

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年1月3日 (03.01.2002)

PCT

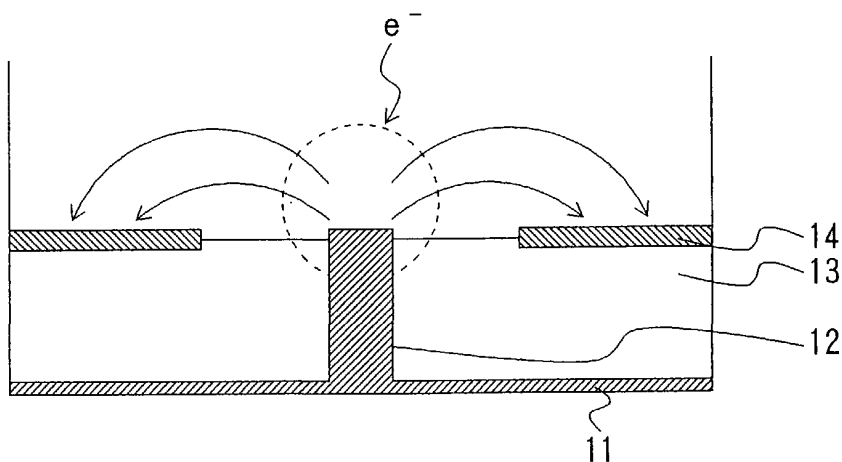
(10) 国際公開番号
WO 02/01249 A1

- (51) 国際特許分類: G01T 1/18, 1/185 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷森 達 (TANI-MORI, Toru) [JP/JP]; 〒606-8272 京都府京都市左京区北白川山田町1番407号 Kyoto (JP). 越智敦彦 (OCHI, Atsuhiko) [JP/JP]; 〒657-0821 兵庫県神戸市灘区赤坂通六丁目2番14-101号 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/05165
- (22) 国際出願日: 2001年6月18日 (18.06.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 弁理士 清水 守 (SHIMIZU, Mamoru); 〒101-0053 東京都千代田区神田美土代町7番地10 大園ビル Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2000-191994 2000年6月27日 (27.06.2000) JP (81) 指定国 (国内): US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: CORPUSCULAR BEAM IMAGE DETECTOR USING GAS AMPLIFICATION BY PIXEL TYPE ELECTRODES

(54) 発明の名称: ピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器



(57) Abstract: A corpuscular beam image detector which has a high sensitivity and which uses the gas amplification by pixel type electrodes capable of improving the reliability of an electrode portion. Electrons e^- , as ionized in a gas by an incoming corpuscular beam, are drifted by a drift electric field to the pixels of a cylindrical anode electrode (12) in a detector surface direction. In the vicinity of the cylindrical anode electrode (12), the electrons are caused to effect a gas avalanche amplification by the intensive electric field which is established by the anode-cathode voltage and the speck-like electrode shape. The resultant + ions quickly drift to a surrounding strip-shaped cathode electrode (14). In this procedure, there are generated at both the cylindrical anode electrode (12) and the strip-shaped cathode electrode (14) the charges which can be observed on an electric circuit, so that the incoming corpuscular beam can be located by observing which strip of the anode and the cathode that amplification phenomenon has occurred at.

[続葉有]



WO 02/01249 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

高い感度を持ち、かつ電極部の信頼性を向上させることができるピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器を提供する。

入射粒子線によりガス中で電離された電子 e^- は、ドリフト電場により検出器表面方向の円柱状陽極電極(12)のピクセルへドリフトされる。円柱状陽極電極(12)の近傍では、陽極・陰極間の電圧と点状の電極形状により作られる強力な電場により、電子はガス雪崩増幅を起こす。この結果生じた+イオンは、周囲のストリップ状陰極電極(14)へ速やかにドリフトしていく。この過程において、円柱状陽極電極(12)とストリップ状陰極電極(14)の両方に、電気回路上で観測可能な電荷が生じることになるので、陽極・陰極のどのストリップでこの増幅現象が起きたかを観測することで、入射粒子線の位置がわかる。

明 細 書

ピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器

技術分野

本発明は、ピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器に関するものである。

背景技術

これまで、高位置分解能・高入射粒子許容量を持ったガス増幅型粒子線検出器として、ストリップ型電極による検出器MSGC（マイクロストリップガスチャンバー）が本願発明者等によって開発された。この検出器の特徴として、高い位置分解能の他に、ガス増幅器としては極めて不感時間が短いことが挙げられており、高輝度の粒子線に対する検出器としても大きな期待が寄せられている。現在、X線を用いたテストでは毎秒、1平行mm当たり 10^7 カウント以上の輝度の下でも動作に支障がないことが確かめられている。

第1図はかかる従来のMSGCの分解斜視図である。

この図に示すように、MSGCイメージ素子は $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ の有効面積を有しており、1は基板（サブストレート）であり、ポリイミド薄膜を用いる。2はその基板1上に形成される陽極ストリップ、3はストリップ状陰極電極（カソード電極）であり、その陽極ストリップ2とストリップ状陰極電極3とは、交互に配置されている。

また、4はセラミックからなるベース基板、5はそのベース基板4上に形成されるとともに、基板1の下層に位置する背面電極である。

更に、このようにして形成される素子上にはほぼ間隔 D_1 を隔てドリフト板6が配置され、例えば、アルゴンとエタンからなるガスが流通するチャンバーが形成されている（例えば、特開平10-300856号公報参照）。

発明の開示

しかしながら、上記したMSGCの実用化にあたっての最大の難問の一つに、電極間の放電による電極の破壊が挙げられる。上記したMSGCでは、 $50\mu\text{m}$ 以下の間隔の電極間に電圧をかけるため、高いガス増幅率を得るために高い電圧をかけると、電極間に放電による大電流が流れ、放電による熱で電極ストリップが切断されたり、その破片などが表面絶縁層に付着するなどして、電極間を導通させる障害が頻繁に起こっていた。

また、二次元読み出しのために背面電極に誘起される信号を使っているために、背面電極5の信号は表面の陽極による信号の20%程度の大きさとなり、この微弱な信号を読み出すための回路系として高価な増幅器を使うか、もしくはガスによる増幅率をさらに増加させる必要があった。

本発明は、上記状況に鑑みて、高い感度を持ち、かつ電極部の信頼性を向上させることができるピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器を提供することを目的とする。

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕ピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器において、両面基板の裏面に形成される陽極ストリップと、この陽極ストリップに植設されるとともに、その上端面が前記両面基板の表面に露出する円柱状陽極電極と、この円柱状陽極電極の上端面の回りに穴が形成されるストリップ状陰極電極とを具備することを特徴とする。

〔2〕上記〔1〕記載のピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器において、前記陽極ストリップは約 $200\mu\text{m}$ ～ $400\mu\text{m}$ の幅を有することを特徴とする。

〔3〕上記〔1〕記載のピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器において、前記陽極ストリップが約 $400\mu\text{m}$ 間隔で配置され、前記ストリップ状陰極電極には、一定間隔で直径約 $200\sim 300\mu\text{m}$ の穴が形成され、前記円柱状陽極電極は直径約 $40\sim 60\mu\text{m}$ 、高さ約 $50\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ の形状であることを特徴とする。

図面の簡単な説明

第1図は、従来のMSGCの分解斜視図である。

第2図は、本発明の実施例を示すピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器の要部斜視図である。

第3図は、本発明の実施例を示す粒子線画像検出器の平面図である。

第4図は、第3図のA部拡大図である。

第5図は、本発明の粒子線画像検出器の動作原理を示す図である。

第6図は、粒子線画像検出器による印加電圧とガス増幅率の相関を実測した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

第2図は本発明の実施例を示すピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器の要部斜視図、第3図はその粒子線画像検出器の平面図、第4図は第3図のA部拡大図である。なお、第2図においては、両面プリント基板の下方は、陽極（アノード）ストリップの配置を見やすくするために、別体のように描かれているが一体の両面基板から構成されている。

これらの図において、1は粒子線画像検出器、2はピクセルチャンバー（300mm□）、11は陽極（アノード）ストリップ（ここでは、 d_1 は幅300 μ mであるが、約200 μ m～400 μ mでもよい）、12はその陽極ストリップ11上に植設される円柱状陽極電極（ここでは d_2 は直径50 μ mであるが、約直径40 μ m～60 μ mでもよい）、13は両面プリント基板であり、その厚さ d_3 は約厚さ100 μ mである。14はその両面プリント基板13の表面に形成されるストリップ状陰極電極（カソード電極）、21はドリフト電極である。

第2図に示すように、本発明の粒子線画像検出器は、両面プリント基板13の表面にストリップ状陰極電極14、裏面に陽極ストリップ11が d_3 400 μ m間隔で配置してあり、ストリップ状陰極電極14には、一定間隔に穴15が空いている。この穴15の中心には背面の陽極ストリップ11と接続されている円柱状陽極電極12からなるピクセルがある。ストリップ状陰極電極14上の穴15の d_3 直径は250 μ mであり、200 μ m～300 μ mであってもよい。

また、上記したように、陽極電極12のピクセルは、ここでは、直径50 μm であるが、直径40 μm ～60 μm であってもよい。陽極電極12の高さ d_4 は約100 μm （約両面プリント基板13の厚さ）の円柱状の形状をしている。なお、陽極電極12は高さはこれに限定されるものではなく、両面プリント基板の高さに応じて50 μm ～150 μm の範囲で適宜設定することができる。

実際の粒子線検出において、この両面プリント基板13は、ピクセルチャンバ-2、つまり、希ガスをベースとしたガス雰囲気中に置かれ、第2図に示すように、検出器に並行で適当な位置（実際は数mm～数cm）にドリフト電極21を配置することにより、MSGCと同様な放射線の画像計測ができる。

第5図は本発明の粒子線画像検出器の動作原理を示す図である。

入射粒子線によりガス中で電離された電子 e^- は、ドリフト電場により検出器表面方向の陽極電極12のピクセルへドリフトされる。円柱状陽極電極12の近傍では、陽極・陰極間の電圧（例えば、420V）と点状の電極形状により作られる強力な電場により、電子はガス雪崩増幅を起こす。この結果生じた+イオンは、周囲のストリップ状陰極電極14へ速やかにドリフトしていく。

この過程において、円柱状陽極電極12とストリップ状陰極電極14の両方に、電気回路上で観測可能な電荷が生じることになるので、陽極・陰極のどのストリップでこの増幅現象が起きたかを観測することで、入射粒子線の位置がわかる。信号の読み出し、及び2次元画像を得るための回路系などについては、従来のMSGC用に開発したものをそのまま用いることができる。

この粒子線画像検出器の特色は、以下のとおりである。

- (1) 陽極としてピクセルを用いるので、高電場が作り易く増幅率が大きい。
- (2) 陰極は、陽極の周りを円状に囲んでいるため、陰極の端部分の電場は陽極に比べて遙に小さく、陰極から電子が飛び出し難く、放電が起こり難い。
- (3) 陽極から陰極にかけて、距離に応じて急速に電場が弱まるので、放電への進展が極めて起こり難い。
- (4) 陽極・陰極間に基板として絶縁体があるが、陽極のストリップをストリップ状陰極電極の穴直径より大きくとっていることにより、絶縁体表面の電気力線の方向は常に上向きであり、ガス増幅により生じた陽イオンが絶縁体上に溜ま

って電場を弱めるような静電場を生じる恐れが無い。

(5) この粒子線画像検出器は、基本的にはプリント回路基板作製の技術を用いているため、大面積のものが安価に作れる。

(6) 放電を起こした場合でも、致命的な損傷を受けにくい。つまり、局所(ピクセル単位)の破壊で収まる。

(7) アノード電極、及びドリフト電極の2箇所のみ電圧印加で動作するので、必要な電源設備や結線が少なくて済む。

第6図は粒子線画像検出器による印加電圧とガス増幅率の相関を実測した図であり、この図において、横軸は陰極と陽極間の印加電圧(V)、縦軸はガス増幅率(対数目盛り)を示しており、aは本発明における特性図、bは従来の特長図である。

この図から明らかのように、増幅率は10000倍程度までは達成できる。また、増幅率1000倍程度で連続2日ほど動作させたところ、放電現象は一度も起こらなかった。またさらに高い増幅率で、たまに放電が見られたが、その後の検出器の動作に問題は生じなかった。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

(A) MSGCと同等の長所を持ち、利得が大きく、かつ電極部の信頼性を向上させることができる。

(B) 陽極としてピクセルを用いるので、高電場が作り易く増幅率が大い。

(C) 陰極は、陽極の周りを円状に囲んでいるため、陰極の端部分の電場は陽極に比べて遙に小さく、陰極から電子が飛び出し難く、放電が起こり難い。

(D) 陽極から陰極にかけて、距離に応じて急速に電場が弱まるので、放電への進展が極めて起こり難い。

(E) 陽極・陰極間に基板として絶縁体があるが、陽極のストリップを陰極の穴直径より大きくとっていることにより、絶縁体表面の電気力線の方向は常に上向きであり、ガス増幅により生じた陽イオンが絶縁体上に溜まって、電場を弱め

るような静電場を生じる恐れが無い。

(F) この粒子線画像検出器は、基本的にはプリント回路基板作製の技術を用いているため、大面積のものが安価に作れる。

(G) 放電を起こした場合でも、致命的な損傷を受け難い。つまり、局所（ピクセル単位）の破壊で収まる。

(H) アノード電極、及びドリフト電極の2箇所のための電圧印加で動作するので、必要な電源設備や結線が少なくて済む。

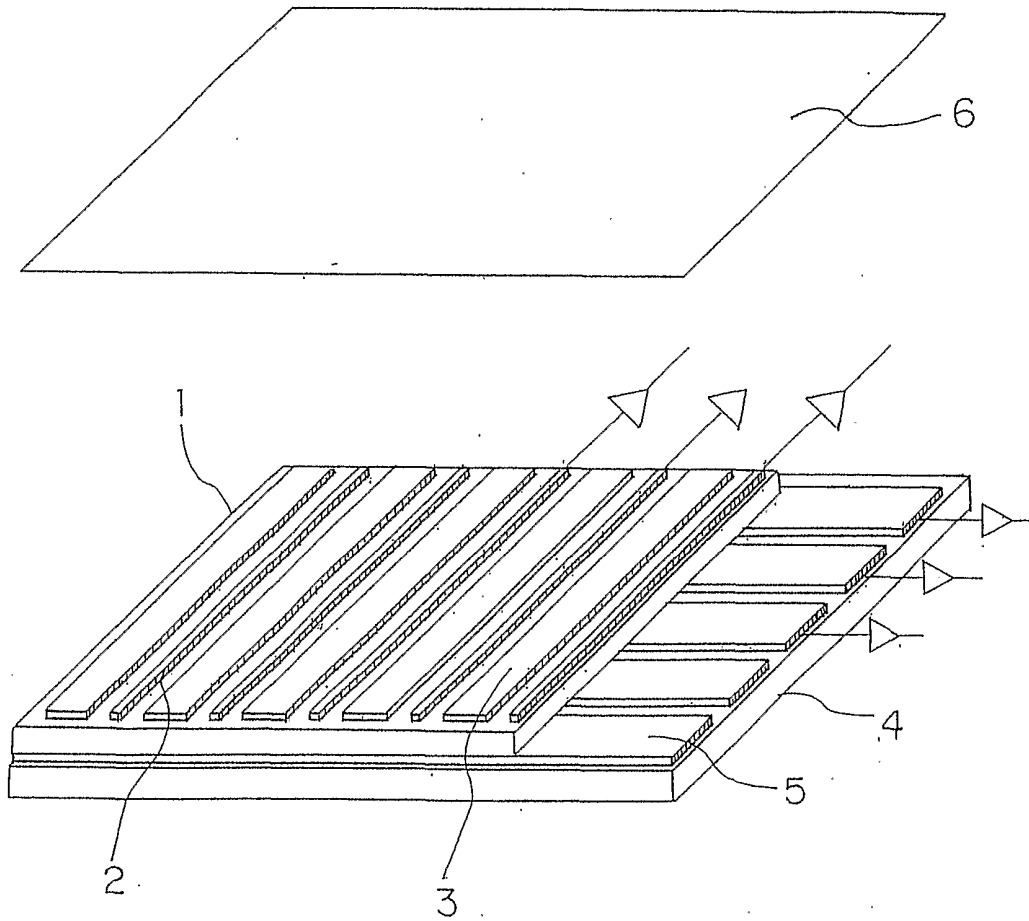
産業上の利用可能性

本発明のピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器は、放射線検出分野、つまり、放射線モニター、X線画像解析、医学用X線画像、さらに新しいガンマ線画像などの分野に好適である。

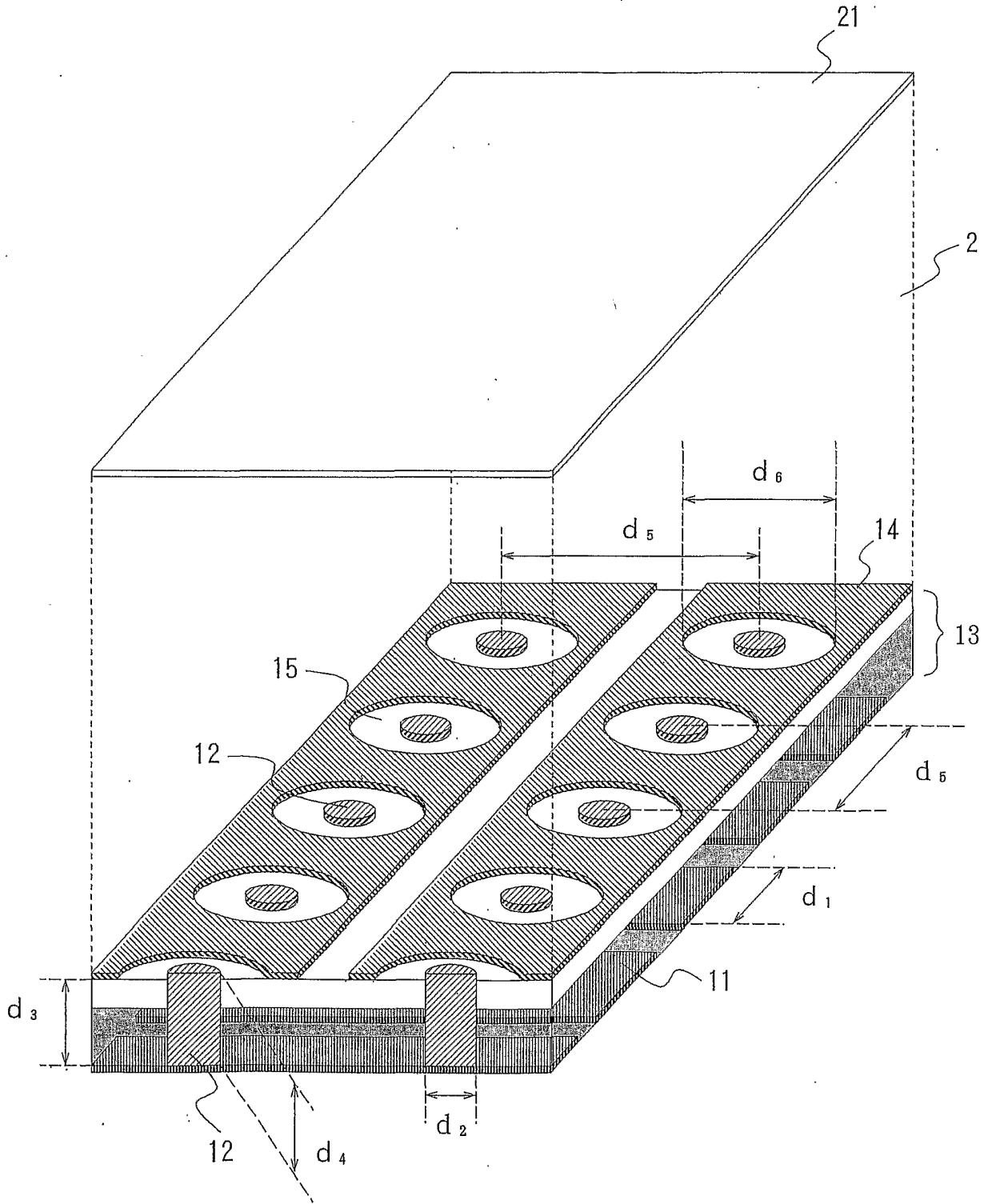
請 求 の 範 囲

1.
 - (a) 両面基板の裏面に形成される陽極ストリップと、
 - (b) 該陽極ストリップに植設されるとともに、その上端面が前記両面基板の表面に露出する円柱状陽極電極と、
 - (c) 該円柱状陽極電極の上端面の回りに穴が形成されるストリップ状陰極電極とを具備することを特徴とするピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器。
2. 請求項1記載のピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器において、前記陽極ストリップは約200 μ m～400 μ mの幅を有することを特徴とするピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器。
3. 請求項1記載のピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器において、前記陽極ストリップが約400 μ m間隔で配置され、前記ストリップ状陰極電極には、一定間隔で直径約200～300 μ mの穴が形成され、前記円柱状陽極電極は直径約40～60 μ m、高さ約50 μ m～150 μ mの形状であることを特徴とするピクセル型電極によるガス増幅を用いた粒子線画像検出器。

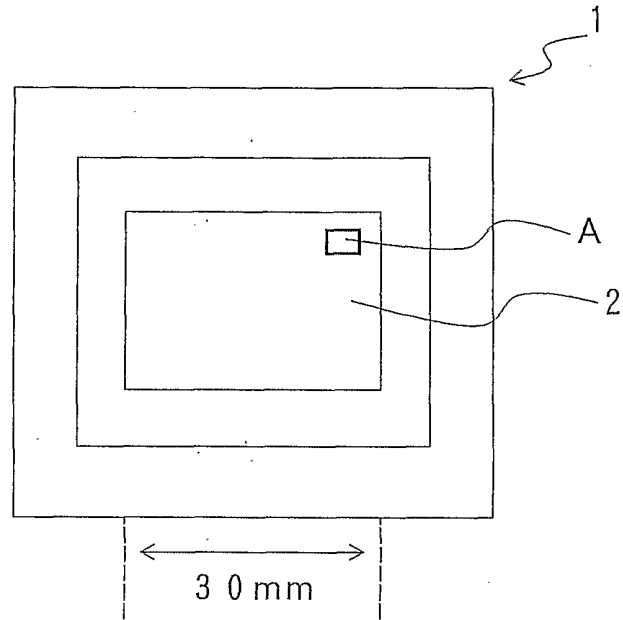
第 1 図



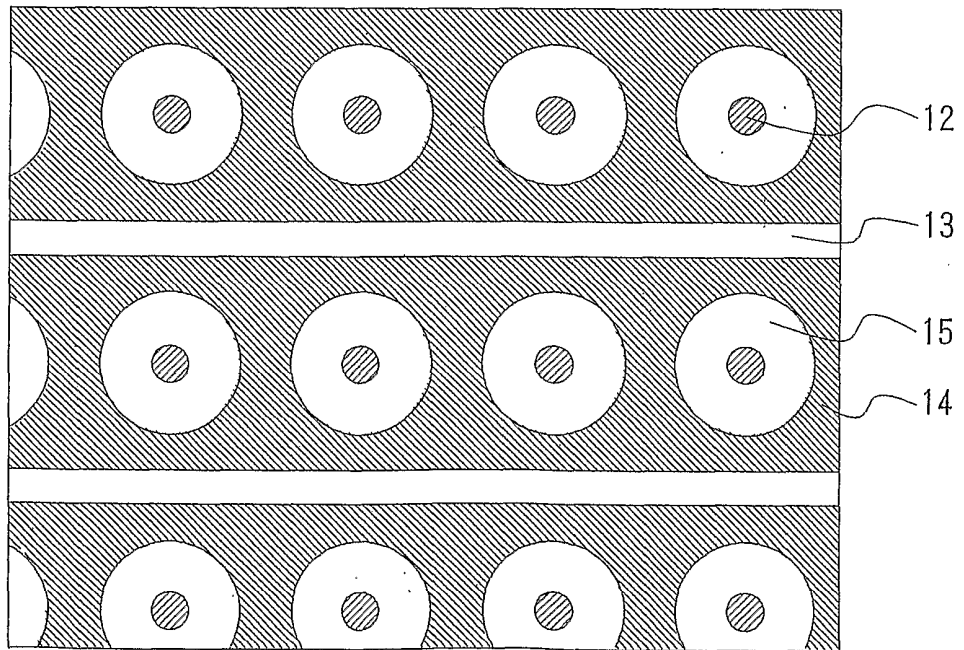
第 2 図



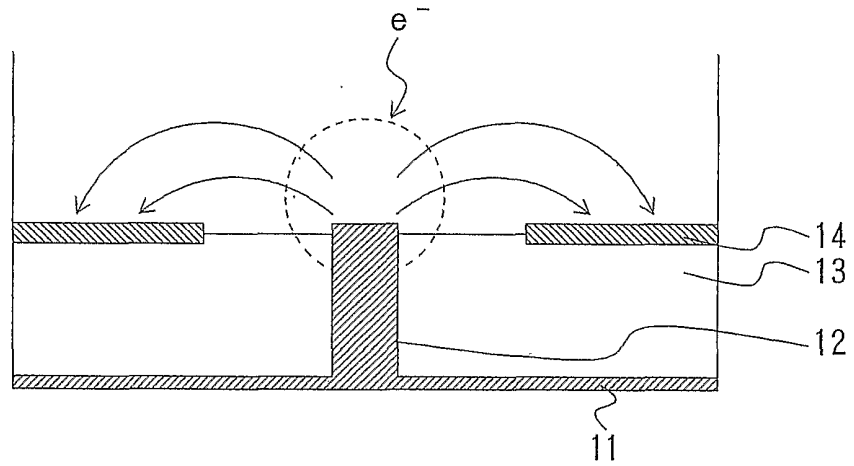
第 3 図



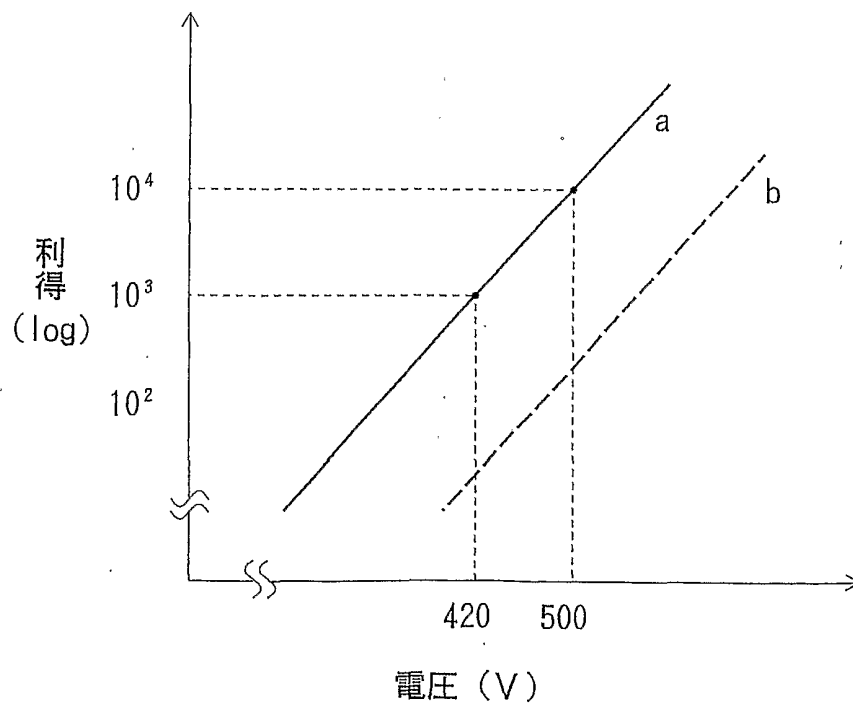
第 4 図



第 5 図



第 6 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05165

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01T1/18, G01T1/185

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01T1/20, G01T1/185

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-508750 A (Centre National de la Recherche Scientifique), 02 September, 1997 (02.09.97), Full text; all drawings & WO 96/17373 A	1-3
A	JP 10-300856 A (Japan Science and Technology Corporation), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
11 September, 2001 (11.09.01)


Date of mailing of the international search report
25 September, 2001 (25.09.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>Int. Cl⁷ G01T1/18, G01T1/185</p>		
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>Int. Cl⁷ G01T1/20, G01T1/185</p>		
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <p>日本国実用新案公報 1922-1996</p> <p>日本国公開実用新案公報 1971-2001</p> <p>日本国登録実用新案公報 1994-2001</p> <p>日本国実用新案登録公報 1996-2001</p>		
<p>国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)</p>		
<p>C. 関連すると認められる文献</p>		
<p>引用文献の カテゴリー*</p>	<p>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</p>	<p>関連する 請求の範囲の番号</p>
A	<p>JP 9-508750 A (サントル ナショナル ドゥ ラ ルシエルシュ シアンティフィック)</p> <p>02. 9月. 1997 (02. 09. 97)</p> <p>全文, 全図 & WO 96/17373 A</p>	1-3
A	<p>JP 10-300856 A (科学技術振興事業団)</p> <p>13. 11月. 1998 (13. 11. 98)</p> <p>全文, 全図 (ファミリーなし)</p>	1-3
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>		
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p> <p style="margin-left: 400px;">の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p>		
<p>国際調査を完了した日</p> <p style="text-align:center;">11. 09. 01</p>		<p>国際調査報告の発送日</p> <p style="text-align:right; font-size: 1.2em;">25.09.01</p>
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p style="text-align:center;">日本国特許庁 (ISA/JP)</p> <p style="text-align:center;">郵便番号100-8915</p> <p style="text-align:center;">東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>		<p>特許庁審査官 (権限のある職員)</p> <p style="text-align:center;">岡崎 輝雄</p> <div style="text-align: right;">  <p>2T 9715</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3226</p> </div>