

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4746808号
(P4746808)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 6/00 (2006.01) A 6 1 B 6/00 3 2 0 M
H 0 5 G 1/38 (2006.01) H 0 5 G 1/38

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-540572 (P2001-540572)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成12年10月30日(2000.10.30)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2003-515366 (P2003-515366A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成15年5月7日(2003.5.7)		オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/EP2000/010727		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02001/039558		1
(87) 国際公開日	平成13年5月31日(2001.5.31)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成19年10月29日(2007.10.29)		弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	99203923.0	(72) 発明者	ピーター エル アーフィンク
(32) 優先日	平成11年11月23日(1999.11.23)		オランダ国 5 6 5 6 アーアー アイン
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	アンドリース ファーバー
			オランダ国 5 6 5 6 アーアー アイン
			ドーフエン プロフ ホルストラーン 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光制御付き X 線診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

低い X 線線量でのテスト露光及び高い X 線線量での X 線露光を行うための X 線診断装置であって、

当該 X 線診断装置は：

X 線源；

X 線検出器；並びに、

前記 X 線源及び前記 X 線検出器を制御する露光制御系；

を具え、

前記露光制御系が、

低い X 線線量で前記テスト露光を行うと共に、前記 X 線検出器によって制御信号を発生するように前記 X 線源を制御し、且つ

高い X 線線量で前記 X 線露光を行うと共に、この露光中に前記 X 線検出器によって X 線イメージを取得するために、前記制御信号に基づいて前記 X 線源を制御すべく、構成され、

前記低い X 線線量でのテスト露光の実行中には前記 X 線検出器の空間分解能を粗く調整し、且つ

前記高い X 線線量での X 線露光の実行中には前記 X 線検出器の空間分解能を細密に調整すべく、

前記露光制御系を構成し、

前記制御信号の信号レベルは、前記X線露光中、テストフィールド及び補正係数から得られ、

前記補正係数は、前記テスト露光中に前記テストフィールドを横切るX線の平均強度に対する、前記テスト露光中に測定フィールドを横切るX線の平均強度の比に相当し、かつ
前記X線露光中でのX線線量は前記信号レベルに基づいて計算される、
ことを特徴とするX線診断装置。

【請求項2】

前記X線検出器にX線を電荷に変換する多数のセンサ素子を有するセンサマトリックスを設けるようにした請求項1に記載のX線診断装置において、

前記テスト露光の実行中に、前記X線検出器を調整して、前記センサ素子のそれぞれ大きなグループからの電荷から前記制御信号の個別の信号レベルを取出し、且つ

前記X線露光の実行中に、前記X線検出器を調整して、前記センサ素子のそれぞれ小さなグループからの電荷から、前記X線イメージ信号の個別の信号レベルを取出すべく、前記露光制御系を構成するようにしたことを特徴とするX線診断装置。

【請求項3】

各グループが単一のセンサ素子を含むそれぞれの小さなグループからイメージ信号の信号レベルを得るように前記X線検出器を調整すべく前記露光制御系を構成するようにしたことを特徴とする請求項2に記載のX線診断装置。

【請求項4】

前記テスト露光の実行中に、テストイメージを形成するように、前記X線検出器を調整し、

前記テストイメージから測定フィールドを選択し、且つ

前記測定フィールドにおける輝度値から前記制御信号を得るべく、前記露光制御系を構成し、

前記テストイメージの画素数を前記X線イメージの画素数よりも少なくなるようにしたことを特徴とする請求項2に記載のX線診断装置。

【請求項5】

前記制御信号からX線の線量率を計算し、

前記X線露光中に、現行X線の線量を前記計算した線量率の時間積分値として1回以上計算し、且つ

該計算した現行X線線量とプレセットX線線量との比較結果に基づいて前記X線源を調整すべく、

前記露光制御系を構成するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のX線診断装置。

【請求項6】

前記テスト露光中に測定フィールドを横切るX線の平均強度を求め、

前記X線露光中にテストフィールドを横切るX線の平均強度を1回以上測定し、且つ

前記テストフィールドを横切る平均X線強度と前記測定フィールドを横切る平均X線強度とに基づいて前記制御信号を得るべく、

前記露光制御系を構成し、

前記テストフィールドをセンサ素子のグループで形成するようにしたことを特徴とする請求項4に記載のX線診断装置。

【請求項7】

前記テスト露光中にテストフィールドを横切るX線の平均強度に対する前記テスト露光中に前記測定フィールドを横切るX線の平均強度の比に相当する補正係数を計算し、且つ

前記テストフィールドを横切る前記X線の平均強度と、前記補正係数とに基づいて前記制御信号を得るべく、

前記露光制御系を構成するようにしたことを特徴とする請求項6に記載のX線診断装置。

【請求項8】

入射X線から検出器信号を得るように、可調整の空間分解能を有するようにしたX線検出器を具備している、請求項1に記載のX線診断装置。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記 X 線検出器に X 線を電荷に変換する多数のセンサ素子を有するセンサマトリックスを設けるようにした請求項 8 に記載の X 線診断装置において、

前記検出器信号の個々の信号レベルをセンサ素子のそれぞれのグループから取り出し、且つ

前記センサ素子のそれぞれのグループの大きさを可調整としたことを特徴とする X 線診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、X 線源と、X 線検出器と、前記 X 線源及び前記 X 線検出器を制御する露光制御系とを具備しており、前記露光制御系が、低い X 線線量でテスト露光を行うと共に前記 X 線検出器によって制御信号を発生するように前記 X 線源を制御し、且つ高い X 線線量で X 線露光を行うと共に、この露光中に前記 X 線検出器によって X 線イメージを取得するために、前記制御信号に基づいて前記 X 線源を制御すべく構成されるようにした X 線診断装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】

斯種の X 線診断装置はドイツ国公開公報 DE 4330787 から既知である。

放射線診断中の被検体、例えば診断すべき患者は、その被検体の 1 つ以上の X 線イメージを形成するために X 線の線量に曝される。診断すべき個々の患者に必要なとされる X 線線量は通常個々に調整される。この X 線線量は露光制御系によって調整される。

【0003】

既知の X 線診断装置は、先ず比較的低い線量でテスト露光を行なって、テストイメージを形成するようにしている。このテストイメージの形成中に、診断すべき患者は或る予定した強度及びエネルギーの X 線に短期間曝される。X 線はテストイメージの形成中にはごく短い時間供給するに過ぎないから、テストイメージを形成するための X 線の線量は比較的少量のままである。テストイメージは X 線検出器から読み出されて、例えば 10 ビットのビット深度でデジタルのグレースケール値にデジタル化される。既知の X 線診断装置の露光制御系は、X 線の露光中に X 線イメージを形成するのに必要とされる X 線の線量をデジタルグレースケール値の分布から取出すようにしている。X 線イメージを形成するのに必要とされる X 線線量は、テストイメージを形成するのに必要とされる X 線線量に比べて遥かに大きい。既知の X 線診断装置では、テスト露光中に用いられるのと同じ強度及びエネルギーの X 線での露光時間を長くすることによって大きな X 線線量を得るようにしている。既知の X 線検出器には、多数のセンサ素子を有するセンサマトリックスを設けている。

【0004】

上述したような既知の X 線診断装置の欠点は、テスト露光後における X 線検出器の読出しに要する時間が、X 線イメージを形成する X 線露光の後における X 線検出器の読出しに要する時間と同じであることにある。従って、X 線露光用の X 線源の調整に比較的長時間かかる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は X 線源を速やかに調整することができる X 線診断装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、テスト露光の実行中には X 線検出器の空間分解能を粗く調整し、且つ X 線露光の実行中には X 線検出器の空間分解能を細密に調整すべく露光制御系を構成するようにしたことを特徴とする本発明による X 線診断装置によって達成される。

10

20

30

40

50

【0007】

X線検出器をテスト露光中には粗い分解能に調整するので、X線検出器から読み出す信号値は少なく済む。従って、X線検出器を読み出すのに要する時間が短くなる。さらに、制御信号を得るために処理しなければならない信号値、例えば輝度値の数がごく少なくて済むために、制御信号を形成するのに要する時間も少なくて済む。本発明によるX線診断装置は、テスト露光に基づくこのX線診断装置の調整に要する時間が極めて短いため、X線イメージをより早く入手できるようになる。さらに具体的に云うと、テスト露光とX線露光との間の経過時間がごく短時間となる。従って、テスト露光とX線露光との間に生じがちな、例えば被検体又は被検体中の動きによる変化が少なくなる。このために、本発明によるX線診断装置は、X線イメージを迅速に形成することができると共に、X線イメ

10

【0008】

本発明の上述した要点及び他の要点を、従属請求項に規定した次ぎのような各例を参照して詳細に説明する。

【0009】

本発明は、多数のセンサ素子によるセンサマトリックスを有するX線検出器を設けたX線診断装置に使用するのが好適である。個々のセンサ素子は入射X線を電荷に変換する。センサマトリックスは読出しラインも具えており、これらのラインを介して、センサ素子にて形成された電荷を読み出すか又は検出することができる。テスト露光中に、電荷はセンサ素子内に形成される。制御信号の個別の信号レベルは、センサ素子の比較的少数のグループ又は比較的大きなグループにおける電荷で構成される。このような大きなグループは、多数のセンサ素子、即ちいずれにせよ1つ以上のセンサ素子を含む。X線露光の実行中にも電荷はセンサ素子内に形成される。テスト露光による残留電荷はいずれもセンサ素子から除去される。このような電荷の除去は、“電気リセット”とも称され、これは例えば、全ての読出しラインを介して電荷を同時に読出し且つ排出することによって行われる。なお、電気リセットは本来米国特許第5,905,772号から既知であり、これはセンサマトリックス内に置き去りにされた電荷によって生じるゴーストイメージを相殺するのに適用される。X線露光後に、電荷はイメージ信号を形成するように再び読み出される。イメージ信号の個別信号レベルは、センサ素子の比較的小さなグループからか、又は多少大きめの数のセンサ素子から取出される。斯様なセンサ素子の小さなグループは、少数のセンサ素子を含むだけであり、例えば、このようなグループは単一のセンサ素子を包含するに過ぎない。センサ素子の小さなグループは、センサ素子の大きなグループよりも少ないセンサ素子、好ましくはかなり少ないセンサ素子を包含するようにする。しかしながら、大きなグループのセンサ素子も小さなグループのセンサ素子も、センサマトリックスを構成するセンサ素子全体のアセンブリの一部を形成することに留意すべきである。さらに、センサ素子の大きなグループも小さなグループも同じ構成とするのが好適である。例えば、センサ素子はフォトダイオードとして構成する。センサマトリックスには、例えば1000×1000又は4000×4000個ものセンサ素子を設ける。例えば、小さなグループは僅か1個か又は2個の隣接するセンサ素子を包含するに過ぎない。例えば、テスト露光用には4×4又は32×32個の大きなグループのセンサ素子を用いる。センサ素子の大きなグループxからの電荷を合成する場合には、センサマトリックスを読み出すのに要する時間が少なくて済む。X線検出器の空間分解能は、読出し中に多くのセンサ素子からの電荷が合成されるので粗くなる。この空間分解能は、X線検出器によって忠実に検出される最小ディテールの寸法を表す。制御信号用には、極めて小さなディテールを正確に検出する必要がないことを確かめた。大きなグループから電荷を読み出すのに要する時間が短くなることの利点は、空間分解能の損失を上回ることになり、さらに、大きなグループのセンサ素子を用いると、即ち読出し中に多くのセンサ素子の電荷を合成させるようにすると、制御信号の信号対雑音比は高くなる。

20

30

40

50

【0010】

しかしながら、X線露光によって形成されるX線イメージを読み出すためには、X線検出器を細密空間分解能にして、X線イメージにおける小さなディテールをイメージ信号の信号レベルで正確に取出すようにするのが重要である。この細密空間分解能は、イメージ信号の個別信号レベルを、好ましくは僅か1個か、又は2個のセンサ素子を包含するそれぞれ小さなグループの電荷から取出すことによって達成される。

【0011】

テストイメージはテスト露光によって形成するのが好適である。測定フィールドは、このようなテストイメージから選択する。測定フィールドは被検体、例えば患者の一部に関係し、これはX線源の調整に極めて関連する。このような測定フィールドは、例えばテストイメージの輝度値に基づいて決定する。制御信号は、測定フィールドの輝度値から取出される。このような測定フィールドを用いるために、特に、X線源の制御が、被検体の一部に関連していないテストイメージの部分によって影響されると言うことがなくなる。特に、実際上減衰されずにX線検出器に達するX線は、X線源の制御の影響を受けない。従って、X線の露光中にX線源の調整に非減衰X線が及ぼす悪影響が回避される。例えば、ヒストグラム解析をテストイメージの輝度値に基づいて行なって、特に、実質上非減衰X線に関連するテストイメージの部分が制御信号に影響を及ぼすのを防ぐことができる。従って、X線イメージにおける解剖学上の該当部分の撮像に露光不足が生じなくなる。しかし、米国特許第5,608,775号から、テスト露光中にセンサ素子の列の部分のみを読み出すことは既知であることに留意すべきである。

【0012】

テスト露光によって発生した制御信号から線量率を得るのが好適である。線量率は単位時間当りにX線がX線検出器に堆積されるエネルギーを表す。露光制御系は、X線露光中における線量率の時間積分値を計算すべく構成するのが好適である。X線露光を、テスト露光用に用いたX線と同じ強度及びエネルギーで行なう場合には、テスト露光中に求めた線量率にX線露光の現行の露光時間を掛けることにより線量率の時間積分値を簡単に計算することができる。この計算には、テスト露光中に用いたX線の強度及びエネルギー以外に、X線露光中のX線の強度及び/又はエネルギーを用いることもできる。線量率の時間積分値を計算するためには、X線の露光中と、テスト露光中の線量率の差を考慮する必要がある。テスト露光中の線量率とX線露光中の線量率との差に線量率が依存する度合いは、検量測定によって計算するか、又は決定することができる。テスト露光中の線量率とX線露光中の線量率との差に線量率が依存する度合いは、例えば、テスト露光を2度続けて行ない、且つX線の異なるエネルギー及び/又は強度で線量率を測定することにより得ることができる。X線露光中の線量率は、線量率に対するこれらの2つの結果に基づいて、例えば内挿又は外挿によって計算するか又は正確に推定することができる。

【0013】

線量率の時間積分値、従って現行X線の線量は、例えば規則的な間隔で計算され、且つリセット(設定)X線線量と比較される。現行X線線量が設定値に達するか、又はそれ以上になるや否や、X線露光は、X線源を非活動状態にすることによって終了させる。従って、X線源は、所望される設定量のX線線量を供給すべく調整される。例えば、制御信号の信号レベルは現行X線の線量を表す。露光制御系は、制御信号のレベルを或る限定値と比較する。現行X線の線量を再度計算する時には常に、制御信号の信号レベルを適合させて、その信号レベルが限定値以上になるや否やX線源を不活動状態にする。限定値は、例えば1Vのような値とする。X線診断装置では、露光制御系が1Vの限定値を超える信号レベルを有する制御信号を供給する際に、X線源を不活動状態にすることは通常行なわれていることである。従って、本発明は既存のX線診断装置にて簡単に実施することができる。

【0014】

本発明によるX線診断装置の他の例における露光制御系は、X線露光中にテストフィールドを横切るX線の平均強度を測定する。このようなテストフィールドは、予め選択した1

10

20

30

40

50

個又は複数のグループのセンサ素子を具備しており;同じ読出しラインに接続されるセンサ素子の列をテストフィールドとして作用させるのが好適であることを確かめた。これは、テストフィールドのセンサ素子における総電荷量は短時間内に検出することができるからである。このような検出は特に、センサ素子及びこれらのセンサ素子を読出しラインに接続するスイッチング素子間の寄生キャパシタンスを測定することによって行なうことができる。従って、総電荷量は100 μ s以内に検出することができ、X線の露光は代表的には、2~10msか、又は300msもあるため、総電荷量はX線露光中に20回、100回又は1000回以上も検出することができる。テストフィールドを横切るX線の平均強度はX線の露光中に斯様に更新されるため、X線の露光中には現行X線の線量が分かる。個々の読出しラインはそれぞれ読出し増幅器に接続されている。同じ読出しラインに接続されたセンサ素子(例えば、列毎)から寄生信号が転送されるために、関連する読出し増幅器の出力は常に、その関連する読出しラインに接続されたセンサ素子における総電荷量に相当する信号レベルを提供することを確認した。個々の読出しラインに接続されたセンサ素子における総電荷量は、センサ素子を読出しラインに接続するスイッチング素子の制御に無関係に、読出し増幅器の出力端子にて測定することができる。それぞれの読出しラインに接続されるセンサ素子の電荷量の和は、それぞれの読出しラインに接続されたセンサ素子を横切るX線の平均強度に相当する。従って、テストフィールドを横切るX線の平均強度は、X線の露光中に絶えず測定することができる。センサ素子をそれぞれの読出しラインに列的に接続する場合には、一列以上のセンサ素子でテストフィールドを構成することができる。列毎に複数の読出しラインを用い、この場合に、個々の列のセンサ素子の各グループを個々の読み出しラインに接続することもできる。このようなグループのセンサ素子はこの場合、列の一部で構成される。従って、テストフィールドの形状及び大きさは、読出しラインへのセンサ素子の接続のし方に応じて選択することができる。テストフィールドと測定フィールドは適度に一致させるのが好適である。この場合に、テストフィールドを横切る平均X線強度は、テストフィールドと測定フィールドとの差を小さくするように補正することと関連して、X線源を正確に制御する信号レベルの制御信号を発生する。實際上、テストフィールドを一列以上のセンサ素子で構成することはよくあることである。この場合には、テストフィールドと測定フィールドとの差が大きくなることがよくあり、制御信号をテストフィールドを横切るX線の平均強度及び測定フィールドを横切るX線の平均強度から取出すと共に、テストフィールドと測定フィールドとの差を考慮する必要がある。このような測定フィールドとテストフィールドとの差を考慮するのに好適な手順は、テスト露光中にテストフィールドを横切るX線の平均強度に対する、測定フィールドを横切るX線の平均強度の比を求めるやり方である。この比は、テスト露光中にテストフィールドを横切るX線の平均強度に対する、テスト露光中に測定フィールドを横切るX線の平均強度の比に相当する補正係数によって表される。この比は、テストイメージのテストフィールド及び測定フィールドにそれぞれ相当する部分における輝度値に基づいて容易に計算することができる。この場合における測定フィールドを横切るX線の平均強度は、テストフィールドを横切る現行X線の測定した平均強度に補正係数を掛けることによってX線の露光中に得ることもできる。その後、斯くして計算した現行X線の平均強度を時間積分して、検査すべき患者の部分に関連する当面のX線線量を計算する。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明をより詳細に説述するために、添付の図面に従ってこれを説明する。

【0016】

図1は本発明によるX線診断装置を図式的に示した図である。X線源1は、被検体2、例えば放射線診断すべき患者に照射するX線ビーム3を放射する。X線イメージ(像)は、患者2内におけるX線吸収度の局所的な差異によってX線検出器上に形成される。本例におけるX線検出器は、入射X線によって内部に電荷キャリアを放つ多数のセンサ素子5を有するX線感応性の固体センサマトリックス20を具備している。センサ素子における電荷は読出し増幅器6を介してマルチプレクサ22に供給されるように検出される(読み出される

)。例えば、読出し増幅器は列信号を形成し、これらの列信号の信号レベルは、センサマトリックスのそれぞれの列におけるセンサ素子の電荷量を表す。マルチプレクサは、X線イメージの輝度値を表す信号レベルを有する一次イメージ信号(pIS)を形成するように、それぞれの列信号の信号レベルを合成する。一次イメージ信号は、既知のエラーソースに対しては事後処理ユニット7によって補正される。これらの補正は、例えば不良センサ素子によるか、感度にむらがあるセンサ素子によって導入される欠陥や、センサマトリックスの読出しライン又はアドレス指定ラインの不良や、不所望なクロストークや、センサ素子5の隣接する行と列からの同時読出し時に生じる不所望な相関作用に関するものである。事後処理ユニットは、補正したイメージ信号(cIS)、例えば電子ビデオ信号をモニター8に供給し、このモニター8にはX線イメージの情報が再生される。補正したイメージ信号はバッファユニット9にも供給して、このバッファユニットに補正したイメージ信号の信号レベルを格納させることもできる。バッファユニット9に格納した信号レベルを用いることにより、後の段階にてX線イメージのハードコピーを形成したり、又はさらなるイメージ処理をX線イメージに施すことができる。

【0017】

X線診断装置は露光制御系10も具備している。この露光制御系は、制御信号(cS)を粗の空間分解能で発生するようにX線検出器を制御すると共に、X線検出器を細密空間分解能に調整して、一次イメージ信号を発生させるべく構成する。露光制御系は、センサマトリックスの読出し中に空間分解能を調整するために、制御信号(r-cl, c-cl)を行ドライバ21及びマルチプレクサ22に供給する。露光制御系は、制御信号(cS)に基づいてX線制御信号(cX)を得て、この信号をX線源1の高電圧発生器11に供給する。制御信号(cS)を得るには事後処理ユニット7を用いることもできる。この場合に、マルチプレクサは複数の列信号の信号レベルが加算される多重(mux)信号を形成する。その後、事後処理ユニット7を用いてセンサマトリックスにおけるセンサ素子の複数の行からの多重信号の信号レベルを加算して、制御信号(cS)を形成する。さらに、事後処理ユニット7は図1に破線にて示したように露光制御系に接続する。

【0018】

X線制御信号(cX)は、X線の線量が所望値に達する際に、高電圧発生器11を減勢する。X線制御信号はX線の強度及びエネルギーも制御する。X線制御信号は特に、X線源の陰極と陽極との間の高電圧(kV)及びX線源の陽極電流(mA)を制御するのに用いられる。露光制御系10は、図3につき後に詳細に説明するように、現行のX線線量及び/又は線量率 r_{DX} からX線制御信号(cX)を得る。

【0019】

図2は図1に示したX線診断装置のX線検出器のセンサマトリックスを図式的に示したものであり、ここでは簡単化のために、4×4個のセンサ素子を具備しているセンサマトリックスを示してある。実際には、例えば1000×1000, 2000×3000又は4000×4000個のような多数のセンサ素子を具備するセンサマトリックスを使用する。實際上、2520×1920個のセンサ素子を使用した。個々のセンサ素子の各々は約100µm×100µm又は200µm×200µmの活動表面領域を有している。マトリックスの行のセンサ素子はそれぞれアドレス指定ライン41に接続されている。マトリックスの列のセンサ素子はそれぞれ読出しライン40に接続されており、これらの個々のセンサ素子はスイッチング素子43、例えば薄膜トランジスタによって関連するアドレス指定ライン41に接続される。個々の薄膜トランジスタは、それらのドレイン接点を介して関連する読出しライン40に接続されるのに対し、薄膜トランジスタのソース接点は関連するセンサ素子に接続され、また、ゲート接点は関連するアドレス指定ラインに接続される。行ドライバ21はアドレス信号を個々のアドレス指定ラインに供給する。アドレス信号は、関連する行における薄膜トランジスタ43のゲート接点に供給されて、このトランジスタをターンオン、即ちスイッチング素子を閉成させる。センサ素子における電荷は、薄膜トランジスタを経て、読出しラインに沿って積分読出し増幅器6に読み出される。斯くしてセンサマトリックスの全ての行は本質的に同時に読み出される。積分読出し増幅器6は、関連する列におけるセンサ素子のそれぞれの電荷量を表す電圧

10

20

30

40

50

形態で列信号を取出す。これらの列信号は、露光制御系10によるX線検出器4の調整に応じて、一次イメージ信号又は制御信号を形成するようにマルチプレクサ22にて合成される。

【0020】

図3は、本発明によるX線診断装置の露光制御系の動作を説明する種々の信号の時間的変化を図表にて示した図である。

【0021】

テスト露光を行うために、X線制御信号cXとして作用するブロック状のパルスを短期間 T_p の間、高電圧発生器に供給する。これにより、X線源は短期間 T_p の間X線ビームを放射する。X線源の陰極と陽極との間の高電圧及び陽極電流をテスト露光用に予備調整する。従って、X線のエネルギー及び強度はテスト露光中に調整される。テスト露光中に患者を横切ったX線はX線検出器に入射して、このX線検出器は制御信号(cS)を発生するようになる。テスト露光中のX線強度は I_t とする。図3に示した例の制御信号(cS)の信号レベルは予備調整測定フィールドに亘る平均強度を表す。テスト露光中にはX線検出器によって1つ以上のテストイメージを形成する。これらのテストイメージは、テスト露光中に診断する患者を横切ったX線によりX線検出器上に形成される。露光制御系は、1つ又は複数のテストイメージに基づいて測定フィールドを横切るX線の平均強度を計算する。短期間 T_p の間に、制御信号の信号レベルはほぼ段歩状に増大し、その段数はテストイメージの数に等しく、また、そのレベルは、測定フィールドを横切るX線の平均強度である値<m>に達する。この値<m>に基づいて、露光制御系はX線露光中に生じることが予期される線量率の推定値 D_{est} を計算する。線量率のこの第1推定値を線量率 r_{DX} のグラフに示してある。露光制御系はこの計算した線量率 r_{DX} から実際のX線の線量DXを計算する。この計算は、線量率が制御信号に非線形依存することを考慮して行う。特に、非直線性は、テスト露光中にX線源を起動させた後の短期間の間に発生するX線源の調整現象のために生じる。テスト露光の期間が短いために、斯様な調整現象が目立つのであるが、こうした現象は長めのX線露光中にはさほど目立たなくなる。さらに、テスト露光及びX線露光の場合におけるX線源の高電圧の設定及び陽極電流の設定に差があるとすれば、この差が制御信号と推定線量率 D_{est} との間の関係を非線形なものにする。制御信号の信号レベルと推定線量率との間の非線形関係は、例えば1回又はそれ以上の校正露光期間中に測定する。推定線量率のこの計算をブロック“kV,mA”内に示してある。

【0022】

露光制御系は、テストイメージからテストフィールドを横切るX線の平均強度も計算する。にテストフィールドは、センサマトリックスの全て、実際にはセンサマトリックスの列の全てに関連する。露光制御系はその後、補正係数の値、

【数1】

$$C = \frac{\langle I_{ij} \rangle_{mf}}{\langle I_{ij} \rangle_{cf}},$$

を計算し、ここに I_{ij} は画素ijにおける輝度値を表し、 $\langle \rangle_{mf}$ 、 $\langle \rangle_{cf}$ は測定フィールドとテストフィールドをそれぞれ横切るX線の平均値である。補正係数の計算をブロック“C”によって示してある。

【0023】

テスト露光の実行中に、X線検出器は、行ドライバ21及びマルチプレクサ22に供給される制御信号(r-cl,c-cl)によって、 4×4 、 16×16 、 32×16 又は 32×32 個のグループにおけるセンサ素子の電荷が一緒になって、制御信号(cS)のそれぞれのレベルを形成するようにして読み出される。従って、制御信号は空間分解能が比較的粗いテストイメージを表す。これは、テストイメージに忠実に再生される最小ディテールの寸法が、例えば 4×4 又は 32×32 個のセンサ素子のグループの寸法に相当するからである。さらに、テスト露光中に露光制御系10は、マルチプレクサ22によって関連する読出し増幅器6の出力端子における

信号レベルを測定することによって、多数の列から成るテストフィールドを横切るX線の平均強度も測定する。こうした測定は、薄膜トランジスタが(まだ)開いている間に、関連する列における寄生キャパシタンスに関して読出し増幅器にて行なわれる。

【0024】

テスト露光後に、X線露光を行なう。このX線露光の期間 T_{exp} は、X線イメージの診断品質を適切なものとするために、テスト露光期間よりもかなり長く、例えば10msとする。X線制御信号は、X線露光中に高電圧発生器、従ってX線源を駆動させるために、時間的に長いブロックパルス T_{exp} を有する。X線の強度及びエネルギーに関するX線源の調整はテスト露光中の調整と同じとすることができるが、この調整はX線露光の場合に変えることもできる。X線露光の開始時には、X線の強度 I_x は値 I_t から値 I_{exp} にまで増大する。その後、X線強度はX線制御信号に基づいて値 I_{exp} にて安定化する。

10

【0025】

テストフィールドを横切るX線の平均強度を、X線露光の最中に、例えば0.1msの規則的な時間間隔にて測定する。マルチプレクサ22は常に読出し増幅器6の出力端子における電圧を取り上げて、制御信号(cS)を再び発生する。X線診断のこのフェーズの期間中に、制御信号(cS)の信号レベルは最初増大し、この増加は、X線源の再調整中におけるX線強度の増加に相当する。さらに、テストフィールド及び補正係数から得た制御信号の信号レベルに基づいて、現行の線量率 r_{DX} を規則的な間隔で計算し、また、現行線量率の積分により、現行X線の線量DXを計算する。現行X線線量の値は、露光制御系における電気線量電圧によって表される。露光制御系は、現在のX線線量とプレセットしたX線線量とを比較するようにも構成する。この比較は、特に、電気線量電圧が、例えば1Vの制限値に達する瞬時を求めることによって行なう。これに応答して、X線制御信号(cX)がX線源を不動作状態にし、X線の露光は、X線線量が所望値に達する際に正確に終了させる。X線源用に通常用いられている高電圧電源は、1VのX線制御信号に基づいてこれらの高電圧源が不動作となるように調整される。従って、本発明を実施するのに、高電圧源の制御を追加的に変更する必要はない。

20

【0026】

露光制御系には、その機能及び計算を行なうために、適切にプログラムしたコンピュータ又は(マイクロ)プロセッサを含めるようにする。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】 本発明によるX線診断装置を図式的に示した図である。

【図2】 図1に示したX線診断装置のX線検出器のセンサマトリックスを図式的に示した図である。

【図3】 本発明によるX線診断装置の露光制御系の動作を示す種々の信号の変化を図表的に示した図である。

フロントページの続き

(72)発明者 ヨハネス ハー エム ヨーステン
オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフェン プロフ ホルストラーン 6

審査官 遠藤 孝徳

(56)参考文献 特開平9 - 3 7 1 5 9 (J P , A)
米国特許第5 2 6 2 8 7 1 (U S , A)
特開平1 0 - 3 0 8 8 9 9 (J P , A)
特開平8 - 2 0 6 1 0 2 (J P , A)
特開平9 - 1 9 7 0 5 1 (J P , A)
特開平7 - 1 5 3 5 9 2 (J P , A)
特開平8 - 1 1 1 2 9 6 (J P , A)
国際公開第9 9 / 3 3 2 5 8 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

A61B 6/00 - 6/14
H05G 1/00 - 1/70
G01T 1/00 - 1/40
G01T 7/00 - 7/12
H04N 3/00 - 3/40
H04N 5/30 - 5/378
H04N 7/18