

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6026743号
(P6026743)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 S 3/783 (2006.01) GO 1 S 3/783
GO 1 S 5/16 (2006.01) GO 1 S 5/16

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-527168 (P2011-527168)	(73) 特許権者	511073216
(86) (22) 出願日	平成21年9月21日 (2009. 9. 21)		バーント インターナショナル リミテッ ド
(65) 公表番号	特表2012-503181 (P2012-503181A)		カナダ国 オンタリオ州 エル4ブイ 1
(43) 公表日	平成24年2月2日 (2012. 2. 2)		エイチ3 ミシソーガ ビスカウント ロ ード 6 4 7 0
(86) 国際出願番号	PCT/CA2009/001326	(74) 代理人	100079049
(87) 国際公開番号	W02010/031187		弁理士 中島 淳
(87) 国際公開日	平成22年3月25日 (2010. 3. 25)	(74) 代理人	100084995
審査請求日	平成24年9月21日 (2012. 9. 21)		弁理士 加藤 和詳
審判番号	不服2015-4146 (P2015-4146/J1)	(72) 発明者	ユーツクリ、アバニンドラ
審判請求日	平成27年3月3日 (2015. 3. 3)		カナダ国 オンタリオ州 エル5イー 3
(31) 優先権主張番号	61/098, 749		ケイ5 ミシソーガ ウェスト ショアー ドライブ 1 2 2 3
(32) 優先日	平成20年9月20日 (2008. 9. 20)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出センサ、システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサに対する放射線源の角方向を推定するためのセンサであって、
 入射する放射線強度に対応する基準放射強度信号を提供する基準放射線検出器と、
 入射する放射線強度に対応する第一の方向の放射強度信号を提供する第一の方向の放射
 線検出器と、

入射する放射線強度に対応し、前記第一の方向とは異なる第二の方向の放射強度信号を
 提供する第二の方向の放射線検出器と、

前記第一の方向の放射線検出器及び前記第二の方向の放射線検出器への放射線の到達を
 部分的に遮断する放射線ストップと、

第一の入射角及び第二の入射角を提供すべく前記基準放射線検出器及び前記第一及び第
 二の方向の放射線検出器に接続されたプロセッサと、

を含み、

前記第一の入射角は前記第一の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応し
 、前記第二の入射角は前記第二の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応す
 る、

センサ。

【請求項 2】

センサに対する放射線源の角方向を推定するためのセンサであって、

入射する放射線強度に対応する基準放射強度信号を提供する基準放射線検出器と、

10

20

入射する放射線強度に対応する１対の第一の方向の放射強度信号を提供する１対の第一の方向の放射線検出器と、

入射する放射線強度に対応し、前記第一の方向とは異なる１対の第二の方向の放射強度信号を提供する１対の第二の方向の放射線検出器と、

前記第一の方向の放射線検出器及び第二の方向の放射線検出器への放射線の到達を部分的に遮断する放射線ストップと、

第一の入射角及び第二の入射角を提供すべく前記基準放射線検出器及び前記第一及び第二の方向の放射線検出器に接続されたプロセッサと、

を含み、

前記第一の入射角は前記第一の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応し、前記第二の入射角は前記第二の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応する、

10

センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本願明細書に記載された実施形態は、概して、角度位置センサ及び三角測量法を利用して放射線源の位置を三次元的に検出するための装置及びそれに伴う方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

20

産業、商業、科学、ゲーム及び他の多様な用途において、目標物の位置を二次元内、三次元内で検出することが必要である。目標物の位置を推定する各種アプローチが存在する。しかし、これらのアプローチは、精度が限られていたり、コストが高かったり、あるいはその両方の問題を有している傾向があった。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

既知の方法と比較して高い精度で目標物の位置を検出するための装置、システム及び方法が求められている。

【課題を解決するための手段】

30

【０００４】

本発明の第一の態様は、センサに対する放射線源の角方向を推定するためのセンサを提供する。該センサは、基準放射線検出器に入射する放射線強度に対応する基準放射強度信号を提供するための基準放射線検出器と、第一の方向の放射線検出器に入射する放射線強度に対応する第一の方向の放射強度信号を提供するための第一の方向の放射線検出器と、第二の方向の放射線検出器に入射する放射線強度に対応する第一の方向の放射強度信号を提供するための第二の方向の放射線検出器と、前記第一及び第二の方向の放射線検出器への放射線の到達を部分的に遮断するための放射線ストップと、第一及び第二の入射角を提供すべく前記基準放射線検出器及び前記第一及び第二の方向の放射線検出器に接続されたプロセッサと、を含み、前記第一の入射角は前記第一の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応し、前記第二の入射角は前記第二の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応する。

40

【０００５】

別の態様は、センサに対する放射線源の角方向を推定するためのセンサを提供する。該センサは、基準放射線検出器に入射する放射線強度に対応する基準放射強度信号を提供するための基準放射線検出器と、第一の方向の放射線検出器に入射する放射線強度に対応する第一の方向の放射強度信号を提供するための第一の方向の放射線検出器と、第二の方向の放射線検出器に入射する放射線強度に対応する第一の方向の放射強度信号を提供するための第二の方向の放射線検出器と、前記第一及び第二の方向の放射線検出器への放射線の到達を部分的に遮断するための放射線ストップと、第一及び第二の入射角を提供すべく前

50

記基準放射線検出器及び前記第一及び第二の方向の放射線検出器に接続されたプロセッサと、を含み、前記第一の入射角は前記第一の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応し、前記第二の入射角は前記第二の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応する。

【 0 0 0 6 】

別の態様は、センサに対する放射線源の角方向を推定するためのセンサを提供する。該センサは、基準放射線検出器に入射する放射線強度に対応する基準放射強度信号を提供するための基準放射線検出器と、第一の方向の放射線検出器に入射する放射線強度に対応する 1 対の第一の方向の放射強度信号を提供するための 1 対の第一の方向の放射線検出器と、第二の方向の放射線検出器に入射する放射線強度に対応する 1 対の第二の方向の放射強度信号を提供するための 1 対の第二の方向の放射線検出器と、前記第一及び第二の方向の放射線検出器への放射線の到達を部分的に遮断するための放射線ストップと、第一及び第二の入射角を提供すべく前記基準放射線検出器及び前記第一及び第二の方向の放射線検出器に接続されたプロセッサと、を含み、前記第一の入射角は前記第一の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応し、前記第二の入射角は前記第二の方向の放射強度信号及び前記基準放射強度信号に対応する。

10

【 0 0 0 7 】

別の態様は、センサに対する放射線源の角方向を推定するためのセンサを提供する。該センサは、基準放射線検出器に入射する放射線強度に対応する基準放射強度信号を提供するための基準放射線検出器と、第一の方向の放射線検出器に入射する放射線強度に対応する 1 対の指向型放射強度信号を提供するための 1 対の指向型放射線検出器と、前記第一及び第二の方向の放射線検出器への放射線の到達を部分的に遮断するための放射線ストップと、入射角を提供すべく前記基準放射線検出器及び前記指向型放射線検出器に接続されたプロセッサと、を含み、前記入射角は、指向型放射強度信号及び基準放射強度信号に対応する。

20

【 0 0 0 8 】

別の態様は、センサに対する放射線源の角方向を推定するためのセンサを提供する。該センサは、放射線感応画素のアレイを有する画素アレイ検出器と、アパーチャを有するアパーチャプレートであって、前記画素アレイ検出器への放射線の到達を部分的に遮断すべく前記画素アレイ検出器に対して配置される、アパーチャプレートと、前記画素アレイ検出器の画素に入射する放射線強度に関する放射強度情報を得るために画素アレイ検出器に接続されたプロセッサと、を含み、前記プロセッサは第一及び第二の入射角を提供するのに適しており、前記第一の入射角は第一の方向における比較的高レベルの入射放射線を有する 1 つ以上の画素の位置に対応し、前記第二の入射角は第二の方向における比較的高レベルの入射放射線を有する 1 つ以上の画素の位置に対応する。

30

【 0 0 0 9 】

別の態様は、三次元空間における放射線源の位置を推定するためにシステムを提供する。該システムは、前記放射線源から放射線を受け取ると共に、前記第一の放射線源に対する前記放射線源の方向に対応する第一の入射角対を提供するための第一の放射線センサと、前記放射線源から放射線を受け取ると共に、前記第二の放射線源に対する前記放射線源の方向に対応する第二の入射角対を提供するための第二の放射線センサと、前記第一及び第二の入射角対に基づいて前記放射線源の推定位置を計算するためのプロセッサと、を含む。

40

【 0 0 1 0 】

いくつかの実施形態において、前記プロセッサは、前記第一の入射角対及び前記第一の放射線センサの位置によって定義される第一の線と、前記第二の入射角対及び前記第二の放射線センサの位置によって定義される第二の線との交差点を決定することにより、前記放射線源の推定位置を計算するのに適する。

【 0 0 1 1 】

いくつかの実施形態において、前記プロセッサは、前記第一の入射角対及び第一の放射

50

線センサの位置によって定義される第一の線と、前記第二の入射角対及び前記第二の放射線センサの位置によって定義される第二の線との間の最も接近する点間の線分を識別することにより、前記放射線源の推定位置を計算するのに適する。

【0012】

いくつかの実施形態において、プロセッサは線分を二分することにより放射線源の推定位置を計算するのに適する。

【0013】

いくつかの実施形態において、第一及び第二のセンサは相互に固定的な関係に取り付けられる。

【0014】

いくつかの実施形態において、第一及び第二のセンサは、相互に独立して配置されてもよい。

【0015】

別の態様は、放射線源の位置を推定する方法を提供する。該方法は、センサ離間距離だけ離間された第一及び第二のセンサを三次元空間に配置し、前記第一のセンサの位置及び前記放射線源の位置に対応する第一の線を計算し、前記第二のセンサの位置及び前記放射線源の位置に対応する第二の線を計算し、前記第一及び第二の線に基づいて前記放射線源の推定位置を計算する、ことを含む。

【0016】

いくつかの実施形態において、前記方法は前記第一及び第二の線の間の交差点を識別することにより、前記放射線源の位置を推定することを含む。

【0017】

いくつかの実施形態において、前記方法は前記第一及び第二の線上の最も接近している点間の線分を識別することにより前記放射線源の位置を推定することを含む。

【0018】

いくつかの実施形態において、前記方法は前記線分を二分することにより前記放射線源の位置を推定することを含む。

【0019】

本発明の上記及び他の態様を以下に更に説明する。

【0020】

添付の図面を参照しながら、いくつかの実施形態を例として以下に更に詳細に説明する。

【0021】

図は例示目的で示されたもので、その縮尺は正確でない。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1A】本発明による第一のセンサの上面図である。

【図1B】図1Aのセンサの側面図である。

【図1C】図1Aのセンサの側面図である。

【図2A】本発明による別のセンサの上面図である。

【図2B】図2Aのセンサの側面図である。

【図2C】図2Aのセンサの側面図である。

【図3】光学的三次元位置検出システムの上面図である。

【図4】別の光学的三次元位置検出システムの上面図である。

【図5】放射線源の位置を推定するための、光学的三次元位置検出システムの使用を示す図である。

【図6】放射線源の位置を推定するための、光学的三次元位置検出システムの使用を示す別の図である。

【図7】3つの空間において目標物位置を推定するための方法のフローチャートである。

【図8】本発明による別のセンサの上面図である。

10

20

30

40

50

【図 9】本発明による別のセンサの上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本願明細書に記載された例示的实施形態は、1つ以上のセンサの位置に対する放射線源の位置を決定するための光学的センサシステム及び方法に関する詳細を提供する。放射線源は可視光スペクトルにおいて放射してもよく、あるいは紫外光スペクトルや赤外光スペクトルなど、他の光スペクトルにおいて放射してもよい。光学的センサは固体放射線検出器を含む。放射線源は、白熱電球、LED又は他の放射線放射要素など、放射線を発生する能動的な放射線源であってもよい。放射線源は、1つ又は複数の別の光源からの放射線を反射する受動的な放射線源であってもよい。光学的センサの他の実施態様及び構成が本発明の範囲内で可能である。本願明細書に記載された実施形態はあくまで例である。

10

【0024】

図1A～図1Cを参照すると、第一の例示的光学的センサ100が図示されている。放射線源110は、放射線源110からの放射線がセンサ100に入射するように、センサ100に対して配置される。

【0025】

センサ100は、基準放射線検出器102、第一の方向の放射線検出器104、第二の方向の放射線検出器106、アパーチャプレート108、取付基板112及びプロセッサ120を含む。

【0026】

20

取付基板112は、 xy 平面と実質上平行である。基準検出器102、第一の方向の検出器104及び第二の方向の検出器106は、取付基板112に取り付けられる。アパーチャプレート108は、 xy 平面と直交する z 次元において、検出器102～106と放射線源110との間に配置される。また、アパーチャプレートは、放射線ストップあるいは放射線ブロックと呼ばれてもよい。

【0027】

放射線源110からの入射放射線はセンサ100に当たり、 X 軸に対し入射角 θ にて第一の方向の放射線検出器104に、 Y 軸に対し入射角 ϕ にて第二の方向の放射線検出器106に衝突する。入射角対 (θ, ϕ) により、センサ100に対する放射線源110の角度位置が定義される。

30

【0028】

センサ100は、第一及び第二の方向の放射線検出器104、106と協働して、基準検出器102及びアパーチャプレート108を使用して入射角対 (θ, ϕ) を推定する。アパーチャプレート108は、第一及び第二の方向の放射線検出器104、106に対し高さ H の位置に配置される。アパーチャプレート108は、第一及び第二の位置検出器104、106と重なり合うように配置される。この例では、第一及び第二の方向検出器104、106は、アパーチャプレート108の端が方向検出器104、106の各々の中心線と略位置合わせされるように、取付基板112に取り付けられる。基準検出器102は、アパーチャプレート108と(x 次元又は y 次元において)重なり合わないよう、取付基板112上に取り付けられる。取付基板102は、検出器102、104、106を支持するための任意の適切な材料から構成されてもよい。検出器102、104、106は電源(図示せず)から電力を受給し、プロセッサ120に電子信号を送信する。いくつかの実施形態では、取付基板102は、検出器を電源及びプロセッサ120に連結するための導体を含む、プリント回路基板(PCB)などの半導体であってもよい。必要に応じて、アパーチャプレート108は取付基板112に取り付けられてもよい。あるいは、アパーチャプレート108は、アパーチャプレート108を検出器102、104、106に対して比較的固定された位置に保持する別の支持体に取り付けられてもよい。

40

【0029】

この実施形態では、基準検出器102及び方向検出器104、106は例えば固体放射線検出器として実施される。他のタイプの放射線検出器も利用可能である。アパーチャ

50

レート 108 は、放射線源 110 からの入射放射線が実質上吸収されあるいは反射されるように、例えば適切な不透明材料から構成される。センサ 100 は他の実施態様としてもよい。

【0030】

放射線源 110 からの入射放射線がセンサ 100 に当たると、基準検出器 102 は入射放射線に対し完全に露出される。基準検出器 102 によって検出された放射強度は、放射線源 110 及び周囲条件からの放射線の指標である基準放射強度となる。これとは対照的に、第一及び第二の方向の放射線検出器 104、106 は、それぞれアパーチャプレート 108 と重なり合うため、入射放射線に対し完全に露出されることはない。従って、露出している基準検出器 102 が受け取る強度と一般的には同等でない、放射線源 110 からの入射放射線の強度を受け取る。基準検出器 102 と比べ、位置センサ 104、106 によって受け取られる異なる放射線強度は、センサ 100 に対する放射線源 110 の角度位置を推定すべく利用できる。

10

【0031】

図 1B は、X 軸に対し入射角 θ にて第一の方向の放射線検出器 104 に当たる入射放射線を示す。寸法 s_1 は、検出器の中心線 114 から、アパーチャプレート 108 の影になる第一の方向の検出器 104 の部分を定義する。同様に、寸法 d_1 は、中心線 114 に対する、放射線源 110 からの入射放射線に対して露出される第一の方向の検出器 104 の部分を定義する。正の入射角 θ については、中心線 114 の反対側の位置センサの部分と同様に影に覆われる。寸法 s_1 と d_1 は、(式 1) に従い、第一の方向検出器 102 の幅 D と関する。約 90 度の入射角については、方向検出器 102 の略半分は影に覆われる(すなわち、 s_1 は 0 に略等しい)。より一般的には、放射線源 110 の入射角 θ は、(式 2) に従って寸法 s_1 及び高さ H に関する。

20

【0032】

【数 1】

$$s_1 = \frac{D}{2} - d_1$$

(式 1)

30

【0033】

【数 2】

$$\tan \theta = \frac{H}{s_1}$$

(式 2)

【0034】

基準検出器 102 及び方向検出器 104 はプロセッサ 120 に連結される。基準検出器 102 及び方向検出器 104 はいずれも、それぞれの検出器によって検出された放射線強度に概ね比例する放射強度信号 f を供給する。プロセッサ 120 はセンサ 100 に対する放射線源 110 の位置を推定すべくこれらの放射強度信号を使用するのに適している。

40

【0035】

基準検出器 102 は、他の放射強度レベルと比較可能な基線強度信号 f_m を提供する。例えば、検出器 104 はアパーチャプレート 108 と重なり合うことにより、その一部のみが放射線源 110 に対して露出している。放射線 128 は、検出器 104 の照射部分と陰になった部分との境界における放射線を示している。センサの寸法に鑑みて、典型的な放射線源 110 がセンサ 100 からかなり離間されていることを示すために、放射線 128 の一部が破線で示されている。一般的に、放射線源とセンサとの距離は、センサの寸法に鑑みて桁違いに大きい。

50

【 0 0 3 6 】

放射線検出器 1 0 4 は放射強度信号 f_1 を提供する（一般的に、 $f_1 < f_m$ ）。基準放射強度 f_m に対する放射強度 f_1 の比率は、影になった領域 S と露出した領域 d_1 との間の比率の指標を提供し、

【 数 3 】

$$\frac{f_1}{f_m} = \alpha \frac{d_1}{D} + \beta$$

10

(式 3)

で与えられる。 α は利得係数をモデル化したものであり、 β はオフセット係数をモデル化したものである。これらの係数は基準検出器 1 0 2 及び第一の方向検出器 1 0 4 の実際の実施態様を通じて導入される。諸実施態様において、利得係数 α は、1 にほぼ等しくてもよく、オフセット係数 β は 0 にほぼ等しくてもよい。実際の実施態様では、放射線検出器は、一般的にこれらの補正係数でモデル化され得るオフセット及び非線形性を示す。オフセット係数 β は周囲の放射線を補うために使用されてもよい。

【 0 0 3 7 】

本発明の様々な実施形態では、 α 、 β 及び他の補正係数はセンサの作業特性をモデル化するために使用されてもよい。例えば、センサ 1 0 0 では、検出器 1 0 2、1 0 4、1 0 6 は幅及び長さ D を有する四角形である。他の実施形態では、センサは別の形状であってもよい。センサ 1 0 2、1 0 4 及び 1 0 6 は同一のセンサでなくてもよい。様々な実施形態では、基準センサと方向センサに異なるセンサを使用してもよい。また、他の実施形態では、異なる方向センサは相互に異なってもよい。各種センサの出力を拡大縮小しあるいは調整すべく更なる補正係数を利用して、放射線源の方向を推定することを可能としてもよい。

20

【 0 0 3 8 】

本発明の例示的实施形態に戻ると、式 1、2、3 を組み合わせることで、放射線源 1 1 0 の入射角 θ が全体として表現され、

【 数 4 】

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{H}{\frac{D}{2} - \left(\frac{f_1}{f_m} - \beta \right) \frac{D}{\alpha}} \right)$$

30

(式 4)

で与えられる。幅 D と高さ H は既知のパラメータである。利得係数 α 及びオフセット係数 β は、使用される場合には、実験的に決定されてもよい。 f_1 対 f_m の比率は、基準検出器 1 0 2 及び第一の方向検出器 1 0 4 の出力信号に基づいて計算される。

【 0 0 3 9 】

40

図 1 C を参照すると、放射線検出器 1 0 6 は、その中心線 1 1 6 から距離 s_2 だけ放射線源 1 1 0 によって部分的に照射されている。Y 軸に対する放射線源 1 1 0 の入射角 ϕ は、図 3 B に示すように

【 数 5 】

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{H}{\frac{D}{2} - \left(\frac{f_1}{f_m} - \beta \right) \frac{D}{\alpha}} \right)$$

(式 5)

50

で与えられる。式中、 f_2 は第二の方向検出器 106 によって提供される放射強度信号である。本例では、入射角 φ は負角である。

【0040】

放射線源 110 の入射角対 (θ, φ) は、センサ 100 に対する放射線源 110 の方向の推定である。

【0041】

プロセッサ 120 は、放射強度信号 f_m 、 f_1 及び f_2 を受け取り、入射角対 (θ, φ) を計算するのに適している。プロセッサ 120 は、上述の数式を実施してもよいし、対応する計算を実施してもよい。また、場合により、式の結果の推定を提供する数学的方法を利用してもよい。例えば、プロセッサは入射角対を推定すべくルックアップテーブル、微小角近似及び他のツールを利用してもよい。センサ 100 を利用するいくつかのシステムでは、角度 θ 及び φ を直接計算しなくてもよい。例えば、いくつかのシステムでは、 $\tan(\theta)$ 及び $\tan(\varphi)$ の値をその角度自体を計算せずに利用することもできる。この場合、プロセッサは角度を計算せずにこれらの値を計算するのに適していてもよい。

【0042】

本実施形態において、プロセッサ 120 はマイクロプロセッサであり、本願明細書に記載された事項に加えて追加の作用を実行するのに適している。用語「プロセッサ」は任意の特定のタイプのデータ処理又は計算要素に限定されない。様々な実施形態において、プロセッサは、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、浮動小数点ゲートアレイなどのプログラムされたロジックコントローラ又は計算が可能な他の適切なデバイスであってもよい。プロセッサは、電源、データ保存要素、入出力デバイス及び他のデバイスなどの追加の要素と関連して動作してもよい。

【0043】

必要に応じて、アパーチャプレート 108 は、放射線源 110 がそれぞれの中心線 114 及び 116 を通る際に、検出器 104 及び 106 にアパーチャプレートにより形成される影の長さにおける非線形性を低減するのに適していてもよい。本実施形態では、影に対するアパーチャプレート 108 の厚みの効果を低減すべくアパーチャプレート 108 の端縁は面取りされている。他の実施形態では、アパーチャプレートの端縁に丸みを形成してもよい。他の実施形態では、上記に加えてあるいは上記の代わりに、影に対するアパーチャプレートの効果を低減すべく、アパーチャプレートは薄肉の材料からなってもよい。いくつかの実施形態では、プロセッサ 102 はアパーチャプレートにより形成される影の位置における非線形性を補うのに適していてもよい。例えば、このような非線形性は、入射角対 (θ, φ) を推定すべくプロセッサによって使用される式又はルックアップテーブルへモデル化されてもよい。

【0044】

図 2A ~ 図 2C を参照すると、本発明による別のセンサ 200 が図示されている。センサ 200 のいくつかの要素はセンサ 100 の要素に類似しており、対応する要素は類似する参照符号により識別される。図 2A は $x-y$ 平面におけるセンサ 200 の上面図である。図 2B は $x-z$ 平面におけるセンサ 200 の断面図を示し、図 2C は同様に $y-z$ 平面における検出器 200 の断面図を示す。検出器 200 は画素アレイ検出器 202、アパーチャプレート 208、取付基板 212 及びプロセッサ 220 を含む。

【0045】

アパーチャプレート 208 は検出器 202 に対し高さ H の位置に配置され、 x 及び y の両方の方向において検出器 202 と重なり合うように配置される。アパーチャプレート 208 プレートはアパーチャ 206 を有し、アパーチャ 206 の中心は本実施形態においては検出器 202 上にある。アパーチャプレート 208 は、検出器 202 と略平行である。

【0046】

検出器 200 に当たる放射線源 210 からの入射放射線の一部はアパーチャ 206 を通り、 X 軸に対し入射角 θ にて、また、 Y 軸に対し入射角 φ にて検出器 202 に衝突する。入射角対 (θ, φ) は、検出器 200 に対する放射線源 210 の角度位置を定義する。画

10

20

30

40

50

素アレイ検出器 202 は、X 軸に平行な横列及び Y 軸に平行な縦列に配置された放射線感応画素のアレイを有する。

【0047】

この実施形態では、アパーチャ 206 は円形である。他の実施形態では、アパーチャは別の形状であってもよい。例えば、アパーチャは、x 軸及び y 軸に略平行な端縁を有する正方形もしくは長方形であってもよい。アパーチャは、その端縁が x 軸及び y 軸に対し角度（例えば、45 度）を有して配置される正方形であってもよい。他の形状を使用してもよい。

【0048】

様々な実施形態で、画素アレイ検出器は、CCD 検出器、CMOS 検出器又は他のタイプの放射線感応検出器であってもよい。プロセッサ 220 は、どの画素が放射線源 210 によって照射されるかを周期的に決定するため、画素アレイ検出器に連結される。これは様々な方法で実行できる。例えば、検出器 202 は各画素の照射強度を連続的に示すデータ列を出力するのに適していてもよく、プロセッサ 220 は検出器 202 中の各画素又は画素のうちのいくつかの照射強度を取得すべく検出器 202 に照会を行うのに適していてもよい。

10

【0049】

放射線源 210 からの入射放射線が検出器 202 に当たると、放射線に対して露出される画素は高い照射強度を有し、一方、アパーチャプレート 208 の影になる画素は低い照射強度を有する。入射角対（ θ , ϕ ）を推定するために、高い照射強度を有する画素の位置を利用してもよい。

20

【0050】

図 2B は X 軸に対し入射角 θ にて検出器 202 に当たる入射放射線を示す。検出器 202 の横列における一連の画素 s_1 は、アパーチャ 206 を通る入射放射線によって照射される。プロセッサ 220 は照射された画素中で最も広い範囲を有する画素の横列を識別すべく構成される。一般的に、当該範囲は x 軸と平行なアパーチャ 202 の直径に相当する。プロセッサ 220 は、識別された横列内の画素 s_1 の範囲の中心あるいは中心近傍に x 次元の画素 p_1 を識別する。画素 p_1 は、基準点 222 から距離 d_1 だけ離間されている。距離 d_1 は検出器 202 中の画素の次元及び配置に基づいて決定されてもよく、あるいは、ルックアップテーブル又は他の方法を用いて、画素 p_1 に対応する距離 d_1 を決定してもよい。本例では、基準点 222 は検出器 202 の端縁にある。他のいくつかの実施形態では、基準点は、検出器 202 の表面の x y 平面上の別の位置にあってもよい。

30

【0051】

放射線源 210 がセンサ 200 の直上にある場合、一連の画素 S_c は照射され、中心画素 P_c は、画素範囲 S_c の中心もしくは中心近傍にある。画素 P_c は、基準点 222 から距離 D_c だけ離間されている。

【0052】

入射角 θ は次のように計算されてもよい。

【数 6】

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d_1 - D_c}{H} \right).$$

40

【0053】

一般的に、 D_c と H の値はプロセッサ 220 に記録される。プロセッサ 220 は、検出器 202 から画素照射情報を繰り返し取得し、中心画素 p_1 を識別し、放射線源 210 がセンサ 200 に対して移動するにつれ、角度 θ を推定する。

【0054】

プロセッサ 120 と同様に、プロセッサ 220 は上述の数式を実施するのに適していて

50

もよいし、対応する計算を実施するのに適していてもよい。あるいは、角度 θ を推定するための他の方法を使用するのに適していてもよい。

【 0 0 5 5 】

図 2 C を参照すると、放射線源 2 1 0 は、検出器 2 0 2 の Y 軸と平行な画素の縦列の一連の画素 s_2 を照明する。距離 d_2 は、画素 s_2 の範囲の中心画素 p_2 に基づいて決定され、入射角 ϕ は次のように計算される。入射角対 (θ, ϕ) は、センサ 2 0 0 の位置に対する照明源 2 1 0 の方向の推定を提供する。

【 数 7 】

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{d_2 - D_c}{H} \right).$$

10

【 0 0 5 6 】

図 2 A 及び図 2 B では、アパーチャ 2 0 6 を通る放射線源 2 1 0 からの放射線は平行な端縁を有して示されている。一般的に、放射線源の殆どにおいて、放射線の分岐は無視してもよい。例えば、多くの実施形態では、放射線源 2 1 0 とアパーチャプレート 2 0 8 の間の距離は、実質上アパーチャプレート 2 0 8 とセンサ 2 0 2 の間の距離よりも桁違いに大きく、分岐は、放射線が到達するセンサ 2 0 2 の寸法と比較すると無視できる。いくつかの実施形態では、プロセッサ 2 2 0 は必要に応じて各種幾何学的及び計算的動作を利用して、放射線の分岐を補うのに適していてもよい。

20

【 0 0 5 7 】

ここで図 3 を参照すると、光学的三次元位置検出システム 3 0 0 が図示されている。システム 3 0 0 は 2 つのセンサ 3 3 2、3 3 4 を含み、これらはいずれもセンサ 1 0 0 (図 1 A) と同様のセンサである。本実施形態では、2 つのセンサは、それぞれのセンサのためにアパーチャが形成された共通のアパーチャプレート 3 0 8 を共有する。また、センサ 3 3 2 及び 3 3 4 は共通の取付基板 3 1 2 を共有する。取付基板 3 1 2 はセンサ 3 3 2 及び 3 3 4 を相互に固定的な関係に保持する。更に、センサ 3 3 2 及び 3 3 4 は、各センサ中の検出器の各々と通信するプロセッサ 3 2 0 を共有する。

【 0 0 5 8 】

30

センサ 3 3 2 及び 3 3 4 は X 軸に沿って配置され、距離 W だけ離間されている。各センサ 3 3 2、3 3 4 の一部であるプロセッサ 3 2 0 は、入射角対 (θ, ϕ) の点から、放射線源の角度位置を決定する。例えば、センサ 3 3 2 が推定入射角対 (θ_1, ϕ_1) を決定し、センサ 3 3 4 が推定入射角対 (θ_2, ϕ_2) を決定する。各推定入射角対 (θ, ϕ) はそれぞれのセンサ 3 3 2 又は 3 3 4 に対する放射線源 3 1 0 の方向を定義する。

【 0 0 5 9 】

次いで図 4 を参照すると、別の光学的三次元位置検出システム 4 0 0 が図示されている。システム 4 0 0 はセンサ 2 0 0 (図 2) に類似する 1 対のセンサ 4 3 2 及び 4 3 4 を有する。この実施形態では、センサ 4 3 2 及び 4 3 4 は一般的なプロセッサ 4 2 0 を共有する。プロセッサ 4 2 0 は、センサ中の各画素アレイ検出器に接続される。本実施形態では、センサ 4 3 2 のプロセッサ 4 2 0 は、検出器 4 0 2 と同様に、センサ 4 0 2 の基板 4 1 2 に取り付けられ、取付基板中の導体によって当該検出器と通信する。プロセッサ 4 2 0 はワイヤ 4 3 6 を通じてセンサ 4 3 4 の検出器と通信する。他の実施形態では、プロセッサ 4 2 0 はワイヤレス通信システムによってセンサ 4 3 4 と通信してもよい。

40

【 0 0 6 0 】

センサ 4 3 2 及び 4 3 4 は、それぞれ独立の取付基板 (図 4 には図示せず) 及びアパーチャプレート 4 0 8 を有し、これによりセンサ 4 3 2 及び 4 3 4 が可変距離 W だけ離間されることが可能となっている。あるいは、センサ 4 3 2 及び 4 3 4 は、相互を固定された関係に保持する共通の取付基板に取り付けられてもよい。

【 0 0 6 1 】

50

図3を簡潔に参照すると、上記に代えて、センサ332及び334を独立した取付基板に取り付けてもよく、両センサがそれぞれ独立したアパーチャプレートを有していてもよい。これにより両センサを相互に独立に移動することが可能となる。両センサは、有線又は無線で一方又は両方のセンサ中の検出器に連結可能なプロセッサの共有を維持できる。

【0062】

ここで図5を参照すると、1対のセンサ532及び534を利用して三次元空間内の放射線源510の位置を推定するために複数のセンサを使用することが図示されている。3つの空間における目標物の位置を三角測量することは、少なくとも2つの基準点A、B及び2本の線542、544を必要とし、基準点A、Bは第三の線分を定義する。図5は、センサ532、534及び放射線源510の配置の上面図である。線542及び544は三次元空間内の各々のセンサを通して延出し、必ずしも同一平面上になくともよい。

10

【0063】

図5における基準点Aはセンサ532の位置である。基準点Bはセンサ534の位置である。センサ532は、センサ532に対する放射線源510の方向を推定する第一の入射角対 (θ_1, φ_1) を計算する。入射角対 (θ_1, φ_1) は542線で示される。同様に、センサ534は、センサ534に対する放射線源の方向の推定として、線544に対応する第二の入射角対 (θ_2, φ_2) を計算する。センサ532及び534は、放射線源510の位置の推定である、線542と線544との交差点548を見出すのに適したプロセッサを共有する。線542と線544は実際には各センサに対する放射線源の方向の単なる推定であり、従って場合によっては交差しない。

20

【0064】

次に図6を参照すると、1対のセンサ632及び634を利用する位置の推定へのより実際的なアプローチが図示されている。線642及び線644はセンサ632及び634の各々から放射線源610の方向をそれぞれ推定する。プロセッサ620は、センサ632及び634に始まる入射角対の形式で線642及び線644を推定すべくセンサの各々に接続される。線642及び線644は三次元空間内において延伸する。標準的な数学的手法を利用して、線642及び線644上の最も接近する点において終結する線分646を計算してもよい。プロセッサ620は、線642及び線644の間のこの最短の線分646を計算すべくプログラムされる。次いで、プロセッサ620は、放射線源610の位置の推定である、点648を計算すべく線分646を二分する。

30

【0065】

次に図7を参照すると、点648を計算するためにプロセッサ620に実現された方法700が図示されている。

【0066】

方法700は、三次元空間において1対のセンサを配置するステップ702で開始される。前記1対のセンサは、センサの各々に対する放射線源の方向を推定することが可能である任意のタイプのセンサとすることができ、例えば、2つのセンサは、センサ332及び334(図3)、又はセンサ432及び434(図4)、又はセンサ532及び534(図5)、又はセンサ632及び634(図6)であってもよい。この方法の残りは図6を参照しながら例として説明されるが、当該方法では任意の適切なセンサを利用できる。センサは、放射線源(放射線源など、)が各センサの視野内にあり、相互の間に距離Wを有するように配置される。

40

【0067】

次いで、方法700はステップ704に進み、3つの空間における角度位置を定義する第一の基準点及び第一の入射角対 (θ, φ) の点から第一の線を計算する。例えば、センサ632の位置に基準点を有し、第一の入射角対 (θ_1, φ_1) によって定義された方向に延出する第一の線分は線642であってもよい。

【0068】

次いで、方法700はステップ706に進み、第二の基準点の点から第二の線が計算され、第二の入射角対 (θ, φ) が計算される。本例では、第二の基準点はセンサ634の

50

位置であり、第二の線は第二の入射角対 (θ_2, ϕ_2) によって定義された方向にセンサ 634 から延出する線 644 である。

【0069】

次いで、方法 700 はステップ 708 に進み、第一及び第二の線の間の最も接近している 2 点を接続する線分が計算される。図 6 において、線 642 と線 644 との最も接近している点は点 652 及び点 654 である。これらの点、線 642 と線 644 との間の最短の線分 646 の終了点として識別される。線 642 と線 644 とが交差する（すなわち、最短の線分の長さがゼロである）場合、交差点は点 648 であると考えられ、方法は終了する。

【0070】

線 642 と線 644 とが交差しない場合、方法 700 はステップ 710 に進み、点 648 を見出すべく線分 644 が二分され、方法は終了する。

【0071】

点 648 は、放射線源が位置する三次元空間の放射線源 610 の位置の推定である。

【0072】

次に図 8 を参照すると、本発明による別の例示的センサ 800 が図示されている。センサ 800 は各種態様においてセンサ 100 に類似しており、同様の要素は同様の参照符号により識別される。

【0073】

センサ 800 は基準放射線検出器 802、1 対の第一の方向の放射線検出器 804a 及び 804b、1 対の第二の方向の放射線検出器 806a 及び 806b、アパーチャプレート 608、取付基板 812 及びプロセッサ 820 を含む。

【0074】

取付基板は、 xy 平面と実質上平行である。基準検出器 802、第一の方向検出器 804 及び第二の方向検出器 806 は、取付基板に取り付けられる。アパーチャプレート 808 は、 xy 平面と直交する z 次元において検出器 802、804、806 及び放射線源 810 の間に配置される。

【0075】

アパーチャプレート 808 にはその中に形成された正方形のアパーチャ 824 を有し、検出器の 802、804a 及び 804c は、センサ 100（図 1）の検出器 802、804 および 806 と同一の方法にて放射線源 810 により照射されるようにアパーチャ 824 に対して配置される。アパーチャ 808 の端縁 826 は、一般的に検出器 804a 及び 804b が同様の方法にて放射線源 810 により照射されるように検出器 804b の y 方向中心線に沿って位置合わせされる。検出器 604a と 604b との間に距離があるために、放射線源 810 からの放射線がわずかに異なる角度にて検出器 804a 及び 804b に到達する。一般的に、センサ 800 の寸法は放射線源とセンサ 800 との間の距離より著しく小さくなる。また、この小さい相違は無視できる。いくつかの実施形態では、この相違はプロセッサ 820 によって補われてもよい。

【0076】

プロセッサ 820 は取付基板 812 内の導体によって検出器の各々に連結される。プロセッサ 820 は検出器 804a 及び 804b から 1 対の放射強度信号 f_{1a} 及び f_{1b} を受け取る。プロセッサ 820 は、平均放射強度 f_1 を計算すべく 2 つの放射強度信号の平均値を算出し、次いで平均放射強度 f_1 は角度 θ （図 8 中に図示せず）を推定すべく使用される。放射線源 810 からの放射線は x 次元に対し角度 θ にて、センサ 100（図 1）との関連で上述した如くセンサ 800 に当たる。

【0077】

同様に、プロセッサ 820 は、角度 ϕ （図 1 中に図示せず）を推定するために、検出器 802 からの基準強度信号 f_m と平均され、組み合わせられた 1 対の放射強度信号 f_{2a} 及び f_{2b} を受け取る。放射線源 810 からの放射線は y 次元に対し角度 ϕ にてセンサ 800 に当たる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

入射角対 (θ , φ) は、集合的にセンサ 8 0 0 に対する角度放射線源 8 1 0 の推定を形成する。

【 0 0 7 9 】

本例では、第一の方向の放射線検出器 8 0 4 a 及び 8 0 4 b は、基準放射線検出器 8 0 2 から等間隔に配置される。同様に、第二の方向放射線検出器 8 0 6 a 及び 8 0 6 b は基準放射線検出器 8 0 2 から等間隔に配置される。他の実施形態では、1 対の方向放射線検出器は、基準放射線検出器から非等間隔に配置されてもよい。必要に応じて、このような実施形態では、プロセッサは、方向放射線検出器と当該基準放射線検出器との間の距離の違いを補うために、(単に放射強度信号を平均化する代わりに) 2 つの方向放射線検出器から受け取られた放射強度信号に差異による重み付けを行ってもよい。

10

【 0 0 8 0 】

次に図 9 を参照すると、センサ 8 0 0 に基づく単一の方向センサ 9 0 0 が図示されている。2 つのセンサの対応する構成要素は類似の参照符号により識別される。センサ 9 0 0 には基準放射線検出器 9 0 2、及び 1 対の方向放射線検出器 9 0 4 a 及び 9 0 4 b を有する。放射線検出器 9 0 4 a 及び 9 0 4 b は、プロセッサ 9 2 0 へ 1 対の放射強度信号 $f_1 a$ 及び $f_1 b$ を供給すべく放射線検出器 8 0 4 a 及び 8 0 4 b (図 8) と同一の方法にて動作する。プロセッサ 9 2 0 は、信号入射角 θ を提供すべく信号 $f_1 a$ 及び $f_1 b$ を平均し、平均放射強度 f_1 を検出器 9 0 2 からの基準放射強度信号 f_m と比較する。信号入射角 θ は一次元におけるセンサ 9 0 0 に対する放射線源 9 1 0 の方向の推定である。センサ 9 0 0 は、一角度次元において放射線源の位置を推定することが望ましい実施形態において使用できる。

20

【 0 0 8 1 】

本発明の各種例を上記に説明した。これらの例は、本発明の範囲を制限しない。

【 図 1 a 】

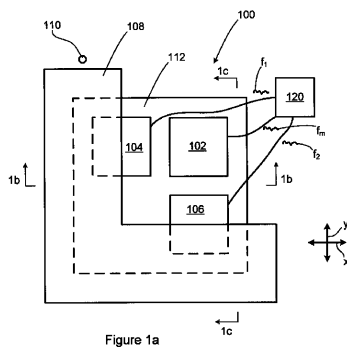


Figure 1a

【 図 1 b 】

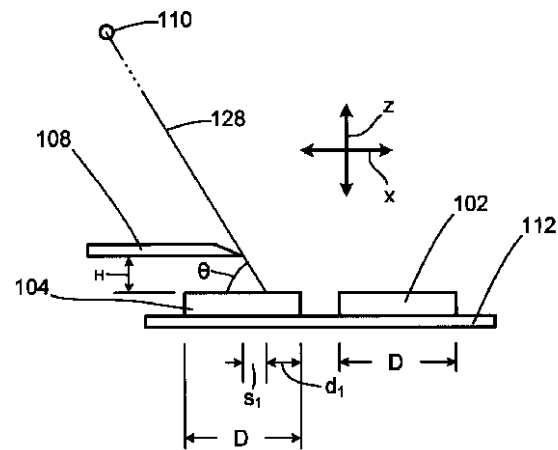
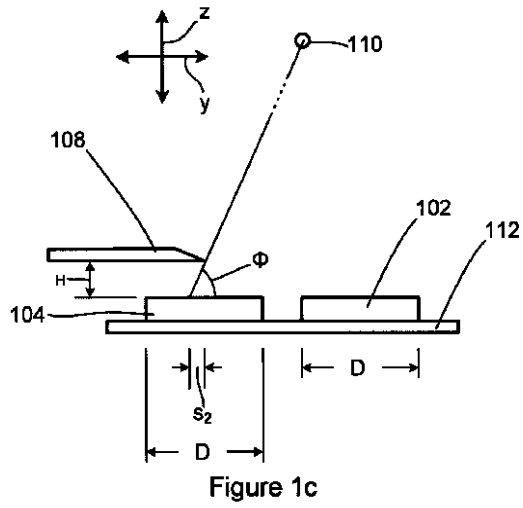
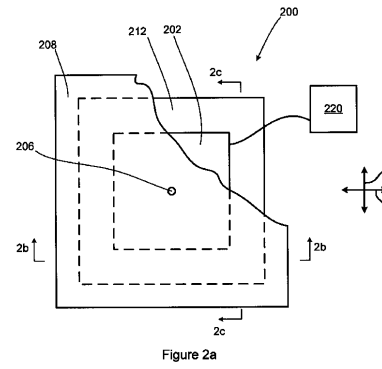


Figure 1b

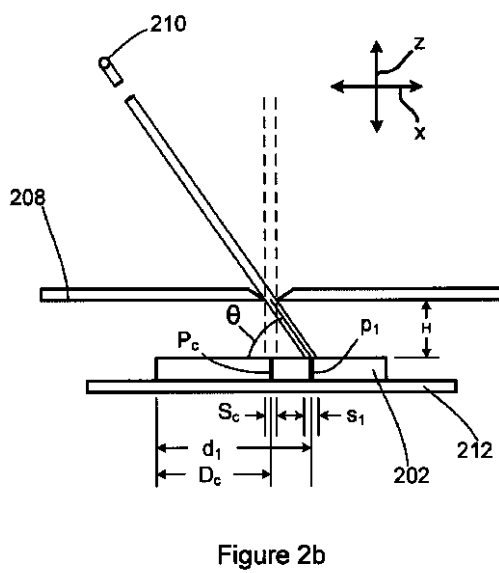
【図 1 c】



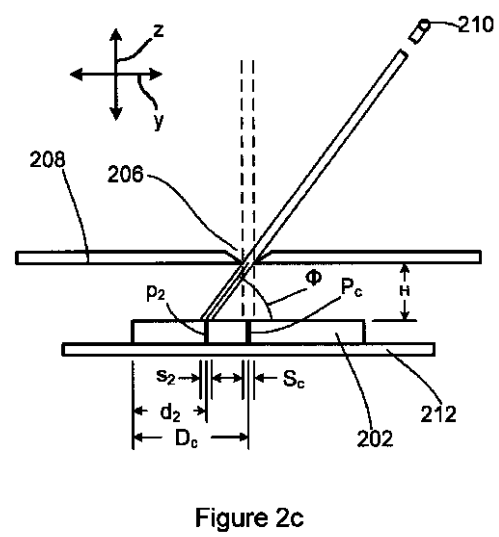
【図 2 a】



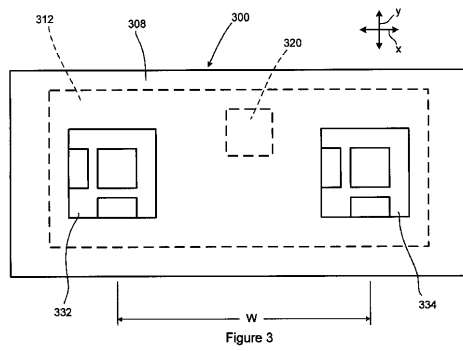
【図 2 b】



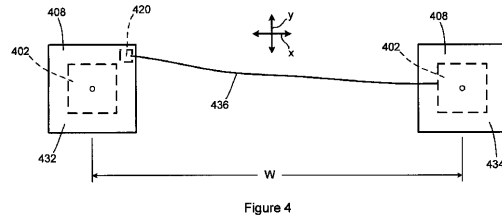
【図 2 c】



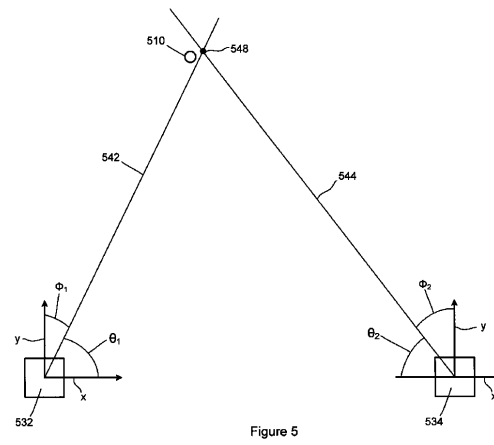
【図 3】



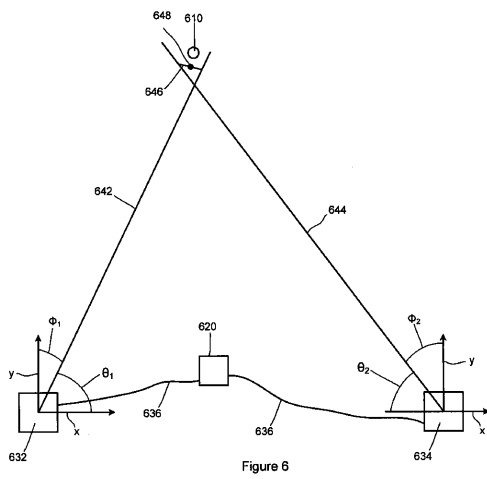
【図 4】



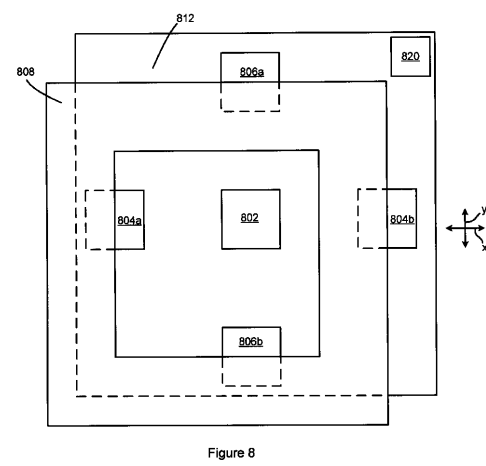
【図 5】



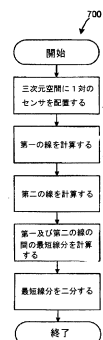
【図 6】



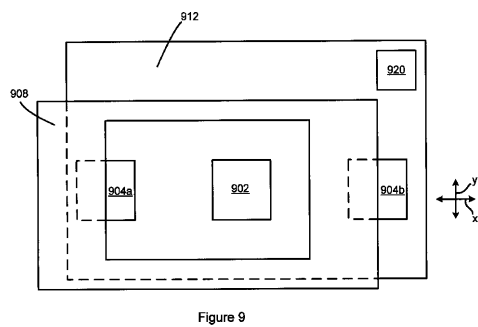
【図 8】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 クラーケ、ジョナサン

カナダ国 オンタリオ州 エム２エヌ １シー４ ノース ヨーク フランクリン アベニュー
１４３

合議体

審判長 森 竜介

審判官 清水 稔

審判官 酒井 伸芳

(56)参考文献 特開２００８－７０２０３（ＪＰ，Ａ）

特開平４－２６２２０２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

G01S 3/783, G01S 5/16