

(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
2018年5月24日(24.05.2018)



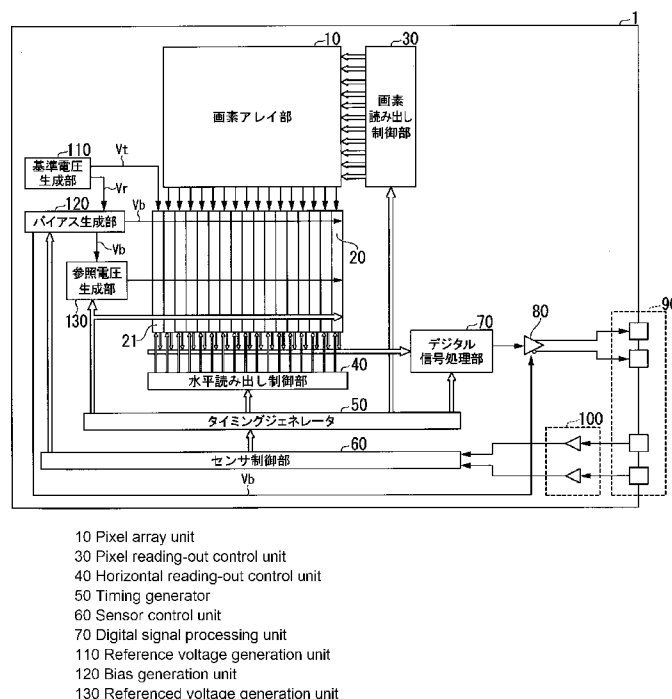
(10) 国際公開番号

WO 2018/092269 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/369 (2011.01) H01L 27/146 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084263
- (22) 国際出願日: 2016年11月18日(18.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 近藤 亨 (KONDO Toru); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE AND IMAGE PICKUP APPARATUS

(54) 発明の名称: 固体撮像素子および撮像装置



(57) Abstract: A solid-state image pickup device comprises: a pixel array unit in which a plurality of pixels for outputting photoelectric conversion signals corresponding to incident light amounts are arranged in a matrix; a reference voltage generation unit that generates a temperature detection voltage varying in accordance with a temperature variation and also generates a reference voltage independent of a temperature variation; a reading-out unit that signal-processes and reads out the photoelectric conversion signals outputted by the pixel array unit and the temperature detection voltage generated



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, ST, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

by the reference voltage generation unit individually; an output unit that outputs both the photoelectric conversion signals and temperature detection voltage signal-processed by the reading-out unit to the outside; and a bias generation unit that supplies a bias voltage generated on the basis of the reference voltage to the reading-out unit and to the output unit.

(57) 要約: 入射した光量に応じた光電変換信号を出力する複数の画素を行列状に配置した画素アレイ部と、温度の変化に応じて変化する温度検出電圧と、温度の変化に依存しないリファレンス電圧とを生成する基準電圧生成部と、画素アレイ部が出力した光電変換信号と、基準電圧生成部が生成した温度検出電圧とのそれぞれを信号処理して読み出す読み出し部と、読み出し部で信号処理がされた光電変換信号と温度検出電圧との双方を外部に出力する出力部と、リファレンス電圧に基づいて生成したバイアス電圧を、読み出し部および出力部に供給するバイアス生成部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像素子および撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、固体撮像素子および撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、撮像装置のシステムとして、例えば、工業用の内視鏡装置などのように、高温の環境下で使用されるシステムがある。このような撮像装置のシステム（以下、「撮像システム」という）には、撮像部に温度センサを搭載し、この温度センサが検出した温度に基づいた通知を、撮像システムの使用者に行うことも行われている。例えば、温度センサを搭載した撮像システムでは、撮影する環境が高温である場合などにおいて、警告を発するなどの通知が行われている。

[0003] また、従来から、例えば、特許文献 1 や特許文献 2 に開示されたような、温度センサを搭載した固体撮像素子（イメージセンサ）も提案されている。特許文献 1 に開示された温度センサを搭載したイメージセンサでは、温度センサが検出したイメージセンサの温度を表す温度検出信号を、イメージセンサに備えた画素が時系列に出力する画素信号に続いて出力する。また、特許文献 2 に開示された温度センサを搭載した固体撮像素子では、温度センサが検出した温度を表す温度信号を出力するための出力端子と、固体撮像素子に備えた画素が画素信号を出力するための出力端子とを共有することによって、固体撮像素子の小型化を図っている。

[0004] このように、特許文献 1 や特許文献 2 に開示されたような温度センサを搭載した固体撮像素子では、固体撮像素子によって撮影を行うときに温度センサが検出した温度を表す温度信号、より具体的には、固体撮像素子を形成した半導体基板の温度を検出した信号を、固体撮像素子の外部に出力することができる。そして、特許文献 1 や特許文献 2 に開示されたような温度センサを搭載した固体撮像素子を備えた撮像システムでは、温度センサが検出して

出力した温度信号を、撮影した画像の補正や、予期せぬ撮影動作の停止の判定などに利用することができる。

- [0005] このため、固体撮像素子に温度センサを搭載する場合には、搭載した温度センサが、より広い範囲の半導体基板の温度を検出し、検出した半導体基板の温度を表す温度信号を出力することが望まれる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：日本国特開2002-118791号公報

特許文献2：日本国特開2003-219274号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献1や特許文献2に開示されたような、温度センサが検出して出力した温度信号を出力するための回路要素と、固体撮像素子に備えた画素が画素信号を出力するための回路要素とを単純に共有する構成では、温度センサによって検出することができる温度の範囲が、共有する回路要素の温度特性に依存している。より具体的には、例えば、固体撮像素子の温度変化に応じて読み出し回路や出力回路などの回路要素の性能が変化した場合、温度センサが検出した温度信号を正確に出力することができないことがある。また、例えば、固体撮像素子が高温になることによって読み出し回路や出力回路などの回路要素が機能しなくなった場合には、温度センサが検出した温度信号そのものを出力することができないこともある。

- [0008] このように、特許文献1や特許文献2に開示された温度センサを搭載した固体撮像素子では、温度センサからの温度信号と画素からの画素信号とを回路要素を単純に共有して出力している構成であるため、出力する温度信号が、共有している回路要素の温度特性の影響を受けてしまう。このことから、特許文献1や特許文献2に開示された構成の温度センサを搭載した固体撮像素子では、温度センサによって検出することができる温度の範囲が、共有す

る読み出し回路や出力回路などの回路要素の温度特性の影響を大きく受けない範囲、つまり、回路要素が正確に信号を出力することができる範囲に限定されてしまうことになる。

[0009] 本発明は、上記の課題に基づいてなされたものであり、広い温度の範囲で検出した正確な温度を表す温度の信号を、画素の信号と共有の回路要素から出力することができる固体撮像素子およびこの固体撮像素子を用いた撮像装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の第1の態様によれば、固体撮像素子は、入射した光量に応じた光電変換信号を出力する複数の画素を行列状に配置した画素アレイ部と、温度の変化に応じて変化する温度検出電圧と、温度の変化に依存しないリファレンス電圧とを生成する基準電圧生成部と、前記画素アレイ部が出力した前記光電変換信号と、前記基準電圧生成部が生成した前記温度検出電圧とのそれぞれを信号処理して読み出す読み出し部と、前記読み出し部で前記信号処理がされた前記光電変換信号と前記温度検出電圧との双方を外部に出力する出力部と、前記リファレンス電圧に基づいて生成したバイアス電圧を、前記読み出し部および前記出力部に供給するバイアス生成部と、を備える。

[0011] 本発明の第2の態様によれば、上記第1の態様の固体撮像素子において、前記読み出し部は、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換して出力するAD変換回路、を備えてもよい。

[0012] 本発明の第3の態様によれば、上記第1の態様または上記第2の態様の固体撮像素子において、前記画素アレイ部からの前記光電変換信号の読み出しのタイミングと、前記読み出し部による前記信号処理および前記信号処理がされた前記光電変換信号と前記温度検出電圧の読み出しのタイミングとを制御するタイミングジェネレータ、を備えてもよい。

[0013] 本発明の第4の態様によれば、上記第3の態様の固体撮像素子において、前記タイミングジェネレータおよび前記バイアス生成部を制御するセンサ制御部、を備えてもよい。

- [0014] 本発明の第5の態様によれば、上記第4の態様の固体撮像素子において、前記温度検出電圧の電圧値に基づいて、前記タイミングジェネレータおよび前記バイアス生成部の設定を変更するためのフィードバック信号を前記センサ制御部に出力する温度フィードバック部、を備えてもよい。
- [0015] 本発明の第6の態様によれば、上記第4の態様の固体撮像素子において、前記出力部は、前記光電変換信号と前記温度検出電圧との双方を外部へ出力する出力モードと、外部からの信号を前記センサ制御部に入力する入力モードと、を切り換え可能なインターフェース部、を備えてもよい。
- [0016] 本発明の第7の態様によれば、上記第6の態様の固体撮像素子において、前記センサ制御部は、前記インターフェース部における前記出力モードと前記入力モードとの切り替えを、前記温度検出電圧の出力が終了した後で、前記光電変換信号の出力を開始する前に行うように、前記タイミングジェネレータを制御してもよい。
- [0017] 本発明の第8の態様によれば、撮像装置は、上記第4の態様の固体撮像素子と、前記固体撮像素子に入射する光量を制御する露光制御装置と、前記露光制御装置と前記固体撮像素子とを制御するための制御信号を出力する撮像制御部と、を備え、前記固体撮像素子は、前記撮像制御部から出力された前記制御信号が前記センサ制御部に入力される。
- [0018] 本発明の第9の態様によれば、撮像装置は、上記第6の態様または上記第7の態様の固体撮像素子と、前記固体撮像素子に入射する光量を制御する露光制御装置と、前記露光制御装置と前記固体撮像素子とを制御するための制御信号を出力する撮像制御部と、を備え、前記固体撮像素子は、前記入力モードにおいて、前記撮像制御部から出力された前記制御信号が前記センサ制御部に入力される。

発明の効果

- [0019] 上記各態様によれば、広い温度の範囲で検出した正確な温度を表す温度の信号を、画素の信号と共有の回路要素から出力することができる固体撮像素子およびこの固体撮像素子を用いた撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の第1の実施形態の固体撮像素子の概略構成を示したブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態の固体撮像素子に備えた基準電圧生成部の構成の一例を示した回路図である。

[図3]本発明の第1の実施形態の固体撮像素子に備えた出力回路の構成の一例を示した回路図である。

[図4]本発明の第1の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置の概略構成を示したブロック図である。

[図5]本発明の第1の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置における信号の読み出しタイミングの一例を示したタイミングチャートである。

[図6]本発明の第1の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置における信号の読み出しタイミングの別の一例を示したタイミングチャートである。

[図7]本発明の第2の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置の概略構成を示したブロック図である。

[図8]本発明の第3の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置の概略構成を示したブロック図である。

[図9]本発明の第3の実施形態の固体撮像素子における信号の切り替えタイミングの一例を示したタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0021] (第1の実施形態)

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施形態の固体撮像素子の概略構成を示したブロック図である。図1に示した固体撮像素子1は、画素アレイ部10と、複数の列(カラム)AD(アナログデジタル)変換回路20と、温度AD変換回路21と、画素読み出し制御部30と、水平読み出し制御部40と、タイミングジェネレータ50と、センサ制御部60と、デジタル信号処理部70と、出力回路80と、インターフェース部90と、入力回路100と、基準電圧生成部11

0と、バイアス生成部120と、参照電圧生成部130と、を備えている。

[0022] 画素アレイ部10は、複数の画素が二次元の行列状に配置されている。画素アレイ部10に配置されている画素のそれぞれは、例えば、フォトダイオードなどの光電変換素子を備え、それぞれの画素に備えた光電変換素子は、一定の蓄積時間（露光時間）内に入射した光量に応じた光電変換信号を発生する。そして、画素アレイ部10は、画素読み出し制御部30からの読み出しの制御に従って、それぞれの画素が発生した光電変換信号に応じた画素信号を、画素アレイ部10に配置された画素の行ごとに、対応するカラムAD変換回路20に出力する。

[0023] 画素読み出し制御部30は、タイミングジェネレータ50から出力された制御タイミング信号に従って、画素アレイ部10内に配置されたそれぞれの画素に露光を行わせるための露光信号を生成する。そして、画素読み出し制御部30は、生成した露光信号を、画素アレイ部10内に配置されたそれぞれの画素に出力して露光を行わせる。また、画素読み出し制御部30は、タイミングジェネレータ50から出力された制御タイミング信号に従って、画素アレイ部10内に配置されたそれぞれの画素から画素信号を読み出すための読み出し制御信号を生成する。そして、画素読み出し制御部30は、生成した読み出し制御信号を画素アレイ部10の行ごとに出力し、それぞれの行に配置された画素の画素信号をカラムAD変換回路20に出力させる。

[0024] 基準電圧生成部110は、固体撮像素子1に備えたそれぞれの構成要素が動作するためのリファレンス電圧 V_r と、固体撮像素子1（半導体基板）の温度を検出するための温度検出電圧 V_t とを生成する。なお、固体撮像素子1において基準電圧生成部110は、バイポーラトランジスタを用いたバンドギャップリファレンス回路で構成する。この構成によって、基準電圧生成部110では、温度係数がほぼゼロの電圧値となるリファレンス電圧 V_r と、固体撮像素子1の温度に応じた温度係数をもった電圧値の温度検出電圧 V_t とのそれぞれを、少ない回路規模で生成する。ここで、基準電圧生成部110が生成する温度検出電圧 V_t は、上述したように、固体撮像素子1の温

度に応じた温度係数をもった電圧であるため、温度センサが出力する温度信号の役割を担っている。つまり、基準電圧生成部 110 は、温度センサの機能も兼ね備えている。基準電圧生成部 110 は、生成したリファレンス電圧 V_r と温度検出電圧 V_t とのそれぞれを、対応するそれぞれの構成要素に出力（供給）する。より具体的には、基準電圧生成部 110 は、生成したリファレンス電圧 V_r を、バイアス生成部 120 に出力する。また、基準電圧生成部 110 は、生成した温度検出電圧 V_t を温度 A/D 変換回路 21 に出力する。

[0025] バイアス生成部 120 は、固体撮像素子 1 に備えたそれぞれの構成要素が動作するためのバイアス電圧 V_b を生成する。より具体的には、バイアス生成部 120 は、基準電圧生成部 110 から出力されたリファレンス電圧 V_r から、センサ制御部 60 から出力された制御信号に応じた電圧値のバイアス電圧 V_b を生成する。バイアス生成部 120 は、生成したバイアス電圧 V_b を、カラム A/D 変換回路 20 と、温度 A/D 変換回路 21 と、出力回路 80 と、参照電圧生成部 130 とのそれぞれに出力する。

[0026] 参照電圧生成部 130 は、タイミングジェネレータ 50 から出力された制御タイミング信号に従って、カラム A/D 変換回路 20 と温度 A/D 変換回路 21 とのそれぞれがアナログデジタル変換する際に参照する、バイアス生成部 120 から出力されたバイアス電圧 V_b に基づいた参照電圧を生成する。なお、参照電圧生成部 130 は生成する参照電圧は、カラム A/D 変換回路 20 と温度 A/D 変換回路 21 とのそれぞれがアナログデジタル変換を開始するタイミングから、時間に対して一定の割合でバイアス電圧 V_b の電圧値が単調変化（減少または増加）するアナログの電圧信号、いわゆる、ランプ波形の電圧信号である。参照電圧生成部 130 は、生成した参照電圧を、カラム A/D 変換回路 20 と温度 A/D 変換回路 21 とのそれぞれに出力する。

[0027] なお、図 1 に示した固体撮像素子 1 では、全てのカラム A/D 変換回路 20 および温度 A/D 変換回路 21 に共通したバイアス生成部 120 と参照電圧生成部 130 とを 1 つずつ備えている構成を示している。

[0028] カラムAD変換回路20は、画素アレイ部10に配置された対応する列の画素から出力された画素信号（アナログ信号）をアナログデジタル変換するAD変換回路である。カラムAD変換回路20は、バイアス生成部120から出力されたバイアス電圧 V_b と、参照電圧生成部130から出力された参照電圧と、タイミングジェネレータ50から出力された制御タイミング信号とに基づいて、画素信号をアナログデジタル変換する。つまり、カラムAD変換回路20は、固体撮像素子1の温度に対する温度係数がほぼゼロである（温度に対する依存の度合いが非常に少なく、温度に依存しないということができる）リファレンス電圧 V_r から生成されたバイアス電圧 V_b と参照電圧とに基づいてアナログデジタル変換することによって、安定した状態で画素信号をアナログデジタル変換する。図1に示した固体撮像素子1では、カラムAD変換回路20を、画素アレイ部10に配置された画素の列の数だけ複数備えている。それぞれのカラムAD変換回路20は、水平読み出し制御部40から読み出しの制御に従って、アナログデジタル変換した画素信号の大きさに応じたデジタル値のデジタルデータ（パラレルのデジタルデータ）を、デジタル信号処理部70に順次出力する。つまり、カラムAD変換回路20のそれぞれは、画素アレイ部10に配置されたそれぞれの画素が露光した光量を表すパラレルのデジタルデータ（以下、「画素データ」という）を、デジタル信号処理部70に順次出力する。

[0029] 温度AD変換回路21は、カラムAD変換回路20と同じ構成のAD変換回路である。ただし、温度AD変換回路21は、カラムAD変換回路20がアナログデジタル変換する画素信号に代わって、基準電圧生成部110から出力された温度検出電圧 V_t （アナログ電圧）を、固体撮像素子1の温度を検出した温度信号としてアナログデジタル変換する。温度AD変換回路21は、カラムAD変換回路20と同様に、バイアス生成部120から出力されたバイアス電圧 V_b と、参照電圧生成部130から出力された参照電圧と、タイミングジェネレータ50から出力された制御タイミング信号とに基づいて、温度検出電圧 V_t をアナログデジタル変換する。つまり、温度AD変換

回路 21 も、カラム AD 変換回路 20 と同様に、固体撮像素子 1 の温度に依存しない（温度係数がほぼゼロである）リファレンス電圧 V_r に基づいた安定した状態で温度検出電圧 V_t をアナログデジタル変換する。温度 AD 変換回路 21 は、水平読み出し制御部 40 から読み出しの制御に従って、アナログデジタル変換した温度検出電圧 V_t の大きさに応じたデジタル値のデジタルデータ（パラレルのデジタルデータ）を、デジタル信号処理部 70 に出力する。つまり、温度 AD 変換回路 21 は、基準電圧生成部 110 が出力した温度検出電圧 V_t によって表される固体撮像素子 1 の温度を表すパラレルのデジタルデータ（以下、「温度データ」という）を、デジタル信号処理部 70 に出力する。

[0030] タイミングジェネレータ 50 は、センサ制御部 60 からの制御に応じて、固体撮像素子 1 に備えたそれぞれの構成要素が動作するタイミングを制御する制御タイミング信号を生成する。タイミングジェネレータ 50 は、生成した制御タイミング信号を、固体撮像素子 1 に備えたそれぞれの構成要素に出力する。より具体的には、タイミングジェネレータ 50 は、固体撮像素子 1 に備えたカラム AD 変換回路 20 と、温度 AD 変換回路 21 と、画素読み出し制御部 30 と、水平読み出し制御部 40 と、デジタル信号処理部 70 と、参照電圧生成部 130 とのそれぞれが動作するタイミングを制御する制御タイミング信号を生成して出力する。

[0031] さらに具体的には、タイミングジェネレータ 50 は、画素アレイ部 10 内に配置されたそれぞれの画素に、入射した光を露光して光電変換信号を発生させるタイミングおよび発生した光電変換信号を画素信号として読み出すタイミングを制御するための制御タイミング信号を、画素読み出し制御部 30 に出力する。画素読み出し制御部 30 は、入射した光を露光して光電変換信号を発生させるタイミングを表す制御タイミング信号がタイミングジェネレータ 50 から入力されると、画素アレイ部 10 内に配置されたそれぞれの画素に露光を行わせるための露光信号をそれぞれの画素に出力して露光を行わせる。また、画素読み出し制御部 30 は、画素アレイ部 10 内に配置された

それぞれの画素から画素信号を読み出すタイミングを表す制御タイミング信号がタイミングジェネレータ50から入力されると、それぞれの画素から画素信号を読み出すための読み出し制御信号を、画素アレイ部10の行ごとに出力して、画素アレイ部10内に配置されたそれぞれの画素に画素信号を出力させる。

[0032] また、タイミングジェネレータ50は、カラムAD変換回路20と温度AD変換回路21とのそれぞれがアナログデジタル変換を開始するタイミングと、アナログデジタル変換する際の基準のタイミングとを制御するための制御タイミング信号を、参照電圧生成部130、カラムAD変換回路20、および温度AD変換回路21のそれぞれに出力する。参照電圧生成部130は、カラムAD変換回路20と温度AD変換回路21とのそれぞれがアナログデジタル変換を開始するタイミングを表す制御タイミング信号がタイミングジェネレータ50から入力されると、参照電圧の生成を開始し、生成した参照電圧を、カラムAD変換回路20と温度AD変換回路21とのそれぞれに出力する。カラムAD変換回路20と温度AD変換回路21とのそれぞれは、アナログデジタル変換を開始するタイミングを表す制御タイミング信号がタイミングジェネレータ50から入力されると、アナログデジタル変換を開始し、アナログデジタル変換する際の基準のタイミングを表す制御タイミング信号に基づいて、入力されたアナログデジタル変換の対象の信号（画素信号または温度検出電圧 V_t ）をアナログデジタル変換する。

[0033] また、タイミングジェネレータ50は、カラムAD変換回路20と温度AD変換回路21とのそれぞれがアナログデジタル変換したデジタルデータを読み出すタイミングを制御するための制御タイミング信号を、水平読み出し制御部40に出力する。また、タイミングジェネレータ50は、水平読み出し制御部40によってカラムAD変換回路20および温度AD変換回路21のそれぞれから順次読み出されたデジタルデータに対して処理を行うタイミングを制御するための制御タイミング信号を、デジタル信号処理部70に出力する。

[0034] 水平読み出し制御部40は、タイミングジェネレータ50から出力された制御タイミング信号に従って、カラムAD変換回路20のそれぞれがアナログデジタル変換したデジタルデータ（画素データ）や、温度AD変換回路21がアナログデジタル変換したデジタルデータ（温度データ）を読み出すための読み出し制御信号を生成する。水平読み出し制御部40は、生成した読み出し制御信号をそれぞれのカラムAD変換回路20および温度AD変換回路21に出力し、それぞれのAD変換回路がアナログデジタル変換したデジタルデータをデジタル信号処理部70に順次出力させる。

[0035] デジタル信号処理部70は、タイミングジェネレータ50から出力された制御タイミング信号に従って、水平読み出し制御部40の制御によってカラムAD変換回路20および温度AD変換回路21のそれぞれから順次出力されたデジタルデータに対して予め定めたデジタルデータ処理を行う。つまり、デジタル信号処理部70は、カラムAD変換回路20のそれぞれがアナログデジタル変換したデジタルデータ（画素データ）に対するデジタルデータ処理と、温度AD変換回路21がアナログデジタル変換したデジタルデータ（温度データ）に対するデジタルデータ処理とを行う。デジタル信号処理部70が行うデジタルデータ処理には、カラムAD変換回路20および温度AD変換回路21のそれぞれから出力された平行列のデジタルデータ、つまり、複数のビットのデータで構成されるデジタルデータを、1ビットのデータで構成されるデジタルデータ、つまり、シリアルなデジタルデータに変換するシリアルライズ処理などのデジタルデータ処理が含まれている。デジタル信号処理部70は、デジタルデータ処理を行った後のデジタルデータ（シリアルなデジタルデータ）を、出力回路80に出力する。

[0036] なお、デジタル信号処理部70は、上述したカラムAD変換回路20および温度AD変換回路21のそれぞれから出力された平行列のデジタルデータのシリアルライズ処理以外にも、様々なデジタルデータ処理を行う。例えば、デジタル信号処理部70は、シリアルライズ処理して変換したシリアルなデジタルデータを、再度平行列のデジタルデータに変換する（戻す）、つま

り、カラムAD変換回路20および温度AD変換回路21のそれぞれから出力された平行のデジタルデータを復元する処理を行うために必要なクロック信号や同期信号などを生成するデジタルデータ処理を行う。

[0037] 出力回路80は、デジタル信号処理部70から出力されたデジタルデータ（シリアルデジタルデータ）を、バイアス生成部120から出力されたバイアス電圧V_bに基づいた差動信号に変換する差動バッファ回路である。出力回路80は、変換した差動信号のそれぞれを、対応するインターフェース部90を介して固体撮像素子1の外部に出力させる。出力回路80は、デジタル信号処理部70から出力されたシリアルデジタルデータを、例えば、LVDS（Low voltage differential signaling）方式などの差動インターフェース方式に対応した差動信号に変換する。この場合、出力回路80は、デジタル信号処理部70によってシリアル処理された画素データに対応するLVDS方式の差動信号（以下、「画素データ信号」という）と、デジタル信号処理部70によってシリアル処理された温度データに対応するLVDS方式の差動信号（以下、「温度データ信号」という）とのそれぞれに変換する。そして、出力回路80は、変換したLVDS方式の差動信号のそれぞれを、対応するインターフェース部90を介して固体撮像素子1の外部に出力させる。なお、出力回路80は、LVDS方式の終端の処理なども行う。

[0038] インターフェース部90は、固体撮像素子1と外部とを接続するための端子である。図1に示した固体撮像素子1では、出力回路80が出力する差動信号のそれぞれを外部に出力するための2つの出力端子と、外部からの信号を固体撮像素子1に入力するための2つの入力端子とを備えた構成のインターフェース部90を示している。固体撮像素子1では、画素データ信号の出力端子と、温度データ信号の出力端子とを共有にすることによって、固体撮像素子1を形成する半導体基板のサイズ（投影面積）の小型化を図っている。

[0039] 入力回路100は、固体撮像素子1の外部から入力された信号をセンサ制

御部 60 に伝達させるためのバッファ回路である。図 1 に示した固体撮像素子 1 では、2つの入力端子のそれぞれに対応する2つのバッファ回路を備えた構成の入力回路 100 を示している。入力回路 100 は、対応するインターフェース部 90 を介して固体撮像素子 1 の外部から入力されたそれぞれの信号を、センサ制御部 60 に出力する。例えば、固体撮像素子 1 の外部の構成要素が、例えば、I2C (Inter-Integrated Circuit) バスによるシリアル通信によって固体撮像素子 1 の動作を制御する信号 (例えば、コマンド信号や設定信号など) を入力した場合、入力回路 100 には、I2C シリアル通信のそれぞれの信号が、対応するインターフェース部 90 を介して固体撮像素子 1 の外部から入力される。入力回路 100 は、入力された I2C シリアル通信のそれぞれの信号を、センサ制御部 60 に出力する。

[0040] センサ制御部 60 は、固体撮像素子 1 の外部から入力された信号に応じて、固体撮像素子 1 の全体の動作を制御する。センサ制御部 60 は、固体撮像素子 1 に備えたそれぞれの構成要素の動作を制御するための制御信号を、それぞれの構成要素に出力する。より具体的には、センサ制御部 60 は、固体撮像素子 1 の外部から入力された信号に応じて、固体撮像素子 1 に備えたタイミングジェネレータ 50 とバイアス生成部 120 とのそれぞれの動作を制御するための制御信号を出力する。

[0041] ここで、センサ制御部 60 がタイミングジェネレータ 50 に出力する制御信号は、固体撮像素子 1 における撮像の動作を制御するための制御信号である。より具体的には、固体撮像素子 1 によって撮像を行うことを指示するコマンド信号が、インターフェース部 90 の入力端子および入力回路 100 を介して固体撮像素子 1 の外部から入力された場合、センサ制御部 60 は、撮像の動作を行うことを表す制御信号を、タイミングジェネレータ 50 に出力する。これにより、タイミングジェネレータ 50 は、画素アレイ部 10 に配置されているそれぞれの画素による露光および画素信号の読み出しのタイミングを制御するための制御タイミング信号を、画素読み出し制御部 30 に出

力する。また、タイミングジェネレータ50は、画素アレイ部10から出力された画素信号（アナログ信号）をアナログデジタル変換するための制御タイミング信号を、参照電圧生成部130とカラムAD変換回路20とのそれぞれに出力する。また、タイミングジェネレータ50は、カラムAD変換回路20のそれぞれがアナログデジタル変換した画素データの読み出しのタイミングを制御するための制御タイミング信号を、水平読み出し制御部40に出力する。また、タイミングジェネレータ50は、水平読み出し制御部40によってカラムAD変換回路20のそれぞれから順次読み出された画素データをデジタルデータ処理（シリアルライズ処理）するタイミングを制御するための制御タイミング信号を、デジタル信号処理部70に出力する。タイミングジェネレータ50によるそれぞれの構成要素に対するタイミングの制御によって、固体撮像素子1は、出力回路80およびインターフェース部90の出力端子を介して、画素アレイ部10に配置されているそれぞれの画素の露光量に応じた画素データ信号を、固体撮像素子1の外部に出力する。

[0042] また、センサ制御部60がタイミングジェネレータ50に出力する制御信号は、固体撮像素子1における温度検出の動作を制御するための制御信号である。より具体的には、固体撮像素子1の温度を検出することを指示するコマンド信号が、インターフェース部90の入力端子および入力回路100を介して固体撮像素子1の外部から入力された場合、センサ制御部60は、温度検出の動作を行うことを表す制御信号を、タイミングジェネレータ50に出力する。これにより、タイミングジェネレータ50は、基準電圧生成部110が出力している温度検出電圧 V_t （アナログ電圧）をアナログデジタル変換するための制御タイミング信号を、参照電圧生成部130と温度AD変換回路21とのそれぞれに出力する。また、タイミングジェネレータ50は、温度AD変換回路21がアナログデジタル変換した温度データの読み出しのタイミングを制御するための制御タイミング信号を、水平読み出し制御部40に出力する。また、タイミングジェネレータ50は、水平読み出し制御部40によって温度AD変換回路21から読み出された温度データをデジタ

ルデータ処理（シリアルライズ処理）するタイミングを制御するための制御タイミング信号を、デジタル信号処理部 70 に出力する。タイミングジェネレータ 50 によるそれぞれの構成要素に対するタイミングの制御によって、固体撮像素子 1 は、出力回路 80 およびインターフェース部 90 の出力端子を介して、基準電圧生成部 110 が出力している固体撮像素子 1 の温度に応じた温度係数をもった温度検出電圧 V_t の電圧値、つまり、固体撮像素子 1 の現在の温度を表す温度データ信号を、固体撮像素子 1 の外部に出力する。

[0043] なお、センサ制御部 60 は、固体撮像素子 1 によって撮像を行うことを指示するコマンド信号と、固体撮像素子 1 の温度を検出することを指示するコマンド信号との両方が固体撮像素子 1 の外部から入力された場合でも、タイミングジェネレータ 50 に出力する制御信号によって、画素アレイ部 10 に配置されているそれぞれの画素の露光量に応じた画素データ信号と、固体撮像素子 1 の現在の温度を表す温度データ信号とのそれぞれを、固体撮像素子 1 の外部に出力することができる。例えば、センサ制御部 60 は、画素アレイ部 10 から出力されたそれぞれの行の画素信号のアナログデジタル変換と同時に、基準電圧生成部 110 が出力している温度検出電圧 V_t のアナログデジタル変換を行うように制御する制御信号を、タイミングジェネレータ 50 に出力する。また、センサ制御部 60 は、カラム AD 変換回路 20 のそれぞれがアナログデジタル変換した画素データの読み出しに引き続き、温度 AD 変換回路 21 がアナログデジタル変換した温度データを読み出すように制御する制御信号を、タイミングジェネレータ 50 に出力する。これにより、固体撮像素子 1 は、画素アレイ部 10 に配置された画素の行ごとに出力する画素データ信号に引き続き、固体撮像素子 1 の現在の温度を表す温度データ信号を、固体撮像素子 1 の外部に出力することができる。つまり、固体撮像素子 1 は、画素アレイ部 10 のある行の画素データ信号が出力されてから、次の行の画素データ信号が出力されるまでの期間（いわゆる、水平期間）ごとに、温度データ信号を固体撮像素子 1 の外部に出力することができる。

[0044] また、センサ制御部 60 がバイアス生成部 120 に出力する制御信号は、

バイアス生成部 120 が生成するバイアス電圧 V_b の電圧値を制御するための制御信号である。より具体的には、固体撮像素子 1 におけるバイアス電圧 V_b の設定および設定値を表す設定信号が、インターフェース部 90 の入力端子および入力回路 100 を介して固体撮像素子 1 の外部から入力された場合、センサ制御部 60 は、入力された設定値にバイアス電圧 V_b の電圧値を設定する動作を行うことを表す制御信号を、バイアス生成部 120 に出力する。これにより、バイアス生成部 120 は、基準電圧生成部 110 から出力されたリファレンス電圧 V_r に基づいて、センサ制御部 60 から入力された設定値に応じた電圧値のバイアス電圧 V_b を生成し、生成したバイアス電圧 V_b をそれぞれの構成要素に出力する。そして、それぞれの構成要素は、バイアス生成部 120 から出力されたバイアス電圧 V_b に基づいて動作する。つまり、固体撮像素子 1 に備えたカラム AD 変換回路 20 と、温度 AD 変換回路 21 と、出力回路 80 と、参照電圧生成部 130 とのそれぞれは、バイアス生成部 120 から出力されたバイアス電圧 V_b に基づいて、上述した撮像や温度検出の動作を行う。これにより、固体撮像素子 1 は、外部から設定された電圧値のバイアス電圧 V_b に基づいた画素データ信号や温度データ信号を、固体撮像素子 1 の外部に出力する。

[0045] このように、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 は、固体撮像素子 1 の温度に依存しない（固体撮像素子 1 の温度に影響されない）、温度係数がほぼゼロの電圧値であるリファレンス電圧 V_r と、固体撮像素子 1 の温度に応じて変化する（温度に応じた温度係数をもった）電圧値の温度検出電圧 V_t とを生成する基準電圧生成部 110 を備える。そして、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 では、基準電圧生成部 110 が生成したリファレンス電圧 V_r に基づいて生成したバイアス電圧 V_b に基づいて、カラム AD 変換回路 20、出力回路 80、および参照電圧生成部 130 のそれぞれが動作する。これにより、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 では、固体撮像素子 1 の温度の影響が少ない、つまり、温度に対する依存の度合い少ない状態の画素データ信号を出力することができる。

[0046] また、第1の実施形態の固体撮像素子1は、基準電圧生成部110が生成した温度検出電圧 V_t の電圧値をアナログデジタル変換するカラムAD変換回路20と同じ構成の温度AD変換回路21を備える。これにより、第1の実施形態の固体撮像素子1では、基準電圧生成部110が生成した温度検出電圧 V_t の電圧値に基づいて、固体撮像素子1の温度を検出することができる。しかも、第1の実施形態の固体撮像素子1では、温度AD変換回路21も、基準電圧生成部110が生成したリファレンス電圧 V_r に基づいて生成したバイアス電圧 V_b に基づいて動作する。これにより、第1の実施形態の固体撮像素子1では、固体撮像素子1の温度の影響が少ない、つまり、温度に対する依存の度合い少ない状態の温度データ信号を出力することができる。言い換えれば、第1の実施形態の固体撮像素子1では、固体撮像素子1の温度が大きく変動した場合でも、温度検出電圧 V_t の電圧値によって表される固体撮像素子1（半導体基板）の温度を正確に表した温度データ信号を出力することができる。

[0047] 例えば、第1の実施形態の固体撮像素子1では、固体撮像素子1の温度が高温側に大きく変動し、高温時における暗電流の影響によって画素アレイ部10に配置されたそれぞれの画素からの画素信号が対応するカラムAD変換回路20に正常に出力されない場合でも、温度係数がほぼゼロの電圧値であるリファレンス電圧 V_r に基づいて、カラムAD変換回路20のバイアス電圧 V_b や参照電圧、出力回路80のバイアス電圧 V_b を生成している。これにより、第1の実施形態の固体撮像素子1では、カラムAD変換回路20や出力回路80は、固体撮像素子1の温度に大きく影響されずに正しく動作することができる。

[0048] 例えば、出力回路80は、シリアルデジタルデータを差動信号に変換して出力するために高速に動作する回路要素であり、温度の変動に起因するバイアス変動の影響をより受けやすい回路要素である。しかしながら、第1の実施形態の固体撮像素子1において出力回路80は、リファレンス電圧 V_r に基づいてバイアス生成部120が生成したバイアス電圧 V_b によって出力

する差動信号の電流値を定めることができる。このため、第1の実施形態の固体撮像素子1では、温度が変動したときに起こるバイアス変動による電流値の変動を抑えて、出力回路80における信号の出力能力を維持することができる。このことにより、第1の実施形態の固体撮像素子1において出力回路80は、より広い温度の範囲で、温度検出電圧 V_t の電圧値が表す固体撮像素子1の温度を正確に表した温度データ信号を、固体撮像素子1の外部に出力することができる。

[0049] 例えば、固体撮像素子1の動作保証温度が85℃であった場合、従来の固体撮像素子のように温度係数をもったバイアス電圧によって出力する差動信号の電流値を定めると、出力回路80が正確な温度データ信号を出力することができる温度の範囲も85℃までとなると考えられる。これに対して、温度係数がほぼゼロのリファレンス電圧 V_r に基づいたバイアス電圧 V_b によって出力する差動信号の電流値を定めると、画素アレイ部10に備えた画素の動作保証温度が85℃であったとしても、出力回路80は、例えば、125℃までというように、従来よりも広い範囲で、正確な温度を表す温度データ信号を出力することができる。つまり、出力回路80は、基準電圧生成部110が生成した温度検出電圧 V_t の電圧値が表すことができる固体撮像素子1の温度（例えば、125℃）を正確に表した温度データ信号を出力することができる。これにより、第1の実施形態の固体撮像素子1では、出力した画素データ信号に何らかの原因によって無効な状態となってしまった場合に、その原因が、温度が高くなったことによるものであるか否かを判断することができるようになる。

[0050] また、第1の実施形態の固体撮像素子1では、画素データ信号を出力するための構成要素と共通の構成要素、つまり、デジタル信号処理部70、出力回路80、およびインターフェース部90を介して温度データ信号を出力する。つまり、第1の実施形態の固体撮像素子1では、画素データ信号を出力するための構成要素と温度データ信号を出力するための構成要素とを共有している。これにより、第1の実施形態の固体撮像素子1では、検出した温度

を表す温度データ信号を固体撮像素子 1 の外部に出力するための構成要素（回路要素）を別に設けることなく、固体撮像素子 1 の回路規模の増加を少なくすることができる。

[0051] 次に、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えた基準電圧生成部 110 のより具体的な構成の一例について説明する。図 2 は、本発明の第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えた基準電圧生成部 110 の構成の一例を示した回路図である。図 2 に示した基準電圧生成部 110 は、3 つのバイポーラトランジスタ Q1～バイポーラトランジスタ Q3 と、3 つの抵抗 R1～抵抗 R3 と、4 つの電界効果トランジスタ（Field effect transistor: FET）T1～電界効果トランジスタ T4 と、オペアンプ U1 と、で構成されている。

[0052] 図 2 に示した基準電圧生成部 110 において、オペアンプ U1 の反転入力端子は、バイポーラトランジスタ Q1 のエミッタ端子および電界効果トランジスタ T1 のドレイン端子およびソース端子の一方の端子に接続されている。オペアンプ U1 の非反転入力端子は、抵抗 R1 の第 1 の端子および電界効果トランジスタ T2 のドレイン端子およびソース端子の一方の端子に接続されている。抵抗 R1 の第 2 の端子は、バイポーラトランジスタ Q2 のエミッタ端子に接続されている。オペアンプ U1 の出力端子は、電界効果トランジスタ T1 のゲート端子と、電界効果トランジスタ T2 のゲート端子と、電界効果トランジスタ T3 のゲート端子と、電界効果トランジスタ T4 のゲート端子とに接続されている。電界効果トランジスタ T1 のソース端子およびドレイン端子の一方の端子と、電界効果トランジスタ T2 のソース端子およびドレイン端子の一方の端子と、電界効果トランジスタ T3 のソース端子およびドレイン端子の一方の端子と、電界効果トランジスタ T4 のソース端子およびドレイン端子の一方の端子とは、電源 VDD に接続されている。電界効果トランジスタ T3 のドレイン端子およびソース端子の一方の端子は、抵抗 R2 の第 1 の端子と接続され、基準電圧生成部 110 におけるリファレンス電圧 Vr の出力端子となっている。抵抗 R2 の第 2 の端子は、バイポーラト

ランジスタQ3のエミッタ端子に接続されている。電界効果トランジスタT4のドレイン端子およびソース端子の一方の端子は、抵抗R3の第1の端子と接続され、基準電圧生成部110における温度検出電圧 V_t の出力端子となっている。抵抗R3の第2の端子と、バイポーラトランジスタQ1のコレクタ端子およびベース端子と、バイポーラトランジスタQ2のコレクタ端子およびベース端子と、バイポーラトランジスタQ3のコレクタ端子およびベース端子とは、接地されている。

[0053] このような接続によって、図2に示した基準電圧生成部110では、抵抗R1の第1の端子の電位が、オペアンプU1における反転入力端子と非反転入力端子との仮想短絡（バーチャルショート、イマジナリーショート） V_S によって、バイポーラトランジスタQ1のベース端子とエミッタ端子との間の電位 V_{BE1} になる。また、抵抗R1の第2の端子の電位は、バイポーラトランジスタQ2のベース端子とエミッタ端子との間の電位 V_{BE2} になる。この場合、抵抗R1に流れる電流 I_D は、下式（1）のように表される。

$$[0054] \quad I_D = (V_{BE1} - V_{BE2}) / R_1 \\ = (kT / q * \ln(n)) / R_1 \quad \dots (1)$$

[0055] 上式（1）において、 R_1 は抵抗R1の抵抗値としている。また、上式（1）において、 k はボルツマン定数、 T は絶対温度、 q は電子の電荷である。また、上式（1）において、 $\ln(n)$ はバイポーラトランジスタQ1とバイポーラトランジスタQ2との比を表している。上式（1）において、バイポーラトランジスタQ1とバイポーラトランジスタQ2との比 $\ln(n)$ は、正の温度係数をもっている。

[0056] そして、図2に示した基準電圧生成部110では、上式（1）で表した電流 I_D が、電界効果トランジスタT1、電界効果トランジスタT2、電界効果トランジスタT3、および電界効果トランジスタT4によって、抵抗R2および抵抗R3にも流れる。このことから、抵抗R3の第1の端子の電位である温度検出電圧 V_t は、下式（2）のように表される。

$$[0057] \quad V_t = R_3 / R_1 * (kT / q * \ln(n)) \quad \dots (2)$$

[0058] 上式（２）において、 R_3 は抵抗 R_3 の抵抗値としている。上式（２）から、温度検出電圧 V_t は、正の温度係数を持ち、温度に依存する、つまり、温度によって変化する電圧となる。

[0059] 一方、抵抗 R_2 の第１の端子の電位であるリファレンス電圧 V_r は、抵抗 R_2 の第２の端子の電位が、バイポーラトランジスタ Q_3 のベース端子とエミッタ端子との間の電位 V_{BE3} になるため、下式（３）のように表される。

$$V_r = V_{BE3} + R_2 / R_1 * (k T / q * \ln(n)) \quad \dots (3)$$

[0061] 上式（３）において、 R_2 は抵抗 R_2 の抵抗値としている。上式（３）の右辺の第１項の電位 V_{BE3} は、負の温度係数をもっている。このため、温度検出電圧 V_t は、上式（３）において、負の温度係数をもつ右辺の第１項の電位 V_{BE3} と、正の温度係数をもつ右辺の第２項の $R_2 / R_1 * (k T / q * \ln(n))$ とで打消し合い、温度に依存しない、つまり、温度によって変化しない電圧となる。

[0062] なお、一般的に、抵抗も温度特性をもっている。このため、図２に示した基準電圧生成部１１０の構成では、出力する温度検出電圧 V_t やリファレンス電圧 V_r の電圧値が、抵抗の比によって定まる構成にすることによって、それぞれの抵抗の温度特性の影響を受けない構成にしている。より具体的には、温度検出電圧 V_t の電圧値は、上式（２）の右辺の抵抗値の比 R_3 / R_1 によって定まり、リファレンス電圧 V_r の電圧値は、上式（３）の右辺の第２項の抵抗値の比 R_2 / R_1 によって定まる構成にしている。

[0063] このような構成によって、図２に示した基準電圧生成部１１０では、電源 V_{DD} に基づいて、固体撮像素子１に備えたそれぞれの構成要素が動作するための、温度に応じて電圧値が変化しない（温度係数がほぼゼロである）リファレンス電圧 V_r と、固体撮像素子１（半導体基板）の温度を検出するための、温度に応じて電圧値が変化する（温度係数をもった）温度検出電圧 V_t とのそれぞれを生成して出力する。

[0064] なお、基準電圧生成部 110 の具体的な回路構成は、図 2 に示した基準電圧生成部 110 の回路構成に限定されるものではない。つまり、基準電圧生成部 110 の回路構成は、温度に応じて電圧値が変化しない（温度係数がほぼゼロである）リファレンス電圧 V_r と、温度に応じて電圧値が変化する（温度係数をもった）温度検出電圧 V_t とのそれぞれを生成して出力することができる構成であれば、いかなる回路構成であってもよい。

[0065] 次に、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えた出力回路 80 のより具体的な構成の一例について説明する。図 3 は、本発明の第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えた出力回路 80 の構成の一例を示した回路図である。図 3 に示した出力回路 80 は、2 つの論理否定回路 $INV1$ および論理否定回路 $INV2$ と、4 つのスイッチ $SW1 \sim SW4$ と、電流源 CS と、で構成されている。

[0066] 図 3 に示した出力回路 80 において、論理否定回路 $INV1$ の入力端子には、デジタル信号処理部 70 から出力されたシリアルデジタルデータが入力され、出力端子は、論理否定回路 $INV2$ の入力端子と、スイッチ $SW2$ の制御端子と、スイッチ $SW3$ の制御端子とに接続されている。論理否定回路 $INV2$ の出力端子は、スイッチ $SW1$ の制御端子と、スイッチ $SW4$ の制御端子とに接続されている。スイッチ $SW1$ の第 1 の端子と、スイッチ $SW3$ の第 1 の端子とは、電流源 CS の出力端子に接続されている。電流源 CS の入力端子は、電源 VDD に接続され、バイアス端子には、バイアス生成部 120 から出力されたバイアス電圧 V_b が入力されている。スイッチ $SW1$ の第 2 の端子は、スイッチ $SW2$ の第 1 の端子と接続され、出力回路 80 における差動信号の第 1 の出力端子（例えば、差動正信号の出力端子）となっている。スイッチ $SW3$ の第 2 の端子は、スイッチ $SW4$ の第 1 の端子と接続され、出力回路 80 における差動信号の第 2 の出力端子（例えば、差動負信号の出力端子）となっている。スイッチ $SW2$ の第 2 の端子と、スイッチ $SW4$ の第 2 の端子とは、接地されている。

[0067] このような構成によって、図 3 に示した出力回路 80 では、入力されたシ

リアルのデジタルデータを表す差動信号を、第1の出力端子と第2の出力端子とのそれぞれから出力する。より具体的には、出力回路80は、入力されたシリアルデジタルデータを表す差動信号（例えば、差動正信号）を第1の出力端子から出力し、入力されたシリアルデジタルデータのデジタル値を反転したデジタルデータを表す差動信号（例えば、差動負信号）を第2の出力端子から出力する。ここで、出力回路80が第1の出力端子と第2の出力端子とのそれぞれから出力する差動信号の電流値は、バイアス生成部120から出力されたバイアス電圧 V_b に応じて電流源CSによって定められた電流値である。つまり、出力回路80が出力するそれぞれの差動信号は、上述したように、温度が変動したときに起こるバイアス変動による電流値の変動を抑えた状態の差動信号である。そして、出力回路80が出力したそれぞれの差動信号は、対応するインターフェース部90、より具体的には、インターフェース部90において画素データ信号と温度データ信号との出力を兼用した出力端子を介して固体撮像素子1の外部に出力される。

[0068] なお、出力回路80の具体的な回路構成は、図3に示した出力回路80の回路構成に限定されるものではない。つまり、出力回路80の回路構成は、入力されたシリアルデジタルデータを、バイアス電圧 V_b によって定められる電流値の差動信号として出力することができる構成であれば、いかなる回路構成であってもよい。

[0069] 第1の実施形態によれば、入射した光量に応じた光電変換信号を出力する複数の画素を行列状に配置した画素アレイ部（画素アレイ部10）と、温度の変化に応じて変化する温度検出電圧（温度検出電圧 V_t ）と、温度の変化に依存しないリファレンス電圧（リファレンス電圧 V_r ）とを生成する基準電圧生成部（基準電圧生成部110）と、画素アレイ部10が出力した光電変換信号と、基準電圧生成部110が生成した温度検出電圧 V_t とのそれぞれを信号処理して読み出す読み出し部（カラムAD変換回路20、温度AD変換回路21、画素読み出し制御部30、水平読み出し制御部40、参照電圧生成部130）と、読み出し部で信号処理がされた光電変換信号と温度検

出電圧 V_t との双方を外部に出力する出力部（デジタル信号処理部 70、出力回路 80、インターフェース部 90）と、リファレンス電圧 V_r に基づいて生成したバイアス電圧（バイアス電圧 V_b ）を、読み出し部および出力部に供給するバイアス生成部（バイアス生成部 120）と、を備える固体撮像素子（固体撮像素子 1）が構成される。

[0070] また、第 1 の実施形態によれば、読み出し部は、入力されたアナログ信号（画素信号または温度検出電圧 V_t : 温度信号）をデジタル信号に変換して出力する AD 変換回路（カラム AD 変換回路 20 および温度 AD 変換回路 21）、を備える固体撮像素子 1 が構成される。

[0071] また、第 1 の実施形態によれば、画素アレイ部 10 からの光電変換信号の読み出しのタイミングと、読み出し部による信号処理および信号処理がされた光電変換信号と温度検出電圧 V_t の読み出しのタイミングとを制御するタイミングジェネレータ（タイミングジェネレータ 50）、を備える固体撮像素子 1 が構成される。

[0072] また、第 1 の実施形態によれば、タイミングジェネレータ 50 およびバイアス生成部 120 を制御するセンサ制御部（センサ制御部 60）、を備える固体撮像素子 1 が構成される。

[0073] 次に、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置について説明する。図 4 は、本発明の第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置の概略構成を示したブロック図である。図 4 に示した撮像装置 200 は、固体撮像素子 1 と、撮像制御部 210 と、露光制御装置 220 と、を備えている。

[0074] 露光制御装置 220 は、撮像制御部 210 からの制御に従って、固体撮像素子 1 に入射する光量を制御するための装置である。露光制御装置 220 は、例えば、撮像装置 200 がデジタル一眼レフカメラのシステムである場合、メカニカルシャッターや絞り装置などである。また、露光制御装置 220 は、例えば、撮像装置 200 が内視鏡装置のシステムである場合、LED (Light Emitting Diode) 光源などの光源装置である。な

お、露光制御装置 220 としては、固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 のシステムによって様々な構成の装置が考えられる。従って、本発明においては、露光制御装置 220 の構成に関して、特に規定しない。

[0075] 撮像制御部 210 は、撮像装置 200 において撮像を行う際に、固体撮像素子 1 と露光制御装置 220 とのそれぞれの設定や動作のタイミングなどの制御を行う制御部である。撮像制御部 210 は、固体撮像素子 1 が撮像して出力した画素データ信号や、固体撮像素子 1 が検出して出力した温度データ信号に基づいて、固体撮像素子 1 および露光制御装置 220 のそれぞれの設定や動作のタイミングなどを制御する。例えば、撮像制御部 210 は、撮像装置 200 において撮像を行う前に、固体撮像素子 1 に温度検出の動作を行わせるための制御信号を出力し、固体撮像素子 1 が検出した温度データ信号を取得する。そして、撮像制御部 210 は、取得した温度データ信号に基づいて、固体撮像素子 1 おける撮像方法を決定し、決定した撮像方法で撮像の動作を行わせるための制御信号を出力する。これにより、撮像制御部 210 は、固体撮像素子 1 が検出した温度が反映された画素データ信号を取得することができる。

[0076] ここで、撮像制御部 210 における固体撮像素子 1 の制御方法の一例について説明する。図 5 は、本発明の第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 における信号の読み出しタイミングの一例を示したタイミングチャートである。図 5 に示したタイミングチャートは、撮像装置 200 が、例えば、内視鏡装置のシステムである場合において、撮像制御部 210 が、固体撮像素子 1 に備えた画素アレイ部 10 に配置されたそれぞれの画素が入射した光を露光している露光期間中に温度データ信号を取得し、露光が終了した後に画素データ信号を取得する制御を周期的に行う場合の制御タイミングである。

[0077] 図 5 には、撮像制御部 210 が固体撮像素子 1 に光を露光させるための露光制御信号と、撮像制御部 210 が固体撮像素子 1 から画素データ信号と温度データ信号とのそれぞれを周期的に取得する際に基準とする垂直同期信号

V Dおよび水平同期信号H Dと、固体撮像素子1が画素データ信号と温度データ信号とのそれぞれを出力するインターフェース部90内の2つの出力端子（差動信号）とのそれぞれを示している。なお、図5に示したタイミングチャートには、1フレーム分の画素データ信号を取得する期間のそれぞれの信号を示している。

[0078] 図5に示したタイミングチャートでは、撮像制御部210は、垂直同期信号V Dが画素データ信号を読み出さない期間を表す“Low”レベルになると、つまり、垂直ブランキング期間になると、垂直同期信号V Dに同期した露光制御信号が“High”レベルの期間に、固体撮像素子1に光が入射するように、露光制御装置220を制御する。また、このとき、撮像制御部210は、例えば、I2Cシリアル通信によって、固体撮像素子1のインターフェース部90の2つの入力端子に、撮像を行うことを指示するコマンド信号（以下、「撮像コマンド」という）を出力する。これにより、固体撮像素子1では、インターフェース部90の入力端子および入力回路100を介して、撮像制御部210から出力された撮像コマンドが、センサ制御部60に入力される。センサ制御部60は、撮像制御部210から入力された撮像コマンドに応じて、露光の動作を行うことを表す制御信号を、タイミングジェネレータ50に出力する。これにより、タイミングジェネレータ50は、画素アレイ部10に配置されているそれぞれの画素による露光のタイミングを制御するための制御タイミング信号を、画素読み出し制御部30に出力する。これにより、画素読み出し制御部30は、画素アレイ部10に配置されているそれぞれの画素に露光制御信号を出力して、入射した光の露光を行わせる。

[0079] その後、撮像制御部210は、垂直同期信号V Dが画素データ信号を読み出す期間を表す“High”レベルになると、水平同期信号H Dに同期したタイミングでそれぞれの画素から出力された画素信号に応じた画素データ信号を画素アレイ部10の行ごとに読み出すことを指示するコマンド信号（以下、「画素読み出しコマンド」という）を、例えば、I2Cシリアル通信に

よって、固体撮像素子 1 のインターフェース部 90 の 2 つの入力端子に出力する。これにより、固体撮像素子 1 では、インターフェース部 90 の入力端子および入力回路 100 を介して、撮像制御部 210 から出力された画素読み出しコマンドが、センサ制御部 60 に入力される。センサ制御部 60 は、撮像制御部 210 から入力された画素読み出しコマンドに応じて、画素信号の読み出しの動作を行うことを表す制御信号を、タイミングジェネレータ 50 に出力する。これにより、タイミングジェネレータ 50 は、画素アレイ部 10 に配置されているそれぞれの画素から画素信号を読み出すタイミングを制御するための制御タイミング信号を、画素読み出し制御部 30 に出力する。これにより、画素読み出し制御部 30 は、画素アレイ部 10 に配置されているそれぞれの画素の行ごとに読み出し制御信号を出力して画素信号を出力させる。また、タイミングジェネレータ 50 は、それぞれの画素から出力された画素信号のアナログデジタル変換を開始するタイミングを制御するための制御タイミング信号を、参照電圧生成部 130 およびカラム AD 変換回路 20 のそれぞれに出力する。これにより、参照電圧生成部 130 は、参照電圧を出力し、カラム AD 変換回路 20 は、バイアス生成部 120 から出力されたバイアス電圧 V_b と、参照電圧生成部 130 から出力された参照電圧とに基づいて、対応する列の画素から出力された画素信号をアナログデジタル変換する。また、タイミングジェネレータ 50 は、カラム AD 変換回路 20 のそれぞれがアナログデジタル変換した画素データを読み出すタイミングを制御するための制御タイミング信号を、水平読み出し制御部 40 に出力する。これにより、水平読み出し制御部 40 は、それぞれのカラム AD 変換回路 20 がアナログデジタル変換した画素データを順次読み出して、デジタル信号処理部 70 に出力させる。また、タイミングジェネレータ 50 は、水平読み出し制御部 40 によって順次読み出された画素データ（パラレルのデジタルデータ）をデジタルデータ処理するタイミングを制御するための制御タイミング信号を、デジタル信号処理部 70 に出力する。これにより、デジタル信号処理部 70 は、順次入力された画素データに対してデジタルデータ処理

(シリアルライズ処理)を行った後のシリアルデジタルデータを、出力回路80に出力する。これにより、出力回路80は、デジタル信号処理部70から出力されたシリアルデジタルデータに対応する画素データ信号を、インターフェース部90の出力端子を介して、固体撮像素子1の外部の撮像制御部210に出力する。

[0080] また、図5に示したタイミングチャートでは、撮像制御部210は、垂直ブランキング期間になると、温度を検出することを指示するコマンド信号（以下、「温度読み出しコマンド」という）を、例えば、12Cシリアル通信によって、固体撮像素子1のインターフェース部90の2つの入力端子に出力する。これにより、固体撮像素子1では、インターフェース部90の入力端子および入力回路100を介して、撮像制御部210から出力された温度読み出しコマンドが、センサ制御部60に入力される。センサ制御部60は、撮像制御部210から入力された温度読み出しコマンドに応じて、温度検出の動作を行うことを表す制御信号を、タイミングジェネレータ50に出力する。これにより、タイミングジェネレータ50は、基準電圧生成部110が出力している温度検出電圧 V_t のアナログデジタル変換を開始するタイミングを制御するための制御タイミング信号を、参照電圧生成部130および温度AD変換回路21のそれぞれに出力する。これにより、参照電圧生成部130は、参照電圧を出力し、温度AD変換回路21は、バイアス生成部120から出力されたバイアス電圧 V_b と、参照電圧生成部130から出力された参照電圧とに基づいて、基準電圧生成部110から出力された温度検出電圧 V_t をアナログデジタル変換する。また、タイミングジェネレータ50は、温度AD変換回路21がアナログデジタル変換した温度データを読み出すタイミングを制御するための制御タイミング信号を、水平読み出し制御部40に出力する。これにより、水平読み出し制御部40は、温度AD変換回路21がアナログデジタル変換した温度データを読み出して、デジタル信号処理部70に出力させる。また、タイミングジェネレータ50は、水平読み出し制御部40によって読み出された温度データ（パラレルのデジタルデー

タ) をデジタルデータ処理するタイミングを制御するための制御タイミング信号を、デジタル信号処理部 70 に出力する。これにより、デジタル信号処理部 70 は、入力された温度データに対してデジタルデータ処理 (シリアルライズ処理) を行った後のシリアルデジタルデータを、出力回路 80 に出力する。これにより、出力回路 80 は、デジタル信号処理部 70 から出力されたシリアルデジタルデータに対応する温度データ信号を、インターフェース部 90 の出力端子を介して、固体撮像素子 1 の外部の撮像制御部 210 に出力する。

[0081] このような制御タイミングで固体撮像素子 1 の動作を制御することによって、撮像制御部 210 は、垂直同期信号 VD に同期した露光制御信号のタイミングで画素アレイ部 10 に配置されたそれぞれの画素に露光を行わせ、露光期間が終了した後の水平同期信号 HD に同期したタイミングから、それぞれの画素から出力された画素信号に応じた画素データ信号を画素アレイ部 10 の行ごとに読み出すように固体撮像素子 1 を制御する。また、撮像制御部 210 は、画素データ信号を読み出さない期間、図 5 に示したタイミングチャートでは、垂直同期信号 VD が画素データ信号を読み出さないことを表す垂直ブランキング期間に、温度検出電圧 V_t に基づいて検出した温度データ信号を読み出すように固体撮像素子 1 を制御する。これにより、撮像制御部 210 は、固体撮像素子 1 からの画素データ信号の取得に影響しない露光期間中に、固体撮像素子 1 において検出した温度データ信号を取得することができる。

[0082] なお、撮像制御部 210 は、垂直ブランキング期間中に、温度を検出することを表す温度読み出しコマンドを固体撮像素子 1 に複数回出力してもよい。この場合、撮像制御部 210 は、出力した温度読み出しコマンドの回数分の温度データ信号を取得することができ、すなわち、温度検出のサンプリング数を増やすことができ、固体撮像素子 1 の温度を、より高い精度で検出することができる。

[0083] なお、撮像制御部 210 は、固体撮像素子 1 に備えた画素アレイ部 10 に

配置されたそれぞれの画素の露光期間中に取得した温度データ信号は、露光が終了した後に取得した画素データ信号を固体撮像素子 1 の温度に応じて補正するために利用することもできるが、露光が終了した後に画素データ信号を取得する際に、固体撮像素子 1 の設定を変更するために利用することもできる。つまり、撮像制御部 210 は、それぞれの画素の露光期間中に取得した温度データ信号に基づいて、画素データ信号を出力する際の動作を制御するフィードバック制御に利用することもできる。より具体的には、撮像制御部 210 は、取得した温度データ信号に基づいてバイアス電圧 V_b の電圧値を決定し、決定した電圧値を設定することによって、カラム AD 変換回路 20 が画素信号を画素データにアナログデジタル変換する際の変換精度の安定化や、出力回路 80 が画素データを差動信号に変換して出力する際の出力能力の向上に利用することができる。

[0084] ここで、撮像制御部 210 における固体撮像素子 1 の制御方法の別の一例について説明する。図 6 は、本発明の第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 における信号の読み出しタイミングの別の一例を示したタイミングチャートである。図 6 に示したタイミングチャートは、図 5 に示したタイミングチャートと同様に、撮像装置 200 が、例えば、内視鏡装置のシステムである場合において、撮像制御部 210 が、固体撮像素子 1 に備えた画素アレイ部 10 に配置されたそれぞれの画素の露光期間中に温度データ信号を取得し、露光が終了した後に画素データ信号を取得する前に、取得した温度データ信号に基づいて、固体撮像素子 1 の設定を変更する場合の制御タイミングである。

[0085] 図 6 には、図 5 に示したタイミングチャートと同様に、撮像制御部 210 が固体撮像素子 1 に光を露光させるための露光制御信号と、撮像制御部 210 が固体撮像素子 1 から画素データ信号と温度データ信号とのそれぞれを周期的に取得する際に基準とする垂直同期信号 V_D および水平同期信号 H_D とのそれぞれを示している。また、図 6 には、インターフェース部 90 内の 2 つの出力端子と入力端子とのそれぞれを分けて示している。より具体的には

、固体撮像素子1が画素データ信号と温度データ信号とのそれぞれを出力するインターフェース部90内の2つの出力端子（差動信号）と、撮像制御部210が固体撮像素子1の設定を変更するために入力するインターフェース部90内の2つの入力端子（設定信号）とのそれぞれを示している。なお、図6に示したタイミングチャートにも、図5に示したタイミングチャートと同様に、1フレーム分の画素データ信号を取得する期間のそれぞれの信号を示している。

[0086] なお、図6に示したタイミングチャートにおいて、撮像制御部210による撮像の制御、つまり、固体撮像素子1に出力するそれぞれのコマンド信号（撮像コマンドおよび画素読み出しコマンド）と、それぞれのコマンド信号に応じた固体撮像素子1内のそれぞれの構成要素の動作は、図5に示したタイミングチャートにおいて説明した動作と同様である。従って、図6に示したタイミングチャートに示した撮像制御部210による撮像の制御に関する詳細な説明は省略する。なお、図6に示したタイミングチャートの全体の期間を考慮すると、撮像制御部210がインターフェース部90の2つの入力端子にそれぞれのコマンド信号を出力する期間は、非常に短い期間である。このため、図6に示したタイミングチャートには、撮像制御部210がインターフェース部90の2つの入力端子にそれぞれのコマンド信号を出力している期間は表されていない。また、図6に示したタイミングチャートにおいて、固体撮像素子1が画素データ信号を出力している間は、撮像制御部210が固体撮像素子1に対して何も制御しない、つまり、インターフェース部90の2つの入力端子に信号を出力しない未処理時間であるため、この未処理時間の期間を、アイドル（IDLE）期間として示している。

[0087] 図6に示したタイミングチャートでは、撮像制御部210は、垂直ブランキング期間になると、温度を検出することを指示する温度読み出しコマンドを、例えば、I2Cシリアル通信によって、固体撮像素子1のインターフェース部90の2つの入力端子に出力する。これにより、固体撮像素子1では、図5に示したタイミングチャートにおいて説明した動作と同様に動作し、

温度データ信号を、インターフェース部 90 の出力端子を介して撮像制御部 210 に出力する。なお、図 6 に示したタイミングチャートの全体の期間を考慮すると、撮像制御部 210 がインターフェース部 90 の 2 つの入力端子に温度読み出しコマンドを出力する期間は、非常に短い期間である。このため、図 6 に示したタイミングチャートには、撮像制御部 210 が温度読み出しコマンドを出力している期間も表されていない。また、図 6 に示したタイミングチャートにおいて、固体撮像素子 1 が温度データ信号を出力している間も、撮像制御部 210 が固体撮像素子 1 に対して何も制御しない未処理時間であるため、この未処理時間の期間を、アイドル (IDLE) 期間として示している。

[0088] また、図 6 に示したタイミングチャートでは、撮像制御部 210 は、出力した温度読み出しコマンドに応じた温度データ信号を取得した後、バイアス電圧 V_b の設定および設定値を表す設定信号を、例えば、12C シリアル通信によって、固体撮像素子 1 のインターフェース部 90 の 2 つの入力端子に出力する。これにより、固体撮像素子 1 では、インターフェース部 90 の入力端子および入力回路 100 を介して、撮像制御部 210 から出力された設定信号が、センサ制御部 60 に入力される。センサ制御部 60 は、撮像制御部 210 から入力された設定信号に基づいて、バイアス電圧 V_b の電圧値を設定する動作を行うことを表す制御信号を、バイアス生成部 120 に出力する。これにより、バイアス生成部 120 は、基準電圧生成部 110 から出力されたリファレンス電圧 V_r に基づいて生成するバイアス電圧 V_b の電圧値を、センサ制御部 60 から出力された設定値に変更する。そして、バイアス生成部 120 は、以降、変更した設定値に応じた電圧値のバイアス電圧 V_b を生成して、カラム AD 変換回路 20 と、温度 AD 変換回路 21 と、出力回路 80 と、参照電圧生成部 130 とのそれぞれに出力する。これにより、カラム AD 変換回路 20 と、温度 AD 変換回路 21 と、出力回路 80 と、参照電圧生成部 130 とのそれぞれは、バイアス生成部 120 から出力された変更された電圧値のバイアス電圧 V_b に基づいて、図 5 に示したタイミングチ

ャートにおいて説明した動作と同様に動作する。つまり、カラムAD変換回路20と、温度AD変換回路21と、出力回路80と、参照電圧生成部130とのそれぞれは、撮像制御部210から設定された電圧値のバイアス電圧Vbに基づいて、撮像制御部210からの制御に応じた撮像や温度検出の動作を行い、画素データ信号や温度データ信号を、インターフェース部90の出力端子を介して、固体撮像素子1の外部の撮像制御部210に出力する。

[0089] このような制御タイミングで固体撮像素子1の動作を制御することによって、撮像制御部210は、固体撮像素子1から画素データ信号を取得する前に、画素アレイ部10に配置されたそれぞれの画素の露光期間中の温度データ信号を取得する。そして、撮像制御部210は、取得した温度データ信号に基づいて、バイアス電圧Vbの電圧値を変更して固体撮像素子1が画素データ信号や温度データ信号を出力する際の動作を制御するフィードバック制御を行う。これにより、撮像制御部210は、フィードバック制御したバイアス電圧Vbに基づいた画素データ信号や温度データ信号、つまり、固体撮像素子1の温度に影響されていない画素データ信号や温度データ信号を取得することができる。

[0090] 例えば、固体撮像素子1の温度が高温である場合には、それぞれの回路要素を構成する抵抗の抵抗値が変化することによって、出力する信号の波形の鈍りや、クロック信号のジッタが増加することが考えられる。特に、固体撮像素子1では、それぞれのAD変換回路がアナログデジタル変換して出力したパラレルのデジタルデータをシリアルなデジタルデータにシリアルライズ処理して出力するため、出力する画素データ信号や温度データ信号の周波数が高く、信号波形の鈍りやジッタの増加によって、撮像制御部210が画素データ信号や温度データ信号を取得する際のビットエラーレートが増加することが考えられる。しかしながら、撮像装置200では、撮像制御部210が、固体撮像素子1に画素データ信号を取得する制御（画素読み出しコマンド）を行う前に取得した温度データ信号に基づいて、固体撮像素子1の温度を確認し、バイアス電圧Vbの電圧値を設定することによって、出力回路80

における信号の出力能力を高めることができる。これにより、固体撮像素子 1 が画素データ信号や温度データ信号を出力する際のビットエラーレートの増加を抑えることができる。さらに、固体撮像素子 1 では、上述したように、より広い温度の範囲で、温度検出電圧 V_t の電圧値が表す固体撮像素子 1 の温度を正確に表した温度データ信号を外部に出力することができる。このため、撮像制御部 210 は、より広い温度の範囲でバイアス電圧 V_b の電圧値を設定することができ、より広い温度の範囲に対応した画素データ信号や温度データ信号を取得することができる。

[0091] 第 1 の実施形態によれば、固体撮像素子（固体撮像素子 1）と、固体撮像素子 1 に入射する光量を制御する露光制御装置（露光制御装置 220）と、露光制御装置 220 と固体撮像素子 1 とを制御するための制御信号を出力する撮像制御部（撮像制御部 210）と、を備え、固体撮像素子 1 は、撮像制御部 210 から出力された制御信号がセンサ制御部（センサ制御部 60）に入力される、撮像装置（撮像装置 200）が構成される。

[0092] このように、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 では、撮像制御部 210 が、固体撮像素子 1 の動作を制御することによって、固体撮像素子 1 の温度の影響が少ない、つまり、温度に対する依存の度合いが少ない状態の温度データ信号を取得する。これにより、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 では、撮像制御部 210 が画素データ信号を取得する際に、固体撮像素子 1 の温度の影響がさらに少ない、つまり、温度に対する依存の度合いさらに少ない状態に固体撮像素子 1 を設定することができる。

[0093] なお、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 では、撮像装置 200 に備えた撮像制御部 210 が、固体撮像素子 1 から取得した温度データ信号に基づいてバイアス電圧 V_b の電圧値を変更することによって、以降に取得する画素データ信号や温度データ信号に対してフィードバック制御を行う構成について説明した。つまり、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 では、固体撮像素子 1 の外部の撮像制御部 2

10によって、固体撮像素子1が出力する画素データ信号や温度データ信号に対してフィードバック制御を行う構成について説明した。しかし、固体撮像素子1が検出した温度データ信号に基づいてフィードバック制御を行う構成は、固体撮像素子1の外部の構成要素（撮像装置200では、撮像制御部210）が行う構成に限定されるものではない。例えば、固体撮像素子が、自身が検出した温度データ信号に基づいてフィードバック制御を行う構成であってもよい。

[0094] （第2の実施形態）

次に、第2の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置について説明する。図7は、本発明の第2の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置の概略構成を示したブロック図である。図7に示した撮像装置300は、固体撮像素子3と、撮像制御部310と、露光制御装置220と、を備えている。また、固体撮像素子3は、画素アレイ部10と、複数のカラムAD変換回路20と、温度AD変換回路21と、画素読み出し制御部30と、水平読み出し制御部40と、タイミングジェネレータ50と、センサ制御部360と、デジタル信号処理部370と、出力回路80と、インターフェース部90と、入力回路100と、基準電圧生成部110と、バイアス生成部120と、参照電圧生成部130と、温度フィードバック（feedback：FB）部340と、を備えている。

[0095] なお、図7に示した固体撮像素子3およびの撮像装置300の構成要素には、図1に示した第1の実施形態の固体撮像素子1および図4に示した第1の実施形態の固体撮像素子1を搭載した撮像装置200の構成要素と同様の構成要素も含まれている。従って、固体撮像素子3およびの撮像装置300の構成要素において、第1の実施形態の固体撮像素子1およびの撮像装置200の構成要素と同様の構成要素には、同一の符号を付与し、それぞれの構成要素に関する詳細な説明は省略する。

[0096] 固体撮像素子3は、第1の実施形態の固体撮像素子1内に温度フィードバック部340を備え、第1の実施形態の固体撮像素子1を搭載した撮像装置

２００において撮像制御部２１０が行っていた温度データ信号に基づいたフィードバック制御を、温度フィードバック部３４０が行う構成の固体撮像素子である。つまり、固体撮像素子３は、検出した温度データ信号に基づいたフィードバック制御を、固体撮像素子３自身で行う構成の固体撮像素子である。

[0097] このため、固体撮像素子３では、第１の実施形態の固体撮像素子１に備えたセンサ制御部６０がセンサ制御部３６０に、デジタル信号処理部７０がデジタル信号処理部３７０にそれぞれ代わっている。また、撮像装置３００では、第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００に備えた撮像制御部２１０が、撮像制御部３１０に代わっている。

[0098] 撮像制御部３１０は、第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００に備えた撮像制御部２１０と同様に、撮像装置３００において撮像を行う際に、固体撮像素子３と露光制御装置２２０とのそれぞれの設定や動作のタイミングなどの制御を行う。ただし、撮像制御部３１０は、固体撮像素子３が検出した温度データ信号に基づいたフィードバック制御を行わない。なお、撮像制御部３１０における固体撮像素子３のその他の制御方法は、第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００に備えた撮像制御部２１０と同様である。従って、撮像制御部３１０における固体撮像素子３の制御方法に関する詳細な説明は省略する。

[0099] なお、上述したように、撮像制御部３１０は、固体撮像素子３が検出した温度データ信号に基づいたフィードバック制御を行わない。このため、撮像制御部３１０は、固体撮像素子３から温度データ信号を読み出すことを指示するコマンド信号を出力しないような制御を行ってもよい。つまり、撮像制御部３１０は、撮像コマンドおよび画素読み出しコマンドのみを固体撮像素子３に出力する制御を行ってもよい。ただし、温度データ信号に基づいて露光制御装置２２０を制御する場合には、フィードバック制御を行わない場合でも、第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００に備えた撮像制御部２１０と同様に、固体撮像素子３から温度データ信号を取得し、

取得した温度データ信号に基づいて、露光制御装置 220 の設定や動作のタイミングなどを制御する。

[0100] デジタル信号処理部 370 は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えたデジタル信号処理部 70 と同様に、タイミングジェネレータ 50 から出力された制御タイミング信号に従って、カラム AD 変換回路 20 および温度 AD 変換回路 21 のそれぞれから順次出力されたデジタルデータ（画素データおよび温度データ）に対してデジタルデータ処理とを行う。なお、デジタル信号処理部 370 が行うデジタルデータ処理は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えたデジタル信号処理部 70 と同様である。従って、デジタル信号処理部 370 におけるデジタルデータ処理に関する詳細な説明は省略する。ただし、デジタル信号処理部 370 では、デジタルデータ処理を行った後の温度データ（シリアルなデジタルデータ）は、出力回路 80 と温度フィードバック部 340 との両方に出力する。なお、デジタル信号処理部 370 は、温度 AD 変換回路 21 から出力された温度データ（パラレルなデジタルデータ）に対してデジタルデータ処理を行わずに、温度フィードバック部 340 に出力する構成であってもよい。

[0101] 温度フィードバック部 340 は、デジタル信号処理部 370 から出力された温度データに基づいて、バイアス電圧 V_b の電圧値を決定する。なお、温度フィードバック部 340 におけるバイアス電圧 V_b の電圧値の決定方法は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 に備えた撮像制御部 210 におけるフィードバック制御と同様の方法である。温度フィードバック部 340 は、決定したバイアス電圧 V_b の電圧値を表すフィードバック信号を、センサ制御部 360 に出力する。ここで、温度フィードバック部 340 が出力するフィードバック制御は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 において温度データ信号に基づいたフィードバック制御を行う際に撮像制御部 210 が固体撮像素子 1 に出力する、バイアス電圧 V_b の設定および設定値を表す設定信号に相当する。

[0102] なお、温度フィードバック部 340 は、バイアス電圧 V_b の電圧値を決定

する処理を行うか否かを選択する、つまり、温度フィードバック部 340 の機能を停止するか否かを選択する機能を備えていてもよい。この温度フィードバック部 340 の機能を停止するか否かを選択は、例えば、固体撮像素子 3 の外部から入力された信号に応じたセンサ制御部 360 からの制御信号によって制御される。

[0103] センサ制御部 360 は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えたセンサ制御部 60 と同様に、固体撮像素子 3 の外部から入力された信号に応じて、固体撮像素子 3 の全体の動作を制御する。より具体的には、センサ制御部 360 は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えたセンサ制御部 60 と同様に、固体撮像素子 3 に備えたタイミングジェネレータ 50 とバイアス生成部 120 とのそれぞれの動作を制御するための制御信号を出力する。ただし、センサ制御部 360 は、温度フィードバック部 340 から出力されたフィードバック信号が表すバイアス電圧 V_b の電圧値の設定値に基づいて、バイアス生成部 120 の動作を制御するための制御信号を出力する。なお、センサ制御部 360 における固体撮像素子 3 に備えたそれぞれの構成要素に対するその他の制御方法は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えたセンサ制御部 60 と同様である。従って、センサ制御部 360 におけるそれぞれの構成要素の制御方法に関する詳細な説明は省略する。

[0104] なお、センサ制御部 360 は、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 に備えたセンサ制御部 60 と同様に、固体撮像素子 3 の外部から入力された設定信号に応じて、バイアス生成部 120 が生成するバイアス電圧 V_b の電圧値を制御する機能を備えていてもよい。この場合、バイアス生成部 120 が生成するバイアス電圧 V_b の電圧値を、温度フィードバック部 340 から出力されたフィードバック信号に基づいて制御するか、固体撮像素子 3 の外部から入力された設定信号に応じて制御するかを切り替える機能を備えていてもよい。

[0105] なお、固体撮像素子 3 が自身で行うフィードバック制御は、図 6 に示した第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 における信号の

読み出しタイミングにおいて、撮像制御部 210 がバイアス電圧 V_b の設定および設定値を表す設定信号を固体撮像素子 1 に入力するタイミングと同様のタイミングで行う。つまり、図 6 に示した信号の読み出しタイミングにおけるインターフェース部 90 内の 2 つの入力端子（設定信号）のタイミングを、固体撮像素子 3 が自身で行うフィードバック制御の制御タイミングとして考えることによって容易に理解することができる。従って、固体撮像素子 3 におけるフィードバック制御の制御タイミングに関する詳細な説明は省略する。

[0106] 第 2 の実施形態によれば、温度検出電圧（温度検出電圧 V_t ）の電圧値に基づいて、タイミングジェネレータ（タイミングジェネレータ 50）およびバイアス生成部（バイアス生成部 120）の設定を変更するためのフィードバック信号をセンサ制御部（センサ制御部 360）に出力する温度フィードバック部（温度フィードバック部 340）、を備える固体撮像素子（固体撮像素子 3）が構成される。

[0107] このような構成によって、第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 でも、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 と同様に、固体撮像素子 3 の温度の影響が少ない、つまり、温度に対する依存の度合い少ない状態の画素データ信号を出力することができる。また、第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 でも、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 と同様に、固体撮像素子 3 の温度の影響が少ない（温度に対する依存の度合い少ない）状態の温度データ信号を出力することができる。つまり、第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 でも、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 と同様に、固体撮像素子 3 の温度が大きく変動した場合でも、温度検出電圧 V_t の電圧値によって表される固体撮像素子 3（半導体基板）の温度を正確に表した温度データ信号を出力することができる。

[0108] また、第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 は、検出した温度データに基づいてバイアス電圧 V_b の電圧値を決定する温度フィードバック部 340 を備える。これにより、第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 では、検出した温度データ信号に基づいたフィードバック制御を、固体撮像素子 3 自身で行うことが

できる。このことにより、固体撮像素子 3 では、固体撮像素子 3 の温度の影響を少なくした、つまり、温度に対する依存の度合いを少なくした状態の画素データ信号を出力することができる。

[0109] これにより、第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 を搭載した撮像装置 300 でも、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 を搭載した撮像装置 200 と同様の効果を得ることができる。

[0110] なお、第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 では、温度フィードバック部 340 が、デジタル信号処理部 370 から出力された温度データ（シリアルデジタルデータ）に基づいてバイアス電圧 V_b の電圧値を決定する構成について説明した。しかし、温度フィードバック部 340 は、温度 AD 変換回路 21 がアナログデジタル変換した温度データ（パラレルデジタルデータ）に基づいてバイアス電圧 V_b の電圧値を決定する構成であってもよい。

[0111] なお、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 および第 2 の実施形態の固体撮像素子 3 では、インターフェース部 90 を構成する端子が、信号の入力または出力のいずれか一方に対応する端子、つまり、入力端子または出力端子である構成について説明した。しかし、固体撮像素子 1 や固体撮像素子 3 の小型化、つまり、固体撮像素子を形成する半導体基板のサイズ（投影面積）の小型化を図るために、インターフェース部 90 を構成する端子の数を少なくしてもよい。

[0112] （第 3 の実施形態）

次に、第 3 の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置について説明する。図 8 は、本発明の第 3 の実施形態の固体撮像素子を搭載した撮像装置の概略構成を示したブロック図である。図 8 に示した撮像装置 400 は、固体撮像素子 4 と、撮像制御部 410 と、露光制御装置 220 と、を備えている。また、固体撮像素子 4 は、画素アレイ部 10 と、複数のカラム AD 変換回路 20 と、温度 AD 変換回路 21 と、画素読み出し制御部 30 と、水平読み出し制御部 40 と、タイミングジェネレータ 450 と、センサ制御部 60 と、デジタル信号処理部 70 と、出力回路 80 と、インターフェース部 490

と、入力回路１００と、基準電圧生成部１１０と、バイアス生成部１２０と、参照電圧生成部１３０と、を備えている。

[0113] なお、図８に示した固体撮像素子４およびの撮像装置４００の構成要素には、図１に示した第１の実施形態の固体撮像素子１および図４に示した第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００の構成要素と同様の構成要素も含まれている。従って、固体撮像素子４およびの撮像装置４００の構成要素において、第１の実施形態の固体撮像素子１およびの撮像装置２００の構成要素と同様の構成要素には、同一の符号を付与し、それぞれの構成要素に関する詳細な説明は省略する。

[0114] 固体撮像素子４は、図１に示した第１の実施形態の固体撮像素子１に備えたインターフェース部９０を構成する端子の数を少なくした構成の固体撮像素子である。つまり、固体撮像素子４は、第１の実施形態の固体撮像素子１の小型化を図った固体撮像素子である。

[0115] このため、固体撮像素子４では、第１の実施形態の固体撮像素子１に備えたタイミングジェネレータ５０がタイミングジェネレータ４５０に、インターフェース部９０がインターフェース部４９０にそれぞれ代わっている。また、撮像装置４００では、第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００に備えた撮像制御部２１０が、撮像制御部４１０に代わっている。

[0116] 撮像制御部４１０は、第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００に備えた撮像制御部２１０と同様に、撮像装置４００において撮像を行う際に、固体撮像素子４と露光制御装置２２０とのそれぞれの設定や動作のタイミングなどの制御を行う。ただし、撮像制御部４１０は、固体撮像素子４と接続する信号線が双方向の信号線となっている。なお、撮像制御部４１０が固体撮像素子４との間でやり取りする信号の方式は、第１の実施形態の固体撮像素子１を搭載した撮像装置２００に備えた撮像制御部２１０と同様である。より具体的には、撮像制御部４１０は、例えば、ＬＶＤＳ方式の差動信号で画素データ信号および温度データ信号の入力を受け取り、１２

Cシリアル通信によって固体撮像素子4の動作を制御するためのコマンド信号や設定信号などを出力する。また、撮像制御部410における固体撮像素子4の制御方法は、第1の実施形態の固体撮像素子1を搭載した撮像装置200に備えた撮像制御部210と同様である。従って、撮像制御部410における固体撮像素子4の制御方法に関する詳細な説明は省略する。

[0117] タイミングジェネレータ450は、第1の実施形態の固体撮像素子1に備えたタイミングジェネレータ50と同様に、センサ制御部60からの制御に応じて、固体撮像素子4に備えたそれぞれの構成要素が動作するタイミングを制御する制御タイミング信号を生成し、生成した制御タイミング信号を、固体撮像素子4に備えたそれぞれの構成要素に出力する。より具体的には、タイミングジェネレータ450は、第1の実施形態の固体撮像素子1に備えたタイミングジェネレータ50と同様に、固体撮像素子4に備えたカラムAD変換回路20と、温度AD変換回路21と、画素読み出し制御部30と、水平読み出し制御部40と、デジタル信号処理部70と、参照電圧生成部130とのそれぞれが動作するタイミングを制御する制御タイミング信号を生成して出力する。なお、タイミングジェネレータ450が、カラムAD変換回路20と、温度AD変換回路21と、画素読み出し制御部30と、水平読み出し制御部40と、デジタル信号処理部70と、参照電圧生成部130とのそれぞれに出力する制御タイミング信号は、第1の実施形態の固体撮像素子1に備えたタイミングジェネレータ50と同様である。従って、タイミングジェネレータ450が出力する制御タイミング信号に関する詳細な説明は省略する。

[0118] また、タイミングジェネレータ450は、第1の実施形態の固体撮像素子1に備えたタイミングジェネレータ50が出力する制御タイミング信号に加えて、インターフェース部490のそれぞれの端子を入力端子とする入力モードで動作させるか、出力端子とする出力モードで動作させるかを切り替えるためのインターフェース切り替え信号IFSを、インターフェース部490のそれぞれの端子に出力する。

[0119] より具体的には、タイミングジェネレータ450は、出力回路80が画素データ信号または温度データ信号を固体撮像素子4の外部に出力させるときに、インターフェース切り替え信号IFSを、インターフェース部490のそれぞれの端子を出力モードで動作させることを表す状態にする。また、タイミングジェネレータ450は、出力回路80が画素データ信号または温度データ信号を固体撮像素子4の外部に出力させるとき以外のときに、インターフェース切り替え信号IFSを、インターフェース部490のそれぞれの端子を入力モードで動作させることを表す状態にする。これにより、固体撮像素子4が画素データ信号または温度データ信号を出力する以外の期間は、インターフェース部490に備えたそれぞれの端子を、外部に備えた撮像制御部410が固体撮像素子4の動作を制御するためのコマンド信号や設定信号などの入力を受け取る状態にする。

[0120] インターフェース部490は、第1の実施形態の固体撮像素子1に備えたインターフェース部90と同様に、固体撮像素子4と外部とを接続するための端子である。インターフェース部490を構成する端子は、入出力端子、つまり、双方向端子である。インターフェース部490を構成する端子は、タイミングジェネレータ450から出力されたインターフェース切り替え信号IFSによって、入力端子または出力端子のいずれか一方の機能の端子として動作するように制御される。固体撮像素子4では、出力回路80が出力する差動信号のそれぞれ（画素データ信号および温度データ信号）を外部に出力するための2つの出力端子と、外部からの信号を固体撮像素子4に入力するための2つの入力端子を共有にすることによって、固体撮像素子4を形成する半導体基板のサイズ（投影面積）を、第1の実施形態の固体撮像素子1よりも小型化している。

[0121] ここで、固体撮像素子4に備えたインターフェース部490の入出力の切り替え、つまり、入力モードと出力モードとの切り替えタイミングの一例について説明する。図9は、本発明の第3の実施形態の固体撮像素子4における信号の切り替えタイミングの一例を示したタイミングチャートである。図

9には、図6に示した第1の実施形態の固体撮像素子1を搭載した撮像装置200におけるフィードバック制御と同様に、固体撮像素子4を搭載した撮像装置400が、例えば、内視鏡装置のシステムである場合において、撮像制御部410がフィードバック制御を行う場合の制御タイミングの一例を示している。

[0122] 図9に示したタイミングチャートにおいても、図6に示したタイミングチャートと同様に、撮像制御部410が、固体撮像素子4に備えた画素アレイ部10に配置されたそれぞれの画素の露光期間中に温度データ信号を取得し、露光が終了した後に画素データ信号を取得する前に、取得した温度データ信号に基づいて、固体撮像素子4の設定を変更するフィードバック制御を行う。

[0123] 図9には、図6に示したタイミングチャートと同様に、撮像制御部410が固体撮像素子4に光を露光させるための露光制御信号と、撮像制御部410が固体撮像素子4から画素データ信号と温度データ信号とのそれぞれを周期的に取得する際に基準とする垂直同期信号VDおよび水平同期信号HDとのそれぞれを示している。また、図9には、インターフェース部490内の2つの入出力端子の信号と、タイミングジェネレータ450が出力するインターフェース切り替え信号IFSとのそれぞれを示している。なお、図9においては、インターフェース切り替え信号IFSが“High”レベルときを出力モードとし、インターフェース切り替え信号IFSが“Low”レベルときを入力モードとして示している。

[0124] なお、図9に示したタイミングチャートにおいて、撮像制御部410による撮像の制御、つまり、固体撮像素子4に出力するそれぞれのコマンド信号（撮像コマンドおよび画素読み出しコマンド）と、それぞれのコマンド信号に応じた固体撮像素子4内のそれぞれの構成要素の動作は、図6に示したタイミングチャートにおいて説明した動作と同様である。また、図9に示したタイミングチャートにおいて、撮像制御部410が、取得した温度データ信号に基づいて、バイアス電圧Vbの電圧値を変更して固体撮像素子4が画素

データ信号や温度データ信号を出力する際の動作を制御するフィードバック制御の動作も、図6に示したタイミングチャートにおいて説明した動作と同様である。従って、図9に示したタイミングチャートに示した撮像制御部410による撮像の制御およびフィードバック制御に関する詳細な説明は省略する。なお、図9に示したタイミングチャートにおいても、図6に示したタイミングチャートと同様に、全体の期間を考慮した場合に撮像制御部410がインターフェース部490の2つの入出力端子が入力モードであるときにそれぞれのコマンド信号を出力する期間は、非常に短い期間である。このため、図9に示したタイミングチャートにおいても、図6に示したタイミングチャートと同様に、撮像制御部410がインターフェース部490の2つの入出力端子が入力モードであるときにそれぞれのコマンド信号を出力している期間は表されていない。

- [0125] 図9に示したタイミングチャートでは、撮像制御部410は、垂直ブランキング期間になると、温度を検出することを指示する温度読み出しコマンドを、例えば、I2Cシリアル通信によって、固体撮像素子4のインターフェース部490の2つの入出力端子が入力モードであるときに出力する。これにより、固体撮像素子4では、タイミングジェネレータ450が、インターフェース切り替え信号IFSを出力モードで動作させることを表す状態（“High”レベル）にする。これにより、インターフェース部490のそれぞれの入出力端子は、出力端子として動作し、固体撮像素子4に備えたそれぞれの構成要素は、図6に示したタイミングチャートにおいて説明した動作と同様に動作して、温度データ信号を、インターフェース部490の入出力端子を介して撮像制御部410に出力する。なお、図9に示したタイミングチャートにおいても、図6に示したタイミングチャートと同様に、全体の期間を考慮した場合に撮像制御部410がインターフェース部490の2つの入出力端子が入力モードであるときに温度読み出しコマンドを出力する期間は、非常に短い期間である。このため、図9に示したタイミングチャートにおいても、図6に示したタイミングチャートと同様に、撮像制御部410が

インターフェース部490の2つの入出力端子が入力モードであるときに温度読み出しコマンドを出力している期間も表されていない。

[0126] また、図9に示したタイミングチャートでは、固体撮像素子4は、撮像制御部410からの温度読み出しコマンドに応じた温度データ信号の出力が終了すると、タイミングジェネレータ450が、インターフェース切り替え信号IFSを入力モードで動作させることを表す状態（“Low”レベル）にする。これにより、インターフェース部490のそれぞれの入出力端子は、入力端子として動作する。そして、図9に示したタイミングチャートでは、撮像制御部410は、出力した温度読み出しコマンドに応じた温度データ信号を取得した後、バイアス電圧Vbの設定および設定値を表す設定信号を、例えば、I2Cシリアル通信によって、固体撮像素子4のインターフェース部490の2つの入出力端子に出力する。これにより、固体撮像素子4では、インターフェース部490の入出力端子および入力回路100を介して、撮像制御部410から出力された設定信号が、センサ制御部60に入力される。これにより、固体撮像素子4に備えたそれぞれの構成要素は、図6に示したタイミングチャートにおいて説明した動作と同様に動作して、バイアス電圧Vbの電圧値を、撮像制御部410によって設定された設定値の電圧値に変更し、以降、変更された電圧値のバイアス電圧Vbに基づいて動作する。

[0127] その後、撮像制御部410は、垂直同期信号VDが画素データ信号を読み出す期間（“High”レベル）になると、水平同期信号HDに同期したタイミングで画素アレイ部10から行ごとに画素データ信号を読み出すことを指示する画素読み出しコマンドを、例えば、I2Cシリアル通信によって、固体撮像素子4のインターフェース部490の2つの入出力端子（入力モード）に出力する。これにより、固体撮像素子4では、タイミングジェネレータ450が、インターフェース切り替え信号IFSを出力モードで動作させることを表す状態（“High”レベル）にする。これにより、インターフェース部490のそれぞれの入出力端子は、出力端子として動作する。そ

して、固体撮像素子4に備えたそれぞれの構成要素は、図6に示したタイミングチャートにおいて説明した動作と同様に動作して、画素データ信号を、インターフェース部490の入出力端子を介して撮像制御部410に出力する。なお、図9に示したタイミングチャートにおいても、図6に示したタイミングチャートと同様に、全体の期間を考慮した場合に撮像制御部410がインターフェース部490の2つの入出力端子が入力モードであるときに画素読み出しコマンドを出力する期間は、非常に短い期間である。このため、図9に示したタイミングチャートにおいても、図6に示したタイミングチャートと同様に、撮像制御部410がインターフェース部490の2つの入出力端子が入力モードであるときに画素読み出しコマンドを出力している期間も表されていない。

[0128] このような切り替えタイミングで固体撮像素子4は、撮像制御部410から入力されたコマンド信号や設定信号に応じた動作をする。これにより、撮像制御部410は、固体撮像素子4から画素データ信号を取得する前に、画素アレイ部10に配置されたそれぞれの画素の露光期間中の温度データ信号を取得して、バイアス電圧 V_b の電圧値を変更するフィードバック制御を行う。これにより、撮像制御部410は、図6に示した第1の実施形態の固体撮像素子1を搭載した撮像装置200におけるフィードバック制御と同様に、フィードバック制御したバイアス電圧 V_b に基づいた画素データ信号や温度データ信号、つまり、固体撮像素子4の温度に影響されていない画素データ信号や温度データ信号を取得することができる。

[0129] 第3の実施形態によれば、出力部（デジタル信号処理部70、出力回路80、インターフェース部490）は、光電変換信号と温度検出電圧（温度検出電圧 V_t ）との双方を外部へ出力する出力モードと、外部からの信号をセンサ制御部（センサ制御部60）に入力する入力モードと、を切り換え可能なインターフェース部（インターフェース部490）、を備える固体撮像素子（固体撮像素子4）が構成される。

[0130] また、第3の実施形態によれば、センサ制御部60は、インターフェース

部 4 9 0 における出力モードと入力モードとの切り替えを、温度検出電圧 V_t の出力が終了した後で、光電変換信号の出力を開始する前に行うように、タイミングジェネレータ（タイミングジェネレータ 4 5 0）を制御する固体撮像素子 4 が構成される。

[0131] また、第 3 の実施形態によれば、固体撮像素子 4 と、固体撮像素子 4 に入射する光量を制御する露光制御装置（露光制御装置 2 2 0）と、露光制御装置 2 2 0 と固体撮像素子 4 とを制御するための制御信号を出力する撮像制御部（撮像制御部 4 1 0）と、を備え、固体撮像素子 4 は、入力モードにおいて、撮像制御部 4 1 0 から出力された制御信号がセンサ制御部（センサ制御部 6 0）に入力される、撮像装置（撮像装置 4 0 0）が構成される。

[0132] このような構成によって、第 3 の実施形態の固体撮像素子 4 でも、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 と同様に、固体撮像素子 4 の温度の影響が少ない、つまり、温度に対する依存の度合い少ない状態の画素データ信号を出力することができる。また、第 3 の実施形態の固体撮像素子 4 でも、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 と同様に、固体撮像素子 4 の温度の影響が少ない（温度に対する依存の度合い少ない）状態の温度データ信号を出力することができる。つまり、第 3 の実施形態の固体撮像素子 4 でも、第 1 の実施形態の固体撮像素子 1 と同様に、固体撮像素子 4 の温度が大きく変動した場合でも、温度検出電圧 V_t の電圧値によって表される固体撮像素子 4（半導体基板）の温度を正確に表した温度データ信号を出力することができる。

[0133] また、第 3 の実施形態の固体撮像素子 4 は、インターフェース部 4 9 0 に備える端子を入出力端子とし、タイミングジェネレータ 4 5 0 が、入出力端子を入力端子として動作させるか、出力端子として動作させるかを切り替える。より具体的には、第 3 の実施形態の固体撮像素子 4 では、タイミングジェネレータ 4 5 0 が、画素データ信号または温度データ信号を出力するときのみインターフェース部 4 9 0 に備えたそれぞれの入出力端子を出力端子として動作させる出力モードにし、それ以外ではインターフェース部 4 9 0 に備えたそれぞれの入出力端子を入力端子として動作させる入力モードにする

。これにより、第3の実施形態の固体撮像素子4では、インターフェース部490に備える入出力端子の数を少なくして、固体撮像素子4の小型化を図ることができる。

[0134] これにより、第3の実施形態の固体撮像素子4を搭載した撮像装置400でも、第1の実施形態の固体撮像素子1を搭載した撮像装置200と同様の効果を得ることができる。例えば、第3の実施形態の固体撮像素子4を搭載した撮像装置400でも、撮像制御部410が、固体撮像素子4の動作を制御することによって、第1の実施形態の固体撮像素子1を搭載した撮像装置200と同様に、画素データ信号や温度データ信号に対してフィードバック制御を行うことができる。

[0135] なお、第3の実施形態では、図1に示した第1の実施形態の固体撮像素子1に備えたインターフェース部90を構成する端子の数を少なくした構成の固体撮像素子4を示した。しかし、第2の実施形態の固体撮像素子3に備えたインターフェース部90を構成する端子の数を少なくする、つまり、第2の実施形態の固体撮像素子3の小型化を図ることもできる。この場合の構成や動作は、第3の実施形態において説明した第1の実施形態の固体撮像素子1の小型化を図った場合と同様に考えることができる。従って、第2の実施形態の固体撮像素子3の小型化を図った場合の構成や動作に関する詳細な説明は省略する。

[0136] 上記に述べたように、本発明の各実施形態によれば、固体撮像素子の温度に依存しない（固体撮像素子の温度に影響されない）、温度係数がほぼゼロの電圧値であるリファレンス電圧と、固体撮像素子の温度に応じて変化する（温度に応じた温度係数をもった）電圧値の温度検出電圧とを生成する基準電圧生成部を備える。そして、本発明の各実施形態では、基準電圧生成部が生成したリファレンス電圧に基づいて生成したバイアス電圧に基づいて、固体撮像素子に備えたカラムAD変換回路、出力回路、および参照電圧生成部（アナログ系の構成要素）のそれぞれが動作する。これにより、本発明の各実施形態では、固体撮像素子の温度の影響が少ない、つまり、温度に対する

依存の度合い少ない状態で、画素の信号を出力することができる。

[0137] また、本発明の各実施形態では、基準電圧生成部が生成した温度検出電圧を温度信号としてアナログデジタル変換する温度AD変換回路を備える。これにより、本発明の各実施形態では、基準電圧生成部が生成した温度検出電圧の電圧値に基づいて、固体撮像素子の温度を検出することができる。しかも、本発明の各実施形態では、温度AD変換回路も、基準電圧生成部が生成したリファレンス電圧から生成したバイアス電圧および参照電圧に基づいて動作する。これにより、本発明の各実施形態では、固体撮像素子の温度が大きく変動した場合でも、広い温度の範囲で固体撮像素子の温度を検出し、温度に対する依存の度合い少ない、つまり、固体撮像素子の温度の影響が少ない状態で、温度検出電圧の電圧値によって表される固体撮像素子（半導体基板）の温度を正確に表した温度の信号を出力することができる。

[0138] このことにより、本発明の各実施形態では、固体撮像素子を搭載した撮像装置において、固体撮像素子の温度の影響が少ない、つまり、温度に対する依存の度合い少ない状態の温度の信号を取得することができる。そして、本発明の各実施形態では、取得した温度の信号に基づいて、画素の信号を出力する際の固体撮像素子の動作を制御するフィードバック制御を行う。より具体的には、本発明の各実施形態では、リファレンス電圧から生成するバイアス電圧の電圧値に、取得した温度の信号の情報をフィードバックする。これにより、本発明の各実施形態では、カラムAD変換回路や温度AD変換回路におけるアナログデジタル変換の変換精度の安定化、出力回路が信号を出力する際の出力能力の向上など、固体撮像素子内のアナログ系の構成要素を、固体撮像素子の温度に影響が少ない状態で動作させることができる。

[0139] なお、本発明における具体的な構成は、本発明の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲においての種々の変更も含まれる。例えば、本発明の各実施形態においては、固体撮像素子に、アナログ系の構成要素としてAD変換回路を備えた構成を示した。しかし、固体撮像素子に備えるアナログ系の構成要素としては、他にも、画素アレイ部10に

配置された対応する列の画素から出力された画素信号（アナログ信号）のノイズを抑圧する相関二重サンプリング（Correlated Double Sampling：CDS）処理を行うカラム信号処理部などもある。このようなアナログ系の構成要素においても、基準電圧生成部が生成したリファレンス電圧から生成される電圧で動作させることによって、固体撮像素子の温度に影響が少ない状態で動作させることができ、特性の安定化を図ることができる。また、本発明の各実施形態においては、固体撮像素子と、撮像制御部と、露光制御装置とを備えた撮像装置の構成を示したが、撮像装置に備える具体的な構成要素は、本発明の各実施形態に限定されるものではない。

[0140] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態およびその変形例に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更をすることができる。

また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0141] 上記各実施形態によれば、広い温度の範囲で検出した正確な温度を表す温度の信号を、画素の信号と共有の回路要素から出力することができる固体撮像素子およびこの固体撮像素子を用いた撮像装置を提供することができる。

符号の説明

[0142] 1、3、4 固体撮像素子

10 画素アレイ部

20 カラムAD変換回路（読み出し部、AD変換回路）

21 温度AD変換回路（読み出し部、AD変換回路）

30 画素読み出し制御部（読み出し部）

40 水平読み出し制御部（読み出し部）

50、450 タイミングジェネレータ

60、360 センサ制御部

- 7 0, 3 7 0 デジタル信号処理部（出力部）
- 8 0 出力回路（出力部）
- 9 0, 4 9 0 インターフェース部（出力部, インターフェース部）
- 1 0 0 入力回路
- 1 1 0 基準電圧生成部
- 1 2 0 バイアス生成部
- 1 3 0 参照電圧生成部（読み出し部）
- 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 撮像装置
- 2 1 0, 3 1 0, 4 1 0 撮像制御部
- 2 2 0 露光制御装置
- 3 4 0 温度フィードバック部

請求の範囲

- [請求項1] 入射した光量に応じた光電変換信号を出力する複数の画素を行列状に配置した画素アレイ部と、
- 温度の変化に応じて変化する温度検出電圧と、温度の変化に依存しないリファレンス電圧とを生成する基準電圧生成部と、
- 前記画素アレイ部が出力した前記光電変換信号と、前記基準電圧生成部が生成した前記温度検出電圧とのそれぞれを信号処理して読み出す読み出し部と、
- 前記読み出し部で前記信号処理がされた前記光電変換信号と前記温度検出電圧との双方を外部に出力する出力部と、
- 前記リファレンス電圧に基づいて生成したバイアス電圧を、前記読み出し部および前記出力部に供給するバイアス生成部と、
- を備える固体撮像素子。
- [請求項2] 前記読み出し部は、
- 入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換して出力するA/D変換回路、
- を備える、
- 請求項1に記載の固体撮像素子。
- [請求項3] 前記画素アレイ部からの前記光電変換信号の読み出しのタイミングと、前記読み出し部による前記信号処理および前記信号処理がされた前記光電変換信号と前記温度検出電圧の読み出しのタイミングとを制御するタイミングジェネレータ、
- を備える、
- 請求項1または請求項2に記載の固体撮像素子。
- [請求項4] 前記タイミングジェネレータおよび前記バイアス生成部を制御するセンサ制御部、
- を備える、
- 請求項3に記載の固体撮像素子。

- [請求項5] 前記温度検出電圧の電圧値に基づいて、前記タイミングジェネレータおよび前記バイアス生成部の設定を変更するためのフィードバック信号を前記センサ制御部に出力する温度フィードバック部、
を備える、
請求項4に記載の固体撮像素子。
- [請求項6] 前記出力部は、
前記光電変換信号と前記温度検出電圧との双方を外部へ出力する出力モードと、外部からの信号を前記センサ制御部に入力する入力モードと、を切り換え可能なインターフェース部、
を備える、
請求項4に記載の固体撮像素子。
- [請求項7] 前記センサ制御部は、
前記インターフェース部における前記出力モードと前記入力モードとの切り替えを、前記温度検出電圧の出力が終了した後で、前記光電変換信号の出力を開始する前に行うように、前記タイミングジェネレータを制御する、
請求項6に記載の固体撮像素子。
- [請求項8] 請求項4に記載の固体撮像素子と、
前記固体撮像素子に入射する光量を制御する露光制御装置と、
前記露光制御装置と前記固体撮像素子とを制御するための制御信号を出力する撮像制御部と、
を備え、
前記固体撮像素子は、
前記撮像制御部から出力された前記制御信号が前記センサ制御部に入力される、
撮像装置。
- [請求項9] 請求項6または請求項7に記載の固体撮像素子と、
前記固体撮像素子に入射する光量を制御する露光制御装置と、

前記露光制御装置と前記固体撮像素子とを制御するための制御信号
を出力する撮像制御部と、
を備え、
前記固体撮像素子は、
前記入力モードにおいて、
前記撮像制御部から出力された前記制御信号が前記センサ制御部に
入力される、
撮像装置。

補正された請求の範囲
[2017年4月24日(24.04.2017)国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 入射した光量に応じた光電変換信号を出力する複数の画素を行列状に配置した画素アレイ部と、
温度の変化に応じて変化する温度検出電圧と、温度の変化に依存しないリファレンス電圧とを生成する基準電圧生成部と、
前記画素アレイ部が出力した前記光電変換信号と、前記基準電圧生成部が生成した前記温度検出電圧とのそれぞれを信号処理して読み出す読み出し部と、
前記読み出し部で前記信号処理がされた前記光電変換信号と前記温度検出電圧との双方を外部に出力する出力部と、
前記リファレンス電圧に基づいて生成したバイアス電圧を、前記読み出し部および前記出力部の双方に供給するバイアス生成部と、
を備える固体撮像素子。
- [請求項2] (補正後) 前記読み出し部は、
入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換して出力するAD変換回路、
を備え、
前記出力部は、
前記デジタル信号をシリアル化しつつ差動信号として出力する、
請求項1に記載の固体撮像素子。
- [請求項3] 前記画素アレイ部からの前記光電変換信号の読み出しのタイミングと、前記読み出し部による前記信号処理および前記信号処理がされた前記光電変換信号と前記温度検出電圧の読み出しのタイミングとを制御するタイミングジェネレータ、
を備える、
請求項1または請求項2に記載の固体撮像素子。
- [請求項4] 前記タイミングジェネレータおよび前記バイアス生成部を制御するセンサ制御部、

を備える、

請求項 3 に記載の固体撮像素子。

[請求項5]

前記温度検出電圧の電圧値に基づいて、前記タイミングジェネレータおよび前記バイアス生成部の設定を変更するためのフィードバック信号を前記センサ制御部に出力する温度フィードバック部、

を備える、

請求項 4 に記載の固体撮像素子。

[請求項6]

前記出力部は、

前記光電変換信号と前記温度検出電圧との双方を外部へ出力する出力モードと、外部からの信号を前記センサ制御部に入力する入力モードと、を切り換え可能なインターフェース部、

を備える、

請求項 4 に記載の固体撮像素子。

[請求項7]

前記センサ制御部は、

前記インターフェース部における前記出力モードと前記入力モードとの切り替えを、前記温度検出電圧の出力が終了した後で、前記光電変換信号の出力を開始する前に行うように、前記タイミングジェネレータを制御する、

請求項 6 に記載の固体撮像素子。

[請求項8]

請求項 4 に記載の固体撮像素子と、

前記固体撮像素子に入射する光量を制御する露光制御装置と、

前記露光制御装置と前記固体撮像素子とを制御するための制御信号を出力する撮像制御部と、

を備え、

前記固体撮像素子は、

前記撮像制御部から出力された前記制御信号が前記センサ制御部に入力される、

撮像装置。

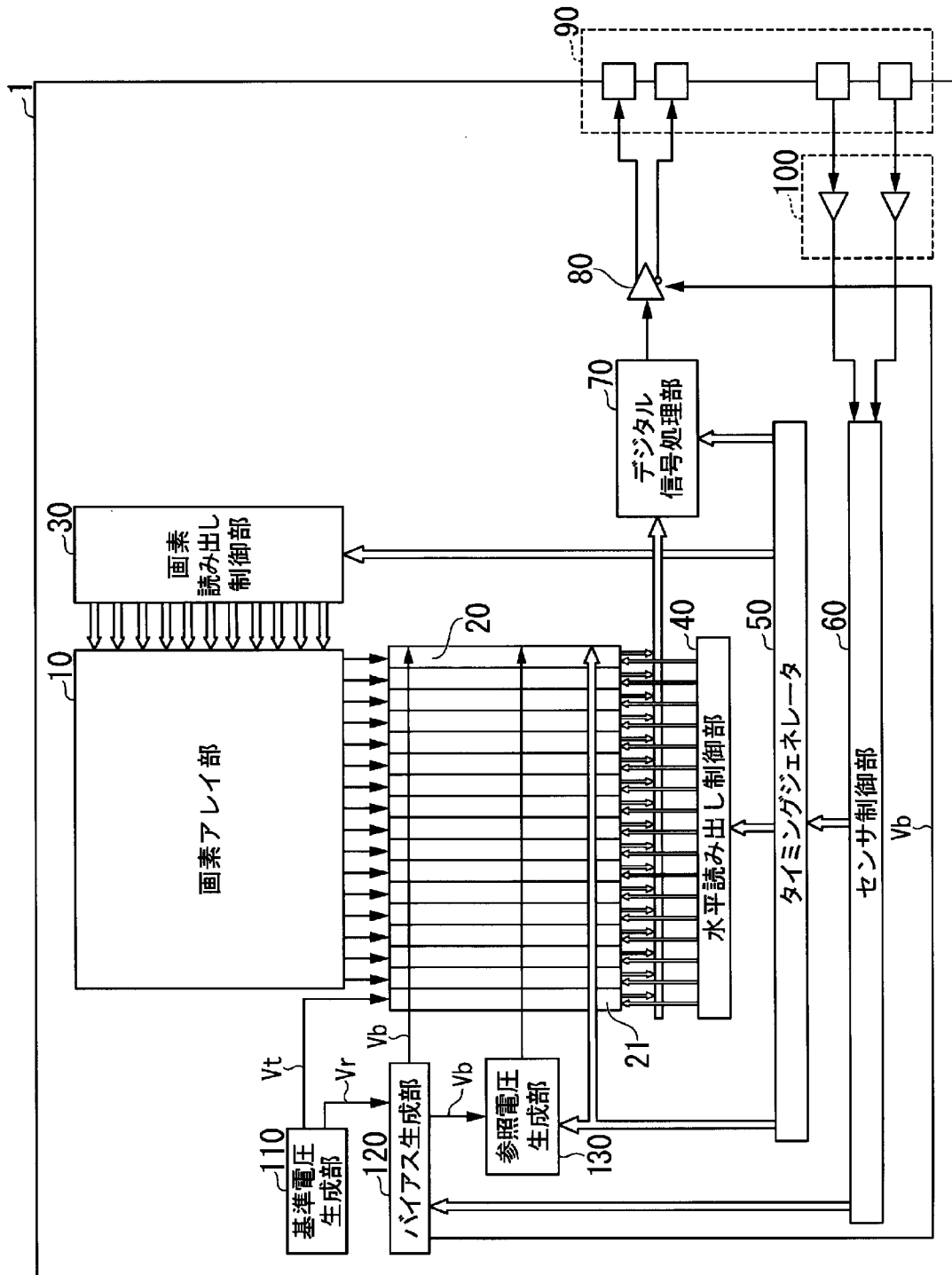
[請求項9] 請求項6または請求項7に記載の固体撮像素子と、
 前記固体撮像素子に入射する光量を制御する露光制御装置と、
 前記露光制御装置と前記固体撮像素子とを制御するための制御信号
 を出力する撮像制御部と、
 を備え、
 前記固体撮像素子は、
 前記入力モードにおいて、
 前記撮像制御部から出力された前記制御信号が前記センサ制御部に
 入力される、
 撮像装置。

条約第19条(1)に基づく説明書

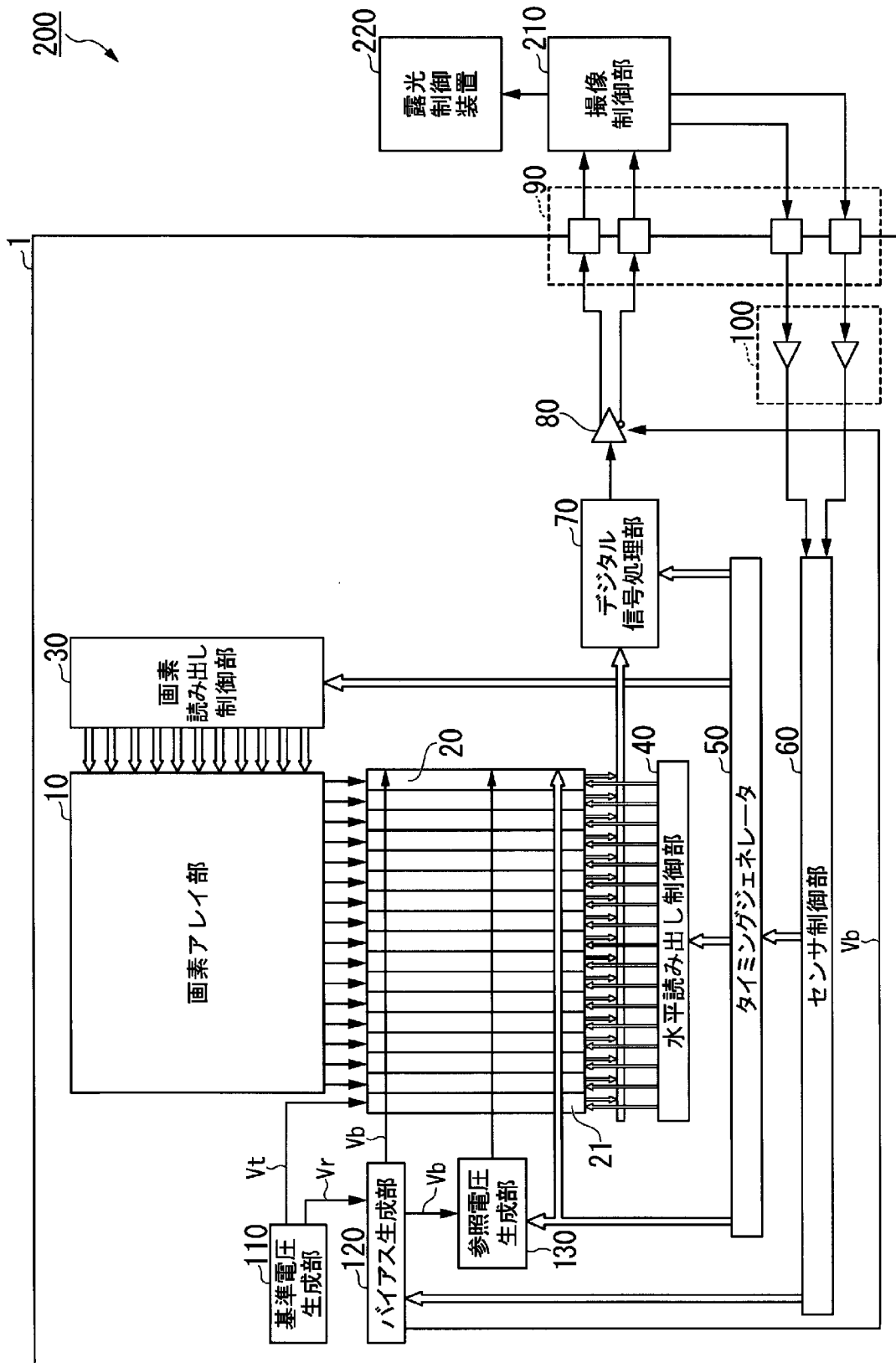
請求項1において、段落[0025]、図1、図4、図7、および図8に基づいて、バイアス生成部が出力するバイアス電圧の出力先を記載する補正を行った。より具体的には、バイアス生成部は、「前記リファレンス電圧に基づいて生成したバイアス電圧を、前記読み出し部および前記出力部の双方に供給する」という記載に補正を行った。

請求項2において、段落[0037]などに基づいて、出力部が出力する信号の方式を記載する補正を行った。より具体的には、「前記出力部は、前記デジタル信号をシリアル化しつつ差動信号として出力する、」という記載を追加する補正を行った。

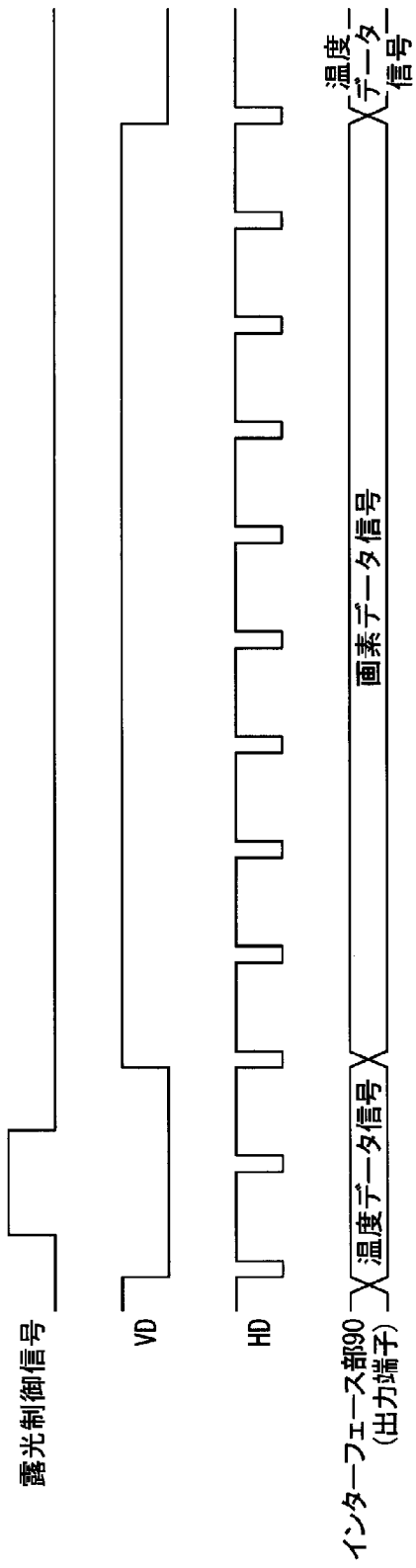
[図1]



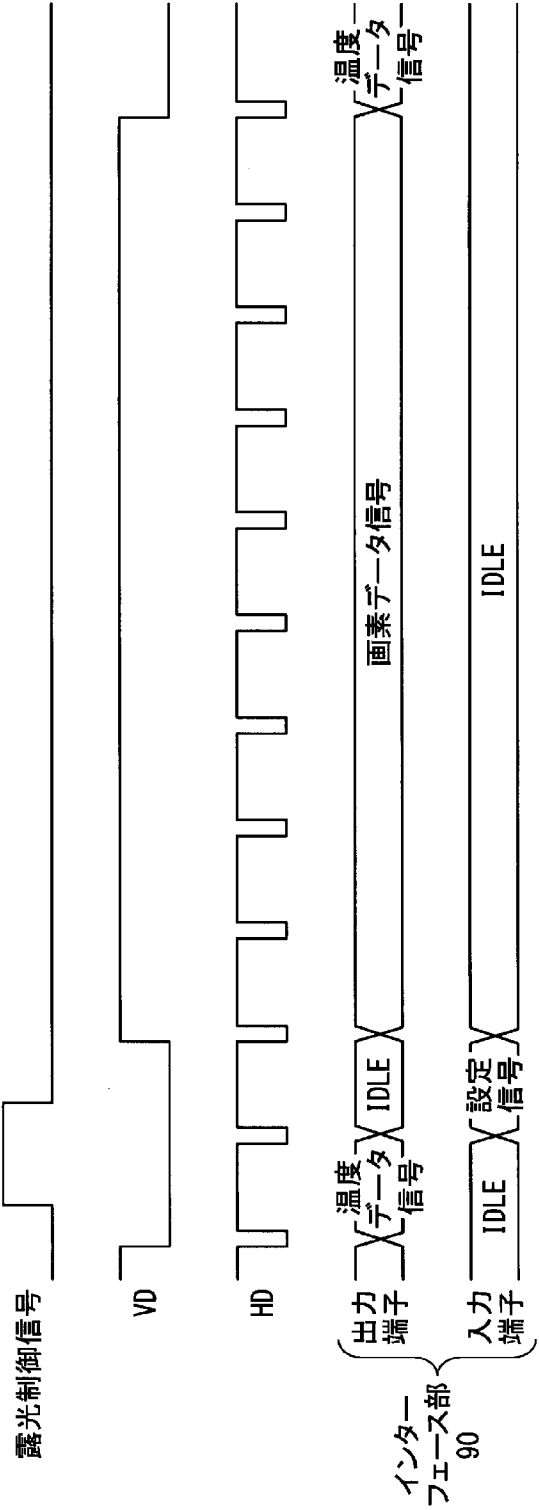
[図4]



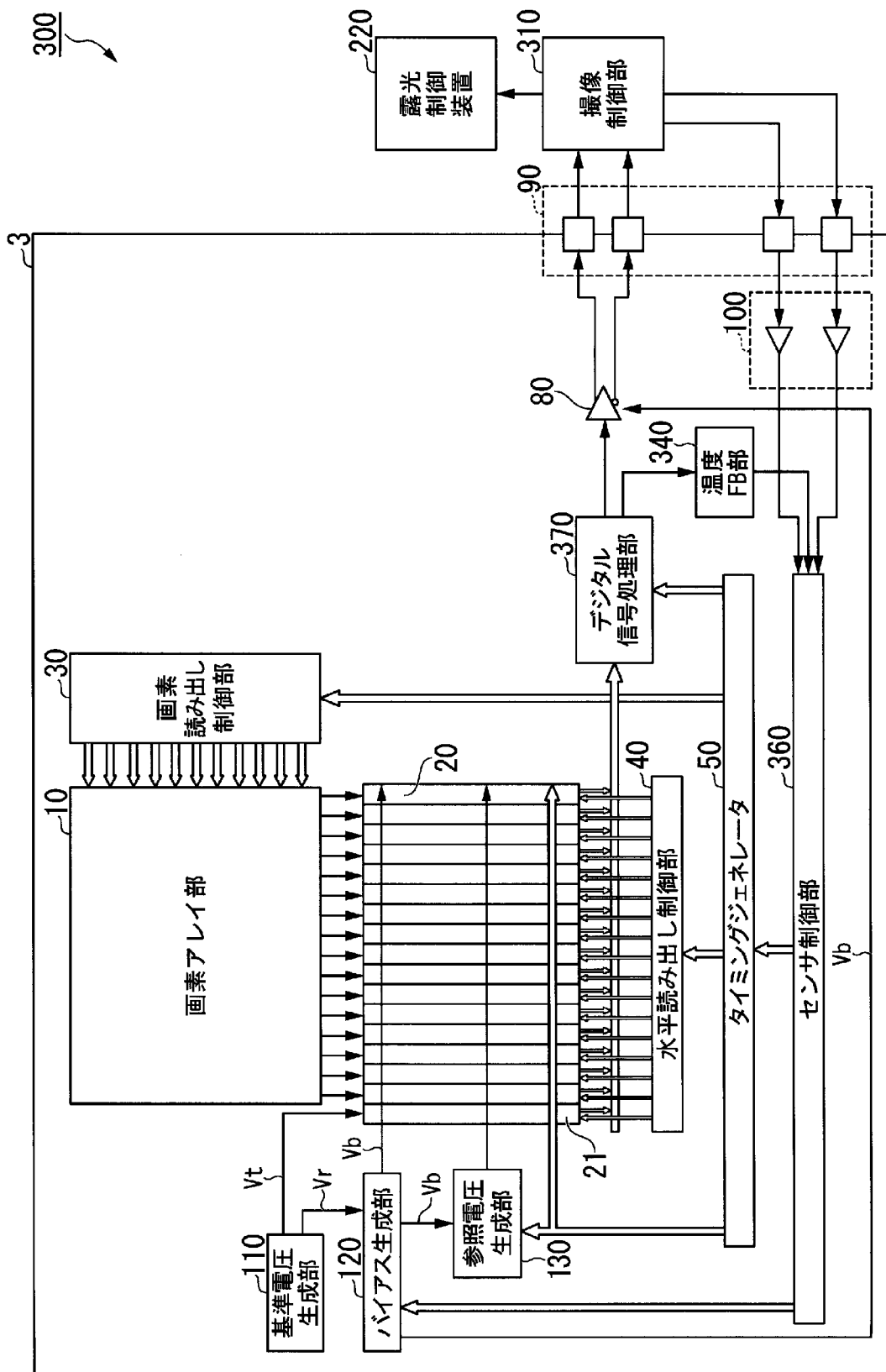
[図5]



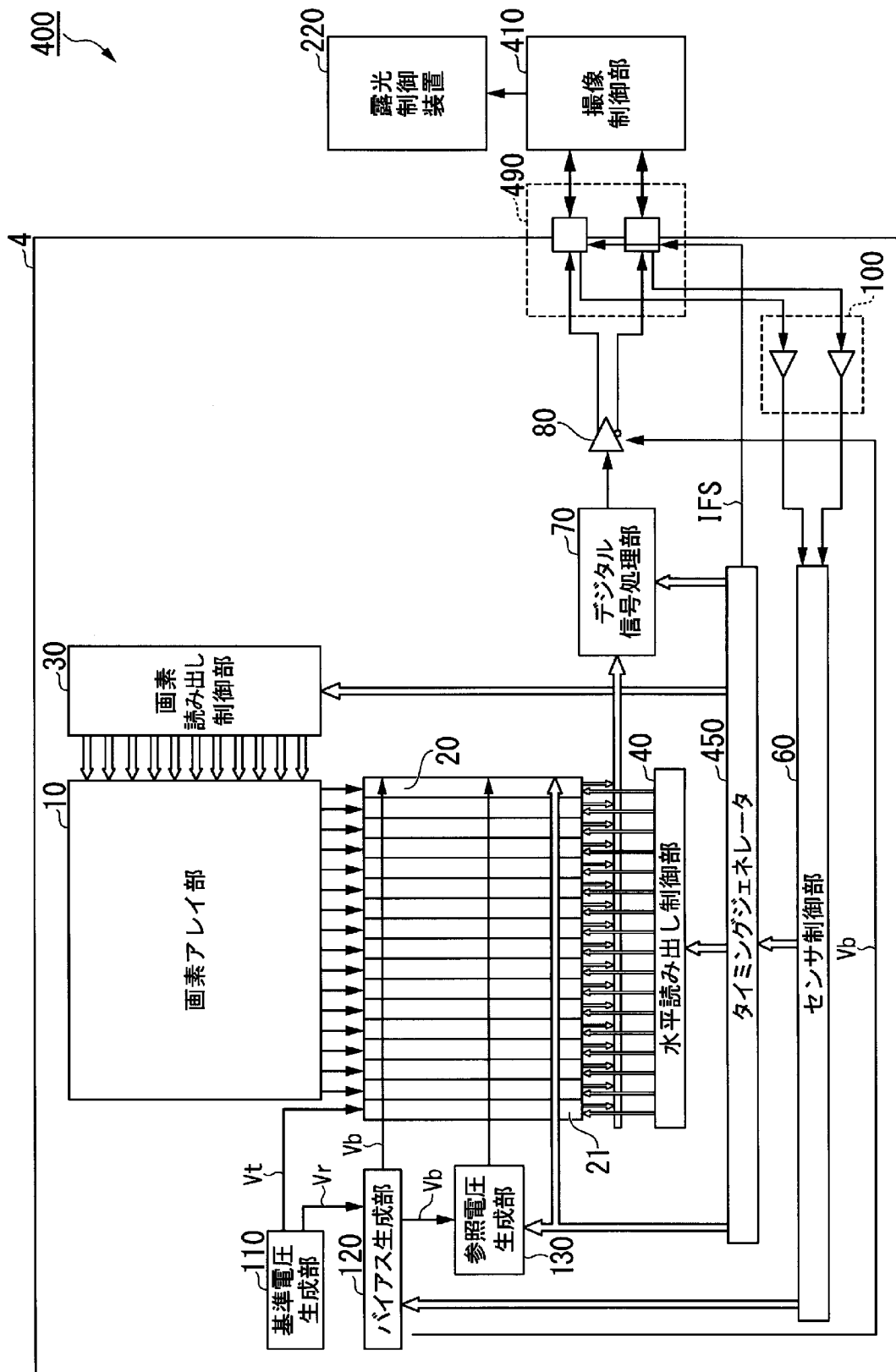
[図6]



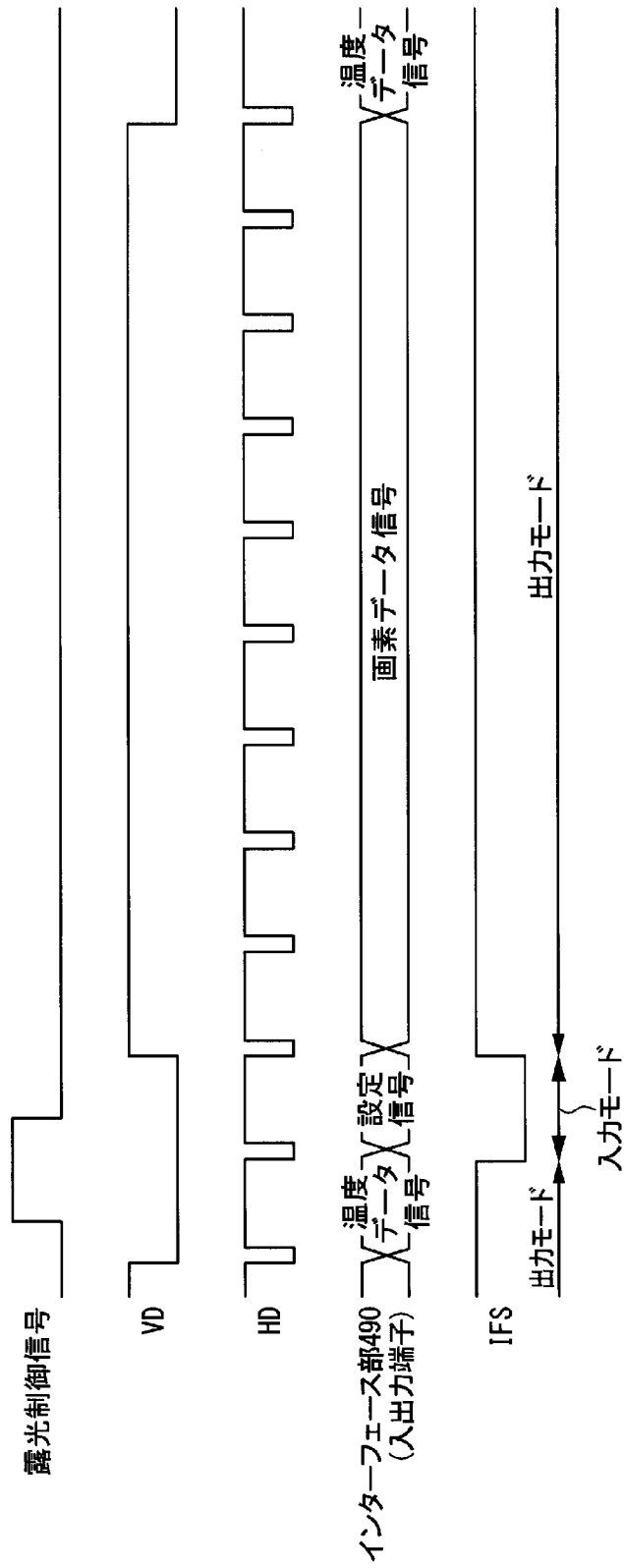
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/369(2011.01)i, H01L27/146(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)

H04N5/369, H01L27/146

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 2011-188224 A (Sony Corp.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraphs [0001] to [0186]; fig. 2 & US 2011/0221931 A1 paragraphs [0001] to [0209]; fig. 2	1-4, 8 5, 6, 9
Y	JP 2007-306508 A (Fujifilm Corp.), 22 November 2007 (22.11.2007), paragraphs [0001] to [0056] (Family: none)	5, 6, 9
A	JP 2012-151664 A (Toshiba Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0001] to [0072]; fig. 2 & US 2012/0182450 A1 paragraphs [0001] to [0095]; fig. 2	1-9

☒ 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
01 December 2016 (01.12.16)

Date of mailing of the international search report
13 December 2016 (13.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084263

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/132393 A1 (Konica Minolta, Inc.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0001] to [0155] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/369(2011.01)i, H01L27/146(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 (IPC))

Int.Cl. H04N5/369, H01L27/146

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y	JP 2011-188224 A (ソニー株式会社) 2011.09.22, 段落 [0001]-[0186]、図2 & US 2011/0221931 A1, 段落[0001]-[0209]、 図2	1-4, 8 5, 6, 9
Y	JP 2007-306508 A (富士フイルム株式会社) 2007.11.22, 段落 [0001]-[0056] (ファミリーなし)	5, 6, 9
A	JP 2012-151664 A (株式会社東芝) 2012.08.09, 段落[0001]-[0072]、 図2 & US 2012/0182450 A1, 段落[0001]-[0095]、図2	1-9

☒ 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

01.12.2016

国際調査報告の発送日

13.12.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

松永 隆志

5 V

4228

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C (続き) . 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	WO 2011/132393 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2011. 10. 27, 段落 [0001]-[0155] (ファミリーなし)	1-9