

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510083516.8

[51] Int. Cl.

H01J 61/00 (2006.01)

H01J 61/82 (2006.01)

H01J 61/84 (2006.01)

H05B 41/14 (2006.01)

H05B 41/231 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100576418C

[22] 申请日 2005.7.8

[21] 申请号 200510083516.8

[30] 优先权

[32] 2004.8.2 [33] JP [31] 2004-225390

[32] 2005.4.28 [33] JP [31] 2005-131163

[73] 专利权人 优志旺电机株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 铃木义一 菅谷胜美 有本智良

[56] 参考文献

JP2002-175890A 2002.6.21

CN1414820A 2003.4.30

CN1501755A 2004.6.2

US2004/0075392A1 2004.4.22

JP2004-134162A 2004.4.30

审查员 谢青轶

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 陆锦华 樊卫民

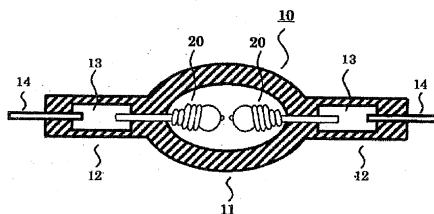
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 5 页

[54] 发明名称

高压放电灯照明装置

[57] 摘要

一种高压放电灯照明装置。在封入水银量为 $0.20\text{mg}/\text{mm}^3$ 以上的超高压放电灯中，能够使电弧亮点的位置稳定，防止所谓闪烁的发生。在由高压放电灯和供电装置构成的照明装置中，特征在于，供电装置把从 $60 \sim 1000\text{Hz}$ 的范围中选择出的频率作为正常照明频率，供给高压放电灯，并且把从频率为 $5 \sim 200\text{Hz}$ 的范围、长度为半个周期至 5 个周期的范围、插入周期为 $0.01 \text{ 秒} \sim 120 \text{ 秒}$ 的范围中分别选择出的低频率，在与所述放电灯的照明电压的变化对应而使该低频率的应该选择的参数变化的同时，插入所述正常照明频率的交流电流中。



1. 高压放电灯照明装置，由高压放电灯和向所述高压放电灯提供交流电流的供电装置构成，其中，所述高压放电灯在石英玻璃制成的放电容器内，以小于等于 2.0mm 的间隔相对设有在顶端形成突起的一对电极，并且，在该放电容器中封入大于等于 $0.20\text{mg}/\text{mm}^3$ 的水银以及 $10^{-6}\mu\text{mol}/\text{mm}^3\sim 10^{-2}\mu\text{mol}/\text{mm}^3$ 的范围的卤素，其特征在于，

所述供电装置以从 60~1000Hz 的范围中选择出的频率作为正常照明频率，供给所述高压放电灯，并且

把频率为 5~200Hz 的范围、长度为半个周期至 5 个周期的范围、插入周期为 0.01 秒~120 秒的低频率，

在使所述低频率在所述放电灯的照明电压上升了时为 5~200Hz 中较低的频率，在放电灯的照明电压下降了时为 5~200Hz 中较高的频率这样变化的同时，

插入所述正常照明频率的交流电流中。

2. 根据权利要求 1 所述的高压放电灯照明装置，其特征在于，所述供电装置在所述放电灯的照明电压上升了时提高正常照明频率，在所述放电灯的照明电压下降了时降低正常照明频率。

3. 高压放电灯照明装置，由高压放电灯和向所述高压放电灯提供交流电流的供电装置构成，其中，所述高压放电灯在石英玻璃制成的放电容器内，以小于等于 2.0mm 的间隔相对设有在顶端形成突起的一对电极，并且，在该放电容器中封入大于等于 $0.20\text{mg}/\text{mm}^3$ 的水银以及 $10^{-6}\mu\text{mol}/\text{mm}^3\sim 10^{-2}\mu\text{mol}/\text{mm}^3$ 的范围的卤素，其特征在于，

所述供电装置以从 60~1000Hz 的范围中选择出的频率作为正常照明频率，供给所述高压放电灯，并且，

把频率为 5~200Hz 的范围、长度为半个周期至 5 个周期的范围、插入周期为 0.01 秒~120 秒的低频率，

在使所述低频率的插入周期在放电灯的照明电压上升了时为 0.01

秒~120 秒中较短的时间，在放电灯的照明电压下降了时为 0.01 秒~120 秒中较长的时间这样变化的同时，

插入所述正常照明频率的交流电流中。

4. 根据权利要求 3 所述的高压放电灯照明装置，其特征在于，所述供电装置在所述放电灯的照明电压上升了时提高正常照明频率，在所述放电灯的照明电压下降了时降低正常照明频率。

5. 高压放电灯照明装置，由高压放电灯和向所述高压放电灯提供交流电流的供电装置构成，其中，所述高压放电灯在石英玻璃制成的放电容器内，以小于等于 2.0mm 的间隔相对设有在顶端形成突起的一对电极，并且，在该放电容器中封入大于等于 0.20mg/mm³ 的水银以及 $10^{-6} \mu\text{mol/mm}^3 \sim 10^{-2} \mu\text{mol/mm}^3$ 的范围的卤素，其特征在于，

所述供电装置以从 60~1000Hz 的范围中选择出的频率作为正常照明频率，供给所述高压放电灯，并且，

把频率为 5~200Hz 的范围、长度为半个周期至 5 个周期的范围、插入周期为 0.01 秒~120 秒的低频率，

在使所述低频率的长度在放电灯的照明电压上升了时在半个周期至 5 个周期的范围中长些，在放电灯的照明电压下降了时在半个周期至 5 个周期的范围中短些这样变化的同时，

插入所述正常照明频率的交流电流中。

6. 根据权利要求 5 所述的高压放电灯照明装置，其特征在于，所述供电装置在所述放电灯的照明电压上升了时提高正常照明频率，在所述放电灯的照明电压下降了时降低正常照明频率。

高压放电灯照明装置

技术领域

本发明涉及高压放电灯照明装置。特别涉及由封入 0.2mg/mm^3 以上的水银且照明时的压力达到 200 个大气压以上的超高压放电灯及其供电装置构成的照明装置。

背景技术

一般来说，投影装置有使用液晶面板的方式和使用 DLP 的方式。

使用液晶面板的方式包括 1 块式和 3 块式，不管哪种方式，都是将来自光源的发射光分离为 3 色（RGB），在液晶面板中对图像信息所对应的光进行透过调整，之后合成透过面板的 3 色光，投射到屏幕上。

另一方面，使用 DLP 的方式也有 1 块式和 3 块式，在 1 块式的场合是将来自光源的发射光通过划分形成 RGB 区域的旋转滤光器对空间调制元件（也称为光调制装置，具体地说，称为 DMD 元件）等进行分时照射，通过该 DMD 元件反射特定的光投射到屏幕上。DMD 元件是按像素布设数百万个小镜子的元件，通过控制一个一个小镜子的方向来控制光的投射。

投影装置的光源使用具有高水银蒸气压的高压放电灯。通过提高水银蒸气压，能够以高输出获得可见波长区域的光。

还有，已知这种放电灯在照明中会在电极的顶端形成突起。例如，在专利文献 1 中，介绍了将这种突起的存在作为问题点，消除突起的技术。具体来说，披露了以下技术：在正常照明频率中，使更低的频

率（例如，5Hz）存在 1 秒以上，从而使电极的表面熔化并完全消除突起。

但是，要采用上述技术，把高压放电灯用作投影装置的光源，而实际上电弧的亮点不稳定，从而会过多地产生所谓闪烁。特别是，在封入水银量为 $0.20\text{mg}/\text{mm}^3$ 以上的放电灯中会显著发生。

[专利文献 1] 特开 2002-175890 号

发明内容

本发明要解决的课题为：在封入水银量为 $0.20\text{mg}/\text{mm}^3$ 以上的超高压放电灯中，能够使电弧亮点的位置稳定，防止所谓闪烁的发生。

为了解决上述课题，本发明的高压放电灯照明装置由高压放电灯和向上述高压放电灯提供交流电流的供电装置构成，其中，上述高压放电灯在石英玻璃制成的放电容器内，以小于等于 2.0mm 的间隔相对设有在顶端形成突起的一对电极，并且，在该放电容器中封入大于等于 $0.20\text{mg}/\text{mm}^3$ 的水银以及 $10^{-6}\mu\text{mol}/\text{mm}^3 \sim 10^{-2}\mu\text{mol}/\text{mm}^3$ 的范围的卤素。

并且，其特征在于，供电装置以从 $60 \sim 1000\text{Hz}$ 的范围中选择出的频率作为正常照明频率，供给上述高压放电灯，并且把从频率为 $5 \sim 200\text{Hz}$ 的范围、长度为半个周期至 5 个周期的范围、插入周期为 0.01 秒 ~ 120 秒的范围中分别选择出的低频率，在与上述放电灯的照明电压的变化对应而使该低频率的应该选择的参数变化的同时，插入上述正常照明频率的交流电流中。

本发明通过上述构成，能够获得以下作用效果。

第一，在电极顶端形成突起，以该突起作为起点形成稳定的电弧

放电。这不是如专利文献 1 所披露的那样消除突起的技术，而是主动作成突起进行活用的技术。这样，由于形成了以该突起为起点的电弧，因此，具有能够使放电灯的照明稳定的独特效果。

第二，能够防止作为电弧起点的突起以外的多余突起的产生。其原因在于：若在电极顶端形成多个突起，则在这些突起之间会产生所谓电弧跳越，结果会导致电弧不稳定。本发明仅生成、维持应作为上述电弧起点的突起，并能够防止上述突起以外的多余突起的生成、长大。

第三，即使在灯电压由于经时劣化而上升的场合，也能够到达上述第一、第二的作用效果。

附图说明

图 1 表示本发明所涉及的高压放电灯。

图 2 表示本发明所涉及的高压放电灯的电极。

图 3 表示本发明所涉及的放电灯的电流波形。

图 4 表示用于说明本发明的电极的放大图。

图 5 表示本发明所涉及的高压放电灯照明装置的供电装置。

图 6 表示本发明所涉及的放电灯的电流波形的另一方式。

具体实施方式

图 1 表示作为本发明的对象的高压放电灯。

放电灯 10 具有大致球形的发光部 11，该发光部 11 是由石英玻璃制成的放电容器形成的。在上述发光部 11 中以小于 2mm 的间隔相对设有一对电极 20。还有，在发光部 11 的两端形成密封部 12。在该密封部 12 内，例如可通过收缩密封而气密地埋设由钼制成的导电用金属箔 13。电极 20 的轴部与金属箔 13 的一端接合，还有，金属箔 13 的另一端与外部引线 14 接合，由外部的供电装置进行供电。

在发光部 11 中封入了水银、稀有气体和卤素气体。水银用于获得必要的可见光，例如波长为 $360\sim 780\text{nm}$ 的发射光，封入量大于 $0.2\text{mg}/\text{mm}^3$ 。该封入量因温度条件而不同，在照明时形成 200 个大气压以上的极高蒸气压。还有，可以通过封入更多的水银，制作照明时的水银蒸气压在 250 个大气压以上、300 个大气压以上的高水银蒸气压放电灯，水银蒸气压越高，越可以获得适合投影装置的光源。

稀有气体封入例如约 13kPa 的氩气。其作用在于改善照明启动性能。卤素是以碘、溴、氯等与水银或其它金属的化合物的形态封入的。卤素的封入量从 $10^{-6}\mu\text{mol}/\text{mm}^3\sim 10^{-2}\mu\text{mol}/\text{mm}^3$ 的范围中选择。卤素的作用是利用所谓卤素周期，延长寿命，但对于如本发明的放电灯这样极小型、极高照明蒸气压的装置而言，还具有防止放电容器失透的作用。

放电灯的数值例：例如发光部的最大外径 9.4mm，电极间距 1.0mm，发光管内容积 75mm^3 ，额定电压 70V，额定电功率 120W，进行交流照明。

还有，这种放电灯内置于小型化投影装置中，要求装置整体尺寸极小但发光光量较高。因此，发光管部内的热的影响极大，灯管壁的负荷值为 $0.8\sim 2.0\text{W}/\text{mm}^2$ ，具体为 $1.5\text{W}/\text{mm}^2$ 。

在将具有这种高水银蒸气压及管壁负荷值的装置安装于投影装置或顶式投影仪之类的演示设备上时，可以提供色调效果良好的放射光。

在电极 20 的顶端(与另一电极相对的端部)上，伴随灯的照明，形成突起。形成这些突起的现象不一定很明白，但可以作以下的推断。

即，灯照明时从电极顶端附近的高温部蒸发的钨(电极的构成材料)与发光管中存在的卤素或残留氧结合，例如，假如卤素为溴(Br)，那么就作为WBr、WBr₂、WO、WO₂、WO₂Br、WO₂Br₂等钨化合物而存在。这些化合物在电极顶端附近的气相中的高温部分解，成为钨原子或阳离子。可以认为：由于温度扩散(从气相中的高温部=电弧中，向低温部=电极顶端附近的钨原子的扩散)，以及在电弧中钨原子电离，成为阳离子，当阴极工作时由于电场而被向阴极方向吸引(=漂移)，因而在电极顶端附近的气相中的钨蒸气密度增高，从电极顶端析出而形成突起。

图2的目的在于表示电极顶端和突起，示意地表示图1所示的电极20的顶端。电极20分别由球部20a和轴部20b构成，在球部20a的顶端形成突起21。突起21即使在照明开始时不存在，仍能通过之后的照明，以譬如自然生成的方式形成。

并不是说对于任何放电灯均会生成该突起。公知的是，在电极间距小于2mm，发光部中封入0.15mg/mm³以上的水银、稀有气体以及 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \mu \text{mol/mm}^3$ 范围的卤素的短弧型放电灯中，随着灯的照明，会生成突起。

另外，对于突起的大小，举出数值例：在电极的最大直径(垂直于放电方向的方向)为 $\phi 1.0 \sim 1.5 \text{mm}$ ，电极间距为 $1.0 \sim 1.5 \text{mm}$ 的情况下，为约0.2~0.6mm的程度的直径。

此处，上述突起在如本发明的放电灯那样，电极间距小于2mm且在发光管内含有0.2mg/mm³以上的水银的用作投影装置的光源的情况下，是不可缺少的。

这是由于在发光管内含有0.2mg/mm³以上的水银且工作压力达到200个大气压以上的放电灯中，通过较高的蒸气压，能够压缩电弧放

电，结果，也会压缩放电起点。

因此，如专利文献 1 所述，在消除了突起的球面状电极中，放电起点在一点一点移动，从而在投影装置的图像画面中会产生所谓闪烁（闪变）的问题。特别是，以所谓 2mm 以下的短电极间距形成的电弧亮点，即使产生 0.5mm 以下的很小的移动，也一定会在图像画面上产生致命的闪烁。

在这一点上，专利文献 1 所披露的放电灯由于封入水银量为 0.18mg/mm^3 的水平，并不是象本发明那样达到 0.20mg/mm^3 以上，因此可以认为，缩小发放电电弧或放电起点的作用效果降低，即，如果是顶端球面状的电极，就能够解决闪烁的问题。

还有，由于在电极的顶端形成了突起，以此处为起点产生电弧放电，因此，电极的球部 20a 难以阻挡由电弧发出的光，因此，光的利用率提高，并具有能获得更亮的图像的优点。图 2 为示意图，通常，在轴部 20b 的顶端具有相当于直径大于轴径的球部的要件。

高压放电灯通过后述的供电装置，以正常频率（60～1000Hz）进行照明。还有，在正常频率中插入低于正常频率的频率（低频率）进行照明。低频率的频率为 5～200Hz，长度为半个周期～5 个周期，插入周期为 0.01 秒～120 秒。

图 3 表示放电灯 10 的电流波形，纵轴表示电流值，横轴表示时间。

如图所示，放电灯的电流波形在以正常频率例如 200Hz 驱动中，由低于该正常频率的低频率，例如 10Hz 间歇地驱动。

如上所述，低频率为从 5～200Hz 的范围中选择出的频率，并以

0.01 秒~120 秒的周期，周期性地产生。在图中，插入该低频率的周期是表示为低频率插入周期的期间，并将其定义为从 1 个低频率波形开始的时点至下一低频率波形开始的时点的时间间隔。还有，插入低频率照明的长度并不限于如图所示那样的 1 个周期，而是从大于等于半个周期、小于等于 5 个周期的期间中选择。

此处，对于在正常频率照明中周期性地插入低频率照明的作用效果进行说明。

已经说明了作为本发明对象的放电灯在电极顶端形成突起，意味着能够稳定电弧，是有利的。

然而，若是仅生成突起的控制，则会在原本必要的突起之外，派生出多余的突起。

因此，本发明正是在正常频率照明中周期性地插入低频率照明，消除多余的突起。

图 4 是用于说明本发明的比较图，示意地表示在不实施本发明的频率控制的情况下产生的不良的状态。

若使灯点亮，则在电极的球部 20a 的顶端中心形成突起物 21（第一突起）。该突起 21 作为放电起点能够稳定电弧，是必要的突起。并且，随着继续使灯点亮，则会在突起 21 的周围产生其它突起 22（第二突起）。该突起 22 为本来不必要的突起，由于放电起点在突起 22 和突起 21 之间移动，因此，会产生所谓闪烁的问题。第二突起不限于一个，产生多个的情况也会出现。

此处，不必要的突起 22（第二突起）产生、生长的现象如下上述。

即，温度分布存在于放电灯工作中的电极表面，顶端部温度最高，越往后方温度越低。

在电极顶端附近的高温区域，钨的蒸发以及与残存在放电容器内的氧反应生成的 WO 、 WO_2 等氧化钨的蒸发，会腐蚀电极表面。但是，如上所述，在作为放电起点的电极顶端，由于电弧中的高钨蒸气密度，钨就会析出、堆积，从而形成上述第一突起。

另一方面，在电极表面的低温区域中，由于封入放电容器中的溴与残留的氧反应生成的 WBr 、 WBr_2 、 WO_2Br 、 WO_2Br 等的蒸发，仍会腐蚀电极表面。

即，虽然由于电极表面的温度而蒸发的钨化合物的种类不同，但是，仍会腐蚀电极表面的高温区域、低温区域。

其次，在电极表面的上述高温区域和低温区域的中间温度区域中，由于钨的热化学性质，上述钨化合物的生成较少，因此，电极表面的腐蚀较小。而由于存在于放电容器内的钨蒸气的析出、堆积占有优势，因此，上述第二突起就会发生、生长。

如上所述，第一突起是不可缺少的，因此不应使其消除，而必须维持，但第二突起是不必要的，因此，必须将其消除。

本发明的频率控制的作用在于消除上述第 2 突起。下面，对其机理进行说明。

若以 $60\text{Hz}\sim 1000\text{Hz}$ 的频率使放电灯正常点亮，则在前面所述的电极表面的中间温度区域，上述第二突起的形成就会开始。此时，若切换为比正常照明的频率低的频率，则作为阳极而工作的期间就会变

长，电极顶端的温度就会上升。该温度上升传递至第二突起开始产生的中间温度区域，使该区域的表面温度上升。结果，会使开始产生的第2突起蒸发、腐蚀而消失。

此处，为了抑制第二突起的产生、生长，随时间改变电极表面的温度在本质上是重要的。例如，即使通过减小电极的尺寸而整体提高电极表面的温度，第二突起生长也仅在电极后方的温度低的部分产生，结果就不必抑制第二突起的产生。

即，本发明是以适当的时间间隔改变电极表面的温度，从而防止第二突起在一定位置处产生的发明，作为实现这一目的的手段，采用了定期插入低频率的构成。

应该插入的频率是从 5~200Hz 的范围中选择出的频率，应该插入的周期是从 0.01 秒~120 秒的范围中选择出的周期，还有，应该插入的时间是大于等于半个周期、小于等于 5 个周期。

在插入的低频率不满 5Hz 的场合，插入时间不满 0.01 秒的场合，插入时间超过 5 个周期地插入低频率的场合，由于电极顶端的温度上升过大，因此，不但上述第二突起，而且本发明的超高温放电灯必不可少的上述第一突起也会消失。

还有，在频率超过 200Hz 的场合，插入时间不足半个周期的场合，对上述第二突起产生的区域不能获得充分的温度升高，结果就不能消除第二突起。

还有，在插入的间隔超过 120 秒的场合，在正常照明期间，第二突起就会生长得过大，即使插入低频率也不能将其消除。

此处，作为本发明的对象的放电灯，前提是封入水银量为

0.2mg/mm³ 以上。根据本发明人的实验确定：在封入水银量小于 0.2mg/mm³ 的情况下，具体来说，在 0.18mg/mm³ 的情况下，照明中水银蒸气压对电弧的影响较小。即，在封入水银量为 0.18mg/mm³ 的程度的情况下，即使电极顶端的表面为光滑(没有突起等)的情况，电弧也不会摇动。但是，若封入水银量大于 0.2mg/mm³，则由灯照明中的蒸气压引起的电弧缩小的效果会显著增大，因此，会发生电弧移动(闪烁)的现象。

本发明仅在于：在封入水银量大于等于 0.2mg/mm³ 的放电灯中，在电极顶端形成突起这一点对于稳定电弧而言是必不可少的。并且，以在电极顶端存在突起为前提，为了防止不必要的突起的产生、生长，插入规定的低频率的照明，这是一大特征。

再有，本发明的特征在于，按照放电灯的照明电压的变化，来改变应该插入的频率、应该插入的周期、应该插入的时间以及正常频率等参数。

本发明作为对象的高压放电灯通常进行把照明电功率设为一定值的所谓定电功率照明控制。这是为了稳定确保光输出的水准，为了确保对放电灯的负荷，特别是对由石英玻璃构成的放电容器的热负荷一定。

因而，随着放电灯经过照明时间，其电极有所损耗，电极间距离变长的话，灯电压上升，灯电流反而会下降。

灯电流下降的话，流入电极的热就减少，因而插入低频率所引起的电极表面的温度变化就会变小，消除上述第二突起的效果就不充分。

另外，按照放电灯的照明电压的变化，不仅是指按照放电灯的照

明电压的变化而进行控制，也可以设定电压的域值，在超过该域值的场合和不到该域值的场合，改变低频率的参数。

因此，本发明在于按照照明电压来改变应该插入的频率的参数，使得与放电灯的照明电压的变化伴随的第二突起的消除效果不减小。具体如下。

例如，在灯电压上升了（灯电流减小了）的场合，降低应该插入的低频的频率。这是因为，通过加长进行阳极工作的时间来补偿灯电流的减小，就能够提高电极表面的温度。

或者，也可以在灯电压上升了的场合，缩短应该插入的低频的插入周期。这是因为，通过缩短正常频率的照明时间，就能够减小在此期间产生的第二突起的成长。

再有，也可以在灯电压上升了的场合，增多在一次插入期间插入低频的周期。这是因为，通过增加在一次低频的插入期间之间的电极表面的温度变化的频度，就能够促进第二突起的消除。

再有，也可以在灯电压上升了的场合，提高正常照明的频率。这是因为，利用正常照明的频率越高第一突起就形成得越高的性质，就能够降低灯电压。

上述的在灯电压上升了的场合，使低频的频率、低频的插入的周期、插入低频的周期变化的方法，是对由于灯电流的减小而使消除不希望的第二突起的作用降低进行补偿，相比之下，提高正常照明的频率的方法可以说是的使灯电压（灯电流）恢复的方法。

以上对于灯电压上升了的场合进行了说明，而对于灯电压下降了（灯电流增加了）的场合，使各照明参数相反变化即可。

还有，根据灯电压，上述参数可以仅使某一个变化，也可以使若干参数组合变化。

此处，介绍与上述灯电压对应的参数变化的数值例。

在放电灯的额定电功率为 120W、灯电压为 70V、灯电流为 1.7A 的定电功率控制的场合，设为正常频率为 180Hz，低频频率为 15Hz，插入周期为 1 周期，插入周期为 1 秒。

现在假定灯电压从 70V 上升至 85V 的话，灯电流以 1.4A 变化。

于是，在这种场合，改变为正常频率为 360Hz，低频频率为 10Hz，插入周期为 1 周期，插入周期为 0.5 秒。如果这样做，即使灯电压上升，灯电流减小，也能够防止不希望的第二突起的成长，能够使电弧稳定。

图 5 表示使上述放电灯照明的供电装置。

照明装置由放电灯 10 和供电装置构成。供电装置由提供直流电压的降压斩波电路 1、与降压斩波电路 1 的输出端相连并将直流电压变为交流电压，提供给放电灯 10 的全桥转换电路 2（以下称为「全桥电路」）、与放电灯串联连接的线圈 L1、电容器 C1、以及启动电路 3 构成。

另外，由降压斩波电路 1、全桥电路 2、启动电路 3、以及控制电路 4 构成供电装置，再含有放电灯 10 而称为照明装置。

降压斩波电路 1 与直流电源 V_{DC} 连接，由开关元件 Q_x 、二极管 D_x 、线圈 L_x 、滤波电容器 C_x 、以及开关元件 Q_x 的驱动电路 G_x 构成。

开关元件 Q_x 由驱动电路 G_x 进行接通/关断驱动。通过该驱动来调整开关元件 Q_x 的解谐(デューティ)比, 控制向放电灯 10 提供的电流或电功率。

在二极管 D_x 和线圈 L_x 的后级连接有电压检测用的电阻 R_1 、 R_2 和电流检测用的电阻 R_3 。

全桥电路 2 由连接为桥状的晶体管或 FET 构成的开关元件 $Q_1 \sim Q_4$ 和开关元件 $Q_1 \sim Q_4$ 的驱动电路 $G_1 \sim G_4$ 构成。另外, 有的在开关元件 $Q_1 \sim Q_4$ 上分别反相并联连接有二极管, 但在本实施例中省略了二极管。

上述开关元件 $Q_1 \sim Q_4$ 通过未图示的控制部、由驱动电路 $G_1 \sim G_4$ 驱动。

全桥电路 2 的动作为: 反复交替接通、关断开关元件 Q_1 、 Q_4 以及开关元件 Q_2 、 Q_3 。接通开关元件 Q_1 、 Q_4 时, 电流按降压斩波电路 $1 \rightarrow$ 开关元件 $Q_1 \rightarrow$ 线圈 $L_1 \rightarrow$ 放电灯 10 $\rightarrow$ 开关元件 $Q_4 \rightarrow$ 降压斩波电路 1 流过; 而接通开关元件 Q_2 、 Q_3 时, 电流按降压斩波电路 $1 \rightarrow$ 开关元件 $Q_3 \rightarrow$ 放电灯 10 $\rightarrow$ 线圈 $L_1 \rightarrow$ 开关元件 $Q_2 \rightarrow$ 降压斩波电路 1 的路径向放电灯 10 提供交流矩形波电流。

在驱动上述开关元件 $Q_1 \sim Q_4$ 时, 为了防止开关元件 $Q_1 \sim Q_4$ 同时接通, 设置了在交流矩形波的极性切换时, 开关元件 $Q_1 \sim Q_4$ 全部关闭的期间(死区时间 T_d)。

启动电路 3 由开关元件 Q_6 、驱动电路 G_6 、电容器 C_1 、变压器 T_1 构成。在放电灯 10 启动时供给在电容器 C_1 中积蓄的能量。在该实施例是在放电灯 10 的外表面配置了用于施加高压的触发器的所谓外部触发方式。

控制电路 4 由电功率变换器 40、比较器 41、脉冲宽度调制电路 42、低频率设定电路 43、以及矩形波驱动电路 44 构成。

用电阻 R1、R2、R3 检测出的电压信号、电流信号由电功率变换器 40 变换为电功率信号，由比较器 41 将其与基准信号进行比较，从而通过脉冲宽度调制电路 42 对开关元件 Q_x 进行反馈控制。由此实施使灯的照明电功率为一定值的所谓定电功率控制。

还有，用电阻 R1、R2 检测出的电压信号送给低频率设定电路 43。此处，设定了与灯电压值对应的低频的频率、插入周期、插入时间或者正常照明时的频率。低频率设定电路 43 的信号送给矩形波驱动电路 44，对全桥电路 2 的开关元件 Q1、Q2、Q3、Q4 的开关进行控制。从而，低频对正常频率的插入就通过开关元件 Q1、Q2、Q3、Q4 的开关动作、时点来进行。

低频的频率（5~200Hz），插入的长度（半个周期~5 个周期），以及插入的周期（0.01 秒~120 秒）的各基准值根据与放电灯的设计，特别是电极的热设计的关系来适当选定。此处，基准值是指灯电压上升前的值。

现举一例，放电灯的额定电功率为 120W 时，正常频率为 180Hz，低频频率为 15Hz，插入周期为 1 周期，插入周期为 1 秒（照明例 1）。还有，放电灯的额定电功率为 150W 时，正常频率为 200Hz，低频频率为 10Hz，插入周期为 1 周期，插入周期为 1 秒（照明例 2）。还有，放电灯的额定电功率为 300W 时，正常频率为 300Hz，低频频率为 7.5Hz，插入周期为 1 周期，插入周期为 0.5 秒（照明例 3）。还有，放电灯的额定电功率为 250W 时，正常频率为 400Hz，低频频率为 5Hz，插入周期为 1 周期，插入周期为 0.5 秒（照明例 4）。

还有, 放电灯的额定电功率为 135W 时, 正常频率为 360Hz, 低频频率为 45Hz, 插入周期为 0.5 周期, 插入周期为 0.02 秒 (照明例 5)。还有, 放电灯的额定电功率为 135W 时, 正常频率为 540Hz, 低频频率为 180Hz, 插入周期为 1 周期, 插入周期为 0.02 秒 (照明例 6)。

图 6 表示放电灯中流过的电流波形, 即与图 4 所示的电流波形不同的其它电流波形。

(a) 表示插入半个周期的低频率电流波形的情况。在这种情况下, 在低频率插入期间, 由于一个电极是作为阳极而工作的, 因此, 将图示的期间 T_a 定义为半个周期的长度以解释低频率插入周期。另外, 最好在插入上述半个周期的低频率照明的情况下, 以与此前的插入不同的极性插入。

(b) 表示低频率的电流波形大于半个周期但小于 1 个周期时的情况。在这种情况下, 将电流的极性被固定的期间长的期间定义为半个周期。即, 在图中, 将期间 T_b 定义为半个周期的长度, 以能够解释图中插入 $3/4$ 周期的期间、低频率电流。将极性的固定长的期间定义为半个周期的理由为: 在该期间, 能够实现第二突起因电极表面的升温而消除的效果。另外, 在插入这种大于半个周期但小于 1 个周期的低频率照明的情况下, 优选的是, 以期间长的一方的极性交替变化的方式插入。这样能够使两个电极均匀地升温。

(c) 表示在低频率照明的插入时, 频率不同(变化)的方式。在这种情况下, 由最低的频率定义插入周期(插入了几个周期)。在图中, 将期间 T_c 定义为半个周期, 以能够解释插入 1 个周期的低频率。用最低频率的波形来定义低频率的理由为: 该频率插入期间, 极性的固定时间最长, 能够发挥电极顶端的升温效果。

以上的定义用于防止低频率插入状态(形态)作为电流波形而不清晰的情况, 是为使低频率的插入期间或插入周期明确而定义的。

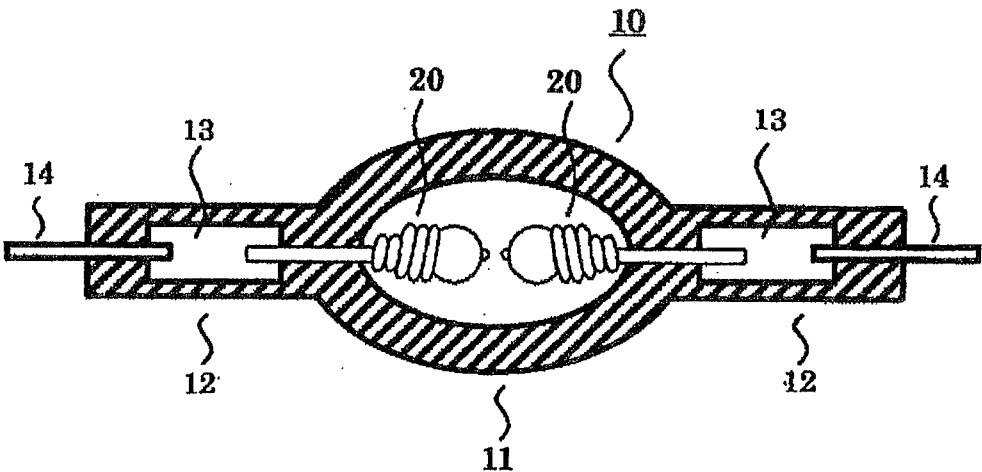


图1

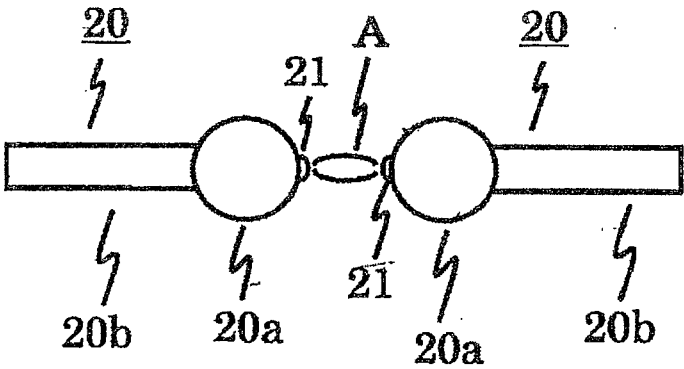


图2

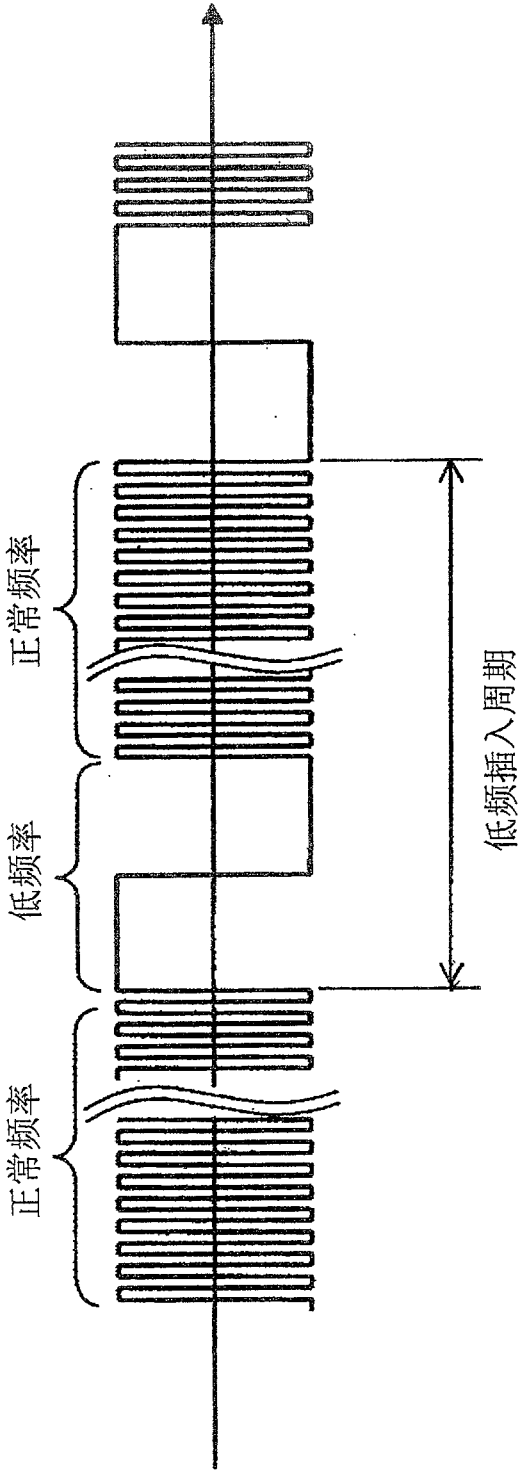


图3

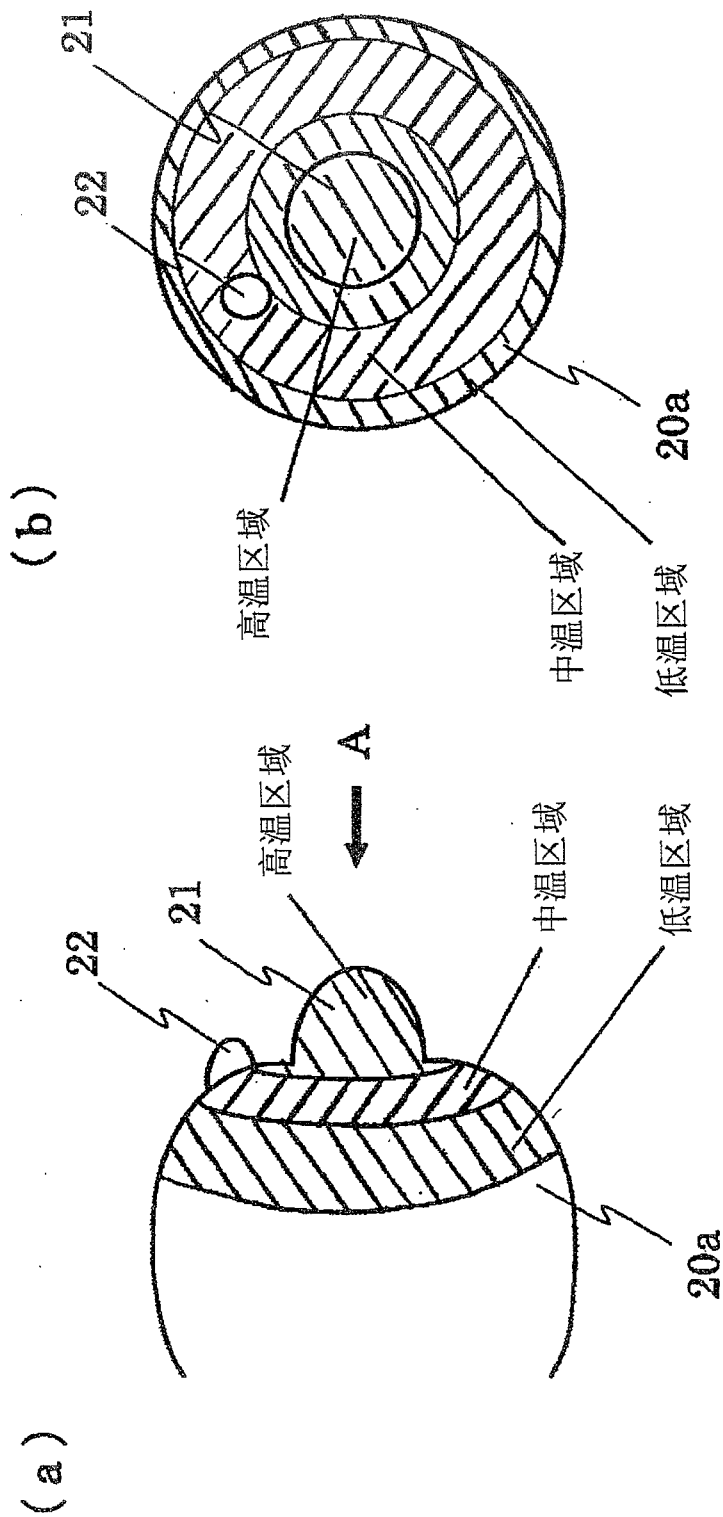
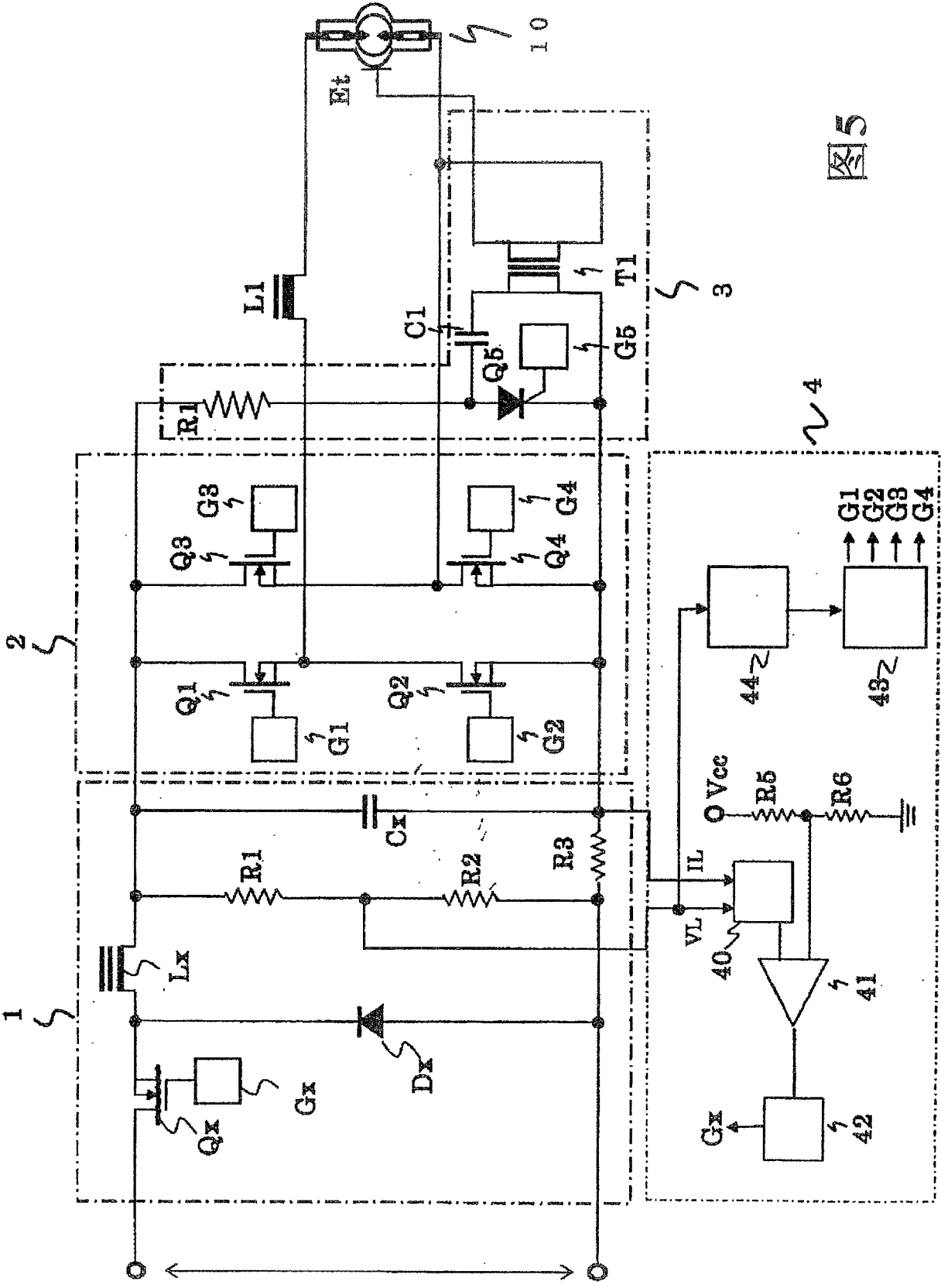


图4



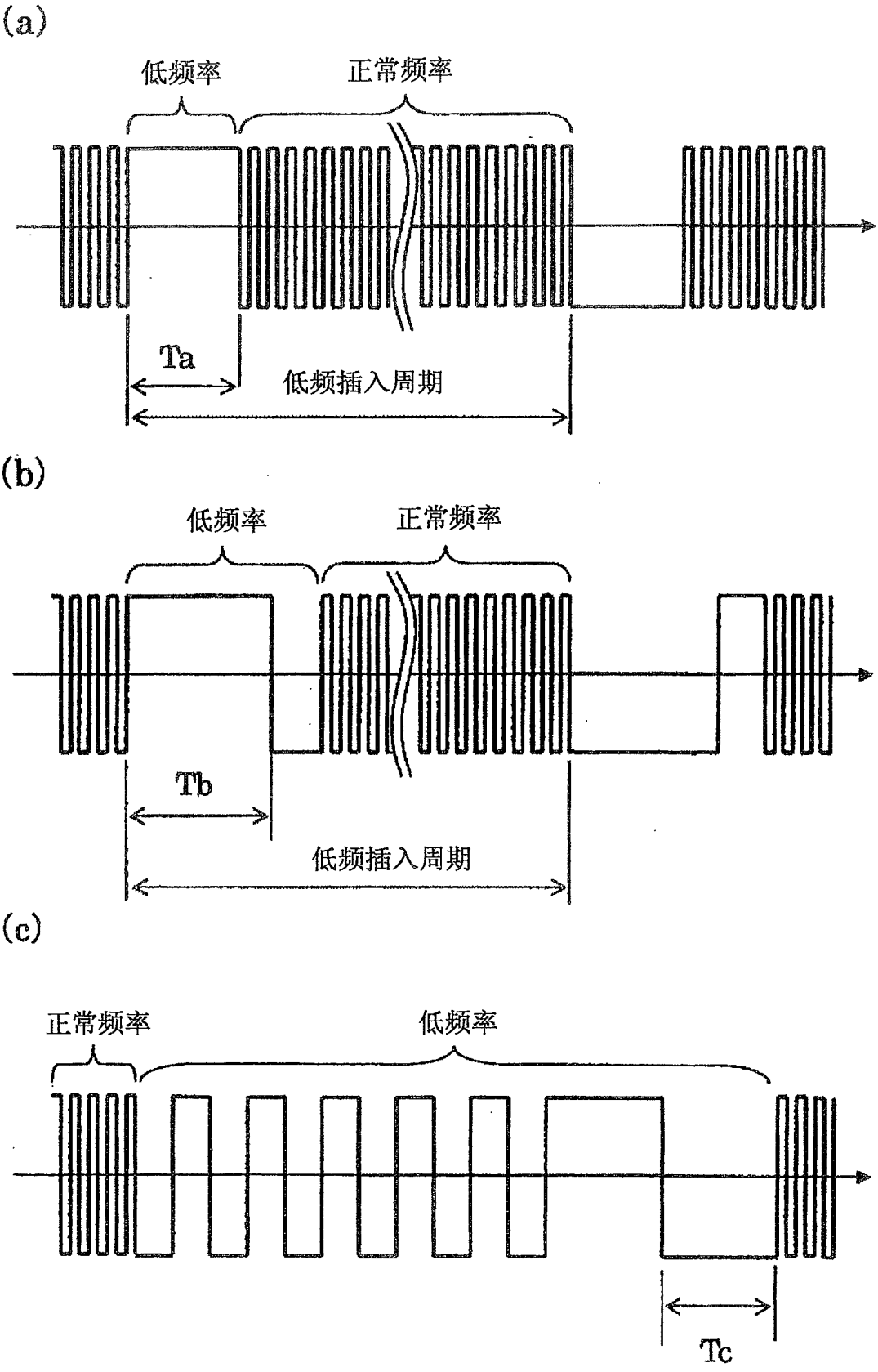


图6