

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6419799号  
(P6419799)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 7/003 (2006.01)

G 1 1 B 7/003 Z

G 1 1 B 7/09 (2006.01)

G 1 1 B 7/09 C

H 0 3 M 1/12 (2006.01)

H 0 3 M 1/12 C

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-521762 (P2016-521762)  
 (86) (22) 出願日 平成26年10月2日(2014.10.2)  
 (65) 公表番号 特表2017-504141 (P2017-504141A)  
 (43) 公表日 平成29年2月2日(2017.2.2)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/058809  
 (87) 国際公開番号 W02015/080801  
 (87) 国際公開日 平成27年6月4日(2015.6.4)  
 審査請求日 平成29年9月26日(2017.9.26)  
 (31) 優先権主張番号 14/090,249  
 (32) 優先日 平成25年11月26日(2013.11.26)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 502303739  
 オラクル・インターナショナル・コーポレ  
 イション  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9406  
 5レッドウッド・シティー、オラクル・パ  
 ークウェイ500  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 マフナド、ファラマルズ  
 アメリカ合衆国、02446 マサチュー  
 セッツ州、ブルックライン、サミット・ア  
 ベニュー、48、ナンバー・2

審査官 中野 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学テーブウォブル信号のための高速ADC

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学テーブウォブル信号をデジタル化するためのアナログ - デジタル変換器であって、  
 前記アナログ - デジタル変換器は、

ウォブル信号周波数を有する前記ウォブル信号を受信するフィードバックループを備え、  
 前記フィードバックループは、

第1の抵抗素子を介して第1の比較器入力において前記ウォブル信号を受信し、高電  
 圧出力値または低電圧出力値を有する第1の出力信号を出力する比較器と、

前記第1の出力信号をサンプリング周波数でサンプリングし、第2の出力信号を出力  
 するサンプリング素子とを含み、前記サンプリング周波数は前記ウォブル信号周波数より  
 も少なくとも50倍大きく、前記フィードバックループはさらに、

前記第2の出力信号を受信し、第3の出力信号を出力する第1の積分器素子を含み、  
 前記第3の出力信号は、第2の抵抗素子を介して前記第1の比較器入力に提供され、前記  
 第3の出力信号は、前記フィードバックループ内のフィードバック作用のために前記ウォ  
 ブル信号を追跡し、前記アナログ - デジタル変換器はさらに、

前記第2の出力信号を積分して前記ウォブル信号のデジタル表現を提供する最終の個別  
 の積分器素子を備える、変換器。

【請求項2】

前記ウォブル信号周波数は0.5メガヘルツから10メガヘルツである、請求項1に記  
 載の変換器。

## 【請求項 3】

前記ウォブル信号周波数は 0.5 メガヘルツから 6 メガヘルツである、請求項 2 に記載の変換器。

## 【請求項 4】

前記第 1 の積分器素子は演算増幅器積分器である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の変換器。

## 【請求項 5】

前記最終の積分器素子はデジタル積分器である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の変換器。

## 【請求項 6】

前記最終の積分器素子は無限インパルス応答フィルタである、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の変換器。

## 【請求項 7】

前記サンプリング周波数は、前記ウォブル信号周波数よりも少なくとも 100 倍大きい、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の変換器。

## 【請求項 8】

前記サンプリング素子は、前記サンプリング周波数で動作する制御信号によって駆動されるトランジスタスイッチを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の変換器。

## 【請求項 9】

前記サンプリング素子は MOSFET である、請求項 8 に記載の変換器。

## 【請求項 10】

前記第 1 の出力信号の範囲が基準電圧および第 3 の抵抗素子によって設定されて論理レベルが設定される、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の変換器。

## 【請求項 11】

前記第 2 の出力信号が前記最終の積分器素子によって受信される前に前記第 2 の出力信号をシフトするレベルシフタをさらに含む、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の変換器。

## 【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の変換器を含む、光学データ記録装置。

## 【請求項 13】

ウォブル信号周波数を有する光学テーブウォブル信号をデジタル化するための方法であって、前記方法は、

a) 前記ウォブル信号を第 1 の抵抗素子を介して第 1 の比較器入力において比較器に供給するステップを備え、前記比較器は第 1 の出力信号を出力し、前記方法はさらに、

b) 前記第 1 の出力信号をサンプリング周波数でサンプリングして第 2 の出力信号を出力するステップを備え、前記サンプリング周波数は前記ウォブル信号周波数よりも少なくとも 50 倍大きく、前記方法はさらに、

c) 前記第 2 の出力信号を積分して第 3 の出力信号を形成するステップを備え、前記第 3 の出力信号は第 2 の抵抗素子を介して前記第 1 の比較器入力に提供され、前記第 3 の出力信号はフィードバックループのために前記ウォブル信号を追跡し、前記方法はさらに

d) 前記第 2 の出力信号を積分して前記ウォブル信号のデジタル表現を提供するステップを備える、方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

技術分野

少なくとも一局面において、本発明は、アナログ信号、特にアナログウォブル信号をデジタル化するための方法および装置に関する。

## 【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

## 背景

光学テープドライブなどの光学データ記録装置内のサーボシステムは、光ピックアップユニット（O P U）装置を介して光学媒体から検出されたトラッキングエラー信号を利用して、データを光学媒体上に正確に記録し、その後で当該データを取り出す。

## 【 0 0 0 3 】

図 1 および図 2 は、典型的な光学記録媒体の一部を示す。図 1 は上面図であり、図 2 は側面図である。光学データ記憶媒体 1 0 は、光学媒体の表面にエンボス加工されたナノ構造表面レリーフパターンを含む。ナノ構造は、プリフォーマット処理において自身の上に Z 方向に（すなわち光学データ記憶媒体 1 0 の面と平行に）エンボス加工されたランド 1 2 およびグループ 1 4 を含む。これらの表面レリーフパターンを用いてトラッキング信号が生成され、当該信号はサーボシステムによって用いられ、媒体を読出すか媒体に書込む光学ヘッドの位置を追跡する。電子信号処理の助けを借りる光学ドライブ O P U は、検出パターンからトラッキングエラー信号（T E S）を生成する。これらの記録トラックについてのアドレス指定能力を確立するために、これらのエンボス加工されたランド 1 2 およびグループ 1 4 レリーフパターンのエッジは、個々のトラックアドレスコードを含む正弦波パターン 1 6（すなわちウォブル）を用いて、光学記録データ記憶装置 1 0 の面に平行な水平方向において（たとえば X 軸を追跡するための Y 軸）構造変調されている。媒体プリフォーマット処理時に光学テープなどの光学データ記憶媒体の表面上に埋込まれ（またはエンボス加工され）た後、データ記憶装置の通常動作時に光学読出素子によって検出されるこれらのウォブルパターンは、これらの装置の確実なデータ記録および取出機能の不可欠な一部である。図 1 は、その上に符号化された記録マーク 1 8 も示している。

## 【 0 0 0 4 】

上述のような「ランド」および「グループ」トラックジオメトリでプリフォーマットされた書換可能な光学記録媒体についてのトラッキングエラー信号（T E S）を生成するために、「ラジアルプッシュプル（Radial Push Pull）」トラッキング信号生成と称される（「メインプッシュプル（Main Push Pull）」（M P P）とも称される）技術が従来から用いられている。この方式は、媒体上のランドおよびグループのトラックのジオメトリに基づく、O P U の主要なクワッド光検出器（Q P D）によって検出可能な基準トラッキング信号を生成する。図 3 は、Q P D によって生成される T E S 信号についての典型的な信号処理方式の概略図を提供している。信号処理システム 2 0 は記録 / 読出ヘッド 2 1 を含む。記録 / 読出ヘッド 2 1 は、個々の光検出器 2 4 , 2 6 , 2 8 および 3 0 を含むクワッド光検出器 2 2 を含む。光検出器 2 4 , 2 6 , 2 8 , 3 0 からの信号 3 2 , 3 4 , 3 6 , 3 8 が増幅器 4 2 , 4 4 , 4 6 , 4 8 によって増幅され、信号 5 2 , 5 4 , 5 6 , 5 8 が提供される。信号 5 2 , 5 4 は加算器 6 0 に提供され、加算器 6 0 は合計信号 6 2 を出力する。信号 5 6 , 5 8 は加算器 6 4 に提供され、加算器 6 4 は合計信号 6 6 を出力する。合計信号 6 2 および合計信号 6 6 は減算器回路 7 0 に入力され、減算器回路 7 0 は差信号 7 2 を出力し、差信号 7 2 はさらに処理されて T E S 信号 7 8 およびウォブル信号 8 0 が提供される。たとえば、ローパスフィルタ 8 2 が差信号 7 2 を入力として受信して T E S 信号 7 8 を出力し、バンドパスフィルタ 8 4 が差信号 7 2 を受信してウォブル信号 8 0 を出力する。高周波数ウォブル信号は、いくつかある情報の中でとりわけ、キーデータトラック I D およびアドレスコードを含む。さらに、T E S 信号 7 8 およびウォブル信号 8 0 は記録 / 読出ヘッドサーボシステム 8 6 によって用いられ、ヘッド 2 1 の位置に関する位置決め情報が提供される。特に、デジタルサーボシステムは、ウォブル信号情報を用いることによって O P U の動的動作を制御して、O P U を正確な所望のデータトラック上に配置する。ウォブル信号および / またはトラッキングエラー信号を検出するためのさらなる方法は米国特許第 5 , 3 8 3 , 1 6 9 号、第 6 , 0 0 9 , 0 5 9 号および第 6 , 9 3 7 , 5 4 2 号に開示されており、これらの特許の開示全体が引用により本明細書中に援用される。

## 【 0 0 0 5 】

現在の光学テープの手法では、媒体上に複数のデータ記録ゾーンを有する複数のO P Uが利用されている。そのようなシステムでは、システムデジタル信号プロセッサによって用いられる複数の記録ゾーンからの複数のウォブル信号をデジタル化するために、多くのアナログ - デジタル変換器 ( A D C ) が必要である。そのようなシステム内にはかなりの数のウォブル信号が存在しているため、必要な多数のA D Cに関連付けられる過剰なコスト、スペース利用、消費電力、ならびに多数の入力および出力が、製造実現可能性の問題を提起する。

【 0 0 0 6 】

したがって、光学データ記憶システムにおいてウォブル信号をデジタル化する改良された方法が必要とされている。

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

概要

本発明は、少なくとも一実施形態において光学ウォブル信号をデジタル化するための混合信号アナログ - デジタル変換器を提供することによって、先行技術の1つ以上の問題を解決する。当該アナログ - デジタル変換器は、ウォブル信号周波数を有するウォブル信号を受信するフィードバックループを含む。フィードバックループは、第1の抵抗素子を介して第1の比較器入力においてウォブル信号を受信し、高出力または低出力を有する第1の出力信号を出力する比較器を含む。フィードバックループはさらに、第1の出力信号をサンプリング周波数でサンプリングし、第2の出力信号を出力するサンプリング素子を含む。サンプリング周波数は、ウォブル信号周波数よりも少なくとも50倍大きい。フィードバックループはさらに、第2の出力信号を受信し、第3の出力信号を出力する第1の積分器素子を含む。出力信号は、第3の出力信号がフィードバックループ内のフィードバック作用のためにウォブル信号を追跡するように、第2の抵抗素子を介して第1の比較器入力に提供される。最後に、アナログ - デジタル変換器はさらに、第2の出力信号を積分してウォブル信号のデジタル表現を提供する最終の個別の積分器素子を含む。有利には、本実施形態の混合信号アナログ - デジタル変換器は、光学記憶装置において用いられる低コスト、低素子A D Cを提供する。

【 0 0 0 8 】

別の実施形態では、ウォブル信号周波数を有する光学テープウォブル信号をデジタル化するための方法が提供される。一変形例では、当該方法は、上述のアナログ - デジタル変換器によって実行される。当該方法は、ウォブル信号を第1の抵抗素子を介して第1の比較器入力において比較器に供給するステップを含む。比較器は、高いまたは低い第1の出力信号を出力する。第1の出力信号は、第2の出力信号が出力されるようにサンプリング周波数でサンプリングされる。特徴的に、サンプリング周波数は、ウォブル信号周波数よりも少なくとも50倍大きい。第2の出力信号は積分され、第3の出力信号が形成される。第3の出力信号は、第3の出力信号がフィードバックループのためにウォブル信号を追跡するように、第2の抵抗素子を介して第1の比較器入力に提供される。第2の出力信号は積分され、ウォブル信号のデジタル表現が提供される。

【 0 0 0 9 】

本発明の例示的な実施形態が、詳細な説明および添付の図面からより完全に理解されるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 エンボス加工されたランドおよびグループを示す光学記録媒体の上面図である。

【 図 2 】 エンボス加工されたランドおよびグループを示す光学記録媒体の側面図である。

【 図 3 】 ウォブルパターンがエンボス加工された光学記憶媒体からのウォブル信号を検出するためのシステムの概略図である。

【 図 4 】 ウォブル信号をデジタル化するための混合信号アナログ - デジタル変換器の概略

10

20

30

40

50

図である。

【図５】図４のアナログ - デジタル変換器によってデジタル化される典型的なウォブル信号のプロットの図である。

【図６】対応するウォブル信号もプロットされている、図４のアナログ - デジタル変換器において利用される比較器の出力のプロットの図である。

【図７】図４のアナログ - デジタル変換器に含まれるフィードバックループ内の積分器の出力のプロットの図である。

【図８】図４のアナログ - デジタル変換器において用いられる最終の積分器の最終の出力のプロットの図である。

【図９】図４のアナログ - デジタル変換器によって実現される方法を要約している概略フローチャートの図である。

10

【発明を実施するための形態】

【００１１】

詳細な説明

発明者らに現在知られている発明を実施する最良の形態を構成する、本発明の現在の好ましい構成、実施形態および方法について以下に詳細に述べる。図面は必ずしも正確な縮尺であるとは限らない。しかし、開示される実施形態は、さまざまな代替の形態で具体化され得る発明の例に過ぎないことを理解すべきである。したがって、ここに開示される具体的な詳細は限定的であると解釈すべきでなく、単に発明の任意の局面の代表的な基礎として、および／または当業者に本発明をさまざまな方法で行使するように教示するための代表的な基礎として解釈すべきである。

20

【００１２】

例である場合を除き、または別段明確に指示がない限り、材料の量または反応および／もしくは使用の条件を示す本説明におけるすべての数量は、発明の最も広範な範囲を説明する際に「約」という語によって修正されることを理解すべきである。記載される数量的限界の範囲内での実践が一般に好ましい。さらに、明確に反対の指示がない限り、頭字語または他の略語の最初の定義が同一の略語のここにおけるすべてのその後の使用に適用され、最初に定義された略語の通常の文法上の変化形について準用する。また、明確に反対の指示がない限り、プロパティの測定は、同一のプロパティについて前または後に述べられているのと同じ技術によって求められる。

30

【００１３】

また、具体的な構成要素および／または条件はもちろん変化し得るため、本発明は以下に記載される具体的な実施形態および方法に限定されないことを理解すべきである。さらに、ここに用いられている技術用語は本発明の特定の実施形態を説明するために用いられているに過ぎず、限定的であることは全く意図されていない。

【００１４】

また、明細書および添付の特許請求の範囲で用いられている単数形「a」、「an」および「the」は、文脈に別段明確な指示がない限り、複数の指示対象を含むことに留意すべきである。たとえば、単数形の構成要素の言及は複数の構成要素を含むことが意図されている。

40

【００１５】

図４を参照して、光学ウォブル信号をデジタル化するためのアナログ - デジタル変換器が提供される。アナログ - デジタル変換器 90 は、ウォブル信号周波数を有するウォブル信号 94 を受信するフィードバックループ 92 を含む。改良例では、ウォブル信号周波数は 0.5 メガヘルツから 10 メガヘルツである。図 5 は、アナログ - デジタル変換器 90 に入力される典型的なウォブル信号のプロットを提供している。典型的に、ウォブル信号 94 は、図 2 に示される先行技術のシステムなどのウォブル検出システムから生成される。

【００１６】

引続き図４および図５を参照して、フィードバックループ 92 は、演算増幅器を含む比

50

較器 1 0 0 を含む。比較器 1 0 0 は典型的に、非反転入力 1 0 2 および反転入力 1 0 4 を含む。比較器 1 0 0 は、第 1 の抵抗素子 1 0 6 を介して第 1 の比較器入力（たとえば非反転入力 1 0 2 ）においてウォブル信号 9 4 を受信する。第 1 の抵抗素子 1 0 6 は 1 つ以上の抵抗器を含む。基準電圧（たとえば接地またはゼロボルト）が反転入力 1 0 4 に入力される。比較器 1 0 0 は、高出力値および低出力値を交互に繰返す論理 2 レベル信号である第 1 の信号出力 1 1 0 を出力する。この点に関して、出力が高値  $V_{logic}$  と低値（たとえば 0 ボルト）との間で確実に切替わるようにプルアップ抵抗 1 1 2 が用いられる。有利には、高値および低値によって、出力の二値符号化が可能になる。図 6 は、対応するウォブル信号もプロットされている、第 1 の信号出力 1 1 0 のプロットを提供している。

【 0 0 1 7 】

10

引続き図 4 を参照して、フィードバックループ 9 2 はさらに、第 1 の出力信号 1 1 0 をサンプリング周波数でサンプリングして第 2 の出力信号 1 1 6 を出力するサンプリング素子 1 1 4 を含む。改良例では、サンプリング素子 1 1 4 は、クロック 1 1 5 から受信したサンプリング周波数で動作する制御信号によって駆動されるトランジスタスイッチ、特に MOSFET トランジスタスイッチを含む。サンプリング素子 1 1 4 は以下に述べるようにフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）1 1 8 内にプログラムされてもよいことも認識すべきである。典型的に、サンプリング周波数はウォブル信号周波数よりも少なくとも 5 0 倍大きい。改良例では、サンプリング周波数はウォブル信号周波数よりも少なくとも 1 0 0 倍大きい。さらに別の改良例では、サンプリング周波数はウォブル信号周波数の約 5 0 から約 1 0 0 0 倍である。

20

【 0 0 1 8 】

フィードバックループ 9 2 はさらに、出力しつつ第 2 の出力信号 1 1 6 を受信して第 3 の出力信号 1 2 2 を出力する第 1 の積分器素子 1 2 0 を含む。図 7 は、第 1 の積分器素子 1 2 0 の出力のプロットを提供している。改良例では、第 1 の積分器 1 2 0 は演算増幅器積分器である。たとえば、第 1 の積分器は、第 2 の出力信号 1 1 6 が抵抗器 1 3 0 を介して反転入力 1 2 8 に提供されるように、非反転入力 1 2 6 および反転入力 1 2 8 を有する演算増幅器 1 2 4 を含む。キャパシタ 1 3 2 が、演算増幅器 1 2 4 の反転入力 1 2 8 を出力 1 3 4 に電気的に接続する。分圧器 1 3 6 から得られる電圧が非反転入力 1 2 6 に提供される。第 3 の出力信号 1 2 2 は、第 3 の出力信号がフィードバックループ 9 2 内のフィードバック作用のためにウォブル信号を追跡するように、第 2 の抵抗素子 1 4 0 を介して比較器入力 1 0 2 に提供される。典型的に、第 2 の抵抗素子 1 4 0 は 1 つ以上の抵抗器を含む。特に、フィードバックループ 9 2 の高帯域幅フィードバック制御法則によって、ウォブル信号 9 4 と第 3 の出力信号 1 2 2 との正確なパターン一致が実行される。さらに、ループのフィードバック経路内の積分器作用によって、順方向経路における信号弁別が提供される。

30

【 0 0 1 9 】

改良例では、レベルシフタ 1 4 2 が、第 2 の信号が最終の積分器によって受信される前に、第 2 の信号を電圧オフセットによってシフトする。最後に、アナログ - デジタル変換器 9 0 はさらに、個別の領域内で第 2 の出力信号 1 1 6 を復元してウォブル信号のデジタル表現を第 4 の信号 1 4 6 として提供する最終の個別の積分器素子 1 4 4 を含む。改良例では、最終の個別の積分器素子 1 4 4 はローパスフィルタであり、特に無限インパルス応答（IIR）フィルタである。図 8 は、信号 1 4 6 が入力ウォブル信号に重なり合っている例のプロットを提供している。変形例では、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）1 1 8 がサンプリング素子 1 1 4、レベルシフタ 1 4 2、および最終の個別の積分器素子 1 4 4 を含む。

40

【 0 0 2 0 】

図 9 を参照して、上述のアナログ - デジタル変換器によって実現される方法を示す概略的なフローチャートが提供される。ステップ a ) において、ウォブル信号 9 4 が、第 1 の抵抗素子を介して第 1 の比較器入力において比較器に供給される。比較器は、上述のように高出力電圧値および低出力電圧値を交互に繰返す第 1 の出力信号 1 1 0 を出力する。ス

50

ステップb)において、第1の出力信号110は、第2の出力信号116が出力されるようにサンプリング周波数でサンプリングされる。特徴的に、サンプリング周波数は、上述のようにウォブル信号周波数よりも少なくとも50倍大きい。ステップc)において、第2の出力信号が積分されて第3の出力信号122が形成される。第3の出力信号は、第3の出力信号がフィードバックループ92のためにウォブル信号を追跡するように、第2の抵抗素子を介して第1の比較器入力に提供される。ステップd)において、第2の出力信号が積分されてウォブル信号のデジタル表現146が提供される。

【0021】

例示的な実施形態を上記に説明したが、これらの実施形態は発明のすべての可能な形態を説明していることは意図されていない。むしろ、明細書中に用いられている文言は限定ではなく説明の文言であり、発明の精神および範囲から逸脱することなくさまざまな変更がなされ得ることが理解される。さらに、さまざまな実現される実施形態の特徴を組合せて発明のさらなる実施形態を形成してもよい。

10

【図1】

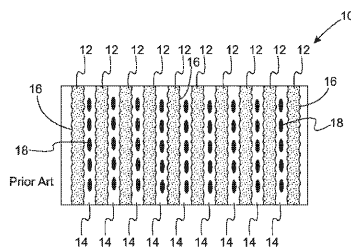


Fig. 1

【図2】

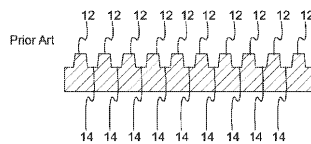


Fig. 2

【図3】

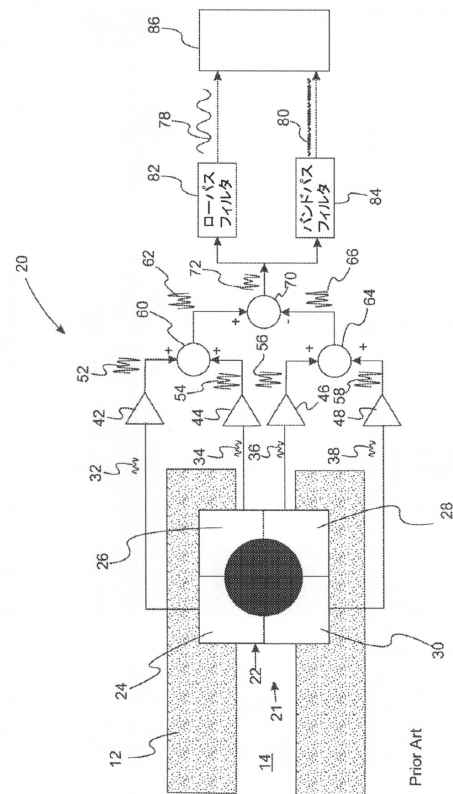


Fig. 3

【図 4】

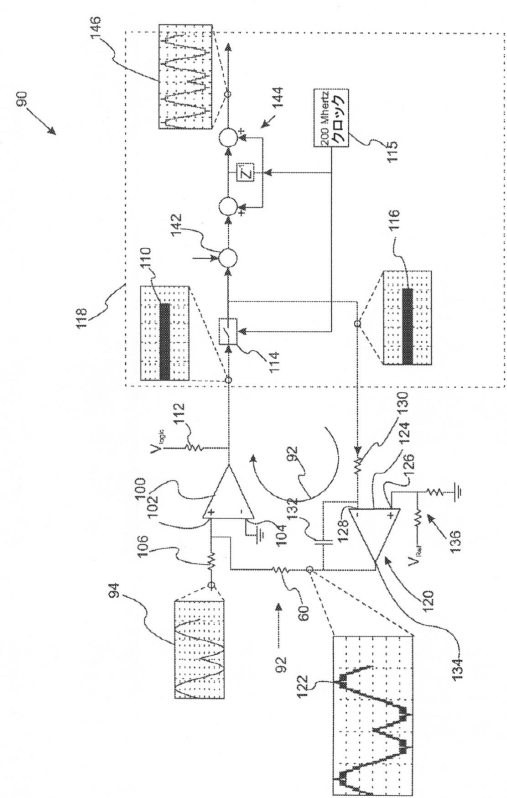


Fig. 4

【図 5】

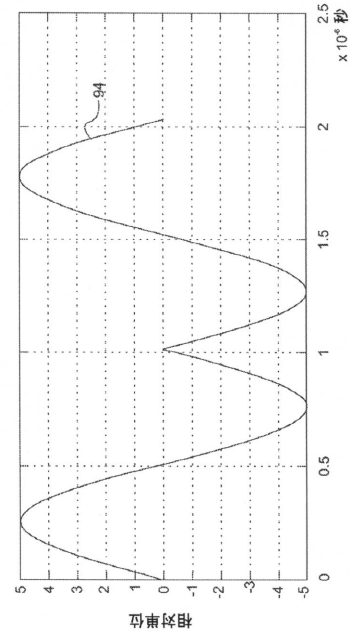


Fig. 5

【図 6】

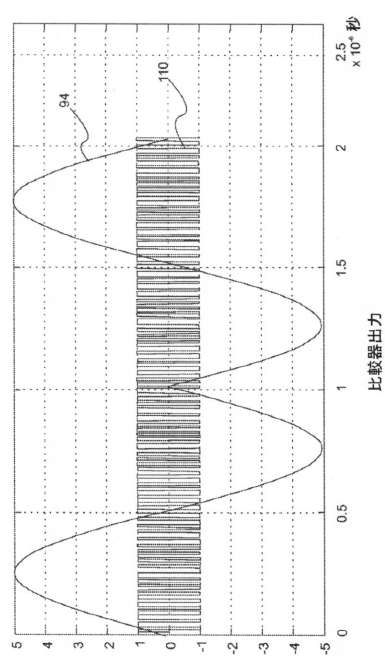


Fig. 6

【図 7】

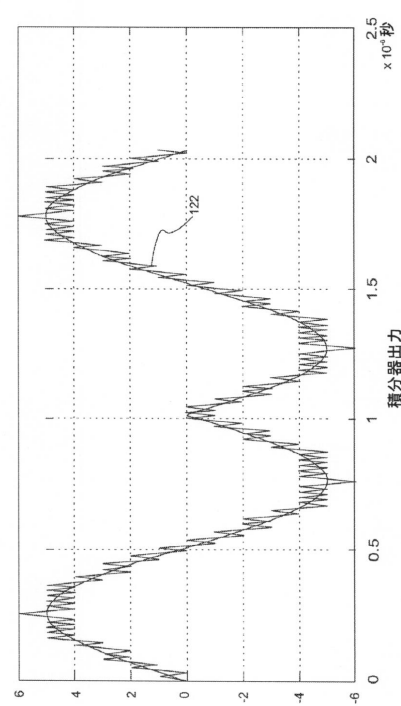


Fig. 7



【図 8】

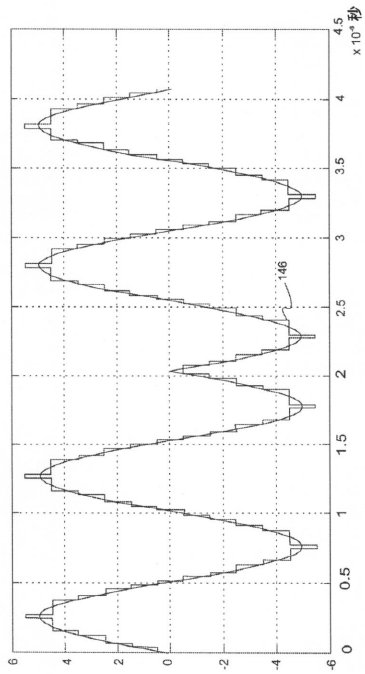


Fig. 8

【図 9】

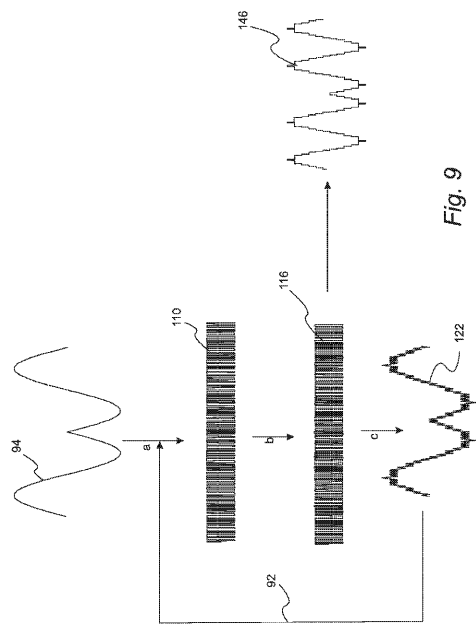


Fig. 9

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-158035(JP,A)  
特開2005-158239(JP,A)  
特開2006-134394(JP,A)  
特開2001-345700(JP,A)  
特開平08-265163(JP,A)  
特開2009-124476(JP,A)  
特開2003-318736(JP,A)  
特開2001-053586(JP,A)  
特開2003-243986(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B	7/003
G11B	7/09
H03M	1/12