

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3700419号
(P3700419)

(45) 発行日 平成17年9月28日(2005.9.28)

(24) 登録日 平成17年7月22日(2005.7.22)

(51) Int.C1.⁷

F 1

A 6 1 B 6/00

A 6 1 B 6/00 350Z
A 6 1 B 6/00 360Z

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-301391
 (22) 出願日 平成10年10月22日(1998.10.22)
 (65) 公開番号 特開2000-126162(P2000-126162A)
 (43) 公開日 平成12年5月9日(2000.5.9)
 審査請求日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタホールディングス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
 (74) 代理人 100090376
 弁理士 山口 邦夫
 (74) 代理人 100095496
 弁理士 佐々木 榮二
 (72) 発明者 大原 弘
 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式
 会社内

審査官 小田倉 直人

(56) 参考文献 特開平10-201745 (JP, A)
 特開平02-224745 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2次元的に配列された複数の放射線検出素子からの出力信号に基づいて画像データを作成する画像データ作成手段と、

前記画像データ作成手段で作成された第1の画像データを用いて画像欠陥を検出すると共に、検出された画像欠陥の位置を示す欠陥情報を生成する欠陥検出手段と、

前記欠陥検出手段で生成された欠陥情報を記憶する欠陥情報記憶手段と、

前記欠陥情報記憶手段に記憶した欠陥情報に基づき、被写体を透過した放射線を前記複数の放射線検出素子に照射して前記画像データ作成手段で作成した第2の画像データの画像欠陥を補正して第3の画像データを作成する欠陥補正手段とを有する放射線画像処理装置において、

前記第2の画像データと前記第3の画像データを1つの画像データとして処理する画像データ処理手段を有する

ことを特徴とする放射線画像処理装置。

【請求項2】

前記画像データ処理手段では、1つの画像データとした前記第2の画像データと前記第3の画像データから前記第2の画像データのみの消去を禁止する

ことを特徴とする請求項1記載の放射線画像処理装置。

【請求項3】

2次元的に配列された複数の放射線検出素子からの出力信号に基づいて画像データを作成

10

20

する画像データ作成手段と、

前記画像データ作成手段で作成された第1の画像データを用いて画像欠陥を検出すると共に、検出された画像欠陥の位置を示す欠陥情報を生成する欠陥検出手段と、

前記欠陥検出手段で生成された欠陥情報を記憶する欠陥情報記憶手段と、

前記欠陥情報記憶手段に記憶した欠陥情報に基づき、被写体を透過した放射線を前記複数の放射線検出素子に照射して前記画像データ作成手段で作成した第2の画像データの画像欠陥を補正して第3の画像データを作成する欠陥補正手段とを有する放射線画像処理装置において、

画像表示手段と、

前記画像表示手段に画像データを供給する画像データ供給手段とを備え、

10

前記画像データ供給手段では、前記第2の画像データあるいは前記第3の画像データのいずれかを切り換えて前記画像表示手段に供給し、あるいは両方を前記画像表示手段に供給し、

前記画像表示手段では、前記画像データ供給手段から供給された画像データに基づく放射線画像を表示する

ことを特徴とする放射線画像処理装置。

【請求項4】

前記画像データ供給手段では、前記第2の画像データあるいは前記第3の画像データのいずれか一方あるいは両方の画像データと共に、あるいは切り換えて前記欠陥情報記憶手段に記憶した欠陥情報に基づいて生成した画像欠陥の位置を示す第4の画像データを前記画像表示手段に供給する

20

ことを特徴とする請求項3記載の放射線画像処理装置。

【請求項5】

前記画像データ供給手段では、前記第2の画像データと前記第3の画像データと前記第4の画像データを間引きして前記画像表示手段に供給すると共に、前記画像データの間引きの際には前記欠陥検出手段で検出された画像欠陥の数が最も少なくなるように間引きを行う

ことを特徴とする請求項3あるいは請求項4記載の放射線画像処理装置。

【請求項6】

前記画像データ供給手段および前記画像表示手段では、複数の画像データから間引きを行う際には、同じ画素位置で間引きを行う

30

ことを特徴とする請求項5記載の放射線画像処理装置。

【請求項7】

2次元的に配列された複数の放射線検出素子からの出力信号に基づいて画像データを作成する画像データ作成手段と、

前記画像データ作成手段で作成された第1の画像データを用いて画像欠陥を検出すると共に、検出された画像欠陥の位置を示す欠陥情報を生成する欠陥検出手段と、

前記欠陥検出手段で生成された欠陥情報を記憶する欠陥情報記憶手段と、

前記欠陥情報記憶手段に記憶した欠陥情報に基づき、被写体を透過した放射線を前記複数の放射線検出素子に照射して前記画像データ作成手段で作成した第2の画像データの画像欠陥を補正して第3の画像データを作成する欠陥補正手段とを有する放射線画像処理装置において、

40

画像データを出力する画像データ出力手段を備え、

前記画像データ出力手段では、前記第2の画像データ及び前記第3の画像データの両方の画像データを1枚の媒体に出力可能となるよう処理して出力する

ことを特徴とする放射線画像処理装置。

【請求項8】

前記画像データ出力手段では、前記第2の画像データまたは前記第3の画像データと、前記欠陥情報記憶手段に記憶した欠陥情報に基づいて生成した画像欠陥の位置を示す第4の画像データを出力する

50

ことを特徴とする請求項 7 記載の放射線画像処理装置。

【請求項 9】

前記画像データ供給手段では、前記第 2 の画像データと前記第 3 の画像データと前記第 4 の画像データを間引きして前記画像表示手段に供給すると共に、前記画像データの間引きの際には前記欠陥検出手段で検出された画像欠陥の数が最も少なくなるように間引きを行う

ことを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の放射線画像処理装置。

【請求項 10】

前記画像データ出力手段では、前記複数の画像データを間引きして出力する際には同じ画素位置で間引きを行う

10

ことを特徴とする請求項 9 記載の放射線画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は放射線画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、疾病の診断等のため、放射線画像を得ることができる放射線画像処理装置が知られている。この放射線画像処理装置では、例えば放射線エネルギーの一部を蓄積して、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じて輝尽発光を示す輝尽性蛍光体をシート状とした輝尽性蛍光体シートが用いられる。この輝尽性蛍光体シートを用いる装置では、被写体を透過した放射線を輝尽性蛍光体シートに照射することで被写体の放射線画像情報を記録し、この情報が記録された輝尽性蛍光体シートにレーザ光等を照射して得られる輝尽発光を集光して光電素子で電気信号に変換することにより、この電気信号に基づいて放射線画像の画像データが生成される。さらに、Flat Panel Detector (FPD)と呼ばれる、2次元的に配列された複数の検出素子で照射された放射線の線量に応じた電気信号を生成し、この電気信号に基づいて画像データが生成される装置も使用される。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

30

ところで、複数の検出素子が2次元的に配列されている FPD では、照射された放射線の線量に対する電気信号の信号レベル（信号値）が全ての検出素子で均一ではなく、破損した素子や不良な素子など信号レベルが他の検出素子とは異なったレベル、すなわち異常なレベルとなってしまう検出素子（以下「欠陥画素」という）を含む場合がある。このような欠陥画素を含む場合には、FPD から読み出された信号に基づく画像データにおいて画像欠陥が生じてしまうことから、撮影画像から病変等の読影をする際に、その妨げとなってしまう場合が生じてしまう。

【0004】

また、画像欠陥が生じたときに補正を行うものとした場合、補正後の画像データからは補正が行われた位置を判別することができないことから、補正が行われた位置を確認することができなくなってしまう。

40

【0005】

そこで、この発明では、画像欠陥が生じた場合であっても良好な見やすい放射線画像を得ることができると共に、画像欠陥の位置を容易に判別することができる放射線画像処理装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る放射線画像処理装置は、2次元的に配列された複数の放射線検出素子からの出力信号に基づいて画像データを作成する画像データ作成手段と、画像データ作成手段で作成された第 1 の画像データを用いて画像欠陥を検出すると共に、検出された画像欠陥

50

の位置を示す欠陥情報を生成する欠陥検出手段と、欠陥検出手段で生成された欠陥情報を記憶する欠陥情報記憶手段と、欠陥情報記憶手段に記憶した欠陥情報に基づき、被写体を透過した放射線を複数の放射線検出素子に照射して作成した第2の画像データの画像欠陥を補正して第3の画像データを作成する欠陥補正手段とを有する放射線画像処理装置であって、第2の画像データと第3の画像データを1つの画像データとして処理する画像データ処理手段を有するものである。

【0007】

また、画像表示手段と、画像表示手段に画像データを供給する画像データ供給手段とを備え、画像データ供給手段では、第2の画像データあるいは第3の画像データのいずれかを切り換えて画像表示手段に供給し、あるいは両方を画像表示手段に供給し、画像表示手段では、画像データ供給手段から供給された画像データに基づく放射線画像を表示するものである。10

【0008】

また、画像データを出力する画像データ出力手段とを備え、画像データ出力手段では、第2の画像データ及び第3の画像データの両方の画像データを1枚の媒体に出力可能となるよう処理して出力するものである。

【0009】

この発明においては、画像欠陥の補正が行われる前の画像データと補正が行われた後の画像データが対として処理されて、この対とされた画像データに基づき補正前の放射線画像と補正後の放射線画像が同時にあるいは切り換えて表示される。また、対とされた画像データがまとめて出力される。さらに補正前の画像データあるいは補正後の画像データに代えて、画像欠陥の位置を示す情報が用いられて、画像欠陥の位置を示す表示あるいは画像欠陥の位置を示す情報の出力が行われる。ここで、例えば放射線画像を表示する表示手段の画素数が表示する画像データの画素数よりも少ない場合には、画像欠陥が最も少なくなるように画像データの間引きが行われる。また、画像データを1枚の媒体に放射線画像として出力する外部機器において、1枚の媒体に対して出力できる画素数が、画像データの画素数よりも少ない場合には、この外部機器に応じて画像欠陥が最も少くなるように間引きを行った画像データが放射線画像処理装置から外部機器に出力される。20

【0010】

【発明の実施の形態】

次に、この発明の実施の一形態について図を用いて詳細に説明する。図1は、放射線画像処理装置の構成を示す図である。放射線発生装置10はコントローラ40によって制御される。この放射線発生装置10から放射された放射線は、被写体5を通して放射線画像読取装置20の撮像パネルに照射される。放射線画像読取装置20では、照射された放射線の強度に基づく画像データを生成する。コントローラ40では、放射線画像読取装置20で生成された画像データを用いて、放射線画像の処理や表示あるいは記録等を行う。30

【0011】

図2は、放射線画像読取装置20の構成を示している。この放射線画像読取装置20では、照射された放射線の線量に応じて電気信号を出力する検出素子DT-(1,1)～DT-(m,n)が2次元配置されて撮像パネル22が構成されている。40

【0012】

ここで、検出素子DTは、照射された放射線の線量に応じた電気信号を出力するものであれば良い。例えば放射線が照射されたときに電子-正孔対が生成されて抵抗値が変化する光導電層を用いて検出素子が形成されている場合、この光導電層で生成された放射線量に応じた量の電荷が電荷蓄積コンデンサに蓄えられて、この電荷蓄積コンデンサに蓄えられた電荷を電気信号として出力する。なお、光導電層としては暗抵抗値が高いものが望ましく、アモルファスセレン、酸化鉛、硫化カドミウム、ヨウ化第2水銀、または光導電性を示す有機材料(X線吸収コンパウンドが添加された光伝導性ポリマを含む)などが用いられ、特にアモルファスセレンが望ましい。

【0013】

10

20

30

40

50

また、検出素子 D T が、例えば放射線が照射されることにより蛍光を生ずるシンチレータ等を用いて形成されている場合、フォトダイオードにおいて、このシンチレータで生じた蛍光強度に基づく電気信号を生成して信号選択部 2 5 に供給するものとしてもよい。なお、シンチレータとしては、 $Gd_2O_3 : Tb$ 、 $MX : Tl$ ($M = Rb$ 、 $Cs : X = Cl$ 、 Br 、 I)、 $BaFX : Eu$ ($X = Cl$ 、 Br 、 I)、 $LaOBa : A$ ($A = Tb$ 、 Tm)、 $YTaO_4$ 、 $[Y, Sr]TaO_4 : Nb$ 、 $CaWO_4$ などが用いられ、特に $Gd_2O_3 : Tb$ 、 $CsI : Tl$ 、 $BaFCl : Eu$ が望ましい。

【 0 0 1 4 】

撮像パネル 2 2 の検出素子 D T 間には、走査線 2 2 2 -1~2 2 2 -m と信号線 2 2 4 -1~2 2 4 -n が例えれば直交するように配設される。この走査線 2 2 2 -1~2 2 2 -m は走査駆動部 2 4 と接続されており、走査駆動部 2 4 では後述する読み取制御部 2 7 から供給された制御信号 C T A に基づき読み出信号 R S を生成して走査線 2 2 2 -1~2 2 2 -m のうちの 1 つ走査線 2 2 2 -p (p は 1~m のいずれかの値) に出力する。また信号線 2 2 4 -1~2 2 4 -n には電荷検出部 2 2 6 -1~2 2 6 -n が接続されており、電荷検出部 2 2 6 -1~2 2 6 -n では、検出素子 D T から読み出した電荷の電荷量に応じた電圧信号 S V を生成する。

【 0 0 1 5 】

ここで、読み出信号 R S によって、走査線 2 2 2 -p に接続された検出素子 D T -(p, 1)~D T -(p, n) から、照射された放射線の線量に応じて電荷蓄積コンデンサに蓄積された電荷が読み出されると、電荷検出部 2 2 6 -1~2 2 6 -n では、読み出した電荷の電荷量に応じた電圧信号 S V -1~S V -n を生成する。この電荷検出部 2 2 6 -1~2 2 6 -n で生成された電圧信号 S V -1~S V -n は信号選択部 2 5 に供給される。

【 0 0 1 6 】

信号選択部 2 5 は、複数のレジスタ 2 5 a を用いて構成されており、電荷検出部 2 2 6 -1~2 2 6 -n がレジスタ 2 5 a の数に応じて区分されて、1 つのレジスタには隣接する所定の数の電荷検出部から電圧信号が供給される。各レジスタ 2 5 a には A / D 変換器 2 5 b が接続されており、レジスタ 2 5 a では、後述する読み取制御部 2 7 からの制御信号 C T B に基づき、供給された電圧信号 S V を順次選択して A / D 変換器 2 5 b に供給することにより、例えば 12 ビットないし 14 ビットのデジタルの画像データ S D を生成する。この信号選択部 2 5 で生成された 1 画像分の画像データ S D -(1, 1)~S D -(m, n) は、読み取制御部 2 7 を介してコントローラ 4 0 に供給される。

【 0 0 1 7 】

なお、撮像パネル 2 2 の検出素子 D T を複数のブロックに分割して、各ブロックで並列して画像データを生成するものとすれば、1 画像分の画像データ S D -(1, 1)~S D -(m, n) を速やかに得ることができる。

【 0 0 1 8 】

読み取制御部 2 7 には、コントローラ 4 0 が接続されており、読み取制御部 2 7 ではコントローラ 4 0 からの制御信号 M C A に基づき、放射線発生装置 1 0 での動作と同期して各種の制御信号、例えば放射線照射前に撮像パネル 2 2 の電荷蓄積コンデンサに蓄えられている電荷を排出させるための初期化動作や、撮像パネル 2 2 に照射された放射線に基づき電荷蓄積コンデンサに蓄えられた電荷を読み出して画像データ S D を生成する処理等を行うための制御信号 C T A , C T B を生成する。

【 0 0 1 9 】

図 3 はコントローラ 4 0 の構成を示しており、コントローラ 4 0 の動作を制御するための C P U (Central Processing Unit) 4 1 には、システムバス 4 2 と画像バス 4 3 が接続される。なお、コントローラ 4 0 の動作を制御するための C P U 4 1 は、メモリ 4 4 に記憶された制御プログラムに基づいて動作制御を行う。

【 0 0 2 0 】

システムバス 4 2 と画像バス 4 3 には、メモリ 4 4 、撮影制御部 4 6 、画像メモリ制御部 4 8 、表示制御部 5 5 、ディスク制御部 6 1 、出力インタフェース 6 0 が接続されると共に、システムバス 4 2 には欠陥検出部 5 0 と欠陥補正部 5 2 が接続されており、システム

10

20

30

40

50

バス 4 2 を利用して C P U 4 1 によって各部の動作が制御されると共に、画像バス 4 3 を介して各部間での画像データの転送等が行われる。また、撮影制御部 4 6 を介して放射線発生装置 1 0 での放射線の照射や放射線画像読取装置 2 0 での放射線画像の読み取りの制御が行われる。

【 0 0 2 1 】

放射線画像読取装置 2 0 から供給された 1 画像分の画像データ S D は、撮影制御部 4 6 や画像メモリ制御部 4 8 を介して画像メモリ 4 9 に記憶される。この画像メモリ制御部 4 8 には、欠陥検出部 5 0 と欠陥補正部 5 2 が接続されており、欠陥検出部 5 0 では、画像メモリ 4 9 に書き込まれている画像データ S D を用いて、検出素子からの電気信号の信号レベルが他の検出素子とは異なるレベルとなる検出素子の検出、すなわち画像欠陥の検出を行う。ここで、欠陥検出部 5 0 で画像欠陥を検出したときには、画像欠陥の位置を示す情報 F D を生成してメモリ 4 4 の欠陥情報記憶領域 4 4 a に記憶する。

10

【 0 0 2 2 】

欠陥補正部 5 2 では、放射線を被写体に照射して作成された画像データ S D が画像メモリ 4 9 に書き込まれたときには、メモリ 4 4 の欠陥情報記憶領域 4 4 a に記憶されている画像欠陥の位置を示す情報 F D を用いて、画像メモリ 4 9 の画像欠陥の画像データの補正を行い、新たな 1 画像分の画像データを生成して画像メモリ 4 9 に記憶する。

20

【 0 0 2 3 】

画像メモリ 4 9 に記憶された画像データは、読み出されて表示制御部 5 5 やディスク制御部 6 1 に供給される。

【 0 0 2 4 】

表示制御部 5 5 には画像表示装置 5 6 が接続されており、この画像表示装置 5 6 の画面上には表示制御部 5 5 に供給された画像データやメモリ 4 4 の欠陥情報記憶領域 4 4 a に記憶された情報に基づき、例えば画像欠陥の補正前後の放射線画像や画像欠陥の位置が表示される。

30

【 0 0 2 5 】

また、放射線画像読取装置 2 0 の画素数よりも画像表示装置 5 6 の表示画素数が少ない場合には、C P U 4 1 によって画像データの間引きを行うことにより、画像表示装置 5 6 の画面上に撮影画像全体を表示させることができる。また、画像表示装置 5 6 の表示画素数分に相当する領域の画像データを読み出すものとすれば、所望の位置の撮影画像を詳細に表示させることができる。

30

【 0 0 2 6 】

画像メモリ 4 9 からディスク制御部 6 1 に画像データを供給する際には、例えば連続して画像データを読み出してディスク制御部 6 1 内の F I F O メモリに書き込み、その後順次ディスク装置 6 2 に記録する。

40

【 0 0 2 7 】

さらに、画像メモリ 4 9 から読み出された画像データやディスク装置 6 2 から読み出された画像データを出力インターフェース 6 0 を介して外部機器 1 0 0 に供給することもできる。この外部機器 1 0 0 では、供給された画像データを例えば 1 枚のフィルムなどの媒体に放射線画像として出力する。

【 0 0 2 8 】

また、C P U 4 1 には入力インターフェース 6 3 を介してキーボード等の入力装置 6 4 が接続されており、入力装置 6 4 を操作することで放射線画像の撮影や処理等が行われる。

【 0 0 2 9 】

このコントローラ 4 0 で画像データの複写や転送、削除等の処理を行う場合、放射線画像読取装置 2 0 から供給された補正前の画像データと、欠陥補正部 5 2 で画像欠陥の補正が行われた新たな 1 画像分の画像データを対として処理する。

【 0 0 3 0 】

なお、上述の実施の形態では、コントローラ 4 0 で放射線発生装置 1 0 と放射線画像読取装置 2 0 の動作を制御するものとしたが、放射線画像読取装置 2 0 の動作を放射線発生裝

50

置 1 0 に同期させるものとし、放射線画像読取装置 2 0 で画像データが得られたときに、この画像データをコントローラ 4 0 に供給するものとしても良いことは勿論である。

【 0 0 3 1 】

次に動作について説明する。放射線画像の撮影を行う場合、放射線未照射画像データ S D A や放射線一様照射画像データ S D B あるいは放射線被写体照射画像データ S D C を放射線画像読取装置 2 0 からコントローラ 4 0 に供給するものとして、コントローラ 4 0 の欠陥検出部 5 0 で画像欠陥の検出を行う。

【 0 0 3 2 】

ここで、放射線未照射画像データ S D A は、撮像パネル 2 2 の初期化動作、すなわち検出素子 D T の電荷蓄積コンデンサに蓄えられている電荷を排出させる動作を実施した後に、放射線未照射状態で生成された画像データである。また、放射線一様照射画像データ S D B は、初期化動作を実施し放射線を一様に照射してから生成された画像データであり、放射線被写体照射画像データ S D C は、初期化動作を実施した後に被写体を透過させて放射線を照射してから生成された画像データである。

【 0 0 3 3 】

この画像欠陥の検出では、放射線未照射画像データ S D A や放射線一様照射画像データ S D B あるいは放射線被写体照射画像データ S D C のいずれか 1 種類の画像データを用いて画像欠陥の検出を行っても良く、また複数種類の画像データを用いて画像欠陥の検出を行っても良い。さらに、画像データとして放射線未照射画像データ S D A 、放射線一様照射画像データ S D B のいずれか 1 つあるいは両方の画像データを用いることが望ましい。

【 0 0 3 4 】

図 4 は第 1 の画像欠陥の検出方法を説明するための図である。図 4 A は、画像メモリ 4 9 に書き込まれている 1 画像分の画像データを示しており、この画像メモリ 4 9 から例えば横方向に画像データを順次読み出し、図 4 B に示すように、しきい値 T A H , T A L と比較して画像欠陥の検出が行われる。

【 0 0 3 5 】

しきい値 T A H , T A L は例えば図 5 に示すように画像データのヒストグラムに基づいて設定される。正常な画像データの分布が図 5 の斜線部で示すような分布となる場合、低レベル側しきい値 T A L は正常な画像データの分布よりも低レベル側に設定されると共に、高レベル側しきい値 T A H は正常な画像データの分布よりも高レベル側に設定される。ここで、画像データのレベルが高レベル側しきい値 T A H よりも大きくなる画素 P (a,ba) や低レベル側しきい値 T A L よりも小さくなる画素 P (a,bb) は、画像欠陥を生ずる欠陥画素と判別されて、画素 P (a,ba) , P (a,bb) の位置情報が画像欠陥の位置を示す情報としてメモリ 4 4 の欠陥情報記憶領域 4 4 a に記憶される。

【 0 0 3 6 】

図 6 は画像欠陥の第 2 の検出方法を説明するための図である。図 6 A は、画像メモリ 4 9 に書き込まれている 1 画像分の画像データを示しており、欠陥画素が生ずるか否かの判別が行われる画素 P (c,d) に対して、例えば図 6 B の斜線で示す周辺の 8 画素の画像データの平均レベル M D (c,d) を求め、画素 P (c,d) の画像データ S D (c,d) が平均レベル M D (c,d) に対して所定範囲内 (M D (c,d) - W ~ M D (c,d) + W) であるか否かの判別が行われる。ここで、画像データ S D (c,d) が所定範囲内 (M D (c,d) - W ~ M D (c,d) + W) で無いときには画素 P (c,d) が画像欠陥を生ずる欠陥画素と判別されて、画像欠陥の位置、すなわち画素 P (c,d) の位置を示す情報が欠陥情報記憶領域 4 4 a に記憶される。なお、平均レベルを算出するために用いられる画素の画像データは、図 6 B の斜線で示す部分の 8 画素に限られるものでなく、例えばハッチングで示す部分を含めた 2 4 画素の画像データ等を用いても良い。また、「W」はもともとの画像データがもつレベル変動（ノイズなどに依存する）を検出せずに画像欠陥を検出する範囲で、任意に決めることができる。

【 0 0 3 7 】

ところで、上述の第 1 および第 2 の画像欠陥の検出方法では、1 画素毎に画像欠陥であるか否かを判別するものであるが、欠陥画素と正常画素の画像データのレベル差が大きくな

10

20

30

40

50

い場合には、レベル差が正常画素の画像データのレベル変動であるか画像欠陥であるか判別することが困難である。そこで、画像欠陥がライン状であるときには、欠陥画素と正常画素の画像データのレベル差が大きくない場合であっても画像欠陥を検出できる方法を第3の画像欠陥の検出方法として説明する。

【0038】

図7は第3の画像欠陥の検出方法を説明するための図である。図7Aは、画像メモリ49に書き込まれている1画像分の画像データを示しており、この1画像分の画像データから、縦方向あるいは横方向に隣接する複数ライン分の画像データを読み出すことにより、読み出し方向と直交する方向での平均レベルが求められる。この求められた平均レベルが上述の第1の画像欠陥の検出方法と同様にしきい値と比較されて画像欠陥の検出が行われる。
10。

【0039】

例えば、図7Aに示すように横方向のeラインから($e + f$)ラインまでの($f + 1$)ライン分の画像データが画像メモリ49から読み出されて、縦方向の画素列毎の平均レベルが算出されて、図7Bに示すように($f + 1$)ライン分の画像データを平均した1ラインの画像データが算出される。ここで、画像欠陥が縦方向のライン状である場合、欠陥画素と正常画素の画像データのレベル差が大きくない場合であっても、平均レベルを算出することによって正常画素の画像データのレベル信号の変動分を小さくすることができる。このため、図7Cに示すように1ライン分の画像データでは検出しにくい画素P($e+h, g$)の画像欠陥も、($f + 1$)ライン分の画像データの平均レベルを算出することで、図7Bに示すように画素P($e \sim e+f, g$)に相当する画像データを正常画素の画像データとは異なるレベルとすることができますので、複数ライン分の画像データの平均レベルに応じて設定された低レベル側しきい値TBLおよび高レベル側しきい値THBと求められた平均レベルを比較し、求められた平均レベルが設定された低レベル側しきい値TBLから高レベル側しきい値THBまでの範囲内であるか否かを判別することによって容易にライン状の画像欠陥を検出することができる。
20

【0040】

また、求められた平均レベルがeラインや($e + f$)ラインの周囲の画像データの平均レベルに対して所定範囲内であるか否かによってもライン状の画像欠陥を検出することができる。ここで、画像欠陥と判別されたときには、縦方向に($f + 1$)行分の画素すなわち画素P($e \sim e+f, g$)が欠陥画素と判別されて、画素P($e \sim e+f, g$)の位置を示す情報が欠陥情報記憶領域44aに記憶される。
30

【0041】

画像メモリ49から読み出される画像データのヒストグラムが広い幅をもち、例えば図8Aに示すように1ラインの放射線被写体照射画像データSDCの信号レベルが広い範囲にある場合、画像メモリ49から読み出された画像データと、しきい値TCLおよびしきい値TCHを比較しただけでは画素P(q, r)の画像欠陥を検出することができない。そこで、被写体に応じた画像データから一様な勾配や低周波成分を除去するトレンド除去を行い、上述の第1～第3の画像欠陥の検出方法を用いることにより、正しく画像欠陥の検出を行うことができる。
40

【0042】

このトレンド除去の一例としては、1ライン分の画像データからスムージングを行って高周波成分を除くものとし、元の画像データからスムージングによって得られた画像データを減算あるいは除算することによって、図8Bに示すように低周波成分を除いた高周波成分だけの画像データHSDが生成される。

【0043】

また、トレンド除去を行った場合には、図5と比較して図9の斜線で示すように正常な画像データのヒストグラムの幅が狭いものとされる。このため、低レベル側しきい値TDLから高レベル側しきい値TDHまでの幅も、トレンド除去を行う前よりも狭く設定することができるので、画像欠陥の検出を精度良く行うことができる。また、画像データHSD
50

Cを用いて上述の第2および第3の画像欠陥の検出方法を行うことにより、画像欠陥を検出することは勿論である。

【0044】

このようにして、欠陥検出部50で画像欠陥を検出したときには、画像欠陥の位置を示す情報FDをメモリ44の欠陥情報記憶領域44aに記憶する。なお、画像欠陥の検出では、上述の第1～第3の画像欠陥の検出方法のいずれか1つの方法あるいは複数の検出方法を用いて画像欠陥の検出を行っても良く、更に他の方法を用いるものとしても良いことは勿論である。

【0045】

ここで、欠陥情報記憶領域44aには、画像欠陥の位置を示す情報FDとして例えば画像欠陥を生ずる画素のアドレスを記憶する。また欠陥情報記憶領域44aに、マップ形式で画像欠陥の位置を示す情報FDを記憶するものとしてもよい。すなわち、欠陥情報記憶領域44aとして1画像分の画素と対応する領域を設けるものとし、画像欠陥が検出されたときには、この画像欠陥を生ずる画素の位置と対応する領域内の位置に所定のデータ値を書き込むものとしてもよい。例えば、正常画素の信号レベルを「1」、欠陥画素の信号レベルを「0」などとすることができる。

10

【0046】

欠陥補正部52では、欠陥情報記憶領域44aに記憶されている画像欠陥の情報FDを読み出して欠陥の位置を判別し、この判別された画像欠陥の画像データの補正を行う。ここで、画像欠陥の位置を示す情報として画像欠陥を生ずる画素のアドレスが記憶されているときには、記憶されたアドレスを順次読み出すことで画像欠陥の位置が判別される。またマップ形式で画像欠陥の位置を示す情報が欠陥情報記憶領域44aに記憶されているときには、領域44a内のデータ値が所定のデータ値であるか否かを順次検出することにより画像欠陥であるか否かを判別することができる。

20

【0047】

次に、欠陥情報記憶領域44aに画像欠陥の位置を示す情報FDが記憶されているときに、画像メモリ49に放射線被写体照射画像データSDCが書き込まれると、欠陥情報記憶領域44aに記憶された画像欠陥の位置を示す情報FDに基づき画像メモリ49に書き込まれている放射線被写体照射画像データSDCを用いて欠陥補正部52で画像欠陥の位置の画像データの補正を行う。

30

【0048】

欠陥補正部52では、欠陥情報記憶領域44aに記憶されている画像欠陥の情報FDを読み出して欠陥の位置を判別し、この判別された画像欠陥の画像データの補正を行う。ここで、画像欠陥の位置を示す情報として画像欠陥を生ずる画素のアドレスが記憶されているときには、記憶されたアドレスを順次読み出すことで画像欠陥の位置が判別される。またマップ形式で画像欠陥の位置を示す情報が欠陥情報記憶領域44aに記憶されているときには、メモリ領域内のデータ値が所定のデータ値であるか否かを順次検出することにより画像欠陥であるか否かを判別することができる。

【0049】

この欠陥補正部52で画像欠陥の位置が判別されると、画像欠陥を生ずる画素の周囲の正常画素の画像データを画像メモリ49から読み出し、この読み出した画像データを用いて補正を行う。補正方法の一例として、周囲の正常画素の画像データの平均レベルを欠陥画素の画像データとする、というものがある。図10Aに示すように、画像欠陥を生ずる画素P(s,t)の周囲が正常画素であるときには、画素P(s,t)の上下方向と左右方向に隣接する4画素、あるいは斜線で示す斜め方向に隣接する画素を含めた8画素、またはハッティングで示す部分を含めた24画素の画像データの平均レベルが算出されて、この平均レベルが補正後の画素P(s,t)の画像データとされる。なお、欠陥画素が周囲にある場合には、この欠陥画素を除いた正常画素の画像データのみを用いて補正を行う。

40

【0050】

また、画像欠陥を補正する場合には、画素P(s,t)からの距離によって画像データの重み

50

付けを行うものとし、重み付けがなされた画像データの平均レベルを補正後の画像データとすることもできる。例えば図10Bに示すように、画素P(s,t)の中心から上下左右の画素の中心までの距離を「1」としたとき斜めの画素の中心までの距離が「2」であることから、斜めの画素の画像データを(1/2)倍して重み付けを行い、重み付けがなされた画像データの平均レベルが補正後の画像データとされる。

【0051】

なお、欠陥補正部52での補正方法は、上述の方法に限られるものではなく、例えば『「Restoring Spline Interpolation of CT Images」IEEE TRANSACTION ON MEDICAL IMAGING VOL.MI-2,NO3 SEPTEMBER 1983』、『Cubic Convolution for Digital Image Processing IEEE TRANSACTION ON ACOUSTICS AND SIGNAL PROCESSING VOL.ASSP-29』に記載されているニアレスト・ネイバー補間、ベルースライン補間、リニア補間、キュービック・コンボリュージョン補間等によって得られた画像データを補正後の画像データとして用いるものとしてもよい。

【0052】

このようにして得られた補正後の1画像分の画像データは、画像メモリ49に書き込まれている補正前の1画像分の画像データと対として処理する。例えば、画像データの複写や転送等の処理は補正前および補正後の画像データが1つの画像データとして扱われる。また、画像データの消去の際に画像欠陥の補正前の画像データだけを消去する処理を禁止することにより、消去が禁止された画像欠陥の補正前の画像データを用いて、種々の方法で画像欠陥の検出や補正を行って最適な撮影画像を得ることができる。さらに、画像欠陥の補正前の画像データが残されることにより、もともと画像欠陥であった画素の位置がわからなくなってしまうことを防止できる。

【0053】

なお、画像欠陥の検出および画像欠陥の補正は、画像メモリ49に書き込まれた画像データを用いて行われる場合に限られるものではなく、既に撮影された画像データ、例えばディスク装置62に記憶されている画像データ等を画像メモリ49に書き込むものとすれば、上述したように画像欠陥の検出および画像欠陥の補正を行うことで、既に撮影された画像データからも良好な放射線画像を得ることができる。

【0054】

さらに、上述の実施の形態では、欠陥検出部50で自動的に画像欠陥の検出を行い、検出された画像欠陥の位置を示す情報FDを欠陥情報記憶領域44aに記憶するものとしたが、図示しない画像表示装置の画面上に撮影画像を表示させて、ユーザが表示された撮影画像から画像欠陥を検出したときには、この検出された画像欠陥の位置を情報FDとして欠陥情報記憶領域44aに書き込むことができるようにもよい。この場合、欠陥検出部50で検出することができない画像欠陥が生じていても画像欠陥の補正を行うことができる。また、画像欠陥の自動検出とユーザが画像欠陥を検出する方法を合わせて行うことものとすれば更に有効である。

【0055】

コントローラ40では、対とされた補正前と補正後の各1画像分の画像データを表示制御部55に供給することにより、図11Aに示すように画像表示装置56の画面上に補正前の画像データに基づく放射線画像と補正後の画像データに基づく放射線画像を同時に表示することで、良好な放射線画像を得ることができるだけでなく画像欠陥の位置を確認することができる。なお、補正前の放射線画像と補正後の放射線画像を切り換えて表示すれば、放射線画像を大きく表示することもできる。

【0056】

さらに、欠陥情報記憶領域44aに記憶されている情報を表示制御部55やコントローラ40に供給することにより、図11Bに示すように画像表示装置56の画面上に補正後の画像データに基づく画像と欠陥画素の位置を示す表示を同時に表示しても、良好な放射線画像を得ることができるものとなく画像欠陥の補正の効果も容易に確認することができる。なお、この場合にも、補正後の放射線画像や欠陥画素の位置を切り換えて表示すれば

10

20

30

40

50

、放射線画像を大きく表示することができると共に、欠陥画素の位置を容易に確認できる。

【0057】

また、欠陥画素の位置を示す際には、正常な画素を白あるいは黒で表示するものとし、欠陥画素は表示を反転させることで容易に欠陥画素の位置を判別することができる。

【0058】

このように、補正前の撮影画像や欠陥画素の位置を表示可能とすることで、いずれの画素の画像データが補正されたかを容易に確認することができ、医師等は欠陥画素の位置を把握しながら読影を行うことができる。

【0059】

さらに、画像データの間引きを行い撮影画像を画面上に表示する際には、欠陥情報記憶領域44aに記憶されている欠陥情報に基づき、画像欠陥がいずれの位置にあるかを判別して画像欠陥の位置の画像データを除いて放射線画像を表示すれば、補正された画素の数が少なく良好な放射線画像を得ることができる。

【0060】

例えば、100画素×100画素の画像データを(1/10)に間引く場合、1画素目から10画素毎に画像データを用いたときの画像欠陥の欠陥数を判別し、次に2画素目から10画素毎に画像データを用いたときの欠陥数を判別する。以下同様に10画素目から10画素毎に画像データを用いたときの欠陥数を判別し、最も欠陥数が少なくなるように画像データを10画素毎に用いることで、良好な放射線画像を得ることができ。 20

【0061】

また、画像表示装置56の画面上に複数の画像を表示する場合、例えば補正前の放射線画像と補正後の放射線画像を表示する場合に、画像データの間引きを行うときには、同じ画素位置の画像データを間引いたものを表示する。このように同じ画素位置の画像データを間引くことにより、表示された2つの画像が同じ画素位置の画像データに基づく放射線画像を得るので、画像欠陥の補正した位置を確認することができる。

【0062】

さらに、上述の実施の形態では、画像表示装置56に画像欠陥の補正が行われる前の放射線画像や補正が行われた後の放射線画像を合わせて表示したり画像欠陥の位置を示す表示と補正が行われた後の放射線画像を合わせて表示する場合について説明したが、画像欠陥の補正が行われる前の放射線画像の画像データと補正が行われた後の放射線画像の画像データをコントローラ40から出力インタフェース60を介して外部機器100に供給したり、メモリ44の欠陥情報記憶手段44aに記憶した欠陥情報に基づいて生成した画像欠陥の位置を示す画像データと補正が行われた後の放射線画像の画像データを外部機器100に供給するものとしてもよい。ここで、外部機器100では、供給された画像データを1枚のフィルムなどの媒体に放射線画像として出力する。さらに、画像欠陥の補正が行われる前の放射線画像の画像データや補正が行われた後の放射線画像の画像データあるいは画像欠陥の位置を示す画像データを外部機器100に出力する場合、1枚の媒体に放射線画像を出力可能となるように画像データを処理して出力するものとして良い。すなわち、外部機器100で1枚の媒体に対して出力できる画素数が画像データの画素数よりも少ないときには、同じ画素位置の画像データを外部機器100の出力できる画素数に応じて間引きして出力しても良いことは勿論である。 30 40

【0063】

なお、上述の実施の形態では、画像メモリ、欠陥検出部、欠陥補正部および画像表示装置がコントローラ40に設けられている場合について説明したが、これらを放射線画像読取装置20に設けるものとして、放射線画像読取装置側で良好な放射線画像を表示したり、画像欠陥の位置を容易に判別可能とすることもできる。

【0064】

【発明の効果】

この発明によれば、画像欠陥の補正が行われる前の放射線画像の画像データと補正が行わ 50

れた後の放射線画像の画像データが対として処理されて、放射線画像の表示あるいは画像データの出力が行われるので、補正が行われた位置の確認を容易とすることができます。また、補正前の画像データに代えて、画像欠陥の位置を示す情報が用いられたときにも同様に、補正が行われた位置の確認を容易に行うことができる。さらに画像データを間引きして放射線画像の表示あるいは画像データの出力をを行う場合に、画像欠陥が最も少なくなるように間引きが行われるので、間引き後の画像データを用いても補正が行われた画素の少ない良好な放射線画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】放射線画像処理装置の構成を示す図である。

【図2】放射線画像読取装置の構成を示す図である。

10

【図3】コントローラの構成を示す図である。

【図4】第1の欠陥画素検出方法を説明するための図である。

【図5】しきい値の設定方法を説明するための図である。

【図6】第2の欠陥画素検出方法を説明するための図である。

【図7】第3の欠陥画素検出方法を説明するための図である。

【図8】トレンド除去を説明するための図である。

【図9】トレンド除去を行ったときのしきい値の設定方法を説明するための図である。

【図10】欠陥画素の画像データの補正方法を説明するための図である。

【図11】表示画像を示す図である。

【符号の説明】

20

10 放射線発生装置

20 放射線画像読取装置

22 撮像パネル

24 走査駆動部

25 信号選択部

27 読取制御部

29 パネル駆動部

40 コントローラ

41 C P U (Central Processing Unit)

44 メモリ

30

44a 欠陥情報記憶領域

48 画像メモリ制御部

49 画像メモリ

50 欠陥検出部

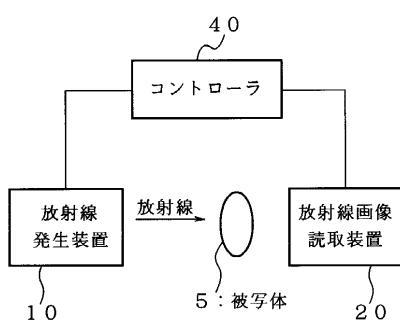
52 欠陥補正部

55 表示制御部

56 画像表示装置

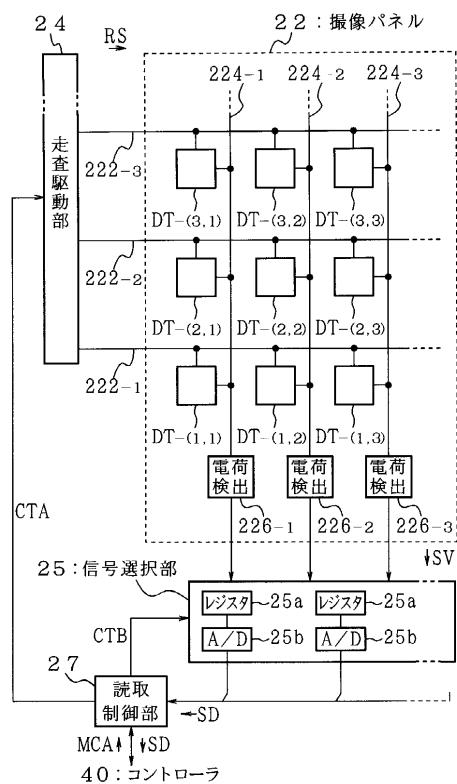
【図1】

放射線画像処理装置の構成



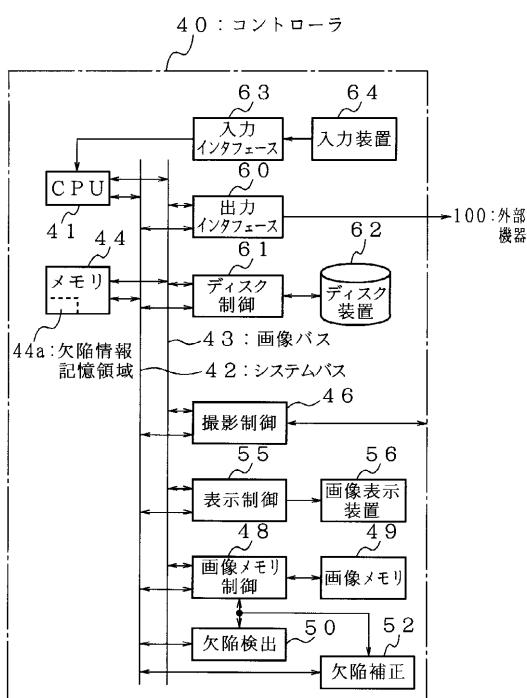
【図2】

放射線画像読取装置の構成



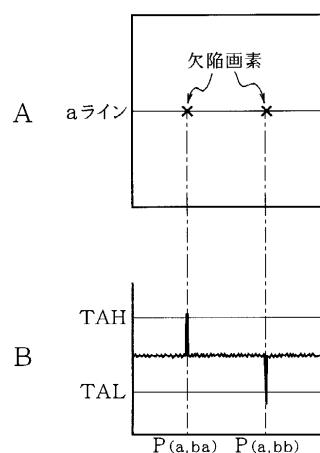
【図3】

コントローラの構成



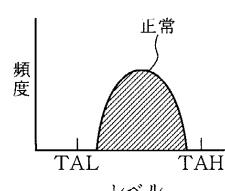
【図4】

第1の欠陥画素検出方法



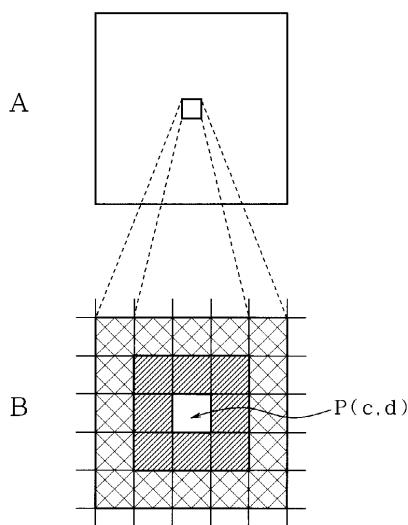
【図5】

しきい値の設定方法



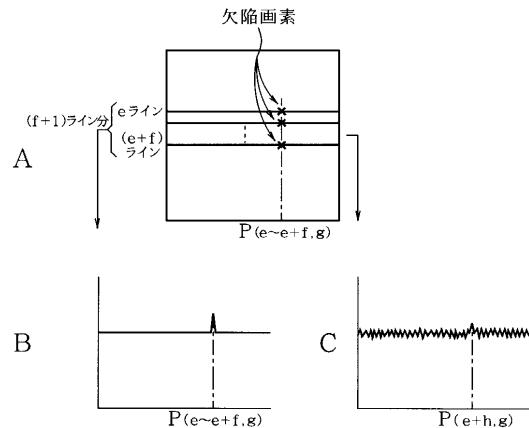
【図6】

第2の欠陥画素検出方法



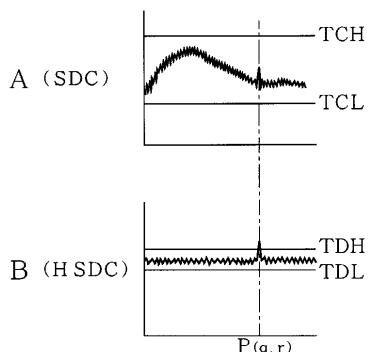
【図7】

第3の欠陥画素検出方法

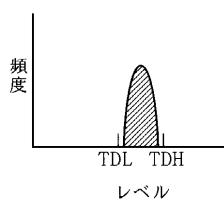


【図8】

トレンド除去

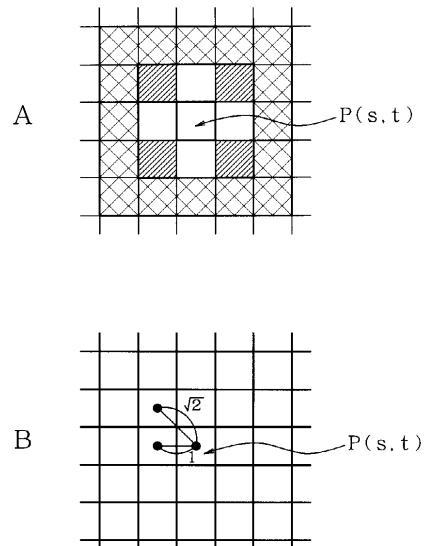


【図9】

トレンド除去を行ったときの
しきい値の設定方法

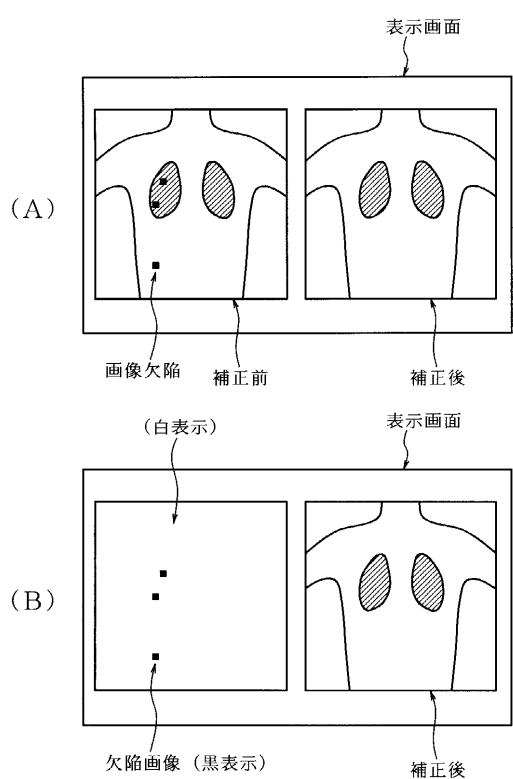
【図10】

欠陥画素の画像データの補正方法



【図 11】

表示画像



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

A61B 6/00