

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-523528

(P2014-523528A)

(43) 公表日 平成26年9月11日(2014.9.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1N 23/02 (2006.01)	GO1N 23/02	2G001
GO1T 1/22 (2006.01)	GO1T 1/22	2G188

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-516186 (P2014-516186)	(71) 出願人	503414751 同方威視技術股▲分▼有限公司 中華人民共和国 北京市海澱區雙清路同方 大廈A座2層 100084
(86) (22) 出願日	平成24年12月28日 (2012.12.28)	(71) 出願人	502192546 清華大学 中華人民共和国北京市海澱区清華大学 郵 編100084
(85) 翻訳文提出日	平成25年12月18日 (2013.12.18)	(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
(86) 国際出願番号	PCT/CN2012/087849	(74) 代理人	100081422 弁理士 田中 光雄
(87) 国際公開番号	W02013/097768	(74) 代理人	100132241 弁理士 岡部 博史
(87) 国際公開日	平成25年7月4日 (2013.7.4)		
(31) 優先権主張番号	201110457151.6		
(32) 優先日	平成23年12月30日 (2011.12.30)		
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オブジェクトの有効原子番号を測定するデバイス及びその方法

(57) 【要約】

オブジェクトの有効原子番号を測定する方法及びデバイスを提供する。本発明のデバイスは、第1のエネルギーの第1のX線ビーム及び第2のエネルギーの第2のX線ビームを発生する放射線源と、被検体を透過した第1のX線ビーム及び第2のX線ビームを受光して第1の検出値及び第2の検出値を生成するチェレンコフ検出器と、第1の検出値及び第2の検出値に基づいて被検体の有効原子番号を得るデータ処理装置と、を備える。チェレンコフ検出器が、特定の閾値以下でのX線ビームによる影響を取り除くことができるので、物質の識別の正確度を向上させることができる。

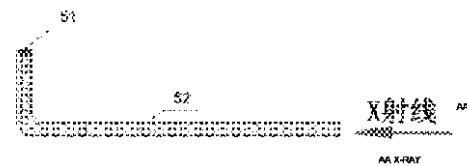


図5 5

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

オブジェクトの有効原子番号を測定するデバイスであって、

第 1 のエネルギーの第 1 の X 線ビーム及び第 2 のエネルギーの第 2 の X 線ビームを発生する放射線源と、

被検体を透過した第 1 の X 線ビーム及び第 2 の X 線ビームを受光して第 1 の検出値及び第 2 の検出値を生成するチェレンコフ検出器と、

第 1 の検出値及び第 2 の検出値に基づいて、被検体の有効原子番号を得るデータ処理装置と、を備えることを特徴とするデバイス。

**【請求項 2】**

前記放射線源は、電子加速器と、ターゲットと、を備え、

前記電子加速器は、エネルギーが異なる電子ビームを発生し、前記ターゲットにボンバードすることによって、前記第 1 の X 線ビーム及び前記第 2 の X 線ビームを発生することを特徴とする請求項 1 に記載のデバイス。

**【請求項 3】**

前記チェレンコフ検出器は、放射体と、光電変換部と、補助回路と、を備え、

前記放射体は、入射した X 線ビームを受光してチェレンコフ光を発生し、

前記光電変換部は、前記チェレンコフ光を検出して電気信号を生成し、

前記補助回路は、前記電気信号に基づいて、前記第 1 の検出値及び前記第 2 の検出値を生成することを特徴とする請求項 1 に記載のデバイス。

**【請求項 4】**

前記光電変換部は、光電ダイオードであることを特徴とする請求項 3 に記載のデバイス

。

**【請求項 5】**

前記光電変換部は、チェレンコフ光を受光する表面が、X 線ビームの入射方向に略平行していることを特徴とする請求項 3 に記載のデバイス。

**【請求項 6】**

前記放射体は、カップリング接続した第 1 の部分及び前記第 1 の部分に垂直な第 2 の部分を有し、

前記光電変換部は、第 1 の部分の一端に設けられ、

X 線ビームは、前記第 2 の部分に略平行して第 2 の部分に入射することを特徴とする請求項 3 に記載のデバイス。

**【請求項 7】**

前記放射体は、L 字形であり、

前記光電変換部は、L 字形放射体の一方の支路の一端に設けられ、

X 線ビームは、L 字形放射体の他方の支路に略平行してこの他方の支路に入射することを特徴とする請求項 3 に記載のデバイス。

**【請求項 8】**

前記放射体は、U 字形であり、

前記光電変換部は、U 字形放射体の両端に設けられ、

X 線ビームは、U 字形放射体の二つの支路に略平行して U 字形放射体の底部に入射することを特徴とする請求項 3 に記載のデバイス。

**【請求項 9】**

前記放射体は、直方体であり、

直方体の一方の端面が、入射した X 線ビームを受光し、

前記チェレンコフ光を受光する前記光電変換部が、前記端面に垂直した少なくとも一つの面上に設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載のデバイス。

**【請求項 10】**

前記光電変換部の前記チェレンコフ光を受光する面は、前記放射体を囲むことを特徴とする請求項 9 に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 1】

前記放射体は、柱体であり、  
前記柱体の一つの端面が、入射した X 線ビームを受光し、  
前記チェレンコフ光を受光する前記光電変換部が、前記柱体の側面上に設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載のデバイス。

## 【請求項 1 2】

前記光電変換部の前記チェレンコフ光を受光する面は、前記放射体を囲むことを特徴とする請求項 1 1 に記載のデバイス。

## 【請求項 1 3】

オブジェクトの有効原子番号を測定する方法であって、  
第 1 のエネルギーの第 1 の X 線ビーム及び第 2 のエネルギーの第 2 の X 線ビームを発生するステップと、  
チェレンコフ検出器で被検体を透過した第 1 の X 線ビーム及び第 2 の X 線ビームを受光して第 1 の検出値及び第 2 の検出値を生成するステップと、  
第 1 の検出値及び第 2 の検出値に基づいて、被検体の有効原子番号を得るステップと、  
を含むことを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施例は、安全検査に関するものであり、特に物質の有効原子番号を測定するデバイス及びその方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

X 線検査システムにおいては、X 線源及び対応した検出器が含まれ、被検体が両者の間に介在している。視準された X 線ビームは、被検体を通して検出器に到達する。検出器の出力信号の大きさは、検出器に到達した X 線の強度を反映している。この信号を解析することによって、被検体の情報が得られる。

## 【0003】

X 線が物質との相互作用の形態は、主に、光電効果、コンプトン効果及び電子対効果の三種がある。光電効果は、その断面が物質原子番号の 3 乗 ~ 5 乗に略正比例する。コンプトン効果は、その作用断面が物質有効原子番号に略正比例する。電子対効果は、その作用断面が物質有効原子番号の 2 乗に略正比例する。

## 【0004】

光電効果は、X 線エネルギーが 0.5 MeV より低い場合には支配的であり、又は比較的大きい作用断面を有する。異なる物質の質量減衰係数とその有効原子番号との相関性が強い。X 線エネルギーの上昇につれ、1 MeV の付近には、コンプトン効果が支配的であり、異なる物質の質量減衰係数とその有効原子番号との相関性が弱い。X 線エネルギーが 1.02 MeV より大きい場合、電子対効果が出始まる。また、X 線エネルギーが大きいほど、電子対効果の断面が次第に大きくなる。異なる物質の質量減衰係数とその有効原子番号との相関性も次第に増して行く。

## 【0005】

こうして、エネルギーが異なる二組の X 線ビームを用いて、オブジェクトに対して検出を行うことができる。この両組の X 線信号を解析したことで、オブジェクトの有効原子番号情報が得られる。質量または厚みが大きいオブジェクトを検出しようとする場合、MeV オーダーの X 線ビームが必要とされる。高エネルギーのダブルパワー X 線ビームを用いた物質識別において、一組のエネルギーの低い（例えば、1 MeV の付近）質量減衰係数が被検体物質の有効原子番号との相関性が小さいが、エネルギーの高い X 線ビーム（例えば、6 MeV 付近）の質量減衰係数が被検物質の有効原子番号との相関性が大きい。この両種類のエネルギーの X 線ビームが検出器内で発生した信号を解析することによって、被検体の有効原子番号情報を得ることができる。例えば、コンプトン効果及び電子対効果の

10

20

30

40

50

断面の大きさが原子番号との相関性が異なっていることを利用して、物質有効原子番号の識別を実現することができる。

【0006】

現在、MeVオーダーのX線検査分野において、主に電子加速器がX線源とされる。MeVオーダーまで加速した電子ビームを用いて重金属ターゲットにボンバードし、制動放射によるX線が生じる。典型的なX線ビームのエネルギー分布の一つであるエネルギースペクトルの特徴は、0から電子ビームのエネルギーまで分布し、エネルギースペクトルのピーク値が0.4MeVの付近にあることである。低エネルギー部分のX線ビームは、光電効果が物質識別効果と干渉してしまうため、「フィルタ」の追加等の方法でこの部分のX線フォトン数量を低下させることも可能なものの、特定エネルギー閾値以下のX線ビームによる物質識別への干渉を完全に排除し難いこともあり、X線ビーム全体の強度等を低下させるようなマイナス影響も発生してしまう。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、従来技術の一つの課題又は複数の課題を鑑みてなされたものであり、オブジェクトの有効原子番号を測定するデバイス及びその方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一実施例によれば、オブジェクトの有効原子番号を測定するデバイスを提供した。このデバイスは、第1のエネルギーの第1のX線ビーム及び第2のエネルギーの第2のX線ビームを発生する放射線源と、被検体を透過した第1のX線ビーム及び第2のX線ビームを受光して第1の検出値及び第2の検出値を生成するチェレンコフ検出器と、第1の検出値及び第2の検出値に基づいて、被検体の有効原子番号を得るデータ処理装置と、を備える。

20

【0009】

その他の実施例によれば、オブジェクトの有効原子番号を測定する方法を提供した。この方法は、第1のエネルギーの第1のX線ビーム及び第2のエネルギーの第2のX線ビームを発生するステップと、チェレンコフ検出器で被検体を透過した第1のX線ビーム及び第2のX線ビームを受光して第1の検出値及び第2の検出値を生成するステップと、第1の検出値及び第2の検出値に基づいて、被検体の有効原子番号を得るステップと、を含む。

30

【発明の効果】

【0010】

上述した技術案によれば、チェレンコフ検出器が、エネルギーが特定の閾値以下のX線ビームによる影響を排除することができるので、物質識別の正確度を向上することができた。

【0011】

以下、図面に基づいて本発明の実施例を詳細に説明することによって、本発明の上述及びその他の目的、特徴と優れた点は、より明確になるであろう。なお、同じ符号は、同じ構造ユニットを指している。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施例に係る、チェレンコフ検出器を用いてオブジェクトの有効原子番号を測定するデバイスの模式的な構造図であり、図2のA-A方向の断面図である。

【図2】図1のB-B方向の断面図である。

【図3】本発明の一実施例に係るチェレンコフ検出器を示す模式図である。

【図4】本発明の他の実施例に係るチェレンコフ検出器を示す模式図である。

【図5】本発明のさらに他の実施例に係るチェレンコフ検出器を示す模式図である。

【図6】図5に示したチェレンコフ検出器のもう一種の応用形態を示す模式図である。

50

【図7】本発明のさらに他の実施例のチェレンコフ検出器を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の具体的な実施例について詳細に説明する。ここで、説明した実施例は、例として説明したものに過ぎず、本発明を限定するものではないと理解すべきである。以下の説明において、本発明に対する透徹した理解をさせるため、大量の特定の細部を描写した。しかしながら、当業者にとって明らかなことは、これらの特定の細部を必ず採用して本発明を実現することではない。その他の実施例においては、本発明を混同させることを避けるために、周知の回路、材料または方法に対する具体的な説明を省略した。

【0014】

明細書全体において、言及した「一実施例」、「実施例」、「一例示」または「例示」は、該実施例または例示に結合して描写した特定の特徴、構造または特性が、本発明の少なくとも一実施例に含まれていることを意味する。従って、明細書全体の各箇所に現れた短文「一実施例において」、「実施例において」、「一例示」または「例示」は、必ず同一の実施例または例示を指したのではない。また、何らかの適宜な組み合わせ及び/またはサブ組み合わせによって、特定の特徴、構造または特性を一つまたは複数の実施例または例示に組み合わせることができる。また、当業者は、ここで提供した図面が全て説明に用いられるもので、スケールに従って描いたものではないと理解すべきである。

【0015】

本発明の一つの実施例によれば、チェレンコフ検出器を用いて高エネルギーのダブルパワーX線の検出を行うことによって、オブジェクトの有効原子番号の測定が実現でき、被検体の識別が実現できる。チェレンコフ検出器は、一種の閾値検出器である。帯電イオンの透明媒体での速度は、光のこの媒体での速度を超える場合、チェレンコフ放射が生じる。すなわち、チェレンコフ光を発生する。光電変換部でチェレンコフ光を電気信号に変換することによって、被検体に投射したX線の強度を示す検出値が得られる。

【0016】

総括すると、X線のエネルギーが高いほど、コンプトン効果によって発生した二次電子の電子エネルギーが高くなる。二次電子の速度が必要な閾値より高くなった場合、チェレンコフ放射が発生する。このように、入射したX線に対して閾値が要求される。適切な屈折率の材料（例えば、石英）を放射体として選択し、比較的低いエネルギー（例えば、0.5 MeV）のX線は、基本的に、放射体内でチェレンコフ放射を発生することができない。こうして、このようなチェレンコフ検出器とダブルパワーX線源の組み合わせを採用することによって、X線源のエネルギーの分布構成に対して限定する必要がなく、物質有効原子番号の識別が実現できる。

【0017】

図1は、本発明の一実施例に係る、チェレンコフ検出器を用いてオブジェクトの有効原子番号を測定するデバイスの模式的な構造図であり、図2のA-A方向の断面図である。

【0018】

図1及び図2に示すように、本発明の実施例に係るデバイスは、チェレンコフ検出器の高エネルギーのダブルパワーX線を用いて物質有効原子番号を識別するデバイスであって、ダブルパワー電子加速器1と、チェレンコフ検出器2と、チェレンコフ検出器2に接続した補助回路と、を備え、補助回路は、例えば、データ変換回路及びデータ処理装置（図示せず）である。チェレンコフ検出器2は、ダブルパワーの電子加速器1と対向して設置され、ダブルパワーの電子加速器1は、高エネルギー、低エネルギーのX線ビームを交互に発生する。X線ビームがコリメータ3を経た後、被検体4を照射する。チェレンコフ検出器2は、被検体4を透過したX線ビームを受光する。高エネルギーのX線ビームがチェレンコフ検出器2に入射したことで、チェレンコフ検出器2において第1の電気信号、例えば、第1の検出値が生成される。低エネルギーのX線ビームがチェレンコフ検出器2に入射したことで、チェレンコフ検出器2において第2の電気信号、例

10

20

30

40

50

えば、第2の検出値が生成される。データ処理装置は、前記第1の電気信号及び第2の電気信号から、前記被検体の有効原子番号を算出し得る。

【0019】

本発明の一実施例によれば、電子加速器1は、エネルギーが異なる電子ビームを発生してターゲットにボンバードする。これによって、前記低エネルギー及び高エネルギーのX線ビームを発生した。

【0020】

図3は、本発明の一実施例に係るチェレンコフ検出器を示す模式図である。図3に示したチェレンコフ検出器2は、放射体22及び光電検出素子21を備える。放射体22の表面上には発射膜23及びシールド層24が覆われている。光電検出素子21は、放射体22の一端に設けられ、X線ビームが、放射体22の他方の一端から入射し、放射体22を経てチェレンコフ光を発生し、光電検出素子21は、そのチェレンコフ光を受光する表面が、入射したX線ビームと垂直しており、受光したチェレンコフ光を電気信号に変換させる。

10

【0021】

図3に示したチェレンコフ検出器において、光電検出ユニットは、核カウンタ効果の影響を受け易い。核カウンタ効果とは、検出器の感度体積内からのフリッカー光またはチェレンコフ光を発生したことなく、放射線が直接に感光デバイスに当たって感光デバイスにおいて信号を発生し、その信号の発生形態が、放射検出用の半導体検出器と略同様である。例えば、電子-ホール対が、光電ダイオード感度区域においてフリッカー光及びチェレンコフ光によって発生するものではなく、X線またはX線による二次電子によって発生したものとなる。このような事件の性質は、「低確率、大事件」で描写することができる。これは、シリコン半導体において、一つの電子-ホール対を発生するために3.6 eVのエネルギーの蓄積しか必要ないからである。この信号は、チェレンコフ放射によって発生した信号に重なってしまうので、干渉信号に属する。

20

【0022】

本発明のもう一実施例によれば、核カウンタ効果を取り除くのに、図4に示したチェレンコフ検出器を提案した。図4に示すように、チェレンコフ検出器は、一つの直方体形状の検出器であり、放射体42と、反射膜43と、シールド層44と、を備える。コリメータ3を経た後のX線は、検出器の長手方向に沿って入射される。例えば、光電ダイオードなどの光電検出ユニット41が、放射線の入射する箇所に離れて設けられる。光電変換素子41のチェレンコフ光を受光する表面は、X線の入射方向に略平行する。本発明のもう一実施例によれば、このチェレンコフ検出器は、長板形状であり、その長手方向がX線の入射方向である。例えば、長さは、およそ250 mm、幅は、およそ50 mm、高さは、およそ10 mmとなっている。このような構造で、核カウンタ効果を大きく減衰させることができる。本発明のもう一実施例によれば、放射体は、直方体であり、一つの端面に入射したX線ビームを受光し、この端面に垂直な少なくとも一つの側面上に、チェレンコフ光を受光する光電変換部が設置される。本発明のさらにもう一つの実施例によれば、光電変換部の前記チェレンコフ光を受光する面が放射体を囲むことによって、光の収集効率を向上することができる。

30

40

【0023】

本発明のさらにもう一つの実施例によれば、放射体は、カップリング接続した第1の部分及び前記第1の部分に垂直な第2の部分とを備え、前記光電変換部は、第1の部分の一端に設けられ、X線ビームが前記第2の部分に略平行して該第2の部分に入射する。本発明のさらにもう一実施例によれば、放射体42は、柱体であり、柱体の一つの端面に入射したX線ビームを受光し、チェレンコフ光を受光する光電変換部41が柱体の側面上に設置される。又は、光電変換部41の前記チェレンコフ光を受光する面は、放射体を囲むことが好ましい。これによって光収集効率を向上することができる。

【0024】

本発明のさらにもう一実施例によれば、放射体42は、柱体であり、柱体の一つの端面

50

で入射した X 線ビームを受光し、チェレンコフ光を受光する光電変換部 4 1 が柱体の側面上に設置される。又は、光電変換部 4 1 の前記チェレンコフ光を受光する面は、放射体を囲むことが好ましい。これによって光収集効率を向上することができる。

【0025】

図 5 は、本発明のさらに他の実施例に係るチェレンコフ検出器を示す模式図である。図 5 に示すように、該チェレンコフ検出器の形状は L 字形となっている。光電変換部 5 1 は、L 字形放射体 5 2 の一方の支路の一端に設けられ、X 線ビームは、L 字形放射体 5 2 の他方の支路に略平行して入射する。

【0026】

図 5 に示すように、X 線ビームは、L 字形放射体の一つの端面から入射し、光電検出素子は、L 字形放射体の他方の端面に設けられている。光電変換部のチェレンコフ光を受光する表面は、X 線ビームの入射方向に略平行している。

10

【0027】

図 6 は、図 5 に示したチェレンコフ検出器のもう一種の応用形態を示す模式図である。図 6 に示すように、X 線ビームは、L 字形放射体の一つの端面と反対の方向から入射し、光電検出素子は、L 字形放射体の他方の端面に設けられている。光電変換部のチェレンコフ光を受光する表面は、X 線ビームの入射方向に略平行している。

【0028】

図 7 は、本発明のさらにもう一つ実施例に係るチェレンコフ検出器を示す模式図である。図 7 に示すように、放射体 7 2 は U 字形であり、第 1 の光電変換部 7 1 1 及び第 2 の光電変換部 7 1 2 は、それぞれ、U 字形放射体 7 2 の両端に設けられ、X 線ビームは、U 字形放射体の二つの支路に垂直して U 字形放射体の底部に入射することとなっている。該実施例によれば、光収集効率を向上することができる。上述した実施例のチェレンコフ検出器は、核カウンタ効果をシールドすることができるので、入射した X 線が検出器感度体積内のどこかで作用を発生したとしても、発生したチェレンコフ光の収集状況は、基本的に同じになる。

20

【0029】

また、散乱による光電変換部への影響を更に取り除くために、アルミ板を用いてチェレンコフ放射体を囲んで、放射体の幅を超えた X 線ビーム及び放射体から散乱された X 線を吸収させることによって、光電ダイオードの付近の散乱場強度を低下させることができる。同時に、光電ダイオードをアルミ板で囲む。アルミ材料の原子番号は、光電ダイオードの材料であるシリコンに近く、かつシリコンより小さいので、シリコン材料にとって敏感である X 線をより良くカットすることができる。本発明の実施例によれば、チェレンコフ検出器と平行するように、通常の X 線を検出するためのエネルギー蓄積型検出器が設置されてもよい。

30

【0030】

当業者には理解されるように、上述技術案は、X 線を直接に透過し検出する検査システム及び CT 検出及びダブルパワー CT 検出等の技術を含む。

【0031】

以上、本発明の幾つかの典型的な実施例に基づいて本発明を説明した。当業者は、使用の用語が、説明するための例であって、本発明を限定する用語ではないと理解すべきである。また、本発明は、精神又は実質を逸脱しない限りに、種々の形態で具体的に実施できるので、上記の実施例は、前述の詳細に限らなく、特許請求の範囲によって限定されるものとして、広く解釈できると理解すべきである。特許請求の範囲または等価の範囲内での全ての変化や改良は、特許請求の範囲内に含まれていることを理解すべきである。

40

【 図 1 】

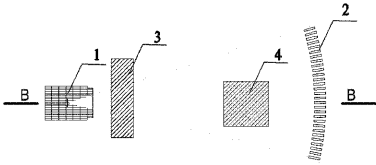


图 1

【 図 2 】

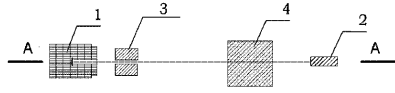


图 2

【 図 3 】

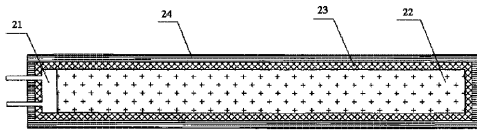
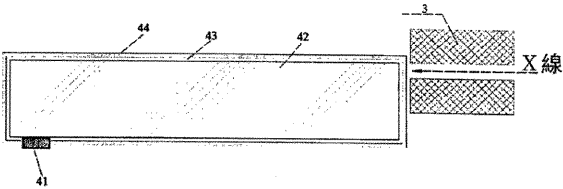
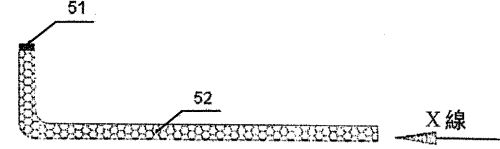


图 3

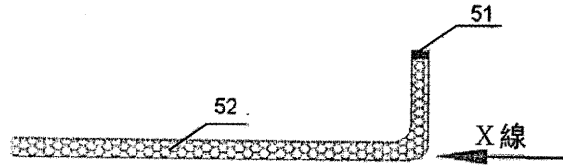
【 図 4 】



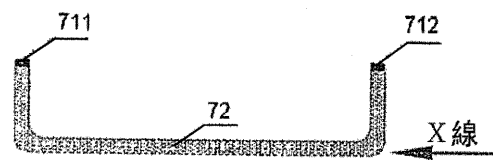
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】





## 【 国际调查报告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. <b>PCT/CN2012/087849</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
See the extra sheet		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: G01T/-, G01N 23/-		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNABS, CNTXT, CNKI: X ray, Cerenkov or Cherenkov, nuclear counter effect, photodiode		
VEN, WOTXT, USTXT, BPTXT, ISI Web of Knowledge: x ray, Cerenkov or Cherenkov, nuclear counter effect, photodiode		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LI, Shuwei; Employing Cerenkov Detectors in Material Effective Material Atomic Number Detection of Dual-energy X-ray Beams, NUCLEAR ELECTRONICS & DETECTION TECHNOLOGY, August 2010, vol. 30, no. 8, pages 1012-1015	1, 2, 13
Y		3, 4
Y	CN 101598799 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.), 09 December 2009 (09.12.2009), description, page 4, paragraphs 1-2, and figure 1	3, 4
A	CN 101629917 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.), 20 January 2010 (20.01.2010), the whole document	1-13
A	US 6552347 B1 (BIO-SCAN SA), 22 April 2003 (22.04.2003), the whole document	1-13
A	WO 2011/117316 A2 (SENSL TECHNOLOGIES LTD.), 29 September 2011 (29.09.2011), the whole document	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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	"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 "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 "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 "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 26 March 2013 (26.03.2013)		Date of mailing of the international search report 18 April 2013 (18.04.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451		Authorized officer  YE, Hongxue  Telephone No.: (86-10) 62085699

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/CN2012/087849**

<b>C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
<b>Category*</b>	<b>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</b>	<b>Relevant to claim No.</b>
A	WANG, Zhigang et al. Nuclear Counter Effect of Silicon Photodiode Used in CsI(Tl) Crystal Calorimeter, HIGH ENERGY PHYSICS AND NUCLEAR PHYSICS, September 2006, vol. 30, no. 9, pages 876-879	1-13
A	UENO, K. et al. Detection of minimum-ionizing particles and nuclear counter effect with pure BGO and BSO crystals with photodiode readout, NUCL. INSTR. AND METH. IN PHYS. REV. A, 1997, vol. 396, pages 103-109	1-13
A	SATPATHY, A. et al. Nuclear counter effect of silicon PIN photodiode used in CsI (Tl) calorimeter, NUCL. INSTR. AND METH. IN PHYS. REV. A, 1997, vol. 391, pages 423-426	1-13
P. X	CN 202393720 U (NUCTECH CO., LTD. et al.), 22 August 2012 (22.08.2012), the whole document	1-13

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/CN2012/087849**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101598799 A	09.12.2009	CN 101598799 B	11.07.2012
CN 101629917 A	20.01.2010	CN 101629917 B	14.09.2011
US 6552347 B1	22.04.2003	WO 9908130 A1	18.02.1999
		AU 3690997 A	01.03.1999
		EP 1004039 A1	31.05.2000
		EP 1004039 B1	22.04.2003
		DE 69725179 DD1	30.10.2003
		JP 2001512840 T	28.08.2001
		JP 3569227 B2	22.09.2004
WO 2011/117316 A2	29.09.2011	GB 2479054 A	28.09.2011
CN 202393720 U	22.08.2012	None	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/CN2012/087849**

**CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:**

G01T 1/22 (2006.01) i

G01N 23/087 (2006.01) n

国际检索报告		国际申请号 <b>PCT/CN2012/087849</b>
<b>A. 主题的分类</b>		
见附加页		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
<b>B. 检索领域</b>		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: G01T/-, G01N23/-		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNABS, CNTXT, CNKI: X 射线, 切伦科夫 or 切仑科夫, 核计数效应 or 核计数器效应, 光电二极管 VEN, WOTXT, USTXT, EPTXT, ISI Web of Knowledge: x ray, Cerenkov or Cherenkov, nuclear counter effect, photodiode		
<b>C. 相关文件</b>		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	李树伟, 等 基于切伦科夫探测器的高能双能 X 射线物质有效原子序数检测 核电子学与探测技术 8 月 2010, 第 30 卷, 第 8 期, 第 1012-1015 页	1, 2, 13
Y		3, 4
Y	CN 101598799 A (清华大学, 等) 09.12 月 2009 (09.12.2009) 说明书 第 4 页第 1-2 段, 附图 1	3, 4
A	CN 101629917 A (清华大学, 等) 20.01 月 2010 (20.01.2010) 全文	1-13
A	US 6552347 B1 (BIO-SCAN SA) 22.04 月 2003 (22.04.2003) 全文	1-13
A	WO 2011/117316 A2 (SENSL TECHNOLOGIES LTD) 29.09 月 2011 (29.09.2011) 全文	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型:		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件		“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利		“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)		“&” 同族专利的文件
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		
国际检索实际完成的日期 26.03 月 2013 (26.03.2013)	国际检索报告邮寄日期 <b>18.4 月 2013 (18.04.2013)</b>	
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	受权官员  <b>叶红学</b> 电话号码: (86-10) <b>62085699</b>	

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2012/087849

C(续). 相关文件		
类型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	王志刚, 等 Csl(Tl)晶体量能器中硅光二极管的核计数器效应研究 高能物理与核物理 2006年9月, 第30卷, 第9期, 第876-879页	1-13
A	UENO, K. ET AL Detection of minimum-ionizing particles and nuclear counter effect with pure BGO and BSO crystals with photodiode readout Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Rev. A 1997 第396卷, 第103-109页	1-13
A	SATPATHY, A. ET AL Nuclear counter effect of silicon PIN photodiode used in Csl(Tl) calorimeter Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Rev. A 1997 第391卷, 第423-426页	1-13
P, X	CN 202393720 U (同方威视技术股份有限公司, 等) 22.08月2012 (22.08.2012) 全文	1-13

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2012/087849

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 101598799 A	09.12.2009	CN 101598799 B	11.07.2012
CN 101629917 A	20.01.2010	CN 101629917 B	14.09.2011
US 6552347 B1	22.04.2003	WO 9908130 A1	18.02.1999
		AU 3690997 A	01.03.1999
		EP 1004039 A1	31.05.2000
		EP 1004039 B1	22.04.2003
		DE 69725179D D1	30.10.2003
		JP 2001512840 T	28.08.2001
		JP 3569227 B2	22.09.2004
WO 2011/117316 A2	29.09.2011	GB 2479054 A	28.09.2011
CN 202393720 U	22.08.2012	无	

国际检索报告

国际申请号

**PCT/CN2012/087849**

主题的分类:

G01T 1/22 (2006.01) i  
G01N 23/087 (2006.01) n



## フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

- (72) 発明者 李 樹偉  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 陳 志強  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 李 元景  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 趙 自然  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 劉 以農  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 張 清軍  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 朱 維斌  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 王 義  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 趙 書清  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層
- (72) 発明者 張 文劍  
中華人民共和国 1 0 0 0 8 4 北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 層

F ターム(参考) 2G001 AA01 AA10 BA11 CA01 CA10 DA06 GA01 KA01  
2G188 AA02 AA23 AA27 BB02 CC39 DD16