

(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
2014 年 3 月 13 日(13.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/038480 A1

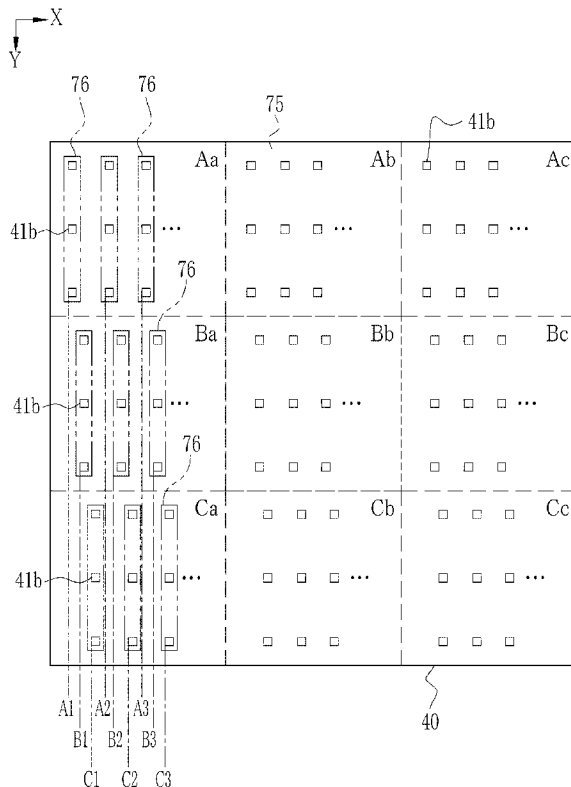
- (51) 国際特許分類:
G01T 7/00 (2006.01) *A61B 6/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/073285
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 30 日(30.08.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-194581 2012 年 9 月 4 日(04.09.2012) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田島 崇史(TAJIMA, Takashi); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 小林 和憲(KOBAYASHI, Kazunori); 〒1700004 東京都豊島区北大塚 2 丁目 2 5 番 1 号 太陽生命大塚ビル 3 階 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, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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: RADIATION IMAGE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 放射線画像検出装置



(57) Abstract: In order to obtain more detailed information relating to the cumulative dose of radiation and perform more accurate AEC, detection pixels (41b) for AEC for stopping the application of X rays when the cumulative dose of the X rays reaches a target dose are arranged in a sensor panel (30) of an electronic cassette (13). A plurality of small blocks (76) in each of which a plurality of detection elements (41b) for calculating the cumulative dose are included are provided in each of a plurality of large blocks (75) into which an image capture region (40) is divided. The small blocks (76) are arranged so as not to overlap in directions along signal lines (45).

(57) 要約: より精細な放射線の累積線量の情報を得て、より正確なAECを行う。電子カセット(13)のセンサーパネル(30)には、X線の累積線量が目標線量に達したときにX線の照射を停止させるAEC用の検出画素(41b)が配されている。累積線量を計算する複数の検出画素(41b)が内包される小ブロック(76)は、撮像領域(40)を分割した複数の大ブロック(75)内に複数個設けられている。小ブロック(76)は、信号線(45)に沿った方向に重ならないよう配置される。

WO 2014/038480 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：放射線画像検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、放射線画像を検出する放射線画像検出装置に関する。

背景技術

[0002] 医療分野において、放射線、例えばX線を利用したX線撮影システムが知られている。X線撮影システムは、X線を発生するX線発生装置と、被写体（患者）を透過したX線で形成されるX線画像を撮影するX線撮影装置とを備えている。X線発生装置は、X線を被写体に向けて照射するX線源、X線源の駆動を制御する線源制御装置、およびX線源を動作させるための駆動指示を線源制御装置に入力する照射スイッチを有している。X線撮影装置は、被写体を透過したX線を電気信号に変換することによってX線画像を検出するX線画像検出装置、およびX線画像検出装置の駆動制御、X線画像の保存や表示を行うコンソールを有している。

[0003] X線撮影装置としては、X線フィルムやIP（イメージングプレート）カセットを利用したX線画像記録装置に代わって、X線画像を電子的に検出するX線画像検出装置を用いたものが普及している。X線画像検出装置は、フラットパネルディテクタ（FPD；flat panel detector）とも呼ばれるセンサーパネルを有する。センサーパネルは、X線の入射量に応じた信号電荷を蓄積する複数の画素が行列状に配置された撮像領域を有する。画素は、電荷を発生し、発生した電荷を蓄積する光電変換部、およびTFT等のスイッチング素子を備える。センサーパネルは、スイッチング素子のオン動作に応じて、画素の列毎に設けられた信号線を通じて各画素の光電変換部に蓄積された信号電荷を信号処理回路に読み出し、信号処理回路で電圧信号に変換することでX線画像を電氣的に検出する。

[0004] また、X線撮影システムにおいては、被写体への被曝量を抑えつつ適正な画質のX線画像を得るために、X線の撮影中（照射中）にX線の線量を線量

検出センサで測定して、線量の積算値（累積線量）が目標線量に達した時点でX線源によるX線の照射を停止させるAEC（Automatic Exposure Control、自動露出制御）が行われる場合がある。X線源が照射する線量は、X線の照射時間とX線源が単位時間当たりに照射する線量を規定する管電流との積である管電流時間積（mA s 値）によって決まる。照射時間や管電流といった撮影条件は、被写体の撮影部位（胸部や頭部）、性別、年齢などによっておおよその推奨値はあるものの、被写体の体格などの個人差によってX線の透過率が変わるため、より適切な画質を得るためにAECが行われる。

[0005] 線量検出センサには従来イオンチャンバー等が用いられてきたが、最近、センサーパネルの画素に簡単な改造を施して線量検出センサとして動作させる技術が提案されている。特開2011-174908号公報（米国公開公報US2011/0180717）に記載のX線画像検出装置では、スイッチング素子を介さずに一部の画素（以下、検出画素という）を放射線検出用配線に接続して、スイッチング素子のオンオフ動作に関わらず検出画素で発生した電荷に応じた線量信号が放射線検出用配線に流れ出すようにしている。そして、放射線検出用配線が繋がれたAEC部で線量信号をサンプリングしてその積算値を計算し、計算した積算値に基づき累積線量が目標線量に達したか否かを判定している。

[0006] 図12に示すように、特開2011-174908号では、例えば4行×4列のマトリクス配置された画素200のうち、1行2列目、2行1列目、3行3列目、4行4列目の画素を検出画素200b（ハッチングで示す）とし、各行各列に1個ずつ検出画素200bを分散配置している。また、線量信号のレベルを上げてAECの判定精度を高めるため、1行2列目と2行1列目の2個の検出画素200b、3行3列目と4行4列目の2個の検出画素200bをそれぞれ第1、第2放射線検出用配線201a、201bに接続し、2個の検出画素200bの線量信号を加算してAEC部202に入力している。

[0007] AEC部202は、2個の検出画素200bの線量信号の加算値を、線量

信号のサンプリング毎に積算し、この積算値に基づき累積線量が目標線量に達したか否かを判定している。つまり、2個の検出画素200bの線量信号の加算値の積算値を太枠で示す2行×2列のブロック203a、203b毎の累積線量として求めている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特開2011-174908号ではブロック203aの右隣のブロック203c、ブロック203bの左隣のブロック203dに検出画素200bが配置されていないため、これらのブロック203c、203dの累積線量の情報が得られない。したがって、AEC部202の判定精度も低くなる。

[0009] 本発明は、より精細な放射線の累積線量の情報を得ることができ、より正確なAECを行うことができる放射線画像検出装置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

[0010] 上記目的を達成するために、本発明の放射線画像検出装置は、被写体を透過した放射線の線量に応じた電荷を蓄積し、蓄積した電荷を信号線に出力する画素が配置された撮像領域を有するセンサーパネルを備えている。センサーパネルは、一部の画素が放射線の線量を検出する検出画素として利用される。放射線画像検出装置は、信号線を介した検出画素の出力の積算値に基づき放射線の累積線量が目標線量に達したか否かを判定し、累積線量が目標線量に達したと判定したときに放射線の照射を停止させる自動露出制御を行う。センサーパネルは、撮像領域を信号線に沿った第1方向と第1方向に直交する第2方向に分割した複数個の大ブロックと、各大ブロック内に少なくとも1個設けられ、同一信号線に複数接続された検出画素で構成される小ブロックとを備え、各小ブロックは、第1方向に重ならないよう配置されている。

[0011] 小ブロックは、例えば各大ブロック内に同じパターンで配置されている。この場合、第1方向に連なる大ブロックにおいて、小ブロックのパターンが

第1方向で少なくとも信号線1本分ずれている。

[0012] 検出画素は、例えば大ブロックの特定部分に密集して配置されている。特定部分は例えば中央部分である。検出画素が大ブロック内に満遍なく散らばって配置されていてもよい。

[0013] 検出画素は、例えば第2方向に揃えて配置されている。

[0014] 大ブロック内の各小ブロックは、大ブロックの対角線に沿って第2方向の位置を順次ずらして配置されていてもよい。

[0015] 小ブロックは、例えば隣接する大ブロックをまたがずに配置されている。

[0016] 画素には電荷の蓄積と電荷の信号線への出力を行わせる第1スイッチング素子が設けられている。検出画素として、信号線に第1スイッチング素子を介さず直接接続され、第1スイッチング素子のオンオフに関わらず発生電荷が信号線に流れ出す画素が用いられる。この場合各小ブロックは、小ブロックが設けられた信号線に隣接して小ブロックが設けられない信号線が設けられるよう、少なくとも信号線1本分空けて配置される。そして、第1スイッチング素子をオフした状態で小ブロックが設けられた信号線から出力される電圧信号から、第1スイッチング素子をオフした状態で小ブロックが設けられない信号線から出力される電圧信号を減算する減算手段を備え、減算手段で減算した電圧信号に基づき自動露出制御を行うことが好ましい。

[0017] 減算手段は、複数本の小ブロックが設けられない信号線から出力される電圧信号をサンプリングすることが好ましい。

[0018] 画素には電荷の蓄積と電荷の信号線への出力を行わせる第1スイッチング素子が設けられている。検出画素として、第1スイッチング素子とは別に駆動する第2スイッチング素子が設けられ、第2スイッチング素子のオン動作に応じて発生電荷が信号線に流れ出す画素を用いてもよい。この場合、第1スイッチング素子をオフ、第2スイッチング素子をオンした状態で小ブロックが設けられた信号線から出力される電圧信号から、第1、第2スイッチング素子をオフした状態で同じ信号線から出力される電圧信号を減算する減算手段を備え、減算手段で減算した電圧信号に基づき自動露出制御を行うこと

が好ましい。

[0019] 検出画素は、例えば第 1 方向に少なくとも 1 画素間隔で設けられている。

また、大ブロックは正形状でもよいし、長形状であってもよい。

[0020] センサーパネルが可搬型の筐体に収納された電子カセットであることが好ましい。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、自動露出制御のために放射線の線量を検出する検出画素が同一信号線に複数接続されてなる小ブロックを、撮像領域を信号線に沿った第 1 方向と第 1 方向に直交する第 2 方向に分割した複数個の大ブロック内に少なくとも 1 個設け、第 1 方向に重ならないよう配置するので、より精細な放射線の累積線量の情報を得ることができ、より正確な AEC を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1] X線撮影システムの概略図である。

[図2]線源制御装置の内部構成を示す図である。

[図3]電子カセットを示す外観斜視図である。

[図4]電子カセットの内部構成を示すブロック図である。

[図5]撮影条件テーブルを示す図である。

[図6]大ブロック、小ブロックの配置を示す図である。

[図7]小ブロックの構成および配置を示す拡大図である。

[図8]小ブロックの構成および配置の別の例を示す図である。

[図9]長形状の大ブロックを示す図である。

[図10]別態様の電子カセットの内部構成を示すブロック図である。

[図11]小ブロックが配置された列の電圧信号から、小ブロックが配置されない列の電圧信号を減算する減算回路を示す図である。

[図12]従来の検出画素の配置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 図 1 において、X線撮影システム 2 は、X線源 10 と、X線源 10 の動作

を制御する線源制御装置 11 と、X線源 10 へのウォームアップ開始とX線の照射開始を指示するための照射スイッチ 12 と、被写体（患者）を透過したX線を検出してX線画像を出力する電子カセット 13 と、電子カセット 13 の動作制御やX線画像の表示処理を担うコンソール 14 と、被写体を立位姿勢で撮影するための立位撮影台 15 と、臥位姿勢で撮影するための臥位撮影台 16 とを有する。X線源 10、線源制御装置 11、および照射スイッチ 12 はX線発生装置 2 a、電子カセット 13、およびコンソール 14 はX線撮影装置 2 b をそれぞれ構成する。この他にもX線源 10 を所望の方向および位置にセットするための線源移動装置（図示せず）が設けられており、X線源 10 は立位撮影台 15 および臥位撮影台 16 で共用される。

[0024] X線源 10 は、X線管と、X線管が放射するX線の照射野を限定する照射野限定器（コリメータ）とを有する。X線管は、熱電子を放出するフィラメントである陰極と、陰極から放出された熱電子が衝突してX線を放射する陽極（ターゲット）とを有している。ウォームアップ開始の指示があると陽極が回転を開始し、規定の回転数となったらウォームアップが終了する。照射野限定器は、例えば、X線を遮蔽する4枚の鉛板を四角形の各辺上に配置し、X線を透過させる四角形の照射開口が中央に形成されたものであり、鉛板の位置を移動することで照射開口の大きさを変化させて、照射野を限定する。

[0025] コンソール 14 は、有線方式や無線方式により電子カセット 13 と通信可能に接続されており、キーボード等の入力デバイス 14 a を介したオペレータからの入力操作に応じて電子カセット 13 の動作を制御する。電子カセット 13 からのX線画像はコンソール 14 のディスプレイ 14 b に表示される他、そのデータがコンソール 14 内のハードディスクやメモリといったストレージデバイス 14 c、あるいはコンソール 14 とネットワーク接続された画像蓄積サーバ等のデータストレージに記憶される。

[0026] コンソール 14 は、被写体の性別、年齢、撮影部位、撮影目的等の情報が含まれる検査オーダーの入力を受け付けて、検査オーダーをディスプレイ 14 b

に表示する。検査オーダは、H I S（病院情報システム）やR I S（放射線情報システム）等の患者情報や放射線検査に係る検査情報を管理する外部システムから入力されるか、放射線技師等のオペレータにより手動入力される。検査オーダには、頭部、胸部、腹部、手、指等の撮影部位の項目がある。撮影部位には、正面、側面、斜位、P A（X線を被写体の背面から照射）、A P（X線を被写体の正面から照射）等の撮影方向も含まれる。オペレータは、検査オーダの内容をディスプレイ14bで確認し、その内容に応じた撮影条件をディスプレイ14bに映された操作画面を通じて入力デバイス14aで入力する。

[0027] 撮影条件には、撮影部位の他、X線源10が照射するX線のエネルギースペクトルを決める管電圧（単位；kV）、単位時間当たりの照射量を決める管電流（単位；mA）、およびX線の照射時間（単位；s）などが含まれる。管電流と照射時間の積でX線の累積の照射量が決まるため、撮影条件としては、管電流と照射時間のそれぞれの値を個別に入力する代わりに、両者の積である管電流時間積（mA s 値）の値が入力される場合もある。

[0028] 図2に示すように、線源制御装置11は、トランスによって入力電圧を昇圧して高圧の管電圧を発生し、高電圧ケーブルを通じてX線源10に供給する高電圧発生器20と、X線源10に与える管電圧および管電流と、X線の照射時間を制御する制御部21と、メモリ23と、タッチパネル24と、電子カセット13との信号の送受信を媒介する照射信号I/F26とを備える。

[0029] 制御部21には照射スイッチ12とメモリ23とタッチパネル24が接続されている。照射スイッチ12は、制御部21に対して駆動指示を入力するスイッチであり、2段階の押圧操作が可能である。制御部21は、照射スイッチ12が1段階押し（半押し）されると、高電圧発生器20に対してウォームアップ開始信号を発して、X線源10にウォームアップを開始させる。また、照射スイッチ12が2段階押し（全押し）されると、制御部21は電子カセット13との間で同期信号の送受信による同期制御を行ったうえで、

照射開始信号を高電圧発生器 20 に発して、X線源 10 にX線照射を開始させる。

[0030] メモリ 23 は、管電圧、管電流、照射時間等の撮影条件を予め数種類格納している。撮影条件はタッチパネル 24 を通じてオペレータにより手動で設定される。タッチパネル 24 には、メモリ 23 から読み出された撮影条件が複数種類表示される。表示された撮影条件の中から、コンソール 14 に入力した撮影条件と同じ撮影条件をオペレータが選択することにより、線源制御装置 11 に対して撮影条件が設定される。もちろん、予め用意されている撮影条件の値を微調整することも可能である。制御部 21 は、設定された照射時間となったらX線の照射を停止させるためのタイマー 25 を内蔵している。なお、コンソール 14 に入力された撮影条件を線源制御装置 11 に送信することで線源制御装置 11 の撮影条件の設定を自動化してもよい。

[0031] AECを行う場合の照射時間は、目標線量に達してAECによる照射停止の判断がされる前にX線の照射が終了して線量不足に陥ることを防ぐため、余裕を持った値が設定される。X線源 10 において安全規制上設定されている照射時間の最大値でもよい。AECを行わない場合は撮影部位に応じた照射時間が設定される。制御部 21 は、設定された撮影条件の管電圧や管電流、照射時間でX線の照射制御を行う。AECはこれに対してX線の累積線量が必要十分な目標線量に到達したと判定すると、線源制御装置 11 で設定されている照射時間以下であってもX線の照射を停止するように機能する。なお、AECを行うときに照射時間として最大値を設定する場合は、撮影部位に応じた値とすることが好ましい。

[0032] 照射信号 I/F 26 は、線源制御装置 11 が電子カセット 13 との間で行う同期制御において、同期信号の送受信を媒介する。制御部 21 は、X線照射開始前に電子カセット 13 に対してX線の照射を開始してよいか否かを問い合わせる同期信号である照射開始要求信号を送信する。そして、照射開始要求信号に対する応答として、照射を受ける準備が完了したことを表す同期信号である照射許可信号を電子カセット 13 から受信する。また、照射信号

I / F 2 6 は、電子カセット 1 3 が A E C を実行したときに、電子カセット 1 3 が発する照射停止信号を受信する。照射信号 I / F 2 6 の通信方式は有線方式でもよいし無線方式でもよい。

[0033] 図 3 において、電子カセット 1 3 は、センサーパネル 3 0 とこれを収容する扁平な箱型をした可搬型の筐体 3 1 とで構成される。筐体 3 1 は例えば導電性樹脂で形成されている。X 線が入射する筐体 3 1 の前面 3 1 a には長方形形状の開口が形成されており、開口には天板として透過板 3 2 が取り付けられている。透過板 3 2 は、軽量で剛性が高く、かつ X 線透過性が高いカーボン材料で形成されている。筐体 3 1 は、電子カセット 1 3 への電磁ノイズの侵入、および電子カセット 1 3 から外部への電磁ノイズの放射を防止する電磁シールドとしても機能する。なお、筐体 3 1 には、電子カセット 1 3 の各部に所定の電圧の電力を供給するためのバッテリー（二次電池）や、コンソール 1 4 と X 線画像等のデータの無線通信を行うためのアンテナがセンサーパネル 3 0 の他に内蔵されている。

[0034] 筐体 3 1 は、フィルムカセットや I P カセットと略同様の国際規格 I S O 4 0 9 0 : 2 0 0 1 に準拠した大きさである。電子カセット 1 3 は、筐体 3 1 の前面 3 1 a が X 線源 1 0 と対向する姿勢で保持されるよう、各撮影台 1 5、1 6 のホルダ 1 5 a、1 6 a（図 1 参照）に着脱自在にセットされる。そして、使用する撮影台に応じて、線源移動装置により X 線源 1 0 が移動される。また、電子カセット 1 3 は、各撮影台 1 5、1 6 にセットされる他に、被写体が仰臥するベッド上に置いたり被写体自身に持たせたりして単体で使用されることもある。なお、電子カセット 1 3 は、サイズがフィルムカセットや I P カセットと略同様の大きさであるため、フィルムカセットや I P カセット用の既存の撮影台にも取り付け可能である。

[0035] 図 4 において、センサーパネル 3 0 は、T F T アクティブマトリクス基板を有し、この基板上に撮像領域 4 0 が形成されている。撮像領域 4 0 には、X 線の到達線量に応じた電荷を蓄積する複数の画素 4 1 が、所定のピッチで n 行（X 方向、第 2 方向）× m 列（Y 方向、第 1 方向）の行列状に配置され

ている。なお、 n 、 m は2以上の整数である。

[0036] センサーパネル30は、X線を可視光に変換するシンチレータ（蛍光体、図示せず）を有し、シンチレータによって変換された可視光を画素41で光電変換する間接変換型である。シンチレータは、CsI:Tl（タリウム賦活ヨウ化セシウム）やGOS（ $Gd_2O_2S:Tb$ 、テルビウム賦活ガドリウムオキシサルファイド）等からなり、画素41が配列された撮像領域40の全面と対向するように配置されている。なお、シンチレータとTFTアクティブマトリクス基板は、X線の入射する側からみてシンチレータ、基板の順に配置されるPSS（Penetration Side Sampling）方式でもよいし、逆に基板、シンチレータの順に配置されるISS（Irradiation Side sampling）方式でもよい。また、シンチレータを用いず、X線を直接電荷に変換する変換層（アモルファスセレン等）を用いた直接変換型のセンサーパネルを用いてもよい。

[0037] 画素41は、周知のように、可視光の入射によって電荷（電子-正孔対）を発生し、発生した電荷を蓄積する光電変換部42、およびスイッチング素子であるTFT43を備える。なお、光電変換部42とは別に電荷を蓄積するキャパシタを設けてもよい。

[0038] 光電変換部42は、電荷を発生する半導体層（例えばPIN型）とその上下に上部電極および下部電極を配した構造を有している。光電変換部42は、下部電極にTFT43が接続され、上部電極にはバイアス線が接続されている。バイアス線は画素41の行数分（ n 行分）設けられて1本の母線に接続されている。母線はバイアス電源に繋がれている。母線とその子線のバイアス線を通じて、バイアス電源から光電変換部42の上部電極にバイアス電圧が印加される。バイアス電圧の印加により半導体層内に電界が生じ、光電変換により半導体層内で発生した電荷（電子-正孔対）は、一方がプラス、他方がマイナスの極性をもつ上部電極と下部電極に移動して、光電変換部42に電荷が蓄積される。

[0039] TFT43は、ゲート電極が走査線44に、ソース電極が信号線45に、

ドレイン電極が光電変換部 4 2 にそれぞれ接続される。走査線 4 4 と信号線 4 5 はそれぞれ X 方向と Y 方向に沿って格子状に配線されており、走査線 4 4 は 1 行分の画素 4 1 に対して共通に 1 本ずつ、画素 4 1 の行数分 (n 行分) 設けられている。また信号線 4 5 は 1 列分の画素 4 1 に対して共通に 1 本ずつ、画素 4 1 の列数分 (m 列分) 設けられている。走査線 4 4 はゲートドライバ 4 6 に接続され、信号線 4 5 は信号処理回路 4 7 に接続される。

[0040] ゲートドライバ 4 6 は、制御部 4 8 の制御の下に T F T 4 3 を駆動することにより、X 線の到達線量に応じた信号電荷を画素 4 1 に蓄積する蓄積動作と、画素 4 1 から蓄積された信号電荷を読み出す読み出し動作と、リセット動作とをセンサーパネル 3 0 に行わせる。蓄積動作では T F T 4 3 がオフ状態にされ、その間に画素 4 1 に信号電荷が蓄積される。読み出し動作では、ゲートドライバ 4 6 から同じ行の T F T 4 3 を一斉に駆動するゲートパルス G 1 ~ G n を所定の間隔で順次発生して、走査線 4 4 を 1 行ずつ順に活性化し、走査線 4 4 に接続された T F T 4 3 を 1 行分ずつオン状態とする。画素 4 1 の光電変換部 4 2 に蓄積された電荷は、T F T 4 3 がオン状態になると信号線 4 5 に読み出されて、信号処理回路 4 7 に入力される。

[0041] 光電変換部 4 2 の半導体層には、X 線の入射の有無に関わらず暗電荷が発生する。この暗電荷はバイアス電圧が印加されているために光電変換部 4 2 に蓄積される。画素 4 1 において発生する暗電荷は、画像データに対してはノイズ成分となるので、これを除去するために X 線の照射前には所定時間間隔でリセット動作が行われる。リセット動作は、画素 4 1 に発生する暗電荷を、信号線 4 5 を通じて掃き出す動作である。

[0042] リセット動作は、例えば、1 行ずつ画素 4 1 をリセットする順次リセット方式で行われる。順次リセット方式では、信号電荷の読み出し動作と同様、ゲートドライバ 4 6 から走査線 4 4 に対してゲートパルス G 1 ~ G n を所定の間隔で順次発生して、T F T 4 3 を 1 行ずつオン状態にする。

[0043] 順次リセット方式に代えて、配列画素の複数行を 1 グループとしてグループ内で順次リセットを行い、グループ数分の行の暗電荷を同時に掃き出す並

列リセット方式や、全行にゲートパルスを入れて全画素の暗電荷を同時に掃き出す全画素リセット方式を用いてもよい。並列リセット方式や全画素リセット方式によりリセット動作を高速化することができる。

[0044] 信号処理回路47は、積分アンプ49、CDS回路(CDS)50、マルチプレクサ(MUX)51、およびA/D変換器(A/D)52等を備える。積分アンプ49は、各信号線45に対して個別に接続される。積分アンプ49は、オペアンプ49aとオペアンプ49aの入出力端子間に接続されたキャパシタ49bとからなり、信号線45はオペアンプ49aの一方の入力端子に接続される。オペアンプ49aのもう一方の入力端子はグランド(GND)に接続される。キャパシタ49bにはリセットスイッチ49cが並列に接続されている。積分アンプ49は、信号線45から入力される電荷を積算し、アナログ電圧信号V1～Vmに変換して出力する。各列のオペアンプ49aの出力端子には、増幅器53、CDS50を介してMUX51が接続される。MUX51の出力側には、A/D52が接続される。

[0045] CDS50はサンプルホールド回路を有し、積分アンプ49の出力電圧信号に対して相関二重サンプリングを施してノイズを除去するとともに、サンプルホールド回路で積分アンプ49の出力電圧信号を所定期間保持(サンプルホールド)する。MUX51は、シフトレジスタ(図示せず)からの動作制御信号に基づき、パラレルに接続される各列のCDS50から順に一つのCDS50を電子スイッチで選択し、選択したCDS50から出力される電圧信号V1～VmをシリアルにA/D52に入力する。なお、MUX51とA/D52の間に増幅器を接続してもよい。

[0046] A/D52は、入力された1行分のアナログの電圧信号V1～Vmをデジタル値に変換して、電子カセット13に内蔵されるメモリ54に出力する。メモリ54には、1行分のデジタル値が、それぞれの画素41の座標に対応付けられて、1行分のX線画像を表す画像データとして記録される。こうして1行分の読み出しが完了する。

[0047] MUX51によって積分アンプ49からの1行分の電圧信号V1～Vmが

読み出されると、制御部 48 は、積分アンプ 49 に対してリセットパルス RST を出力し、リセットスイッチ 49c をオンする。これにより、キャパシタ 49b に蓄積された 1 行分の信号電荷が放電されてリセットされる。積分アンプ 49 をリセットした後、再度リセットスイッチ 49c をオフして所定時間経過後に CDS 50 のサンプルホールド回路の一つをホールドし、積分アンプ 49 の kTC ノイズ成分をサンプリングする。その後、ゲートドライバ 46 から次の行のゲートパルスが出力され、次の行の画素 41 の信号電荷の読み出しを開始させる。さらにゲートパルスが出力されて所定時間経過後に次の行の画素 41 の信号電荷を CDS 50 のもう一つのサンプルホールド回路でホールドする。これらの動作を順次繰り返して全行の画素 41 の信号電荷を読み出す。

[0048] 全行の読み出しが完了すると、1 枚分の X 線画像を表す画像データがメモリ 54 に記録される。この画像データはメモリ 54 から読み出され、制御部 48 で各種画像処理を施された後通信 I/F 55 を通じてコンソール 14 に出力される。こうして被写体の X 線画像が検出される。

[0049] なお、リセット動作では、TF T 43 がオン状態になっている間、画素 41 から暗電荷が信号線 45 を通じて積分アンプ 49 のキャパシタ 49b に流れる。読み出し動作と異なり、MUX 51 によるキャパシタ 49b に蓄積された電荷の読み出しは行われず、各ゲートパルス G1 ~ Gn の発生と同期して、制御部 48 からリセットパルス RST が出力されてリセットスイッチ 49c がオンされ、キャパシタ 49b に蓄積された電荷が放電されて積分アンプ 49 がリセットされる。

[0050] 制御部 48 には、メモリ 54 の X 線画像データに対してオフセット補正、感度補正、および欠陥補正の各種画像処理を施す回路（図示せず）が設けられている。オフセット補正回路は、X 線を照射せずにセンサーパネル 30 から取得したオフセット補正画像を X 線画像から画素単位で差し引くことで、信号処理回路 47 の個体差や撮影環境に起因する固定パターンノイズを除去する。感度補正回路はゲイン補正回路とも呼ばれ、各画素 41 の光電変換部

4 2 の感度のばらつきや信号処理回路 4 7 の出力特性のばらつき等を補正する。欠陥補正回路は、出荷時や定期点検時に生成される欠陥画素情報に基づき、欠陥画素の画素値を周囲の正常な画素の画素値で線形補間する。また、欠陥補正回路は検出画素 4 1 b の画素値も同様に補間する。なお、上記の各種画像処理回路をコンソール 1 4 に設け、各種画像処理をコンソール 1 4 で行ってもよい。

[0051] 画素 4 1 には通常画素 4 1 a と検出画素 4 1 b がある。通常画素 4 1 a は X 線画像を生成するために用いられる。一方検出画素 4 1 b は撮像領域 4 0 への X 線の到達線量を検出する線量検出センサとして機能する。検出画素 4 1 b は、X 線の累積線量が目標線量に達したときに、X 線源 1 0 による X 線の照射を停止させる A E C のために用いられる。検出画素 4 1 b の位置はセンサーパネル 3 0 の製造時に既知であり、センサーパネル 3 0 は全検出画素 4 1 b の位置（座標）を不揮発性のメモリ（図示せず）に予め記憶している。なお、図では検出画素 4 1 b にハッチングを施し通常画素 4 1 a と区別している。

[0052] 通常画素 4 1 a と検出画素 4 1 b は光電変換部 4 2 等の基本的な構成は全く同じである。したがってほぼ同様の製造プロセスで形成することができる。検出画素 4 1 b は T F T 4 3 のソース電極とドレイン電極が短絡されている。このため検出画素 4 1 b の光電変換部 4 2 で発生した電荷は、T F T 4 3 のオンオフに関わらず信号線 4 5 に流れ出し、同じ行の通常画素 4 1 a が T F T 4 3 をオフ状態とされ、信号電荷を蓄積する蓄積動作中であっても電荷を読み出すことが可能である。

[0053] 検出画素 4 1 b の光電変換部 4 2 で発生した電荷は、信号線 4 5 を介して積分アンプ 4 9 のキャパシタ 4 9 b に流入する。積分アンプ 4 9 に蓄積された検出画素 4 1 b からの電荷は A / D 5 2 に出力され、A / D 5 2 でデジタル電圧信号（以下、線量信号という）に変換される。線量信号はメモリ 5 4 に出力される。メモリ 5 4 には、撮像領域 4 0 内の各検出画素 4 1 b の座標情報と対応付けて線量信号が記録される。センサーパネル 3 0 は、こうした

線量検出動作を、所定のサンプリングレートで複数回繰り返す。なお、被写体の体厚が厚い場合は単位時間あたりの線量信号のレベルが低くなるのでサンプリングレートを長くし、逆に薄い場合は短くする等してもよい。

[0054] AEC部60は、制御部48により駆動制御される。AEC部60は、所定のサンプリングレートで複数回取得される線量信号をメモリ54から読み出して、読み出した線量信号に基づいてAECを行う。

[0055] AEC部60は、複数回の線量検出動作によってメモリ54から読み出される線量信号を、座標毎に順次加算することにより、撮像領域40に到達するX線の累積線量を測定する。より具体的には、AEC部60は、撮像領域40をX、Y方向に等分割した大ブロック75（図6参照）毎に累積線量を求める。各大ブロック75の累積線量は、例えば、次のように求められる。まず、各大ブロック75内に存在する各小ブロック76を構成する複数個の検出画素41bの線量信号の積算値を求め、その積算値を、小ブロック76を構成する検出画素41bの個数で除算した平均値を小ブロック76毎に求める。さらにこの平均値を大ブロック75毎に加算して小ブロック76の個数で除算した平均値を、各大ブロック75の累積線量として使用する。AEC部60は、各大ブロック75のうちの例えば累積線量が最も低い大ブロック75をAECの判定対象領域となる採光野領域に定める。

[0056] なお、採光野領域の決め方は一例であり、撮影部位に応じて採光野領域を決めてもよいし、ユーザ設定により任意の領域を採光野領域として指定できるようにしてもよい。また、各大ブロック75の累積線量は、平均値でなくともよく、各大ブロック75内の各小ブロック76の線量信号の積算値の合計値、積算値中の最大値、または最頻値でもよい。

[0057] AEC部60は、採光野領域として定めた大ブロック75の累積線量と予め設定された照射停止閾値（目標線量）とを比較して、累積線量が照射停止閾値に達したか否かを判定する。AEC部60は、採光野領域の累積線量が照射停止閾値を上回り、X線の累積線量が目標線量に達したと判定したときに制御部48に照射停止信号を出力する。

- [0058] 照射信号 I / F 6 1 には、線源制御装置 1 1 の照射信号 I / F 2 6 が有線または無線接続される。照射信号 I / F 6 1 は、線源制御装置 1 1 との間の同期制御の際に送受信される同期信号、具体的には、線源制御装置 1 1 からの照射開始要求信号の受信と、照射開始要求信号に対する応答である照射許可信号の線源制御装置 1 1 への送信を媒介する。この他、A E C 部 6 0 が出力する照射停止信号を、制御部 4 8 を介して受け取って線源制御装置 1 1 に向けて送信する。
- [0059] 通信 I / F 5 5 は、コンソール 1 4 と有線または無線接続され、コンソール 1 4 との間の情報の送受信を媒介する。通信 I / F 5 5 は、オペレータによって入力された撮影条件をコンソール 1 4 から受信してこれらの情報を制御部 4 8 に入力する。
- [0060] 図 5 において、コンソール 1 4 のストレージデバイス 1 4 c には、複数の撮影条件が予め記録された撮影条件テーブル 7 0 が格納されている。撮影条件には、撮影部位、管電圧、管電流、および照射停止閾値が含まれる。照射停止閾値は、上述したとおり、A E C 部 6 0 が採光野領域として定めた大ブロック 7 5 の累積線量と比較して X 線の照射停止を判定するための情報である。
- [0061] コンソール 1 4 は、オペレータの入力指示に対応する撮影条件を撮影条件テーブル 7 0 から読み出す。コンソール 1 4 は、読み出した撮影条件を電子カセット 1 3 に送信する。電子カセット 1 3 は、撮影条件を通信 I / F 5 5 で受信して、制御部 4 8 に入力する。制御部 4 8 は、撮影条件のうち、照射停止閾値を A E C 部 6 0 に提供する。
- [0062] 図 6 において、撮像領域 4 0 は、 $3 \times 3 = 9$ 個の正形状の大ブロック 7 5 に等分割されている。左端の第 1 列の各大ブロック 7 5 において例示するように、各大ブロック 7 5 には複数個の小ブロック 7 6 が存在する。各小ブロック 7 6 内の複数の検出画素 4 1 b (本例では 3 個) は、1 本の信号線 4 5 に接続されている。各小ブロック 7 6 は、Y 方向に重ならないよう配置されている。

[0063] 各小ブロック 7 6 が Y 方向に重ならないという意味は、より具体的には、各小ブロック 7 6 内の検出画素 4 1 b が、他の小ブロック 7 6 内の検出画素 4 1 b と、Y 方向において重ならないように配置されていることを意味する。符号 A 1 ~ A 3、B 1 ~ B 3、C 1 ~ C 3 で示す一点鎖線は、各小ブロック 7 6 が Y 方向に重なっていないことを示すために、便宜的に各小ブロック 7 6 内の検出画素 4 1 b から引き出した直線である。符号 A 1 ~ A 3 は、符号 A a を付した大ブロック 7 5 内の各小ブロック 7 6 から引き出した直線である。同様に、符号 B 1 ~ B 3 は、符号 B a を付した大ブロック 7 5 内の各小ブロック 7 6 から引き出した直線であり、符号 C 1 ~ C 3 は、符号 C a を付した大ブロック 7 5 内の各小ブロック 7 6 から引き出した直線である。符号 A 1 ~ A 3、B 1 ~ B 3、C 1 ~ C 3 で示す直線は、すべて Y 方向において重なっていない。なお、他の符号 A b、A c、B b、B c、C b、C c を付した大ブロック 7 5 内の小ブロック 7 6 についても同様である。

[0064] 各小ブロック 7 6 が Y 方向に重ならないということは、構造的に言えば、1 本の信号線 4 5 には 1 個しか小ブロック 7 6 が設けられていないということである。そのため、図 4 に示す撮像領域 4 0 のように画素がマトリックスで配列されている場合には、各小ブロック 7 6 が内包する検出画素 4 1 b は、各小ブロック 7 6 間において、少なくとも画素 1 列分ずれている。この各小ブロック 7 6 を Y 方向に重ならないよう配置するという約束事は、1 個の大ブロック 7 5 内についても、Y 方向に連なる 3 個の大ブロック 7 5 (A a、B a、C a と A b、B b、C b と A c、B c、C c) についても適用される。また各小ブロック 7 6 は、X 方向に連なる 3 個の大ブロック 7 5 (A a、A b、A c と B a、B b、B c と C a、C b、C c) で、X 方向に揃えて配置されている。

[0065] 図 7 に示すように、小ブロック 7 6 は、例えば Y 方向に並んだ 1 2 5 個の画素 4 1 からなり、6 2 個の通常画素 4 1 a を挟んで配置された 3 個の検出画素 4 1 b を有する。また、各大ブロック 7 5 内の小ブロック 7 6 は、例えば 3 0 列毎に配置されている。図 6 において、A a の大ブロック 7 5 内の小

ブロック 7 6 は、各大ブロック 7 5 の左端の列を 1 列目として、例えば 1、3 1、6 1、9 1、・・・列目に配置されている。X 方向に連なる A b、A c の大ブロック 7 5 も同様である。一方 B a、B b、B c の大ブロック 7 5 内の小ブロック 7 6 は 1 1、4 1、7 1、1 0 1、・・・列目、C a、C b、C c の大ブロック 7 5 内の小ブロック 7 6 は 2 1、5 1、8 1、1 1 1、・・・列目に配置されている。このため、Y 方向に連なる 3 個の大ブロック 7 5 全体では、小ブロック 7 6 は 1、1 1、2 1、3 1、4 1、5 1、・・・、9 1、1 0 1、1 1 1、・・・列目と 1 0 列おきに配置されていることになる。

[0066] つまり、図 7 に示すように、各大ブロック 7 5 内の小ブロック 7 6 は、Y 方向に 6 2 個の通常画素 4 1 a を挟んで配置された 3 個の検出画素 4 1 b を有する構成で、かつ、図 6 に示すように、3 0 列毎に配置されていて同じ配置パターンとなっている。ただし、Y 方向に連なる大ブロック 7 5 についてみれば、小ブロック 7 6 は 1 0 列おきに配置されており、Y 方向では小ブロック 7 6 の配置パターンが少なくとも信号線 4 5 の 1 本分（画素 1 列分）ずれている。

[0067] 次に、X 線撮影システム 2 において 1 回の X 線撮影を行う場合の手順を説明する。まず、被写体を立位、臥位の各撮影台 1 5、1 6 のいずれかの所定の撮影位置にセットし、電子カセット 1 3 の高さや水平位置を調節して、被写体の撮影部位と位置を合わせる。そして、電子カセット 1 3 の位置および撮影部位の大きさに応じて、X 線源 1 0 の高さや水平位置、照射野の大きさを調整する。次いで線源制御装置 1 1 とコンソール 1 4 に撮影条件を設定する。コンソール 1 4 で設定された撮影条件は電子カセット 1 3 に提供される。

[0068] 撮影準備が完了すると、オペレータによって照射スイッチ 1 2 が半押し（SW 1 オン）される。線源制御装置 1 1 は、照射スイッチ 1 2 が半押しされると、ウォームアップ開始信号を高電圧発生器 2 0 に発して、X 線源 1 0 にウォームアップを開始させる。オペレータは、照射スイッチ 1 2 を半押しし

た後、ウォームアップに要する時間を見計らって照射スイッチ 12 を全押しする。照射スイッチ 12 が全押しされると、線源制御装置 11 は、照射開始要求信号を電子カセット 13 に送信する。

[0069] X線撮影前の待機モードでは、電子カセット 13 のセンサーパネル 30 はリセット動作を繰り返し行っており、照射開始要求信号を待ち受けている。センサーパネル 30 は、線源制御装置 11 から照射開始要求信号を受信すると、状態チェックを行った後に線源制御装置 11 に照射許可信号を送信する。同時にセンサーパネル 30 はリセット動作を終えて蓄積動作と線量検出動作を開始し、待機モードから撮影モードに切り替わる。

[0070] 線源制御装置 11 は、センサーパネル 30 から照射許可信号を受信すると、高電圧発生器 20 に対して照射開始信号を発して、X線源 10 にX線照射を開始させる。X線源 10 から照射されたX線は被写体を透過してセンサーパネル 30 に入射する。

[0071] 線量検出動作において、センサーパネル 30 では、検出画素 41b で発生した電荷の読み出しが所定のサンプリングレートで繰り返し行われる。AEC部 60 は、所定のサンプリングレートで読み出される検出画素 41b からの線量信号に基づいて、大ブロック 75 毎の累積線量を計算して、最小値の累積線量を示す大ブロック 75 を採光野領域に決定する。AEC部 60 は、採光野領域の累積線量と照射停止閾値とを比較して、累積線量が照射停止閾値に到達したか否かを判定する。

[0072] AEC部 60 は、採光野領域の累積線量が照射停止閾値に到達すると照射停止信号を出力する。照射停止信号は線源制御装置 11 に送信される。線源制御装置 11 は照射停止信号を受けてX線源 10 によるX線の照射を停止する。

[0073] センサーパネル 30 では照射許可信号を送信してから通常画素 41a の蓄積動作が行われている。AEC部 60 で採光野領域の累積線量が照射停止閾値に到達したと判定し、照射停止信号を出力したときに、センサーパネル 30 の動作が蓄積動作から読み出し動作に移行される。これにより 1 枚分のX

線画像を表す画像データがメモリ 54 に出力される。読み出し動作後、センサーパネル 30 はリセット動作を行う待機モードに戻る。

[0074] 制御部 48 の各種画像処理回路により、読み出し動作でメモリ 54 に出力された X 線画像に対して各種画像処理が行われる。画像処理済みの X 線画像はコンソール 14 に送信され、ディスプレイ 14 b に表示されて診断に供される。これにて 1 回の X 線撮影が終了する。

[0075] 撮像領域 40 を X、Y 方向に等分割した大ブロック 75 内に、Y 方向に重ならないよう小ブロック 76 を配置するので、撮像領域 40 全体にわたる詳細な累積線量の 2 次元情報を得ることができ、より正確な AEC を行うことができる。

[0076] なお、小ブロックを構成する画素の個数（小ブロックの大きさ）や、小ブロックに内包される検出画素の個数、小ブロックを設ける列の間隔は、上記実施形態の例示に限らず、適宜変更可能である。これら大ブロック毎に変更してもよい。

[0077] 小ブロックを構成する画素の個数（小ブロックの大きさ）や、小ブロックに内包される検出画素の個数、小ブロックを設ける列の間隔を変更する例を示す図 8 において、A a の大ブロック 75 に設けられた小ブロック 80 a は、Y 方向に並んだ 125 個の画素 41 からなる点は上記実施形態と同じであるが、124 個の通常画素 41 a を挟んで配置された 2 個の検出画素 41 b で構成され、かつ上記実施形態の倍の 60 列毎に配置されている。上記実施形態と比べて大ブロック 75 内の検出画素 41 b の個数が少なく、配置密度が疎になっている。一方、B a の大ブロック 75 に設けられた小ブロック 80 b は、3 個の検出画素 41 b で構成される点は上記実施形態と同じであるが、各検出画素 41 b の間隔が狭く、また、各小ブロック 80 b が大ブロック 75 の中央部分に密集して配置されている。さらにその下の C a の大ブロック 75 には、上記実施形態の小ブロック 76 と、B a の大ブロック 75 に設けられた小ブロック 80 b が混合配置されている。

[0078] A b、B b の大ブロック 75 では、小ブロック 76 を設ける列の間隔が等

間隔になっておらず、検出画素41bが疎の部分と密の部分とが混在している。さらにCbの大ブロック75では、検出画素41bが千鳥格子状に配置されるよう、小ブロック76をY方向にずらして配置している。さらにまた、Acの大ブロック75では、大ブロック75の左上の隅から右下の隅を結ぶ対角線に沿って各小ブロック80bのX方向の位置を順次ずらして配置している。

[0079] このように、各小ブロックを隣接する大ブロックをまたがずに配置し（1つの小ブロックに内包される複数の検出画素41bはすべて、1つの大ブロック内に存在するという意味である）、かつ、各小ブロックをY方向に重ならないよう配置するという約束事さえ守られていれば、小ブロックの構成および配置は自由である。ただし、センサーパネルの製造容易性の観点からいえば、図8のCaの大ブロック75のように同じ大ブロック75内に構成の異なる小ブロックを配置したり、図8のAb、Bbの大ブロック75のように小ブロックを設ける列の間隔を変更したりするよりは、図6で示したように全ての大ブロックで配置パターンが同じになるよう小ブロックを周期的に配置するほうが製造上容易であるためより好ましい。

[0080] また、図8のCb、Acの大ブロック75のように、検出画素41bをX方向に揃えずに配置するよりは、図6で示したように検出画素41bをX方向に揃えて配置したほうが、各小ブロックの累積線量の情報がX方向で揃うのでより好ましい。

[0081] 図8のBaの大ブロック75のように検出画素41bを密集して配置すれば、配置部分の累積線量を重点的に検出することができる。反対に図6で示したように検出画素41bを大ブロック75内に満遍なく配置すれば、大ブロック75の累積線量の確度が上がる。なお、図8のBaの大ブロック75では検出画素41bを中央部分に密集して配置したが、検出画素41bを配置する部分は中央部分に限らない。ある大ブロックのある特定部分が採光野領域として選択されやすい部分（例えば胸部撮影ならば左右の肺野部分、乳房撮影ならば胸壁部分）にあたる場合は、該特定部分に検出画素41bを集

中配置してもよい。

[0082] 図9は、長方形の大ブロック85の例である。大ブロック85には、上記実施形態の小ブロック76が1個配置されている。つまり大ブロック85は小ブロック76そのものである。このように、大ブロックの個数も上記実施形態の $3 \times 3 = 9$ 個に限定されず、その形状も上記実施形態の正形状に限りません。さらに、大ブロック内に配置される小ブロックは複数個でなく1個でもよい。

[0083] 上記実施形態では、TF T 4 3のソース電極とドレイン電極が短絡された検出画素41bを例示しているが、TF T 4 3がなく光電変換部42が直接信号線45に接続された画素を検出画素としてもよい。また、図10に示す検出画素41cを用いてもよい。なお、上記実施形態と同じ部材には同じ符号を付し、説明を省略する。

[0084] 図10において、センサーパネル90は、通常画素41aのTF T 4 3を駆動する走査線44およびゲートドライバ46とは別の走査線91およびゲートドライバ92により駆動されるTF T 9 3が接続された検出画素41cを有する。検出画素41cはTF T 9 3が接続されているので、同じ行の通常画素41aがTF T 4 3をオフ状態とされ蓄積動作中であっても電荷を読み出すことが可能である。

[0085] 線量検出動作において、ゲートドライバ92は、制御部48の制御の下、同じ行のTF T 9 3を一斉に駆動するゲートパルス g_1 、 g_2 、 g_3 、 $\dots$ 、 g_k ($k < n$)を所定の間隔で順次発生して、走査線91を1行ずつ順に活性化し、走査線91に接続されたTF T 9 3を1行分ずつ順次オン状態とする。オン状態となる時間は、ゲートパルスのパルス幅で規定されており、TF T 9 3はパルス幅で規定された時間が経過するとオフ状態に復帰する。検出画素41cの光電変換部42で発生した電荷は、TF T 4 3のオンオフに関わらず、TF T 9 3がオン状態の間、信号線45を介して積分アンプ49のキャパシタ49bに流入する。積分アンプ49に蓄積された検出画素41cからの電荷はA/D 52に出力され、A/D 52で線量信号に変換さ

れる。その後の処理は上記実施形態と同様であるため説明を省略する。

[0086] センサーパネル 90 の場合、図 6 で示したように検出画素 41b を X 方向に揃えて配置すれば、X 方向に揃えられた検出画素 41b に対して 1 本の走査線 91 を配線すれば済み、走査線 91 の配線をシンプルにすることができる。

[0087] なお、センサーパネル 90 では、TFT 93 をオフにしておけば検出画素 41c を通常画素 41a としても用いることができる。そこで、検出画素 41c を多数設けておき、撮影部位や被写体の体格に応じて、小ブロックを構成する画素の個数（小ブロックの大きさ）や、小ブロックに内包される検出画素の個数、小ブロックの配置等を変更してもよい。例えば胸部や腹部等の比較的面積が大きく厚みが厚い撮影部位の場合は小ブロックの大きさを大きくし、小ブロックに内包される検出画素の個数を多くする。対して手や指等の比較的面積が小さく厚みが薄い撮影部位の場合は小ブロックの大きさを小さくし、小ブロックに内包される検出画素の個数を少なくする。

[0088] 上記実施形態では、図 4、図 10 に示すように通常画素 41a と検出画素 41b、41c が同じ信号線 45 に接続されている。検出画素 41b、41c は欠陥画素として扱われるため個数は少ないほうがよく、また、小ブロックは 1 つの列に 1 個だけ配置されるため、小ブロックが配置される列は通常画素に対して検出画素の個数が非常に少ない。通常画素から信号線には TFT がオフ状態であっても微量のリーク電流が流れ出している。通常画素は個数が検出画素に比較し非常に多いので、線量信号の元となる検出画素からの電荷に、通常画素のリーク電流に基づく電荷が通常画素の個数に応じて大きめに加算されてしまう。このため、線量信号にノイズとして顕著に影響してしまうという問題がある。

[0089] そこで、図 11 に模式的に示すように、小ブロック（検出画素）が配置された信号線 45a の列 L1（例えば図 4、図 10 の電圧信号 V1 を出力する列）に隣接して小ブロックが配置されない信号線 45b の列 L2（図 4、図 10 の電圧信号 V2 を出力する列）を設け、AEC 部 60 で線量信号をサン

プリングする際に、列L 1の電圧信号 V_{L1} から列L 2の電圧信号 V_{L2} を減算回路100で減算し、列L 1の電圧信号 V_{L1} から通常画素のリーク電流に基づく電荷の影響を取り除いて検出画素からの電荷に基づく出力のみを取り出すことが好ましい。電圧信号 V_{L1} と電圧信号 V_{L2} の差分をとることで電圧信号 V_{L1} からリーク電流成分を除去することができるのは、各列の画素数が同じであるためである。このため、小ブロックを各列に配置して全列を小ブロックが配置された列L 1とするよりは、上記実施形態の10列おきに小ブロックを配置する等、複数の列L 2で1つの列L 1を挟むように配置することが好ましい。なお、画素の配列としては上記実施形態の行列状のほかに、画素を 45° 傾けて配置したハニカム配列等も考えられるが、この場合も1本の信号線に接続された画素数は隣接する列で同じ、もしくはほぼ同じであるため同様に小ブロックが設けられた信号線の電圧信号からリーク電流成分を除去することができる。

[0090] 図4に示す検出画素41bは、TF T 43のソース電極とドレイン電極が短絡されているため、検出画素41bの光電変換部42で発生した電荷のキャパシタ49bへの流入は止められないが、図10に示す検出画素41cの場合は、TF T 43、93をオフにしておけば発生電荷はキャパシタ49bへ流入しない。このため図10のセンサーパネル90では、TF T 43、93がオフの場合、列L 1はあたかも列L 2のように振る舞う。したがってこの場合はTF T 43、93をオフにした状態でサンプリングした電圧信号を上記の列L 2の電圧信号 V_{L2} として置き換えて、TF T 43をオフ、TF T 93をオンした状態で列L 1から出力される電圧信号 V_{L1} から減算すればよい。つまり列L 1に隣接して列L 2を設ける必要はない。

[0091] なお、図11では列L 1と列L 2をそれぞれ1本ずつとしているが、1本の列L 1に対して複数本の列L 2を用いて電圧信号 V_{L1} から通常画素のリーク電流に基づく電荷の影響を取り除いてもよい。この場合は複数本の列L 2（例えば列L 1を挟んで両側の1本または2本の列L 2）の電圧信号 V_{L2} を積算してこれを列L 2の本数で除算した電圧信号 V_{L2} の平均値を列L 1の電

圧信号 V_{L1} から減算回路 100 で減算する。こうすれば、電圧信号 V_{L2} の値が列 $L2$ 毎にばらつく場合でも、ばらつきが平均化されるのでより正確に検出画素からの電荷に基づく出力のみを取り出すことができる。これは特に撮像領域にわたって一様ではない線量、つまり被写体を透過した線量を検出する場合には、各列のリーク電流も同一になるとは限らないため、複数本の列 $L2$ で電圧信号 V_{L2} を平均化することが有効である。また、列 $L2$ を 1 本とするとその列に線欠陥があった場合は列 $L1$ から正確に検出画素からの電荷に基づく出力のみを取り出すことができなくなるが、列 $L2$ を複数本用意することで、そのうちの 1 本の列に線欠陥があった場合でも、残りの列の電圧信号 V_{L2} を用いれば電圧信号 V_{L1} を補正することができる。

[0092] 上記実施形態では、必ず通常画素 1 個分を検出画素として利用する例を示したが、これに限らず例えば、1 画素中の光電変換部の一部をサブピクセルとして分離し、これを検出画素として用いてもよいし、画素と画素の間の隙間に専用の検出画素を配置してもよい。ただし、いずれの場合も上記実施形態同様に信号線は同一列で同じものを使用する。

[0093] 上記実施形態では、撮影における X 線の累積線量が照射停止閾値に達したら照射停止信号を出力しているが、線量信号の積算値に基づき X 線の累積線量が照射停止閾値に達すると予測される時間を算出し、算出した予測時間に達したときに照射停止信号を線源制御装置に送信する、あるいは予測時間の情報そのものを線源制御装置に送信してもよい。後者の場合、線源制御装置は予測時間を計時し、予測時間に達したら X 線の照射を停止させる。

[0094] 上記実施形態では、コンソール 14 と電子カセット 13 が別体である例で説明したが、コンソール 14 は独立した装置である必要はなく、電子カセット 13 にコンソール 14 の機能を搭載してもよい。また、電子カセット 13 の機能の一部をコンソール 14 にもたせてもよい。また、電子カセット 13 とコンソール 14 に加えて、コンソール 14 が有する電子カセット 13 を制御する機能の一部を実行する撮影制御装置を設けてもよい。

[0095] 上記実施形態では、TF T 型のセンサーパネルを例示しているが、CMO

S型のセンサーパネルを用いてもよい。また、可搬型のX線画像検出装置である電子カセットに限らず、撮影台に据え付けるタイプのX線画像検出装置に適用してもよい。さらに、本発明は、X線に限らず、 γ 線等の他の放射線を撮影対象とした場合にも適用することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 被写体を透過した放射線の線量に応じた電荷を蓄積し、蓄積した電荷を信号線に出力する画素が配置された撮像領域を有するセンサーパネルをもち、
- 一部の前記画素が放射線の線量を検出する検出画素として利用され、
- 前記信号線を介した検出画素の出力の積算値に基づき放射線の累積線量が目標線量に達したか否かを判定し、累積線量が目標線量に達したと判定したときに放射線の照射を停止させる自動露出制御を行う放射線画像検出装置において、
- 前記撮像領域を前記信号線に沿った第1方向と前記第1方向に直交する第2方向に分割した複数個の大ブロックと、
- 各大ブロック内に少なくとも1個設けられ、同一信号線に複数接続された前記検出画素で構成される小ブロックとを備え、
- 各小ブロックは、前記第1方向に重ならないよう配置されている放射線画像検出装置。
- [請求項2] 前記小ブロックは、各大ブロック内に同じパターンで配置されている請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項3] 前記第1方向に連なる前記大ブロックにおいて、前記小ブロックの前記パターンが前記第1方向で少なくとも前記信号線1本分ずれている請求の範囲第2項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項4] 前記検出画素は、前記大ブロックの特定部分に密集して配置されている請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項5] 前記検出画素は、前記大ブロック内に満遍なく散らばって配置されている請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項6] 前記検出画素は、前記第2方向に揃えて配置されている請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項7] 前記大ブロック内の前記各小ブロックは、前記大ブロックの対角線

に沿って前記第 2 方向の位置を順次ずらして配置されている請求の範囲第 1 項に記載の放射線画像検出装置。

[請求項 8] 前記小ブロックは、隣接する前記大ブロックをまたがずに配置されている請求の範囲第 1 項に記載の放射線画像検出装置。

[請求項 9] 前記画素には電荷の蓄積と電荷の前記信号線への出力を行わせる第 1 スイッチング素子が設けられ、

前記信号線に前記第 1 スイッチング素子を介さず直接接続され、前記第 1 スイッチング素子のオンオフに関わらず発生電荷が前記信号線に流れ出す画素が前記検出画素として用いられる請求の範囲第 1 項に記載の放射線画像検出装置。

[請求項 10] 各小ブロックは、前記小ブロックが設けられた前記信号線に隣接して前記小ブロックが設けられない前記信号線が設けられるよう少なくとも前記信号線 1 本分空けて配置され、

前記第 1 スイッチング素子をオフした状態で前記小ブロックが設けられた前記信号線から出力される電圧信号から、前記第 1 スイッチング素子をオフした状態で前記小ブロックが設けられない前記信号線から出力される電圧信号を減算する減算手段を備え、

前記減算手段で減算した電圧信号に基づき前記自動露出制御を行う請求の範囲第 9 項に記載の放射線画像検出装置。

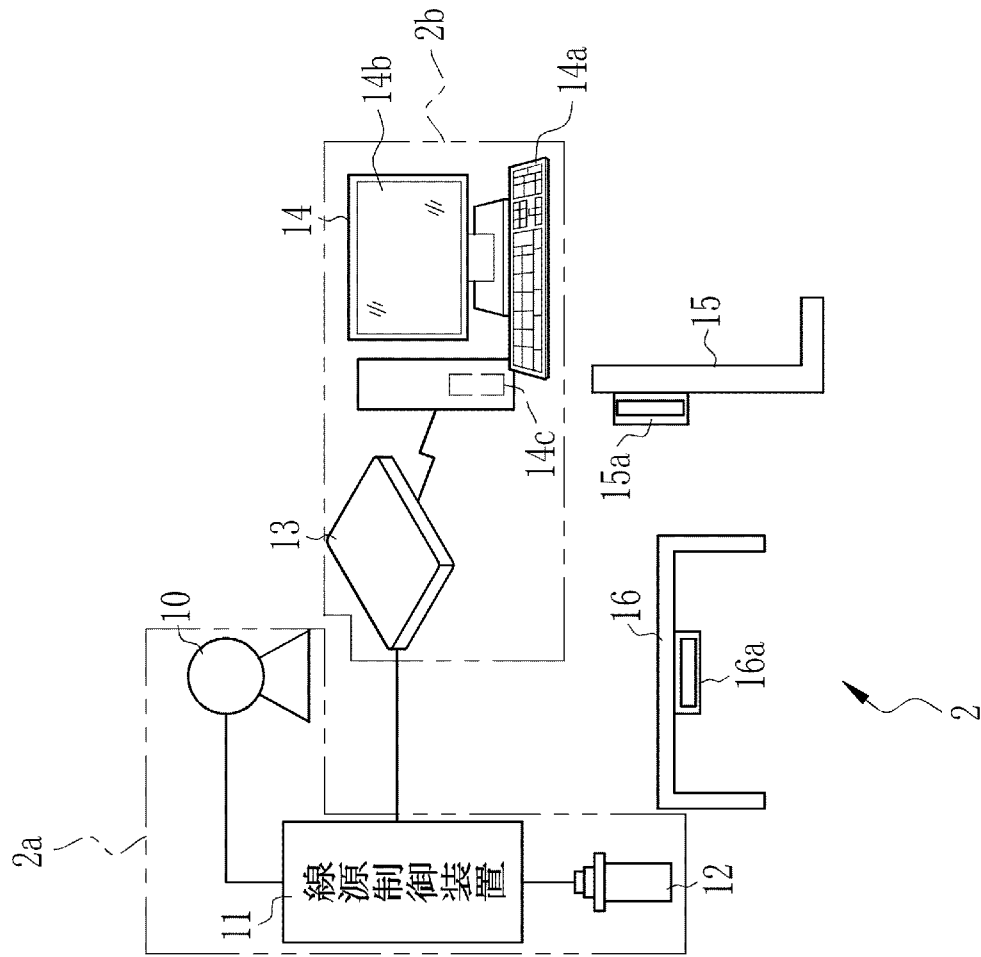
[請求項 11] 前記減算手段は、複数本の前記小ブロックが設けられない前記信号線から出力される電圧信号をサンプリングする請求の範囲第 10 項に記載の放射線画像検出装置。

[請求項 12] 前記画素には電荷の蓄積と電荷の前記信号線への出力を行わせる第 1 スイッチング素子が設けられ、

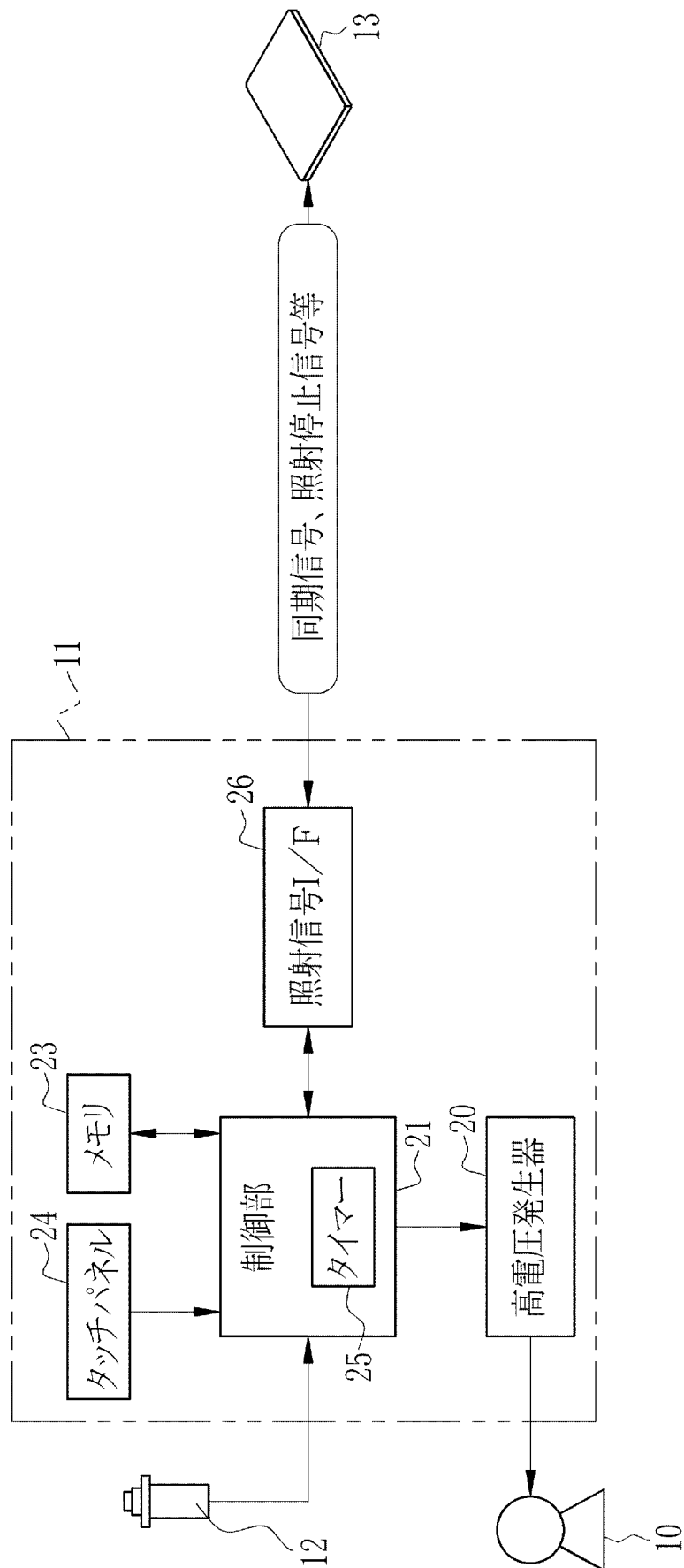
前記第 1 スイッチング素子とは別に駆動する第 2 スイッチング素子が設けられ、前記第 2 スイッチング素子のオン動作に応じて発生電荷が前記信号線に流れ出す画素が前記検出画素として用いられる請求の範囲第 1 項に記載の放射線画像検出装置。

- [請求項13] 前記第1スイッチング素子をオフ、前記第2スイッチング素子をオンした状態で前記小ブロックが設けられた前記信号線から出力される電圧信号から、第1、第2スイッチング素子をオフした状態で同じ前記信号線から出力される電圧信号を減算する減算手段を備え、
前記減算手段で減算した電圧信号に基づき前記自動露出制御を行う請求の範囲第12項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項14] 前記検出画素は、前記第1方向に少なくとも1画素間隔で設けられている請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項15] 前記大ブロックは正形状である請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項16] 前記大ブロックは長形状である請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。
- [請求項17] 前記センサーパネルが可搬型の筐体に収納された電子カセットである請求の範囲第1項に記載の放射線画像検出装置。

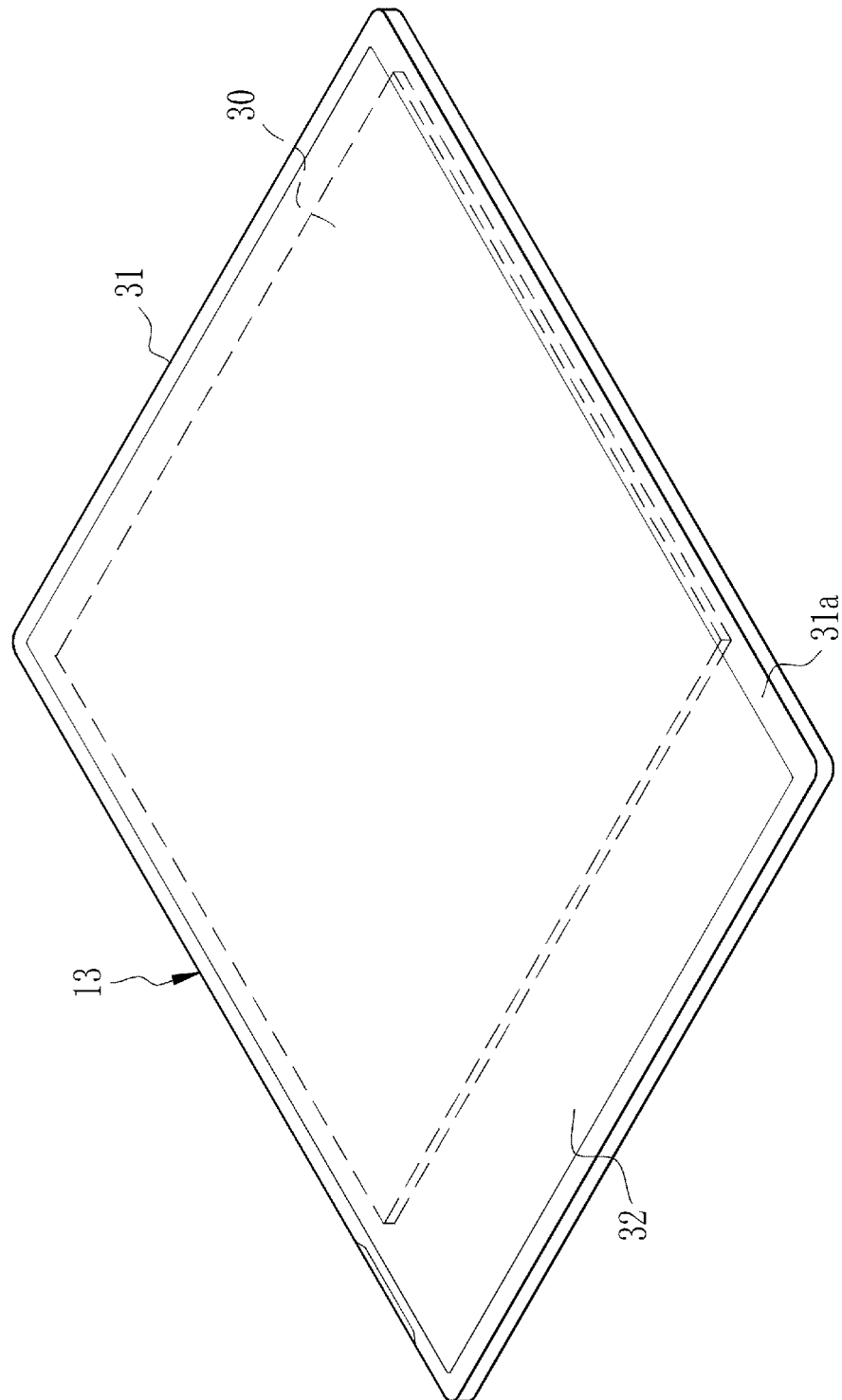
[図1]



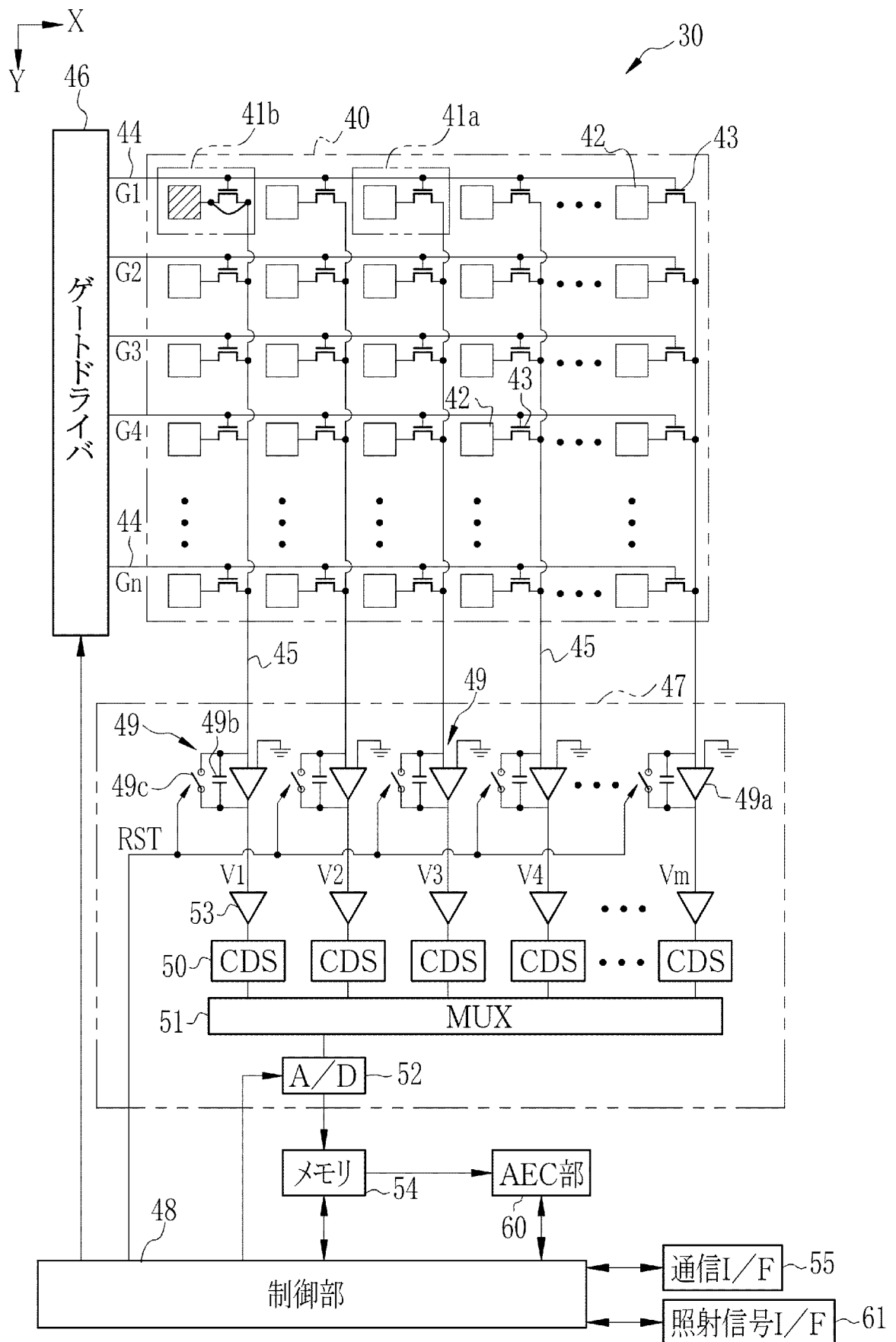
[図2]



[図3]



[図4]

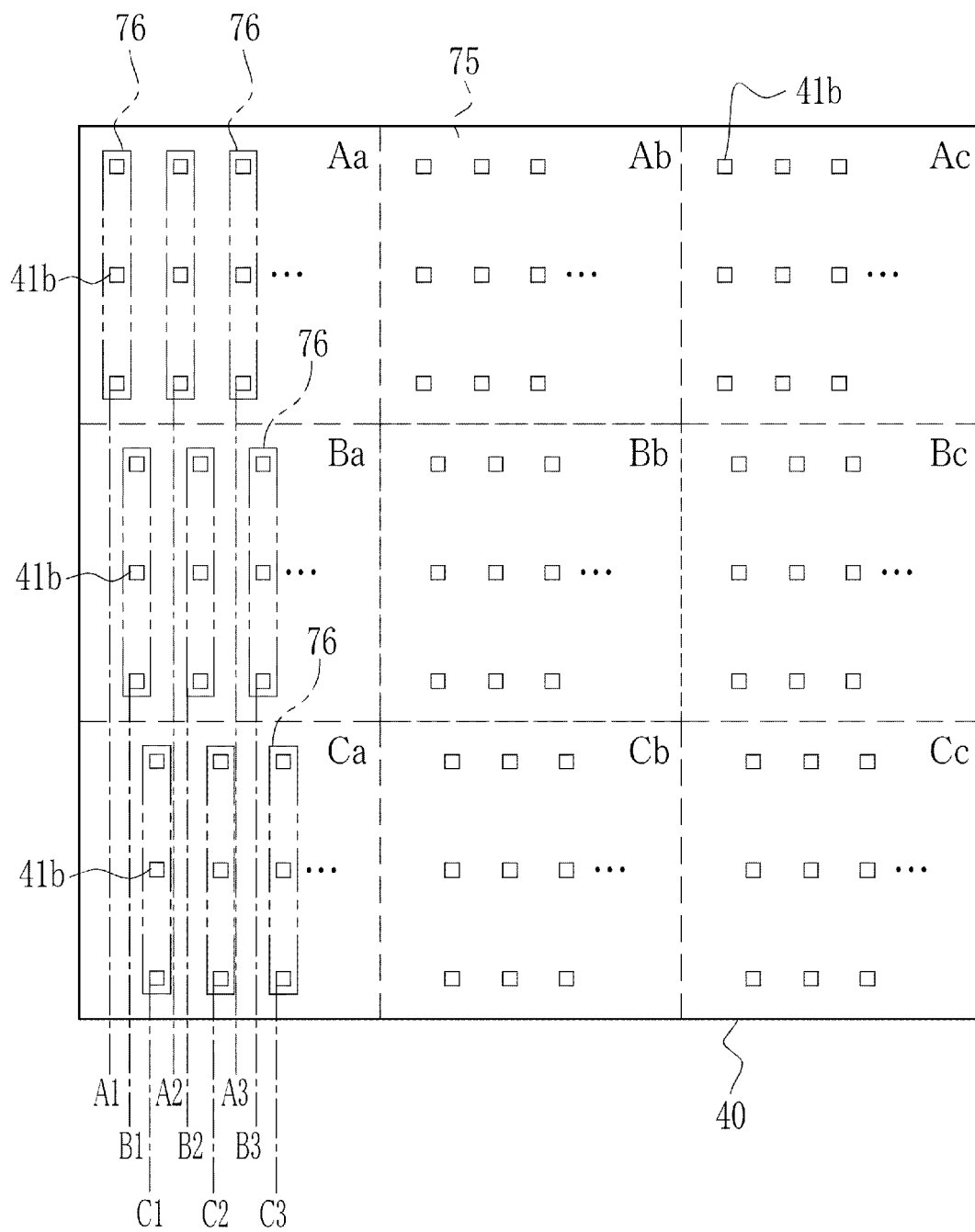


[図5]

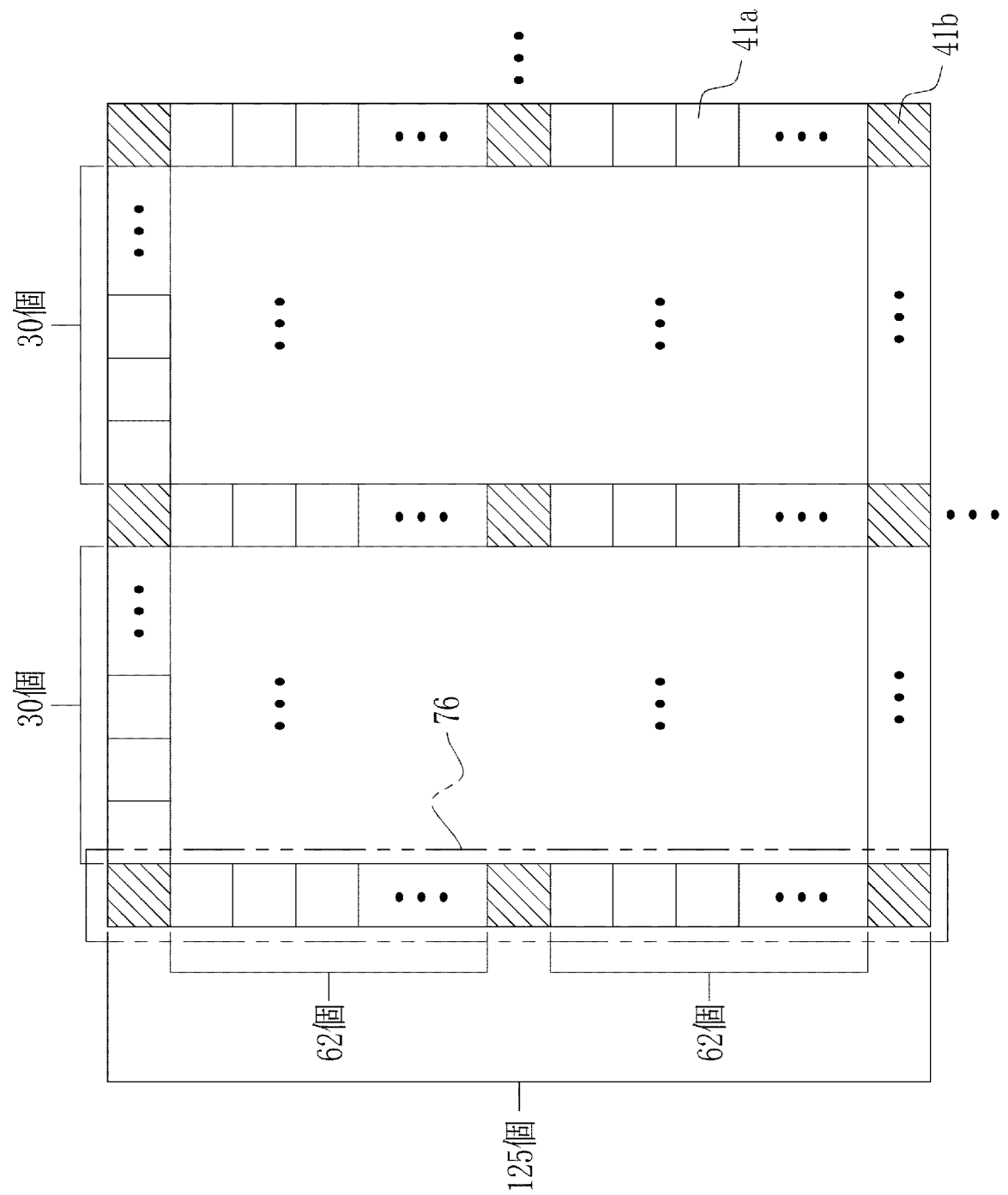
70

撮影部位	管電圧(kV)	管電流(mA)	照射停止閾値
⋮	⋮	⋮	⋮
胸部AP	V1	I1	th1
胸部PA	V2	I2	th2
⋮	⋮	⋮	⋮

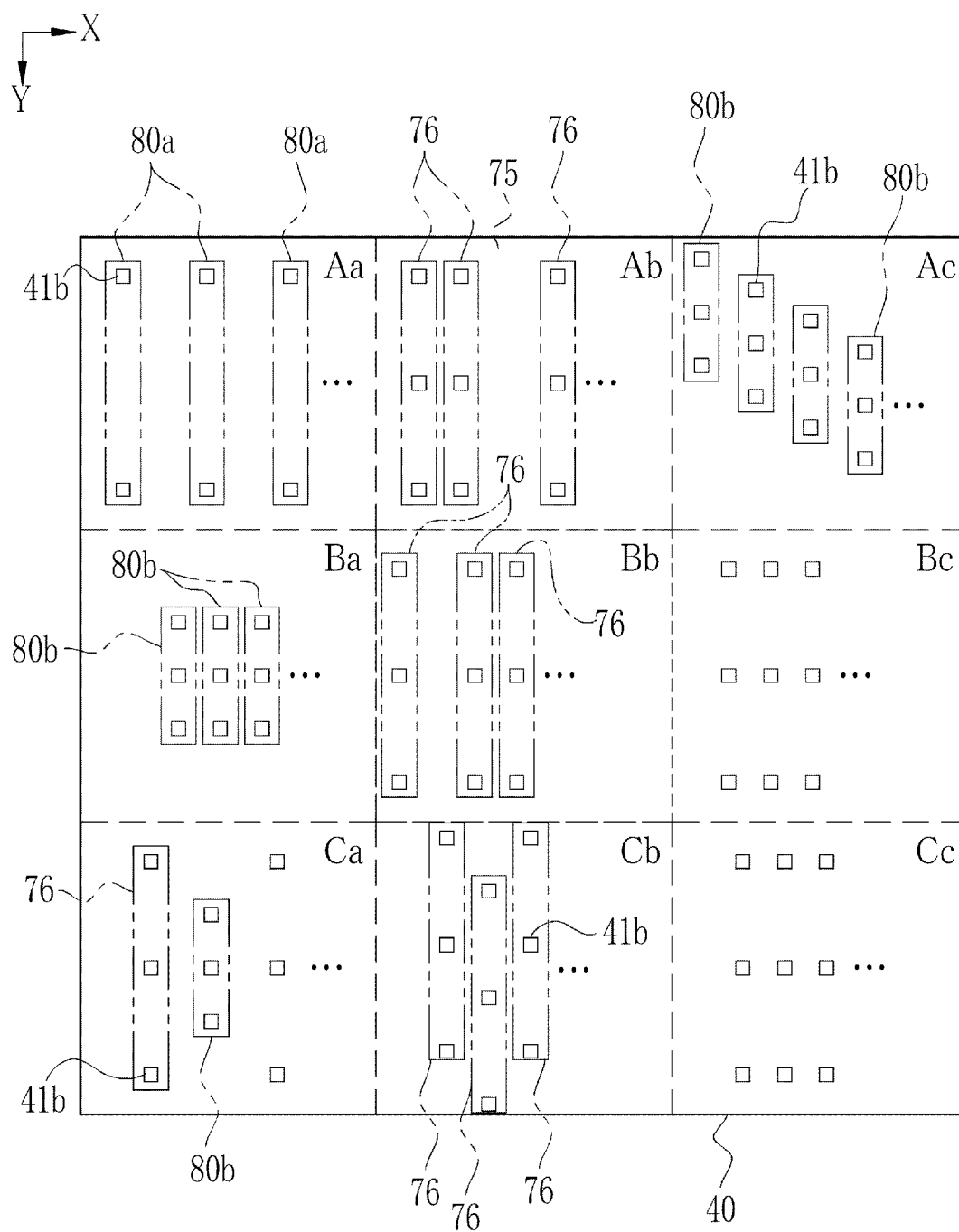
A diagram showing a node branching to two children, X and Y. The node is represented by a small circle with a downward-pointing arrow. The arrow points to a horizontal line that branches into two vertical lines, each ending in a downward-pointing arrow. The left arrow points to the letter 'Y' and the right arrow points to the letter 'X'.



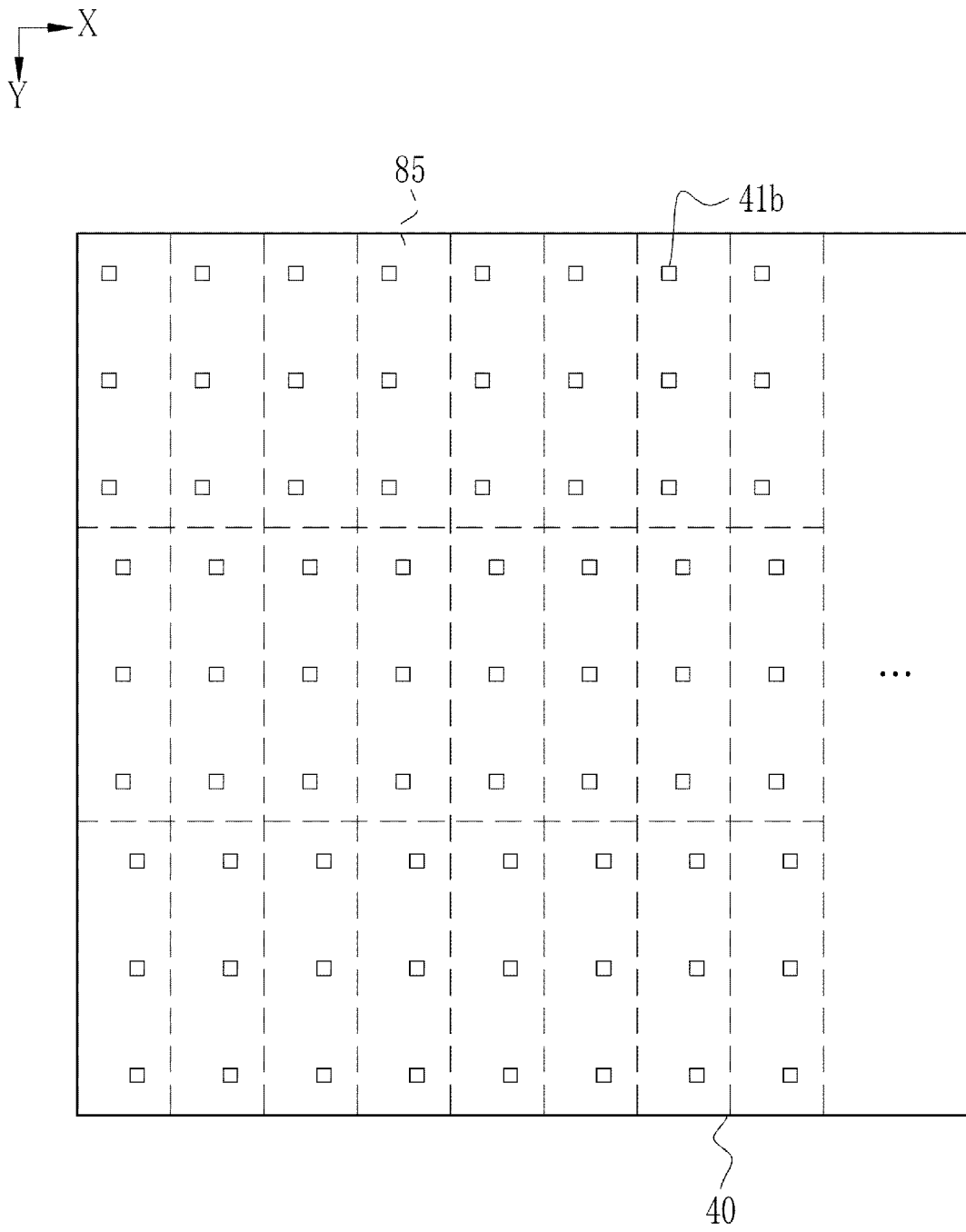
[図7]



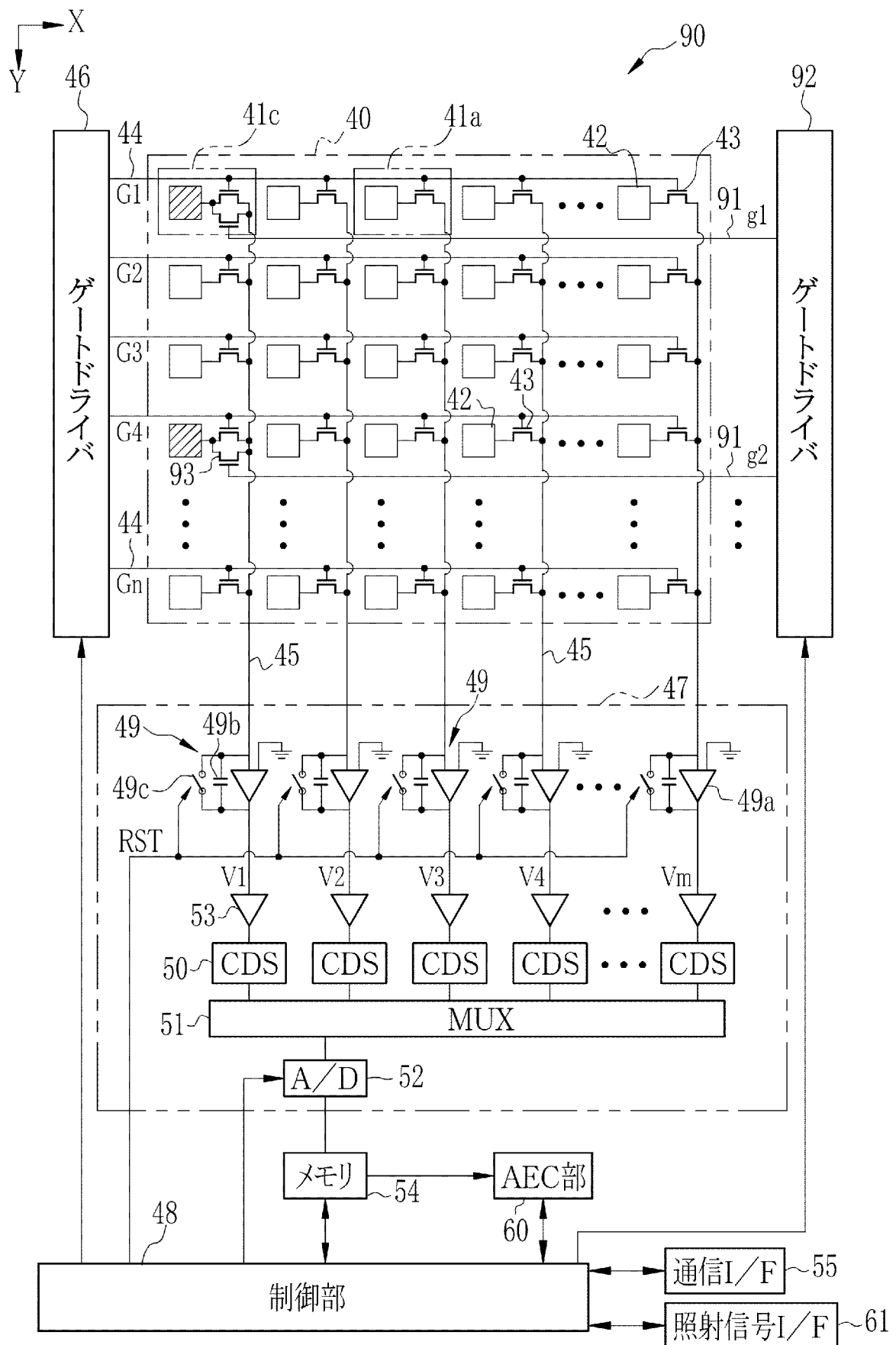
[図8]



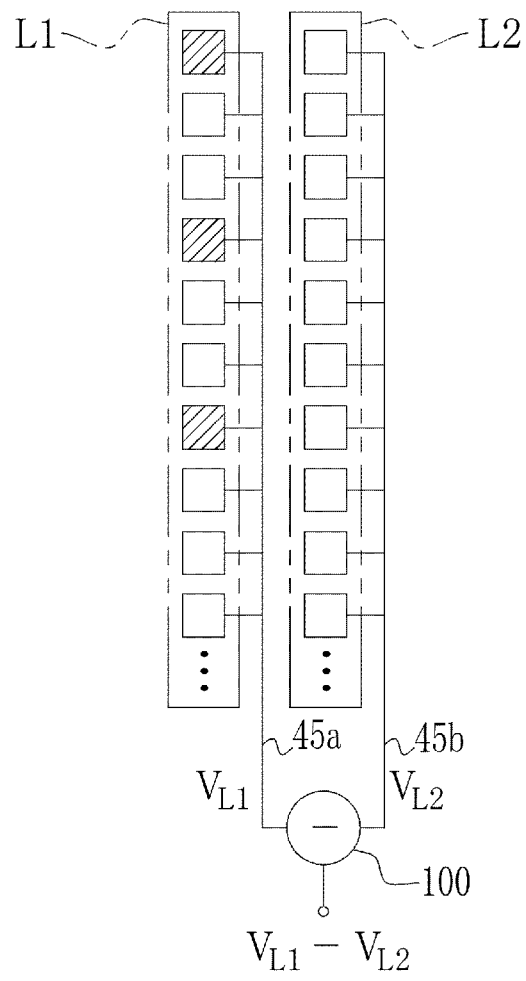
[図9]



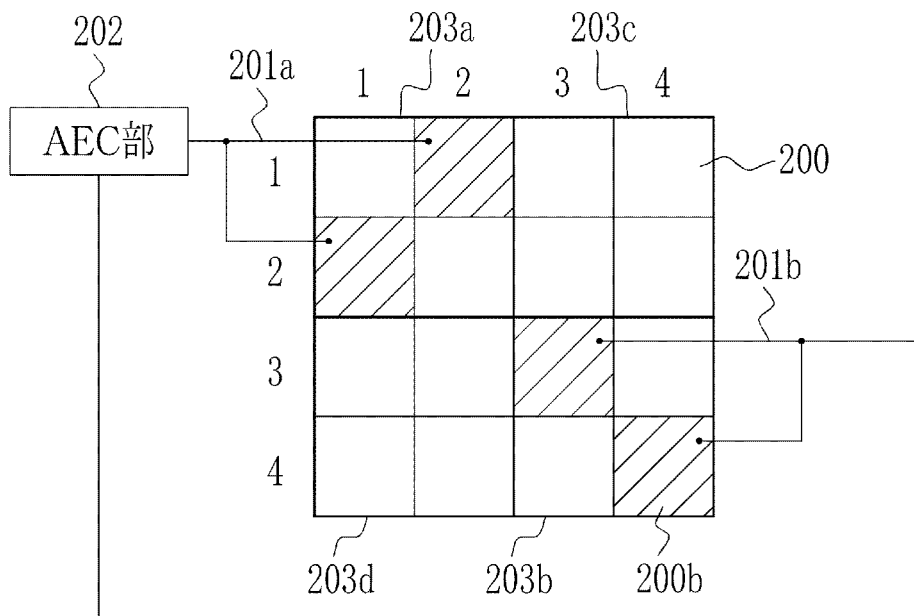
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/073285

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T7/00(2006.01)i, A61B6/00(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)

G01T1/00-7/12, A61B6/00-6/14, H01L31/00, H01L27/14

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2012-052896 A (Fujifilm Corp.), 15 March 2012 (15.03.2012), entire text; all drawings & US 2012/0049077 A1 & EP 2423961 A1 & CN 102387322 A	1-17
A	JP 2012-134960 A (Fujifilm Corp.), 12 July 2012 (12.07.2012), paragraph [0098]; fig. 13 & US 2012/0138810 A1 & CN 102551767 A	1-17
E,X E,Y	JP 2013-176544 A (Fujifilm Corp.), 09 September 2013 (09.09.2013), paragraph [0071]; fig. 8 (Family: none)	1-9, 14-17 10-13

☐ 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
21 October, 2013 (21.10.13)

Date of mailing of the international search report
29 October, 2013 (29.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01T7/00(2006.01)i, A61B6/00(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. G01T1/00-7/12, A61B6/00-6/14, H01L31/00, H01L27/14

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 2012-052896 A（富士フイルム株式会社）2012.03.15, 全文, 全図 & US 2012/0049077 A1 & EP 2423961 A1 & CN 102387322 A	1-17
A	JP 2012-134960 A（富士フイルム株式会社）2012.07.12, 【0098】, 図13 & US 2012/0138810 A1 & CN 102551767 A	1-17
E, X E, Y	JP 2013-176544 A（富士フイルム株式会社）2013.09.09, 【0071】, 図8（ファミリーなし）	1-9, 14-17 10-13

☐ 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 1 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 9 . 1 0 . 2 0 1 3

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100-8915

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）

鳥居 祐樹

2 I

4 0 7 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3273