

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6241971号  
(P6241971)

(45) 発行日 平成29年12月6日(2017.12.6)

(24) 登録日 平成29年11月17日(2017.11.17)

(51) Int. Cl. F I  
H O 1 J 65/00 (2006.01) H O 1 J 65/00 B

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-573332 (P2016-573332)	(73) 特許権者	515206001 合同会社紫光技研
(86) (22) 出願日	平成28年1月29日 (2016.1.29)		兵庫県淡路市岩屋925-7岩屋ポートビル
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/052716	(74) 代理人	100065248 弁理士 野河 信太郎
(87) 国際公開番号	W02016/125708		
(87) 国際公開日	平成28年8月11日 (2016.8.11)	(74) 代理人	100159385 弁理士 甲斐 伸二
審査請求日	平成28年11月24日 (2016.11.24)		
(31) 優先権主張番号	特願2015-19141 (P2015-19141)	(74) 代理人	100163407 弁理士 金子 裕輔
(32) 優先日	平成27年2月3日 (2015.2.3)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100166936 弁理士 稲本 潔
(31) 優先権主張番号	特願2015-99146 (P2015-99146)		
(32) 優先日	平成27年5月14日 (2015.5.14)	(74) 代理人	100174883 弁理士 富田 雅己
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス放電装置とそれを使用した平面光源およびそれらの駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

横断面において対向する前面側と平坦な背面側を備え、内部に放電ガスを封入したガラス細管からなる透光性の外囲器と、該外囲器の背面側平坦面の外側に設けた第1及び第2の電極を有し、前記第1及び第2の電極は、前記外囲器の背面側長手方向に沿った一線上において互いに近接した位置でトリガ放電部を構成する間隙を挟んで互いに離間する方向に延びる前記背面側平坦面に対向した電極パターンを有し、

更に、前記外囲器を、発光面となる前面側の厚さが300µm以下の硼珪酸系ガラスの細管で構成し、発光面に対向する背面側の内側に紫外発光蛍光体層を設けたことを特徴とする紫外線発光用のガス放電装置。

【請求項2】

横断面において対向する前面側と平坦な背面側を備え、内部に放電ガスを封入したガラス細管からなる透光性の外囲器と、該外囲器の背面側平坦面の外側に設けた第1及び第2の電極を有し、前記第1及び第2の電極が、前記外囲器の背面側長手方向に沿った一線上において互いに近接した位置でトリガ放電部を構成する所定寸法の間隙を挟んで当該間隙寸法の少なくとも3倍の長さで両端方向に延び、かつ前記背面側平坦面に対向して有効放電長の全長をカバーする一対の電極パターンを有し、

更に、前記外囲器を、発光面となる前面側の厚さが300µm以下の硼珪酸系ガラスの細管で構成し、発光面に対向する背面側の内側に紫外発光蛍光体層を設けたことを特徴とする紫外線発光用のガス放電装置。

## 【請求項 3】

前記トリガ放電部を構成する間隙を挟んだ第 1 及び第 2 の電極の近接端部の一方に他方の近接端部と対向するトリガ電極片をさらに付設してなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の紫外線発光用のガス放電装置。

## 【請求項 4】

横断面において対向する前面側と平坦な背面側を有し、内部に放電ガスを封入した透光性のガラス細管と、該ガラス細管の背面側平坦面の外側に位置する第 1 及び第 2 の電極とを有し、前記第 1 と第 2 の電極が、前記ガラス細管の背面側平坦面の長手方向に沿った一線上において互いに近接した位置でトリガ放電部を構成する間隙を挟んで互いに離間する方向に延びる前記背面側平坦面に対向した電極パターンを有するガス放電チューブを単位発光源とし、該単位発光源となるガス放電チューブを複数本平行に配置するとともに、前記各ガス放電チューブの第 1 と第 2 の電極対をそれぞれ電氣的に共通接続してなり、

更に、前記各ガラス細管を、発光面となる前面側の厚さが 300  $\mu\text{m}$  以下の硼珪酸系ガラスで構成し、発光面に対向する背面側の内側に紫外線発光蛍光体層を設けたことを特徴とする紫外線発光用のガス放電装置。

## 【請求項 5】

横断面において対向する前面側と平坦な背面側を有し、背面側平坦面の内面に紫外線発光蛍光体層を設けるとともに、内部に放電ガスを封入した複数本のガス放電チューブと、該複数本のガス放電チューブを平行に配列してそれぞれの背面側平坦面を共通に支持する絶縁支持体とから成り、

前記絶縁支持体は、前記各放電チューブの背面側平坦面に共通に対向する第 1 及び第 2 の電極を備え、該第 1 と第 2 の電極は、各ガス放電チューブの長手方向に対して互いに近接した位置でトリガ放電部を構成する間隙を挟んで互いに離間する方向に延びる共通の電極パターンを有し、

更に、前記各ガス放電チューブを、発光面となる前面側の厚さが 300  $\mu\text{m}$  以下の硼珪酸系ガラスの細管で構成したことを特徴とする紫外線発光用の平面光源。

## 【請求項 6】

横断面において対向する前面側と平坦な背面側を有し、内部に放電ガスを封入した複数本のガス放電チューブと、該複数本のガス放電チューブを平行に配列してそれぞれの背面側平坦面を共通に支持する絶縁支持体とから成り、

前記絶縁支持体は、前記各放電チューブの背面側平坦面に共通に対向する第 1 及び第 2 の電極を備え、前記第 1 と第 2 の電極は前記絶縁支持体の一面に形成した金属箔からなり、かつ各ガス放電チューブの長手方向に対して互いに近接した位置でトリガ放電部を構成する間隙を挟んで互いに離間する方向に延び、実質的に有効放電領域の全体をカバーする各放電チューブに共通の一对のシートパターンを有し、

更に、前記各ガス放電チューブを、発光面となる前面側の厚さが 300  $\mu\text{m}$  以下の硼珪酸系ガラスの細管で構成し、発光面に対向する背面側の内側に紫外線発光蛍光体層を設けたことを特徴とする紫外線発光用の平面光源。

## 【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 の電極間に正弦波交番電源を接続し、前記のトリガ放電部で発生した放電が印加正弦波電圧波形の上昇過程において有効放電領域を定める第 1 第 2 電極対の両側延長端部へ拡大するように駆動することを特徴とする請求項 1 - 6 のいずれか 1 項に記載のガス放電装置及び平面光源の駆動方法。

## 【請求項 8】

前記第 1 及び第 2 の電極の一方を接地電位とし、他方の電極にピーク電圧への上昇過程で前記トリガ放電部での放電を開始する正弦波交番電圧を印加することを特徴とする請求項 7 に記載のガス放電装置及び平面光源の駆動方法。

以上

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【0001】

本発明は、ガス放電装置とそれを使用した平面光源に関し、更に詳細には、ガラス細管を主体とした外部電極型の紫外または可視光源用の放電チューブとそれを使用した平面光源およびそれらの駆動方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、ガス放電を利用した光源デバイスとして、高圧水銀ランプやエキシマ放電ランプなどがよく知られている。また紫外発光源としては、紫外発光蛍光体を用いたガス放電デバイスが知られている（例えば、特許文献1参照）。また、平面光源の構成に適した細管構成の外部電極型ガス放電デバイスも周知である（例えば、特許文献2、3及び4参照）

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特許第5074381号特許公報

【特許文献2】特開2004-170074号公開特許公報

【特許文献3】特開2011-040271号公開特許公報

【特許文献4】特開2002-216704号公開特許公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

20

## 【0004】

UV-Cバンドの紫外蛍光体を利用した従来のエキシマ放電ランプは、高価な石英ガラス外囲器を使用するほか、駆動のために高圧の方形波交流電源を必要とするなどの問題がある。また、ガス放電チューブを利用した従来の紫外線発光用のガス放電デバイスは、電極構成が複雑であるほか、発光効率や発光出力の点で未だ実用の域に達していない。

## 【0005】

従って本発明は、構成が簡単で、安価で発光効率の良い光源用、特に、紫外光源用のガス放電装置を提供するものである。また本発明は、発光効率が高く、発光出力の大きな紫外若しくは可視発光用の平面光源を容易に構成することのできるプラズマチューブ形式のガス放電装置を提供するものである。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、一対の長電極間で少なくとも2種類の放電を発生させるようにした外部電極型の新しい光源用ガス放電装置を提供とするものである。すなわち本発明は、放電ガスを封入したガラス細管の長手方向に放電間隙を挟んで両側に延びる第1及び第2の放電電極を設け、両電極間に正弦波形または傾斜波形等の交番電圧を印加した時に、電圧上昇に伴って電極近接端間で最初に発生するトリガ放電を種火とし、漸次電極の長手方向に向けて放電を移行させる考え方を骨子とするものである。一対の放電電極は放電間隙を構成する近接端部を挟んで、両側に延びる形で配置される。

## 【0007】

40

更に具体的に述べると、本発明の第1の特徴は、横断面において対向する前面側と背面側を有し、内部に放電ガスを封入した透光性の外囲器と、該外囲器の外側に長手方向に設けた第1及び第2の電極を有し、前記第1及び第2電極は、前記外囲器の背面側の外側において互いに近接した位置でトリガ放電部を構成するトリガ電極部と、該トリガ放電部を挟んで互いに離間する方向に延びる主電極部を具えたガス放電装置の構成にある。

## 【0008】

前記外囲器としては、横断面の長軸径が5mm以下の円形、楕円形、扁平楕円形、長方形または台形を有する透明なガラス細管を用いるのが好ましく、その長さは2cmから10cmが適当であり、応用面によってはそれよりも長くて構わない。また、紫外光源を構成する外囲器には、石英管よりも格段に安価でポピュラーな硼珪酸系ガラスの細管を用い

50

ても、発光面となる前面側の管の肉厚を300 μm以下とすることにより、十分な紫外線透過光を得ることができる。

【0009】

第1及び第2電極は、ガラス細管からなる外囲器の長手方向における間隙を挟んで両端方向に延び、前記間隙の近接端がトリガ電極部を構成するとともに、両側延長部が主電極部を構成する。

【0010】

この構成において、前記第1及び第2電極はガラス細管からなる外囲器の長手方向に沿った1つの線上に設けられてもよいし、異なる線上に設けられてもよい。また前記第1及び第2電極の一方の端部に他方の端部と対向するトリガ電極片を付設してもよい。更に第1及び第2の電極は、ガラス細管の長手方向に交互に複数設けられてもよい。

10

【0011】

外囲器の背面側の底部内面には、主としてキセノンガスの放電により発生する真空紫外線で励起されて発光する紫外蛍光体層、または可視蛍光体層、或はそれらの混合蛍光体層が設けられ、外囲器の前面側から所望波長の発光が得られる。

【0012】

また本発明によれば、上記細管構成のガス放電デバイスの共通の電極上に複数本を平行に並べて配列することによりフレキシブルな平面光源を構成することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明のガス放電装置によれば、外周器の長手方向に沿って設けた第1および第2の電極によるシンプルな電極構成で高効率の発光を得ることができる。また、外囲器となるガラス細管内に紫外発光蛍光体層を設けた構成では、従来の紫外発光LED等に比べて強い強度でUV-BバンドやUV-Cバンドの紫外線発光を高い効率で得ることができる。

20

【0014】

更に複数本の紫外線発光管を共通の電極シート上に並べることにより容易にフィルム状の平面光源を構成することができるので、医療用途や殺菌・滅菌用途など産業上の実用範囲が大幅に拡大する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明によるガス放電装置の実施形態1の構成を模式的に示す縦断面図である。

【図2】ガス放電装置の主体となるガラス外囲器の形状例を示す横断面図である。

【図3】本発明のガス放電装置における放電モデルを示す説明図である。

【図4】本発明の実施形態2を模式的に示す縦断面図と横断面図である。

【図5】本発明の実施形態3の平面光源の構成を概略的に示す平面図と横断面図である。

【図6】本発明の実施形態4のガス放電装置の縦断面図と平面図である。

【図7】本発明の参考例1のガス放電装置の縦断面図とそれを使用した平面光源の構成を示す概略平面図である。

【図8】本発明の参考例2のガス放電装置の断面図とそれを使用した平面光源の構成を裏側から示す裏面図である。

30

40

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下本発明の好ましい実施形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明を簡略化するため、同じ構成要素には同じ符号を付けている。また以下の説明では本発明の電極構成を特徴づけるため、ガラス管の長手方向に延びる電極を、『長電極』と呼ぶ。

【0017】

[実施形態1]

図1は、本発明によるガス放電装置の基本的構成を実施形態1として示す模式的縦断面図である。ネオンとキセノンの混合ガスを封入した細長いガラス管1がデバイスの主体となる外囲器を構成しており、その背面側となる底部外面にガラス管1の長手方向に沿った

50

一对の長電極 2 及び 3 が間隙 4 を挟んで両側に延びるように配置されている。そして、一方の長電極 2 は接地され、他方の長電極 3 には正弦波交流電源 AC から正弦波交流電圧が印加される。

【 0 0 1 8 】

外囲器となるガラス管 1 は、酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )と酸化硼素( $\text{B}_2\text{O}_3$ )を主成分とする硼珪酸系ガラスのパイプ状母材を外径 5 mm 以下で肉厚が 500  $\mu$  以下の細管となるようリドロウ(線引き)して形成してある。

【 0 0 1 9 】

ガラス管 1 の横断面は、図 2 (a)、(b)、(c)または(d)に示すような円形、扁平楕円形、長方形または台形等とすることができる。後述するように、ガラス管 1 の内面に紫外発光蛍光体層を形成して紫外線光源用のガス放電デバイスを構成する場合、ガラス管 1 の発光面となる前面側の肉厚を 300  $\mu\text{m}$  以下にすることが紫外線透過率の点から重要である。因に図 1 の実施例のガラス管 1 は、長径軸を挟んで対向する前面側と背面側を平坦面とした図 2 (c) に示した長方形の横断面を有するものである。

10

【 0 0 2 0 】

硼珪酸系のガラスであっても厚さを 300  $\mu\text{m}$  以下にすることにより、UV-B の波長バンドの紫外線に対し 90 % 以上の透過率を得ることができる。この場合、図 2 (b)、(c) または (d) の横断面の例に示すようにガラス管 1 の前面側の厚さに対して電極を配置する背面側の厚さを厚くし機械的強度を高めるようにしてもよい。対向面の厚さを非対称としたガラス管 1 はガラス母材整形時のプロセス制御で実現することができる。

20

【 0 0 2 1 】

図 1 の構成において、一对の長電極 2 と 3 の互いに隣接する近接端がトリガ電極部 2 a と 3 a を構成し、ギャップ寸法 D g の間隙 4 に対応したガラス管 1 内の対応ガス空間がトリガ放電部 5 となる。またトリガ電極部 2 a と 3 a から両側に離間する方向に延びる延長部が長さ E L の主電極部 2 b と 3 b を構成し、主電極部 2 b と 3 b の対応ガス空間が主ガス放電部 6 となる。トリガ放電部と主電極部は説明の便宜上附した部分名称であり、実質的な電極パターンは、1 対の細長い電極の近接端部に間隙 4 を隔てて管軸方向に配置した極めてシンプルなものとなる。

【 0 0 2 2 】

長電極 2 と 3 は、ガラス管 1 の外面上に銀ペースト等を印刷して直接形成してもよいし、或は、銅箔、アルミ箔等の金属箔や樹脂等のベースフィルム上に形成した金属メッシュパターンをガラス管 1 の外面に貼り付けて形成してもよい。また長電極 2 と 3 の対はガラス管の外面上に絶縁層や絶縁フィルムを介して設けられる場合もある。

30

【 0 0 2 3 】

また、これらの長電極 2 と 3 は、図 1 の場合、ガラス管 1 の底部外面の長手方向に沿って一直線上に配置されている。

【 0 0 2 4 】

また、一对の長電極 2 と 3 の管軸に対する角度位置はガラス管 1 の側面において互いに異なってもよい。一对の長電極 2 と 3 をガラス管 1 の発光面側に形成する場合には、長電極 2 と 3 が発光を透過するよう ITO 等の周知の透明電極か、メッシュパターンの金属電極を採用する必要がある。但し紫外線蛍光体を使用する紫外発光チューブにおいては、発光ロスが生じないよう、電極は発光面を避けた背面側に配置するのが好ましい。

40

【 0 0 2 5 】

図 3 は、図 1 に示したガス放電装置の放電モデルを説明するための模式図である。一对の長電極 2 と 3 の間には、図 3 (b) に示すように、一方の長電極 2 を接地した状態で、他方の長電極 3 に正弦波交流電源 AC を接続し、図 3 (a) に示すような正弦波形の交流電圧を印加する。

【 0 0 2 6 】

正弦波電圧の上昇過程における電圧  $v_1$  が、タイミング  $t_1$  においてトリガ電極部 2 a、3 a 間の放電開始電圧  $V_f$  を超えると、トリガ放電部 5 で放電が発生する。このトリガ放

50

電によって近傍のガス空間に多量の空間電荷が供給され、いわゆる種火効果が生じて正弦波の電圧の上昇とともに長電極の主電極部 2 b、3 b に向かって放電が拡張し、いわゆる長距離放電に移行していくことになる。

【 0 0 2 7 】

同時に、最初にトリガ放電を発生したトリガ電極 2 a と 3 a に対応したガラス管 1 の内壁面上には印加電圧と逆極性の電荷（電子(-)と陽イオン(+))が壁電荷として蓄積され、この壁電荷による電界が印加電圧の電界を打ち消す形となってトリガ放電部 5 での放電は停止する。

【 0 0 2 8 】

図3(b)、(c)、(d)、(e)は、図3(a)の印加正弦波電圧のタイミング t 1 ~ t 4 に対応した放電と壁電荷の蓄積状態を模式的に示し、図3(f)、(g)、(h)、(i)は、極性反転した後のタイミング t 5 ~ t 8 に対応した放電と壁電荷の蓄積状態を模式的に示している。

10

【 0 0 2 9 】

このモデルから、タイミング t 1 においてトリガ電極部 2 a と 3 a 間のトリガ放電部 5 で発生した放電が、タイミング t 2、t 3 と続く印加電圧の上昇過程で壁電荷の蓄積を伴いながら主電極部 2 b、3 b の延長方向に沿って主放電部 6 に拡張していく様子が理解できる。

【 0 0 3 0 】

また、印加正弦波電圧が一方の波高値に達した後の電圧下降過程のタイミング t 4 では、図3(e)に示すような壁電荷の蓄積状態となって放電は停止状態にある。その後、印加電圧の極性が反転したタイミング t 5 においては、蓄積した壁電荷の電界が印加正弦波電圧の反対極性の上昇過程の電界に加算される結果、トリガ電極部 2 a、3 a のトリガ放電部 5 に加わる実効電圧が放電開始電圧  $V_f$  を超えて図3(f)に示すように再度トリガ放電が発生し、逐次、反対極性の壁電荷の発生を伴いながらタイミング t 6、t 7 において、それぞれ図3(g)、(h)に示すように主放電部 6 に向けて放電が拡張する。そして、ガラス管 1 の端部まで放電が拡張したタイミング t 8 においては図3(i)のような壁電荷状態になって放電が停止する。以下、この動作が繰り返される。

20

【 0 0 3 1 】

印加電圧の上昇過程を利用して複合放電を発生させるには、上記の正弦波電圧以外にも鋸歯状波形（ランプ波形）の電圧を利用することもできる。また外部電極構成の本発明に係るプラズマチューブは容量性負荷となるので、矩形波形であっても立ち上がり時間の傾斜を利用して上記のような複合放電を発生させることができる。従って立ち上がり時間を持った交番電圧を対となる長電極間に印加すれば同様の駆動を行うことができる。しかしながら、正弦波電圧を利用することが、波形発生易しさの点で望ましい。輝度の調整は、正弦波電圧の周波数または鋸歯状波形電圧の傾斜角度の変更で行うことができる。

30

【 0 0 3 2 】

正弦波電圧の印加に伴ってこのような複合放電が一对の長電極 2 と 3 の間で交互に繰り返され、その都度、放電経路に沿って陰極グロー発光と陽光柱発光とが発生する。放電ガスとしてネオン(Ne)に数%のキセノン(Xe)を混合したガスを用いる場合、放電光としてはネオンオレンジ色の発光と、143 nm、173 nmの波長の真空紫外線(VUV)が得られる。従って、NeとXeの混合比を適宜調整してガス放電の発光をそのまま利用すれば、ネオン発光管または紫外線発光管を得ることができる。

40

【 0 0 3 3 】

図1に示した実施形態1のガス放電装置の場合、ガラス管1は、直径が5 mm ~ 0 . 5 mmの大きさで作成され、例えば、横断面における長径寸法2 mmの長方形または扁平楕円形とすることができる。一对の長電極2と3の近接端部の間隙4、すなわちトリガ電極部2 aと3 aとの間隙4のギャップ寸法  $D_g$  はトリガ放電の開始電圧を決定するファクタとなるもので、5 mm以下が実用的であり、例えば3 mmとすることができる。この場合のトリガ放電部5の放電開始電圧  $V_f$  は約900 Vとなる。

【 0 0 3 4 】

50

他方、各長電極 2 及び 3 の延長方向における放電の広がり、印加する正弦波電圧のピーク電圧  $V_p$  によって変化する。ピーク電圧  $V_p$  を高くしすぎると、トリガ放電部 5 の損傷を招く危険がある。すなわちトリガ電極部の間隙寸法  $D_g$  は通常 0.1 mm 以上 2 cm 以下程度の範囲に設定されるが、正弦波のピーク電圧  $V_p$  はガラス細管 1 の有効長さ ( $2EL + D_g$ ) により異なることになる。従って両ファクタの関係から長電極の主電極部 2b 及び 3b の長さ  $EL$  は、それぞれトリガ電極部 2a と 3a とのギャップ寸法  $D_g$  の 3 倍以上、好ましく 10 倍程度とし、例えば、ガラス細管 1 の放電有効長の全長が 50 mm の場合は、トリガ電極間隙長  $D_g$  を 3 mm、両主電極部の長さ  $EL$  (図 1) をそれぞれ 23.5 mm とすることができる。

【0035】

10

この結果、図 1 のような一對の長電極 2, 3 を用いたガラス管 1 は、全体として 5 ~ 10 cm ほどの長さのものとなる。後述するように、対となる長電極 2, 3 を、トリガ放電間隙 4 を挟んで長手方向に複数個交互に配置する構成を採れば、更に長尺のガス放電装置を構成することも可能である。

【0036】

正弦波電圧の周波数は、電極間容量とインピーダンスとの関係から数 10 kHz、例えば 40 kHz に設定される。ピーク電圧  $V_p$  はトリガ放電部 5 の放電開始電圧  $V_f$  に応じてそれよりも高い 1000 V 乃至はそれ以上の値に設定されるが、その上限は長電極上での放電の広がり長さと、トリガ放電部 5 の損傷防止を考慮して決めるのが望ましい。

【0037】

20

また、本発明のガス放電装置は、壁電荷の蓄積を利用することにより、長い電極に沿って放電を停止させながら拡張させていく放電形式をとるので、駆動時のピーク電流を低く抑えることができ、LED やエキシマ放電ランプに比べて消費電力も格段に少なくて済む。

【0038】

因に、実施形態 1 のガス放電装置を駆動するために、10 V の直流電圧(電池)を 42 kHz の正弦波電圧に変換するインバータ回路と、この正弦波電圧をピーク電圧 1000 V まで昇圧する小型トランスとを含む 5 W の市販の小型電源回路(例えば、ハリソン電機製 HIU-465 型)を好適に用いることができた。

【0039】

[実施形態 2]

30

図 4 (a) 及び (b) は、それぞれ本発明によるガス放電装置の実施形態 2 を示す縦断面図と横断面図である。この実施形態 2 の基本的構成は図 1 に示した実施形態 1 と実質的に同じであるが、図 1 のガラス管 1 の背面側底部内面に、ガス放電に伴う紫外線で励起されて発光する蛍光体層 7 が形成されたガス放電チューブ 10 を用いる点が、実施形態 1 とは異なる。なお、ガラス管 1 の横断面は図 4 (b) に示すような長方形即ち扁平四辺形であり、長径軸を挟んで対向する平坦面を備えている。ガス放電チューブ 10 の発光面となる前面側の平坦面には 300  $\mu\text{m}$  以下の厚みの薄い管壁のほか出射光を遮るものは何もない。

【0040】

蛍光体層 7 の一例としてガドリリウム賦活蛍光体 ( $\text{LaMgAl}_{11}\text{O}_{19} : \text{Gd}$ ) を用いた場合、UV-B バンドの波長レンジである 311 nm の紫外発光を得ることができる。またプラセオジム賦活の蛍光体 ( $\text{YBO}_3 : \text{Pr}$  または  $\text{Y}_2\text{SiO}_5 : \text{Pr}$ ) を用いれば UV-C バンドの波長レンジの 261 nm または 270 nm の紫外発光を得ることができる。

40

【0041】

ガス放電チューブ 10 の蛍光体層 7 の形成自体は、周知の沈降法を用いることができる。すなわち、前述の蛍光体粉末を懸濁液の状態とした蛍光体スラリーをガラス管の中に導入して静置し、その後、上澄み液を排出して沈殿物を焼成することで蛍光体層 7 を形成することができる。

【0042】

紫外発光蛍光体材料の懸濁液を作る際、微細な酸化マグネシウム ( $\text{MgO}$ ) の結晶粒子を混入しておけば、放電動作時の蛍光体層 7 からの二次電子放出を増大させる効果が得られ

50

、放電電圧の低減に寄与することができる。また紫外発光蛍光体層7に可視蛍光体、例えば赤色蛍光体を少量混合した場合、不可視の紫外スペクトルの発光を赤色の可視発光によって確認することが可能となる。

【0043】

紫外発光蛍光体層7として前述のガドリリウム賦活蛍光体を用いた実施形態2のガス放電装置において、一对の長電極2と3の間に正弦波電圧を印加することにより、実施形態1の場合と同様のトリガ放電と長電極に沿った長距離放電との複合放電が繰り返され、それに伴って、蛍光体層7から311nmの波長にピークを持つ紫外発光を10mW/cm<sup>2</sup>の発光強度で、かつ4%W/Wの発光効率で得ることができた。

【0044】

[実施形態3]

図5(a)及び(b)は、本発明の実施形態3としての平面光源の構成を示す平面図と横断面図である。

電極シート20と電極シート30がトリガ放電部を構成する間隙40(ギャップ寸法Dg)を挟んで近接配置され、その上面に実施形態2で用いた横断面が長方形又は扁平楕円形のガス放電チューブ10が例示的に6本平行に配列されている。

【0045】

すなわち図4に示した紫外発光用のガス放電チューブ10をそれぞれの長電極2と3をそれぞれ共通とした電極シート20と30の上に並べてフレキシブルな平面光源が構成されている。各放電チューブ10の背面側の平坦面が電極シート20と30の面に良くフィットする。

【0046】

電極シート20と30は、例えば、ポリイミド系樹脂やPET等の樹脂フィルムを共通の支持体8としてその上面にアルミ箔を張り付けた構成や、銅箔をパターンニングして形成されている。電極パターンは個々の放電チューブ10に対応した線状の分割パターンとし、両サイドでそれぞれ共通接続するようにしてもよい。

【0047】

因に、横断面における横方向の長径寸法2mmとした長さ100mmの放電チューブ10を共通の電極シート20と30の上に50本並べることにより、10cm四方の紫外発光平面光源を得ることができる。この平面光源は極めてシンプルな構成であり、かつ、長距離放電を利用して発光するので、極めて高い発光効率と輝度(発光強度)を得ることができる。この構成によれば電極シート20と30が背面側の有効放電領域の殆どを自動的にカバーして反射板の機能を呈するメリットもある。

【0048】

また、上記のように構成した、例えば10cm四方の平面光源を単位光源とし、複数個の単位光源をモザイク状またはタイル状に縦横隣接配置して大面積の紫外線照射装置を構成することができる。

【0049】

この場合、モザイク配列の単位光源それぞれの電極端子を個別に導出して選択的に駆動電源に接続すれば、照射エリアを小面積の光源単位で選択可能となり特に医療用途等に有利である。この場合も、駆動電源としては上述と同様のDC電圧を正弦波に変換して昇圧する小型の電源が使えるので、全体として極めてシンプルで安価なユニット構成とすることができる。すなわちこの小型駆動電源回路は単位光源毎に正弦波電圧を印加する側の電極シート30の支持体8の裏面に容易に実装して平面光源のモジュール化を行うことができる。

【0050】

[実施形態4]

本発明によるガス放電装置の実施形態4を図6(a)、(b)に示す。この実施形態の特徴はトリガ放電部50の構成にある。その他の構成は実施形態3(図5)と同等である。なお、ガス放電チューブ10の内面に設けた紫外発光蛍光体層7は図示を省略している。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 1 】

すなわち、図 6 (a)に示す縦断面図において、図の左手に延びる一方の長電極 2 のトリガ電極部 2 aの上部対向面にトリガ電極片 3 1 が形成されている。更に、このトリガ電極片 3 1 は接続導体 4 2 により右手に延びる他方の長電極 3 に接続されている。かくしてガス放電チューブ 1 0 を横断する対向放電セル構造のトリガ放電部 5 0 が作られる。

## 【 0 0 5 2 】

ガス放電チューブ 1 0 を複数本、例えば、6 本並べて平面光源とする場合には、図 6 (b)のような構成となる。電極シート 2 0 と 3 0 は先に図 5 (a)を参照して説明した実施形態 3 のものと実質的に同じである。

## 【 0 0 5 3 】

ここでは、左方の電極シート 2 0 の右端部に対向してガス放電チューブ配列の上面にチューブを横切る方向の共通のトリガ電極片 3 1 a が設けられ、接続導体 4 2 a で右方の電極シート 3 0 に接続される。

## 【 0 0 5 4 】

トリガ電極片 3 1 a は透明導電膜でもよいが、銀ペーストを筋状に塗布して形成してもよい。或は、紫外線透過性のアクリル系樹脂フィルム(例えば、カナセライト # 0 0 1)の面上にトリガ電極パターンの導体膜をあらかじめ形成した形で、保護フィルムを兼ねてガス放電チューブ配列の上面にラミネートすることもできる。

## 【 0 0 5 5 】

トリガ放電部 5 0 を対向放電セル構造としたこの実施形態 4 では、実施形態 1 又は 2 のようなガラス管 1 の長手方向に沿った面放電セル構造よりも、初期のトリガ放電開始電圧が低いものなるので、トリガ放電を確実に発生させることが可能となる。

## 【 0 0 5 6 】

この対向放電形式のトリガ放電が種火として近接したガス放電空間への空間電子の供給源となり、壁電荷を伴う長距離放電が正弦波電圧の上昇につれて順次管軸方向に延びていく動作は、実施形態 1 で説明した動作と同じである。上部に位置するトリガ電極片 3 1 とそれに連なる右方の電極シート 3 0 を接地電位とし、左方の電極シート 2 0 に正弦波形の駆動電圧を印加して駆動する。

## 【 0 0 5 7 】

なお、トリガ電極片 3 1 a は、必ずしも図 6 (a)のような一方の長電極の端部トリガ電極部 2 a に対向する位置に設ける必要はない。例えば、ガス放電チューブ 1 0 の底面に設けた一方の電極シート 3 0 の端部から他方の電極シート 2 0 の端部に斜めに接近するようガス放電チューブ 1 0 の側面に延長する線状導体片として形成してもよい。また主電極部の近接端の一方から他方の近接端に向かってトリガ電極片を形成することもできる。

## 【 0 0 5 8 】

因に、トリガ電極片 3 1 a を設けた実施形態 4 の構造で、長径寸法 2 mm、長さ 3 センチのチューブを 1 mm 間隔で 1 0 本並べた 3 cm x 3 cm ( 9 cm<sup>2</sup> ) のガス放電装置を駆動するには、5 V の直流電圧(電池)を 8 0 kHz の正弦波電圧に変換するインバータ回路と、この正弦波電圧をピーク電圧 6 5 0 V まで昇圧する小型トランスとを含む出力 2 W の市販の小型電源回路(例えば、エレバム社製 S - 0 5 5 8 4 型)で十分であった。

## 【 0 0 5 9 】

即ちこのトリガ電極片 3 1 a を付設した構造では、さらに少ない消費電力で 6 m W / cm<sup>2</sup>、4 % W / W の効率的な紫外線発光が実現できた。このガス放電装置の有効放電面積は 9 cm<sup>2</sup> であるので、5 0 m W を超える総出力の紫外線発光装置が実現された。

## 【 0 0 6 0 】

## [ 参考例 1 ]

図 7 (a) は、本発明の参考例 1 としてのガス放電装置を示す縦方向断面図、図 7 b はその平面図である。この参考例のガス放電装置の特徴は、対となる長電極 2 2 と 3 2 が 1 本のガス放電チューブ 1 0 の上下対向面に設けられ、近接端部が重なりを持って対向放電セル構造のトリガ放電部 5 2 を構成している点にある。ガス放電チューブ 1 0 の内面の紫外

10

20

30

40

50

発光蛍光体層 7 の図示は省略してある。

【 0 0 6 1 】

すなわち、放電ガスを封入したガス放電チューブ 1 0 の上部外面には左方の端部から中央に向けて延びる一方の長電極 2 2 が設けられ、下部外面には右方の端部から中央に向けて延びる他方の長電極 3 2 が設けられている。両長電極は中央部分にトリガ電極部 2 2 a 及び 3 2 a となる対向して重なる部分を有し、この部分のガス空間にトリガ放電部 5 2 を形成している。

【 0 0 6 2 】

ガス放電チューブ 1 0 を複数本並べて、平面光源を構成する場合には、図 7 (b) の平面図のように、複数本 (ここでは 6 本) からなるチューブアレイを上下から各チューブの長電極 2 2 , 3 2 を共通化した電極シート 2 2 b と電極シート 3 2 b とで挟み込んだ形となる。発光面となる上側の電極シート 2 2 b は放射光を取り出す点から透明導電膜または金属メッシュパターンで構成する必要がある。この構成は片方の電極による光の透過口が生じるので紫外光よりもむしろ可視光の平面光源に適したものとなる。

10

【 0 0 6 3 】

電極シート 2 2 b も電極シート 3 2 b もそれぞれ共通の支持フィルム上にあらかじめタパターンまたはガス放電チューブの配列に沿ったストライプパターンで形成しておくのが好ましい。

【 0 0 6 4 】

参考例 1 の構成においては、トリガ放電部 5 2 が対向放電形式であるので、初期トリガ放電を低い電圧でより確実に発生させることができる。また駆動電源との接続は、発光面に位置する電極シート 2 2 b を接地電位とし、背面側の電極シート 3 2 b に正弦波交流電圧を印加するようにする。

20

この場合も実施形態 4 と同様に小型電源回路 (エレバム社製 S - 0 5 5 8 4 型) で駆動することが可能であった。

【 0 0 6 5 】

[ 参考例 2 ]

図 8 (a)、(b) は、それぞれ本発明の参考例 2 を示す光源用ガス放電装置の縦断面図と平面光源とした場合の裏側から見た裏面図である。この参考例 2 の特徴は、図 4 の長電極 2 , 3 に対応する複数対の電極セグメント 2 A , 3 A を交互に一列に配置し、ガス放電チューブの長尺化を図った点にある。

30

【 0 0 6 6 】

すなわち、図 8 (a) に示すように、1 本のガス放電チューブ 1 0 の背面側底面には図 4 の長電極 2 と長電極 3 とが複数の電極セグメント 2A 及び 3A としてそれぞれトリガ電極の間隙 4 (寸法 D g) を挟むよう交互に分割配置されている。電極セグメント 2A、3A のそれぞれの長さ EL は実施形態 1 で述べたようにトリガ電極の間隙寸法 D g の少なくとも 3 倍ある。

【 0 0 6 7 】

従って、本発明のガス放電装置では、従来大型ディスプレイ用のプラズマ・チューブ・アレイにおいて画素を構成していた表示電極対間の放電とは異なる形態の複合放電が発生する。この放電形態の違いは、電極の長さ、上昇過程の長い正弦波駆動電圧に起因してもたらされる。

40

【 0 0 6 8 】

参考例 2 においてガス放電チューブ 1 0 を複数本並べて平面光源を構成した場合の裏側から見た裏面図が図 8 (b) に示される。ここでは、図 8 (a) に示すアルミ箔等からなる電極セグメント 2A と 3A が、それぞれカプトン (登録商標) 又は PET のような図示しない支持フィルム上に各放電チューブ 1 0 を横切る方向の共通セグメント電極 20A、30A として交互に配置されている。また、複数の共通セグメント電極 20A と 30A は第 1 群と第 2 群としてそれぞれ接続導体 20B と 30B により共通接続されてそれぞれ端子部 20C と 30C に導出されている。この場合、共通セグメント電極 20A と 30A は、各放電チューブに個別に設けた電極セグメン

50

ト 2 A、3 A を図示しない支持基板上の配線導体で共通接続した構成とすることもできる。

【 0 0 6 9 】

かくして一方の端子 20C を接地電位に接続し、他方の端子 30C から電源 A C の正弦波交流電圧を印加することにより、放電チューブ毎に隣接する電極セグメント間隙でのトリガ放電と各電極セグメントに沿った長距離放電とが繰り返し発生し、全面に亘る紫外発光を得ることができる。

【 0 0 7 0 】

[ 実施形態の変形例 ]

参考例 2 における電極セグメントは、必ずしも図 8 (a) のようにガス放電チューブ 1 0 の底面に一直線上に整列して設ける必要はない。変形例として、ガス放電チューブ 1 0 の上面と下面とに電極セグメントを隣接端がオーバーラップする形で交互に設けることができる。この構成によれば、図 7 を参照して前述した参考例 1 の対向電極構造のトリガ放電部をガラス放電チューブの長手方向に複数有するガス放電装置を得ることができる。

【 0 0 7 1 】

或は、図 8 (a) の構成において、電極セグメントの一方に実施形態 4 の特徴として上述したトリガ電極片 3 1 を付設してもよい。ガス放電チューブを長尺化した場合でもトリガ電極片による対向放電形式のトリガ放電部においてガス放電チューブ全長に亘る確実なトリガ放電を発生させることができる。

【 0 0 7 2 】

また、以上の実施形態では、放電ガスを封入する外囲器として細長いガラスチューブを使用したか、2 枚の薄いガラスシート間に密閉された放電空間を形成し、その外面にトリガ放電間隙を挟んで長手方向に延びる帯状電極を配置した構成とすることもできる。共通の放電空間の外側に帯状電極の対を平行に複数対並べることにより実質的に実施形態 3 と同様の平面光源を得ることもできる。

【 0 0 7 3 】

なお、上記実施形態においては、ガラス細管の外面に直接対となる長電極を設けた構成を例示したが、ガラス管壁の平滑さを補償する観点や、管壁保護の観点から絶縁層や絶縁フィルムを介して電極対を配設してもよい。因に、ガラス細管の外面にアルミ箔等から成るベタパターン長電極を直接貼り付けて形成した場合、ガラス表面の微細な凹凸により接着面に気泡が介在し、駆動時に無用な気中放電が起こるおそれがあり、これを防ぐには薄いポリイミド系樹脂の絶縁テープ、例えばカプトン(登録商標)を介して電極を設けるのが好ましい。即ち、図 5 (b) における電極支持シート 8 の裏側に共通電極 2 0 と 3 0 を配置し、ガラス細管と電極との間に薄い絶縁層が介在した構成をとることができる。

【 0 0 7 4 】

またガラス細管の表面保護のため、テフロン(登録商標)等の紫外線透過機能を有する耐熱性のフッ素樹脂等を細管表面にコーティングすることも可能である。これにより、ガラス細管の耐候性、耐衝撃性が向上し、応用面の拡大を図ることができる。この場合も、ガラス管外面上の電極対はガラス管表面に対してコーティング樹脂の絶縁層を介して間接的に設けられることになる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

- 1 ガラス管
- 2 , 3 長電極
- 2 A , 3 A 電極セグメント
- 2 a , 3 a トリガ電極部
- 2 b , 3 b 主電極部
- 4 間隙
- 5 トリガ放電部
- 6 主ガス放電部

10

20

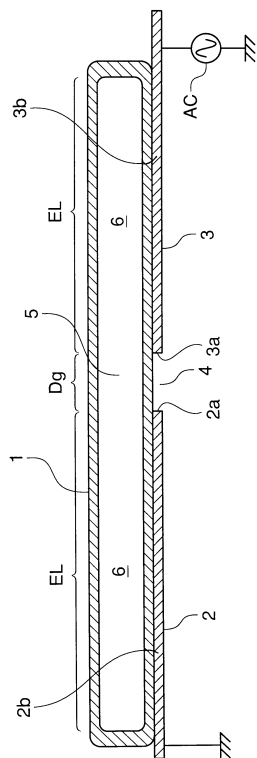
30

40

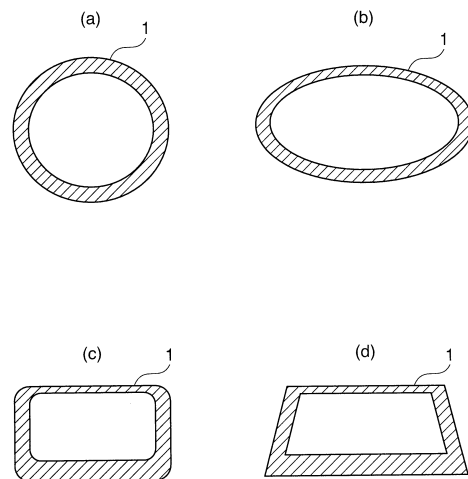
50

- 7 蛍光体層
- 8 支持体
- 10 ガス放電チューブ
- 20, 30 電極シート
- 20A 共通セグメント電極
- 20B 接続導体
- 20C 端子部
- 22, 32 電極シート
- 22a トリガ電極部
- 30A 共通セグメント電極
- 30B 接続導体
- 30C 端子部
- 31 トリガ電極片
- 32a トリガ電極部
- 40 間隙
- 42 接続導体
- 50 トリガ放電部
- 52 トリガ放電部
- AC 正弦波交流電源

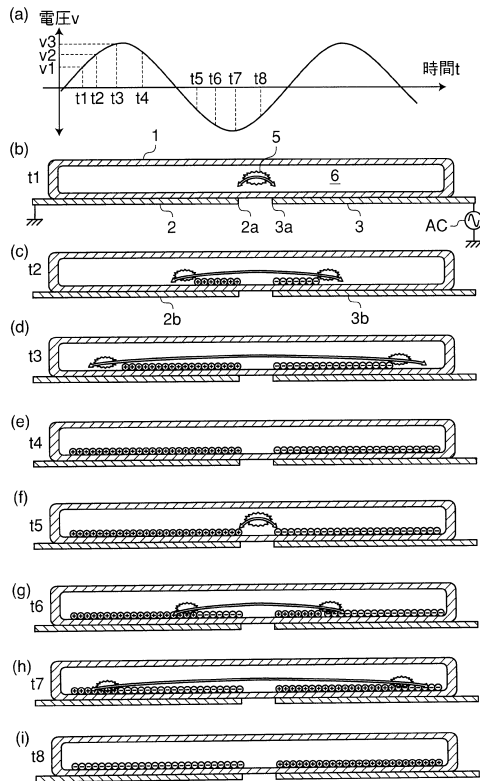
【図1】



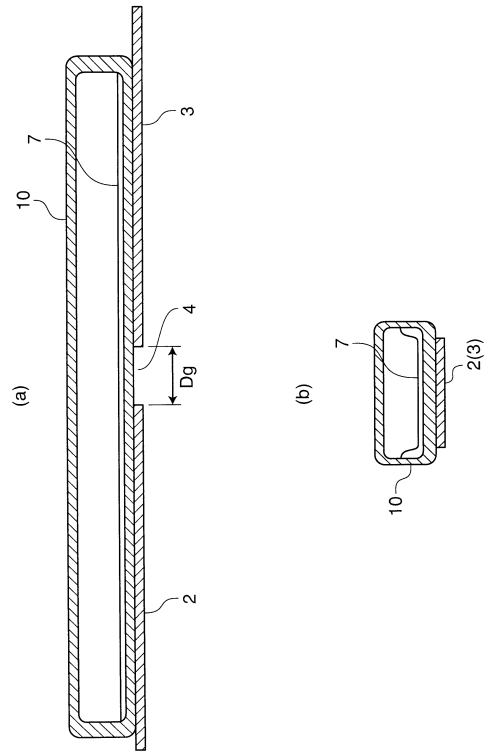
【図2】



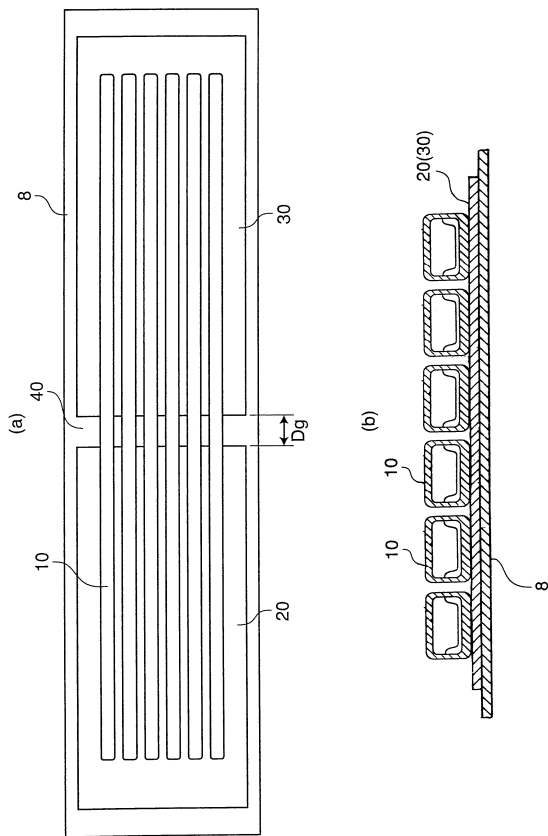
【図3】



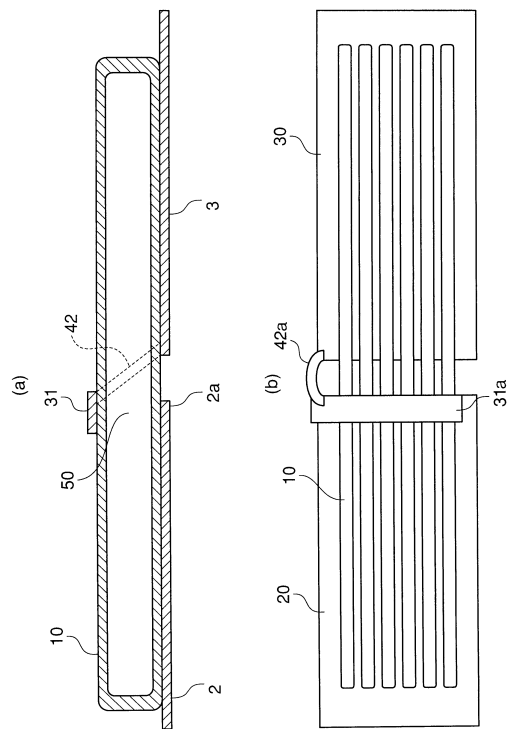
【図4】



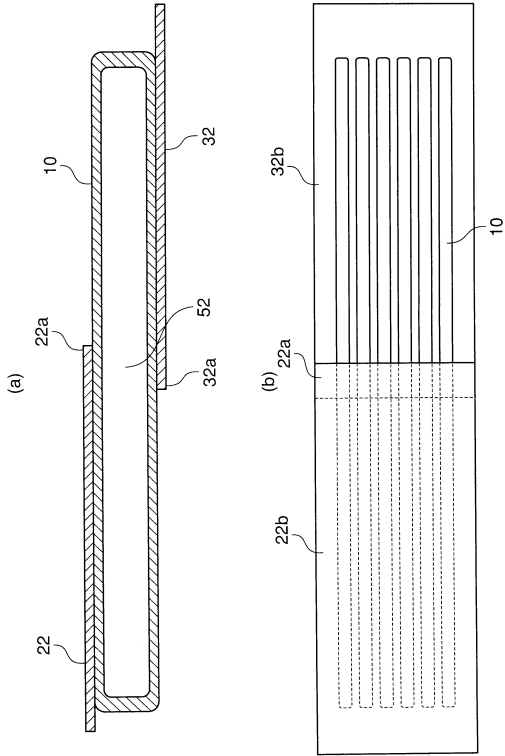
【図5】



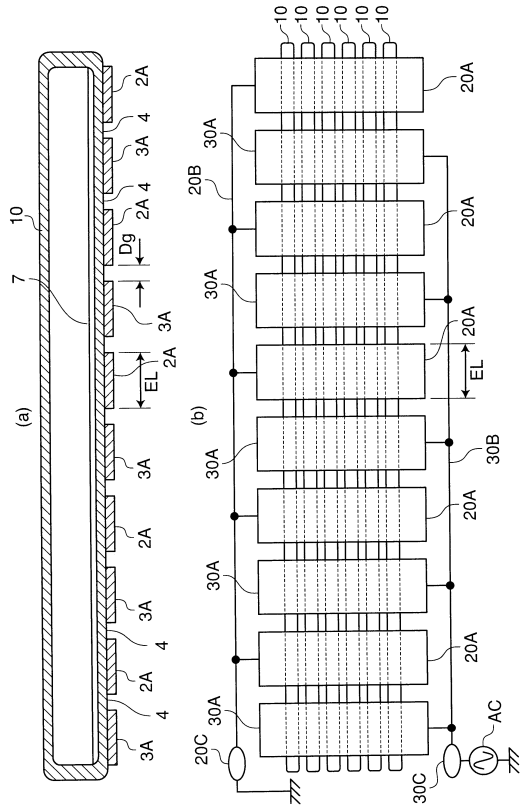
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 篠田 傳  
兵庫県明石市大久保町高丘3丁目11-10
- (72)発明者 平川 仁  
兵庫県高砂市米田町島389番地の4
- (72)発明者 粟本 健司  
兵庫県三木市緑が丘町東1-2-10
- (72)発明者 郭 濱剛  
兵庫県明石市大久保町大久保町306番地 ライオンズマンション明石大久保508号
- (72)発明者 日 高 武文  
兵庫県神戸市中央区楠町2-4-12
- (72)発明者 高 橋 純一郎  
兵庫県西宮市青木町12-16-301

審査官 右 高 孝幸

- (56)参考文献 特開平5-82101 ( J P , A )  
特開平11-354078 ( J P , A )  
特開2002-216704 ( J P , A )  
特開2007-173090 ( J P , A )  
特開2010-56007 ( J P , A )  
特開2011-40271 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)  
H 0 1 J 6 5 / 0 0