

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】令和 3 年 9 月 24 日 (2021.9.24)

【公表番号】特表 2020-531825 (P2020-531825A)

【公表日】令和 2 年 11 月 5 日 (2020.11.5)

【年通号数】公開・登録公報 2020-045

【出願番号】特願 2020-510552 (P2020-510552)

【国際特許分類】

G 0 1 T 1/20 (2006.01)

G 0 1 T 7/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

【F I】

G 0 1 T 1/20 F

G 0 1 T 1/20 B

G 0 1 T 1/20 G

G 0 1 T 1/20 E

G 0 1 T 7/00 B

A 6 1 B 6/00 3 3 0 Z

A 6 1 B 6/00 3 0 0 Q

【手続補正書】

【提出日】令和 3 年 8 月 12 日 (2021.8.12)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位相コントラスト及びノ又は暗視野 X 線イメージングにおいて入射 X 線干渉縞パターンをサンプリングするための X 線ディテクターであって、前記 X 線ディテクターは、

入射 X 線干渉縞パターンをサンプリングし、当該入射 X 線干渉縞パターンを複数の光学スラブ信号に変換する、複数のスラブを備える構造化シンチレーター層と、

複数のサブピクセルを備える前記構造化シンチレーター層と光通信する光ディテクター層であって、各サブピクセルが、前記構造化シンチレーター層のそれぞれのスラブから出射されたそれぞれの光学スラブ信号を検出するように、前記構造化シンチレーター層の前記それぞれのスラブと位置合わせされた、光ディテクター層と、

前記複数のサブピクセルから入射 X 線干渉縞パターンを表す信号を電子的に読み取る、信号組合せ構成部とを備え、

前記サブピクセルは、関連する光学スラブ信号の存在に基づいて複数の検出信号を提供する、複数の光学的検出セルをさらに備え、

前記信号組合せ構成部は、前記光ディテクター層の前記光学的検出セルの検出信号の組合せとして少なくとも第 1 の出力信号及び第 2 の出力信号を生成することにより、前記 X 線ディテクターの位置を調節せずに、第 1 の検出方向及び第 2 の検出方向における位相コントラスト及びノ又は暗視野 X 線画像の獲得を可能にし、前記少なくとも第 1 の出力信号及び第 2 の出力信号の各々が、前記構造化シンチレーター層のそれぞれのスラブにおいて受信された入射 X 線干渉縞パターンに起因して、空間信号振幅に比例し、前記 X 線ディテクターのピクセル信号が、前記スラブの幅により規定された干渉縞サンプリング分解能に

において少なくとも２つの近接したサブピクセルから獲得された少なくとも第１の出力信号及び第２の出力信号を含む、

Ｘ線ディテクター。

【請求項２】

前記光学的検出セルは、前記構造化シンチレーター層の前記それぞれのスラブから出射された前記それぞれの光学スラブ信号を検出する１つ又は複数のシリコン光電子増倍管を備える、請求項１に記載のＸ線ディテクター。

【請求項３】

前記信号組合せ構成部は、第１の出力信号及び第２の出力信号が第１の近接したサブピクセルの集合から獲得される、第１のモードに構成可能であり、第１の出力信号及び第２の出力信号が第２の近接したサブピクセルの集合から獲得される、第２のモードに構成可能であり、第１の前記サブピクセルの集合と第２の前記サブピクセルの集合とが、互いに対する何らかの角度で位置合わせされ、結果として、前記Ｘ線ディテクターの位置を調節せずに、異なる方向におけるサブピクセル累積を可能にする、請求項１又は２に記載のＸ線ディテクター。

【請求項４】

１つのサブピクセルにおける前記複数の光学的検出セルが、前記構造化シンチレーター層のスラブからの光学的出射によりトリガーされた光学的検出セルの数に比例した信号を動作中に生成するように、電氣的に並列に接続される、請求項１又は２に記載のＸ線ディテクター。

【請求項５】

前記構造化シンチレーター層は、互いに異なる減衰時定数をもつ異なるシンチレーター材料から各々が形成された第１のシンチレーター要素及び第２のシンチレーター要素をさらに備え、

前記信号組合せ構成部は、第１の光ディテクター信号及び第２の光ディテクター信号が光学的クロストークにより結果的にもたらされるか否かを弁別するための、前記第１のシンチレーター要素及び前記第２のシンチレーター要素の前記異なる減衰時定数に整合した第１の事象検証フィルタ及び第２の事象検証フィルタをさらに備える、

請求項１に記載のＸ線ディテクター。

【請求項６】

前記信号組合せ構成部は、近接したサブピクセルから近接したサブピクセルへの光学的出射に関連した信号を提供する、各サブピクセルに関連した相補的事象検証フィルタをさらに備える、請求項５に記載のＸ線ディテクター。

【請求項７】

前記Ｘ線ディテクターは、前記構造化シンチレーター層と前記光ディテクター層との間に位置する構造化カラーフィルタ層をさらに備え、

第１のシンチレーター要素は、第１の波長を含む可視光を出射し、第２のシンチレーター要素は、第２の波長を含む可視光を出射し、前記構造化カラーフィルタ層は、前記光ディテクター層のクロストーク性能を改善するように、前記光ディテクター層における検出前にそれぞれの波長を含む第１の可視光と第２の可視光とをフィルタ処理する、

請求項１から５のいずれか一項に記載のＸ線ディテクター。

【請求項８】

前記光ディテクター層のクロストーク性能を改善するために、各スラブの周辺における光学的に分離するマトリックスとして前記構造化シンチレーター層に形成されたシンチレーター分離構成部をさらに備える、請求項１から７のいずれか一項に記載のＸ線ディテクター。

【請求項９】

前記スラブの幅が、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ から $50\text{ }\mu\text{m}$ の範囲に入る、請求項１から８のいずれか一項に記載のＸ線ディテクター。

【請求項１０】

前記構造化シンチレーター層は、第3のシンチレーター要素又は第4のシンチレーター要素を備え、前記光ディテクター層は、干渉縞サンプリング分解能を改善するために各々が前記第3のシンチレーター要素又は前記第4のシンチレーター要素と光学的に位置合わせされた第3のサブピクセル又は第4のサブピクセルを備える、請求項1から9のいずれか一項に記載のX線ディテクター。

【請求項11】

位相コントラスト又は暗視野X線イメージングのための干渉計であって、前記干渉計は、

位相回折格子構造物と、

請求項1から10のいずれか一項に記載のX線ディテクターと、

を備え、

前記位相回折格子構造物と前記X線ディテクターの前記構造化シンチレーター層とがX線放射線を相関付けるための干渉計構成部を形成するように、前記位相回折格子構造物及び前記X線ディテクターが光路中に配置される、

干渉計。

【請求項12】

X線源と、

請求項11に記載の干渉計と、

制御装置と、

を備える、X線イメージングシステムであって、

前記制御装置は、前記X線源を起動して、前記光路中に配置可能な関心物体にX線放射線を付与し、

前記干渉計の前記X線ディテクターは、サンプリングし、X線波面を検出し、

前記制御装置は、前記干渉計の前記X線ディテクターの前記複数のサブピクセルから干渉縞パターンを表す信号を電子的に読み取る、

X線イメージングシステム。

【請求項13】

a) 関心物体を検査するためにX線放射線を生成するステップと、前記関心物体にX線放射線を向けるステップと、

b) X線ディテクターにおいて、前記関心物体により位相が変調されたX線放射線を受信するステップと、

c) 入射X線干渉縞パターンをサンプリングする複数のスラブを備える構造化シンチレーター層を使用して、前記変調されたX線放射線を複数の光学スラブ信号に変換するステップと、

d) 複数のサブピクセルを備える前記構造化シンチレーター層と光通信する光ディテクター層を使用して、前記複数の光学スラブ信号を検出するステップであって、各サブピクセルが、前記構造化シンチレーター層のそれぞれのスラブから出射されたそれぞれの光学スラブ信号を検出するように、前記構造化シンチレーター層の前記それぞれのスラブと位置合わせされ、前記光ディテクター層が、関連する光学スラブ信号の存在に基づいて複数の検出信号を提供する複数の光学的検出セルをさらに備える、前記複数の光学スラブ信号を検出するステップと、

e) 信号組合せ構成部を使用して前記複数のサブピクセルから入射X線干渉縞パターンを表す信号を電子的に読み取るステップであって、前記信号組合せ構成部が、前記光ディテクター層の前記光学的検出セルの検出信号の組合せとして少なくとも第1の出力信号及び第2の出力信号を生成することにより、前記X線ディテクターの位置を調節せずに、第1の検出方向及び第2の検出方向における位相コントラスト及び/又は暗視野X線画像の獲得を可能にし、前記少なくとも第1の出力信号及び第2の出力信号の各々が、前記構造化シンチレーター層のそれぞれのスラブにおいて受信された入射X線干渉縞パターンに起因して空間信号振幅に比例し、前記X線ディテクターのピクセル信号が、前記スラブの幅により規定された干渉縞サンプリング分解能において少なくとも2つの近接したサブピク

セルから獲得された少なくとも第 1 の出力信号及び第 2 の出力信号を含む、電子的に読み取るステップと、

を有する、位相コントラスト X 線イメージング及び / 又は暗視野 X 線イメージングのための方法。

【請求項 1 4】

処理ユニットにより実行されたときに、請求項 1 3 に記載の方法のステップを実施する、請求項 1 2 に記載の X 線イメージングシステムを制御するためのコンピュータプログラム。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載のコンピュータプログラムを記憶した、コンピュータ可読媒体。