

【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／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／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、

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、電気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  $\mu\text{m}$  から 50  $\mu\text{m}$  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線放射線を相關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14】

処理ユニットにより実行されたときに、請求項13に記載の方法のステップを実施する、請求項12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15】

請求項14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。