

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-23331  
(P2008-23331A)

(43) 公開日 平成20年2月7日(2008.2.7)

(51) Int.Cl.  
A61B 6/03 (2006.01)

F I  
A61B 6/03 340Z

テーマコード(参考)  
4C093

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-179150 (P2007-179150)  
(22) 出願日 平成19年7月9日(2007.7.9)  
(31) 優先権主張番号 11/458, 713  
(32) 優先日 平成18年7月20日(2006.7.20)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390041542  
ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
GENERAL ELECTRIC CO  
MPANY  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
クタデイ、リバーロード、1番  
(74) 代理人 100093908  
弁理士 松本 研一  
(74) 代理人 100105588  
弁理士 小倉 博  
(74) 代理人 100129779  
弁理士 黒川 俊久  
(74) 代理人 100137545  
弁理士 荒川 聡志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イメージング・システム用の適応型データ取得

(57) 【要約】

【課題】 CTシステムのようなイメージング・システムのデータ取得回路において、広範囲のエネルギー入力条件にわたって撮像データ取得回路の性能を改善する。

【解決手段】 適応型データ取得回路(26)が、検出器に入射したエネルギーにตอบสนองして検出器(12)によって発生される電気パルスを増幅する増幅器(14)を含んでいる。この適応型データ取得回路はまた、増幅器によって発生される増幅された電気パルスを計数する計数回路(28)を含んでいる。加えて、適応型データ取得回路は、パルス・レート、及び増幅された電気パルスに存在するエネルギーの量を示すパルス・パラメータを決定して、データ取得回路(26)の動作パラメータを制御するためにパルス・パラメータにตอบสนองして制御信号(34)を発生するデジタル論理回路(30)を含んでいる。

【選択図】 図2

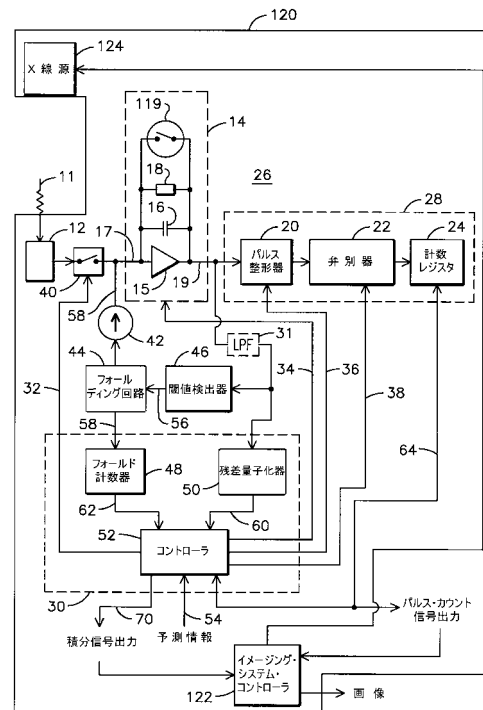


FIG. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

検出器（12）に入射するエネルギーに応答して前記検出器（12）により発生される電気パルスを増幅する増幅器（14）と、

該増幅器（14）により発生される増幅された電気パルスを計数する計数回路（28）と、

パルス・レート、及び前記増幅された電気パルスに存在するエネルギー量を示すパルス・パラメータを決定して、当該データ取得回路（26）の動作パラメータを制御するために前記パルス・パラメータに응答して制御信号（例えば32）を発生するデジタル論理回路（28）と、

を備えた適応型データ取得回路（26）。

10

**【請求項 2】**

前記制御信号（例えば32）は、前記増幅器（14）の増幅パラメータを制御するように構成されている、請求項1に記載の適応型データ取得回路（26）。

**【請求項 3】**

前記増幅器（14）は、フィードバック抵抗器（18）及びリセット・スイッチ（119）を含んでおり、前記制御信号（例えば32）は、前記フィードバック抵抗器（18）を選択的に短絡させるように前記リセット・スイッチ（119）の動作を制御することにより、前記フィードバック抵抗器（18）の抵抗及び前記増幅器（14）のリセット頻度を制御するように構成されている、請求項2に記載の適応型データ取得回路（26）。

20

**【請求項 4】**

前記増幅器（14）は、フィードバック・キャパシタ（16）を含んでおり、前記制御信号（例えば32）は、前記フィードバック・キャパシタ（16）のキャパシタンスを制御するように構成されている、請求項2に記載の適応型データ取得回路（26）。

**【請求項 5】**

前記増幅された電気パルスを受け取って整形されたパルスを発生するパルス整形器（20）をさらに含んでおり、前記制御信号（例えば32）は、前記パルス整形器（20）の整形時間を制御するように構成されている、請求項1に記載の適応型データ取得回路（26）。

**【請求項 6】**

前記パルス・パラメータのレベルが比較的低い場合に、前記制御信号（例えば32）は、比較的に長い整形時間を生成すべく前記パルス整形器（20）を制御するように構成されている、請求項5に記載の適応型データ取得回路（26）。

30

**【請求項 7】**

前記パルス・パラメータのレベルが比較的高い場合に、前記制御信号（例えば32）は、比較的に短い整形時間を生成すべく前記パルス整形器（20）を制御するように構成されている、請求項5に記載の適応型データ取得回路（26）。

**【請求項 8】**

前記整形器（20）から整形されたパルスを受け取る弁別器（22）をさらに含んでおり、前記制御信号（例えば32）は、前記弁別器（22）の弁別閾値を調節するように構成されている、請求項5に記載の適応型データ取得回路（26）。

40

**【請求項 9】**

前記検出器（12）と前記増幅器（14）との間にスイッチ（40）をさらに含んでおり、前記制御信号（例えば32）は、前記増幅器（14）を前記検出器（12）の複数のサブピクセルに対して選択的に結合したり切り離したりすべく前記スイッチ（40）を動作させるように構成されている、請求項1に記載の適応型データ取得回路（26）。

**【請求項 10】**

前記デジタル論理回路（28）は、予測情報に응答して制御信号（例えば32）を発生するようにさらに構成されている、請求項1に記載の適応型データ取得回路（26）。

**【発明の詳細な説明】**

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はイメージング・システムに関し、さらに具体的には、イメージング・システム用の適応型データ取得回路に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

図1は、イメージング・システム例えば計算機式断層写真法（CT）システムに用いられて被撮像目標物から受け取るエネルギー量子を計数する従来のデータ取得回路10を示している。かかる回路10は典型的には、検出器12に入射するX線光子のような受光されたエネルギー11に反応して電流電荷パルスを発生する検出器12を含んでいる。かかるシステムからの出力は、パルス・カウンタ64を含み得る。積分トランス・インピーダンス増幅器のような増幅器14が典型的には、演算増幅器（オペ・アンプ）15と共に該オペ・アンプ15の反転端子と出力端子との間にフィードバック接続されている積分キャパシタ16、抵抗素子18及び低インピーダンス・スイッチ119を併せ含んでおり、電流電荷パルスを電圧パルスへ変換する。選択随意で、サンプル・アンド・ホールド回路74及びアナログからデジタルへの変換器72を介した増幅器出力19の並列積分処理を用いて、検出器12において受光された放射線11のパワーを示すデジタル積分出力信号70を与えることもできる。

10

## 【0003】

抵抗器18及びスイッチ119は必ずしも別個の素子でなくてもよく、電界効果トランジスタ（FET）のような1又は複数のトランジスタを用いて具現化してかかる素子の抵抗が印加電圧によって制御自在となるようにしてもよい。代替的には、スイッチ119は、スイッチに入射する光パルスの印加によって閉じるような光起動式であってもよい。抵抗素子18は、オペ・アンプ15が検出器12からの電荷パルスに反応するのに伴って、キャパシタ16に蓄積された電荷のリセットを行なう。

20

## 【0004】

連続型リセット回路は、抵抗素子18について一定の抵抗値を有する形式の回路である。トリガ型リセット回路は、低インピーダンス・スイッチ119をフィードバック回路において具現化する形式の回路である。時間の殆どにわたって、低インピーダンス・スイッチ119は開いた状態にあるように構成されており、検出器12からの電荷は、抵抗18からの定常的なリセットによってキャパシタ16に積算される。スイッチ119は、例えば閾値回路又は周期的クロックによる制御の下で、キャパシタ16の蓄積電荷を放電してオペ・アンプ15の飽和を防ぐために短時間にわたって閉じる。スイッチ119が閉じている時間には、検出器12において発生される電荷パルスに対する反応が存在しなくなる。従って、検出器に入射する全てのX線を検出するためには、スイッチ119が閉じている時間を最短にすることが望ましい。閾値制御型回路の一例は、オペ・アンプ出力19の直流電流レベルを閾値に対して試験し、キャパシタ16を放電するために固定されたクロック周期数にわたってスイッチ119を閉じる形式の回路である。

30

## 【0005】

増幅器14によって発生される電圧パルスは、パルス整形器20によってさらに処理されて整形された電圧パルスを発生し、このパルスが弁別器22に供給される。整形された電圧パルスの振幅が弁別閾値を超えている場合に、弁別器22は計数レジスタ24をインクリメントする。よって、データ取得回路10は、検出器12によって発生されて検出器12に入射した光子を表わす電流電荷パルスを計数するように構成されている。多数のカウンタ24及び呼応して多数の弁別閾値を用いて、事象を整形されたパルス振幅に関してビンニングすることができる。多数のビンに対する多数の弁別及び計数は、検出器12に入射した光子のエネルギーを記録する粗い方法である。幾つかの応用では、検出器12は、ビンニング・スイッチ40を介してそれぞれのデータ取得回路10に接続されている1又は複数のピクセルを含んでいてよい。

40

【特許文献1】米国特許第6278395号

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

CTシステムのようなイメージング・システムでは、十分なエネルギー分解能での比較的高い計数性能を達成することが望まれる。具体的には、高い計数率（カウント・レート）での増幅器の飽和を回避するためには、回路10において比較的抵抗の小さい抵抗器18を用いるか又はスイッチ119を頻りにリセットすることが必要とされる。しかしながら、低抵抗の抵抗器18は、衝撃損失（ballistic deficit）という公知の現象に部分的に起因してエネルギー分解能の低下を生じ得る。衝撃損失は、検出器12において発生される信号電荷パルスがオペ・アンプ15の入力17において受信されている時間に抵抗器18がキャパシタ16を放電させるため生ずる。これにより、キャパシタ16に積算される電荷の振幅が減少し、また雑音レベルに関連して回路のエネルギー分解能が低下する。さらに、振幅は、検出器12において生ずる異なる電荷パルスの持続時間差のため区々となる場合がある。電荷パルス振幅のばらつきは、回路のエネルギー分解能の低下を招く。

10

## 【0007】

エネルギー分解能はまた、パルス整形器20の整形時間に影響される場合もある。パルス整形器20によって用いられる整形時間が長いほど高周波雑音を十分に拒絶することができ、これにより整形された電圧パルスの雑音が小さくなる。しかしながら、整形時間を過度に長くすると過剰な回路不感時間を生ずる場合があり、整形されたパルスの重なり及び整形されたパルスの振幅の歪みを招き得る。このような場合に、弁別器22での誤計数及びエネルギー割り当ての誤りが起こり得る。結果として、計数率が高まるほど、各々の整形された電圧パルスが、パイル・アップとして公知の効果のため多数の検出事象からの信号を反映する場合がある。従って、広範囲のエネルギー入力条件にわたって撮像データ取得回路の性能を改善することが望まれている。

20

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0008】

CTシステムのようなイメージング・システムのデータ取得回路では、広範囲のエネルギー検出条件にわたって所望のエネルギー分解能を達成する必要がある。例えば、CTシステムの従来フォトン計数式データ取得回路は、比較的低い計数率及び比較的高い計数率の両方において十分なエネルギー分解能を提供し得る必要がある。本発明者等は、撮像データ取得回路の動作パラメータを動的に変更することにより、広範囲のフォトン計数率にわたって所望のエネルギー分解能を達成し得ることを革新的に認めた。具体的には、パルス・レート及び積算電荷を示すパルス・パラメータに回答して撮像データ取得回路の動作パラメータを制御することにより、変化する計数率条件に対して所望のエネルギー分解能を達成することができる。

30

## 【0009】

図2は、イメージング・システム120に用いられる適応型データ取得回路26の例示的な実施形態の模式図である。データ取得回路26は、X線フォトンのような検出器12に入射するエネルギー11に回答して検出器12によって発生される電荷パルスを増幅する積分トランス・インピーダンスのような増幅器14を含んでいる。本発明の一観点では、増幅器14を制御自在型にして、検出器12において受光されるX線フォトンの予測線束量（flux rate）と共に抵抗器18及び/又はキャパシタ16の値を動的に制御することにより、増幅パラメータ及びリセット・パラメータのような増幅器14の動作パラメータを変化させるのを可能にすることができる。

40

## 【0010】

データ取得回路26はまた、増幅器14によって発生される増幅された電気パルスを計数する計数回路28を含んでいる。計数回路28はまた、パルス振幅に従って異なる計数レジスタ（図示されていない）にビンニングするように構成されていてよい。計数回路28は、増幅器14によって発生される増幅された電気パルスを整形してこれら整形されたパルスを弁別器22へ供給するパルス整形器20を含み得る。本発明の一観点では、パルス

50

整形器 20 を制御自在型にして、パルス整形時間及び整形フィルタの数のような整形器 20 の動作パラメータを変化させることができる。弁別器 22 は、パルス整形器 20 に結合されており、整形された電圧パルスが 1 又は複数の弁別閾値を超える場合に 1 又は複数の計数レジスタ 24 をインクリメントすることができる。弁別器 22 もまた制御自在型にして、弁別閾値のような弁別器 22 の動作パラメータを変化させることができる。

#### 【0011】

増幅器 14 の飽和状態を防ぐために、データ取得回路 26 は増幅器 14 の入力から電荷のパケットを減算するフォールディング・サーキットリ (folding circuitry) を含み得る。例えば、フォールディング・サーキットリは、増幅器出力 19 に結合されて例えば増幅器 14 の出力が予め決定された閾値を超える場合等に閾値超過信号 56 を発生する閾値検出器 46 を含み得る。本発明の一実施形態では、閾値検出器 46 は、平均出力を識別してこの平均出力が閾値を超えると閾値超過信号 56 を発生する平均レベル・サンプル・アンド・ホールド回路を含み得る。平均レベルは、増幅器 14 の出力 19 での低域通過フィルタ 31 として具現化され得る。

10

#### 【0012】

フォールディング・サーキットリはまた、閾値検出器 46 に結合されて閾値超過信号 56 に応答して増幅器入力 17 にフォールド電流 58 を印加するフォールディング回路 44 を含み得る。フォールディング回路 44 は、増幅器入力 17 から所望の電荷を減算する電流源 42 を制御して増幅器 14 の飽和を防ぐことができる。一実施形態では、電流源 42 は、固定された時間区間にわたって作動して予め決定された一定の電荷を減算する定電流源を含んでおり、増幅器入力 17 での所望のレベルの電荷減算を達成することができる。電流源 42 の作動はフォールドとして認識され、かかるフォールドの回数をフォールド計数器 48 で計数することができる。増幅器入力 17 に注入されるフォールド電流 58 の高い精度は、幾つかの数のクロック周期にわたって電流源 42 を作動させるフォールディング回路 44 において確保され得る。定電流源 42 の電流レベル及びクロック周期の数は、検出器 12 から受け取られる特定の計数率及び電荷レベルを対処するための動的に調節自在なパラメータであってよい。

20

#### 【0013】

広範囲の撮像エネルギー入力条件にわたって改善された性能を達成するために、データ取得回路 26 は、現在の計数率又は将来可能性のある計数率を示すパルス・パラメータを決定するデジタル論理回路 30 を含み得る。将来の計数率に関する論理コントローラ 52 の予測能力は、傾向分析に基づいて又はイメージング・システム 120 によって与えられる予測情報 54 によって具現化することができる。パルス・パラメータに基づいて、データ取得回路 26 は、パルス・パラメータに回答してデータ取得回路 26 の動作条件を制御する 1 又は複数の制御信号を供給することができる。デジタル論理回路 30 は、増幅器出力 19 及び / 又はフォールディング回路 44 に結合されて、これらの信号源の一方又は両方から、計数率、及び増幅された信号 19 に存在するエネルギー量を示す情報を受け取ることができる。決定されたパルス・パラメータに基づいて、デジタル論理回路 30 は、データ取得回路 26 の動作パラメータを制御する 1 又は複数の制御信号を発生する。

30

#### 【0014】

例示的な一実施形態では、制御信号 34 が、キャパシタ 16 のキャパシタンスを制御すること、及び / 又は抵抗器 18 の抵抗を制御すること、及び / 又はスイッチ 119 を介したリセット頻度等によって、増幅器 14 の増幅パラメータを制御するように構成され得る。本発明の一観点では、制御信号 34 は、抵抗器 18 を短絡させて増幅器 14 をリセットするように構成され得る。もう一つの例示的な実施形態では、制御信号 36 が、パルス整形器 20 の整形時間のようなパルス整形器 20 の動作パラメータを制御してデータ取得回路 26 の所望の性能を達成するように構成され得る。例えば、制御信号 36 は、決定されたパルス・パラメータが比較的小さい場合に比較的に長い整形時間を用いるようにパルス整形器 20 を制御して、例えばエネルギー分解能を改善することができる。代替的には、決定されたパルス・パラメータが比較的大きい場合には、制御信号 36 は、比較的に短い整形時

40

50

間を用いるようにパルス整形器 20 を制御するように構成されて、例えばパイル・アップを回避することができる。本発明のもう一つの観点では、制御信号 38 が、弁別器 22 の弁別閾値を制御する等によって弁別器 22 の動作パラメータを制御するように構成されて、データ取得回路 26 の所望の性能を達成することができる。

#### 【0015】

増幅器 14 と検出器 12 との間に配置されたピクセル・ビニング・スイッチ 40 を含むデータ取得回路 26 の一実施形態では、制御信号 32 が、スイッチ 40 の動作を制御して、パルス・パラメータに応答して検出器 12 の 1 又は複数のサブピクセル区域に対して増幅器 14 を選択的に結合したり切り離したりするように構成され得る。例えば、検出器 12 への入射放射線 11 の線束量が比較的小さい場合には、サブピクセルの全面積において受光した全てのパルス事象が増幅器 14 へ送られるようにサブピクセルを構成することができる。代替的には、比較的高い計数率では、サブピクセル区域の幾つかの部分集合、可能性としては一つの部分集合が増幅器 14 へ送られ得る。このようにして、検出器 12 の作用応答面積は、増幅器 14 への入力において受け取られるパルス計数率が、検出器 12 に入射する放射線 11 の線束量よりも小さいダイナミック・レンジの範囲内に保持されるように動的に制御される。

10

#### 【0016】

デジタル論理回路 30 は、フォールディング回路 44 によって与えられるフォールド指標 58 を受け取るフォールド計数器 48 を含み得る。フォールド計数器 48 は、固定された電荷単位が増幅器入力 17 から減算される回数を計数するように構成されており、これにより検出器 12 から受け取られる一連の増幅されたパルスの積算電荷の指標を提供することができる。フォールド計数器 48 によって発生されるフォールド回数 62 は、コントローラ 52 へ供給され得る。コントローラ 52 は、フォールド回数を用いて制御信号 32、34、36、38 を発生し、フォールド回数 62 に応答してデータ取得回路 26 のそれぞれの動作パラメータを制御するように構成され得る。フォールド回数 62 は、検出器 12 において受光される放射線 11 のパワーを表わす積分信号 70 としてコントローラ 52 によって供給されることができる。

20

#### 【0017】

もう一つの実施形態では、デジタル論理回路 30 は、例えばフォールディング電流 58 の印加の後に、増幅器出力 19 に残存する増幅されたパルスの残差に反応して残差信号 60 を発生する残差量子化器 50 を含み得る。コントローラ 52 は残差量子化器 50 に結合されて、残差信号 60 を例えばフォールド回数 62 と共に用いて制御信号 32、34、36、38 を発生することができる。残差量子化器 50 からの信号 60 は、検出器 12 において受光される放射線 11 のパワーを表わす積分信号 70 としてコントローラ 52 によって供給されることができる。

30

#### 【0018】

本発明のもう一つの観点では、デジタル論理回路 30 はさらに、予測されるパルス・パラメータを示す情報のような予測情報 54 を受け取って、予測情報 54 に応答して 1 又は複数の制御信号を発生するように構成され得る。かかる予測情報 54 は、以前に増幅されたパルス・パラメータの傾向分析、検出器 12 の隣接するピクセルにおいて受け取られたエネルギー、又はデータ取得回路 26 を用いてイメージング・システムによって撮像されている目標物の既知の密度プロファイルに基づいてよい。

40

#### 【0019】

さらにもう一つの実施形態では、計数回路 28 の計数器出力 64 をデジタル論理回路によって用いて、データ取得回路 26 の動作パラメータを制御する制御信号を発生することができる。例えば、計数器出力 64 をコントローラ 52 によって用いて、弁別器 22 の様々な弁別閾値に従って計数回路 28 によって与えられ得るもののような様々なエネルギー閾値カウントに反応してビニング・スイッチを制御する制御信号 32 を発生することができる。

#### 【0020】

50

本発明のもう一つの観点では、フォールド回数 62 及び残差量子化器信号 60 を積分信号出力 70 として与え、また計数器信号 64 をパルス・カウント出力信号として与えることができる。イメージング・システム・コントローラ 122 が、積分信号出力 70 及びパルス・カウント出力信号を用いて画像を形成するように構成されていてよい。さらに、かかる情報は、イメージング・システム 120 によって用いられて、取得系列、及びイメージング・システム 120 の X 線源 124 によって生成される線束レベル・プロフィールを制御し得るベクトルを形成することもできる。

#### 【0021】

本発明のもう一つの観点では、例えばフォールド閾値が比較的小さく且つフォールド回数が比較的頻繁に報告される場合に、フォールド回数をフォトン・カウントとして用いて、適当な制御信号及び出力信号（1又は複数）を発生してもよい。この場合には、フォールド閾値は受け取ったフォトンのエネルギーを示し、これによりデータ取得回路 26 が典型的な X 線撮像パルス間時間の約 10 分の 1 の時間で制御信号を発生することを可能にする。従って、この態様で発生されるフォールド回数は、データ取得回路 26 の動作パラメータを制御するのに用いることのできるフォトン・カウントを直接的に表わしたものとなり得る。同様に、検出器への 1 回のフォトン到達が 2 回のフォールドの契機となる場合には二重エネルギー・レベル・フォトン計数手法を用いることもできる。

#### 【0022】

本発明の様々な実施形態について本書に図示して説明したが、かかる実施形態は例示のみを目的として提示されていることは明らかであろう。所載の発明から逸脱することなく多数の変形、変更及び置換を施してよい。従って、本発明は、特許請求の範囲の要旨及び範囲によってのみ限定されるものとする。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0023】

【図 1】イメージング・システムに用いられ被撮像目標物から受け取るエネルギー量子を計数する公知のデータ取得回路の模式図である。

【図 2】イメージング・システムに用いられる適応型データ取得回路の例示的な実施形態の模式図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0024】

- 10 従来のデータ取得回路
- 11 受光した放射線エネルギー
- 12 検出器
- 14 増幅器
- 15 演算増幅器
- 16 積分キャパシタ
- 17 演算増幅器入力
- 18 抵抗素子
- 19 増幅器出力
- 20 パルス整形器
- 22 弁別器
- 24 計数レジスタ
- 26 適応型データ取得回路
- 28 計数回路
- 30 デジタル論理回路
- 31 低域通過フィルタ
- 32、34、36、38 制御信号

10

20

30

40

50

- 4 0 ビニング・スイッチ
- 4 2 電流源
- 4 4 フォールディング回路
- 4 6 閾値検出器
- 4 8 フォールド計数器
- 5 0 残差量子化器
- 5 2 論理コントローラ
- 5 4 予測情報
- 5 6 閾値超過信号
- 5 8 フォールド電流
- 6 0 残差信号
- 6 2 フォールド回数
- 6 4 計数器出力
- 7 0 積分信号
- 7 2 アナログからデジタルへの変換器
- 7 4 ホールド回路
- 1 1 9 低インピーダンス・スイッチ
- 1 2 0 イメージング・システム
- 1 2 2 イメージング・システム・コントローラ

【 図 1 】

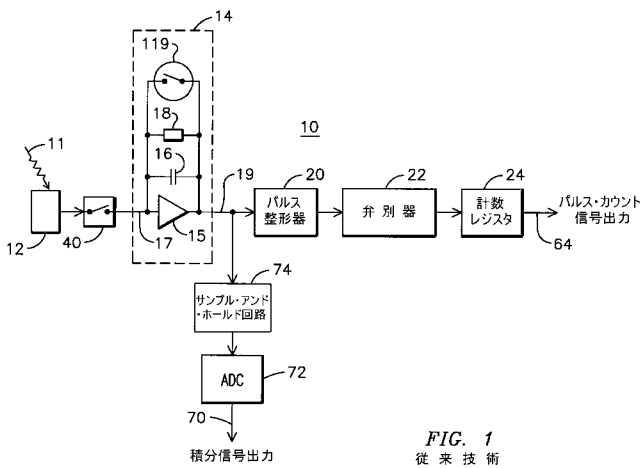


FIG. 1  
従来技術

【 図 2 】

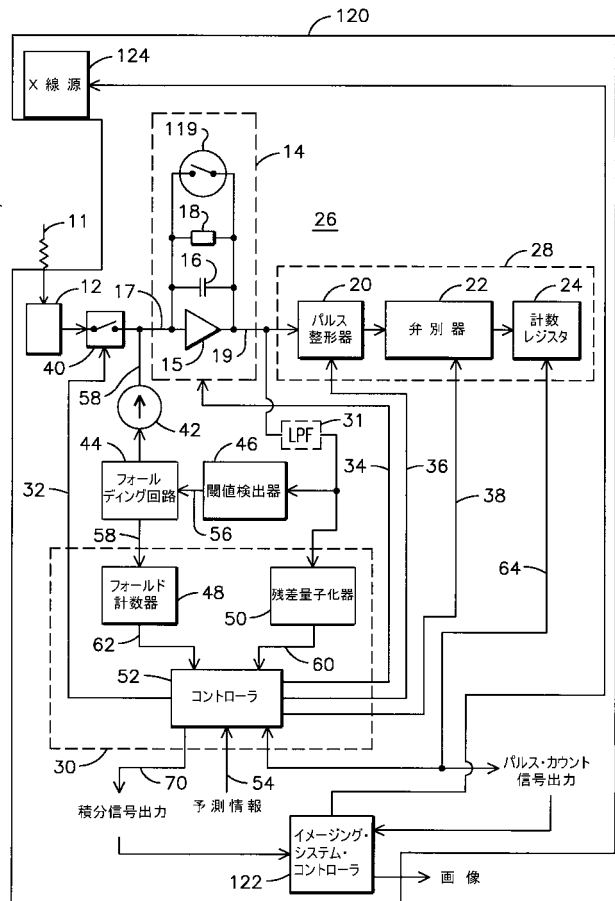


FIG. 2

---

フロントページの続き

- (72)発明者 オリバー・リチャード・アストリー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、スクーナー、1201番
- (72)発明者 ジョン・エリック・ツカッチェク  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ディランソン、バートン・ヒル・ロード、154番
- (72)発明者 ナレッシュ・ケサヴァン・ラオ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、ケンブリッジ・アベニュー、41番
- (72)発明者 ジェイムズ・ウォルター・ルブラン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、パークレー・アベニュー、2252番
- (72)発明者 ウェン・リ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、リパティ・ウェイ、53番
- (72)発明者 ヤンフェン・デュ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、レックスフォード、ゴールドフィールド・レーン、5番
- Fターム(参考) 4C093 CA06 EB12 FA33 FC01