

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C02F 1/32 (2006.01)

B01J 19/12 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02821614.8

[45] 授权公告日 2006 年 6 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1261364C

[22] 申请日 2002.11.6 [21] 申请号 02821614.8

[30] 优先权

[32] 2001.11.7 [33] JP [31] 342132/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/011567 2002.11.6

[87] 国际公布 WO2003/040041 日 2003.5.15

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.29

[71] 专利权人 株式会社日本光电科技

地址 日本东京

[72] 发明人 中野浩二

审查员 刘立勇

[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 李德山

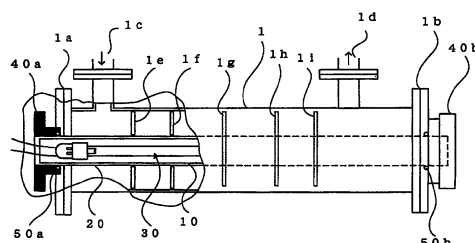
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

紫外线照射装置及其运用方法

[57] 摘要

本发明公开了一种紫外线照射装置，它具备：具有用合成石英玻璃制造的发光管，并放射 185nm 的紫外线的低压水银蒸汽放电灯，上述合成石英玻璃是将四氯化硅作为初始原料而经人工形成的；和对连续流动的被处理液体连续不断地照射由上述放电灯放射的 185nm 的紫外线的处理装置。可以实现长期连续运转，能取得节省维护工序、节省资源。



1. 一种紫外线照射装置，其特征在于：具备：

具有用合成石英玻璃制造的发光管，并放射 185nm 的紫外线的低压水银蒸汽放电灯，上述合成石英玻璃是将四氯化硅作为初始原料而经人工形成的；和

对连续流动的被处理液体连续不断地照射由上述放电灯放射的 185nm 的紫外线的处理装置。

2. 一种紫外线照射装置的运用方法，该紫外线照射装置具备：具有用合成石英玻璃制造的发光管，并放射 185nm 的紫外线的低压水银蒸汽放电灯；和对连续流动的被处理液体连续不断地照射由上述放电灯放射的 185nm 的紫外线的处理装置；上述合成石英玻璃是将四氯化硅作为初始原料而经人工形成的；

该方法其特征在于：

设置多个放射上述 185nm 的紫外线的低压水银蒸汽放电灯，使所设置的多个灯中的规定数目的灯熄灯，使其余的灯亮灯，根据经过的时间来改变该熄灯和亮灯的放电灯的组合。

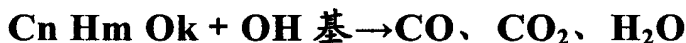
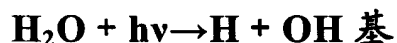
紫外线照射装置及其运用方法

技术领域

本发明涉及对连续流动的被处理液体照射 185nm 的短波长紫外线能量的紫外线照射装置及其运用方法，应用于被处理液体中存在的有机物等的分解处理领域中。

背景技术

由于短波段的紫外线具有较强的能量，所以广泛应用于有害物或有机物的分解等。特别是 240nm 以下的波段的紫外线，由于其分解水 (H_2O) 生成 OH 基，所以对混入水中的有机物的光反应分解有利。以下表示反应式的一例。



(n、m、K 为 1、2、3、.....)

在上述的反应式中，由于分解水而生成的 OH 基氧化力强，所以起到将存在于水中的有机物分解成 CO 、 CO_2 、 H_2O 等的作用。即，240nm 以下的短波长紫外线（式中的 $h\nu$ ）是用于生成 OH 基的能量。

作为放射 240nm 以下的紫外线的紫外线光源，已知低压水银蒸汽放电灯。低压水银蒸汽放电灯一般是用石英玻璃制成紫外线发光用的发光管、在该发光管内的两端设一对灯丝、在该发光管内封入氩气 (Ar) 等稀有气体和适量的水银的放电灯。在该低压水银蒸汽放电灯中，通过向一对的灯丝供给放电电流，使其从发光管发出 185nm 的水银特有的短波长紫外线，因此，该短波长紫外线有效地促进混入水中的有机物的光反应分解。

上述的低压水银蒸汽放电灯在例如半导体制造工序中作为半成品或完成品等的洗净水而大量使用的超纯水的制造设备用的紫外线照

射装置中使用。在这种场合，由于被处理物为液体，因此，很难像固体物质一样明确地区分已处理物和未处理物，而且还是连续地流动的物质，所以，对于为被处理物的被处理液体，处于必须不断照射紫外线的环境下。对于在这样的环境下使用的紫外线照射装置，在降低成本的同时提高生产效率（提高被处理液体的处理效果）及保护环境的要求极其严峻，因此，对节省能量、节省维护及节省资源的要求变得非常高。作为用于达成这些要求的有效手段，可以举出放电灯的长寿命化。

但是，对于上述紫外线照射装置，由于不断向连续流动的被处理液照射紫外线，所以，由放电灯产生的 185nm 的短波长紫外线的输出在一年后几乎减少一半，必须每年进行统一交换放电灯的定期维护和对使用过的放电灯进行废弃处理的作业。

因此，本发明人对在放电灯中 185nm 短波长紫外线的输出降低的事项加以关注，进行了种种试验并对实验数据进行了解析。其结果，发现妨碍放电灯长寿命化的主要原因在于制成发光管的石英玻璃的材质。在上述装置中使用的现有的放电灯中，发光管的材质是由以天然水晶为原料制作的熔融石英玻璃制成的石英玻璃。在该石英玻璃中，混入有数 ppm 的钠（Na）、钾（K）、钛（Ti）、铁（Fe）等、特别作为用于吸收紫外线的元素的杂质。这些杂质发挥吸收短波长的紫外线的作用，吸收的紫外线的能量使石英玻璃自身变质，使该石英玻璃中产生浑浊，进一步其浑浊使紫外线的穿透率降低。这样的穿透率降低和变质的循环在紫外线的放射中反复进行，由此，可以认为在 185nm 的紫外线输出急剧降低的同时，快速地促进其紫外线输出的降低。

发明内容

本发明的目的在于：提供一种紫外线照射装置及其运用方法，该紫外线照射装置能通过提高放射 185nm 短波长紫外线的放电灯的紫外线输出的维持率来实现长期的连续运转，因此，能实现节省维护、节省资源。

为了实现上述目的，本发明提供一种紫外线照射装置，它具备：

具有用合成石英玻璃制造的发光管，并放射 185nm 的紫外线的低压水银蒸汽放电灯，上述合成石英玻璃是将四氯化硅作为初始原料而经人工形成的；和

对连续流动的被处理液体连续不断地照射由上述放电灯放射的 185nm 的紫外线的处理装置。

另外，为了实现上述目的，本发明提供一种紫外线照射装置的运用方法，该紫外线照射装置具备：具有用合成石英玻璃制造的发光管，并放射 185nm 的紫外线的低压水银蒸汽放电灯；和对连续流动的被处理液体连续不断地照射由上述放电灯放射的 185nm 的紫外线的处理装置；上述合成石英玻璃是将四氯化硅作为初始原料而经人工形成的；

该方法其特征在于：设置多个放射上述 185nm 的紫外线的低压水银蒸汽放电灯，使所设置的多个灯中的规定数目的灯熄灯，使其余的灯亮灯，根据经过的时间来改变该熄灯和亮灯的放电灯的组合。

另外，本发明的紫外线照射装置具备：放电灯，该放电灯具有合成石英玻璃制的发光管，放射 240nm 以下波段的紫外线；对连续流动的被处理液体照射由上述放电灯放射的紫外线的处理装置。据此，如以后详细叙述的，由于在放电灯中，通过合成石英玻璃制的发光管放射 240nm 以下波段的紫外线，所以，可以抑制该紫外线的紫外线穿透率降低，因此，可以提高紫外线输出的维持率。由此，在装置中，能够实现对连续流动的被处理液长期照射紫外线的连续运转。因此，可以延长定期维护的期间，实现省维护的同时，也可以延长使用过的放电灯的废弃期间，实现省资源。

本发明的紫外线照射装置的运用方法是用于运用如上述构成的上述紫外线照射装置的方法，其中，在上述处理装置中设置多个放电灯，使设置的多个灯中的规定数目的灯熄灯，其余的灯亮灯，根据经过的时间改变该熄灯和亮灯的放电灯的组合。据此，通过间隔一定区间使比设置的放电灯的总数少的数目的放电灯亮灯，随着时间的经过改变该间隔一定区间亮灯的组合，轮流使用，可以延长放电灯统一交

换的期间，节省交换维护的工序，实现长期工作。

附图说明

图 1 表示本发明的紫外线照射装置的一个实施例，是封闭式液体处理用紫外线照射装置的侧面剖面略图。

图 2 是表示搭载在图 1 所示的紫外线照射装置上的放电灯的一个实施例的侧面剖面略图。

图 3 是通过与现有装置比较来例示搭载了图 2 所示的放电灯的紫外线照射装置的伴随时间经过的处理能力的变化的实验结果的图表。

具体实施方式

下面，参照附图对本发明的实施方式进行说明。

图 1 是本发明的紫外线照射装置的一个实施例。图 1 是表示封闭式的液体处理用紫外线照射装置的一个例子的侧面剖面略图。

在图 1 中，将放电灯 30 收纳在外管（保护管）20 内的装置被收容在为处理装置的不锈钢制的缸体 1 内，被处理液体被导入该缸体 1 内，从放电灯 30 放射的紫外线照射在该处理液体上。使用例如放射 185nm 的波段的紫外线的低压水银蒸汽放电灯作为放电灯 30。放电灯 30 被收纳在紫外线穿透性的外管（保护管）20 的内部，该放电灯 30 被液密地从被处理液体隔离。外管 20 是由紫外线穿透性好的石英玻璃制成。在缸体 1 的两端被法兰盘（flange）1a、1b 封闭。外管 20 的两端通过压紧螺母 40a 及 40b 和橡胶制的 O 形环 50a 及 50b 被水密地保持在缸体 1 的法兰盘 1a、1b 上。在缸体 1 中，被从入水口 1c 导入的被处理液体在通过缸体 1 的过程中被照射紫外线，在缸体 1 内向出水口 1d 流过，为了防止被处理液体短路通过（short pass），在中途设置多枚（在图中为 5 枚）回流板 1e~1i。另外，为了方便，在图中示出了只搭载 1 只放电灯 30 的装置，但是，在实际使用中，大多使用多灯式的大容量装置。从放电灯 30 放射的紫外线穿透外管 20 照射在被处理液体上。照射的紫外线发挥将存在于水中的有机物分解成例如 CO、

CO₂、H₂O 等无害物质的作用。

接着，对搭载在上述装置中的放电灯进行说明。将该灯的一个实施例表示在图 2 中。首先，对该放电灯 30 的基本构造进行说明，放电灯 30 包括：发光部 10、气密密封部 2a、2b 和灯口部 3a、3b。发光部 10 具备发光管电子管（以下将发光管电子管称为“发光管”）11，在该发光管 11 内的两端配置有一对灯丝 21a、21b。发光管由将四氯化硅作为初始原料而经人工制造的合成石英玻璃制成。灯丝 21a、21b 涂敷有例如氧化钡系的辐射源。该灯丝 21a、21b 分别被从密封部 2a、2b 伸出的内部引线 22a~22d 保持。灯口部 3a、3b 为陶瓷制，在一方的灯口部 3a 具备一对电气端子 31a、31b。密封部 2a、2b 通过钼箔 24a~24d 保持气密的同时，承担通过内部引线 22a~22d、钼箔 24a~24d、外引线 25a、25b、及 26 电气地连接灯丝 21a、21b 和电气端子 31a、31b 的任务。而且，在图例中，作为一例，把放电灯 30 作为两端子型的放电灯来构成。即，一方的灯丝 21a 的一端通过内部引线 22b、钼箔 24b、外引线 25a 与一方的电气端子 31a 连接，另一方的灯丝 21b 的一端通过内部引线 22c、钼箔 24c、外引线 25b、26 与另一方的电气端子 31b 连接。

本实施例所涉及的放电灯 30 是放射 240nm 以下波段的紫外线的放电灯，紫外线发光用的发光管 11 由合成石英玻璃形成。本实施例所示的放电灯 30 是例如发光管 11 的大小为外径 15mm、壁厚 1mm，一对灯丝 21a、21b 间的间隔（即，灯丝间距离）为 153cm 的放电灯。在发光管 11 内封入适量的水银（例如，20mg 左右的水银）和约 400Pa 的稀有气体。在该放电灯 30 中流过 1A 的放电电流的话，放电灯功率成为 140W，可以将其中约 5% 的能量作为 185nm 的紫外线输出向外部导出。该紫外线输出量相当于发光气体、灯丝间距离、水银及稀有气体的封入量、电气的各条件与放电灯 30 同样的现有技术的放电灯所放射的紫外线输出量的大至 1.5 倍的输出量。因此，本实施例所涉及的放电灯 30 与现有技术的放电灯相比极大地提高了紫外线的放射效率。

而且,本实施例所涉及的放电灯 30 为管外径 15mm、壁厚 1mm、放电电流 1A,但是,壁厚对管外径的比在 0.1~0.04 的范围内为宜。该范围是根据紫外线的吸收和机械的绝对强度的相关关系确定的范围。另外,放电电流密度(放电电流对管内的截面面积)在 $200\text{mA}/\text{cm}^2 \sim 800\text{mA}/\text{cm}^2$ 的范围内为宜。这关系到 185nm 的紫外线的发光效率和经济性。即,在脱离该电流密度范围后,在放电中向 185nm 的紫外线转换的效率急剧降低,因此,就失去了使用高价的合成石英玻璃的意义。

接着,对放电灯 30 输出的紫外线输出量比现有技术的放电灯的输出量高的理由进行说明。在放电灯 30 中,发光管 11 由以四氯化硅为初始原料而人工制造的合成石英玻璃制成。在合成石英玻璃中,吸收短波段的 185nm 的紫外线的杂质即钠(Na)、钾(K)、钛(Ti)、铁(Fe)等极少。顺便说一下,合成石英玻璃所含的上述杂质为熔融石英玻璃制成的石英玻璃的 1/10 以下。这样,在以合成石英玻璃形成发光管 11 的放电灯 30 中,被该发光管 11 的管壁吸收的紫外线的量与现有技术的放电灯相比极少,具有短波段的紫外线穿透率好的特长。因此,在开始使用的初期的紫外线强度(紫外线放射强度)提高的同时,可以抑制由于紫外线的吸收、石英玻璃自身的变质这样的循环而引起的经时劣化。因此,成为使短波段的 185nm 的紫外线输出长期大幅度提高的寿命长的放电灯。

因此,对于使用在本发明的实施例中叙述的放电灯 30 的紫外线照射装置,由于放电灯 30 的长寿命化,可以取得如下效果,即,在省去每年交换放电灯 30 的交换维护手续的同时,由于不需要每年进行废弃放电灯 30 的废弃处理,所以可以节省资源。

图 3 是表示对于搭载在本发明的实施例中叙述的放电灯的紫外线照射装置 A 和搭载现有技术的放电灯的紫外线照射装置 B 进行比较试验的实验数据的图。在该试验中,放电灯的搭载数目为 20 个,被处理水在 20ppb 的甲醇中含有 TOC(Total Organic Carbon:总有机碳)源。在实验中,对于装置 A 及装置 B,以 TOC 测量仪表对入水口和出水口的 TOC 浓度进行测定,将其差乘以处理流量得到的数值作为总

TOC 分解量,再将其除以放电灯的消耗电力,将单位功率的分解量作为性能指标。即,以下式表示 TOC 分解性能。

TOC 分解性能 (mg/kWH)

$$= (\text{入水口 TOC 浓度} - \text{出水口 TOC 浓度}) \times \text{处理流量} / \text{消耗电力}$$

在图中,将装置 A 及装置 B 的使用月数作为装置使用月数表示在横轴,将根据该装置使用月数得到的装置 A 及装置 B 的 TOC 分解性能作为 TOC 分解性能比表示在纵轴。

从图中可以看出,在现有技术的装置 B 中,将开始使用放电灯的初期的性能分解值作为 100%的话,在 1 年后,性能分解值降低到将近 50%。以一点划线表示的分解性能值 50%是装置 B 的容许界限能力,在 1 年后必须统一交换放电灯。与此相对,在根据本发明的装置 A 中,首先,在开始使用放电灯的初期的性能分解值为 148%,1 年以后性能分解值为 109%,即使在经过 2 年以后,也能维持 86%的性能分解值。根据本发明的装置 A 的性能分解值示出从开始使用放电灯的初期到经过 2 年后逐渐减少的倾向,因此,假设该减少倾向随着时间的经过继续的话,如虚线所示的,可以推定大概在经过 3 年后也可以充分维持 50%以上的性能分解值。其结果,可以将放电灯的定期维护期间延长到 3 倍或 3 倍以上。这意味着可以将废弃物即使用过的放电灯减少到 1/3 或 1/3 以下。除此之外,2 年多时间对于为装置 A 的容许界限能力的性能分解值 50%具有充分的富余,因此,如以后说明的那样,可以进行放电灯的间隔一定区间亮灯或调光亮灯,也可以期待节省能量这样的有益效果。

即,对于使用上述实施例所涉及的放电灯 30 的紫外线照射装置的运用方法进行说明的话,在设置放电灯 30 对规定的被处理液体实施有机物分解等处理的处理装置中,设置多个放电灯 30。那么,设置的多个灯中,进行使规定数目的灯熄灯剩余的灯亮灯的所谓的“间隔一定区间亮灯”,而且伴随时间的经过适当变更该熄灯和亮灯的放电灯的组合(即“间隔一定区间亮灯”的组合)。因此,通过间隔一定区间点亮使用比设置的放电灯的总数数目少的放电灯,伴随时间的经过变更该

间隔一定区间亮灯的组合，轮流使用，可以使放电灯的统一交换期间延长，可以节省交换维护的工序，可以长期运转。作为这样的运用方法的运用例，例如，在设置 n 个放射效率不好的现有型的放电灯并全部点亮的紫外线照射装置中，如果使用本实施例所涉及的放射效率好的放电灯的话，只需点亮比 n 个数目少的 m 个放电灯即可充分达到必要的处理效果，鉴于此，可以得到下述运用例，即，设置比同时亮灯所需的 m 个多的 n 个（如以往那样）本实施例所涉及的放射效率好的放电灯构成紫外线照射装置，并如以上所述的那样，使这些放电灯间隔一定区间运转。另外，作为其它运用方法，也可以适当进行加减放电灯的紫外线光度的调光亮灯。

如以上所述的那样，本发明以长期确保搭载在紫外线照射装置上的放电灯的紫外线输出的维持率为目的，是使用以合成石英玻璃构成制作发光管的石英玻璃的放电灯的发明。因此，只要满足这样的本发明的特征的话，放电灯的构造本身并不局限于图 2 所示的类型，可以是任何结构的放电灯。例如，在实施例中，对封入金属水银的放电灯进行了叙述，但封入水银和其它金属的汞合金的放电灯也可以达到同样的效果。另外，对灯丝进行经常加热的连续加热型放电灯、或同时设有灯丝和阳极类型的放电灯或者在两侧伸出充电插头的两灯口型，只要是低压水银蒸汽放电灯，就可以发挥同样的作用和效果。当然并不局限于低压水银蒸汽放电灯，也可以是利用氙气（ Xe_2 ）或氪气加氯气（ $Kr + Cl$ ）的激元（excimer）发光的放电灯。另外，放电灯的端子构成也并不局限于如图 2 所示的 2 端子 31a、31b 的构成，也可以是 4 端子构成。

综上所述，根据本发明的紫外线照射装置，因为可以实现对连续流动的被处理液体长期照射紫外线的连续运转，所以能达到实现节省维护及节省资源的有益效果。

根据本发明的紫外线照射装置的运用方法，因为可以延长放电灯的统一交换期间，所以能取得节省交换维护工序、并能长期运转这样的有益效果。

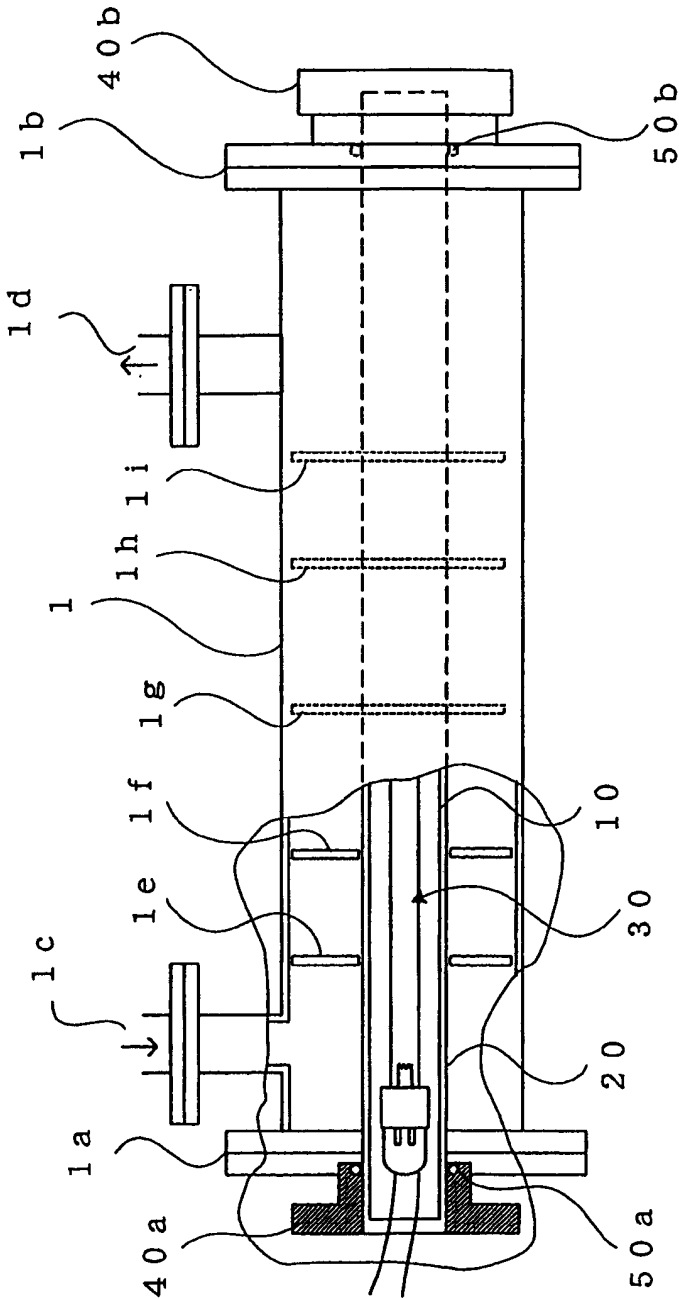


图1

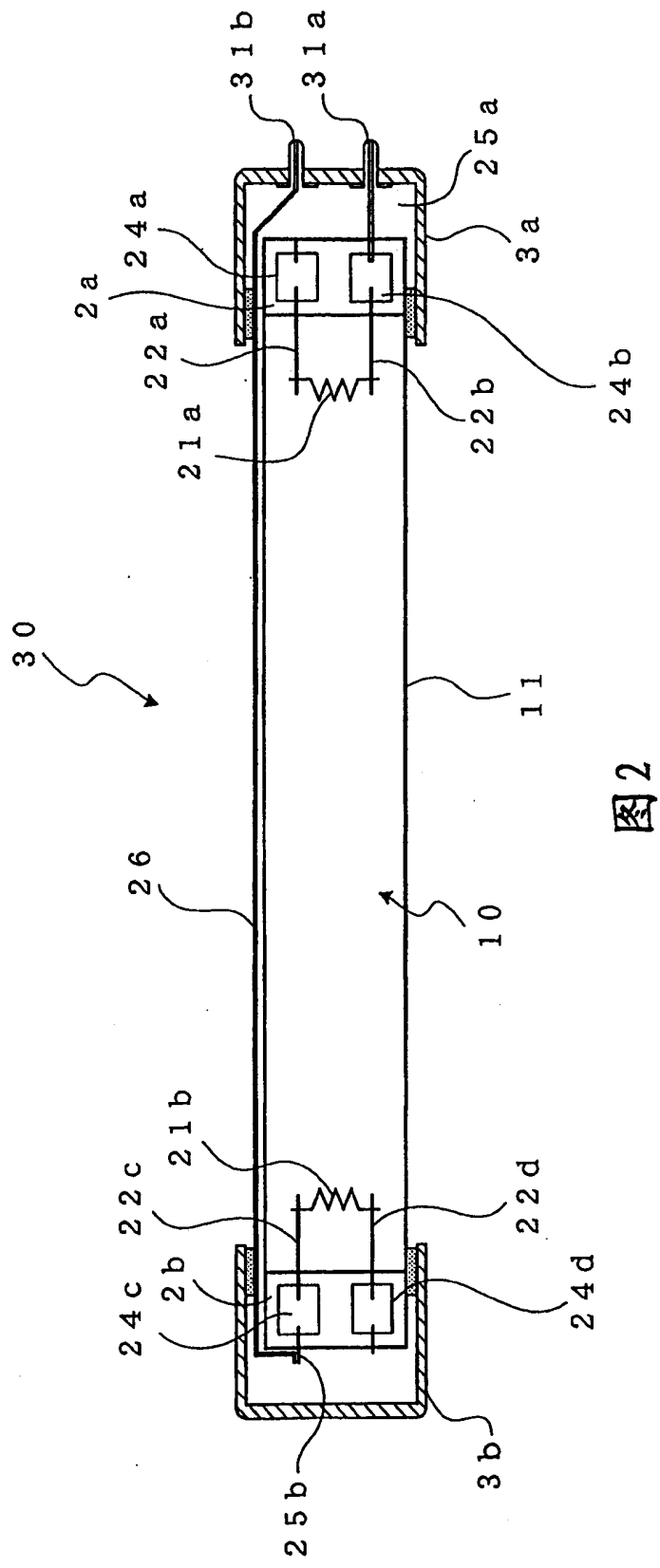


图2

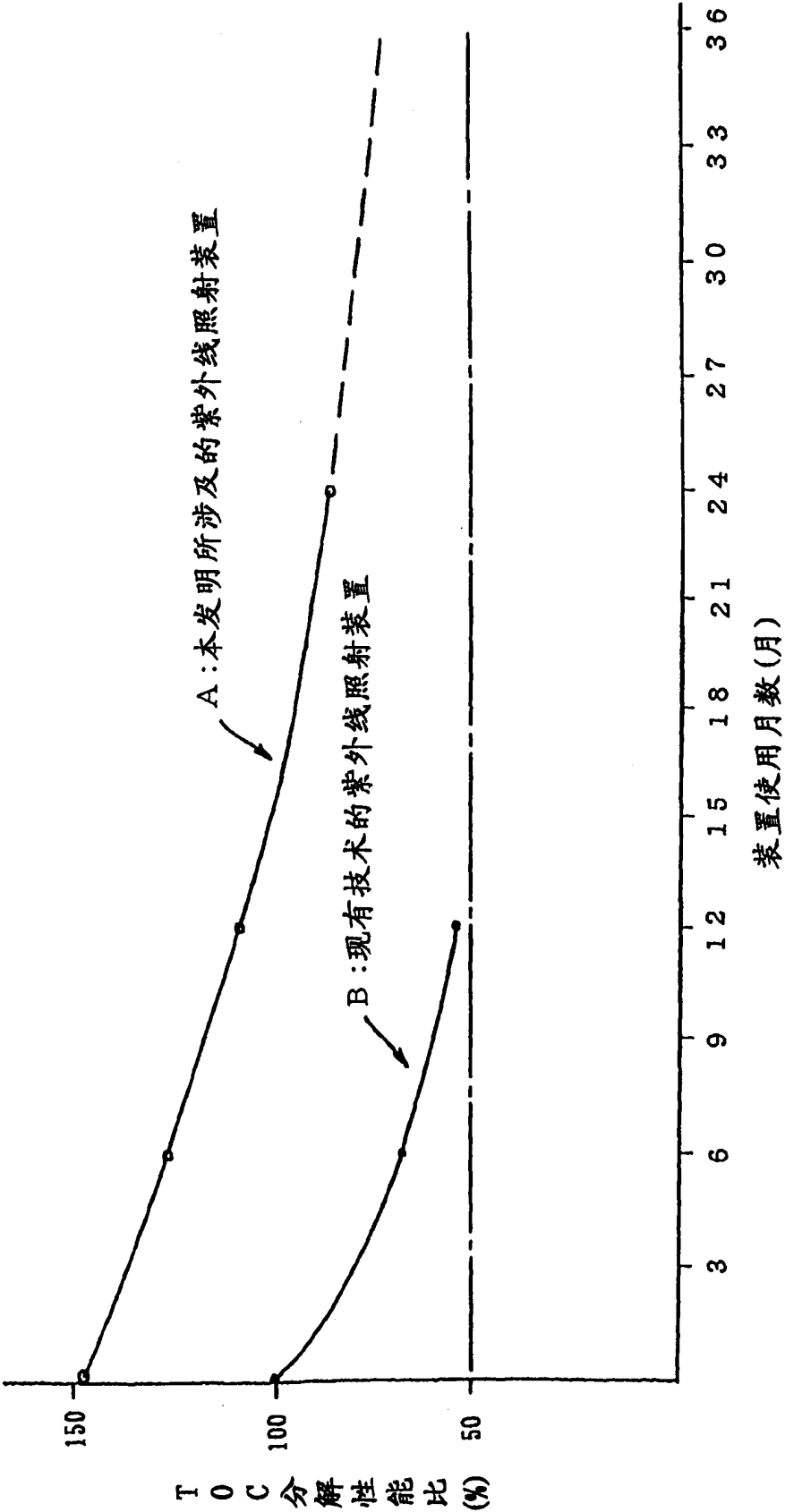


图 3