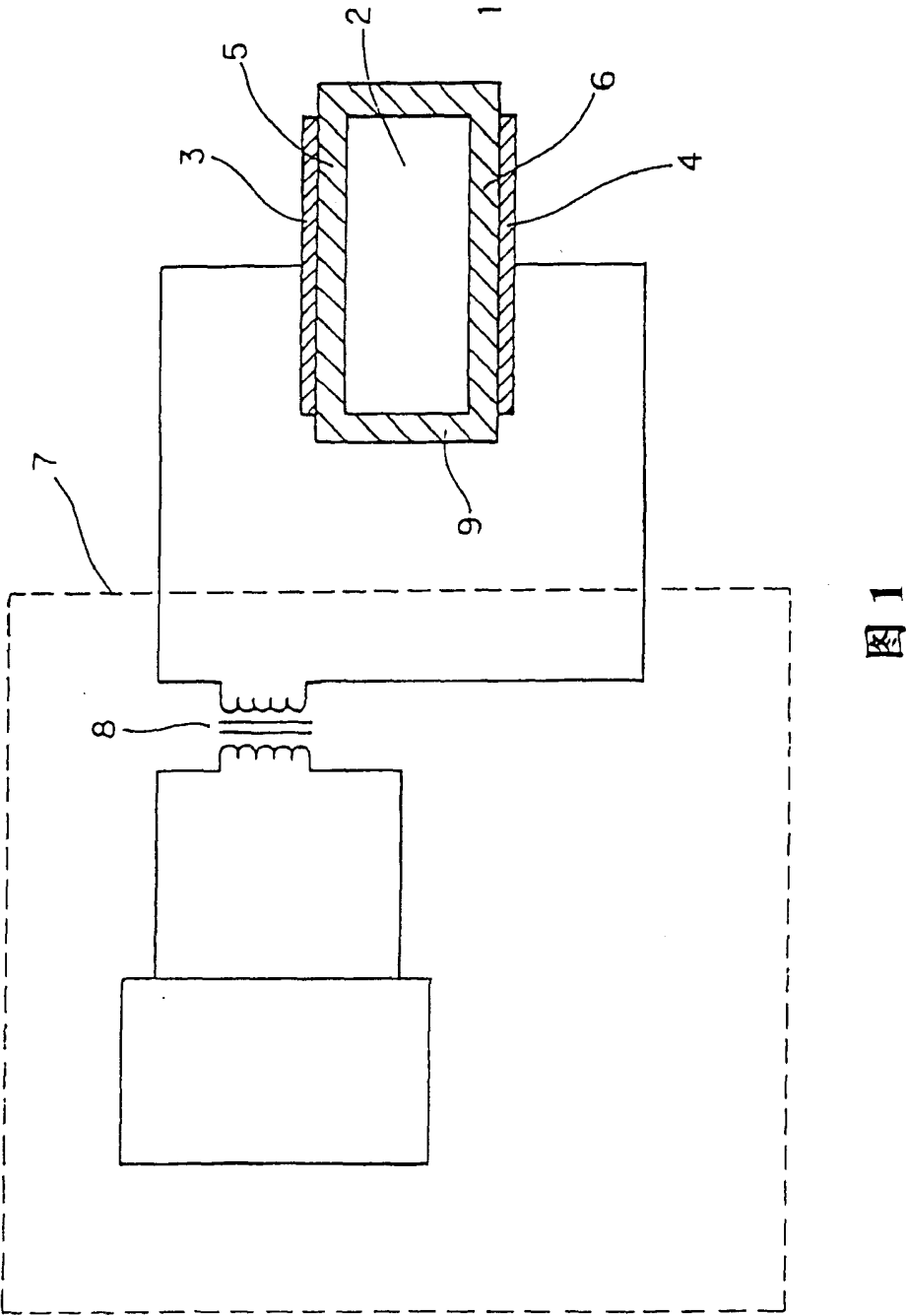


图1

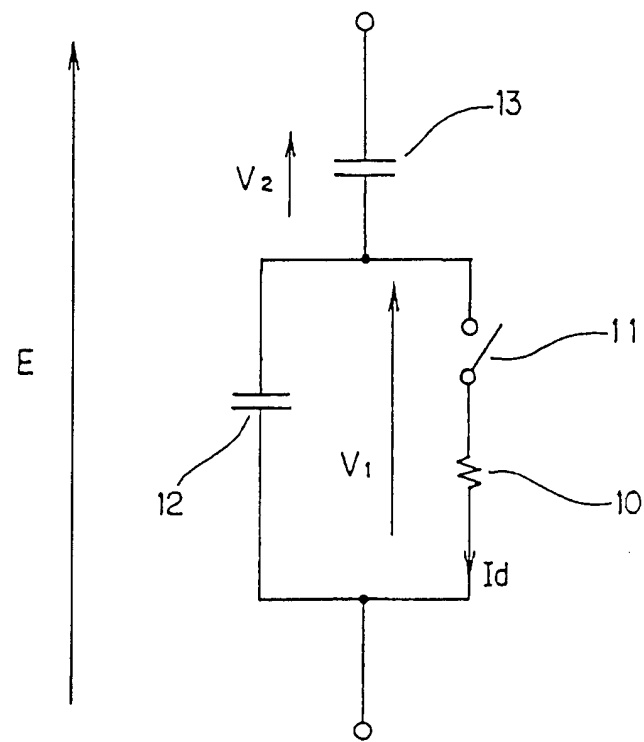


图 2

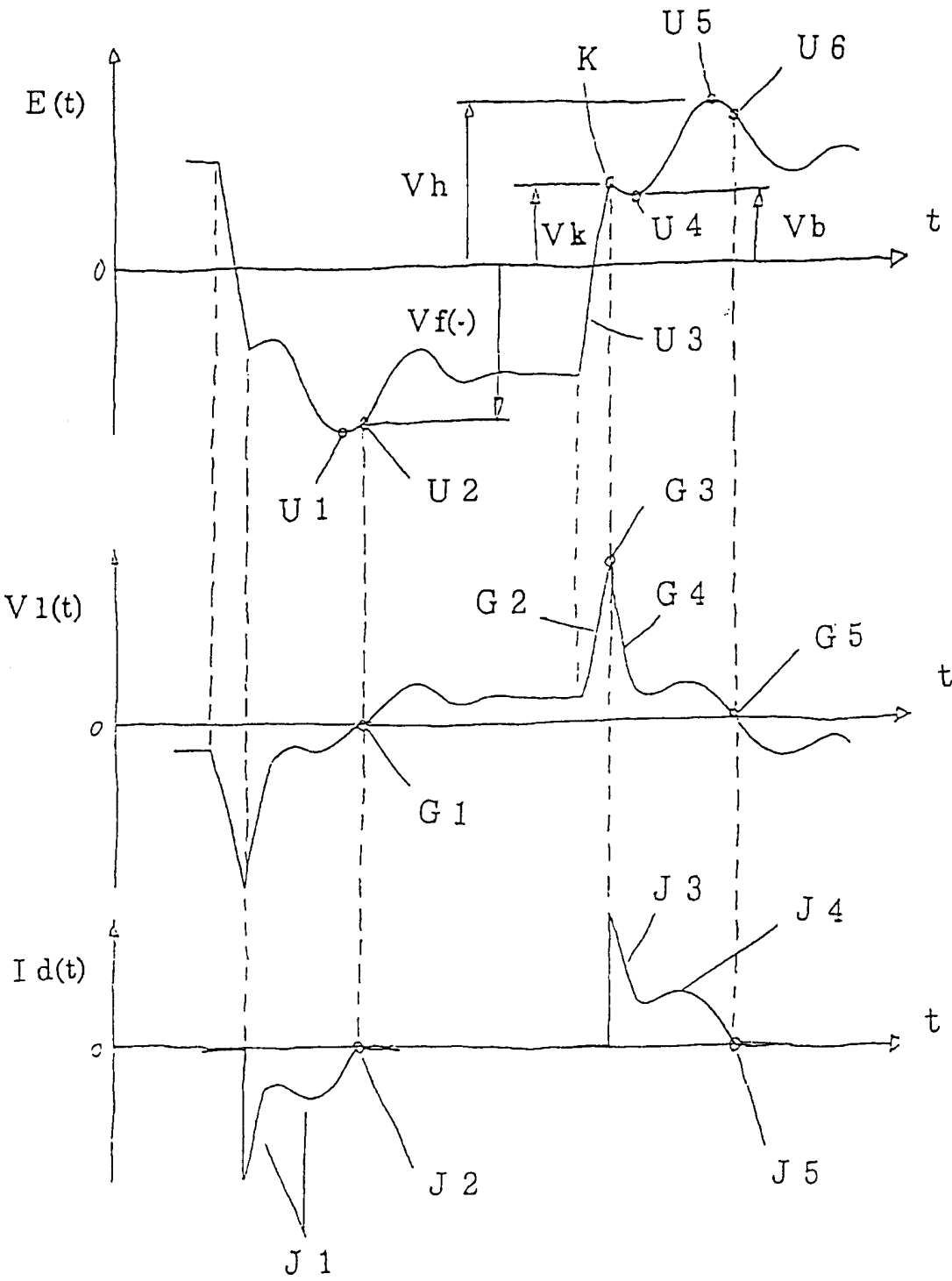


图 3

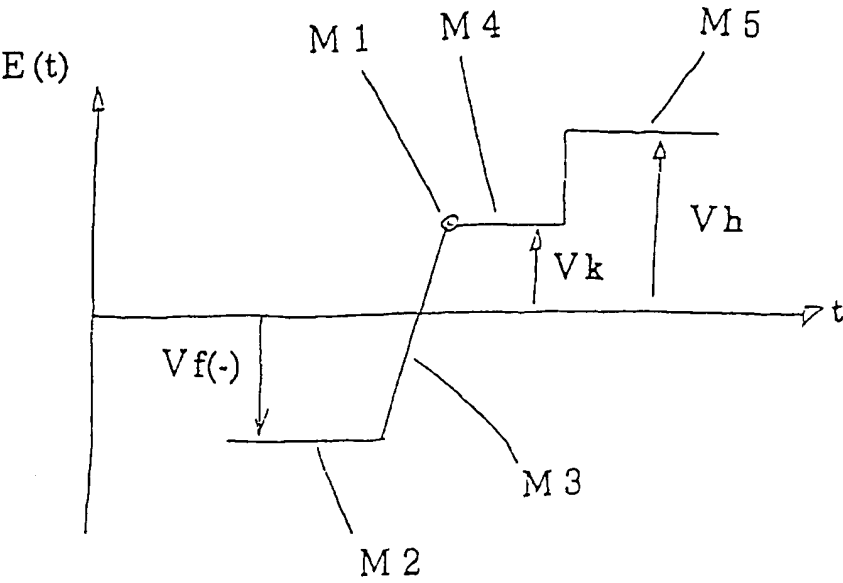


图 4

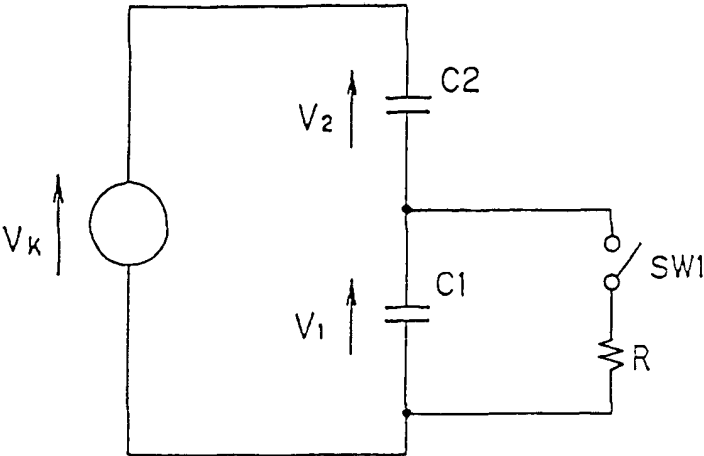


图 5

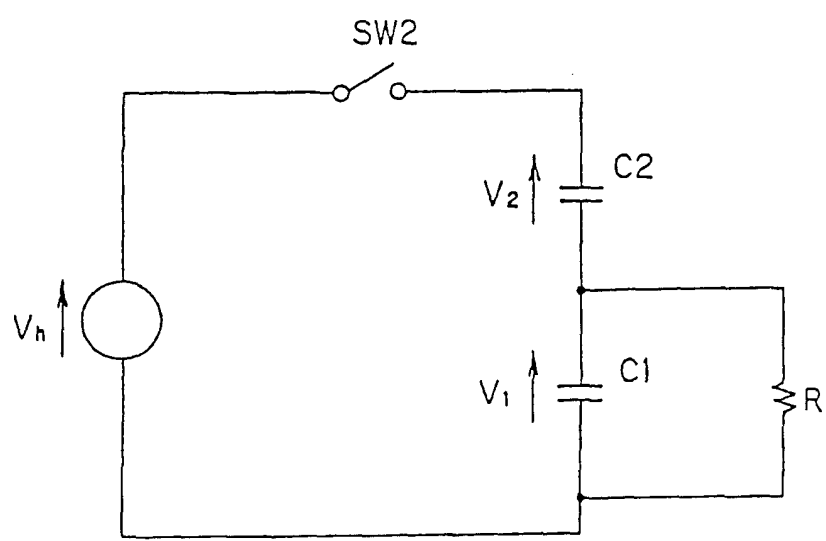


图 6

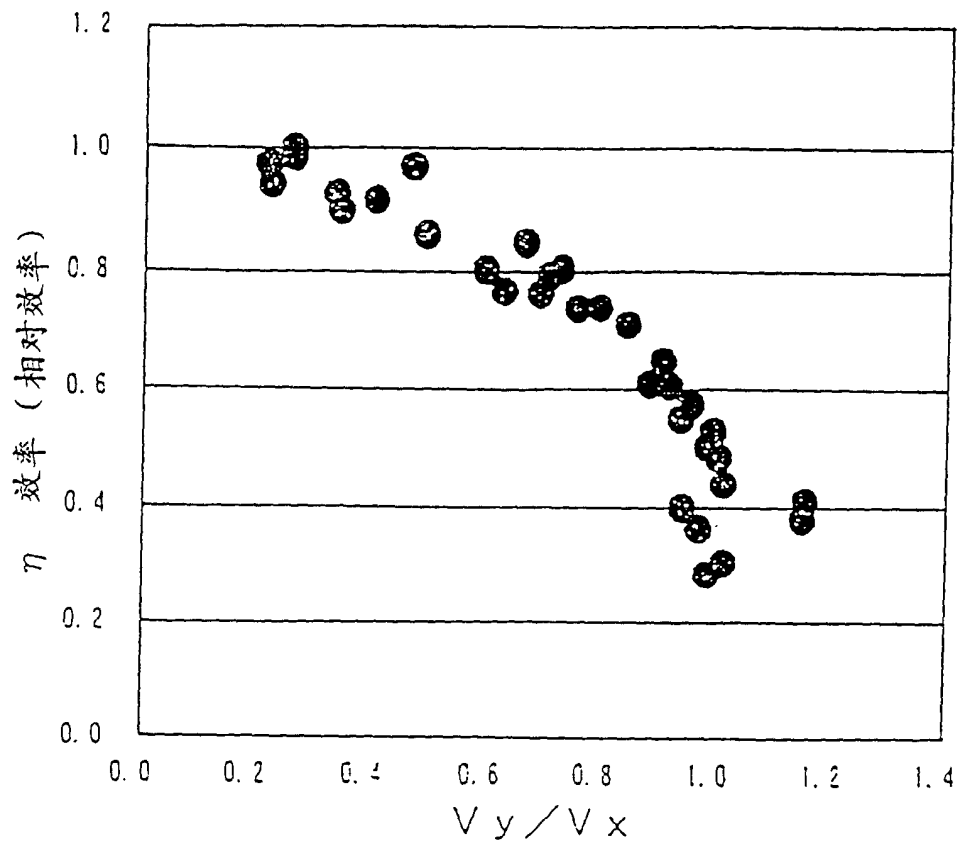


图 7

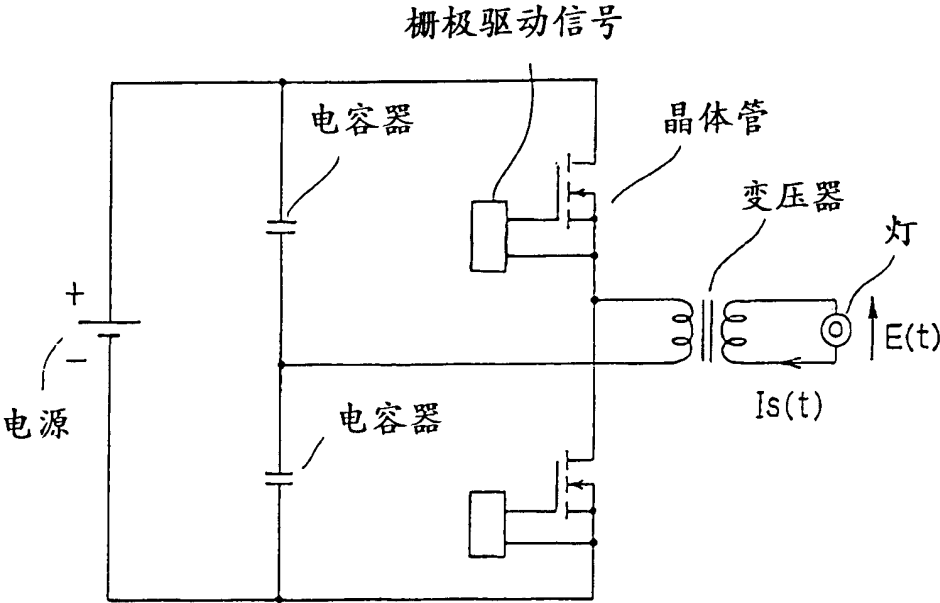


图 8

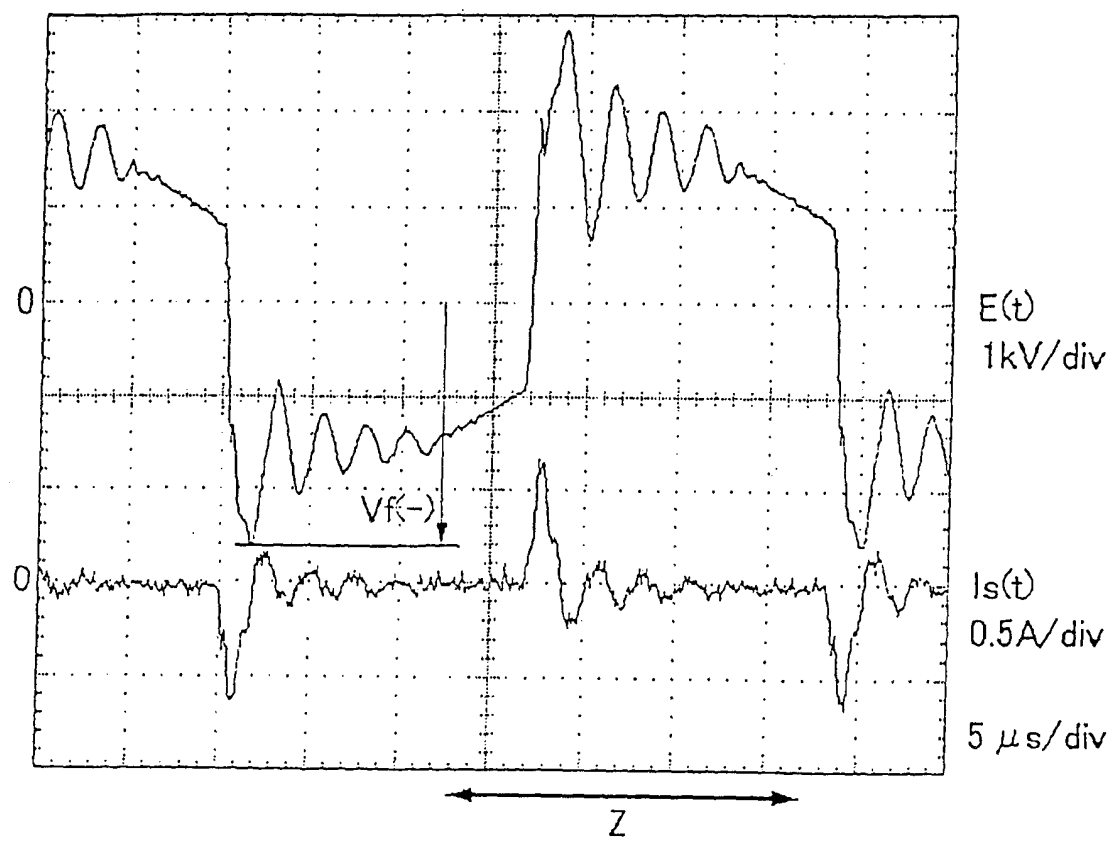


图 9

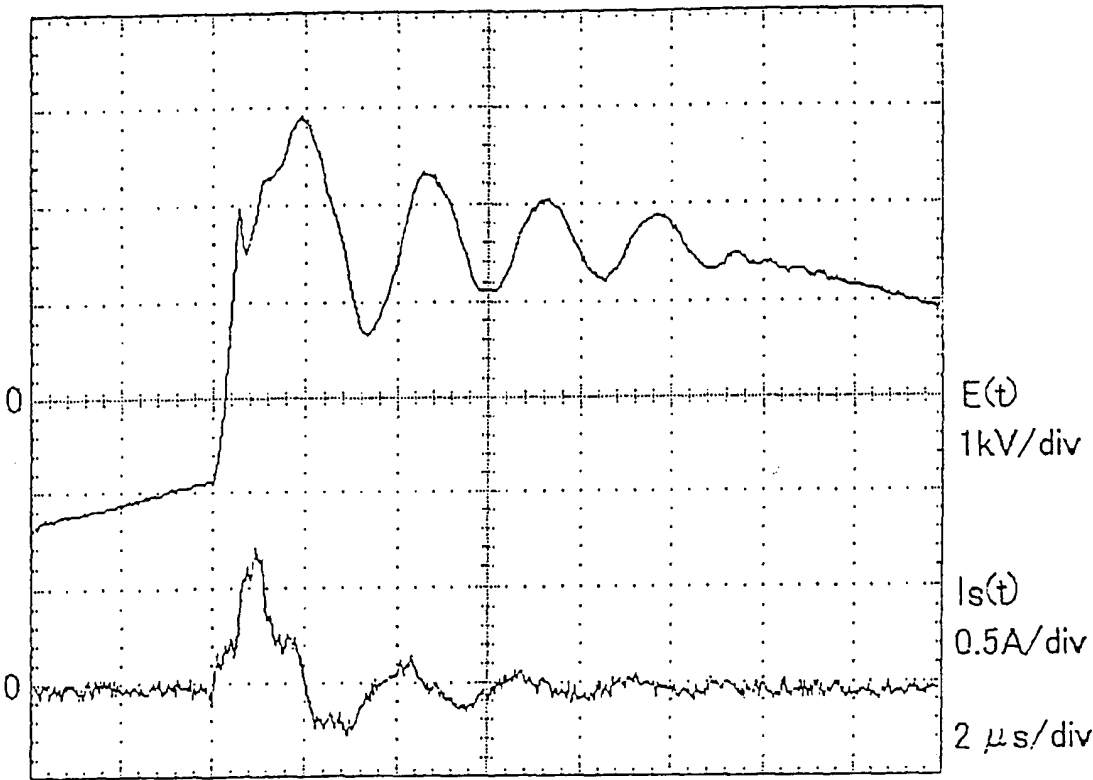


图 10

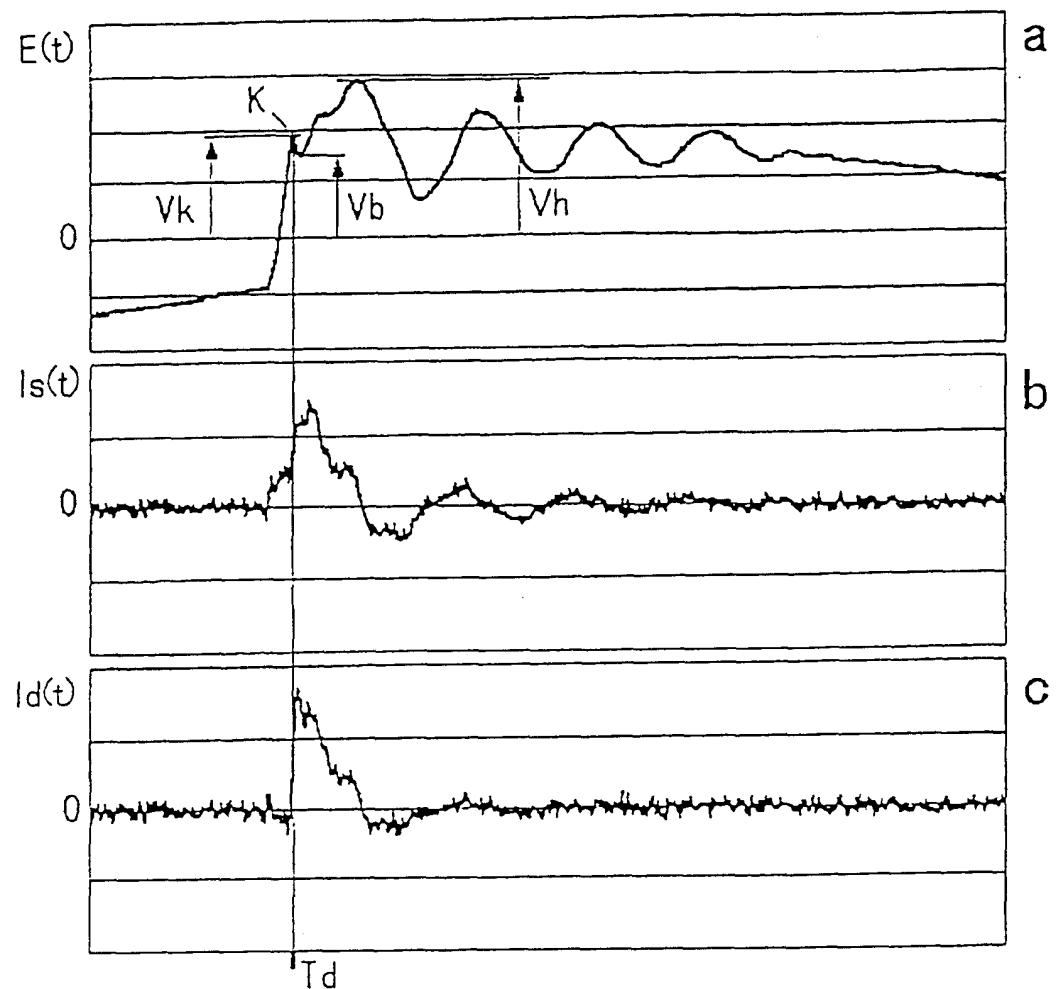


图 11

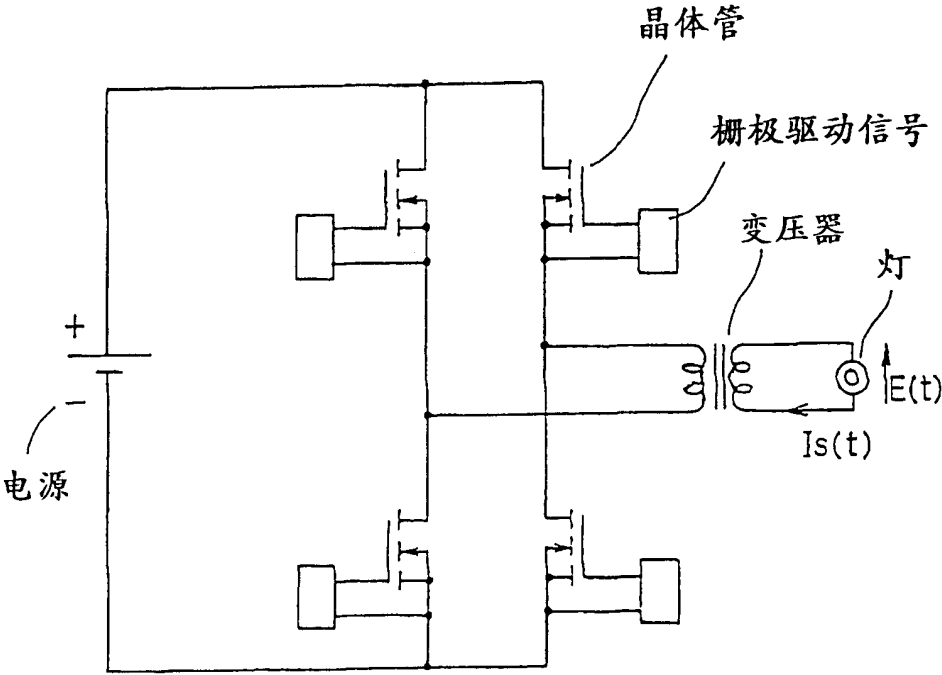


图 12

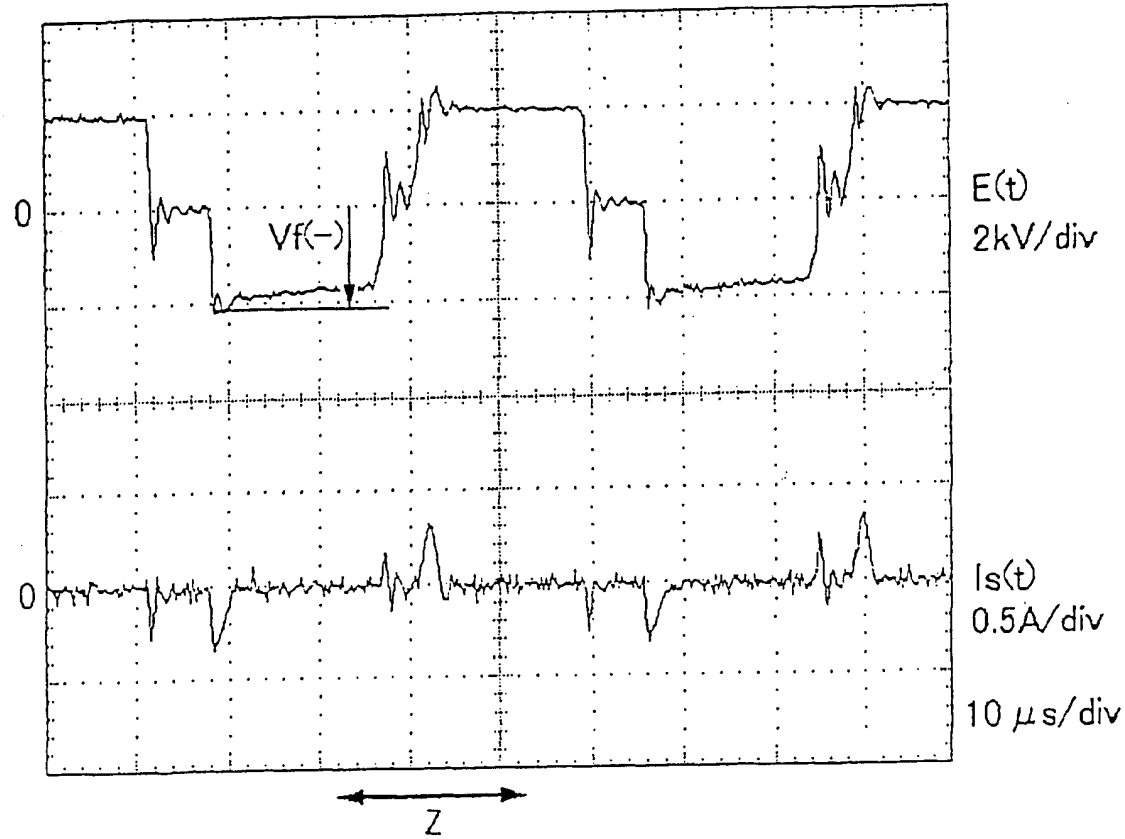


图 13

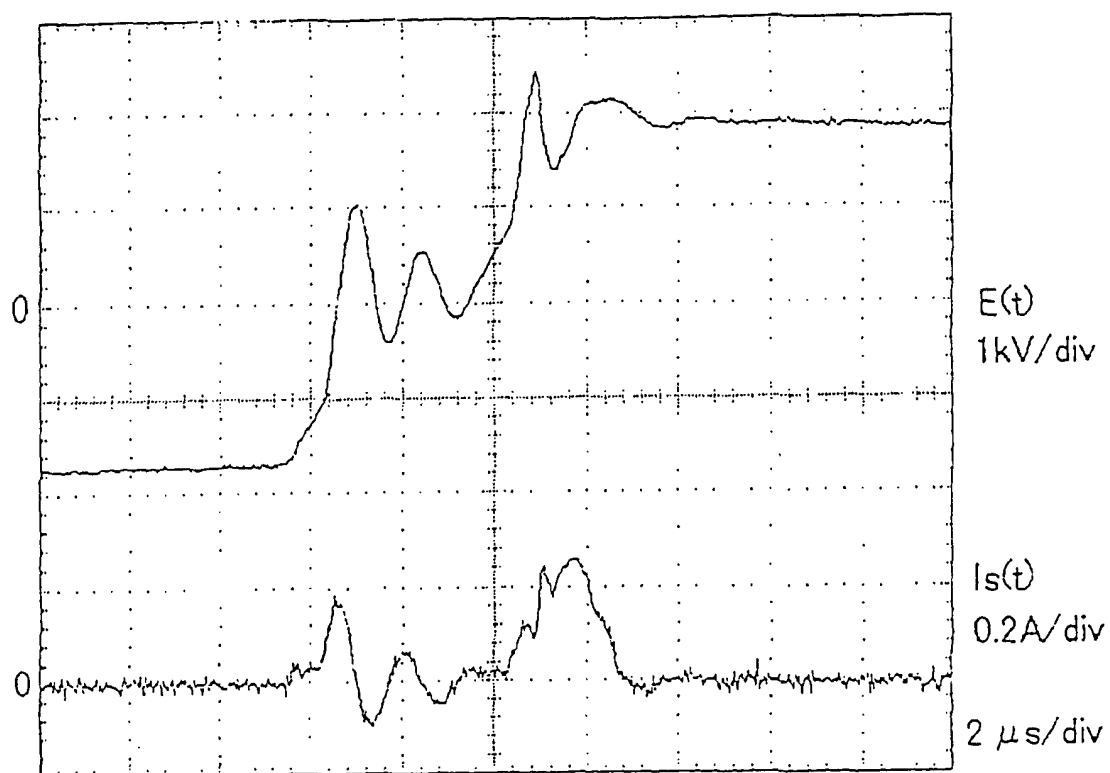


图 14

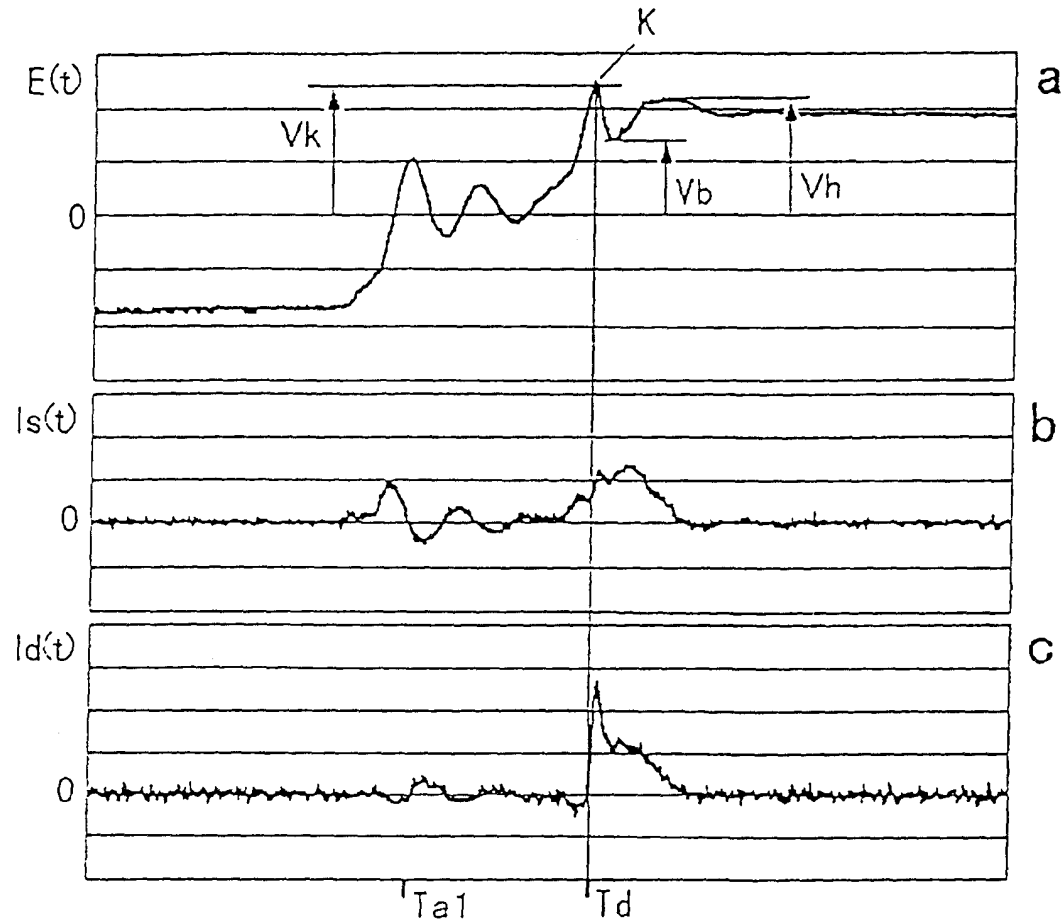


图 15

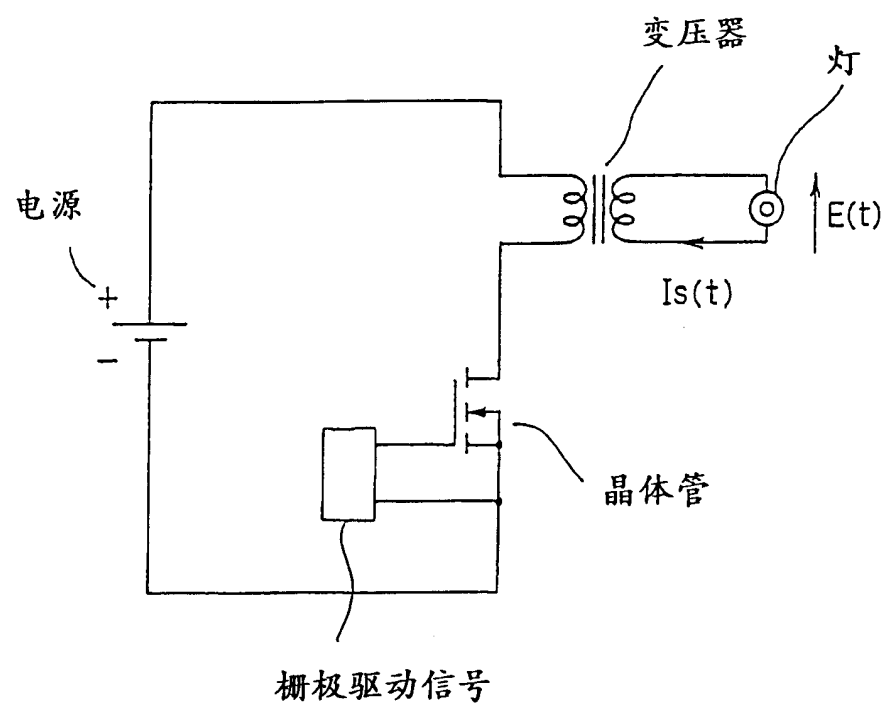


图 16

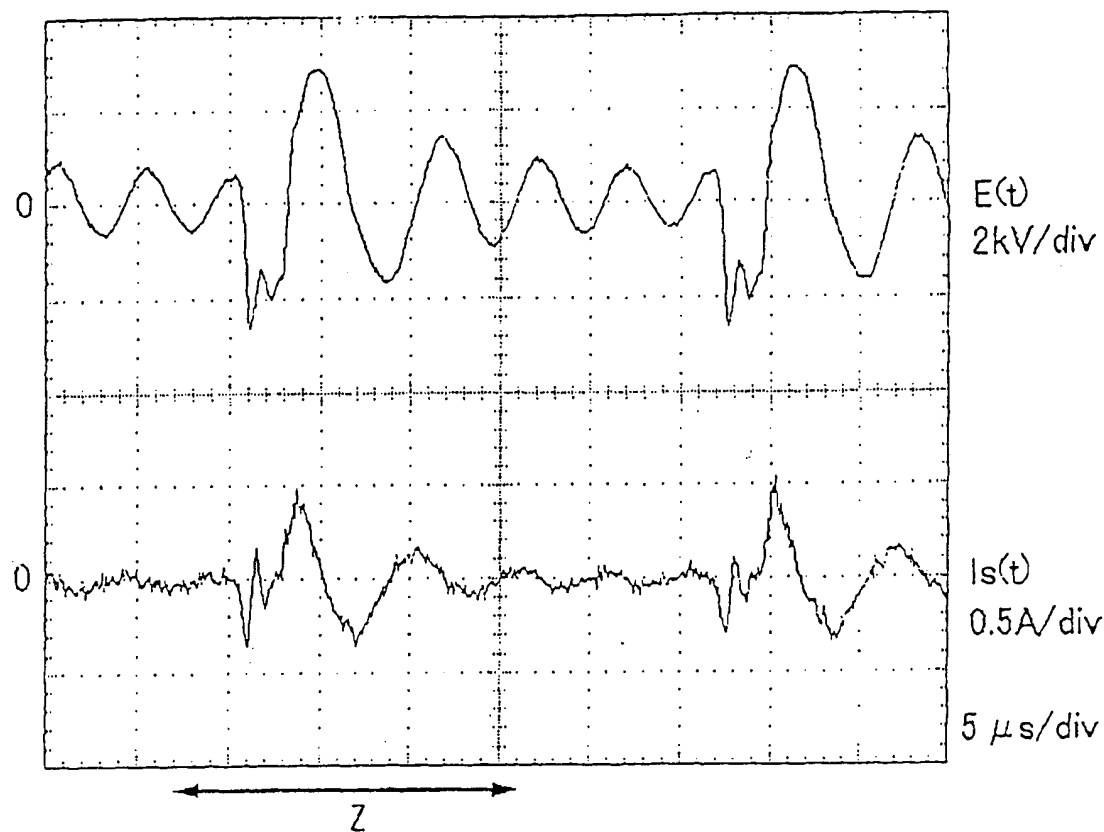


图 17

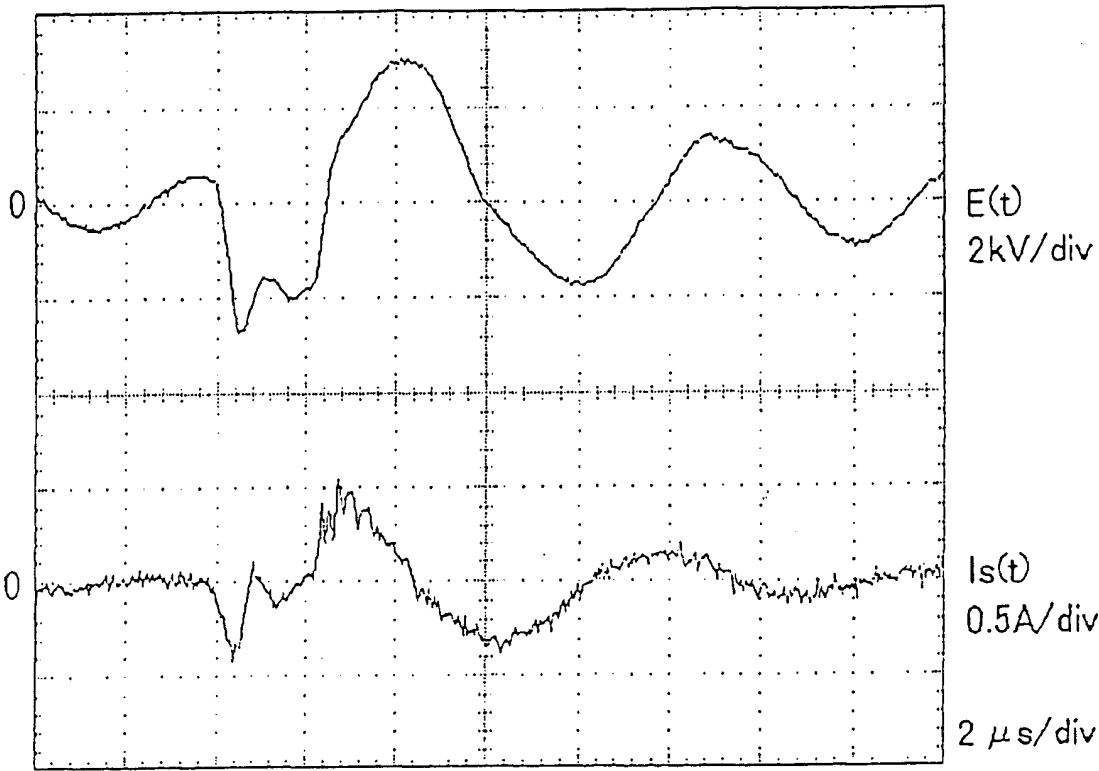


图 18

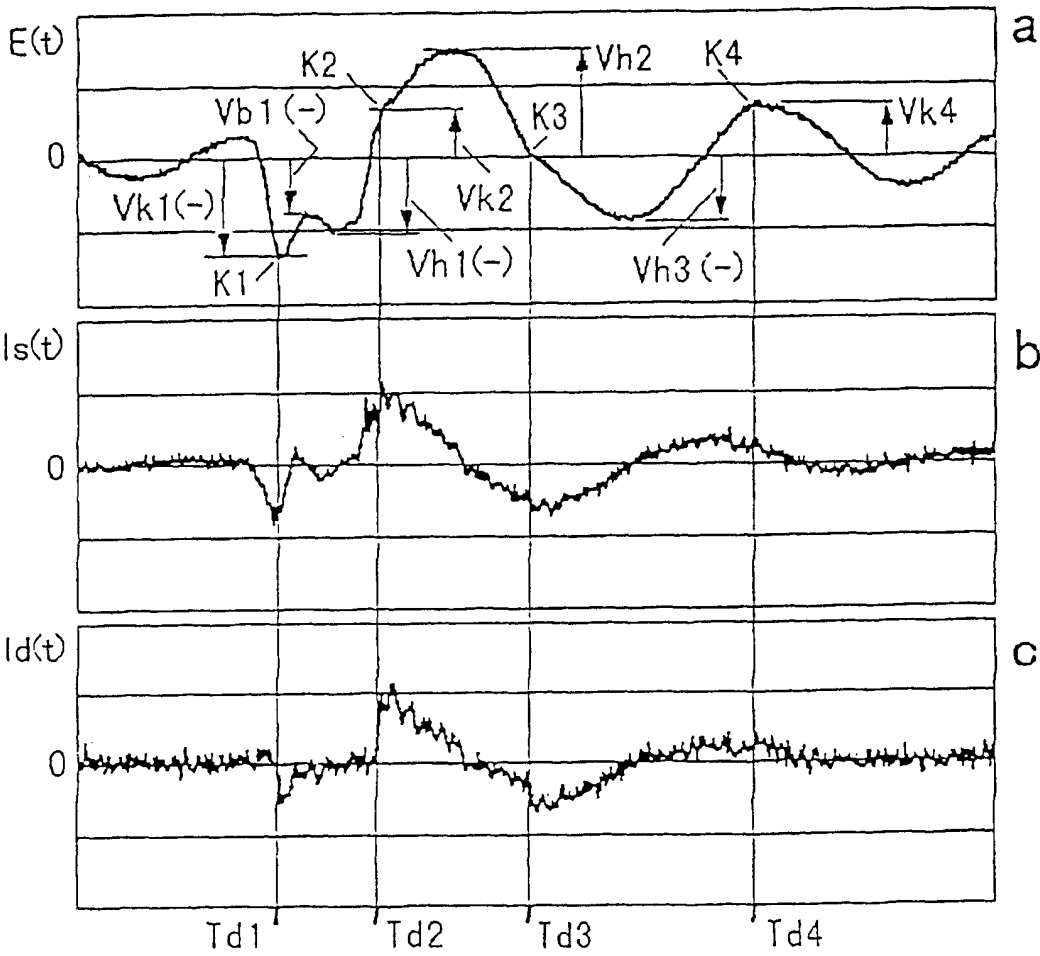


图 19