

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4170644号
(P4170644)

(45) 発行日 平成20年10月22日(2008.10.22)

(24) 登録日 平成20年8月15日(2008.8.15)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 3 5 0 A

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-73214 (P2002-73214)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成14年3月15日(2002.3.15)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2002-336220 (P2002-336220A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成14年11月26日(2002.11.26)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年2月22日(2005.2.22)		弁理士 鈴江 武彦
(31) 優先権主張番号	特願2001-75962 (P2001-75962)	(74) 代理人	100084618
(32) 優先日	平成13年3月16日(2001.3.16)		弁理士 村松 貞男
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100070437
			弁理士 河井 将次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X線管球と、X線検出器と、前記X線検出器の受像面に配置されるグリッドと、前記X線管球と前記X線検出器の受像面との間の距離を変更可能に、前記X線管球と前記X線検出器とを支持するアームと、前記アームの角度を変更可能に前記アームを支持するアーム支持装置とを有するX線診断装置のモアレ補正方法において、

前記グリッドによるモアレ画像データの複数のファイルが前記アームの角度に関連付けて記憶された記憶装置から、前記アームの角度に応じて選択的にモアレ画像データを読み出し、

前記X線検出器から出力される画像データを、前記読み出されたモアレ画像データに基づいて、補正することを特徴とするモアレ補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、撮影アングルを変更可能なX線診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

X線診断装置では、通常、イメージインテンシファイア又はフラットパネル式X線検出器の受像面に、散乱線を除去するためのX線グリッドが配置されている。X線グリッドは、多数の薄板状の金属等の板が格子状又は平行に組み立てなる。従来では、グリッド板の間

10

20

隔（以下、グリッド密度）が、撮像系の解像度よりも比較的狭かったため、モアレがアーチファクトとして画像に出現することは無かった。

【 0 0 0 3 】

しかし、最近の撮像系の高解像化に伴って、グリッドがモアレ状のアーチファクトとして画像に出現するようになった。

【 0 0 0 4 】

もちろん、グリッド密度を撮像系が識別できないように狭くすることにより、原理的に、モアレは見かけ上解消される。しかし、現在でもグリッド密度は1 cm当たり数十本というオーダで構成されており、これ以上に狭い密度でX線グリッドを構成することは困難であり、また可能であっても製造コストが高くなり過ぎる。従って、グリッドの加工によっ

10

【 0 0 0 5 】

また、モアレを画像処理により除去することが、例えば特開平11-146277号公報に開示されている。つまり、被検体ではなく、均質なファントムを撮影すると、基本的にモアレ画像データが得られ、このモアレ画像データを実際に被検体画像データから減算することでモアレ除去が実現され得る。

【 0 0 0 6 】

しかし、このモアレ除去方法は、循環器系X線診断等には適用できない場合がある。その最大の理由としては、例えば撮影アングルやSID (Source Image Distance) によってモアレ縞のパターンが様々に変化することにある。

20

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、X線診断装置において、モアレ補正精度を向上することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明はある局面において、X線管球と、X線検出器と、前記X線検出器の受像面に配置されるグリッドと、前記X線管球と前記X線検出器の受像面との間の距離を変更可能に、前記X線管球と前記X線検出器とを支持するアームと、前記アームの角度を変更可能に前記アームを支持するアーム支持装置とを有するX線診断装置のモアレ補正方法において、前記グリッドによるモアレ画像データの複数のファイルが前記アームの角度に関連付けて記憶された記憶装置から、前記アームの角度に応じて選択的にモアレ画像データを読み出し、前記X線検出器から出力される画像データを、前記読み出されたモアレ画像データに基づいて、補正する方法を提供する。

30

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明によるX線診断装置を実施形態により説明する。

図1には本実施形態によるX線診断装置の架台の構成図を示している。C形又はU形のアーム11の一端にはX線管球12がマウントされる。アーム11の他端には、フラットパネル型検出器（フラットパネルデテクタ）13が、X線管球12に対して対向する向きで、マウントされる。移動機構17は、フラットパネル型検出器13を前後に移動可能に支持する。フラットパネル型検出器13の移動により、フラットパネル型検出器13の受像面とX線管球12との間の距離SID (Source Image Distance) は、変化する。

40

【 0 0 1 0 】

フラットパネル型検出器13には、間接変換型又は直接変換型が採用される。間接変換型のフラットパネル型検出器13は、入射X線を光に変換するシンチレータプレートと、この光を電気信号（電荷）に変換するフォトダイオードアレイとを備えてなる。直接変換のフラットパネル型検出器13は、X線感光材として例えばセレン又はカドミウムを用いた半導体素子アレイを有する。フラットパネル型検出器13の受像面は、シンチレータプレート又は半導体素子アレイの表面として定義される。

【 0 0 1 1 】

50

フラットパネル型検出器 13 の受像面には、X 線グリッド 14 が配置される。X 線グリッド 14 は、受像面に対して所定角度以上斜めに入射する主に散乱線を除去するために、格子状又は平行にアレンジされた複数の薄い鉛板（グリッド板）を有する。

【0012】

アーム 11 は、矢印 B 方向に関して、スライド回転可能にアームホルダ 18 に支持される。アームホルダ 18 は、床面上に施設された又は天井から吊り下げられたホルダベース 19 に矢印 A に関して軸回転可能に支持される。典型的には、矢印 A の回転軸 A A と矢印 B の回転軸 A B とはアイソセンタ I C と呼ばれる不動点で直交する。

【0013】

なお、フラットパネル型検出器 13 が最上位にある位置を基準位置として、その基準位置から矢印 A 方向に関するアーム 11 のアングルを A と表記し、矢印 B 方向に関するアーム 11 のアングルを B と表記する。

10

【0014】

X 線管球 12 とフラットパネル型検出器 13 との間には、被検体 P を載置するための天板 15 が配置される。この天板 15 は、上下左右に移動可能なように天板ベース 16 に支持される。

【0015】

図 2 には本実施形態装置の主要部のブロック図を示している。X 線制御部 21 は、X 線管球 12 の電極間に印加するための高電圧（管電圧）を発生する。また、X 線制御部 21 は、X 線管球 12 のフィラメントを加熱するためのフィラメント電流を発生する。一般的には、X 線の線質は、管電圧に応じて変化する。X 線の強度は、管電流に応じて変化する。管電流は、フィラメント電流に関連している。X 線制御部 21 は、管電圧データ、管電流のデータ及び撮影時間（X 線照射時間）のデータを、モアレ補正データ発生回路 28 に供給する。

20

【0016】

アングル A、アングル B、距離 S I D を検出するために、位置センサ 22, 23, 24 は、アーム 18 に取り付けられる。位置センサ 22, 23, 24 は、典型的にはロータリエンコーダである。位置センサ 22, 23, 24 が検出したアングルデータ A, B、S I D データは、モアレ補正データ発生回路 28 に供給される。

【0017】

30

検出器制御部 25 は、フラットパネル型 X 線検出器 13 の電荷蓄積、信号読出し及びフラットパネル型 X 線検出器 13 に組み込まれている前置増幅器のゲインを主に制御する。このゲインデータは、モアレ補正データ発生回路 28 に供給される。

【0018】

フラットパネル型 X 線検出器 13 の出力信号は、アナログデジタル変換器（ADC）26 でデジタル信号に変換され、図 3 に示すように、画像データとしてモアレ補正回路 27 に供給される。なお、以下の説明で扱われる画像データには、実際の検査対象である被検体 P を X 線管球 12 と検出器 13 との間に配置した状況のもとでの撮影オペレーションにより得られる画像データと、X 線管球 12 と検出器 13 との間に被検体 P を配置しない状況での撮影オペレーションにより得られる画像データとの大きく 2 種類が存在する。前者はオリジナル画像データと称する。後者の画像データには、グリッド 14 の製造誤差に主に起因するモアレ縞が写り込んでいることから、モアレ画像データと称する。

40

【0019】

モアレ補正回路 27 は、オリジナル画像データを、モアレ補正データ発生回路 28 から供給されるモアレ補正データに基づいて補正する。補正されたオリジナル画像データは、ディスプレイ 30 及び磁気ディスク装置 31 に出力され、表示及び記録される。

【0020】

なお、グリッド 14 を検出器 13 から取り外した状況で、撮影が行われることがある。その状況が図示しないグリッドセンサで検知されたとき、モアレ補正回路 27 は、オリジナル画像データをディスプレイ 30 に実質的にスルーさせるように機能する。

50

【 0 0 2 1 】

モアレ画像データ記憶装置 29 には、図 3 に示すように、複数のモアレ画像データファイルが保管される。モアレ画像データファイルを発生させるために、X 線管球 12 とフラットパネル型検出器 13 との間に、天板 15 及び被検体 P を配置しない状態で、撮影オペレーションが行われる。それにより X 線グリッド 14 によるモアレ縞が主に映った画像データファイル（モアレ画像データファイル）が得られる。モアレ画像データファイルを発生させるための撮影オペレーションは、アングル A、アングル B、距離 S I D の少なくとも 1 つを変えながら繰り返し行われる。各モアレ画像データファイルには、それを撮影したときの状況、つまりアングルデータ A、アングルデータ B 及び S I D データが関連付けられる。複数のモアレ画像データファイルに関連付けられるデータは、互いに、アングル A、アングル B、距離 S I D の少なくとも 1 つが相違する。

10

【 0 0 2 2 】

なお、従来では、モアレ画像データを取得するための撮影オペレーションは、図 4 (a) に示すように、X 線管球 12 と検出器 13 との間に天板 15 が介在する状況で行われていた。この状況では、図 4 (b)、図 4 (c) に示すように、モアレ画像データには天板 15 の影が映り込んでしまう。この影の部分では、モアレ補正が不可能であった。本実施形態では、この問題を回避するために、モアレ画像データを取得するための撮影は、X 線管球 12 と検出器 13 との間に天板 15 及び被検体 P を配置しない状態で、又は管球照射口に銅板等のファントムを張り付けた上で、X 線管球 12 と検出器 13 との間に天板 15 及び被検体 P を介在させない状況で行われる。

20

【 0 0 2 3 】

さらに、このようなモアレ画像データを取得するための撮影オペレーションが、図 5 (a) に示すように、アングル A、及びアングル B が基準位置（共にゼロ度）、さらに距離 S I D が基準距離にある状態だけでなく、図 5 (b)、図 5 (c) に示すように、アングル A、アングル B 及び距離 S I D の少なくとも 1 つが基準からずれた様々な状況で繰り返される。それにより基準位置に対応するモアレ画像データだけでなく、その基準位置からアングル A、アングル B 及び距離 S I D の少なくとも 1 つが少しずつ異なった複数のモアレ画像データファイルが得られる。

【 0 0 2 4 】

アングル A 及び/又はアングル B を基準位置からずらす、つまりアーム 11 を A、B の 2 方向又はいずれか 1 方向に傾斜させると、アーム 11、X 線管球 12 及び検出器 13 の重量により、アーム 11 が歪む。このアーム 11 の歪みは、モアレ縞を傾斜させまたは歪ませる。また、距離 S I D を基準距離よりも短く又は長く変化させると、画像の拡大率が変化する。拡大率が変化すると、モアレ縞の間隔が変化する。つまり、アングル A、アングル B、距離 S I D の少なくとも 1 つが変化すると、モアレ縞の出現パターンが変化する。

30

【 0 0 2 5 】

従って、アングル A、アングル B 及び距離 S I D の少なくとも 1 つが相違する複数のモアレ画像データファイルを取得しておき、実際の撮影時のアングル A、アングル B 及び距離 S I D と同じ又は近似する状況で取得したモアレ画像データファイルを使って、オリジナル画像データを補正することで、モアレの補正精度を向上させることができる。

40

【 0 0 2 6 】

もちろん、実際の撮影時のアングル A、アングル B 及び距離 S I D と同じ状況で取得されたモアレ画像データファイルが、モアレ画像データ記憶装置 29 に記憶されていない場合もある。その場合、モアレ補正データ発生回路 28 は、実際の撮影時のアングル A、アングル B 及び距離 S I D に最も近い状況で取得された 1 枚のモアレ画像データファイルを選択する。または、モアレ補正データ発生回路 28 において、実際の撮影時のアングル A、アングル B 及び距離 S I D に最も近い状況で取得された 2 枚又はそれ以上の枚数のモアレ画像データファイルをモアレ画像データ記憶装置 29 から読み出し、それら複数枚のモアレ画像データファイルから、実際の撮影時のアングル A、アングル B 及

50

び距離 SID に相当するモアレ画像データファイルを、距離線形補間により求めるようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

なお、モアレ画像データファイルを取得する撮影状況で、ゲイン、管電圧、管電流及び撮影時間に関しては、それぞれ基準値で固定される。モアレ補正データ発生回路 28 は、記憶装置 29 から選択的に読み出したモアレ画像データファイル又は補間により求めたモアレ画像データファイルのコントラストを、実際のゲイン、管電圧、管電流及び撮影時間に基づいて、修正することにより、モアレ補正データを発生する。

【 0 0 2 8 】

なお、記憶装置 29 にはモアレ画像データを保存するようにしたが、モアレ補正データ発生回路 28 で作成したモアレ補正データを、そのアングル、距離、さらにゲイン、管電圧、管電流、撮影時間に関連付けて保存し、同じ状況で撮影が行われる際にはそのモアレ補正データを再使用するようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】

このモアレ補正データは、モアレ補正回路 27 に送られる。オリジナル画像データは、モアレ補正回路 27 において、モアレ補正データに従って補正される。実際には、オリジナル画像データに対してモアレ補正データを、加算、減算、乗算、又は除算し、または、オリジナル画像データをモアレ補正データに従って対数変換、又は指数変換する。いずれの計算方法を当該補正に適用するかは、任意である。ここでは減算を例に説明する。

【 0 0 3 0 】

なお、モアレ補正データ発生処理及びモアレ補正処理は、ハードウェアまたはソフトウェアで実現される。

【 0 0 3 1 】

このように天板を介在させない状況でモアレ画像データを発生し、またアームのアングル A 及び B 、距離 SID に応じてモアレ画像データを使い分け、さらに管電流、管電圧、ゲイン及び撮影時間に応じてモアレ画像データを修正して補正データを作成することでモアレ補正精度を向上させることができる。

【 0 0 3 2 】

図 6 には、本実施形態のモアレ補正処理の手順を示している。まず、 $S1$ において、モアレ補正データ発生回路 28 に、被検体 P を撮影アングル A 、アングル B 、距離 SID 、ゲインの各データがセンサ 22、23、24 から、管電圧、管電流及び撮影時間の情報が X 線制御部 21 から、さらにゲインデータが検出器制御部 25 から供給される。モアレ補正データ発生回路 28 は、供給されたアングル A 、アングル B 、距離 SID に関連付けられているモアレ画像データをモアレ画像データ記憶装置 29 から選択的に読み出す ($S2$)。

【 0 0 3 3 】

読み出されたモアレ画像データを、モアレ補正データ発生回路 28 は、管電圧データ、管電流データ、撮影時間データ、ゲインデータに基づいて、モアレ補正データに変換する ($S3$)。それによりモアレ画像データのモアレ縞の濃度が、オリジナル画像データのモアレ縞の濃度と等価又は近似される。

【 0 0 3 4 】

次に、オリジナル画像データに対してモアレ補正データの空間的な位置ずれを修正するために、ピクセルシフト処理 ($S4$)、減算処理 ($S5$) 及び最小化判定処理 ($S6$) がループ状に実行される。図 7 にその概念を模式的に示している。まず、オリジナル画像データとモアレ補正データとからそれぞれフレーム内の同じ位置の一部分、例えば同じコーナーの部分領域が抽出される。次に、モアレ補正データの部分領域の位置が、モアレ縞に垂直な方向に、 Pp/n を単位距離としてシフトされる。 Pp は、隣り合う画素のピッチ (例えば中心点間距離) であり、 n は位置ずれ修正精度を決める任意の正の整数である。

【 0 0 3 5 】

このシフトされたモアレ補正データの部分領域と、オリジナル画像データの部分領域とが

10

20

30

40

50

差分され、その残差合計が計算される。その残差合計を最小化するように、単位距離 P/p / n ずつシフトシフト距離を増やしながらかピクセルシフト (S 4) 及び差分 (S 5) を繰り返す。残差合計が最小化したときのモアレ補正データの部分領域のシフト距離が、オリジナル画像データに対するモアレ補正データの空間的な位置ずれを表している。

【0036】

こうして求めたオリジナル画像データとモアレ補正データとの空間的な位置ずれに従って、一方又は両方をシフトして、差分する (S 7)。それによりオリジナル画像データから、モアレ縞が除去又は軽減され得る。

【0037】

なお、グリッド 14 を取り外して状況で検査撮影が行われることがある。その場合には、モアレ補正処理は必要ない。具体的には、その場合には、オリジナル画像データはモアレ補正回路 27 を実質的にパスしてディスプレイ 30 に送られる。実質的にパスするとは、オリジナル画像データは、ADC 26 からモアレ補正回路 27 をスルーしてディスプレイ 30 に直接的に供給されるか、又は補正効果が除去された補正データでオリジナル画像データをモアレ補正回路 27 で補正するか、のいずれかである。

【0038】

図 8 には他のモアレ補正処理の手順を示している。上述した図 6 のモアレ補正処理は、図 8 に示すモアレ補正処理、さらに後述する図 12、図 13 に示すモアレ補正処理のいずれの手法にも代替え可能である。さらに図 6、図 8、図 12、図 13、図 14 の中の任意の 2 つ、3 つ、4 つ又は 5 つの手法を実施可能に、モアレ補正データ発生回路 28 及びモアレ補正回路 27 を構成しておき、いずれか所望の手法を操作者が選択的に適用することを可能としても良い。さらに、図 6、図 8、図 12、図 13、図 14 の中の任意の 2 つ、3 つ、4 つ又は 5 つ全ての手法をオリジナル画像データに対して自動的に適用し、最もモアレ低減効果の良好な手法の画像を操作者が選択するようにしても良い。

【0039】

図 8 に示すように、モアレ補正データ発生回路 28 には、ADC 26 からオリジナル画像データが供給される (S 11)。モアレ補正データ発生回路 28 は、オリジナル画像データから、図 9 (a)、図 9 (b)、図 9 (c)、図 9 (d) に示すように、複数の方向にそれぞれ対応する複数の一次元画像信号を生成する (S 12)。複数の方向で複数の一次元画像信号を生成するのは、モアレ縞の方向を特定することを目的としている。

【0040】

次に、モアレ補正データ発生回路 28 は、複数の一次元画像信号を個々にフーリエ変換にかける (S 13)。フーリエ変換は高速フーリエ変換 FFT と離散フーリエ変換 DFT とのいずれを採用しても良い。フーリエ変換により、図 10 に示すように、方向の異なる複数の一次元画像信号にそれぞれ対応する複数の周波数分布が生成される。そして、各周波数分布から、モアレ縞に対応する空間周波数、典型的には強度の最も高いピーク周波数が抽出される (S 14)。なお、ここでは、モアレ縞に対応する空間周波数は、画像内の強度の最も高いピーク周波数として現れるものとして説明する。

【0041】

なお、モアレ縞はグリッド 14 のグリッド板の配列ピッチが検出素子の配列ピッチに対してずれてことを原因として起こる。従って、グリッド板の配列ピッチから、モアレ縞に対応する空間周波数の範囲をある程度絞り込むことができる。それによりモアレ縞に対応する空間周波数を、当該範囲内でピーク周波数を抽出することで、抽出エラーを低減し、また抽出処理を短縮することが可能となる。

【0042】

方向の異なる複数のピーク周波数の中から最も高いピーク周波数が選択され (S 15)、選択された最も高いピーク周波数成分の強度が特定される (S 16)。この選択された最も高いピーク周波数に対応する方向は、モアレ縞に垂直な方向に対応している。

【0043】

なお、モアレ補正データ発生回路 28 は、オリジナル画像データに対して 2 次元フーリエ

10

20

30

40

50

変換にかけて、その２次元フーリエ変換結果から、ピーク周波数、ピーク周波数成分の強度、そして方向とを検出するようにしても良い。

【 0 0 4 4 】

モアレ補正データ発生回路 28 は、選択された最も高いピーク周波数に対応する方向に沿って、選択された最も高いピーク周波数の逆数の周期で複数のモアレ縞を平行に形成するとともに、そのモアレ縞の濃度を当該ピーク周波数成分の強度に従って設定することにより、図 11 に示すモアレ補正データを生成する (S 1 7) 。

【 0 0 4 5 】

オリジナルの画像データに対して、生成したモアレ補正データの位置ずれを、 S 4 , S 5 , S 6 と同様に、 S 1 8 , S 1 9 , S 2 0 により求め、その位置ずれに従って、一方又は両方をシフトして、差分する (S 2 1) 。それによりオリジナル画像データから、モアレ縞が除去又は軽減され得る。

【 0 0 4 6 】

図 8 の方法では、モアレ補正データ発生回路 28 において、選択された最も高いピーク周波数に対応する方向と、選択された最も高いピーク周波数と、ピーク周波数成分の強度とに基づいて、モアレ補正データを生成したが、方向及び空間周波数が相違し、一方、濃度は標準的に作成した複数のモアレ標準画像データファイルを作成して、予めデータ記憶装置 29 に保管させておき、複数のモアレ標準画像データファイルの中から、図 12 の S 22 に示すように、 S 1 5 で実際のオリジナル画像データから求めた最大のピーク周波数とその方向とに対応するモアレ標準画像データファイルを選択的にデータ記憶装置 29 からモアレ補正データ発生回路 28 に読み出し、そして S 23 において、その読み出したモアレ標準画像データを S 1 6 で特定した強度に従ってモアレ縞の濃度を設定することにより、モアレ補正データを生成するようにしても良い。

【 0 0 4 7 】

図 13 の手法は、モアレ画像データ、モアレ標準画像データを必要としない手法である。 S 1 5 で実際のオリジナル画像データから最大のピーク周波数とその方向が求められている。このピーク周波数はモアレ縞の空間周波数を示している。従って、 S 24 において、求めた方向に関して当該ピーク周波数の空間周波数成分を、 S 1 6 で特定した濃度の減衰率で減衰するように、空間フィルタリングをオリジナル画像データに対して補正回路 27 でかける。空間フィルタリングは、ソフトウェアでもハードウェア (F I R 又は I I R 型の一般的なデジタルフィルタ) でもいずれでも実現可能であり、方向、ピーク周波数、減衰率に応じた係数列がフィルタリングプログラムコード又はデジタルフィルタに与えられる。

【 0 0 4 8 】

上述した図 6、図 8、図 12 の手法は、複数の距離 S I D にそれぞれ対応する複数のモアレ画像データファイル又はモアレ標準画像データファイルを予め用意しておく必要がある。さらに、各距離 S I D ごとに、様々なアングルのデータファイルが必要となり、そのファイル数は非常に多くなることがある。ファイル数を低減する手法が図 14 に示されている。その手法は、基準 S I D に対応するモアレ画像データを、実際の検査撮影時の S I D に応じて修正することにより、オリジナル画像データに対応するモアレ補正データを生成するものである。実際には、アングルが相違するが、距離 S I D は基準値で一定の複数のモアレ画像データファイル又はモアレ標準画像データファイルが用意され、それらのファイルの中から実際のアングルに応じたファイルが選択的に使用される。

【 0 0 4 9 】

まず、モアレ補正データ発生回路 28 には、センサ 24 から実際の検査撮影時の S I D データが供給される (S 32) 。ここで、グリッド 14 は検出器 13 の受像面上に装着されるが、グリッド 14 と検出器 13 の受像面との間には、構造上及び組み立て工程上避けられないマージンが存在する。つまり、グリッド 14 は検出器 13 の受像面から若干離れている。従って、 S I D の変化に応じて、モアレ縞のパターン周期は変化する。

【 0 0 5 0 】

ここでは、基準SIDに対応するモアレ縞のパターン周期に対する実際のSIDに対応するモアレ縞のパターン周期の比を求め、その比に応じて基準SIDのモアレ画像データファイルをモアレ縞に垂直な方向に伸縮することにより、モアレ補正データを生成するものである。

【0051】

まず、S33において、SIDが基準値S0のときのグリッド14の実体に対する検出器受像面上でのグリッド投影像の拡大率と、SIDが実際値S1のときのグリッド14の実体に対する検出受像面上でのグリッド投影像の拡大率との比M1が、(1)式により計算される。

$$M1 = (S1 / (S1 - D0)) / (S0 / (S0 - D0)) \quad (1)$$

10

なお、D0は、グリッド14と検出受像面との間の物理的な距離を表している。

【0052】

次に、SID = S0のときのモアレ縞のパターン周期C0と、SID = S1のときのモアレ縞のパターン周期C1との比(C1/C0)が計算される(S34)。SID = S0のときのモアレ縞のパターン周期C0は、

$$C0 = (Pg / (Pp - Pg)) \times Pp \quad (2)$$

で与えられる。なお、Ppは図15に示すように、検出器13の画素ピッチ(実寸)を表し、PgはSID = S0のときにグリッド13のグリッド板(鉛箔)が検出器13の受像面上に投影されたその投影像のピッチを表している。つまり、モアレ縞は、検出器13の実際の画素ピッチPpに対する受像面上でのグリッド板投影像のピッチPgの製造誤差により生じ、その誤差(Pp - Pg)を単位として累積的に画素に対してグリッド板投影像のずれが増大していく。

20

【0053】

ここで、SID = S1のとき、受像面上でのグリッド板投影像のピッチは、上記M1により、

$$Pg \times M1$$

により与えられる。従ってSID = S1のときのモアレ縞のパターン周期C1は、

$$C1 = ((Pg \times M1) / (Pp - (Pg \times M1))) \times Pp \quad (3)$$

で与えられる。

【0054】

30

(2)式、(3)式から、S34において、

$$C1 / C0 = (Pp - Pg) / ((Pp / M1) - Pg) \quad (4)$$

が計算される。

【0055】

以上のように計算されたパターン周期の比C1/C0に従って、基準SID(S0)のときのモアレ画像データをモアレ縞に垂直な一方向に拡大する(S35)。それによりモアレ補正データが生成される。

【0056】

オリジナルの画像データに対して、生成したモアレ補正データの位置ずれを、S4, S5, S6と同様に、S18, S19, S20により求め、その位置ずれに従って、一方又は両方をシフトして、差分する(S21)。それによりオリジナル画像データから、モアレ縞が除去又は軽減され得る。

40

【0057】

(変形例)

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することが可能である。さらに、上記実施形態には種々の段階が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されてもよい。

【0058】

50

【発明の効果】

本発明によれば、X線診断装置において、モアレ補正精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るX線診断装置の架台の構成図。

【図2】本実施形態に係るX線診断装置の主要部のブロック図。

【図3】図2のモアレ画像データ記憶装置に記憶されるモアレ画像データの例を示す図。

【図4】従来のモアレ画像データの撮影方法の説明図。

【図5】図3のモアレ画像データの撮影方法の説明図。

【図6】本実施形態において、第1の補正手順を示すフローチャート。

【図7】本実施形態において、図6のS4, S5, S6の処理の概念図。

10

【図8】本実施形態において、第2の補正手順を示すフローチャート。

【図9】図8の一次元画像信号の生成方向を示す図。

【図10】図8のフーリエ変換による一次元画像信号の周波数スペクトルの例を示す図。

【図11】図8の生成されたモアレ補正データを示す図。

【図12】本実施形態において、第3の補正手順を示すフローチャート。

【図13】本実施形態において、第4の補正手順を示すフローチャート。

【図14】本実施形態において、第5の補正手順を示すフローチャート。

【図15】図14の補足図。

【符号の説明】

12 ... X線管球、

20

13 ... フラットパネル型X線検出器、

14 ... グリッド、

15 ... 天板、

18 ... アーム、

21 ... X線制御部、

22 ... 位置センサ、

23 ... 位置センサ、

24 ... 位置センサ、

25 ... 検出器制御部、

26 ... アナログデジタル変換器、

30

27 ... モアレ補正回路、

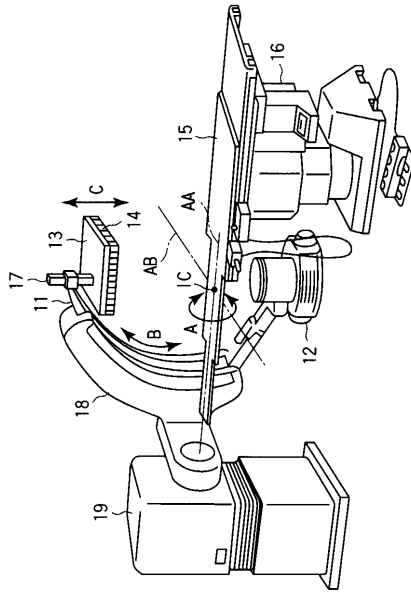
28 ... モアレ補正データ発生回路、

29 ... モアレ画像データ記憶装置、

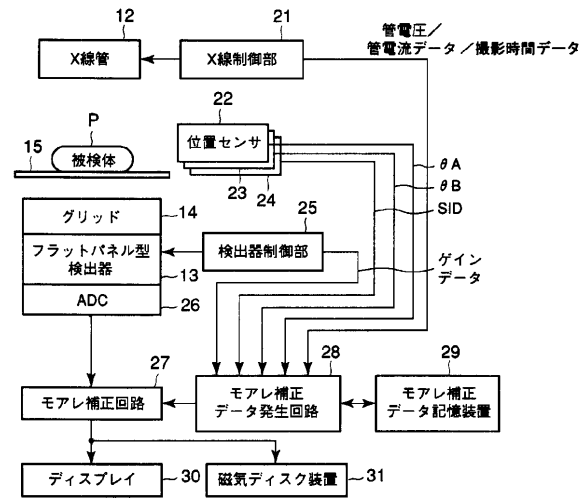
30 ... ディスプレイ、

31 ... 磁気ディスク装置。

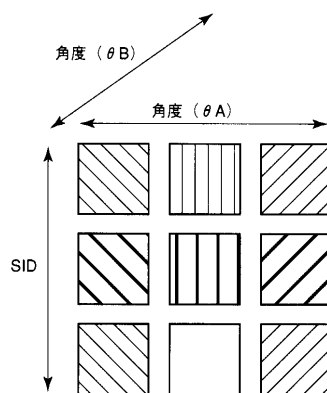
【図 1】



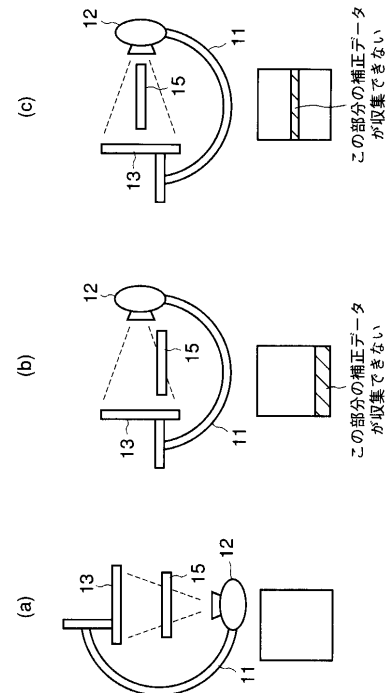
【図 2】



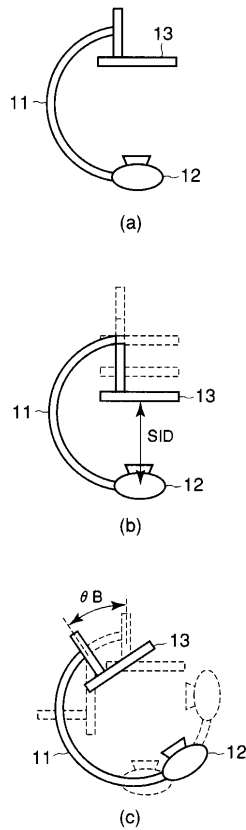
【図 3】



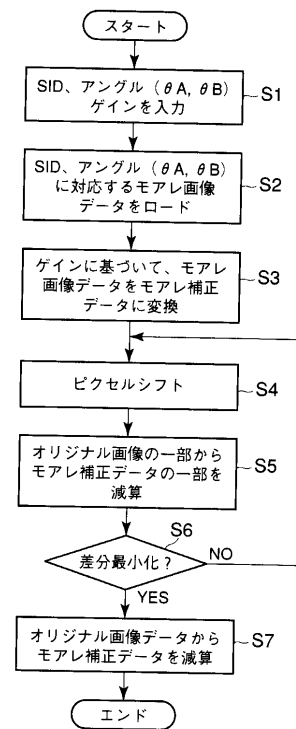
【図 4】



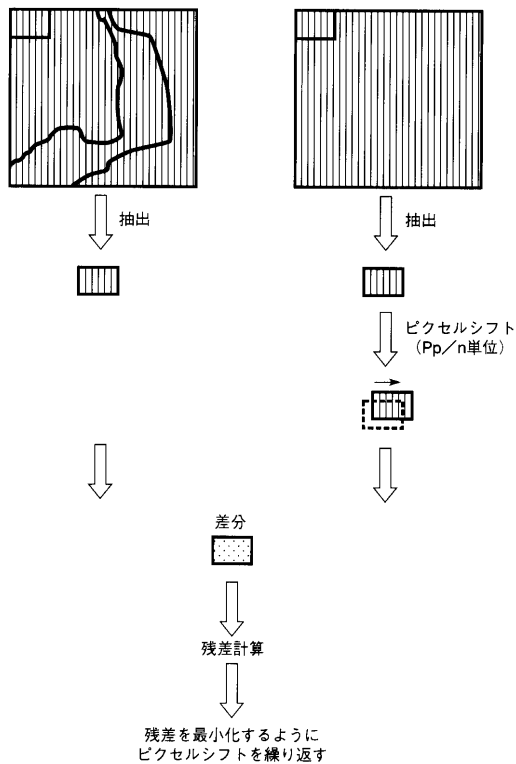
【図 5】



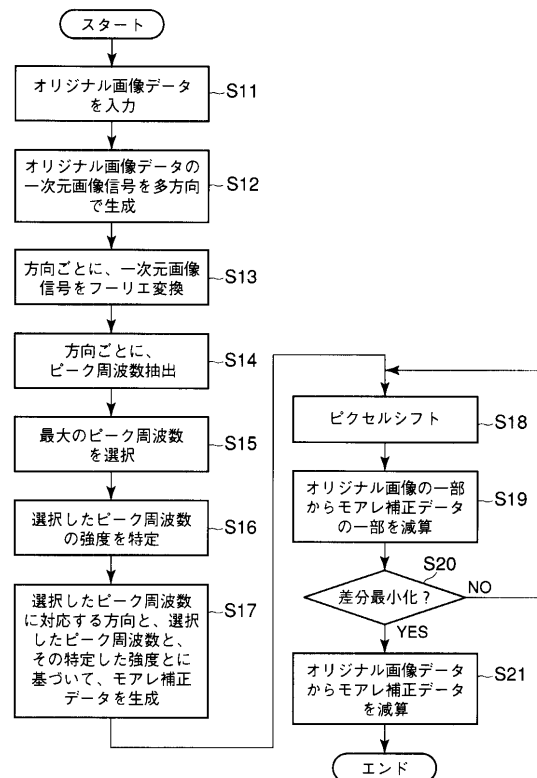
【図 6】



【図 7】

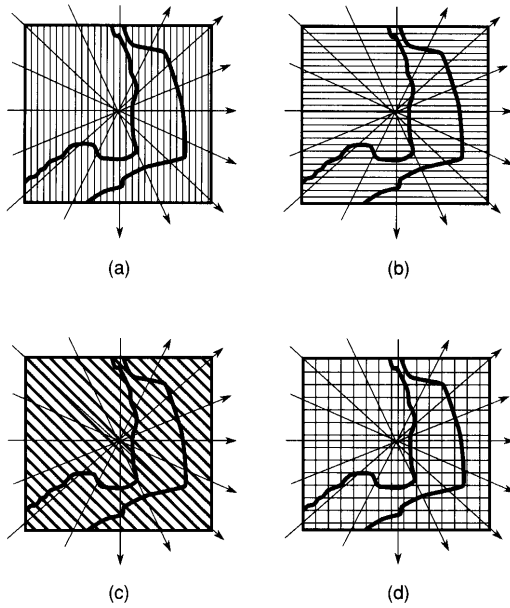


【図 8】

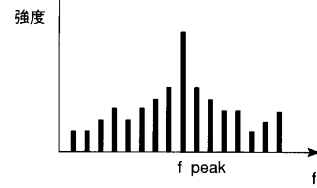


【図 9】

空間周波数

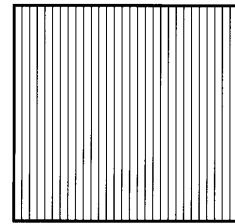


【図 10】

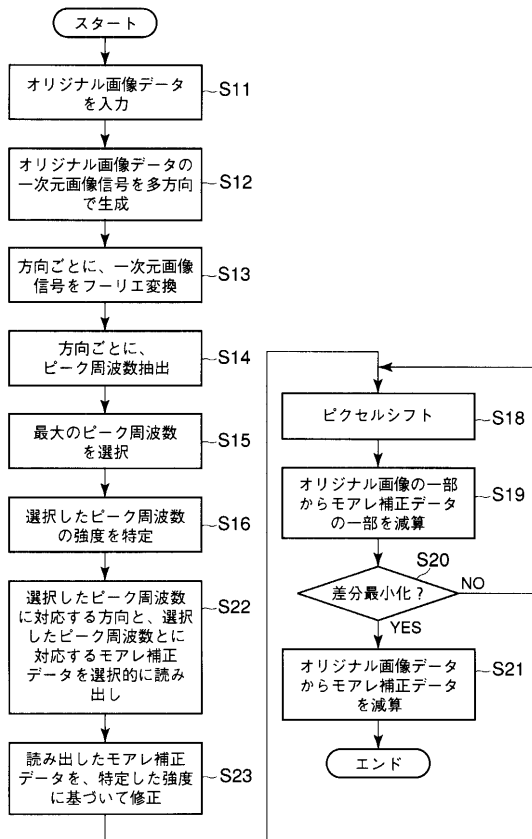
フーリエ変換
(FFT or DFT)

【図 11】

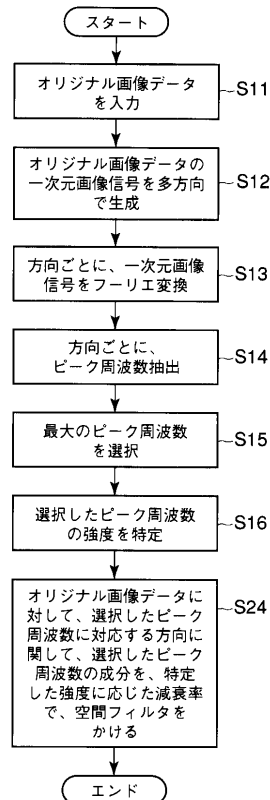
モアレ補正データ



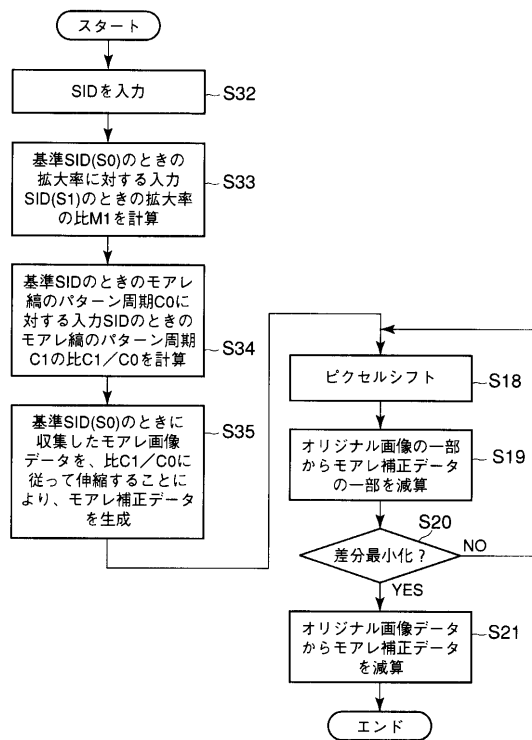
【図 12】



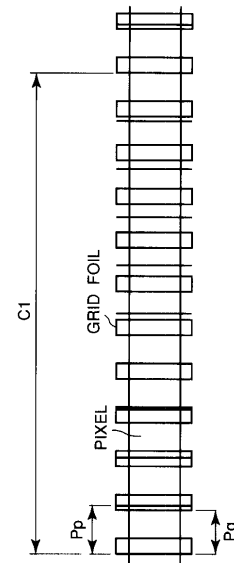
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 康則

栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社東芝那須工場内

審査官 松谷 洋平

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 8 5 0 3 5 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 4 6 2 7 7 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 3 1 6 1 2 6 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 6 2 9 6 1 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 0 1 7 4 6 (J P , A)

特開平 0 7 - 3 2 7 1 6 9 (J P , A)

特開平 0 2 - 2 3 7 2 7 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B6/00