

【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 1 部門第 2 区分

【発行日】平成20年10月30日(2008.10.30)

【公開番号】特開2005-312810(P2005-312810A)

【公開日】平成17年11月10日(2005.11.10)

【年通号数】公開・登録公報2005-044

【出願番号】特願2004-136620(P2004-136620)

【国際特許分類】

A 6 1 B 6/14 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 6/14 3 0 0

A 6 1 B 6/00 3 2 0 Z

【手続補正書】

【提出日】平成20年9月10日(2008.9.10)

【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】

X線発生器から被対象物にX線撮影のために照射されるX線の強度をフィードバック制御することで、固体撮像素子によって生成される画像が所定の濃度範囲内となるよう制御する自動露出制御方法であって、

上記固体撮像素子が、上記X線を受けて発生した電荷を蓄積する画素生成部と、上記X線を受けないで暗電流成分を蓄積する暗電流測定部とを備えており、

上記暗電流測定部から取り出される蓄積電荷信号により算出された暗電流成分を、上記画素生成部で注目する画素又は画素列の蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した露出測定信号を取得し、

該露出測定信号により上記X線の強度を決定することで、上記X線の強度をX線撮影時にフィードバック制御することを特徴とするX線撮影画像の自動露出制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、

上記固体撮像素子を非露光状態とした上記画素生成部の出力に基づく暗電流成分と上記暗電流測定部の出力に基づく暗電流成分とによる出力比を、上記画素生成部で注目する画素又は画素列について算出して予めメモリに記憶しておき、

撮像時において、上記暗電流測定部が出力した蓄積電荷信号に対して記憶された上記出力比を適用した演算により、上記画素生成部で注目する画素又は画素列に対する撮像時における暗電流成分を算出し、当該撮像時における暗電流成分を、上記画素生成部が出力した蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した上記露出測定信号を取得することを特徴とするX線撮影画像の自動露出制御方法。

【請求項 3】

請求項 2 において、

上記メモリに記憶する上記出力比が、上記画素生成部の蓄積電荷信号の露光時間に対する出力変化の傾きと、上記暗電流測定部の蓄積電荷信号の露光時間に対する出力変化の傾きとの比であることを特徴とするX線撮影画像の自動露出制御方法。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかにおいて、

上記 X 線の強度は、制御目標値に向けて、所定の遅延要素を加えるようにしてフィードバック制御することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかにおいて、

上記照射源を X 線を照射する X 線発生器とし、

上記固体撮像素子が、該 X 線発生器からの X 線を受けて可視光を生成する構成を有することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法。

【請求項 6】

請求項 5 において、

上記撮影は、パノラマ X 線撮影、セファロ X 線撮影、リニアスキャン X 線撮影、デンタル X 線撮影又は CT 撮影のいずれかを行うことを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 において、

X 線走査速度、X 線管電流、X 線管電圧のうちの少なくとも 1 つ以上を制御して、上記 X 線強度のフィードバック制御を実行することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法。

【請求項 8】

X 線発生器から X 線撮影のために照射される X 線の強度をフィードバック制御して所定の濃度範囲内となる X 線撮影画像を取得する医療用デジタル X 線撮影装置における自動露出制御装置であって、

上記 X 線を受けて発生した電荷を蓄積する画素生成部と、X 線を受けないで暗電流成分を蓄積する暗電流測定部とを備えた固体撮像素子と、

上記暗電流測定部から取り出される蓄積電荷信号により算出された暗電流成分を、上記画素生成部で注目する画素又は画素列の蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した露出測定信号を取得し、該露出測定信号により上記 X 線の強度を決定することで、上記 X 線の強度を X 線撮影時にフィードバック制御する制御手段とを備えたことを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、

上記画素生成部で注目する画素又は画素列について算出された、上記固体撮像素子を非露光状態とした上記画素生成部の出力に基づく暗電流成分と上記暗電流測定部の出力に基づく暗電流成分とによる出力比を、予め記憶させたメモリを備え、

撮像時において、上記制御手段が、暗電流測定部が出力した蓄積電荷信号に対して記憶された上記出力比を適用した演算により、上記画素生成部で注目する画素又は画素列に対する撮像時における暗電流成分を算出し、当該撮像時における暗電流成分を、上記画素生成部が出力した蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した上記露出測定信号を取得することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御装置。

【請求項 10】

前記請求項 8 又は 9 において、

X 線走査速度、X 線管電流、X 線管電圧、階調処理のうちの少なくとも 1 つ以上を制御することによって、上記 X 線強度のフィードバック制御を実行することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

上記目的のため、請求項 1 では、X 線発生器から被対象物に X 線撮影のために照射される X 線の強度をフィードバック制御することで、固体撮像素子によって生成される画像が所定の濃度範囲内となるよう制御する自動露出制御方法であって、上記固体撮像素子が、上記 X 線を受けて発生した電荷を蓄積する画素生成部と、上記 X 線を受けないで暗電流成分を蓄積する暗電流測定部とを備えており、上記暗電流測定部から取り出される蓄積電荷信号により算出された暗電流成分を、上記画素生成部で注目する画素又は画素列の蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した露出測定信号を取得し、該露出測定信号により上記 X 線の強度を決定することで、上記 X 線の強度を X 線撮影時にフィードバック制御することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法を提案する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 7】

請求項 2 では、請求項 1 において、上記固体撮像素子を非露光状態とした上記画素生成部の出力に基づく暗電流成分と上記暗電流測定部の出力に基づく暗電流成分とによる出力比を、上記画素生成部で注目する画素又は画素列について算出して予めメモリに記憶しておき、撮像時において、上記暗電流測定部が出力した蓄積電荷信号に対して記憶された上記出力比を適用した演算により、上記画素生成部で注目する画素又は画素列に対する撮像時における暗電流成分を算出し、当該撮像時における暗電流成分を、上記画素生成部が出力した蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した上記露出測定信号を取得することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法を提案する。

尚、暗電流測定部と画素生成部における画素又は画素列との所定の露光時間に対する暗電流成分の出力比とは、固体撮像素子の電荷蓄積時間を所定時間としたときの、暗電流測定部から出力される蓄積電荷信号中の暗電流成分と、画素生成部における画素又は画素列から出力される蓄積電荷信号中の暗電流成分との出力強度の比を表している。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 8】

請求項 3 では、請求項 2 において、上記メモリに記憶する上記出力比が、上記画素生成部の蓄積電荷信号の露光時間に対する出力変化の傾きと、上記暗電流測定部の蓄積電荷信号の露光時間に対する出力変化の傾きとの比であることを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法を提案する。

ここで、暗電流測定部の蓄積電荷信号の露光時間に対する出力変化の傾きとは、暗電流測定部で注目する画素又は画素列から出力される蓄積電荷信号を電荷蓄積時間の 1 次関数で表したときの傾き（暗電流成分の露光時間に対する係数）である。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 9】

請求項 4 では、請求項 1 ～ 3 のいずれかにおいて、上記 X 線の強度は、制御目標値に向けて、所定の遅延要素を加えるようにしてフィードバック制御することを特徴とする X 線撮影画像の自動露出制御方法を提案する。

遅延要素を加えるには、コンデンサと抵抗によるローパスフィルタによるアナログ処理

を用いてもよいし、過去の値に時間減衰率の重み付けをして、現在の値に足し合わせるデジタル処理を用いてもよい。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

請求項5では、請求項1～4のいずれかにおいて、上記照射源をX線を照射するX線発生器とし、上記固体撮像素子が、該X線発生器からのX線を受けて可視光を生成する構成を有することを特徴とするX線撮影画像の自動露出制御方法を提案する。すなわち、請求項1の自動露出制御の対象を医療用デジタルX線撮影装置に限定している。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

請求項6では、請求項5において、上記撮影は、パノラマX線撮影、セファロX線撮影、リニアスキャンX線撮影、デンタルX線撮影又はCT撮影のいずれかを行うことを特徴とするX線撮影画像の自動露出制御方法を提案している。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

請求項8では、X線発生器からX線撮影のために照射されるX線の強度をフィードバック制御して所定の濃度範囲内となるX線撮影画像を取得する医療用デジタルX線撮影装置における自動露出制御装置であって、上記X線を受けて発生した電荷を蓄積する画素生成部と、X線を受けないで暗電流成分を蓄積する暗電流測定部とを備えた固体撮像素子と、上記暗電流測定部から取り出される蓄積電荷信号により算出された暗電流成分を、上記画素生成部で注目する画素又は画素列の蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した露出測定信号を取得し、該露出測定信号により上記X線の強度を決定することで、上記X線の強度をX線撮影時にフィードバック制御する制御手段とを備えたことを特徴とするX線撮影画像の自動露出制御装置を提案する。

すなわち、X線を受けて可視光を生成し光電変換して電荷を蓄積する画素生成部と、X線を受けないで暗電流成分を蓄積する暗電流測定部とを備えた固体撮像素子と、上記画素生成部から取り出されたで注目する画素又は画素列の蓄積電荷信号から上記暗電流測定部から取り出される暗電流成分を除去した画像が所定の濃度範囲に収まるようにX線強度をフィードバック制御する制御演算部とを備えている。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

請求項9では、請求項8における自動露出制御装置であって、上記画素生成部で注目する画素又は画素列について算出された、上記固体撮像素子を非露光状態とした上記画素生成部の出力に基づく暗電流成分と上記暗電流測定部の出力に基づく暗電流成分とによる出

力比を、予め記憶させたメモリを備え、撮像時において、上記制御手段が、暗電流測定部が出力した蓄積電荷信号に対して記憶された上記出力比を適用した演算により、上記画素生成部で注目する画素又は画素列に対する撮像時における暗電流成分を算出し、当該撮像時における暗電流成分を、上記画素生成部が出力した蓄積電荷信号から減算した値を算出することで、暗電流成分を除去した上記露出測定信号を取得することを特徴とする。

ここに演算制御部は、上記暗電流成分を除去するにあたり、上記画素生成部から取り出される暗電流成分に基づいて、暗電流測定部の特定の画素又は列の所定の露光時間に対する出力変化の傾きを予め記憶し、画素生成部の特定の画素又は列の所定の露光時間に対する出力変化の傾きとの比を求め、この傾きの比を基に演算し暗電流成分を除去した画像が所定の濃度範囲に収まるようにX線強度をフィードバック制御する。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

請求項1～7で提案した本発明の自動露出制御方法によれば、X線発生器から被対象物にX線を照射してX線画像を生成する画像生成装置に適用すれば、画素生成部から取り出された特定の画素又は列の蓄積電荷信号から、暗電流測定部から取り出される暗電流成分を除去した画像が所定の濃度範囲に収まるようにX線の強度をフィードバック制御するので、暗電流成分を除去した最終的な画像に対する露出制御となって、良好な露出制御結果が得られる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

そして、特に請求項2で提案した本発明方法によれば、画素生成部の特定の画素又は列の蓄積電荷信号の露光時間に対する出力変化の傾きと、暗電流測定部での画素又は少なくとも1列の蓄積電荷信号の露光時間に対する出力変化の傾きとの比を求めているので、補正処理での演算が簡単になる。

また、請求項4で提案した本発明方法によれば、照射光の強度は、制御目標値に向けて、所定の遅延要素を加えるようにしてフィードバック制御されているので、得られた画像ではフィードバック制御に起因する縞状のノイズが目立たない。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

特に請求項6で提案した本発明方法によれば、パノラマX線撮影、セファロX線撮影、リニアスキャンX線撮影、デンタルX線撮影又はCT撮影において、自動露出制御を行える。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

請求項 5 で提案した自動露出制御方法は、請求項 1 の自動露出制御方法を医療用デジタル X 線撮影装置に適用するもので、請求項 1 と同様の効果をそこで発揮する。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 0】

請求項 7 では、X 線走査速度、X 線管電流、X 線管電圧のうちの少なくとも 1 つ以上をフィードバック制御の対象としているので、撮影条件に応じて最適な制御対象を選択することができるとともに、これらを組み合わせれば、望ましい画質の自動露出制御が行える。

請求項 8 ~ 1 0 による医療用デジタル X 線撮影装置では、それぞれ、請求項 1 ~ 6 のいずれかの自動露出制御方法を適用しているので、それらと同様の効果が期待できる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 2】

図 1 は本発明の自動露出制御装置の基本構成を示している。

自動露出制御装置 A 1 は、撮影光照射源 7 から照射され、撮影対象 H を透過した光を露光する CCD センサ等の固体撮像素子 1 a と、制御演算手段 2、照射源制御手段 2 0 d とを有している。ここに、固体撮像素子 1 a は、T D I (時間遅延積分) クロックから駆動クロックを生成する後述の図 1 0、図 1 1 で図示するような撮像素子駆動回路 1 1 d による駆動クロックによって駆動されるようになっており、画素生成部 1 a a と、暗電流測定部 1 a b と、蓄積電荷転送部 1 a c とに区分された構成になっている。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 4】

更に自動露出制御を行うために、画像生成部 1 a a には注目画素 1 a g を設定している。注目画素 1 a g は画素生成部 1 a a の任意の位置でよいが、撮影対象物の関心領域内であって撮影中に受光量があまり変化しない位置に設定することが望ましい。歯科用パノラマ X 線撮影装置の場合、上顎の少し上あたりが最も良い。この注目画素 1 a g の蓄積電荷信号から暗電流成分を除去した露出測定信号に基づいて、本発明の自動露出制御が行われる。さらに露出測定部は1 つの注目画素 1 a g による構成に限られず、注目画素 1 a g が 2 以上の場合には、それらの平均値などを露出測定信号として採用する。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

制御演算手段 2 は、撮像時において画素生成部 1 a a より取り出された蓄積電荷信号の暗電流成分を除去する一方、X 線照射制御回路 2 0 d をフィードバック制御するもので、電荷蓄積型イメージセンサ 1 から出力された蓄積電荷信号から所定のタイミングで暗電流測定信号を抽出するための暗電流測定信号抽出部 2 a と、同様にそこから所定のタイミン

グで、注目画素 1 a g の蓄積電荷信号を取り出すための注目画素抽出部 2 d と、注目画素 1 a g から出力された蓄積電荷信号毎に、暗電流補正テーブル 3 に記録されている、後述するパラメータを参照適用し、暗電流測定部 1 a b から出力された暗電流測定信号に基づいて、注目画素 1 a g から出力された蓄積電荷信号中の暗電流成分を予測算出して除去した露出制御信号を得る露出制御信号生成部 2 b と、その露出制御信号に基づいて、撮影光照射源 7 から照射させるべき撮影光の強度を算出して、X 線照射制御回路 2 0 d をフィードバック制御するための信号を出力する照射強度算出部 2 f とを備えている。

【手続補正 1 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 6】

暗電流補正テーブル 3 は、画素生成部 1 a a の各列の電荷を所定の転送経路、すなわち各列での横方向の転送経路と、更に蓄積電荷転送部 1 a c での縦方向の転送経路とに従って転送している間に生じる暗電流成分を、暗電流測定部 1 a b で測定した暗電流測定信号に基づいて予測算出するためのパラメータを予め記憶している。

【手続補正 1 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 7】

ここで、露出制御装置における自動露出制御の原理を説明する。

画像撮影時の温度が のときに、固体撮像素子 1 a の画素生成部 1 a a と暗電流測定部 1 a b との各列 ($k = n \cdots 1, 0$) について、それぞれの全段で蓄積された電荷が蓄積電荷転送部 1 a c を通じて転送され、暗電流測定信号 $O_s(p_0, \quad)$ を含んだ蓄積電荷信号 $O_s(p_k, \quad)$ として出力されるとすると、それらは次式 (イ) によって表される。

$$O_s(p_n, \quad) = O_s x(p_n, \quad) + D_k(p_n, \quad) + O_f(p_n)$$

$$O_s(p_{n-1}, \quad) = O_s x(p_{n-1}, \quad) + D_k(p_{n-1}, \quad) + O_f(p_{n-1})$$

$$O_s(p_1, \quad) = O_s x(p_1, \quad) + D_k(p_1, \quad) + O_f(p_1)$$

$$O_s(p_0, \quad) = D_k(p_0, \quad) + O_f(p_0) \quad \dots (イ)$$

ただし、

O_s : 蓄積電荷信号

$O_s x$: 露光に基づく有効画素信号 (蓄積電荷信号の露光による信号成分)

D_k : 蓄積電荷信号の暗電流成分

O_f : 蓄積電荷信号のオフセット成分

p : 列の位置

: 温度

一方、同様に固体撮像素子 1 a を遮蔽して露光させないときには、暗電流測定信号 $O_s(p_0, \quad)$ を含んだ蓄積電荷信号 $O_s(p_k, \quad)$ は式 (ロ) で示される。

$$O_s(p_n, \quad) = D_k(p_n, \quad) + O_f(p_n)$$

$$O_s(p_{n-1}, \quad) = D_k(p_{n-1}, \quad) + O_f(p_{n-1})$$

$$O_s(p_1, \quad) = D_k(p_1, \quad) + O_f(p_1)$$

$$O_s(p_0, \quad) = D_k(p_0, \quad) + O_f(p_0) \quad \dots (ロ)$$

【手続補正 2 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

上式(八)より(ロ)は一次関数ととらえられ、電荷蓄積時間 T を何通りか変化させて、蓄積電荷信号 $O_s(p_k, \quad)$ や暗電流測定信号 $O_s(p_0, \quad)$ の値を測定し、最小二乗法を用いれば最適なものになるが、簡易には、2通りの電荷蓄積時間 T について、それぞれ値を測定し、その2点を通る直線により求められるものとしてもよい。

更に、ここで画素生成部1aの第 k 列の暗電流成分 $D_k(p_k, \quad)$ と、暗電流測定部1abの暗電流成分 $D_k(p_0, \quad)$ との、所定の蓄積時間 T における出力比 β を求めると、次式(二)のようになる。次式(二)の右辺に示す比は、固体撮像素子1aを露光させないときの蓄積電荷信号 $O_s(p_k, \quad)$ のグラフと暗電流測定信号 $O_s(p_0, \quad)$ のグラフとの傾きの比に相当する。

$$\begin{aligned} \beta(p_k, \quad) &= D_k(p_k, \quad) / D_k(p_0, \quad) \\ &= \{ \quad(p_k, \quad) \cdot T \} / \{ \quad(p_0, \quad) \cdot T \} \\ &= \quad(p_k, \quad) / \quad(p_0, \quad) \quad \dots (二) \end{aligned}$$

ここで、出力比 $\beta(p_k, \quad)$ が、場所 p_k に依存する部分と温度 θ に分離できるとすれば、

$$\beta(p_k, \quad) = \beta_1(p_k) \cdot \beta_2(\theta)$$

であるから、出力比 β は温度 θ に依存せず次式(ホ)のようになる。

$$\beta(p_k) = \beta_1(p_k) / \beta_1(p_0) \quad \dots (ホ)$$

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

従って、式(イ)及び、式(ホ)から、撮影時の温度が θ のとき、画素生成部1aの各列($k = n \cdots 1$)の露光に基づく有効画素信号 $O_{sx}(p_k, \quad)$ を、暗電流測定信号 $O_s(p_0, \quad)$ を用いて表すと、更に(ヘ)のようになる。

$$\begin{aligned} O_{sx}(p_k, \quad) &= O_s(p_k, \quad) - D_k(p_k, \quad) - O_f(p_k) \\ &= O_s(p_k, \quad) - \beta(p_k) \cdot D_k(p_0, \quad) - O_f(p_k) \\ &= O_s(p_k, \quad) - \beta(p_k) \cdot \{ O_s(p_0, \quad) - O_f(p_0) \} - O_f(p_k) \quad \dots (ヘ) \end{aligned}$$

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

よって式(ヘ)から理解されるように、撮影時において、注目画素1agの蓄積電荷信号 $O_s(p_g, \quad)$ を、式(ヘ)に従い、暗電流測定部1abの暗電流測定信号 $O_s(p_0, \quad)$ を用いて補正すれば、暗電流成分の除去された露出測定信号を得ることができる。

すなわち本発明では、自動露出制御を行うために、注目画素抽出部2dが、注目画素1agから出力された蓄積電荷信号 $O_s(p_g, \quad)$ を所定のタイミングで取り出し、露出制御信号生成部2bが、次の式に従って、上記の露出制御信号 X を算出する。

$$X = O_s(p_g, \quad) - \beta(p_g) \cdot O_s(p_0, \quad) \quad \dots (チ)$$

ただし、

X : 露出制御信号

p g : 注目画素 1 a g の位置

ここで、O f (p g) は、定数なので式 (チ) から除かれている。

そして、照射強度算出部 2 f が次の式に従って、照射させるべき撮影光の強度を算出して、X 線照射制御回路 2 0 d をフィードバック制御することにより、自動露出制御がなされる。

$$I = - A \cdot X + B \quad \dots (リ)$$

ただし、

I : 照射源制御手段に発生させるべき撮影光照射源の駆動電流

A、B : 定数

なお、撮影光照射源の駆動電流を制御するのに替えて、駆動電圧を同様に制御してもよく、更に、駆動電流と駆動電圧との両方を制御してもよく、駆動電流の代わりに走査速度を制御するようにしてもよい。そして、駆動電流が走査速度かを制御する場合には、透過 X 線量が全体的に変化するので、得られる X 線画像の明るさが変わるが、駆動電圧を制御する場合には、透過 X 線のエネルギー分布が変化するので、得られる X 線画像のコントラストが変わる。

【手続補正 2 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 4】

図 2 B は、M O S センサを用いた固体撮像素子 1 a から出力される蓄積電荷信号 O s (p g) を画素 e の位置に応じて二次元に並べた画像における特定の画素、すなわち注目画素 1 a g の位置 p g と暗電流測定部 1 a b の位置 p 0 とを示す図面 (i v) と、及び注目画素 1 a g の位置と暗電流測定部 1 a b の位置 p 0 のそれぞれの蓄積電荷信号 O s (p g) 及び暗電流測定信号 O s (p 0) と露光時間 T との関係 (v) を示すグラフである。

(v) のグラフから理解されるように、固体撮像素子 1 a を露光させないときの注目画素 1 a g の蓄積電荷信号 O s (p g) の露光時間 T に対する出力変化の傾きと、暗電流測定部 1 a b での画素又は少なくとも 1 列の暗電流測定信号 O s (p 0) の露光時間に対する出力変化の傾きとの比は、ほぼ一定の比例関係になっている。従って、その出力変化の傾きの比を画素生成部 1 a a の各画素または各列に対応させて暗電流補正テーブル 3 に予め記憶しておけば、撮像時において注目画素 1 a g より取り出された蓄積電荷信号 O s (p g) に対してその出力変化の傾きを適用して実際の撮影時間に応じて暗電流成分 D k (p g) を予測演算できる。従って、暗電流成分 D k (p g) を除去した露出測定信号を算出し、それに基づいて自動露出制御することが可能である。

【手続補正 2 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 5】

図 3 は、その暗電流補正テーブルの一例である。

図において、2 (p k = 1 ... n) はそれぞれ、画素生成部 1 a a の各列 (k = 1 ... n) の暗電流測定信号に対する所定の露光時間における出力比 2 を示している。このように各列に対して出力比を記憶しておけば、注目画素 1 a g を画素生成部 1 a a の任意の位置に設定できる。

【手続補正 2 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

更にここで、制御演算手段2による駆動電流Iに対するフィードバック制御の作用を図について定性的に説明する。

図4は、露出制御信号Xと駆動電流Iとの関係を示すグラフである。

ここでの説明は定性的なものなので、座標やグラフの傾き等は任意である。図において、ラインMは前記式(リ) $I = -AX + B$ (Xは露出制御信号、A, Bは任意の定数)を示すものである。駆動電流Iは、露出制御信号Xの関数で、直線として描かれているが、実際には単調な増加関数であり、曲線であっても構わない。なお、駆動電流Iは、X線制御の場合、管電流でも良いし管電圧であっても良い。更には、走査速度や階調処理のいずれか若しくは、それらの組み合わせであっても良い。

これは、駆動電流Iが増加すれば、画素生成部1a aの蓄積電荷信号Os(p k,)の値が画素生成部1a aで全体的に増加する結果、注目画素1a gの蓄積電荷信号Os(p g,)も増加することから理解される。ただし、そのときに蓄積時間Tは変化していないので、暗電流測定信号Os(p 0,)は変化しない。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

注目画素1a gの蓄積電荷信号が制御目標値よりずれたときに制御目標値に拙速に収束させた場合に、その部分が他の部分に比べて濃淡縞を生じてしまう。

このような問題は、フィードバック制御に所定の遅延要素を付加して制御目標値に緩やかに追従させるように作用させる(ローパスフィルタとして作用する)ことによって解決できる。具体的には、遅延要素は、コンデンサと抵抗によるローパスフィルタを配置してもよいし、過去の値に時間減衰率の重み付けをして、現在の値に足し合わせる処理を行ってもよい。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

図5Aは、実際の撮影前の例えば工場出荷時に行う暗電流補正テーブル3の作成の手順を示している。ここで、まずステップ201では、固体撮像素子1a全体を非露光状態にして、複数の蓄積時間Tについて、暗電流測定部1a bを含む全画素の蓄積電荷信号Os(p k)を測定する。そしてステップ202では、その測定結果から、全画素について蓄積時間Tと蓄積電荷信号Os(p k)との関係を求める。次にステップ203では、全画素について蓄積時間Tと蓄積電荷信号Os(p k)との関係から、暗電流測定部1a bと画素生成部1a aの各画素又は各列との、所定の露光時間に対する暗電流成分の出力比2を求める。最後にステップ204では、全画素に対応させて、その出力比2とオフセットOfを暗電流補正テーブル3に記憶する。また、必要に応じて温度を異ならせて複数の蓄積時間について暗電流補正テーブルを記憶しておく。

【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 5 2 】

ここで、装置本体 4 の要部概略構成を 図 9 を用いて説明し、次いで X 線撮影用検出器 1 1 A の要部概略を 図 1 0 について説明する。

図 9 は、装置本体制御部 2 0 の要部概略構成を示すブロック図である。この制御部 2 0 には、X 線撮影装置 A 2 全体の動作制御の中心となる M P U (C P U) で構成された制御ユニット 2 0 a、入出力ポート 2 0 b、メモリ 2 0 c があり、その他に 図 1 の撮影光照射源 7 の具体例である X 線発生器 7 を駆動制御する X 線照射制御回路 2 0 d、X 線照射検出回路 2 0 e、旋回アーム回転検出回路 2 0 f、T D I クロック発生回路 2 0 g、通信制御回路 2 0 h、電源回路 2 0 i が設けられており、これらが入出力ポート 2 0 b を介して制御ユニット 2 0 a に接続されている。入出力ポート 2 0 b には、種々の操作データを入力するための操作パネル 1 3、あるいは、同様の入力を本体から離れた位置から入力するためのリモコンボックス 1 4 が接続されている。そして更に、X 線撮影用検出器 1 1 A を接続するために、接続ケーブル 2 1 のコネクタ 1 5 に対応したコネクタ 1 5 が設けられ、このコネクタ 1 5 には、入出力ポート 2 0 b、通信制御回路 2 0 h、電源回路 2 0 i が接続されている。

【 手続補正 2 9 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 5 5 】

図 1 1 は、X 線撮影用検出器 1 1 A に備えられた固体撮像素子 1 a の概略構成を示す図面である。この固体撮像素子 1 a は、F F T タイプ (フルフレームトランスファー型) の C C D センサで構成されている。ここで、1 a d は受光部を構成するセンサマトリクスであり、水平方向に蓄積電荷を転送する シフトレジスタ 1 a e を、上下に複数列形成して構成され、これらの シフトレジスタ 1 a e に形成されるポテンシャルウェルによって、列及び段に配置された画素 e を形成した構造にしている。

【 手続補正 3 0 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 6

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 5 6 】

1 a c は上下に複数列形成して構成された各 シフトレジスタ 1 a e のポテンシャルウェルを通じて一斉に水平方向に並列して転送されて来た蓄積電荷を垂直方向に転送するポテンシャルウェルを形成する 別の蓄積電荷転送部、1 a f は蓄積電荷転送部 1 a c から垂直方向にシリアル転送されて来る蓄積電荷を取り出すための出力ウェル、2 2 は出力ウェル 1 a f から、順次出力されて来る蓄積電荷を更に電圧信号に変換し、蓄積電荷信号として出力させる増幅器である。

【 手続補正 3 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 7

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 5 7 】

このセンサマトリクス 1 a d は、図中では画素 e が 1 1 列 (垂直方向) 4 段 (水平方向) の行列状に配置されているが、画素 e は実際には 1 5 0 0 列 6 4 段に配置されている。そして、受光部 1 a d では、図中の最下部以外の列に、画像を形成する画素を蓄積電荷として出力する画素 生成部 1 a a を割り当て、最下部の列には、X 線遮蔽部材 1 9 b が X 線を遮蔽することによって、常に露光しない状態にされて暗電流測定信号を蓄積電荷として

出力する暗電流測定部 1 a b を割り当てている。更に、画素生成部 1 a a には、図示しないが、任意の位置の画素 e を注目画素 1 a g として設定している。

【手続補正 3 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 8】

増幅器 2 2 から出力された蓄積電荷信号は、A D 変換器 1 1 e に送出されてデジタル信号に変換されるようになっている。C C D センサを構成するシフトレジスタ 1 a e、蓄積電荷転送部 1 a c、出力ウエル 1 a f は、撮像素子駆動回路 1 1 d の生成する駆動クロックに従って、蓄積電荷の転送を行う。

【手続補正 3 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 9】

受光面を構成するセンサマトリクス 1 a d のポテンシャルウエルに、光を照射して得た蓄積電荷を閉じ込めて半導体中を転送させる C C D センサの電荷転送の基本動作は、既に特開平 9 - 2 0 0 6 2 5 号公報などで周知であるが、この固体撮像素子 1 a の構成上の特徴は、センサマトリクス 1 a d の一部に、常に露光しない状態にされて暗電流測定信号を蓄積電荷として出力する暗電流測定部 1 a b を割り当てている点と、更に自動露出制御を行うために、画像生成部 1 a a の適した位置に、注目画素 1 a g を設定している点である。なお、ここでの C C D センサはフルフレームトランスファー型を例にして説明したが、F T タイプ（フレームトランスファー型）の C C D センサであっても良い。また、下述の何れの実施例ともセンサの種類としては、C C D センサの代わりに M O S センサ、C - M O S センサ、T F T（Thin Film Transistor）等の 2 次元フラットパネルセンサなどの固体撮像素子を使用することができる。また、上述のように照射された X 線を可視光線に変換する発光体 1 b による可視光線を受光しているが、X 線を直接検出するタイプの C C D センサを用いる構成も可能である。

【手続補正 3 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 0】

図 1 2 は、以上のように構成されたパノラマ X 線撮影装置 A 2 で撮影されるパノラマ X 線画像の一例を示す図面であり、ここで（a）は全顎パノラマ X 線透過画像、（b）は画像生成部 1 a a の適した位置に設定された注目画素 1 a g からの蓄積電荷信号と、暗電流測定部 1 a b からの暗電流測定信号とを示すグラフである。

【手続補正 3 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 8 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 8 8】

この X 線画像撮影装置 A 5 に用いられる X 線撮影用検出器 1 1 D と、実施例 2 - 4 の各 X 線画像撮影装置に用いられている X 線撮影用検出器 1 1 A ~ 1 1 C との違いについて説明する。

すなわち、実施例 2 - 4 の X 線撮影用検出器 1 1 A ~ 1 1 C では、図 1 1 を参照して説明したように、CCD センサの受光部 1 a d の最下部以外の列に、画像を形成する画素を蓄積電荷として出力する画素生成部 1 a a を割り当て、各列から出力される電荷を時間遅延積分して 1 画素の蓄積電荷信号としていた（蓄積電荷信号は 1 次元画像を形成する）のに対し、X 線撮影用検出器 1 1 D では、各画素 e からの電荷を 2 次元画像を形成する蓄積電荷信号として扱うようになっている。

【手続補正 3 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 8 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 8 9】

しかし、各画素 e からの電荷を 2 次元画像を形成する蓄積電荷信号として扱う場合であっても、非露光状態での暗電流測定部 1 a b と画素生成部 1 a a の各画素 e との、所定の露光時間に対するおける出力比を暗電流補正テーブル 3 に予め記憶しておく。そして、X 線撮像時において、注目画素 1 a g より取り出された蓄積電荷信号とに対して、暗電流測定部 1 a b から取り出される暗電流測定信号と暗電流補正テーブル 3 に記憶しておいたその出力比を適用した演算とにより暗電流成分を除去して露出制御信号を算出する方法を採ることができる。よって、ここでも本発明の思想による自動露出制御を行うことができる。

【手続補正 3 7】

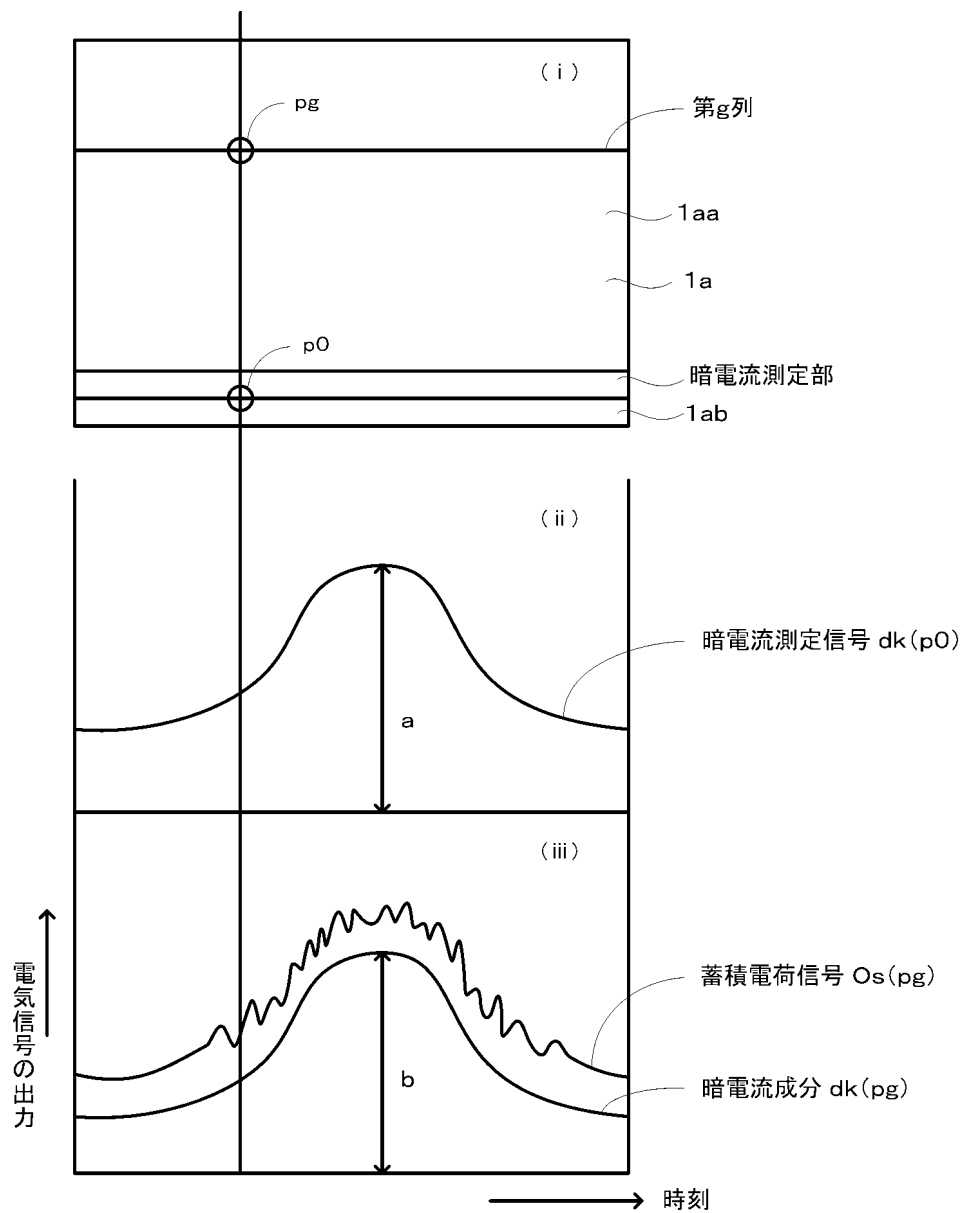
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2 A

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2 A】



【手続補正 38】

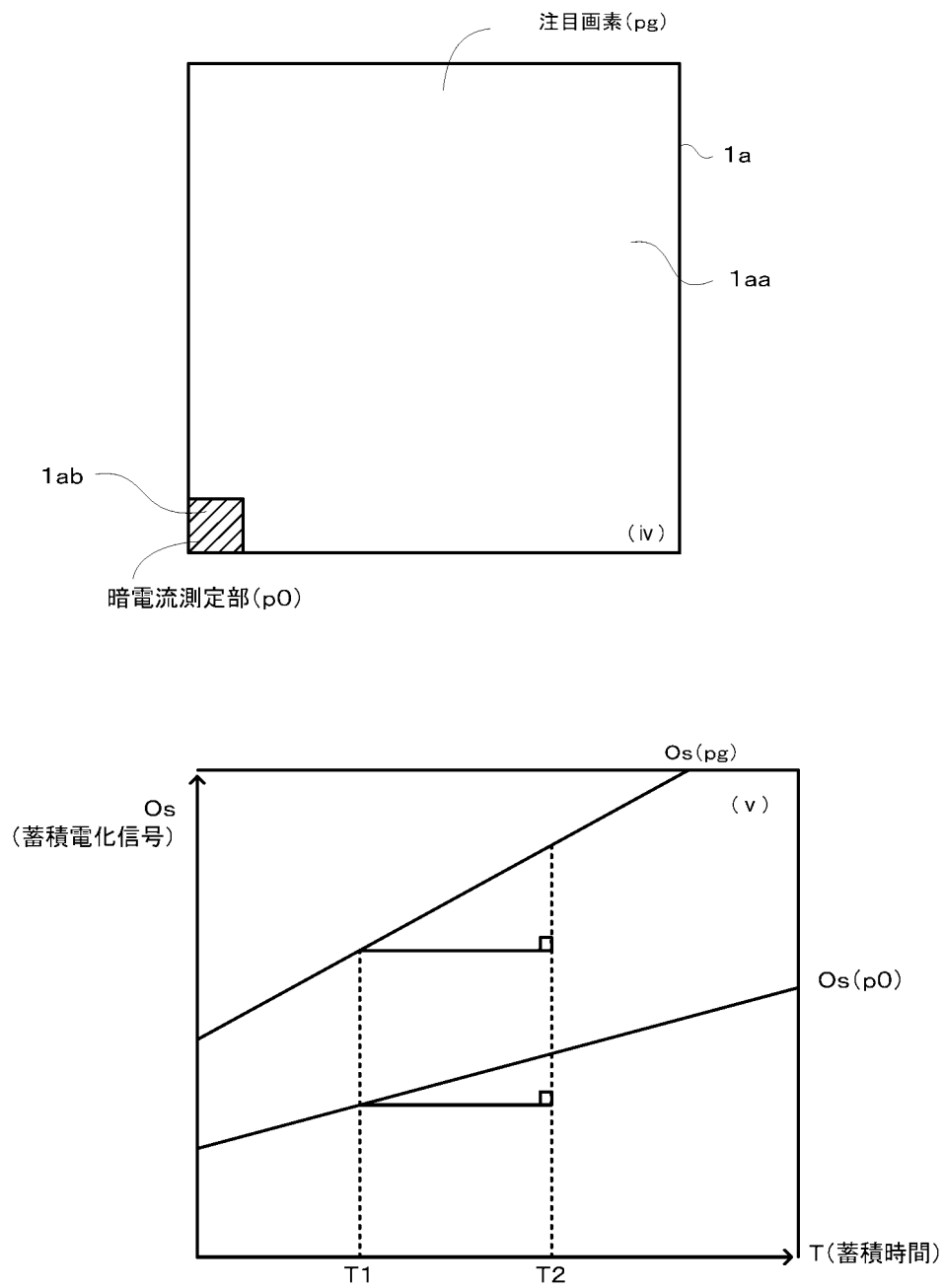
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2 B

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2 B】



【手続補正 3 9】

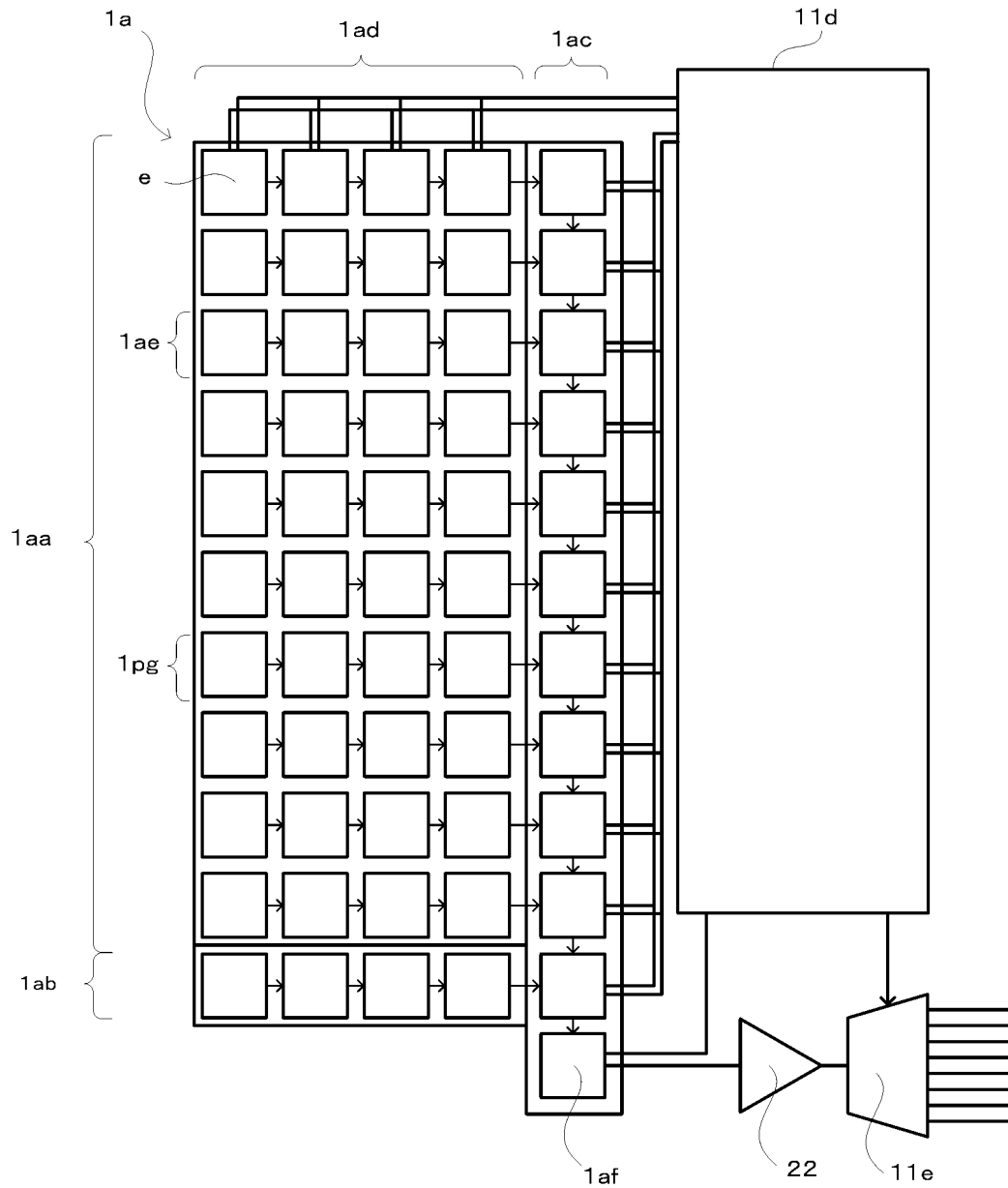
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 1】



【手続補正 4 0】

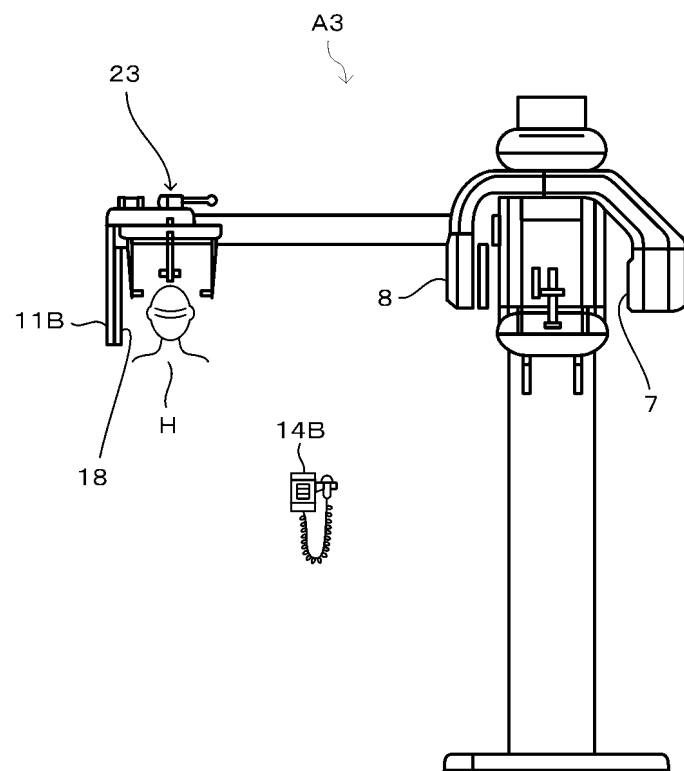
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 3

【補正方法】変更

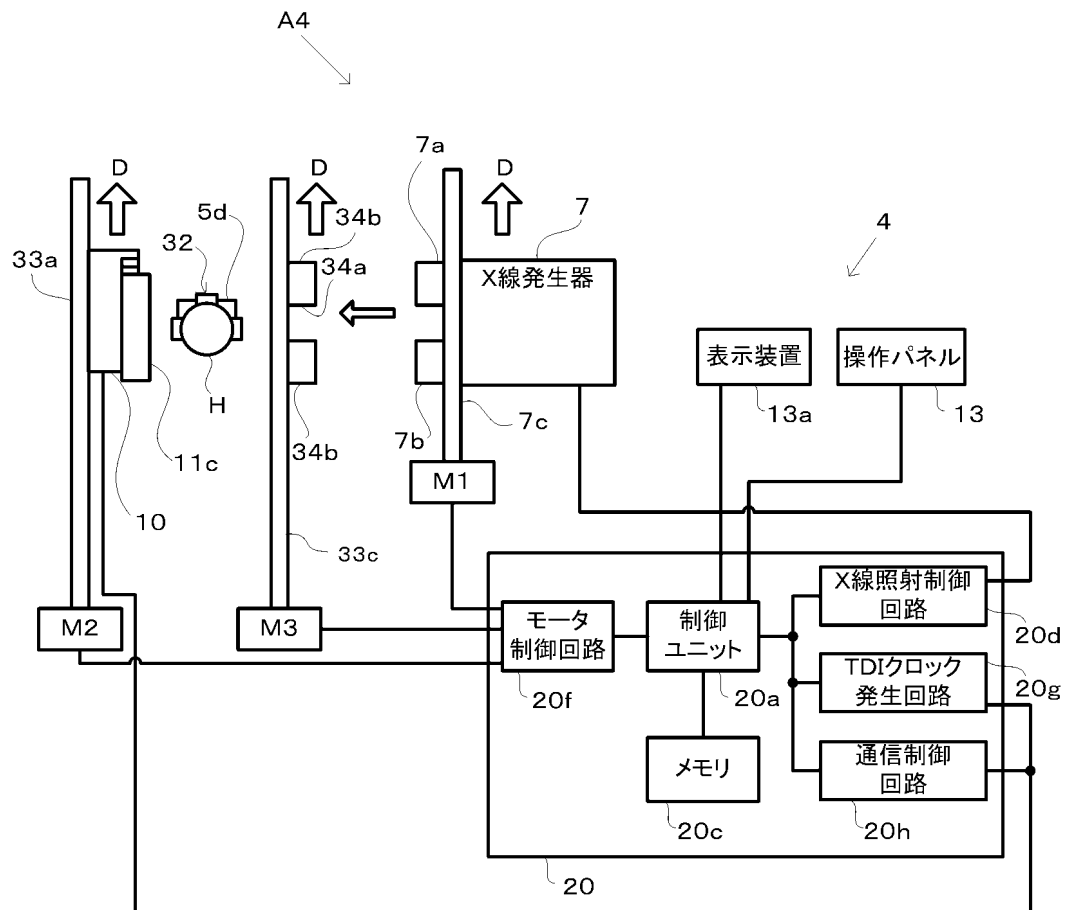
【補正の内容】

【図 1 3】



【手続補正 4 1】

【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図 1 5
【補正方法】変更
【補正の内容】
【図 1 5】



【手続補正 4 2】

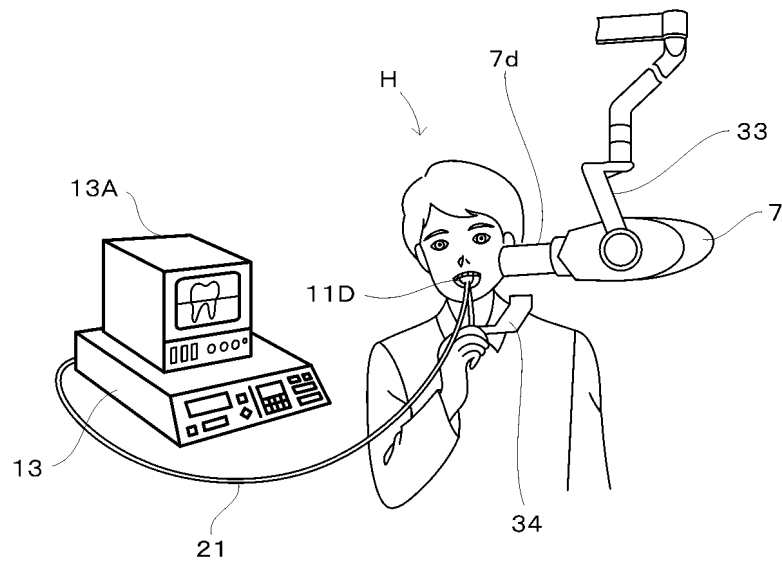
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 17】



【手続補正 4 3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 18】

