



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

放射線場用の線量計であって、前記線量計は、  
シンチレータと、  
前記シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、  
前記ライトパイプの第 2 の端から出力された光を検出し且つ受け取った光信号の強さを示す出力を提供するディテクタと、  
を備え、  
前記ライトパイプは、中空コアであって、前記中空コアの周囲のまわりに光反射材料または構造物を備えて前記中空コア内に光を反射する中空コアと、前記ライトパイプに生成されたチェレンコフ放射が前記中空コア内に入るのを減少するかまたは防止する、前記中空コアのまわりのバリアと、を備える線量計。

10

**【請求項 2】**

前記光反射材料または構造物はまた、前記バリアの少なくとも一部を形成する、請求項 1 に記載の線量計。

**【請求項 3】**

前記光反射材料または構造物は、金属の層を備える、請求項 2 に記載の線量計。

**【請求項 4】**

前記光反射材料または構造物は、少なくともおよそ 1 ミクロンの厚さを有する銀の層を備える、請求項 3 に記載の線量計。

20

**【請求項 5】**

前記光反射材料または構造物は、誘電性構造物または微細構造物を備える、請求項 1 または 2 に記載の線量計。

**【請求項 6】**

前記誘電性構造物または微細構造物は、チェレンコフ放射を減衰する、請求項 5 に記載の線量計。

**【請求項 7】**

前記バリアは、前記光反射材料または構造物を囲繞するチェレンコフ放射の高減衰を有する層を備える、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の線量計。

**【請求項 8】**

前記ライトパイプに光連通する表面区域を除いて前記シンチレータの表面を覆うように前記シンチレータのまわりにリフレクタが設けられる、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の線量計。

30

**【請求項 9】**

放射線治療または近接照射療法のために加えられる放射線量の測定中における使用の際に、前記光反射材料または構造物及び前記バリアが、前記シンチレータからの測定信号に 2 % 未満のチェレンコフ放射を生成する、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の線量計。

**【請求項 10】**

放射線治療または近接照射療法のために加えられる放射線量の測定中における使用の際に、前記光反射材料または構造物及び前記バリアは、前記シンチレータからの測定信号に 1 % 未満のチェレンコフ放射を生成する、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の線量計。

40

**【請求項 11】**

前記シンチレータは、前記ライトパイプの前記中空コア内に位置する、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の線量計。

**【請求項 12】**

前記ライトパイプに光学的に接続された光源をさらに備え、前記ディテクタは、校正信号として前記光源からの光を使用する、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の線量計。

50

## 【請求項 13】

前記光源は、前記ライトパイプに沿って前記シンチレータへ向けて光を伝達し、リフレクタが前記シンチレータの反対側の側部に設けられ、フォトディテクタによって検出可能であるように、前記光源から受け取った光を前記ライトパイプに沿って反射し戻す、請求項 12 に記載の線量計。

## 【請求項 14】

前記シンチレータに光学的に接続され、前記シンチレータを励起する光を生成する光源をさらに備える、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の線量計。

## 【請求項 15】

放射線場用の線量計であって、前記線量計は、  
シンチレータと、  
前記シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、  
前記ライトパイプの第 2 の端からの光を検出し且つ前記検出された光の強さを示す出力を提供するディテクタと、  
前記ライトパイプに光連通する光源と、  
を備え、  
前記ディテクタは、校正信号として前記光源からの光を使用する、線量計。

10

## 【請求項 16】

前記光源は、前記ライトパイプに沿って前記シンチレータへ向けて光を発し、前記線量計は、前記シンチレータにリフレクタをさらに備え、前記光源から受け取った光を前記ライトパイプ内に反射し戻す、請求項 15 に記載の線量計。

20

## 【請求項 17】

前記光源は、前記シンチレータを励起する光を発する、請求項 15 に記載の線量計。

## 【請求項 18】

前記光源によって発せられた光を前記ディテクタが検出するのを減少するかまたは防止するように構成された、請求項 17 に記載の線量計。

## 【請求項 19】

リフレクタが前記ライトパイプに遠位の前記シンチレータの端に設けられ、前記シンチレータから受け取った光を前記ライトパイプへ向けて反射し、前記リフレクタは、前記光源によって生成された光よりも、前記シンチレータによって生成された光に、より高い反射率を有する、請求項 18 に記載の線量計。

30

## 【請求項 20】

前記光源は、前記ライトパイプの前記第 2 の端で前記ライトパイプに接続される、請求項 15 乃至 19 のいずれか 1 項に記載の線量計。

## 【請求項 21】

前記光源は、スプリッタを経由して前記ライトパイプに光連通する、請求項 15 乃至 20 のいずれか 1 項に記載の線量計。

## 【請求項 22】

前記スプリッタは、前記ライトパイプから受け取った光を、前記ディテクタと前記光源との間で、不均等に分割し、より多くの光が、前記光源よりも前記ディテクタへ向けて方向づけられる、請求項 21 に記載の線量計。

40

## 【請求項 23】

前記光源に光連通し且つ前記光源から発せられた光の強さを検出するように操作可能である第 2 のディテクタをさらに備え、前記線量計は、前記光源によって生成された光の少なくとも一部が、前記ライトパイプではなく前記第 2 のディテクタへ方向づけられるように構成される、請求項 15 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の線量計。

## 【請求項 24】

前記光源は、スプリッタによって前記第 2 のディテクタ及び前記ライトパイプの両方に光学的に接続される、請求項 23 に記載の線量計。

## 【請求項 25】

50

請求項 15 乃至 22 のいずれか 1 項に依存するときに、前記光源は、光学スイッチによって前記第 2 のディテクタ及び前記ライトパイプの両方に光学的に接続される、請求項 23 に記載の線量計。

【請求項 26】

前記第 2 のディテクタは、前記シンチレータから実質的に光学的に孤立する、請求項 23 乃至 25 のいずれか 1 項に記載の線量計。

【請求項 27】

前記光源は、前記ライトパイプの前記第 2 の端で前記ライトパイプに接続され、前記ライトパイプに沿って前記ディテクタへ向けて光を伝達する、請求項 15 に記載の線量計。

【請求項 28】

放射線場用の線量計であって、前記線量計は、  
シンチレータと、  
前記シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、  
前記ライトパイプの第 2 の端から出力された光を検出し且つ受け取った光信号の強さを示す出力を提供するディテクタと、  
を備え、

前記ライトパイプは、中空コアであって、前記中空コアの周囲のまわりに光反射材料または構造物を備えて前記中空コア内に光を反射する中空コアを備える、線量計。

【請求項 29】

前記光反射材料または構造物を囲繞するチェレンコフ放射の高減衰を呈する材料をさらに備える、請求項 28 に記載の線量計。

【請求項 30】

前記反射材料または構造物は、金属の層である、請求項 29 に記載の線量計。

【請求項 31】

前記光反射材料または構造物は、微細構造リフレクタである、請求項 29 に記載の線量計。

【請求項 32】

前記光反射材料または構造物は、多層誘電性構造物である、請求項 29 に記載の線量計。

【請求項 33】

前記光反射材料または構造物は、これを通して前記中空コア内に進むチェレンコフ放射を抑制する厚さ及び / または設計を有する金属の層、微細構造物、または、多層誘電性構造物を備える、請求項 28 に記載の線量計。

【請求項 34】

前記チェレンコフ放射は、前記ディテクタによって検出された測定信号の 2 % 未満を備える、請求項 33 に記載の線量計。

【請求項 35】

前記チェレンコフ放射は、前記ディテクタによって検出された測定信号の 1 % 未満を備える、請求項 33 に記載の線量計。

【請求項 36】

前記シンチレータは、細長く、第 1 の端及び第 2 の端の間を延出する本体を有し、1 : 1 ~ 5 : 1 の範囲の長さ対幅比を備え、その長さが前記ライトパイプに整列配置され前記第 1 の端が前記ライトパイプに近接するかまたはその中に挿入されて位置し、リフレクタが前記シンチレータの前記第 2 の端に設けられて前記第 2 の端で受け取った前記光を第 1 の端へ向けて反射するようにする、請求項 1 乃至 35 のいずれか 1 項に記載の線量計。

【請求項 37】

前記シンチレータは、2 : 1 ~ 4 : 1 の範囲の長さ対幅比を有する、請求項 36 に記載の線量計。

【請求項 38】

前記ライトパイプは、大きなコアの、高い開口数の光ファイバを備える、請求項 1 乃至

10

20

30

40

50

37のいずれか1項に記載の線量計。

【請求項39】

前記光ファイバは、およそ1mmのコア直径を有する、請求項1乃至38のいずれか1項に記載の線量計。

【請求項40】

前記シンチレータは、前記ライトパイプの断面積と実質的に同一かまたはそれ未満の断面積を有する、請求項1乃至39のいずれか1項に記載の線量計。

【請求項41】

前記シンチレータ及び前記ライトパイプは、実質的に同一の断面形状を有する、請求項1乃至40のいずれか1項に記載の線量計。

10

【請求項42】

反射防止インタフェースが、前記シンチレータと前記ライトパイプとの間のインタフェースに設けられる、請求項1乃至41のいずれか1項に記載の線量計。

【請求項43】

前記反射防止インタフェースは、前記シンチレータを前記ライトパイプに結合する接着剤を備える、請求項42に記載の線量計。

【請求項44】

前記光ファイバの臨界角内に光を方向づけるために、前記シンチレータと前記光ファイバとの間の光路に屈折要素が位置する、請求項1乃至43のいずれか1項に記載の線量計。

20

【請求項45】

放射線場用の線量計であって、前記線量計は、  
シンチレータと、  
前記シンチレータに光連通する第1の端を有するライトパイプと、  
前記ライトパイプの第2の端からの光を検出し且つ前記検出された光の強さを示す出力を提供するディテクタと、  
前記ディテクタによって受け取ることができるように前記ライトパイプに沿って光を伝達するように配列された前記ライトパイプに光連通する光源と、  
を備え、

前記ディテクタは、前記光源からの光を含む前記ライトパイプから受け取った光を検出し、前記シンチレータと前記ディテクタとの間の光路の完全性の指標用に前記検出された光を評価する、線量計。

30

【請求項46】

放射線場用の線量計であって、前記線量計は、  
シンチレータと、  
前記シンチレータに光連通する第1の端を有するライトパイプと、  
前記ライトパイプの第2の端から出力された光を検出し且つ受け取った光信号の強さを示す出力を提供するディテクタと、  
を備え、

前記ライトパイプは、中空コアであって、前記中空コアの周囲のまわりに光反射材料を備える中空コアを備え、前記シンチレータは、少なくとも実質的に前記ライトパイプ内に含まれるように位置する、線量計。

40

【請求項47】

前記シンチレータは、全体的に前記ライトパイプ内に含まれるように位置する、請求項46に記載の線量計。

【請求項48】

前記ライトパイプの第1の端から前記シンチレータの遠位端で受け取った光を前記ライトパイプの前記第1の端へ向けて反射し戻すように位置するリフレクタをさらに備える、請求項46または47に記載の線量計。

【請求項49】

50

線量計から較正された測定を得るための方法であって、前記方法は、シンチレータを光ディテクタに接続するライトパイプの少なくとも一部に沿って参照光信号を伝達することと、前記参照光信号を受け取ることと、前記光ディテクタによって受け取られる前記シンチレータからの測定信号のための較正信号として、受け取った前記参照光信号を使用することと、を備える方法。

【請求項 5 0】

前記検出された信号が前記光ファイバに沿って伝達されることなく前記参照光信号の強さを検出することと、前記検出された強さをさらなる較正信号として使用することと、をさらに備える、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 1】

ライトパイプ上で光ディテクタに光連通するシンチレータを備える線量計から、較正された測定を得る方法であって、前記方法は、前記シンチレータを参照光信号で励起することと、前記光ディテクタで前記シンチレータによって生成された光を受け取り前記受け取った光の強さを決定することと、前記光ディテクタによって受け取られる前記シンチレータからの測定信号のための較正信号として、前記受け取った光の強さの決定を使用することと、を備える方法。

【請求項 5 2】

前記シンチレータを励起するために使用された参照光信号の強さを検出することと、前記検出された強さをさらなる較正信号として使用することと、をさらに備える、請求項 5 1 に記載の方法。

【請求項 5 3】

前記参照光信号を光源から前記シンチレータへ前記ライトパイプを経由して伝達することをさらに備え、前記参照光信号の前記強さを検出するプロセスは、前記ライトパイプを経由して伝達されることなく前記光源によって生成された前記参照光信号の前記強さを検出することを備える、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記ディテクタによって受け取られた前記光を使用して、前記ライトパイプの完全性を評価することをさらに備える、請求項 4 9 乃至 5 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5 5】

線量計を製造する方法であって、前記方法は、ライトパイプを経由して光ディテクタをシンチレータに接続することを備え、それは、リフレクタによって境界づけられる中空コアを備えた、大きなコアの高い開口数のライトパイプを備え、前記シンチレータは細長く、前記ライトパイプの断面積にほぼ等しいかまたはそれ未満の断面積を有し、前記方法は、少なくとも、前記ライトパイプから遠位にある前記シンチレータの一端に、前記シンチレータが励起するときに生成された光用のリフレクタを提供することをさらに備える、方法。

【請求項 5 6】

幅が 1 mm 未満であり、幅対長さ比が 1 : 2 ~ 1 : 4 の範囲であるシンチレータを選択することをさらに備える、請求項 5 5 に記載の方法。

【請求項 5 7】

前記中空コア内に少なくとも実質的に含まれるように、前記シンチレータを前記ライトパイプの前記中空コア内に挿入することをさらに備える、請求項 5 5 または 5 6 に記載の方法。

【請求項 5 8】

チェレンコフ放射の高減衰を呈する前記リフレクタを囲繞する材料を有するように前記ライトパイプを形成することをさらに備える、請求項 5 5 乃至 5 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5 9】

チェレンコフ放射がそれを通して前記中空コア内に進むのを抑制するために前記リフレクタを設計することをさらに備える、請求項 5 5 乃至 5 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 6 0】

線量計を製造する方法であって、前記方法は、ライトパイプを経由して光ディテクタをシンチレータに接続することと、参照光信号を生成し前記参照光信号を前記ライトパイプに沿って伝達し前記光ディテクタによって受取可能にするように操作可能な光源を接続することと、を備え、前記光ディテクタは、電子処理システムを備え、前記方法は、前記電子処理システムを適合させて、前記シンチレータから調達された測定信号のための校正信号として、前記受け取った参照光信号を使用することと、を備える方法。

## 【請求項 6 1】

線量計を製造する方法であって、前記方法は、ライトパイプを経由して光ディテクタをシンチレータに接続することと、前記シンチレータを励起する参照光信号を生成し前記参照光信号を前記ライトパイプに沿って伝達し前記シンチレータによって受取可能にするように操作可能な光源を接続することと、を備え、前記光ディテクタは、電子処理システムを備え、前記方法は、前記電子処理システムを適合させて、前記参照光信号によって励起された結果として前記シンチレータから受け取った光を、前記シンチレータから調達された測定信号のための校正信号として使用することと、を備える方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、放射線場からの線量を測定するための線量計及び線量計を製造する方法に関する。特に、本発明は、光ファイバ線量計の分野に関する。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

放射線場を検出するのに適切な装置の範囲は公知であるが、現代の放射線療法技術の需要を満たす線量計に使用するのに適しているものは、あるとしてもほとんど知られていない。現代の療法技術に適応するために、放射線治療法を正確に実証することができ、また、時間依存療法技術、例えば強度変調放射線治療等に適応することができ、また、精密療法技術、例えば定位的放射線治療にも適応することができる線量計の必要性がある。線量計は、全治療期間にわたり全線量をまとめることができる能力を維持しながら、高い空間分解能を提供することができなければならない。線量計はまた、現在の放射線量の頻繁に更新される示度数を提供しなければならない。

## 【0 0 0 3】

近接照射療法用途のためのさらなる要件は、線量計が非常に小さいサイズでなければならないことである。さらなる要件は、線量計が比較的頑丈であることであり、いずれの用途にとっても利点であるが、用途が患者の腔、例えば尿道内に挿入する必要がある場合に、特にそうである。

## 【0 0 0 4】

光ファイバ線量計は、放射線療法技術で使用される代替物に対して利点を提供する多数の特徴を有する。光ファイバ線量計のシンチレータは、小さな水等価プラスチック材料から構成され、従来の代替物線量計で発生する、放射線のエネルギー依存または摂動に関連した不利点を回避する。

## 【0 0 0 5】

米国特許第 5, 0 0 6, 7 1 4 号には、シンチレータ線量計プローブが記載されている。シンチレータは、イオン化放射線に位置決めされ、これが、光出力を形成する。光は、シンチレータからライトパイプを通して光電子増倍管へ伝導され、そうすることで光を電流に変換する。光電子増倍管によって生成された電流は、シンチレータに入射した放射線量率に比例する。電流の測定を通して、次いで放射線量率が表示されるかまたは記録されるかしてもよい。

## 【0 0 0 6】

光ファイバ線量計の識別された問題は、ライトパイプ内にチェレンコフ (Cherenkov) または Cherenkov) 放射が生成され、ライトパイプに沿ってチェレンコフ放

10

20

30

40

50

射が伝達することである。チェレンコフ放射の強さは、シンチレータの放射線量以外の要因に依存し、したがって、チェレンコフ放射は、測定信号のノイズを表す。

【 0 0 0 7 】

チェレンコフ放射の問題に対処する 1 つの提案された技術は、信号処理を使用することである。米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 2 3 8 7 4 9 号には、2 つの帯域通過フィルタを使用するフィルタリングを伴う放射線の用量を測定するための方法が提案されている。

【 0 0 0 8 】

チェレンコフ放射とシンチレータからの信号との間を区別するために信号処理を使用することの問題は、測定の必要な正確さを提供するために十分な区別を得ることである。この問題は、大半の効果的なシンチレータが、チェレンコフ放射に類似する電磁スペクトルの区域を占める波長で光を発するとき特に明らかである。

10

【 0 0 0 9 】

光ファイバ線量計を使用することの別の問題は、較正される放射線の強さを測定することであり、すなわち、示度数は、同一放射線場の標準線量計の示度数に参照可能である。示度数は、シンチレーション信号に依存するだけではなく、シンチレータとディテクタとの間の損失にも依存する。特定の使用において、損失は変動しうり、例えば、光ファイバのコネクタは、その効率が変動する。線量計がディテクタから接続を断たれ、再接続される場合には、示度数は変化してもよい。加えて、共通の光ディテクタの効率は、経時的に変化してもよく、同様に、一つのディテクタから別のディテクタへ変動してもよい。

20

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

したがって、本発明の目的は、1 つまたはそれ以上の上述の必要性を満たし及び / または既存する線量計の問題の少なくともいくつかを克服するかまたは軽減する線量計を提供するか、または、少なくとも一般市民に有用な代替物を提供するものを提供することである。

【 0 0 1 1 】

本発明のさらなる目的または代替の目的は、結果として改良された線量計になる光ファイバ線量計かまたは少なくとも有用な代替物を提供するものを製造する方法を提供することである。

30

【 0 0 1 2 】

本明細書において、先行技術に対するいずれの参照も、そのような先行技術が広く知られているか、または、オーストラリアまたは他のいずれの管轄区域における共通の一般知識の一部を形成することを承認するものではない。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

本発明の第 1 の態様にしたがって、放射線場用の線量計が提供され、線量計は、シンチレータと、シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、ライトパイプの第 2 の端から出力された光を検出し且つ受け取った光信号の強さを示す出力を提供するディテクタと、を備え、ライトパイプは、中空コアであって、中空コアの周囲のまわりに光反射材料または構造物を備えて中空コア内に光を反射する中空コアと、ライトパイプに生成されたチェレンコフ放射が中空コア内に入るのを減少するかまたは防止する、中空コアのまわりのバリアと、を備える。

40

【 0 0 1 4 】

光反射材料または構造物はまた、バリアの少なくとも一部を形成してもよい。例えば、光反射材料または構造物は、金属の層を備えてもよい。特に、光反射材料または構造物は、少なくともおよそ 1 ミクロンの厚さを有する銀の層を備えてもよい。

【 0 0 1 5 】

光反射材料または構造物は、誘電性構造物または微細構造物を備えてもよい。誘電性構造物または微細構造物はまた、チェレンコフ放射を減衰してもよい。

50



## 【 0 0 1 6 】

バリアは、光反射材料または構造物を囲繞するチェレンコフ放射の高減衰を有する層を備えてもよい。

## 【 0 0 1 7 】

ライトパイプに光連通する表面区域を除いてシンチレータの表面を覆うようにシンチレータのまわりにリフレクタが設けられてもよい。

## 【 0 0 1 8 】

放射線治療または近接照射療法に加えられる放射線量の測定中に使用する際には、光反射材料または構造物及びバリアは、シンチレータからの測定信号に 2 % 未満のチェレンコフ放射を生成してもよい。より詳細には、光反射材料または構造物及びバリアは、シンチレータからの測定信号に 1 % 未満のチェレンコフ放射を生成してもよい。

10

## 【 0 0 1 9 】

シンチレータは、ライトパイプの中空コア内に位置してもよい。

## 【 0 0 2 0 】

線量計は、ライトパイプに光学的に接続された光源をさらに備えてもよく、ディテクタは、校正信号として光源からの光を使用する。光源は、ライトパイプに沿ってシンチレータへ向けて光を伝達してもよく、リフレクタがシンチレータの反対側の側部に設けられてもよく、フォトディテクタによって検出可能であるように、光源から受け取った光をライトパイプに沿って反射し戻す。光源は、シンチレータに光学的に接続されてもよく、シンチレータを励起する光を生成する。

20

## 【 0 0 2 1 】

本発明の第 2 の態様にしたがって、放射線場用の線量計が提供され、線量計は、シンチレータと、シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、ライトパイプの第 2 の端からの光を検出し且つ検出された光の強さを示す出力を提供するディテクタと、ライトパイプに光連通する光源と、を備え、ディテクタは、校正信号として光源からの光を使用する。

## 【 0 0 2 2 】

光源は、ライトパイプに沿ってシンチレータへ向けて光を発してもよく、線量計は、シンチレータにリフレクタをさらに備え、光源から受け取った光をライトパイプ内に反射し戻す。別の実施形態において、光源は、シンチレータを励起する光を発してもよい。この実施形態において、線量計は、ディテクタによって、光源によって発せられた光の検出を減少するかまたは防止するように、構成されてもよい。1 つの実施形態において、これは、シンチレータから受け取った光をライトパイプへ向けて反射するためにライトパイプに遠位のシンチレータの端に設けられたリフレクタによって少なくとも部分的に達成されてもよく、リフレクタは、光源によって生成された光よりも、シンチレータによって生成された光に、より高い反射率を有する。

30

## 【 0 0 2 3 】

光源は、ライトパイプの第 2 の端でライトパイプに接続されてもよい。

## 【 0 0 2 4 】

光源は、スプリッタを経由してライトパイプに光連通してもよい。スプリッタは、ライトパイプから受け取った光を、ディテクタと光源との間で、不均等に分割してもよく、より多くの光が、光源よりもディテクタへ向けて方向づけられる。

40

## 【 0 0 2 5 】

線量計は、光源に光連通し且つ光源から発せられた光の強さを検出するように操作可能である第 2 のディテクタをさらに備えてもよく、線量計は、光源によって生成された光の少なくとも一部が、ライトパイプではなく第 2 のディテクタへ方向づけられるように構成される。光源は、スプリッタによって第 2 のディテクタ及びライトパイプの両方に光学的に接続されてもよい。あるいは、光源は、光学スイッチによって第 2 のディテクタ及びライトパイプの両方に光学的に接続されてもよい。第 2 のディテクタは、シンチレータから実質的に光学的に孤立してもよい。

50

## 【 0 0 2 6 】

光源は、ライトパイプの第 2 の端でライトパイプに接続されてもよく、ライトパイプに沿ってディテクタへ向けて光を伝達してもよい。

## 【 0 0 2 7 】

本発明の第 3 の態様にしたがって、放射線場用の線量計が提供され、線量計は、シンチレータと、シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、ライトパイプの第 2 の端から出力された光を検出し且つ受け取った光信号の強さを示す出力を提供するディテクタと、を備え、ライトパイプは、中空コアであって、中空コアの周囲のまわりに光反射材料または構造物を備えて中空コア内に光を反射する中空コアを備える。

## 【 0 0 2 8 】

線量計は、光反射材料または構造物を囲繞するチェレンコフ放射の高減衰を呈する材料をさらに備えてもよい。例えば、光反射材料または構造物は、金属の層であってもよい。あるいは、光反射材料または構造物は、微細構造リフレクタであってもよい。別の代替の実施形態において、光反射材料または構造物は、多層誘電性構造物であってもよい。

## 【 0 0 2 9 】

光反射材料または構造物は、これを通して中空コア内に進むチェレンコフ放射を抑制する厚さ及び／または設計を有する金属の層、微細構造物、または、多層誘電性構造物を備えてもよい。層は、チェレンコフ放射が、ディテクタによって検出された測定信号の 2 % 未満を備えるようであってもよい。いくつかの実施形態では、チェレンコフ放射は、ディテクタによって検出された測定信号の 1 % 未満を備えてもよい。

## 【 0 0 3 0 】

シンチレータは、細長くてもよく、第 1 の端及び第 2 の端の間を延出する本体を有し、 $1 : 1 \sim 5 : 1$  の範囲の長さ対幅比を備え、その長さがライトパイプに整列配置され第 1 の端がライトパイプに近接するかまたはその中に挿入されて位置し、リフレクタがシンチレータの第 2 の端に設けられて第 2 の端で受け取った光を第 1 の端へ向けて反射するようにする。1 つの実施形態において、シンチレータは、 $2 : 1 \sim 4 : 1$  の範囲の長さ対幅比を有してもよい。

## 【 0 0 3 1 】

本発明の上述した態様のいずれかにおいて、ライトパイプは、大きなコアの、高い開口数の光ファイバを備えてもよい。

## 【 0 0 3 2 】

本発明の上述した態様のいずれかにおいて、光ファイバは、およそ 1 mm のコア直径を有してもよい。

## 【 0 0 3 3 】

本発明の上述した態様のいずれかにおいて、シンチレータは、ライトパイプの断面積と実質的に同一かまたはそれ未満の断面積を有してもよい。

## 【 0 0 3 4 】

本発明の上述した態様のいずれかにおいて、シンチレータ及びライトパイプは、実質的に同一の断面形状を有してもよい。

## 【 0 0 3 5 】

本発明の上述した態様のいずれかにおいて、反射防止インタフェースが、シンチレータとライトパイプとの間のインタフェースに設けられてもよい。反射防止インタフェースは、シンチレータをライトパイプに結合する接着剤を備えてもよい。

## 【 0 0 3 6 】

本発明の上述した態様のいずれかにおいて、光ファイバの臨界角内に光を方向づけるために、シンチレータと光ファイバとの間の光路に屈折要素が位置してもよい。

## 【 0 0 3 7 】

本発明の第 4 の態様にしたがって、放射線場用の線量計が提供され、線量計は、シンチレータと、シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、ライトパイプの第 2 の端からの光を検出し且つ検出された光の強さを示す出力を提供するディテクタと、

ディテクタによって受け取ることができるようにライトパイプに沿って光を伝達するように配列されたライトパイプに光連通する光源と、を備え、ディテクタは、光源からの光を含むライトパイプから受け取った光を検出し、シンチレータとディテクタとの間にある光路の完全性のインジケータ用に検出された光を評価する。

【 0 0 3 8 】

本発明の第 5 の態様にしたがって、放射線場用の線量計が提供され、線量計は、シンチレータと、シンチレータに光連通する第 1 の端を有するライトパイプと、ライトパイプの第 2 の端から出力された光を検出し且つ受け取った光信号の強さを示す出力を提供するディテクタと、を備え、ライトパイプは、中空コアであって、中空コアの周囲のまわりに光反射材料を備える中空コアを備え、シンチレータは、少なくとも実質的にライトパイプ内に含まれるように位置する。

10

【 0 0 3 9 】

シンチレータは、全体的にライトパイプ内に含まれるように位置してもよい。

【 0 0 4 0 】

線量計は、ライトパイプの第 1 の端からシンチレータの遠位端で受け取った光をライトパイプの第 1 の端へ向けて反射し戻すように位置するリフレクタをさらに備えてもよい。

【 0 0 4 1 】

本発明の第 6 の態様にしたがって、線量計から較正された測定を得るための方法が提供され、方法は、シンチレータを光ディテクタに接続するライトパイプの少なくとも一部に沿って参照光信号を伝達することと、参照光信号を受け取ることと、光ディテクタによって受け取られるシンチレータからの測定信号のための較正信号として、受け取った参照光信号を使用することと、を備える。

20

【 0 0 4 2 】

前記方法は、検出された信号が光ファイバに沿って伝達されることなく参照光信号の強さを検出することと、検出された強さをさらなる較正信号として使用することと、をさらに備えてもよい。

【 0 0 4 3 】

本発明の第 7 の態様にしたがって、ライトパイプ上で光ディテクタに光連通するシンチレータを備える線量計から、較正された測定を得る方法が提供され、その方法は、シンチレータを参照光信号で励起することと、光ディテクタでシンチレータによって生成された光を受け取り、受け取った光の強さを決定することと、光ディテクタによって受け取られるシンチレータからの測定信号のための較正信号として、受け取った光の強さの決定を使用することと、を備える。

30

【 0 0 4 4 】

前記方法は、シンチレータを励起するために使用された参照光信号の強さを検出することと、検出された強さをさらなる較正信号として使用することと、をさらに備えてもよい。その方法は、参照光信号を光源からシンチレータへライトパイプを経由して伝達することをさらに備えてもよく、参照光信号の強さを検出するプロセスは、ライトパイプを経由して伝達されることなく光源によって生成された参照光信号の強さを検出することを備える。

40

【 0 0 4 5 】

前記方法は、ディテクタによって受け取られた光を使用して、ライトパイプの完全性を評価することをさらに備えてもよい。

【 0 0 4 6 】

本発明の第 8 の態様にしたがって、線量計を製造する方法が提供され、その方法は、ライトパイプを経由して光ディテクタをシンチレータに接続することを備え、それは、リフレクタによって境界づけられる中空コアを備えた、大きなコアの高い開口数のライトパイプを備え、シンチレータは細長く、ライトパイプの断面積にほぼ等しいかまたはそれ未満の断面積を有し、その方法は、少なくとも、ライトパイプから遠位にあるシンチレータの一端に、シンチレータが励起するときに生成された光用のリフレクタを提供することをさ

50

らに備える。

【0047】

前記方法は、幅が1mm未満であり、幅対長さ比が1:2~1:4の範囲であるシンチレータを選択することをさらに備えてもよい。

【0048】

前記方法は、中空コア内に少なくとも実質的に含まれるように、シンチレータをライトパイプの中空コア内に挿入することをさらに備えてもよい。

【0049】

前記方法は、チェレンコフ放射の高減衰を呈するリフレクタを囲繞する材料を有するようにライトパイプを形成することをさらに備えてもよい。

10

【0050】

前記方法は、チェレンコフ放射がそれを通して中空コア内に進むのを抑制するためにリフレクタを設計することをさらに備えてもよい。

【0051】

本発明の第9の態様にしたがって、線量計を製造する方法が提供され、その方法は、ライトパイプを経由して光ディテクタをシンチレータに接続することと、参照光信号を生成し参照光信号をライトパイプに沿って伝達し光ディテクタによって受取可能にするように操作可能な光源を接続することと、を備え、光ディテクタは、電子処理システムを備え、その方法は、電子処理システムを適合させて、シンチレータから調達された測定信号のための校正信号として、受け取った参照光信号を使用することと、を備える。

20

【0052】

本発明の第10の態様にしたがって、線量計を製造する方法が提供され、その方法は、ライトパイプを経由して光ディテクタをシンチレータに接続することと、シンチレータを励起する参照光信号を生成し参照光信号をライトパイプに沿って伝達しシンチレータによって受取可能にするように操作可能な光源を接続することと、を備え、光ディテクタは、電子処理システムを備え、その方法は、電子処理システムを適合させて、参照光信号によって励起された結果としてシンチレータから受け取った光を、シンチレータから調達された測定信号のための校正信号として使用することと、を備える。

【0053】

本発明のさらなる態様は、現在企図された好適な実施形態の例としてのみ与えられ、添付の図面を参照すると、下記の説明から明らかになる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0054】

本発明は、光ファイバ線量計に関する。線量計は、放射線治療及び/または近接照射療法に特定の用途を有してもよいが、本発明は、必ずしもこれらの用途に限定されない。

【0055】

添付の図面の図1を参照すると、線量計の第1の実施形態における概略図が、矢印100によって全体的に参照される。

【0056】

線量計100は、ライトパイプに連通するシンチレータ1を含み、それは、適切には、光ファイバ2である。本発明に使用するのに適切なシンチレータは、アントラセンがドーブされたポリビニルトルエン(PVT)、ポリスチレン(PS)、または、ともにフランスのサンゴバン(Saint-Gobain)株式会社等が販売しているポリ(メチル)メタクリレート(PMMA)系シンチレータ、または、ポリスチレン系コアまたはポリ(メチル)メタクリレート系クラディングを備えたシンチレーティングファイバを含む。

40

【0057】

ファイバ2は、コア3と、クラディング4と、を有し、図示された実施形態では、バッファチュービング5も含む。バッファチュービング5は、この実施形態でも、本願に記載される本発明の他の実施形態でも、省略されてもよい。ファイバ2は、ポリマーファイバであってもよい。

50

## 【0058】

ファイバ2は、フォトディテクタ6に接続される。フォトディテクタ6は、光電子増倍管またはフォトダイオード装置を含むいずれの適切なディテクタであってもよい。光信号を電子信号に転換し光信号の強さの表示を出力するための適切な装置及び技術は、よく知られており、したがって、本願には記載されない。

## 【0059】

リフレクタ7、例えば金属化フィルムが、ファイバ2からシンチレータ1の遠位端上に設けられてもよい。そうでなければ、リフレクタ7は、シンチレータ1の端から脱出するであろう光を、ファイバ2へ向けて戻して再方向づけ、したがって、ファイバ2によって捉えられる光の量を増加する。加えて、反射防止コーティング8が、シンチレータ1からファイバ2への接合部に設けられてもよい。反射防止コーティング8は、特定の線量計100用に設計され、適切には、励起されるときにシンチレータ1からの光の4分の1波長の厚さTを有する材料を備えてもよく、また、シンチレータ1の屈折率の平方根にほぼ等しい屈折率を有してもよく、それは、より高い屈折率の材料である。反射防止コーティング8は、光学的に透明な接着剤、例えばサンゴバンBC-600 (Saint Gobain BC-600)であってもよく、したがって、二重目的を実行してもよい。

## 【0060】

シンチレータ1とファイバ2との間の接合部は、頑丈さを加えるために強化されてもよい。特に、保護プラスチックチュービング9が、シンチレータ1及びファイバ2の上に設けられて、シンチレータ1を適所に保持してもよい。バッファータチュービング5が、ファイバ2の端から剥かれて、プラスチックチュービング9を収容してもよい。プラスチックチュービング9は、接着剤(図示せず)によって、適切にはこれもまたサンゴバンBC-600または別の光学的に透明な接着剤によって、シンチレータ及びファイバ2の両方に固定されてもよい。プラスチックチュービング9は、いずれの適切な硬質プラスチック、例えば、PMMMAまたはポリカーボネートであってもよい。プラスチックチュービング9は、外部干渉光を遮蔽するために不透明であってもよい。代替的に、または、プラスチックチュービング9が設けられない実施形態では、追加光シールド(図示せず)が設けられてもよい。また、シンチレータの形状は変動してもよく、例えば、接続点で内向きに先細りしてファイバとのより強い接続を提供してもよい。

## 【0061】

シンチレータ1の寸法は、空間分解能と信号強度との間のトレードオフとして線量計の多くの用途で重要である。より小さなシンチレータ1は、空間分解能を増加するが、結果として、ファイバ2によって収集される検出可能な信号が対応して減少する。その結果、フォトディテクタ6によって受け取られる信号の信号対雑音比は減少する。

## 【0062】

加えて、大きなコアの光ファイバ( $> 0.4\text{ mm}$ )が使用される場合には、ファイバ2によってシンチレータ1から受け取られる信号が、増大することがある。好ましくは、大きなコアの光ファイバはまた、高開口数( $> 0.4$ )を有する。現在利用可能な大きなコアで高開口数のファイバの2つの例は、三菱レイヨンのスーパーエスカSHV4001 (Mitsubishi Rayon Super Eska SHV4001) ( $0.98\text{ mm}$ コア、開口数 $= 0.5$ )、及び、サンゴバンBCF-98 (Saint Gobain BCF-98) ( $0.98\text{ mm}$ コア、開口数 $= 0.58$ )である。

## 【0063】

リフレクタ7、大きなコアの光ファイバ2及び小さなシンチレータ1を有し、およそ1ミリメートル以下の直径を有する組み合わせが、特に有利である場合がある。高開口数のファイバがこの組み合わせとともに使用される場合に、さらなる利点を得られる。シンチレータ1の形状がファイバ2の形状に整合する場合に、例えば両方が円形断面を有する場合に、さらなる利点を得られる。本明細書にわたって、ファイバ及びシンチレータは両方とも円形断面を有すると想定され、これは、もっとも好適な実施形態を表すが、必須ではない。また、好ましくは、シンチレータは、光ファイバの断面積に実質的に等しいかそれ

未満の断面積を占有する。

【0064】

フォトディテクタ6の入力で十分な信号対雑音比を提供し、正確な測定を得ることを可能にしつつも、上述の組み合わせを使用して高い空間分解能を提供してもよい。これらの寸法で作られた本発明の線量計100は、例えば、カテーテル内に挿入するのに適切となる場合があり、これによって線量計100は近接照射療法用途のために適切となる。

【0065】

代替の実施形態において、シンチレータからファイバへのインタフェースに接着剤を使用する代わりに、シンチレータ1及びファイバ2は、高周波(RF)を使用して一緒に溶接されてもよい。溶接プロセスは、シンチレータ及びファイバの端と一緒に、高周波が加えられるのに通る円筒形ダイスの2つの半体の間に押圧することを伴ってもよく、一方、好ましくは、また、軸方向の力を加えて接合部を圧縮する。ファイバ及びシンチレータは、ファイバの長手方向軸に対して直角に、または、他の角度に、切られてもよい。

【0066】

図2は、線量計の第2の実施形態を示し、これは、矢印200によって全体的に参照され、これはまた、近接照射療法に特定の用途を有してもよく、図1に示された線量計100に関して有利であるとして本願に上述された特徴の同一の組み合わせを共有してもよい。図2に示された線量計200は、シンチレータ21を有し、これは、典型的に、近接照射療法用途では、1ミリメートル未満の直径を有する。シンチレータ21は、用途によって、信号強度と空間分解能との間の適切なバランスを提供するために、1:1~5:1の範囲の長さ対直径の比率を有してもよい。図2において、比率は、およそ3.5:1であり、図1では、比率は、およそ2.6:1であった。図1及び2に提供された例は、現在設計された寸法のもっとも好適な範囲のシンチレータを示し、すなわち、2:1~4:1の範囲の長さ対直径(または幅)の比率を有する。この範囲のシンチレータを使用することによって、正確な測定値を得るために高い空間分解能を得て且つ十分な信号強度を維持するという2つの要件の間に最適なバランスが提供されてもよい。

【0067】

図2の実施形態において、シンチレータ21は、ファイバ22内に挿入される。ファイバ22は、コア23と、クラディング24と、バッファチュービング25と、を含む。再度、ファイバ22は、フォトディテクタ26に接続された大きなコアのポリマーファイバであってもよい。線量計100と同様に、線量計200は、シンチレータ21のインピーダンスをファイバ22に整合するために、反射防止コーティング28を含んでもよく、また、シンチレータ21の遠位端にリフレクタ27を含んでもよい。

【0068】

線量計200を作るために、円筒形の穴が、コア23の領域のファイバ2の端に形成される。穴は、好ましくは、実質的にコア23の全体を除去し、クラディング24はそのままにする。シンチレータ21は、反射防止コーティング28に整合する任意のインピーダンスを備え、次いで、穴内に挿入され、適所に接着される。リフレクタ27は、次いで、ファイバ22の端に、適切にはまた接着剤で加えられる。再度、サンゴバンBC-600が接着剤として使用されてもよい。光ファイバが中空コア光ファイバ(下記参照のこと)である場合には、ファイバの端に円筒形の穴を形成するステップは省略されてもよい。

【0069】

線量計200の利点は、シンチレータ21とファイバ22との間に接合部がないことである。これは、線量計200の頑丈さを増してもよく、これは、測定場所に到達するためにファイバ22がカーブのまわりを移動しなければならない近接照射療法等の用途には特に有利であってもよい。

【0070】

図3は、本発明にしたがった線量計の第3の実施形態の概略図を示し、これは、矢印300によって全体的に参照される。線量計300は、シンチレータ31と、コア33、クラディング34及び任意のバッファチュービング35を有する光ファイバ32と、を

含む。クラディング 34 は、鞘状であってもよい。リフレクタ 37 は、シンチレータ 31 の端と、シンチレータ 31 の側部のまわりに設けられる。リフレクタ 37 をシンチレータ 31 の側部のまわりに延出すると、シンチレータ 31 の開口数が増加するため、ファイバ 32 の開口数がシンチレータ 31 の開口数よりも大きいときに、利点となる。反射防止コーティング 38 が、シンチレータ 31 とファイバ 32 とのインタフェースに設けられる。小さなシンチレータと、大きなコア及び高い開口数を備えたファイバと、を使用する組み合わせもまた、線量計 300 に使用されてもよい。

#### 【0071】

ファイバ 32 は、フォトディテクタ 36 に接続され、中空コア 33 を有する。中空コアファイバ 32 は、コア 33 の境界を規定する金属化コーティング 39 を有する。金属化コーティング 39 は、銀がパイプの内側表面に沈殿するように、パイプを通して硝酸銀溶液を進ませることによって、形成されてもよい。代替の実施形態において、金属化層 39 は、内部反射を生じさせるため、別の反射性材料または構造物に、例えば誘電体層のコーティングまたは微細構造アレイに、取って代わられてもよい。

10

#### 【0072】

1つの実施形態において、ファイバ 32 は、ブラッグチューブであってもよい。本発明に使用されるのに適切であってもよい様々な他のタイプの中空ファイバもまた、設計されている。

#### 【0073】

中空ライトパイプとして使用されてもよいファイバの 1つの例は、 $2.9 \sim 10.6 \mu\text{m}$  波長範囲に設計された銀ライニングされたエアコアシリカ導波管である。このタイプのファイバは、ポリマイクロテクノロジーズ、LLC (Polymicro Technologies, LLC) が販売しており、現在、本社をアメリカ合衆国アリゾナ州フェニックスにしている。銀ライニングは、光用の内部リフレクタを提供して、光がファイバに沿って進行するのを可能にすることと、クラディング 34 に生成されたチェレンコフ放射がコア 33 内へ入るのに対して少なくとも部分的なバリアを形成することと、の二重機能を行ってもよい。内部リフレクタを形成するために他の材料、例えばアルミニウムが使用されてもよい。バリアはまた、外部環境の光がライトパイプに入るのを防止してもよい。

20

#### 【0074】

およそ 1 ミクロンかまたはそれ以上の厚さを有する銀の層は、チェレンコフ放射の検出によって導入されたいずれのエラーも十分小さいという測定を得るために、大半の用途で適切となる場合がある。およそ 0.5 ミクロンほどの低い厚さが、依然としてチェレンコフ放射の有用な阻止を提供してもよく、一方、およそ 2 ミクロンを超える厚さで層を形成することは、滑らかな表面を維持することを困難にし、結果として、過剰な損失になる。必要な実際の厚さは、使用される製造技術及び線量計の要件仕様に依存する。

30

#### 【0075】

本願に記載された実施形態にしたがったファイバの特性を適応させることによって、比較的厳しい要件仕様に合致することができることが予想され、これは、標準ファイバを使用すると以前には可能ではなかったかもしれない。例えば、ライトパイプの 1 メートルの長さ にわたる 95% 未満の伝搬損失の要件、及び、ライトパイプ内に進みそれに沿って伝播するチェレンコフ放射及び / または環境光に起因する信号の 2% 未満または 1% 未満の雑音である。その要件は、リフレクタ及び囲繞する材料の特性を選択することと、定期検査を行って、特定のライトパイプが要件に準拠するのを検証することと、によって合致してもよい。

40

#### 【0076】

中空ライトパイプの内部に設けられた反射材料または構造物を進むいずれのチェレンコフ放射が含まれることも、反射材料の表面の不完全さに起因する場合がある。したがって、これらの不完全さを減少することによって、チェレンコフ放射がライトパイプに沿って伝達することが減少されてもよい。例えば、不完全さは、銀ライニングされた中空ファイ

50

バでは、ファイバの表面をヨウ素化することによって、減少されてもよい。ヨウ素化の深さを適切にすることは、ファイバの損失を減少するというさらなる利点を有する場合がある。

【0077】

リフレクタが、チェレンコフ放射または環境放射に対して不十分なバリアを提供する場合には、追加バリア、例えば、チェレンコフ放射の高い減衰の特性を有する材料が、リフレクタの外側表面の近くに位置してもよい。

【0078】

1つの実施形態において、クラディング34、または、クラディング34と反射材料または構造物との間の材料の層は、チェレンコフ放射を減衰するように選択されてもよく、それによって、測定された信号にチェレンコフ放射が発生するのをさらに減少する。この実施形態は、ファイバの内部リフレクタを形成する材料、例えば、銀またはアルミニウムのライニングが、チェレンコフ放射に対して十分に不透明ではない特定の用途を有してもよい。これはまた、反射構造物のまわりに置かれた減衰材料を備えた、微細構造物または多層誘電性リフレクタを有するライトパイプに特定の用途を有してもよい。

10

【0079】

中空ライトパイプとして使用されてもよいファイバの別の例は、部分的にコーティングされたポリマーから製造された中空コアのフォトニックバンドギャップファイバであり、それは、チューブに巻かれ、次いで引かれる。このタイプのファイバの詳細は、下記に見出すことができる。すなわち、

20

【0080】

a) 「中空誘電性導波管ファイバのモード構造の分析 (Analysis of mode structure in hollow dielectric waveguide fibers)」、Mihai Ibanescu、Steven G. Johnson、Marin Soljacic、J. D. Joannopoulos、Yoel Fink、Ori Weisberg、Torkel D. Engeness、Steven A. Jacobs及びM. Skorobogatiy 著、フィジカルレビューE (Physical Review E)、第67(4)巻、記事番号046608、(2003)。

30

【0081】

b) 「CO<sub>2</sub>レーザー伝送用の大きなフォトニックバンドギャップを備えた波長拡張性のある中空光ファイバ (Wavelength-scalable hollow optical fibres with large photonic bandgaps for CO<sub>2</sub> laser transmission)」、Burak Temelkuran、Shandon D. Hart、Gilles Benoit、John D. Joannopoulos及びYoel Fink 著、ネイチャー (Nature)、第420巻、650~653頁、2002年12月12日。

【0082】

c) 送信導波管における一般幾何スケーリング摂動の分析、偏波モード分散と群速度分散との間の基本的関係 (Analysis of general geometric scaling perturbations in a transmitting waveguide. The fundamental connection between polarization mode dispersion and group-velocity dispersion)」、M. Skorobogatiy、M. Ibanescu、S. G. Johnson、O. Weisberg、T. D. Engeness、M. Soljacic、S. A. Jacobs及びY. Fink 著、ジャーナルオブオプティカルソサイエティアオブアメリカB (Journal of Optical Society of America B)、第19巻、2867~2875頁、(2002)。

40

【0083】

50



d)「高屈折率導波管における幾何変動、曲線座標における連成モード理論 (Geometric variations in high index-contrast waveguides, coupled mode theory in curvilinear coordinates)」、M. Skorobogatiy、S. A. Jacobs、S. G. Johnson 及び Y. Fink 著、オプティクスエクスプレス (Optics Express)、第 10 巻、1227~1243、(2002)。

【0084】

e)「最高の判断基準 (The Gold Standard)」、または、「全方向誘電鏡ファイバからの外部反射 (External Reflection from Omnidirectional Dielectric Mirror Fibers)」、サイエンス (Science)、第 296 巻、510~513 頁、2002 年 4 月 19 日。

10

【0085】

適切なファイバの第 3 の例は、「中空コア微細構造ポリマー光ファイバ (Hollow core microstructured polymer optical fibre)」、A. Argyros、M. A. van Eijkeienborg、M. C. J. Large、I. M. Bassett 著、オプティクスレターズ (Optics Letters)、2006 年 1 月 15 日、に記載されたような、中空コアフォトリックバンドギャップ、微細構造ポリマー光ファイバである。

【0086】

20

これらのタイプのファイバは、測定信号におけるチェレンコフ放射を減少するために、再度、本願に記載のように修正されてもよい。

【0087】

具体的にチェレンコフ放射へのブロックを提供するために、誘電体層または微細構造物が設計されてもよい。例えば、微細構造物または誘電体層の配列は、その内側表面にシンチレータ光用のリフレクタ、及び、外側表面にチェレンコフ放射用のリフレクタを提供することができる。ブルーのシンチレータが使用されるときには、微細構造物または誘電体層は、両側から実質的に同一の反射特性を有してもよく、十分な厚さを備えて設計されてもよく、例えば、結果として、測定信号に、2%未満の、より好ましくは 1%未満の、チェレンコフ放射が含まれることになる。異なる色のシンチレータが使用されるときには、微細構造物または誘電体層の配列は、その内側表面に接触する光には、外側表面に接触する光とは異なる反射または光吸収特性を提供してもよい。これは、1つの実施形態では、事実上、2つのリフレクタを互いの頂部に積み重ねることによって達成されてもよい。

30

【0088】

チェレンコフ放射へのブロックを形成するために、誘電体層または微細構造物は、比較的厚く、例えば、およそ 10 ミクロン厚またはそれ以上に作られてもよい。

【0089】

加えて、薄膜のエアコアポリマーファイバが、本願に記載された実施形態とともに使用されるのに適切であってもよい。出願人は、このタイプのファイバが近い将来市販される予定であることを理解している。

40

【0090】

エアコアファイバの使用は、フォトディテクタで受け取られた信号のチェレンコフ放射を斟酌する必要性を有意に減少するか、または、排除することさえある。それに応じて、より正確な測定が得られることもあり、ブルーの波長を有する光を発するシンチレータが、より効果的に使用されてもよく、シンチレータ 31 のサイズが減少されてもよい。

【0091】

特に、コアを金属層、例えば銀の層等でコーティングさせたエアコアライトパイプの使用は、非常に少量の、または、実質的にゼロの、チェレンコフ放射をフォトディテクタへ伝達してもよい。1つの実施形態において、その層により、測定信号に、2%未満の、または 1%未満さえの、チェレンコフ放射が含まれることになる場合がある。金属層は、チ

50

チェレンコフ放射が光ファイバのコア内に貫入しディテクタへ伝播するのを抑制するかまたは防止する。それに応じて、光伝播を可能にするために、中空コアを利用し、コアの周囲の非常に近くにチェレンコフ放射へのバリアと、コアの反射表面と、を含む光ファイバ構造は、放射線量を測定するための線量計に特に有用である場合がある。金属ライニングされたコアの場合には、バリア及びリフレクタは、材料の単一層に設けられる。

#### 【0092】

図4は、線量計の第4の実施形態の概略図を示し、これは、矢印400によって全体的に参照される。線量計400は、線量計100に類似した構造を有し、シンチレータ41を含み、これは、好ましくは、1:1~5:1の範囲の長さ対幅比を有し、より好ましくは、2:1と4:1の間であり、さらに、エアであってもよいコア43を有する光ファイバ42と、クラディング44と、バッファチュービング45と、を含む。保護プラスチックチュービング49が、シンチレータ41を横切ってファイバ42接合部に延出する。フォトディテクタ46は、ファイバ42から光を受け取り、ファイバ42から受け取った光の強さを示す出力を提供する。リフレクタ47がシンチレータ41の端に設けられ、光をファイバ42へ向けて反射し戻す。

10

#### 【0093】

線量計400は、シンチレータ41とファイバ42との間の光路に沿って、GRINレンズ48または他の適切な屈折要素をさらに含む。GRINレンズは、ファイバ42の臨界角の外部であるシンチレータ41からの光を、ファイバ42の臨界角内の角度へ再方向づける。したがって、事実上、GRINレンズ48は、ファイバ42の開口数を増加し、増加した量の光を捉えることを可能にする。これにより、依然としてより小さなシンチレータ41を使用することが可能となり、及び/または、フォトディテクタ46で信号対雑音比の増加を提供する。

20

#### 【0094】

当業者は、全4つの実施形態の態様を入れ替えて、線量計のさらなる実施形態を提供してもよいことを認識する。例えば、線量計300のシンチレータ31は、光ファイバ32内に完全に挿入されてもよく（穴は、エアコア33の固有の部分として、既に形成されている）、シンチレータ41及びGRINレンズ48は光ファイバ42内に挿入されてもよい。リフレクタはまた、それぞれ、線量計100、200及び400内のシンチレータ1、シンチレータ21及び/またはシンチレータ41の側部のまわりに設けられてもよい。ポリマーファイバよりも曲げに対する耐性が低いこともある中空コアファイバの使用が用途によって可能である線量計100、200に、中空コアファイバが使用されてもよい。また、GRINレンズが、線量計100、200及び300のシンチレータからファイバへのインタフェースに使用されてもよい。

30

#### 【0095】

反射層がコーティングされたコアを有するライトパイプが使用されるときには、1つの実施形態において、シンチレータが、ライトパイプのコア内に完全にまたは実質的に、挿入されてもよい。これは、ライトパイプの接続への頑丈なシンチレータの組み合わせを提供してもよく、シンチレータの側部のまわりにリフレクタを有することに関する利点を提供してもよく（リフレクタはライトパイプの反射金属層である）、小さな断面積を占めてもよい。

40

#### 【0096】

本発明にしたがった線量計によって生成されるいずれのチェレンコフ放射も、できる限り放射線場に垂直であるようにファイバを配向することによって減少されてもよい。この角度の配向がチェレンコフ放射の生成を最小限にしてもよいと出願人は決定した。

#### 【0097】

加えて、フォトディテクタ6、26、36、46は、信号処理を用いて、チェレンコフ放射の影響をさらに減少し、及び/または、いずれのさらなる干渉信号をフィルタ除去してもよい。

#### 【0098】

50

中空コア光ファイバを利用する実施形態において、このファイバは、フォトディテクタに接続する中空でないコアファイバと結合されてもよい。これは、例えば、シンチレータがディテクタから離れていて損失を減少する場合に（中空コアファイバとポリマーファイバとの間のインタフェースにおけるさらなる反射損失を斟酌すべきである）、及び/または、製造コストを減少する場合に、必要とされてもよい。フォトディテクタへのチェレンコフ放射の伝播を最小限にするように、中空コアファイバを、できる限り放射線場に、好ましくは放射線場全体に、使用してもよい。

#### 【0099】

図5、6及び7は、較正機能を含む本発明の線量計を示す。図5、6及び7において、類似参照符号は、類似構成要素を参照する。

10

#### 【0100】

次に、図5を参照すると、本発明の別の態様にしたがつた線量計500が示される。線量計500は、フォトディテクタ56と、コネクタ54を通してフォトディテクタ56に接続された光ファイバ52と、を含む。一方の端で光ファイバ52に接続され他方の端にリフレクタ57を有するシンチレータ51は、線量計500に測定信号を提供する。線量計500は、図1に示された線量計100に類似してもよいが、フォトディテクタ56を除く。フォトディテクタ56はまた、図2～4に示されたタイプの線量計及びさらに代替の光ファイバ線量計とともに使用されてもよい。

#### 【0101】

フォトディテクタ56は、「Y」カップリングまたはスプリッタ64を含み、これは、発光ダイオード(LED)61及びフォトディテクタ回路62の両方を光ファイバ52に接続する。LED61は、代替の適切な光源に取って代わられてもよい。

20

#### 【0102】

LED61は、制御された量の光が光ファイバ52内に入るのを許可し、これは、リフレクタ57によってフォトディテクタ56及びフォトディテクタ回路62へ反射し戻される。図5～7において、リフレクタ57はシンチレータ51よりも大きく示されているが、大半の実際の線量計では、リフレクタ57はシンチレータ51とほぼ同一のサイズである。次いで、フォトディテクタ56は、フォトディテクタ回路62が、LED61がONでシンチレータに加えられる放射線がないときに光フィギュア52から受け取った光の測定を得る。これは、線量計500に較正信号を提供する。

30

#### 【0103】

1つの実施形態において、LED61からの光は、シンチレータ51を励起しない。この実施形態において、LED61を使用して、例えばシンチレータを測定場所へ挿入する間の破損のため、環境からの汚染光の進入に対する光路の安全性をチェックしてもよい。

#### 【0104】

別の実施形態において、LED61からの光は、シンチレータ51を励起し、LED61を使用して、同一の放射線場に生成され、伝播され、及び/または、検出される光の経時変化を較正してもよい。この実施形態において、リフレクタ57は、省略されてもよく、または、代替的に、選択的なリフレクタの形態のリフレクタ57が設けられてもよく、これは、LED61によって生成された光よりも、シンチレータ51によって生成された光に、より高い反射率を有する。このタイプのリフレクタは、湿性沈着技術を使用して銀の薄い層を沈着することによって、形成されてもよい。スパッタアルミニウムも使用することができるが、反射率プロファイルは、ブルー/UV領域で、より平坦であってもよい。

40

#### 【0105】

シンチレータ51がこれに加えられる放射線を有し且つ光を生成しているときには、フォトディテクタ56は次いで、LED61から調達される信号に対して受け取られた光信号の出力を提供することができる。当業者は、これが、いずれの接続効率の変動も、ファイバの損失及びディテクタ効率の変動も、さらには発生し得る他の変動も、自動的に訂正するのを可能にすることを認識する。LED61はまた、ちょうど相対用量測定の代わり

50

に、定量的放射線測定を得るのを可能にすることもある。

【0106】

ディテクタ56及び本願に記載されたディテクタの他の実施形態は、電子処理システム、例えばマイクロプロセッサ90及び関連メモリ91を含み、ディテクタを制御する。当業者は、電子処理システムが、必要な機能性及び特定の実施に依存して、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、プログラム可能論理装置を備えてもよいことを認識する。

【0107】

マイクロプロセッサ90は、較正された測定を計算する際に使用するために、メモリ91の構成要素に、較正光信号の強さを記録してもよい(LE D 61からの光が光ファイバ52に沿って伝達された後にその光を受け取るか、または、シンチレータ51がLE D 61によって励起された後にその光を受け取るか、のいずれか)。あるいは、電子処理システムは、単に、受け取った光の強さを示す情報を、線量計500のオペレータに対して、表示させるか、印刷させるか、または、他のやり方で通信させるだけでもよく、オペレータは次いで、較正された測定を手動で計算する。

【0108】

スプリッタ64の使用から生じる戻り信号の損失(3dB)が高すぎると分かった場合には、光ファイバスイッチを有するカプラーがスプリッタ64に取って代わることができる。

【0109】

あるいは、損失を減少するために、スプリッタ64のY接合部を曲げて、フォトディテクタ回路62への戻り信号に強く有利に働くようにすることができるが、それは、実際に最大の感度を必要とする。例えば、Y接合部60のアーム60Aが、アーム60Bと一致して設けられてもよい。アーム60Cは、スプリッタ64を形成するファイバの臨界角を超えないならば、アーム60Bに対していずれの角度であってもよい。

【0110】

可能な代替の実施形態において、LE D 61は、フォトディテクタ56の外部に設けられてもよい。

【0111】

図6は、さらなる代替の線量計600を示し、これは、線量計500に類似するが、1×2スプリッタ64の代わりに、2×2カプラー68がフォトディテクタ66に使用されることを除く。フォトディテクタ回路62は、光電子増倍管であってもよく、一方、第2のフォトディテクタ回路63は、感度が低い装置であってもよい。この実施形態のLE D 61は、シンチレータ51を励起する波長で光を発する。したがって、LE D 61は、アントラセンシンチレータに蛍光発光を励起するために365nmでUV光を発してもよい。適切なLE D 61は、日本の日亜工業株式会社(Nichia)が販売する365nm UV-LEDであってもよい。

【0112】

フォトディテクタ回路63は、LE D 61によって発せられるパワーの測度を提供し、LE D 出力パワーの任意の劣化を斟酌するために、任意の較正測定を標準化することができる。フォトディテクタ600は、フォトディテクタ500の利益を提供することができるが、そのシンチレーションの感度に関して線量計の感度を較正することもできる。挿入中の破損をチェックするために線量計の完全性をその場で検査することもできる。再度、リフレクタ57は、シンチレータ51によって生成された光を選択的に反射してもよく、LE D 61から光を吸収してもよい。

【0113】

図7は、線量計600に類似した線量計700を示し、フォトディテクタ66に類似したフォトディテクタ76に有するが、2×2カプラー68は、線量計600で発生する3dB損失を減少するために、分割比で選択された一対の1×2カプラー78に取って代わられていることを除く。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 4 】

シンチレータ 5 1 を励起する L E D または他の光源を有する図 5、6 及び 7 に示された線量計では、L E D からの光が直接ディテクタに落ちるのを防止するためにフォトディテクタ / フォトディテクタ A の前に光フィルタを含むことが有利となる場合がある。

## 【 0 1 1 5 】

それぞれ、図 5、6 及び 7 に示された線量計 5 0 0、6 0 0、7 0 0 を校正する 2 つの方法がある。第 1 の方法は、シンチレータを励起するために U V 波長を発する L E D を提供することを含む。

## 【 0 1 1 6 】

L E D 6 1 は、U V 光を発し、これは、図 6 及び 7 では、機器内部のフォトディテクタ B 6 3 で測定され、発せられる光の大きさを決定する。L E D からの光が経時的に安定するか、または、公知の速度で崩壊する場合には、フォトディテクタ B 6 3 は必要でなくてもよい。この簡略化バージョンは、図 5 に示されている。

## 【 0 1 1 7 】

U V 光は、シンチレータ 5 1 を励起する。シンチレータで生成された光は、次いで、フォトディテクタ A 6 2 によって測定される。フォトディテクタ 6 2 では、シンチレータ 5 1 によって生成された光のみを測定することが望ましく、これを確実にするには 2 つの措置がある。第 1 に、ミラー 5 7 が、U V 光用の最小反射率を有するように選ばれる。第 2 に、フィルタ 6 9 が、フォトディテクタ 6 2 の前に置かれる。

## 【 0 1 1 8 】

校正時に放射線源（図示せず）を用いてシンチレータ 5 1 を励起することによって、参照の大きさが制定される。次いで、いずれの状況でもシンチレータから測定された信号の大きさは、参照の大きさと比較され、シンチレータ 5 1 とフォトディテクタ 6 2 との間の経路における損失の変化を斟酌することができる。線量計は、シンチレータ 5 1 に対する公知の線量率を備えた放射線源を使用することによって、用量が校正される。

## 【 0 1 1 9 】

第 2 の方法は、シンチレータ光への波長に類似した光の波長を発する L E D 6 1 を使用する。L E D 光は、機器のファイバ 6 0 とディテクタのファイバ 5 2 との間のインタフェースで且つファイバ 5 2 とシンチレータ 5 1 との間のインタフェースで、フォトディテクタ 6 2 へ反射し戻る。L E D 光はまた、ミラー 5 7 で強く反射する。

## 【 0 1 2 0 】

シンチレータ 5 1 とフォトディテクタ 6 2 との間の損失の変化は、フォトディテクタ 6 2 によって L E D 6 1 から検出される光の大きさの変化によって斟酌することができる。これは、先に述べられた第 1 の方法と同一のやり方で使用して絶対用量または線量率測定を決定することができる。

## 【 0 1 2 1 】

校正機能を備えた線量計のさらなる代替の実施形態において、L E D は、フォトディテクタから離れて位置してもよい。この実施形態は、図 8 に示され、これは、1 × 2 スプリッタ 8 4 及び光ファイバ 8 5 によって接続されたシンチレータ 8 1 と、フォトディテクタ 8 2 と、L E D 8 3 と、を示す。シンチレータ 8 1 は、図 1 ~ 7 に関して上記に記載されたタイプであってもよい。

## 【 0 1 2 2 】

L E D 8 3 を使用して、フォトディテクタ 8 2 の感度のいずれの変化を決定し訂正することもできる。L E D 8 3 は、一定の参照光源として使用される。

## 【 0 1 2 3 】

近接照射療法用途のために現在設計された好適な実施形態にしたがった、線量計の例示的な実施形態は、下記の特性を有する。すなわち、

## 【 0 1 2 4 】

1) ポリマクラディングを備えた銀ライニングされた円筒形中空コア光ファイバ。中空コアは、およそ 1 mm の直径及びおよそ 0 . 6 m の長さを有し、光電子増倍管ディテク

10

20

30

40

50

タに直接接続する。銀ライニングの厚さは、およそ 1 ミクロンである。

【 0 1 2 5 】

2 ) コアよりもわずかに小さい直径を有し長さ対幅比がおよそ 3 : 1 である円筒形 P V T シンチレータが、光ファイバの銀ライニングに締め込み嵌めするように、中空コア内に挿入される。

【 0 1 2 6 】

3 ) サンゴバン B C - 6 0 0 を使用して、3 6 5 n m の光用の選択的なりフレクタが、シンチレータの外側端に接着される。

【 0 1 2 7 】

4 ) 図 7 に関連して記載されたような 3 6 5 n m L E D を含む光電子増倍管ディテクタが、光ファイバ 5 2 をフォトディテクタ 6 2 に接続し、光ファイバ 5 2 へ向けて偏倚される 1 × 2 カプラー 7 8 を備える。

10

【 0 1 2 8 】

前述の記載に、公知の等価物を有する特定の整数が参照されている場合には、これらの等価物は、個々に述べられたように、これによって本願に組み込まれる。

【 0 1 2 9 】

当業者は、本発明の範囲から逸脱せずに、修正及び追加が本発明になされてもよいことを認識する。

【 0 1 3 0 】

本明細書に開示され規定された発明は、本文または図面に述べられたかまたはそれらから明らかである個別の特徴の 2 つまたはそれ以上のすべての代替の組み合わせに広がることを理解される。これらの異なる組み合わせのすべてが、本発明の様々な代替の態様を構成する。

20

【 0 1 3 1 】

本明細書に使用される「備える」( c o m p r i s e s ) という用語(またはその文法的変形)は、「含む」( i n c l u d e s ) という用語と等価であり、他の要素または特徴の存在を除外すると取るべきではないことも理解される。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 3 2 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態にしたがった線量計の概略図である。

30

【図 2】本発明の第 2 の実施形態にしたがった線量計の概略図である。

【図 3】本発明にしたがった線量計の第 3 の実施形態の概略図である。

【図 4】本発明にしたがった線量計の第 4 の実施形態の概略図である。

【図 5】本発明にしたがった線量計のさらなる実施形態の概略図であり、較正機能を含む。

【図 6】本発明にしたがった線量計のさらなる実施形態の概略図であり、較正機能を含む。

【図 7】本発明にしたがった線量計のさらなる実施形態の概略図であり、較正機能を含む。

【図 8】本発明にしたがった線量計のさらなる実施形態の概略図であり、較正機能を含む。

40



【図 5】

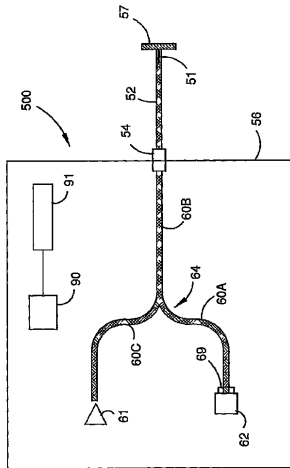


FIGURE 5

【図 6】

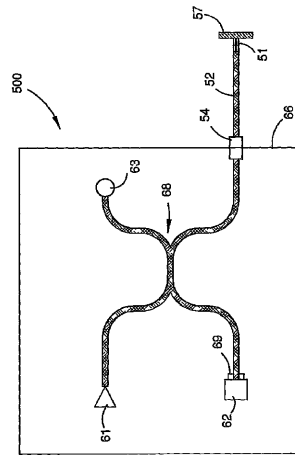


FIGURE 6

【図 7】

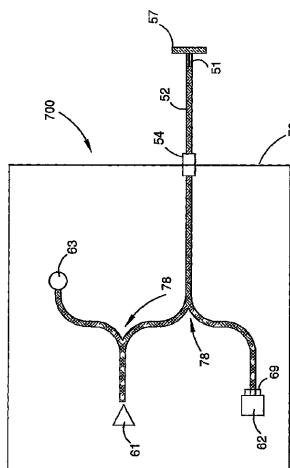


FIGURE 7

【図 8】

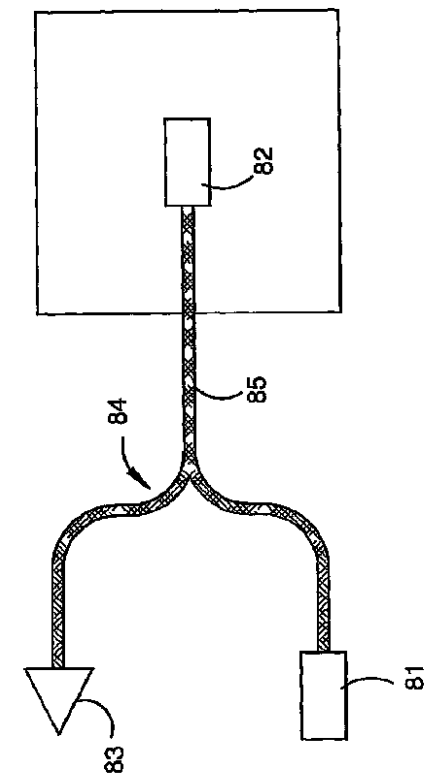


FIGURE 8



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU2007/000081
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int. Cl. <b>G01T 1/10 (2006.01) G01T 1/164 (2006.01) G01T 1/20 (2006.01)</b> 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) AU2006900427 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) DWPI, JAPIO & keywords (dosimet+, radiation, x-ray, gamma+, dose, dosae?, scintillat+, light pipe?, optic+ fibre?, cerenkov, reflect+ and similar words) USPTO REF/5006714 & keywords (dosimet\$, scintillat\$, fiber) ESPACE & keywords (dosimet*, scintillat*, fibre, fibre, cerenkov)		
<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	Patent Abstracts of Japan, JP 2001-056381 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 27 February 2001 (machine translation, retrieved 4 September 2006 from internet) <URL: <a href="http://www4.ipdl.ncipi.go.jp/Tokujitu/PAJdetail.ipdl?N0000=60&amp;N0120=01&amp;N2001=2&amp;N3001=2001-056381">http://www4.ipdl.ncipi.go.jp/Tokujitu/PAJdetail.ipdl?N0000=60&amp;N0120=01&amp;N2001=2&amp;N3001=2001-056381</a> > Abstract; paragraphs 0005-0014, 0017-0073, 0033-0035	28, 36-44, 46 and 55-57
A	FR 2822239 A1 (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE) 20 September 2002 [& US 2004/0238749 A1 (FONTBONNE et al.) 2 December 2004] Abstract; figures 1-3; paragraphs 0007-0011, 0014-0019, 0037-0063	
<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      "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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date      "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 "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)      "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 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means      "&" document member of the same patent family "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 16 April 2007		Date of mailing of the international search report 19 APR 2007
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA E-mail address: pct@ipaustralia.gov.au Facsimile No. (02) 6285 3929		Authorized officer RAJEEV DESHMUKH AUSTRALIAN PATENT OFFICE (ISO 9001 Quality Certified Service) Telephone No : (02) 6283 2145

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2007/000081

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6333502 A (SUMITA et al.) 25 December 2001 Abstract; figure 1; column 2, lines 35-40; column 3, lines 1-31; column 6, line 40 to column 7, line 55	
A	US 5905262 A (SPANSWICK) 1 May 1999 Abstract; figures 1 and 5; column 4, lines 62-65; column 5, lines 44-59	
A	JP 10-153663 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 9 June 1998 [& US 5905263 A (NISHIZAWA et al.) 18 May 1999] Abstract; column 1, line 57, to column 2, line 50; column 3, line 33, to column 6, line 67	
A	US 6563120 B1 (BALDWIN et al.) 13 May 2003 Abstract; figures 1-2; column 1, line 63, to column 2, line 13; column 2, line 44, to column 3, line 66	
A	US 2003/0163016 A1 (TESTARDI) 28 August 2003 Abstract; figure 1; paragraphs 0007-0022, 0040, 0066-0070	
A	US 6920202 B1 (DINSMORE) 19 July 2005 Abstract; figures 1-2b; column 4, lines 3-54; column 5, line 59 to column 6, line 26, column 10, line 24 to column 11, line 30.	
A	GB 2375170 A (SENSORMETRICS et al.) 06 November 2002 Abstract; figures 1A, 2; pages 2-3, 5-8	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2007/000081

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a)

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
This International Application does not comply with the requirements of unity of invention because it does not relate to one invention or to a group of inventions so linked as to form a single general inventive concept.

As argued on an extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-14, 28-35, 46 and 55-59 plus 36-44 when appended to claims 1-14 or claims 28-35

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2007/000081

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of Boxes I to VIII is not sufficient)

**Continuation of Box No: III**

This International Application does not comply with the requirements of unity of invention because it does not relate to one invention or to a group of inventions so linked as to form a single general inventive concept.

In assessing whether there is more than one invention claimed, I have given consideration to those features which can be considered to potentially distinguish the claimed combination of features from the prior art. Where different claims have different distinguishing features they define different inventions.

This International Searching Authority has found that there are two different inventions sharing various combinations of at least five distinguishing features as follows:

1. Claims 1-14, 28-35, 46 and 55-59 plus 36-44 when appended to claims 1-14 or 28-35 are directed to a dosimeter with (a) a scintillator, (b) a light pipe connected to the scintillator and (c) a detector to detect light output from a second end of the light pipe. It is considered that (d) the light pipe comprising a hollow core with light reflective material or structure plus other features comprises the first distinguishing feature.
2. Claims 15-27, 45 and 49-54 and plus 36-44 when appended to claims 15-27 are directed to a dosimeter with (a) a scintillator, (b) a light pipe connected to the scintillator and (c) a detector to detect light output from a second end of the light pipe. It is considered that (e) a light source in optical communication with the light pipe and used for calibration in various ways comprises the second distinguishing feature.

PCT Rule 13.2, first sentence, states that unity of invention is only fulfilled when there is a technical relationship among the claimed inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features. PCT Rule 13.2, second sentence, defines a special technical feature as a feature which makes a contribution over the prior art.

The only features common to all of the claims are (a) a scintillator, (b) a light pipe connected to the scintillator and (c) a detector to detect light output from a second end of the light pipe. However these concepts are not novel in the light of:

- (i) US 5006714 A (ATTIX) 9 April 1991 and
- (ii) JP 2001-056381 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 27 February 2001

This means that the common feature can not constitute a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, since it makes no contribution over the prior art.

Because the common feature does not satisfy the requirement for being a special technical feature it follows that it cannot provide the necessary technical relationship between the identified inventions. Therefore the claims do not satisfy the requirement of unity of invention *a posteriori*.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/AU2007/000081**

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report			Patent Family Member			
JP	2001056381	NONE				
FR	2822239	CA 2443359	EP 1368674	US 7154097		
		US 2004238749	WO 02075359			
US	6333502	DE 19925689	FR 2779531	FR 2877099		
		JP 11352235				
US	5905262	NONE				
JP	10153663	DE 19723445	NL 1006398	US 5905263		
US	6563120	NONE				
US	2003163016	US 6993376				
US	6920202	NONE				
GB	2375170	NONE				
Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001.						
END OF ANNEX						

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,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,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100070563

弁理士 大村 昇

(74)代理人 100087620

弁理士 高梨 範夫

(72)発明者 フレミング, サイモン

オーストラリア、ニュー サウス ウェールズ 2066、レーン コーヴ、グッドレット クローゼズ 14

(72)発明者 エルセイ, ジャスティン

オーストラリア、ニュー サウス ウェールズ 2047、ドラムモイネ、ムーア ストリート 15/4

(72)発明者 ロー, スーザン

オーストラリア、ニュー サウス ウェールズ 2138、コンコード ウェスト、ピクトリア アベニュー 52

(72)発明者 スコウェルスカ, ナタルカ

オーストラリア、ニュー サウス ウェールズ 2119、ピークロフト、マライ ロード 35

(72)発明者 ランバート, ジャミル

オーストラリア、ニュー サウス ウェールズ 2050、キャンパーダウン、ブリッグス ストリート 8/47

(72)発明者 マッケンジー, デービット ロバート

オーストラリア、ニュー サウス ウェールズ 2064、アーターモン、ティンデール ロード 23

Fターム(参考) 2G088 AA01 AA07 EE01 FF19 GG11 GG15 GG16 JJ09

2H038 AA02 BA08

2H150 AC53 AF44 AH38

4C093 AA01 CA34 EB11 EB28 EB30