

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年4月28日(28.04.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/063586 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/17 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069924
- (22) 国際出願日: 2015年7月10日(10.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-217751 2014年10月24日(24.10.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社リガク (RIGAKU CORPORATION) [JP/JP]; 〒1968666 東京都昭島市松原町3丁目9番12号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 作村 拓人 (SAKUMURA Takuto). 中江 保一 (NAKAYE Yasukazu). 辻 優司 (TSUJI Yuji). 梶 芳 功 系 兆 (KAJIYOSHI Koichi). 田口 武 慶 (TAGUCHI Takeyoshi). 松下 一之 (MATSUSHITA Kazuyuki).
- (74) 代理人: 福地 武雄 (FUKUCHI Takeo); 〒1500031 東京都渋谷区桜丘町3番1号 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DATA PROCESSING DEVICE, METHOD FOR DETERMINING CHARACTERISTICS OF PIXELS, DATA PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: データ処理装置、各ピクセルの特性を求める方法ならびにデータ処理の方法およびプログラム

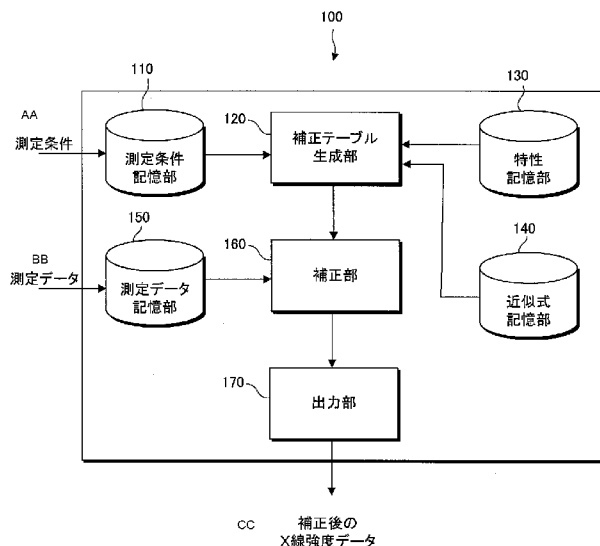


FIG. 1:
110 Measurement condition storage unit
120 Correction table generation unit
130 Characteristic storage unit
140 Approximation formula storage unit
150 Measurement data storage unit
160 Correction unit
170 Output unit
AA Measurement conditions
BB Measurement data
CC X-ray intensity data after correction

(57) Abstract: Provided are a data processing device, method for determining characteristics of pixels, data processing method, and program that remove the need to reset a correction table and make it possible for a user to immediately measure X-ray intensity data under desired conditions. A data processing device 100 for correcting X-ray intensity data measured using a pixel detector is provided with a characteristic storage unit 130 for storing the characteristics of pixels of a specific detector, a correction table generation unit 120 for applying values expressing measurement conditions and pixel characteristics input as values at the time of measurement using the specific detector to an approximation formula expressing the count values of the pixels and using the approximation formula calculation results to generate a correction table for the specific detector, and a correction unit 160 for using the generated correction table to correct the X-ray intensity data measured using the specific detector.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

補正テーブルを再設定する手間を省き、ユーザが即座に所望の条件で X 線強度データを測定できるデータ処理装置、各ピクセルの特性を求める方法ならびにデータ処理の方法およびプログラムを提供する。ピクセル検出器で測定された X 線強度データを補正するデータ処理装置 100 であって、特定の検出器の各ピクセルの特性を記憶する特性記憶部 130 と、特定の検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および各ピクセルの特性を表す値を、各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、近似式の計算結果を用いて、特定の検出器に対する補正テーブルを生成する補正テーブル生成部 120 と、生成された補正テーブルを用いて、特定の検出器で測定された X 線強度データを補正する補正部 160 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

データ処理装置、各ピクセルの特性を求める方法ならびにデータ処理の方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、ピクセル検出器で測定されたX線強度データを補正するデータ処理装置、各ピクセルの特性を求める方法ならびにデータ処理の方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、X線強度の測定に、フォトン・カウンティング型の半導体検出器が用いられている。このような検出器では、各ピクセル（ストリップを含む）はそれぞれ特性を有しており、X線を一樣照射したとしてもピクセル毎に、ゲイン、挙動または感度に差が生じ、個々のバラツキが現れる（例えば、特許文献1参照）。

[0003] そのため、装置メーカーは、測定装置の出荷前に一定の強度の一樣なX線を検出器に照射して、特定の測定条件に合わせて各ピクセルのゲインやカウント値の差を補正（一樣性補正）する補正テーブル、不良なピクセルを排除する補正テーブルを作ったり、いくつかの測定条件で使える汎用的なテーブルを作ったりしている（例えば、特許文献2、3参照）。図13、図14は、それぞれ一樣性補正、不良ピクセルを排除する補正をするための補正テーブルの例を模式的に示したものである。そして、従来、このような補正テーブルのセットを補正に用いている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2005／0259790号明細書

特許文献2：米国特許第6792159号明細書

特許文献3：米国特許第5272536号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、上記のような補正テーブルのセットは、調整時に想定している条件内でしか使えない。そして、一見、正常なピクセルでも、長時間露光するとノイズが発生したり、一様性補正時とは著しく異なるカウント値のX線を入射させると、補正值がずれたりすることがある。このように、当初の想定とは異なる条件で測定したいときには、装置メーカー側で装置を引き取って補正テーブルを作り直さなければならない。
- [0006] 例えば、測定装置には使用温度が設定されており、使用温度の $\pm 10^{\circ}\text{C}$ を許容温度範囲としてこの範囲での使用であればデータが保証される。その保証範囲を 15°C 以上外れた温度で使いたい場合には、測定装置を装置メーカーに預け、補正テーブルを調整する。このような設置場所変更等による使用環境の温度だけでなく、X線の線源の種類、X線の管球のエネルギー（波長）、測定時のエネルギー閾値等が出荷時の想定外に変わると、新たなテーブルが必要になる。
- [0007] また、仕様の許容温度の範囲内であっても変動があるが、それを無視するかその範囲内全部で使えるように、多めに補完ピクセルを設定することがある。いずれかの条件で生じる不良ピクセルを、一貫した不良ピクセルと仮定したテーブルを用意しておけば、画像には問題がなくなるが、そのテーブルを用いたとき必要より多くピクセルのX線強度を用いないため非効率的である。このように、非効率的な最大公約数的なアプローチにより、条件の範囲の中で最大使えるテーブルを用意しておかねばならない。
- [0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、補正テーブルを再設定する手間を省き、ユーザが即座に所望の条件でX線強度データを測定できるデータ処理装置、各ピクセルの特性を求める方法ならびにデータ処理の方法およびプログラム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

- [0009] (1) 上記の目的を達成するため、本発明のデータ処理装置は、ピクセル

検出器で測定されたX線強度データを補正するデータ処理装置であって、特定の検出器の各ピクセルの特性を記憶する特性記憶部と、前記特定の検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および前記各ピクセルの特性を表す値を、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、前記近似式の計算結果を用いて、前記特定の検出器に対する補正テーブルを生成する補正テーブル生成部と、前記生成された補正テーブルを用いて、前記特定の検出器で測定されたX線強度データを補正する補正部と、を備えることを特徴としている。

[0010] このように、本発明のデータ処理装置は、入力された測定条件に応じて補正テーブルを生成するため、装置メーカーに測定装置を預けて補正テーブルを再設定しなくても測定条件を変更できる。その結果、ユーザは、即座に所望の条件でX線強度データを測定できる。

[0011] (2) また、本発明のデータ処理装置は、前記補正テーブル生成部が、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式として、本来のX線照射によるカウント分を表す数式とチャージシェアリングによるカウント分を表す数式とを足し合わせた数式を用いることを特徴としている。これにより、チャージシェアリングの影響を参照して補正テーブルを生成できる。

[0012] (3) また、本発明のデータ処理装置は、前記補正テーブル生成部が、前記本来のX線照射によるカウント分を表す近似式として、ノイズによるカウント分を表す数式とノイズ以外によるカウント分を表す数式とを足し合わせた数式を用いることを特徴としている。これにより、ノイズを避けてX線強度を測定できる。また、測定条件に応じたノイズの影響を参照して、効率的に補完ピクセルを設定できる。

[0013] (4) また、本発明のデータ処理装置は、前記補正テーブル生成部が、各ピクセルに対して前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果を用いて一様性補正または歪み補正のための補正係数を算出することを特徴としている。これにより、測定条件に応じて一様性補正または歪み補正ができる。

- [0014] (5) また、本発明のデータ処理装置は、前記補正テーブル生成部が、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果およびカウント値の閾値を用いて不良ピクセルを特定し、前記不良ピクセルを補うための補正係数を算出することを特徴としている。これにより、測定条件に応じて効率的に補完ピクセルを設定できる。その結果、測定条件の変更の度に測定装置を預けて補完ピクセルを再設定する必要が無くなり、複数の条件に対して一様に補完ピクセルを設定する必要も無くなる。
- [0015] (6) また、本発明のデータ処理装置は、前記入力された測定時の測定条件には、測定装置周辺の温度が含まれることを特徴としている。これにより、測定時の温度に応じて生じるノイズのシフト等の温度の影響を参照した補正テーブルを用いてX線強度データを補正できる。
- [0016] (7) また、本発明のデータ処理装置は、前記入力された測定時の測定条件には、測定に用いられるX線の線源の種類が含まれることを特徴としている。これにより、X線源を変更する場合に、用いられるX線源に応じて即座に生成される補正テーブルを用いてX線強度データを補正できる。
- [0017] (8) また、本発明の方法は、前記入力された測定時の測定条件には、測定に用いられるX線の線源の種類が含まれることを特徴としている。これにより、各ピクセルの特性をデータ処理装置に記憶させ、所望の測定条件に応じ、各ピクセルの特性から導かれた補正テーブルを用いてX線強度データを補正できる。
- [0018] (9) また、本発明の方法は、ピクセル検出器で測定されたX線強度データを補正するデータ処理の方法であって、特定の検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および予め記憶された特定の検出器の各ピクセルの特性を表す値を、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果を用いて、前記特定の検出器に対する補正テーブルを生成するステップと、前記生成された補正テーブルを用いて、前記特定の検出器で測定されたX線強度データを補正するステップと、を含むことを特徴としている。これにより、ユーザは、即

座に所望の条件でX線強度データを測定できる。

- [0019] (10) また、本発明のプログラムは、ピクセル検出器で測定されたX線強度データを補正するデータ処理のプログラムであって、特定の検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および予め記憶された特定の検出器の各ピクセルの特性を表す値を、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果を用いて、前記特定の検出器に対する補正テーブルを生成する処理と、前記生成された補正テーブルを用いて、前記特定の検出器で測定されたX線強度データを補正する処理と、をコンピュータに実行させることを特徴としている。これにより、ユーザは、即座に所望の条件でX線強度データを測定できる。

発明の効果

- [0020] 本発明によれば、補正テーブルを再設定する手間を省き、ユーザが即座に所望の条件でX線強度データを測定できる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本発明のデータ処理装置の構成を示すブロック図である。
[図2]事前に各ピクセルの特性を設定する方法を示すフローチャートである。
[図3]検出器への一様な照射の場面を示す斜視図である。
[図4]1ピクセルにおけるX線の積分プロファイルを示すグラフである。
[図5]複数ピクセルにおける補正後のX線の積分プロファイルを示すグラフである。
[図6]本発明のデータ処理装置の動作を示すフローチャートである。
[図7]本発明のデータ処理装置を用いた補正方法を示す概略図である。
[図8]得られた積分プロファイルを示すグラフである。
[図9]近似式の各項を示すグラフである。
[図10]近似式を積分プロファイルにフィッティングした結果を示すグラフである。
[図11]ノイズの積分プロファイルの例を示すグラフである。

[図12]測定時間に対する不良ピクセル数を示すグラフである。

[図13]一様性補正をするための補正テーブルの例を模式的に示す図である。

[図14]不良ピクセルを排除する補正をするための補正テーブルの例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 次に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

[0023] (データ処理装置の構成)

図1は、データ処理装置100の構成を示すブロック図である。例えば、データ処理装置100は、PCで構成され測定装置に接続されている。図1に示すように、データ処理装置100は、測定条件記憶部110、補正テーブル生成部120、特性記憶部130、近似式記憶部140、測定データ記憶部150、補正部160および出力部170を備えており、検出器で測定されたX線強度データを補正する。検出器は、ピクセル（ストリップを含む）の空間的最小単位を持つ1次元または2次元の検出器であって、電子回路ノイズを閾値で除去して光子をカウントするものである。

[0024] 測定条件記憶部110は、入力された測定時の測定条件を記憶する。入力には、測定装置から自動で行われてもよいし、ユーザによる手入力であってもよい。例えば、入力された測定時の測定条件には、測定装置周辺の温度が含まれる。これにより、測定時の温度に応じて生じるノイズのシフト等の温度の影響を参照してX線強度データを補正できる。また、測定時の測定条件は、X線の線源の種類であってもよい。その結果、X線源を変更する場合でもX線源に応じて即座にX線強度データを補正できる。その他、測定時の測定条件に気圧や湿度を含めてもよい。

[0025] 補正テーブル生成部120は、検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および各ピクセルの特性を表す値を、各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、近似式の計算結果を用いて、検出器に対する補正

テーブルを生成する。これにより、装置メーカーに測定装置を預けて補正テーブルを再設定しなくても測定条件を変更できる。その結果、ユーザは、即座に所望の条件でX線強度データを測定できる。

[0026] なお、本実施形態では、X線強度を検出する検出器と、ピクセルの特性が補正テーブルの生成に用いられる検出器とが同一であり（特定の検出器）、その補正テーブルを用いて検出されたX線強度が補正される。

[0027] 補正テーブル生成部120は、各ピクセルでのカウント値を表す近似式として、本来のX線照射によるカウント分を表す数式とチャージシェアリングによるカウント分を表す数式とを足し合わせた数式を用いている。さらに、本来のX線照射によるカウント分を表す近似式は、ノイズによるカウント分を表す数式とノイズ以外によるカウント分を表す数式とを足し合わせた数式となっている。これにより、ノイズによるカウント分を除去するとともに、チャージシェアリングの影響を反映したX線強度を測定できる。また、ノイズの影響を参照して、効率的に補完ピクセルを設定できる。

[0028] 補正テーブル生成部120は、各ピクセルに対して近似式の計算結果を用いて一様性補正または歪み補正のための補正係数を算出する。これにより、測定条件に応じて一様性補正または歪み補正ができる。

[0029] 補正テーブル生成部120は、近似式の計算結果およびカウント値の閾値を用いて補完ピクセルを特定し、補完ピクセルを補うための補正係数を算出する。これにより、測定条件に応じて効率的に補完ピクセルを設定できる。その結果、測定条件の変更の度に測定装置を預けて補完ピクセルを再設定する必要がなくなり、複数の条件に対して一様に補完ピクセルを設定する必要もなくなる。なお、補完ピクセルとは、不良ピクセルであることからそのピクセルが検出する値を利用せず、何らかの方法でそのピクセルの値を補完する対象のピクセルを指す。

[0030] 特性記憶部130は、検出器の各ピクセルの特性を記憶する。各ピクセルの特性を求める方法については後述する。近似式記憶部140は、補正テーブル生成の際に利用する近似式を記憶する。近似式としては、例えば、ノイ

ズによるカウント分をガウシアンで表し、本来のX線照射によるカウント分のうち、ノイズ以外によるカウント分をエラーファンクションで表し、チャージシェアリングによるカウント分を一次関数で表すことができる。詳細は後述する。

[0031] 測定データ記憶部150は、測定されたデータを記憶する。測定データは、例えば、測定装置から送出されたデータをデータ処理装置100が受信し、測定データ記憶部150に記憶される。

[0032] 補正部160は、生成された補正テーブルを用いて、検出器で測定されたX線強度データを補正する。本実施形態では、補正テーブルは単一のテーブルに集約され、その補正テーブルのみを用いれば容易に補正できる。ただし、複数のテーブルを保持しておき、複合的に用いてもよい。出力部170は、補正後のX線強度データを出力する。

[0033] (事前準備の方法)

次に、予め検出器のピクセル毎に特性を準備する方法を説明する。図2は、事前に各ピクセルの特性を設定する方法を示すフローチャートである。まず、測定条件を変えてX線を検出器に一樣照射し、各ピクセルの検出値を記録し、記録された検出値を用いて、ピクセル毎のベースラインを測定する（ステップS1）。ベースラインは、例えば、他のピクセルも含めて求められた平均値である。

[0034] 次に、標準温度でのピクセル固有のベースラインをデータベースから読み込み（ステップS2）、ベースラインのシフトを算出する（ステップS3）。一方、データベースからピクセル固有の熱特性を読みこみ（ステップS4）、ベースラインのシフトを戻すパラメータ（特性）を算出する（ステップS5）。このようにして、記録された各ピクセルの検出値から、各ピクセルの特性を算出して用い、得られたパラメータを特性記憶部に記憶し、設定する（ステップS6）。これにより、データ処理装置に記憶させた各ピクセルの特性を用いて、所望の測定条件に応じたX線強度の補正が可能になる。

[0035] (一樣照射)

上記の一樣照射について説明する。図3は、検出器220への一樣な照射の場面を示す斜視図である。X線の一樣照射は、例えば、図3に示すような拡散板210で一樣に拡散させたX線ビームB1を検出器220に向けて照射することで行うことができる。このようにして、ピクセル毎にX線の積分プロファイルを得ることができる。

[0036] 図4は、1ピクセルにおけるX線の積分プロファイルを示すグラフである。図4のグラフでは、横軸にエネルギー、縦軸にカウント値をとったグラフであり、高エネルギー側から積算されたカウント値が表示されている。したがって、カウント値が急上昇する位置がX線のエネルギーのピーク位置を表し、閾値における曲線の高さが積算カウント値を表している。また、低エネルギー側には、飽和により上端の切れた左右対称の形状（Rice分布）でノイズが現れており、その中心位置がゼロ点となる。

[0037] 図5は、複数ピクセルにおける補正後のX線の積分プロファイルを示すグラフである。補正は、複数のピクセルにおける感度差、ゲイン差、ゼロ点誤差等を小さくしている。図5に示す例では、補正の結果、閾値における各ピクセルの積算カウント値の強度差が小さくなっている。

[0038] （データ処理装置の動作）

上記のようにして得られたピクセル毎の特性を用いて、測定条件に応じた補正テーブルを準備することができる。図6は、データ処理装置100の動作を示すフローチャートである。

[0039] 図6に示すように、まず、データ処理装置100に測定条件の入力がなされる（ステップT1）。そして、予めピクセル毎に準備された特性および測定条件の下で得られた近似式をX線強度データにフィッティングさせる（ステップT2）。これにより、各ピクセルの一樣性補正の補正係数が得られる。

[0040] 次に、各ピクセルについて補完ピクセルとして設定すべきか否かを判定する（ステップT3）。判定は、例えば、閾値以上のエネルギーの範囲にノイズの分布が重なるか否かで行う。その場合に、閾値にノイズがかかるよう

あれば、そのピクセルの情報を使えないため、補完ピクセルの設定をすべきと判定できる。

[0041] このようにして、補完ピクセルの設定をすべきと判定する場合には、そのピクセルについては、X線強度を取らずに周囲のピクセルで補うように補正テーブルを設定する（ステップT4）。補完ピクセルの設定をすべきでないとして判定する場合には、ステップT5に進む。そして、得られた補正テーブルを用いてX線強度を補正する（ステップT5）。なお、上記のような動作は装置にプログラムを実行させることで可能となる。

[0042] （補正方法の概略）

図7は、データ処理装置を用いた補正方法を示す概略図である。図7に示すように、検出器の各ピクセルの特性および検出器で測定された際のゲイン、RICE位置、温度、 τ （数え落としの時定数）等の測定条件を用いて各ピクセルでのカウント値を表す近似式を算出する。そして、近似式をX線強度にフィッティングすることで、検出器に対する補正テーブルC1を生成する。そして、生成された補正テーブルC1を用いて、検出器で測定されたX線強度データM1を補正し、補正後データM2を得ることができる。

[0043] （フィッティング）

以下に近似式を用いて補正係数を算出する際のフィッティングについて説明する。図8は、得られた積分プロファイルを示すグラフである。図8に示すように、積分プロファイルは、温度、検出器の不感層厚のバラツキ、X線源の種類等により、シフトする。例えば、ゼロ点は温度によりシフトし、カウンティングレートは温度や不感層厚のバラツキにより変化し、ゲインは温度により変化する。また、積分プロファイルは、気圧、湿度等にも影響される。例えば、気圧が変わるとX線源から検出器までのX線の吸収率が変わるため、気圧が高い場合にはカウント強度が小さくなり、気圧が低い場合にはカウント強度が大きくなる。

[0044] このような積分プロファイルは、近似式で表すことができる。図9は、近似式の各項を示すグラフである。例えば、ノイズによるカウント分は、数式

(1) に示すようなガウシアンで近似できる。また、本来のX線照射によるカウント分のうち、ノイズ以外によるカウント分は、数式(2)に示すようなエラーファンクション(相補誤差関数)で近似できる。また、チャージシェアリングによるカウント分は、数式(3)に示す一次関数で近似できる。なお、上記の数式は代表例であって、各カウント分を表す数式は必ずしもこれらに限定されるわけではない。

[0045] [数1]

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \dots (1)$$

[数2]

$$\begin{aligned} \operatorname{erfc}(x) &= 1 - \operatorname{erf}(x) \\ &= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-t^2} dt \dots (2) \end{aligned}$$

[数3]

$$\mathbf{f(x)=-ax+b} \dots (3)$$

[0046] 例えば、数式(2)、(3)を用いて、本来のX線照射によるカウント分を数式(4)のように表すことができる。この場合、チャージシェアリングにより生じた検出分を、高エネルギー側にあるピークのエネルギーと対象とするエネルギーとの差の一次関数として評価している。なお、対象とするエネルギーとは、チャージシェアリングが生じた検出分を算出しようとするエネルギーである。

[数4]

$$I(E) = \left(1 - \operatorname{erf}\left(\frac{E - E_{peak}}{\sqrt{2}\sigma}\right)\right) \times (A + B(E - E_{peak})) \quad \dots(4)$$

$I(E)$: X線プロファイルの、あるエネルギー閾値 E での強度

A 、 B : X線強度等によって決まる実数定数

E_{peak} : チャージシェアによる影響を受けていない本来のピークエネルギー

[0047] X線検出器のピクセル毎に、高エネルギー側にある回折データのチャージシェアリングにより検出が想定される回折データを重ね合わせることでチャージシェアリングを評価し、本来のX線照射によるカウント分を、数式(5)のように表すこともできる。チャージシェアリングが生じた検出分をこのように算出することで、正確な評価だけでなく、ピクセル形状等によらずにチャージシェアによるX線プロファイル形状を再現できるという効果も得られる。

[数5]

$$I(E) = A \int_0^{E_{peak}} p_{CS}(E_{CS}) \Delta S \left(1 - \operatorname{erf}\left(\frac{E - E_{CS}}{\sqrt{2}\sigma}\right)\right) dE_{CS} + B \left(1 - \operatorname{erf}\left(\frac{E - E_{peak}}{\sqrt{2}\sigma}\right)\right) + C \quad \dots(5)$$

$I(E)$: X線プロファイルの、あるエネルギー閾値 E での強度

A 、 B 、 C : X線強度等によって決まる実数定数

E_{peak} : チャージシェアによる影響を受けていない本来のピークエネルギー

E_{CS} : チャージシェアによって生じた見かけのエネルギー

$P_{CS}(E_{CS})$: E_{CS} にあたる電荷を対象ピクセルが捕集する確率

ΔS : チャージシェアによる見かけのエネルギーが ΔE 変化する領域の面積

[0048] 図10は、近似式を積分プロファイルにフィッティングした結果を示すグラフである。図10のように、ガウシアン G 、エラーファンクション Erf 、一次関数 Lf を足し合わせた近似式のプロファイル C_o を実験結果のプロファイル E_x にフィッティングすることができる。その際に得られる係数に

より、補正係数を求め、補正テーブルを生成できる。

[0049] (ノイズへの対応)

以下にノイズへの対応を説明する。図 11 は、ノイズの積分プロファイルの例を示すグラフである。図 11 に示すように、10 秒露光した場合のノイズの影響を受けない位置（裾野の端）に設けた閾値であっても、20 秒露光した場合のノイズについては、影響を受ける範囲に入ってしまう。このようにして、閾値の位置次第でピクセルが補完ピクセルの設定対象となる。

[0050] 図 12 は、測定時間に対する不良ピクセル数を示すグラフである。上記のように露光時間が増加すればするほど、同じ位置の閾値でもノイズのプロファイルに重なってしまう。図 12 に示されているように、測定時間が増加するとともに不良ピクセルも増加し、それを補う補正テーブルを提供できる。

符号の説明

[0051] 100 データ処理装置
110 測定条件記憶部
120 補正テーブル生成部
130 特性記憶部
140 近似式記憶部
150 測定データ記憶部
160 補正部
170 出力部
210 拡散板
220 検出器
B1 X線ビーム
C1 補正テーブル
Co 近似式のプロファイル
Erf エラーファンクション
Ex 実験結果のプロファイル
G ガウシアン

L f 一次関数

M 1 X線強度データ

M 2 補正後データ

請求の範囲

- [請求項1] ピクセル検出器で測定されたX線強度データを補正するデータ処理装置であって、
- 特定の検出器の各ピクセルの特性を記憶する特性記憶部と、
- 前記特定の検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および前記各ピクセルの特性を表す値を、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、前記近似式の計算結果を用いて、前記特定の検出器に対する補正テーブルを生成する補正テーブル生成部と、
- 前記生成された補正テーブルを用いて、前記特定の検出器で測定されたX線強度データを補正する補正部と、を備えることを特徴とするデータ処理装置。
- [請求項2] 前記補正テーブル生成部は、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式として、本来のX線照射によるカウント分を表す数式とチャージシェアリングによるカウント分を表す数式とを足し合わせた数式を用いることを特徴とする請求項1記載のデータ処理装置。
- [請求項3] 前記補正テーブル生成部は、前記本来のX線照射によるカウント分を表す近似式として、ノイズによるカウント分を表す数式とノイズ以外によるカウント分を表す数式とを足し合わせた数式を用いることを特徴とする請求項2記載のデータ処理装置。
- [請求項4] 前記補正テーブル生成部は、各ピクセルに対して前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果を用いて一様性補正または歪み補正のための補正係数を算出することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のデータ処理装置。
- [請求項5] 前記補正テーブル生成部は、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果およびカウント値の閾値を用いて不良ピクセルを特定し、前記不良ピクセルを補うための補正係数を算出することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載のデータ処理装置。
- [請求項6] 前記入力された測定時の測定条件には、測定装置周辺の温度が含ま

れることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のデータ処理装置。

[請求項7] 前記入力された測定時の測定条件には、測定に用いられる X 線の線源の種類が含まれることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載のデータ処理装置。

[請求項8] 請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のデータ処理装置に記憶され前記各ピクセルの特性を求める方法であって、

特定の測定条件を変えて X 線を前記特定の検出器に一樣照射し、各ピクセルの検出値を記録するステップと、

前記記録された各ピクセルの検出値から、各ピクセルの特性を算出するステップと、を含むことを特徴とする方法。

[請求項9] ピクセル検出器で測定された X 線強度データを補正するデータ処理の方法であって、

特定の検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および予め記憶された特定の検出器の各ピクセルの特性を表す値を、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果を用いて、前記特定の検出器に対する補正テーブルを生成するステップと、

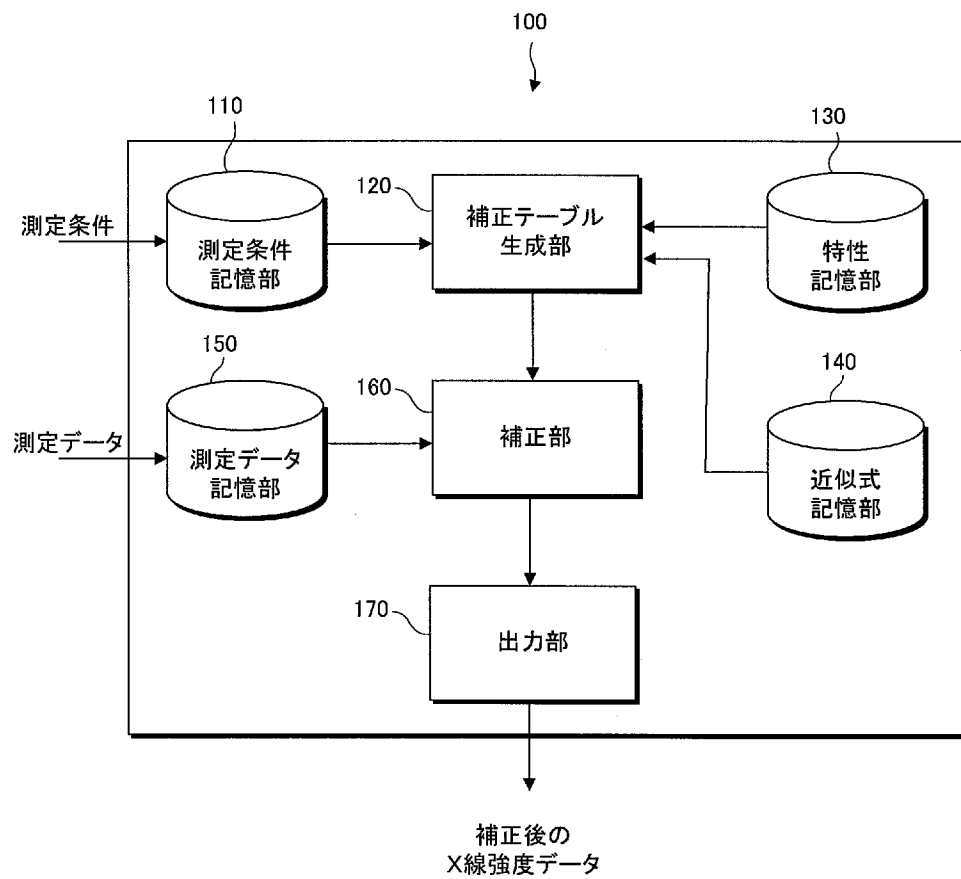
前記生成された補正テーブルを用いて、前記特定の検出器で測定された X 線強度データを補正するステップと、を含むことを特徴とする方法。

[請求項10] ピクセル検出器で測定された X 線強度データを補正するデータ処理のプログラムであって、

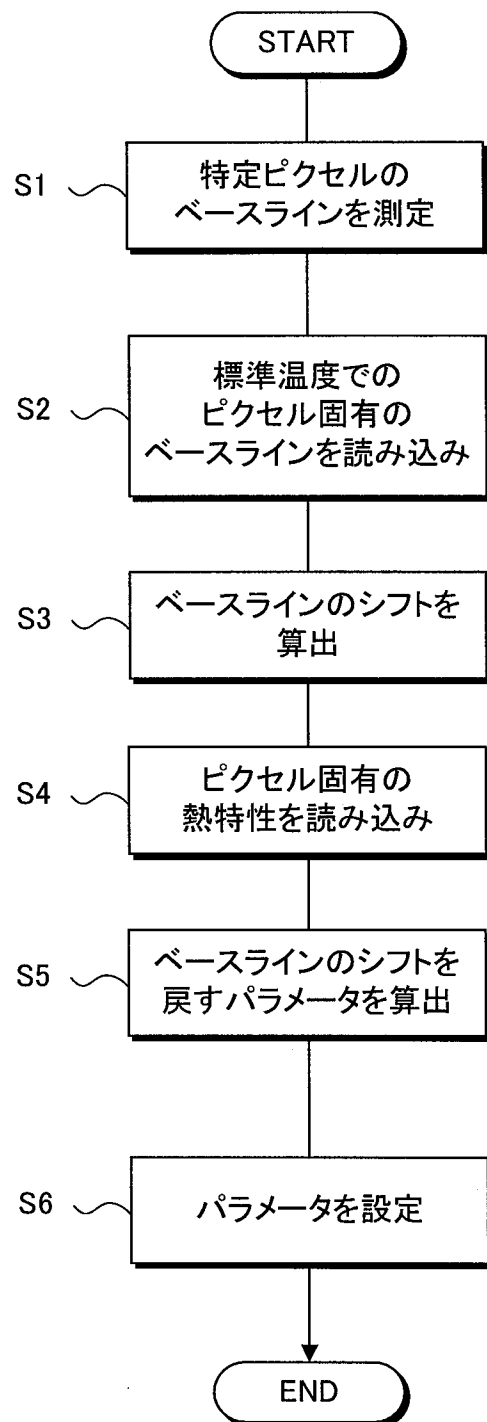
特定の検出器で測定された際のものとして入力された測定条件および予め記憶された特定の検出器の各ピクセルの特性を表す値を、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式に適用し、前記各ピクセルでのカウント値を表す近似式の計算結果を用いて、前記特定の検出器に対する補正テーブルを生成する処理と、

前記生成された補正テーブルを用いて、前記特定の検出器で測定されたX線強度データを補正する処理と、をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

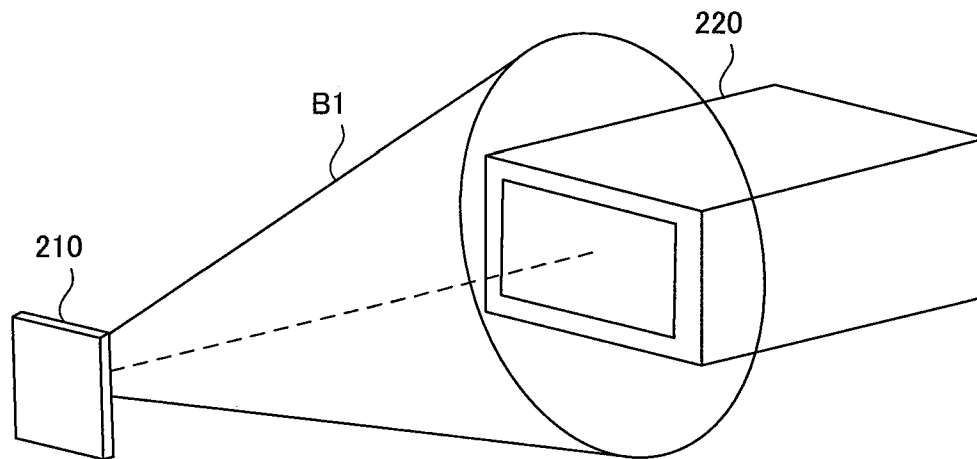
[図1]



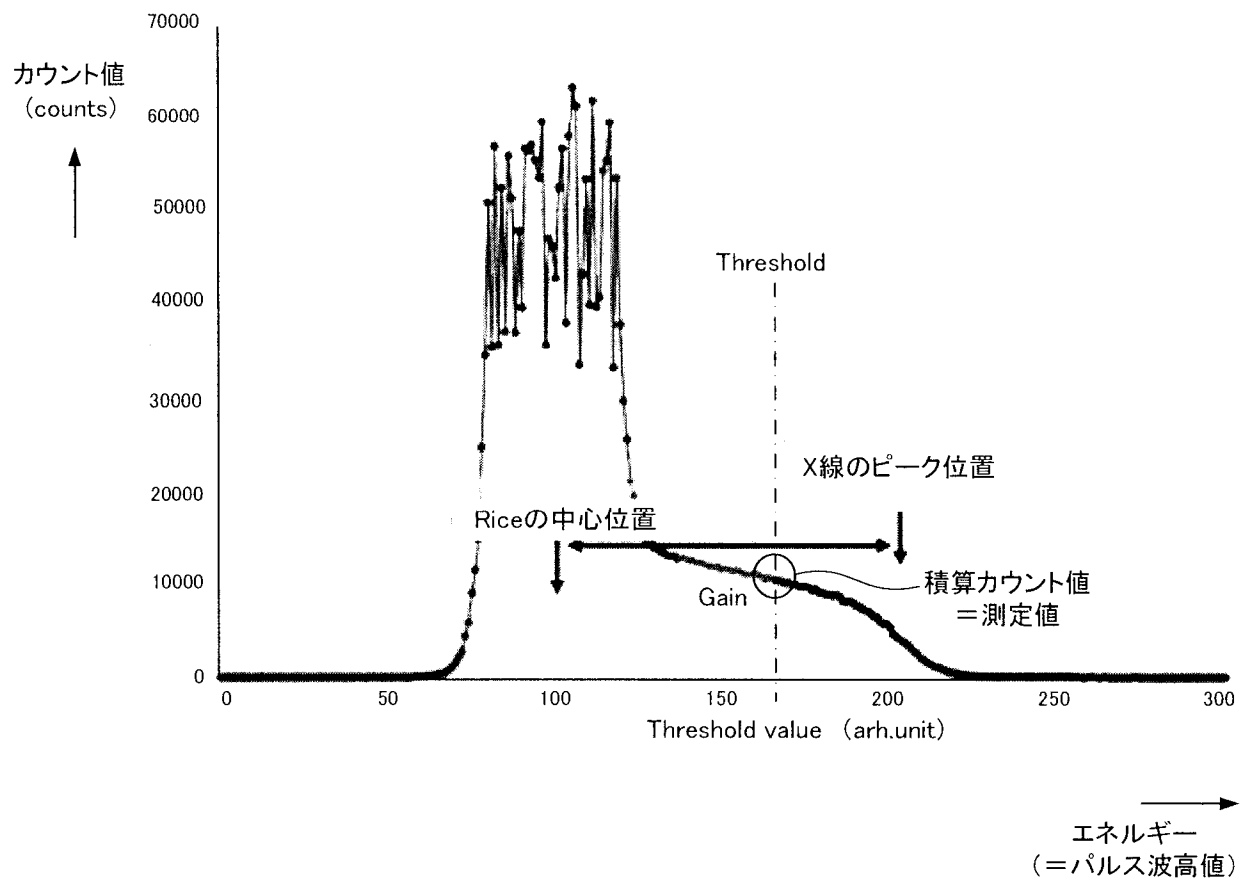
[図2]



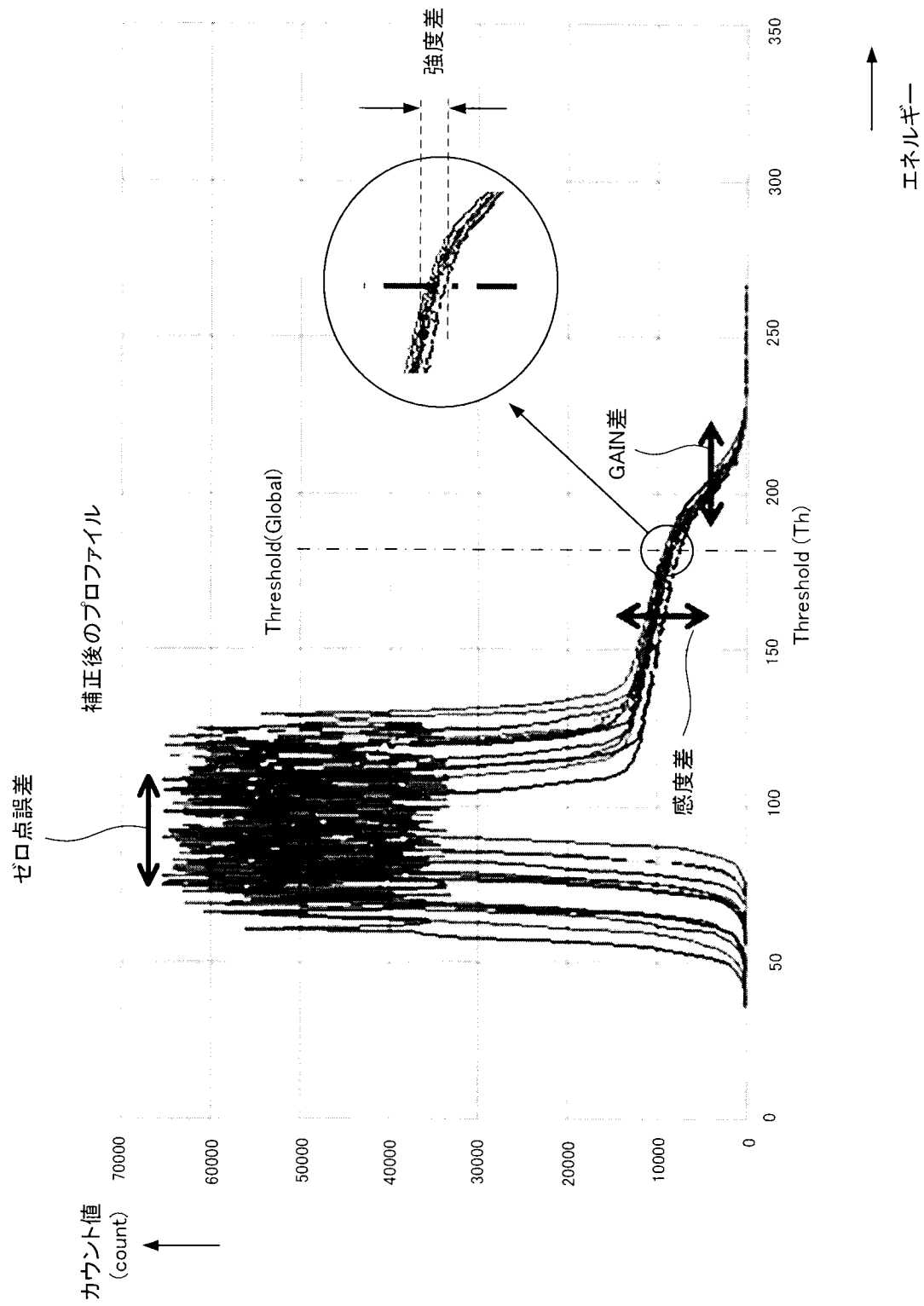
[図3]



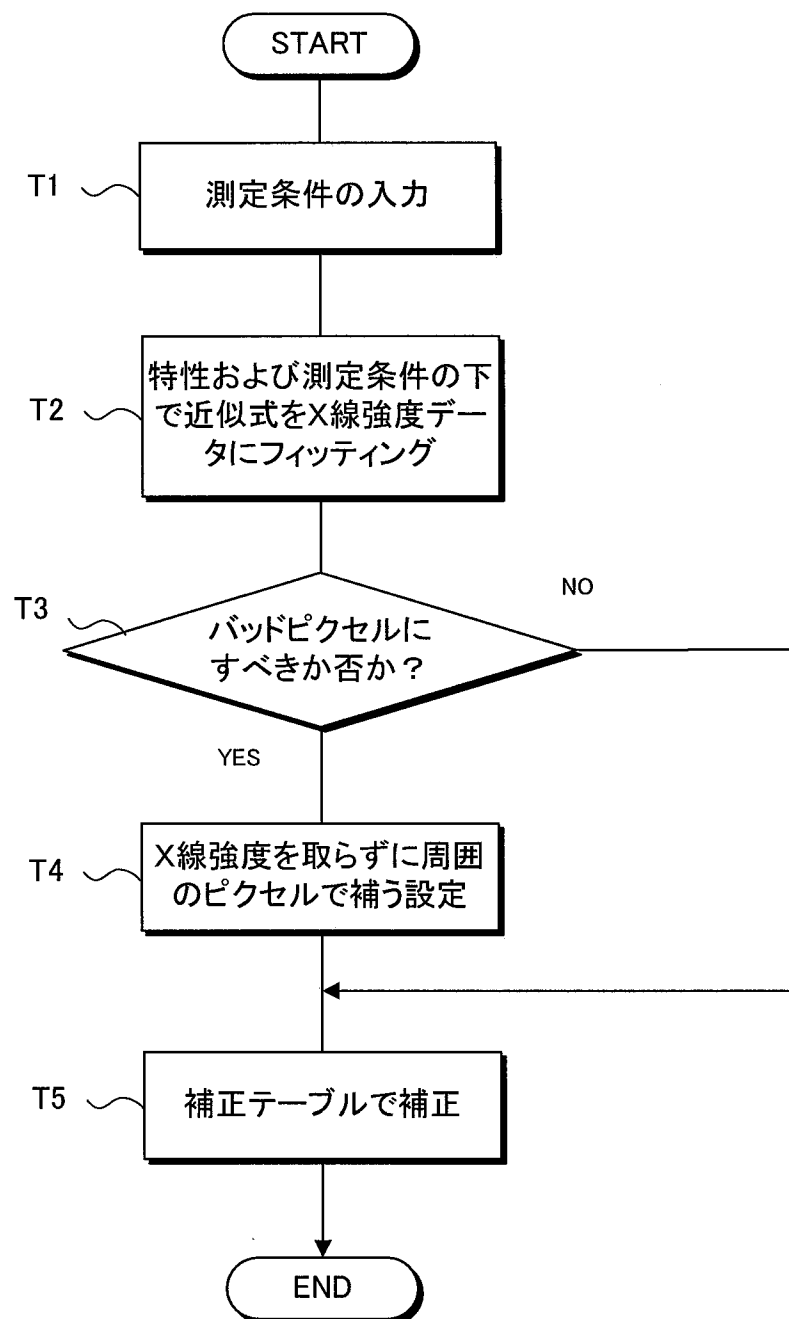
[図4]



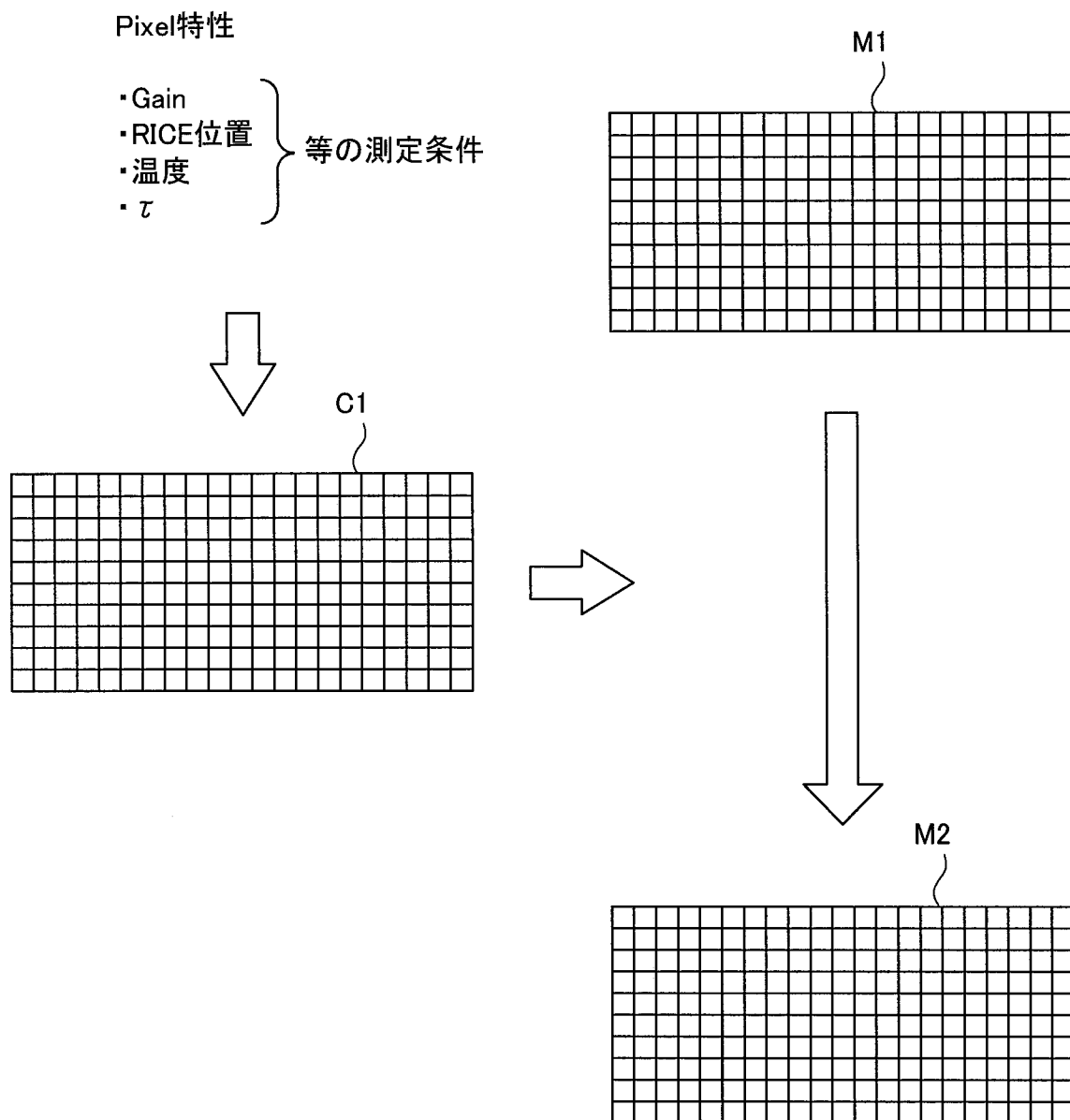
[図5]



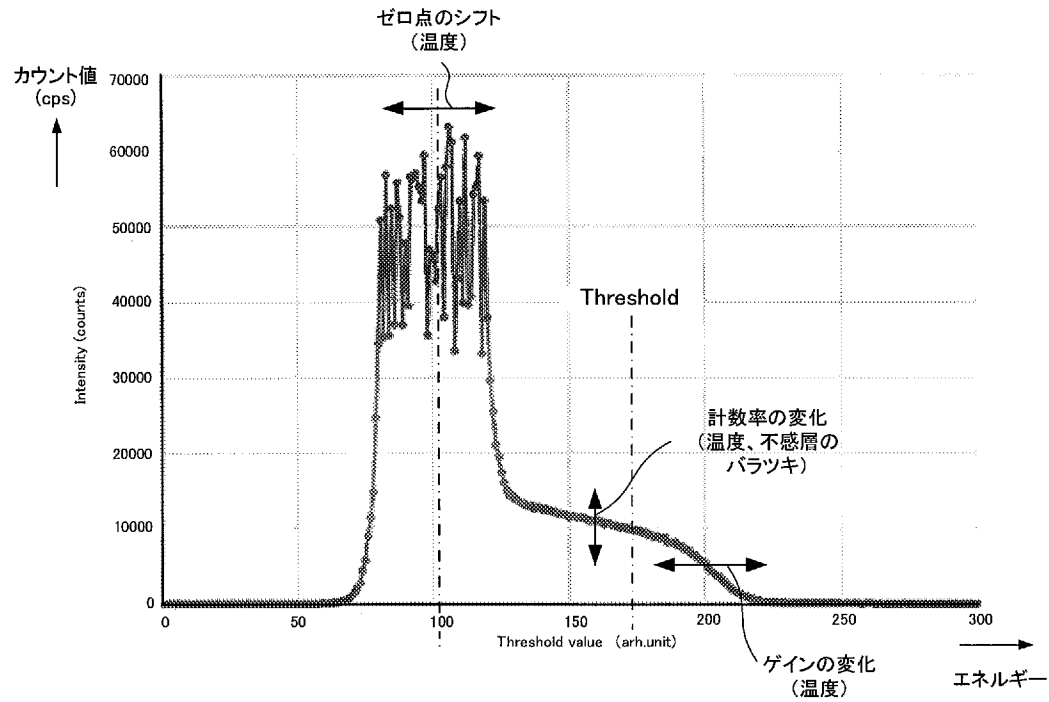
[図6]



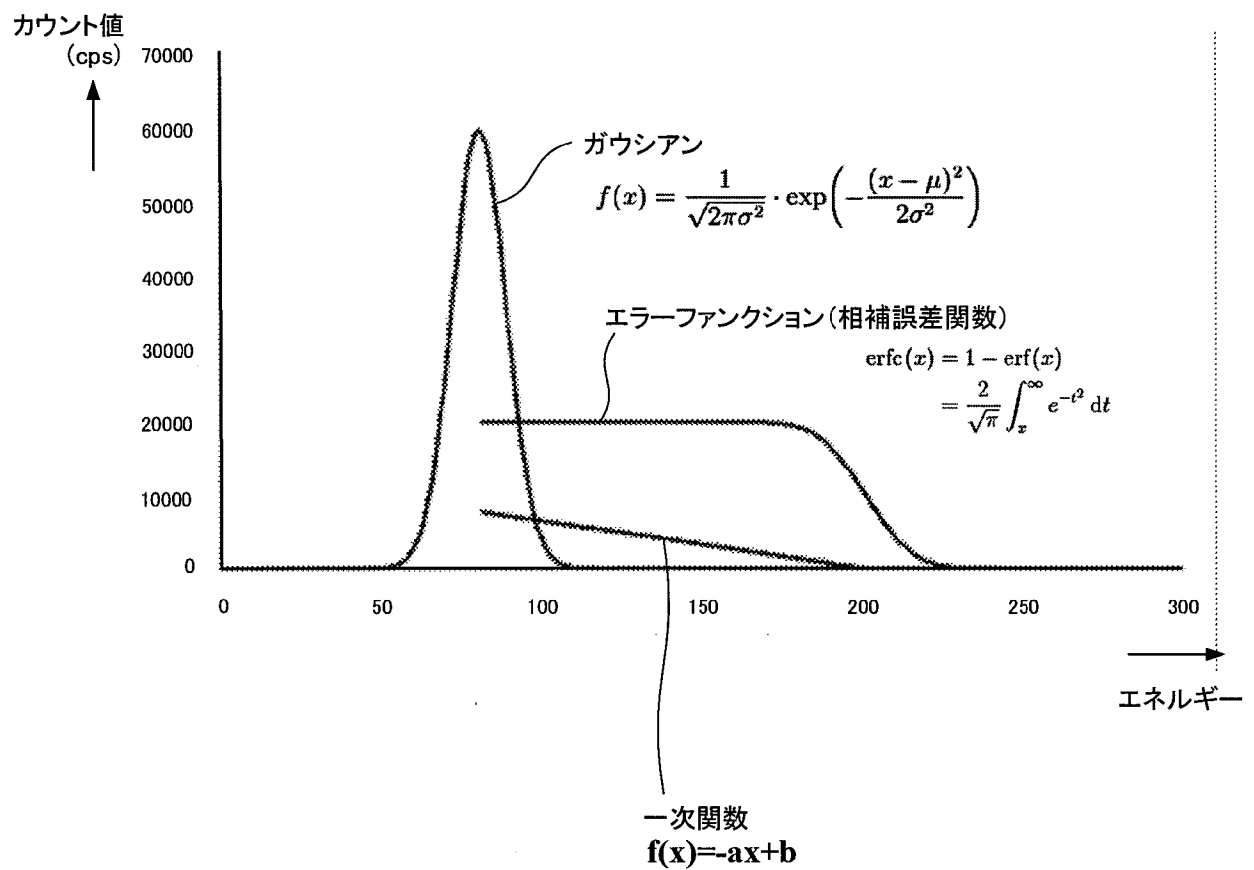
[図7]



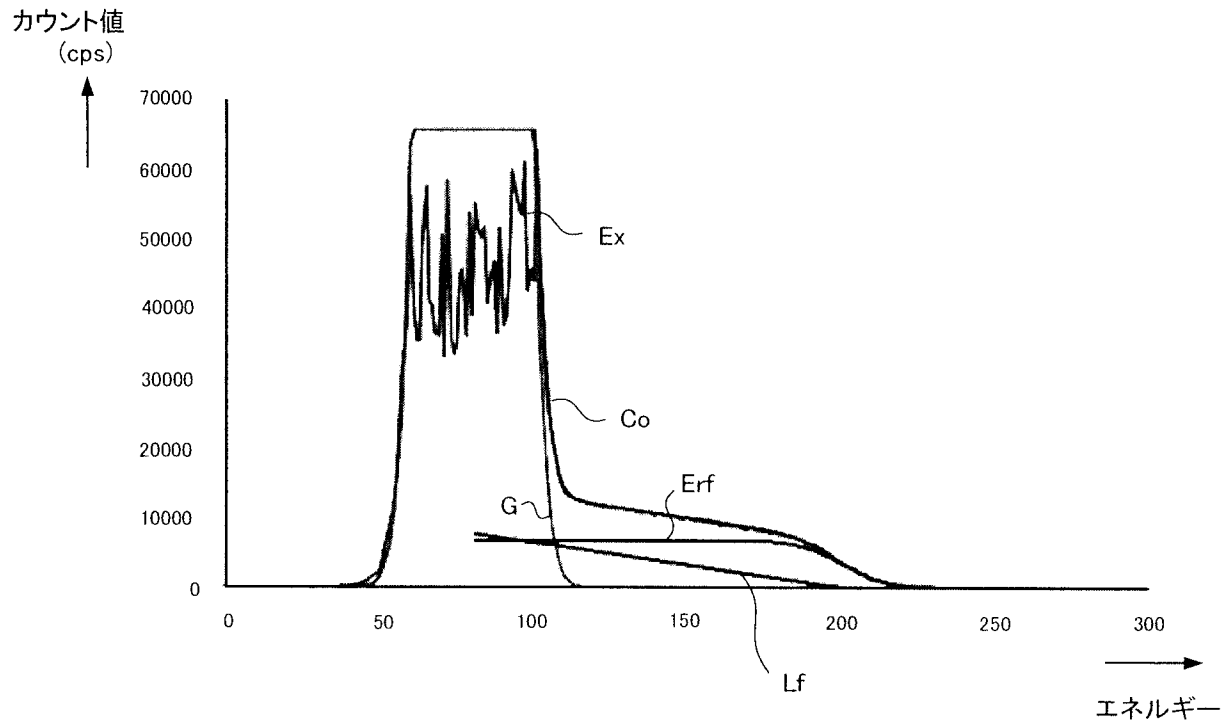
[図8]



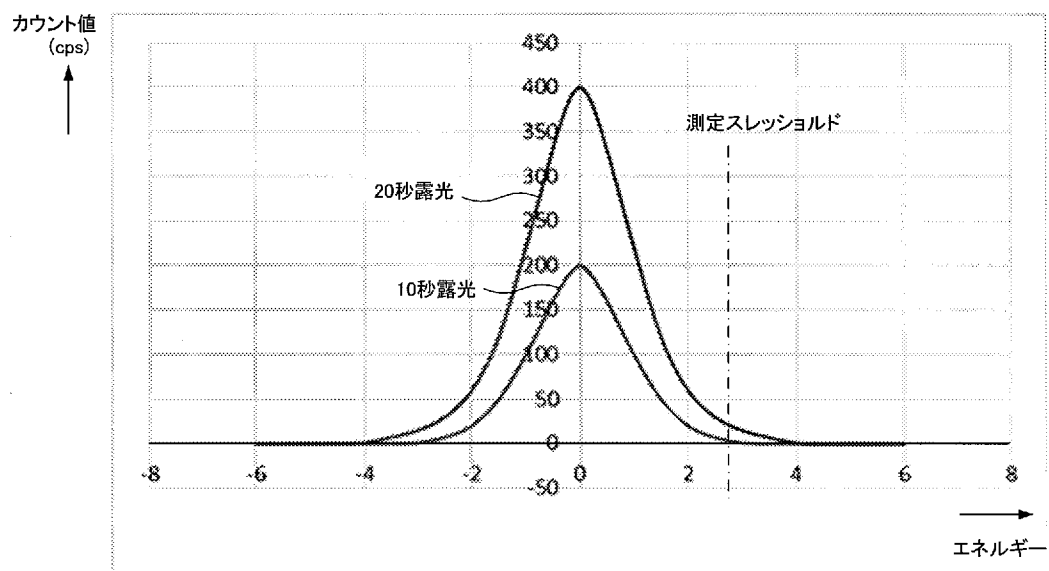
[図9]



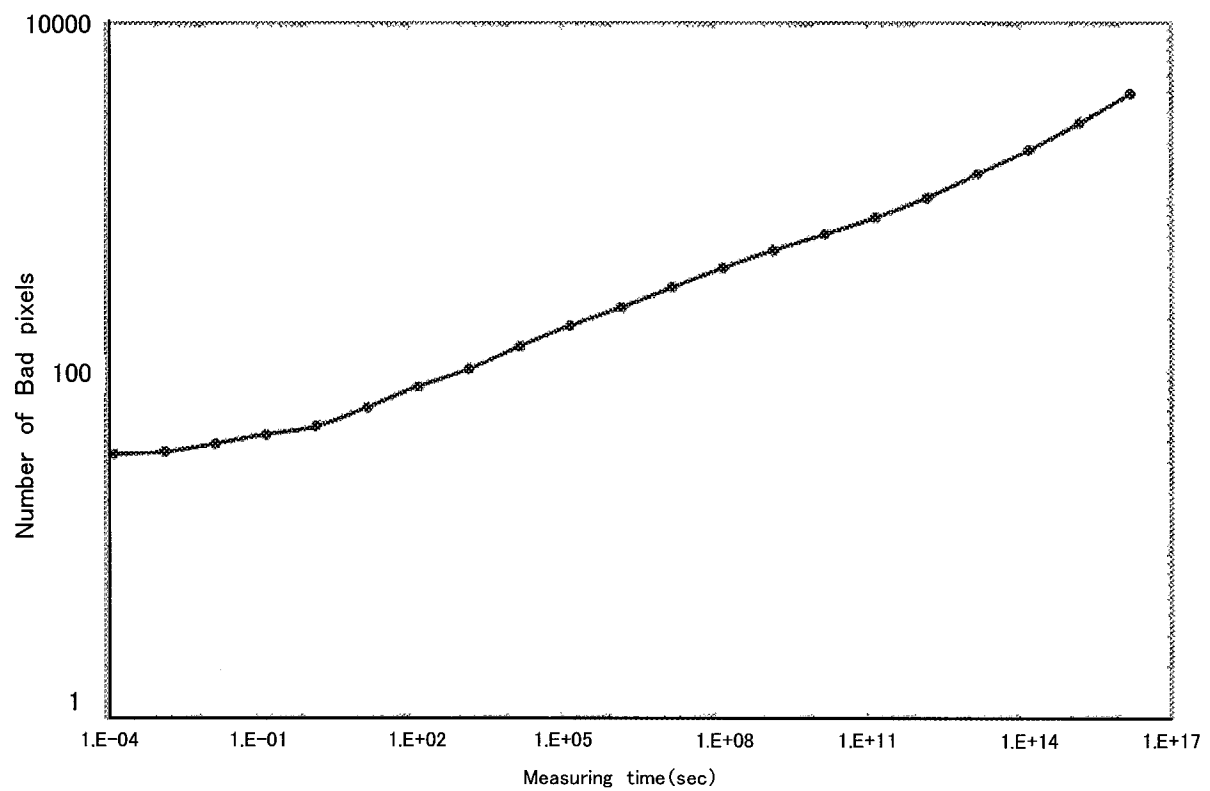
[図10]



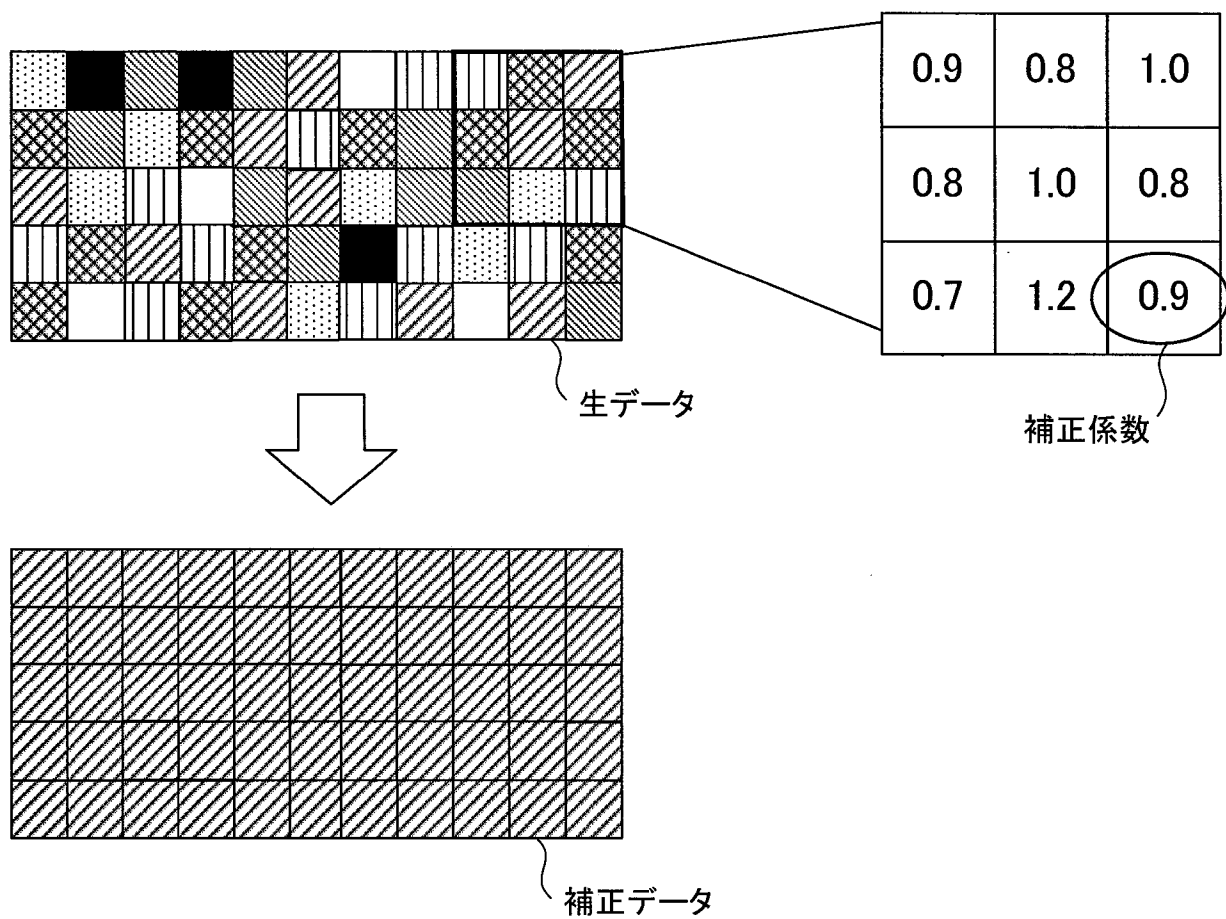
[図11]



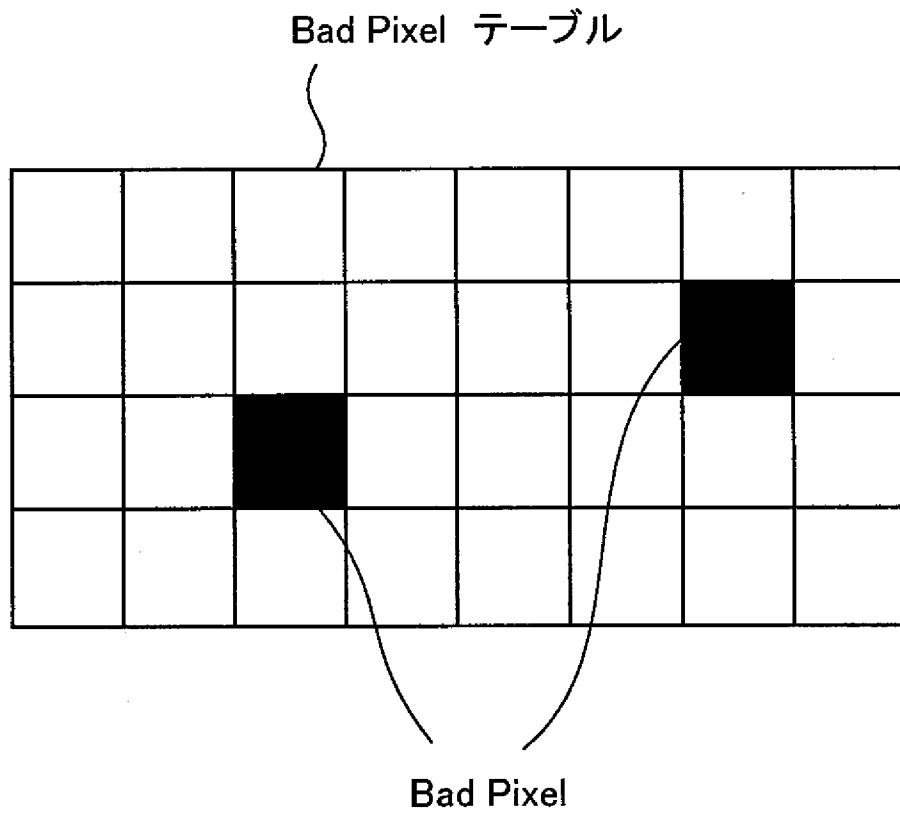
[図12]



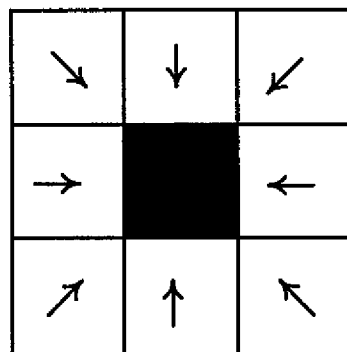
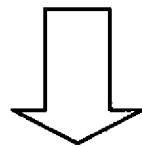
[図13]



[図14]



補正



例えば、BadPixel(黒ピクセル)
の8近傍のピクセルで強度補完

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/17(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01T1/17

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-180095 A (Fujifilm Corp.), 15 September 2011 (15.09.2011), paragraphs [0001], [0007] to [0020], [0091] to [0093], [0118] (Family: none)	1-10
Y	JP 2002-593 A (Canon Inc.), 08 January 2002 (08.01.2002), paragraphs [0001], [0044], [0045] (Family: none)	1-10
Y	JP 2010-74641 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 02 April 2010 (02.04.2010), paragraphs [0001], [0012] to [0022], [0218] to [0220] (Family: none)	5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
24 August 2015 (24.08.15)

Date of mailing of the international search report
01 September 2015 (01.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069924

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 53-66778 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 June 1978 (14.06.1978), page 1, lower left column, lines 11 to 13; page 2, upper left column, line 13 to lower left column, line 9 (Family: none)	7-8
Y	JP 2008-167846 A (Toshiba Corp.), 24 July 2008 (24.07.2008), paragraphs [0001], [0011] (Family: none)	8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01T1/17(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01T1/17

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2011-180095 A（富士フイルム株式会社）2011.09.15, 段落【0001】、【0007】～【0020】、【0091】～【0093】、【0118】（ファミリーなし）	1 - 1 0
Y	JP 2002-593 A（キヤノン株式会社）2002.01.08, 段落【0001】、【0044】、【0045】（ファミリーなし）	1 - 1 0

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

林 靖

2 I

3 4 8 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-74641 A (コニカミノルタエムジー株式会社) 2010. 04. 02, 段落【0001】、【0012】～【0022】、【0218】～【0220】 (ファミリーなし)	5
Y	JP 53-66778 A (三菱電機株式会社) 1978. 06. 14, 第1頁左下欄第11行～第13行、第2頁左上欄第13行～左下欄第9行 (ファミリーなし)	7－8
Y	JP 2008-167846 A (株式会社東芝) 2008. 07. 24, 段落【0001】、【0011】 (ファミリーなし)	8