

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4297576号  
(P4297576)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月24日(2009.4.24)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 C 19/72 (2006.01)

G O 1 C 19/72

C

請求項の数 45 (全 14 頁)

|              |                              |           |                     |
|--------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願平11-350381                 | (73) 特許権者 | 591002810           |
| (22) 出願日     | 平成11年12月9日(1999.12.9)        |           | ノースロップ グラマン ガイダンス ア |
| (65) 公開番号    | 特開2000-241169(P2000-241169A) |           | ンド エレクトロニクス カンパニー イ |
| (43) 公開日     | 平成12年9月8日(2000.9.8)          |           | ンコーポレイテッド           |
| 審査請求日        | 平成18年8月2日(2006.8.2)          |           | アメリカ合衆国 90067 カリフォル |
| (31) 優先権主張番号 | 09/255391                    |           | ニア州 ロサンジェルス、センチュリー  |
| (32) 優先日     | 平成11年2月22日(1999.2.22)        |           | パーク イースト 1840       |
| (33) 優先権主張国  | 米国(US)                       | (74) 代理人  | 100064746           |
|              |                              |           | 弁理士 深見 久郎           |
|              |                              | (74) 代理人  | 100085132           |
|              |                              |           | 弁理士 森田 俊雄           |
|              |                              | (74) 代理人  | 100083703           |
|              |                              |           | 弁理士 仲村 義平           |
|              |                              | (74) 代理人  | 100091409           |
|              |                              |           | 弁理士 伊藤 英彦           |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 媒体の回転を決定するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主擬似ランダムビットシーケンスによって光ビームを変調することにより、光ビームが伝搬する媒体の回転を決定するための方法であって、

前記主擬似ランダムビットシーケンスは隣接した複数の P サブシーケンスを含み、前記各 P サブシーケンスは、予め定められた長さの開始シーケンスを含み、前記開始シーケンスには後続ビットのシーケンスが後続し、前記方法は、

(a) 特定のルールに準拠して P サブシーケンスの各発生シーケンスからフィードバックビットを導出するステップを含み、前記発生シーケンスは、P サブシーケンスにおける隣接したビットのシーケンスであり、前記発生シーケンスは前記開始シーケンスと同じ長さを有し、前記発生シーケンスに後続するビットは、前記発生シーケンスの後続ビットと呼ばれ、さらに

(b) 前記 P サブシーケンスを修飾する際に用いられる 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスを決定するステップと、

(c) 前記 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットを利用して前記 P サブシーケンスを修飾するステップと、

(d) 予め定められた体積のスペースを囲む媒体中に光ビームを伝搬させるステップと、

(e) 前記主擬似ランダムビットシーケンスによって前記光ビームを変調するステップと、

10

20

( f ) 前記媒体の回転を決定するために前記ステップ ( e ) が施された前記光ビームを処理するステップとを含む、方法。

【請求項 2】

前記ステップ ( c ) が、

前記特定のルールに準拠して、前記後続ビットとして前記フィードバックビットまたは修飾子ビットのいずれかを選択するステップを含み、前記後続ビットは、前記フィードバックビットが導出される発生シーケンスの直後にある、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記主擬似ランダムビットシーケンスが、前記フィードバックビットが常に前記後続ビットとして選択される場合に、反復する m シーケンス (最大長シーケンス) である、請求項 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記主擬似ランダムビットシーケンスが、前記フィードバックビットが常に前記後続ビットとして選択された場合に、反復する複数の m シーケンス (最大長シーケンス) のモジュロ 2 和である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ステップ ( a ) において、前記発生シーケンスのフィードバックビットが、前記発生シーケンスにおける 2 つまたはそれ以上のビットのモジュロ 2 和である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 6】

20

前記ステップ ( b ) において、前記 P サブシーケンスにおいて後続ビットとして用いられる 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスの決定が、先行する P サブシーケンスの統計に基づく、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ステップ ( b ) が、

( b 1 ) 前記開始シーケンスおよび前記 P サブシーケンスにおけるフィードバックビットである後続ビットの「 1 」の個数から「 0 」の個数を減算することによって得られる第 1 の値を決定するステップと、

( b 2 ) 第 2 の値を有する 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスを決定するステップとを含み、前記第 2 の値は、前記 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスにおける「 1 」の個数から「 0 」の個数を減算することによって得られ、前記第 2 の値は、前記ステップ ( b 1 ) で決定された前記第 1 の値の加法に関する逆元である、請求項 2 に記載の方法。

30

【請求項 8】

前記ステップ ( c ) において、前記フィードバックビットが、前記開始シーケンスの最後から最終シーケンスの最後までの後続ビットとして排他的に用いられ、前記修飾子ビットが、前記最終シーケンスの最後から前記次の開始シーケンスの最初までの後続ビットとして排他的に用いられ、前記最終シーケンスは、前記開始シーケンスと同じ長さを有する予め定められたシーケンスである、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 9】

40

前記ステップ ( c ) において、前記修飾子ビットのすべてまたは一部分は、前記開始シーケンスの最後から前記最終シーケンスの最後までの後続ビットであり、前記最終シーケンスの最後において後続ビットとして未使用である前記修飾子ビットのすべての部分は、前記最終シーケンスの最後と前記次の開始シーケンスの最初との間の後続ビットであり、前記最終シーケンスは、前記開始シーケンスと同じ長さを有する予め定められたシーケンスである、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ステップ ( c ) において、前記修飾子ビットのすべてまたは一部分が、前記開始シーケンスの最後から前記最終シーケンスの最後までの間に、擬似ランダム間隔において後続ビットとして挿入される、請求項 9 に記載の方法。

50

## 【請求項 11】

前記ステップ (b) において、前記 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスが第 2 の擬似ランダムビットシーケンスであり、前記ステップ (b) は、

(b1) 隣接した複数の S サブシーケンスを含む第 2 の擬似ランダムビットシーケンスを発生するステップを含み、前記各 S サブシーケンスは、予め定められた長さの開始シーケンスを含み、前記開始シーケンスには後続ビットのシーケンスが後続し、前記 S サブシーケンスにおける各発生シーケンスからのフィードバックビットは、特定のルールに準拠して導出され、前記発生シーケンスは、前記開始シーケンスと同じ長さを有する、前記 S サブシーケンスにおける隣接したビットのシーケンスであり、前記発生シーケンスに後続するビットは、前記発生シーケンスの後続ビットと呼ばれ、さらに

(b2) 前記 S サブシーケンスを修飾する際に用いられる 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスを決定するステップと、

(b3) 前記 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットを利用して前記 S サブシーケンスを修飾するステップとを含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記第 2 の擬似ランダムビットシーケンスが、前記フィードバックビットが常に後続ビットとして選択される場合に、反復する複数の m シーケンス (最大長シーケンス) である、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 13】

前記第 2 の擬似ランダムビットシーケンスが、前記フィードバックビットが常に後続ビットとして選択される場合に、反復する複数の m シーケンス (最大長シーケンス) のモジュロ 2 和である、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 14】

前記ステップ (b1) において、前記発生シーケンスのフィードバックビットが、前記発生シーケンスの 2 つまたはそれ以上のビットのモジュロ 2 和である、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 15】

前記ステップ (b2) において、前記 S サブシーケンスにおける後続ビットとして用いられる 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスの決定が、先行する前記 S サブシーケンスの統計に基づいて行なわれる、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 16】

前記ステップ (b2) が、

(b2a) 前記開始シーケンスおよび前記 S サブシーケンスにおけるフィードバックビットである後続ビットの「1」の個数から「0」の個数を減算した第 1 の値を決定するステップと、

(b2b) 第 2 の値を有する 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスを決定するステップとを含み、前記第 2 の値は、前記 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスにおける「1」の個数から「0」の個数を減算することによって得られ、前記第 2 の値は、前記ステップ (b2a) で決定された前記第 1 の値の加法に関する逆元である、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 17】

前記ステップ (b3) において、前記フィードバックビットが、前記開始シーケンスの最後から前記最終シーケンスの最後までの後続ビットとして排他的に用いられ、前記修飾子ビットが、前記最終シーケンスの最後から前記次の開始シーケンスの最初までの後続ビットとして排他的に用いられ、前記最終シーケンスは、前記開始シーケンスと同じ長さを有する予め定められたシーケンスである、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 18】

前記ステップ (b3) において、前記修飾子ビットのすべてまたは一部分が、前記開始シーケンスの最後から前記最終シーケンスの最後までの後続ビットであり、前記最終シーケンスの最後における後続ビットとして未使用の前記修飾子ビットのすべての部分は、前

10

20

30

40

50

記最終シーケンスの最後と前記次の開始シーケンスの最初との間の後続ビットであり、前記最終シーケンスは、前記開始シーケンスと同じ長さを有する予め定められたシーケンスである、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 19】

前記ステップ (b3) において、前記修飾子ビットのすべてまたは一部分が、前記開始シーケンスの最後から前記最終シーケンスの最後までの後続ビットとして用いられ、前記修飾子ビットは、前記最終シーケンスの最後より前において擬似ランダム間隔で後続ビットとして挿入される、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記ステップ (b) において、前記 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスが第 2 の擬似ランダムビットシーケンスであり、前記ステップ (c) は、

前記第 2 の擬似ランダムビットシーケンスの次の各ビットであるモジュロ 2 を、前記主擬似ランダムビットシーケンスの次の各 P サブシーケンスに加えるステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 21】

請求項 1 に記載の方法を実施するための装置。

【請求項 22】

主擬似ランダムビットシーケンスによって光ビームを変調することにより、光ビームが伝搬する媒体の回転を決定するための装置であって、

主分析シーケンスにアクセスする主ビットシーケンス分析器を含み、前記主分析シーケンスは、主ビットシーケンスからの最新の複数のビットであり、前記主ビットシーケンスは、隣接した複数の P サブシーケンスを含み、前記各 P サブシーケンスは開始シーケンスで始まり、前記主ビットシーケンス分析器は、前記主分析シーケンスからフィードバックビットを導出し、前記装置はさらに、

前記主ビットシーケンス分析器に、前記主分析シーケンスに後続する後続ビットを与えるためのシーケンスの修飾装置を含み、前記後続ビットは、前記主ビットシーケンス分析器によって導出された前記フィードバックビットまたは修飾子ビットのいずれかであり、前記修飾子ビットは、前記シーケンス修飾装置に格納された予め定められたビットまたは前記シーケンス修飾装置によって導出されたビットである、

前記装置は、さらに、

光源と、光ファイバのコイルとを含み、前記光源によって発生する光は前記光ファイバ中を伝搬し、さらに

前記光ファイバ中を伝搬する光を前記主擬似ランダムビットシーケンスで変調するための変調器と、

前記光ファイバ中を進行する光から前記コイルの回転を決定するためのプロセッサとを含む、装置。

【請求項 23】

前記主ビットシーケンスが、前記シーケンス修飾装置が前記後続ビットとして前記フィードバックビットを連続して与える場合に、反復する m シーケンス (最大長シーケンス) である、請求項 22 に記載の装置。

【請求項 24】

前記主ビットシーケンスが、前記シーケンス修飾装置が前記後続ビットとして前記フィードバックビットを連続して与える場合に、複数の反復する複数の m シーケンス (最大長シーケンス) のモジュロ 2 和である、請求項 22 に記載の装置。

【請求項 25】

前記主ビットシーケンス分析器が、

前記主分析シーケンスを格納するためのシフトレジスタを含み、前記シフトレジスタは、前記シーケンス修飾装置からの後続ビットを受け、前記シフトレジスタの内容がシフトされたときに前記シフトレジスタの第 1 の段にそれを入れるための入力ポートと、前記シフトレジスタの最後の段の内容を読み出すための出力ポートとを有し、前記主分析シーケ

10

20

30

40

50

スのうち最も古いビットは前記出力ポートで利用可能であり、前記装置はさらに、

前記シーケンス修飾装置に与えられるフィードバックビットを発生するためのフィードバックビット発生器を含み、前記フィードバックビットは、前記シフトレジスタの内容から導出され、さらに

最終シーケンスが前記シフトレジスタにおいて検出されたときに最終シーケンスの警告を発生する最終シーケンス検出器を含む、請求項 2 2 に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記シフトレジスタが並列入力ポートを有し、前記シーケンス修飾装置は、前記シフトレジスタに前記開始シーケンスの並列入力を行ない、その後前記後続ビットのシーケンスの直列入力を行ない、前記後続ビットのシーケンスの各々は、前記最終シーケンスの警告が起こる前のフィードバックビットである、請求項 2 5 に記載の装置。

10

【請求項 2 7】

前記最終シーケンスの警告が起こった後の前記後続ビットが、0 またはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスであり、前記シーケンス修飾装置は、前記 0 またはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスの後に、前記シフトレジスタに前記開始シーケンスを入れる、請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 2 8】

前記シーケンス修飾装置が、前記修飾子後続ビットのシーケンスの一部またはすべてを、連続して、または間に前記フィードバック後続ビットを散在させて、前記最終シーケンスの警告が起こる前に前記シフトレジスタに給送し、前記最終シーケンスの警告が起こった後に残る前記修飾子後続ビットのシーケンスのすべての部分は、前記最終シーケンスの警告後に前記シフトレジスタに連続して給送される、請求項 2 5 に記載の装置。

20

【請求項 2 9】

前記シーケンス修飾装置が、前記最終シーケンスの警告の前に前記シフトレジスタにフィードバック後続ビットのみを給送し、前記最終シーケンスの警告の後には前記シフトレジスタに修飾子後続ビットのみを給送し、前記開始シーケンスおよび前記サブシーケンスにおける前記フィードバック後続ビットにおける「1」の個数から「0」の個数を減算することによって得られる第 1 の値は、前記修飾子後続ビットのシーケンスにおける「1」の個数から「0」の個数を減算することによって得られる第 2 の値の加法に関する逆元に等しい、請求項 2 5 に記載の装置。

30

【請求項 3 0】

前記シーケンス修飾ユニットが、前記最終シーケンスの警告が起こる前に、前記シフトレジスタに、前記修飾子後続ビットのシーケンスの一部またはすべてを、連続して、または間に前記フィードバック後続ビットを散在させて、前記シフトレジスタに給送し、前記最終シーケンスの警告が起こった後に残る前記修飾子後続ビットのシーケンスのすべての部分は、前記最終シーケンスの警告の後に前記シフトレジスタに連続して給送され、前記シーケンス修飾装置は第 1 の差および第 2 の差を決定し、前記第 1 の差は、前記開始シーケンスおよび現在の P サブシーケンスに先行する前記 P サブシーケンスのフィードバック後続ビットの「0」および「1」の差であり、前記第 2 の差は、前記現在の P サブシーケンスの発生時に前記シフトレジスタに入れられる前記修飾子ビットのシーケンスの「0」および「1」の差であり、前記第 2 の差は、前記第 1 の差の負の値に等しい、請求項 2 5 に記載の装置。

40

【請求項 3 1】

前記シーケンス修飾装置が、

擬似ランダム時間間隔を示す信号を発生する擬似ランダムタイミング装置を含み、前記シーケンス修飾装置は、前記開始シーケンスの後に、かつ前記最終シーケンスの警告が起こる前に、擬似ランダム間隔で、前記修飾子後続ビットのシーケンスのすべてまたは一部分を含むビットを前記シフトレジスタに給送する、請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 3 2】

前記シーケンス修飾装置が、

50

第2のビットシーケンスを与える第2のビットシーケンス分析器を含み、前記シーケンス修飾装置は、前記主ビットシーケンスを修飾するために前記第2のビットシーケンスを利用する、請求項22に記載の装置。

【請求項33】

前記シーケンス修飾装置が、前記第2のビットシーケンスの次の各ビットのモジュロ2和と、前記主ビットシーケンスの次の各Pサブシーケンスのビットとを、出力ポートに与える、請求項32に記載の装置。

【請求項34】

前記第2のビットシーケンス分析器が、第2の分析シーケンスにアクセスし、前記第2の分析シーケンスは、前記第2のビットシーケンスからの最新の複数のビットであり、前記第2のビットシーケンスは、隣接した複数のSサブシーケンスを含み、各Sシーケンスは開始シーケンスで始まり、前記第2のビットシーケンス分析器は、前記第2の分析シーケンスからフィードバックビットを導出し、前記シーケンス修飾装置は、前記第2の分析シーケンスに後続する後続ビットを前記第2のビットシーケンス分析器に供給し、前記後続ビットは、前記第2のビットシーケンス分析器によって導出されたフィードバックビットまたは修飾子ビットであり、前記修飾子ビットは、前記シーケンス修飾装置に格納された予め定められたビットまたは前記シーケンス修飾装置によって導出されたビットである、請求項32に記載の装置。

【請求項35】

前記第2のビットシーケンスが、前記シーケンス修飾装置が前記後続ビットとして前記第2のビットシーケンス分析器に前記フィードバックビットを連続して与える場合に、反復するnシーケンスである、請求項34に記載の装置。

【請求項36】

前記第2のビットシーケンスが、前記シーケンス修飾装置が前記後続ビットとして前記第2のビットシーケンス分析器に前記フィードバックビットを連続して供給する場合に、反復する複数のmシーケンス(最大長シーケンス)のモジュロ2和である、請求項34に記載の装置。

【請求項37】

前記第2のビットシーケンス分析器が、

前記第2の分析シーケンスを格納するためのシフトレジスタを含み、前記シフトレジスタは、前記シフトレジスタの内容がシフトされるときに、前記シーケンス修飾装置から後続ビットを受け、前記シフトレジスタの第1の段に入れるための入力ポートと、前記シフトレジスタの最後の段の内容を読み出すための出力ポートとを有し、前記第2の分析シーケンスの最も古いビットは前記出力ポートで利用可能であり、前記装置はさらに

前記シーケンス修飾装置に与えられる前記フィードバックビットを発生するためのフィードバックビット発生器を含み、前記フィードバックビットは、前記シフトレジスタの内容から導出され、さらに

前記最終シーケンスが前記シフトレジスタで検出されるときに最終シーケンスの警告を発生する最終シーケンス検出器を含む、請求項34に記載の装置。

【請求項38】

前記シフトレジスタが並列入力ポートであり、前記シーケンス修飾装置が、前記シフトレジスタへの前記開始シーケンスの並列入力を行ない、その後前記後続ビットのシーケンスの直列入力を行ない、前記後続ビットのシーケンスの各々は、前記最終シーケンスの警告が起こる前のフィードバックビットである、請求項37に記載の装置。

【請求項39】

前記最終シーケンスの警告が起こった後の前記後続ビットが、0またはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスであり、前記シーケンス修飾装置は、前記0またはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスの後に前記シフトレジスタに前記開始シーケンスを入れる、請求項37に記載の装置。

【請求項40】

前記シーケンス修飾装置が、前記最終シーケンスの警告が起こる前に、連続して、または間に前記フィードバック後続ビットを散在させて、前記修飾子後続ビットのシーケンスを前記シフトレジスタに給送し、前記最終シーケンスの警告が起こった後に残っている前記修飾子後続ビットのシーケンスのすべての部分は、前記最終シーケンスの警告後に前記シフトレジスタに連続して給送される、請求項3 7に記載の装置。

【請求項 4 1】

前記シーケンス修飾装置が、前記最終シーケンスの警告前に前記シフトレジスタに前記フィードバック後続ビットのみを給送し、前記最終シーケンスの警告後に前記シフトレジスタに前記修飾子後続ビットのみを給送し、前記開始シーケンスおよび前記 S サブシーケンスにおける前記フィードバック後続ビットの「0」および「1」の差は、前記修飾子後続ビットのシーケンスの「0」および「1」の差の負の値である、請求項3 7に記載の装置。

10

【請求項 4 2】

前記シーケンス修飾装置が、前記最終シーケンスの警告が起こる前に、前記修飾子後続ビットのシーケンスの一部またはすべてを、連続して、または間に前記フィードバック後続ビットを散在させて、前記シフトレジスタに給送し、前記最終シーケンスの警告が起こった後に残っている前記修飾子後続ビットのシーケンスのすべての部分は、前記最終シーケンスの警告後に前記シフトレジスタに連続して給送され、前記シーケンス修飾装置は第 1 の差と第 2 の差とを決定し、前記第 1 の差は前記開始シーケンスおよび現在の前記 S サブシーケンスに先行する前記 S サブシーケンスのフィードバック後続ビットの「0」および「1」の差であり、前記第 2 の差は、前記現在の S サブシーケンスの発生時に前記シフトレジスタに入れられる前記修飾子ビットのシーケンスの「0」および「1」の差であり、前記第 2 の差は、前記第 1 の差の負の値に等しい、請求項3 7に記載の装置。

20

【請求項 4 3】

前記シーケンス修飾装置が、

擬似ランダム時間間隔を示す信号を発生する擬似ランダムタイミング装置を含み、前記シーケンス修飾装置は、前記開始シーケンスの後に、かつ前記最終シーケンスの警告が起こる前に、擬似ランダム間隔で前記シフトレジスタに前記修飾子後続ビットのシーケンスのすべてまたは一部分を含むビットを給送する、請求項3 7に記載の装置。

30

【請求項 4 4】

前記シーケンス修飾装置が、前記現在の S サブシーケンスにおける後続ビットとして入れられる 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットを決定するために、前記現在の S サブシーケンスに先行する S サブシーケンスの統計を利用する、請求項3 4に記載の装置。

【請求項 4 5】

前記シーケンス修飾装置が、前記現在の P サブシーケンスにおける後続ビットとして入れられる 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットを決定するために、前記現在の P サブシーケンスに先行する P サブシーケンスの統計を利用する、請求項2 2に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】

40

この発明は一般に光ファイバジャイロスコープに関し、特に、このような装置に用いられる擬似ランダムビットシーケンス発生器に関する。

【0002】

【発明の背景】

光ファイバジャイロは、光ファイバの巻かれたコイルを通して互いに対向する方向に伝搬する光波間の位相差を決定することによって回転速度を測定する。回転方向にコイルを通して伝搬する光波は、回転方向と逆方向にコイルを通して伝搬する光波よりも長い時間を要する。この時間の差は、互いに対向して伝搬する光波の間の位相差として測定され、コイルの角速度に比例する。

【0003】

50

図 1 に、光ファイバジャイロの典型的なブロック図が示される。光源 2 は、適度にコヒーレントな光ビームを光ファイバ干渉計 4 に供給する。光ファイバ干渉計 4 は、入力光ビームを 2 つの光ビームに分光し、これらの光ビームはコイルとして形成された光ファイバの両端に給送される。光ファイバの両端から射出する光ビームは、単一の出力光ビームへと再結合し、検出器 6 内へ給送される。

【 0 0 0 4 】

より詳細には、光源 2 からの光ビーム  $W_1$  は方向性カプラ 5 2 のポート A からポート C を通過し、その後方向性カプラ 5 4 のポート A からポート C および D を通過する。したがって、対向して伝搬する 2 つの光ビーム  $W_1$  および  $W_2$  がコイル 5 6 に確立される。対向して伝搬する光ビーム  $W_1$  および  $W_2$  は変調器 5 8 によって位相変調されその後方向性カプラ 5 4 のポート C および D に送られ、ここで単一の光ビーム  $W_0$  に合成され、ポート A から出る。合成光ビーム  $W_0$  は方向性カプラ 5 2 のポート C からポート B を通過し、その後検出器 6 に送られる。

【 0 0 0 5 】

検出された光の強度  $I$  (すなわち検出器 6 の出力) は次の式によって表わされる。

【 0 0 0 6 】

【 数 1 】

$$I = \frac{I_0}{2} [1 + \cos \theta(t)] \quad (1)$$

【 0 0 0 7 】

式中、 $I_0$  はピーク検出光強度であり、 $\theta(t)$  は時間の関数として表わされた 2 つのビームの間の位相差である。

【 0 0 0 8 】

典型的には位相差  $\theta(t)$  は次の式で表わされる。

【 0 0 0 9 】

【 数 2 】

$$\theta(t) = [\Phi(t)]_{\text{mod } 2\pi} - [\Phi(t - \tau)]_{\text{mod } 2\pi} + \phi_s + 2\pi n \quad (2)$$

【 0 0 1 0 】

式中、 $\Phi(t)$  は位相変調生成関数であり、 $\Phi(t) \bmod 2\pi$  (ただし  $\bmod 2\pi$  は下付きである) は干渉計 4 内の位相変調器によって導入される位相変調であり、 $\tau$  は光ファイバコイルを通る伝搬時間であり、 $(\phi_s + 2\pi n)$  は光ファイバコイルの軸のまわりを回転することによって生じる、いわゆるサニャック位相である。整数  $n$  (サニャック縞数または単に縞数と呼ばれる) は、正か負かのいずれかであり、サニャック残留位相  $\phi_s$  は  $-\pi < \phi_s < \pi$  の範囲に拘束される。

【 0 0 1 1 】

検出器 6 の出力は直流成分を除去すようハイパスフィルタリングされ、その後アナログ・デジタル変換器 8 によってデジタル形式に変換され、最後にデジタルプロセッサ 10 で処理され、干渉計 4 の回転の速度および角度の測定値を出力に与える。さらに、デジタルプロセッサ 10 は位相変調生成関数  $\Phi(t)$  を生成し、このモジュロ  $2\pi$  部分はデジタル・アナログ変換器 12 によってアナログ形式に変換され、干渉計 4 内の位相変調器に供給される。

【 0 0 1 2 】

典型的には、位相変調生成関数  $\Phi(t)$  は、 $\Phi_{SE}(t)$  および  $\Phi_M(t)$  などを含む多数の位相変調成分からなる。位相変調成分  $\Phi_{SE}(t)$  は典型的には階段波形であって、その段の高さは  $\tau$  の間隔で  $-\phi_{SE}$  だけ変化するが、ここで  $\phi_{SE}$  は  $\phi_s$  の推定値である。したが

10

20

30

40

50

って、 $\phi_{SE}(t)$  変調は  $\phi_S$  を大部分キャンセルする。サニャック残留位相  $\phi_S$  のキャンセルされない部分の正確な測定は、サニャック位相の推定値をより正確にし、かつ  $\phi_{SE}(t)$  位相変調構成要件を生成するのに用いられるのは量であるという点で非常に重要である。

#### 【0013】

サニャック残留位相のキャンセルされない部分の正確な測定は、 $[\phi_M(t) - \phi_M(t - \tau)]$  が  $j\phi_M$  と等しく、ここで  $j$  の許容値が  $-1$  および  $1$  の値であり、 $\phi_M$  がおよそ  $\pi/2$  ラジアン付近にあってコサイン関数の傾斜が最も急である予め定められた正位相角度であるような、 $\phi_M(t)$  位相変調成分を選択することによって非常に容易になる。この効果は、たとえば  $\phi_M(t)$  を振幅  $\pi/2$  で周期  $2\tau$  である方形波にすることによって達成され得る。

10

#### 【0014】

位相変調量  $j\phi_M$  の符号  $j$  を制御するために擬似ランダムビットシーケンスを用いる光ファイバジャイロ変調方法は、スパリンガー (Spahlinger) による米国特許第 5, 123, 741 号に開示されている。この擬似ランダム変調の方策は、クロスカップリングされた電子的誤差をキャンセルすることによりジャイロの偏りを改善し、これらの電子的誤差は従来の決定論的な変調機構において調整される。この方策がさらに発展したものがマークおよびタザテス (Mark and Tazartes) による米国特許第 5, 682, 241 号に開示されており、ここではランダムな過変調 (すなわち  $\phi_M$  が  $(\pi/2)$  より大きい) 方法によって、(擬似ランダム変調によって) バイアス誤差が、かつ (過変調によって) ランダムウォークが、同時に軽減される (過変調については米国特許第 5, 530, 545 号を参照されたい)。

20

#### 【0015】

擬似ランダム変調の初期の開発段階では、短い反復期間のシーケンスは自己相関特性が比較的低いと不所望であるとされていた。光ファイバジャイロ変調には、(典型的には 1 秒のオーダの回転である) 十分に長いシーケンスが用いられる。しかしながら、擬似ランダムシーケンスのランダムウォーク特性のために、これらのシーケンスにより大きな低周波数成分が生ずることがわかっている。これらの低周波数成分は、光ファイバジャイロに用いられる光検出器回路に通見られるように交流結合回路を介して上手く伝達されないため、望ましくない。さらに、周波数が低いことは、より長い期間にわたってジャイロが 1 つの変調符号で主に動作し得ることを示唆している。これらの期間中、ジャイロ信号はオフセットドリフト、強度ドリフトまたはゲインドリフトの対象となり得る。

30

#### 【0016】

##### 【発明の概要】

この発明は、隣接した複数の P サブシーケンスを含む主擬似ランダムビットシーケンスによって光ビームを変調することにより、光ビームが伝搬する媒体の回転を決定するための方法および装置に関する。各 P サブシーケンスは予め定められた長さの開始シーケンスを含み、後続ビットのシーケンスがこれに後続する。この方法は 3 つのステップを含む。第 1 のステップは、特定のルールに準拠して P サブシーケンスの各発生シーケンスからフィードバックビットを導出することを含み、発生シーケンスは、開始シーケンスと同じ長さを有する、P サブシーケンスにおける隣接したビットのシーケンスである。発生シーケンスに後続するビットは、その発生シーケンスの後続ビットと呼ばれる。

40

#### 【0017】

この方法の第 2 のステップは、P サブシーケンスを修飾する際に用いられる 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットのシーケンスを決定することを含む。

#### 【0018】

この方法の第 3 のステップは、1 つまたはそれ以上の修飾子ビットを利用して P サブシーケンスを修飾することを含む。

#### 【0019】

##### 【詳細な説明】

50

この発明は、改善した統計的特性によって擬似ランダムビットシーケンスを発生するための方法および装置である。この発明の実施例 1 が図 2 に示される。

【 0 0 2 0 】

擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 は出力線 5 上に擬似ランダムビットシーケンスを発生する。擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 は、ランダムビットシーケンス発生器の統計的特性に近似する統計的特性を有するシーケンスを発生する、いかなるタイプのビットシーケンス発生器であってもよい。最大長ビットシーケンス ( mシーケンス ) を発生するビットシーケンス発生器がこの目的に用いられることが多く、たとえば W. Wesley Peterson, Error Correcting Codes, M.I.T. Press/John Wiley & Sons, Inc., New York, 1961, pp.147-48などのさまざまな書物に記載されている。

10

【 0 0 2 1 】

擬似ランダムビットシーケンスにおける最新の予め定められた数のビットは、擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 内のシフトレジスタにある。擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 は、シフトレジスタの内容からシーケンスにおける次のビット ( 以下、フィードバックビットと呼ぶ ) を決定し、それを出力線 7 に送る。フィードバックビットは通常、クロック 1 3 によって与えられるクロック信号において適切な遷移が生じることによりシフトレジスタの内容がシフトすると、ビット平衡装置 9 を通過してシフトレジスタのデータ入力線 1 1 に送られ、シフトレジスタに入るようにされる。シフトの後、シフトレジスタに格納された最も古いビットが出力線 5 上に現われる。したがって、クロック信号が適切に遷移するたびに、擬似ランダムビットシーケンスのうち新しいビットが出力線 5 に与えられる。

20

【 0 0 2 2 】

最終シーケンス検出器 1 5 には最終シーケンスが格納される。擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 におけるシフトレジスタの内容が最終シーケンス検出器 1 5 に格納された最終シーケンスと整合すると、最終シーケンス検出器 1 5 は統計的制御装置 9 に最終シーケンス警告を発行する。統計的制御装置 9 が制御装置 1 9 によって能動化されると、線 7 に現われるフィードバックビットシーケンスではなく、格納された修飾子ビットシーケンスが、擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 のシフトレジスタに、データ入力線 1 1 を介してビットごとに給送される。修飾子ビットシーケンスは線 5 に現われる擬似ランダムシーケンスの実際の終わりにマークする。

30

【 0 0 2 3 】

修飾子ビットシーケンスは、線 5 に現われる擬似ランダムビットシーケンスにおいて「 0 」および「 1 」を平衡するために用いられ得る。たとえば、「 1 」の数が、開始シーケンスで始まり最終シーケンスで終わる擬似ランダムビットシーケンスの「 0 」の数よりも 1 だけ上回ると、修飾子ビットシーケンスは 1 つの「 0 」を含むか、またはおそらく「 0 」 「 0 」 「 1 」というシーケンスを含むであろう。同様に、不平衡が「 0 」に偏る場合には、修飾子ビットシーケンスは 1 つの「 1 」を含むか、またはおそらく「 1 」 「 0 」 「 1 」というシーケンスを含むであろう。

【 0 0 2 4 】

この発明は上記の単純な例が示唆するよりもはるかに高度な技術である。線 5 に現われる擬似ランダムビットシーケンスは隣接したサブシーケンスを含む。サブシーケンスは開始シーケンスで始まり、次の開始シーケンスが始まる場所で終る。シフトレジスタへのデータ入力線 1 1 上に現われるビットシーケンスを後続ビットシーケンスとする。一般に、後続ビットはフィードバックビットまたは修飾子ビットのいずれかであり得る。後続ビットが排他的に開始シーケンスから最終シーケンスの終わりまでのフィードバックビットである必要はない。実際には、開始ビットの後に、かつ最終シーケンスの警告が発生する前に、 1 つまたはそれ以上の修飾子ビットを挿入することにより、興味深い統計的特性を得ることができる。

40

【 0 0 2 5 】

たとえば、サブシーケンスに挿入されることとなる修飾子ビットが 1 つしかなく、開始シ

50

ーケンスの後に、かつ最終シーケンスの警告前に修飾子ビットを挿入するものとする。さらに、修飾子ビットは、それが置換することとなるいずれかのフィードバックビットの補数であるとする。この場合、サブシーケンスの長さは、サブシーケンス中に修飾子ビットが挿入される場所に依存して変化することとなる。プロセスを幾分複雑にし、修飾子ビットが対応のフィードバックビットの補数であるフィードバックビットのシーケンスに修飾子ビットのシーケンスを代入すると、注目すべき結果が得られる。

【 0 0 2 6 】

修飾子ビットを得るために、フィードバックビットの補数をとるのではなく他のマッピング手順を用いることができる。また、1つまたはそれ以上の隣接したフィードバックビットを、サブシーケンス内で擬似ランダム間隔をおいて設けられた1つまたはそれ以上の修飾子ビットで置換し、何らかの確率密度関数に従ってサブシーケンスの長さが分布するようにすることができる。このプロセスにより典型的には、開始シーケンスおよび所与のサブシーケンスのフィードバック後続ビットにおいて「0」および「1」の不均衡が生じるため、所与のサブシーケンスに後続するサブシーケンスの修飾子後続ビットの「0」および「1」に、補償のための不均衡を与えることが適切であろう。

【 0 0 2 7 】

1つまたはそれ以上の修飾子ビットの導出は、サブシーケンスの統計に基づき得る。たとえば、統計値が、開始シーケンスおよびサブシーケンスにおけるフィードバック後続ビットの「0」および「1」の不均衡であるとする。この不均衡を補償するように設計された修飾子ビットを最終シーケンスの警告後にサブシーケンスに挿入して、「0」および「1」が平衡状態にされたサブシーケンスを得ることができる。また、次のサブシーケンスにおける任意の場所に補償用修飾子ビットを挿入すると平衡状態が得られるであろう。このようにすると、多くのサブシーケンスに対して平衡効果が得られる。

【 0 0 2 8 】

1つまたはそれ以上の修飾子ビットの導出はまた、擬似ランダムビットシーケンスの統計的特性を単に変更することに基づき得る。たとえば、擬似ランダムビットシーケンスの各サブシーケンスが特定のmシーケンスであれば、サブシーケンスすべてが同じ長さを有することとなる。このような擬似ランダムビットシーケンスに関連する周期性は好まれず、特定のmシーケンスにおいて擬似ランダム間隔をあけて修飾子ビットを挿入し、種々の長さのサブシーケンスを含む擬似ランダムビットシーケンスを得るようにすることを選択するかもしれない。この場合、擬似ランダムビットシーケンスを構成するサブシーケンスの長さに関する異なった確率密度関数を得るために修飾子ビットを挿入する。

【 0 0 2 9 】

要するに、この発明の目的は、フィードバックビットの方策により擬似ランダムビットシーケンスを発生するための手順を前提として、どのようにして修飾子ビットが導出されても、フィードバックビットの代わりに修飾子ビットを用いることにより擬似ランダムビットシーケンスの1つまたはそれ以上の統計的特性を変更することである。このプロセスを実現するために、各サブシーケンスに挿入されるべき修飾子ビットおよび修飾子ビットが挿入される各サブシーケンスにおける正確な場所を特定し、全体的な目的は統計的特性を変更することである。

【 0 0 3 0 】

統計的制御装置9が制御装置15によって能動化されない場合、線7上のフィードバックビットの流れは統計的制御装置9から線11に流れ、線5上に現われる擬似ランダムビットシーケンスに修飾子ビットシーケンスが挿入されることはない。

【 0 0 3 1 】

開始シーケンスは開始シーケンスレジスタ19に格納される。統計的制御装置9は制御線21上に信号を送り、サブシーケンスの最後のビットが出力線5に現われた後に、開始シーケンスレジスタ19の内容が、適切な次のクロック信号遷移と同時に擬似ランダムビットシーケンス発生器3のシフトレジスタにロードされるようにする。上記のプロセスが繰返される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 が利用するフィードバックビット発生プロセスは、擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 のシフトレジスタの 2 つまたはそれ以上の段の状態に、いくつかの論理動作演算を行なうステップを含む。この目的のためのシフトレジスタ段の選択は、シーケンス選択レジスタ 2 3 によって行なわれる。

## 【 0 0 3 3 】

擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 1 は、クロッキングを除いては擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 と同様に動作する。擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 1 のクロック信号は線 2 1 から得られ、これは、開始シーケンスが擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 に送られるたびに出力線 3 3 上に新しいビットが発生することを意味する。

10

## 【 0 0 3 4 】

制御装置 1 7 により出力線 3 5 上に「 1 」が現われると、擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 1 によって発生した擬似ランダムビットシーケンスは論理積ゲート 3 7 を介して排他的論理和ゲート 3 9 に送られる。擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 1 によって発生するビットが「 0 」である場合、擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 によって発生する擬似ランダムビットシーケンスは変化せずに排他的論理和ゲート 3 9 を通過する。擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 1 によって発生するビットが「 1 」である場合、擬似ランダムビットシーケンス発生器 3 によって発生する擬似ランダムビットシーケンスは排他的論理和ゲート 3 9 を通過する際に反転する。したがって、統計的制御装置 9 は能動化されず、「 1 」が制御線 3 5 に現われる場合には、排他的論理和ゲート 3 9 からの擬似ランダムビットシーケンスの「 0 」および「 1 」は、擬似ランダムビットシーケンス 3 からの擬似ランダムビットシーケンスの「 0 」および「 1 」が 1 つの期間にわたって不平衡な状態であっても、擬似ランダムビットシーケンス 3 からの擬似ランダムビットシーケンスの 2 期間にわたって平衡な状態となる。

20

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 光ファイバジャイロおよび関連の制御ループのブロック図である。

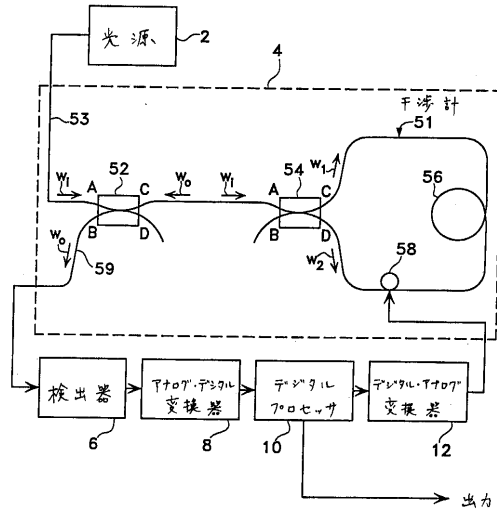
【図 2】 この発明の実施例のブロック図である。

## 【符号の説明】

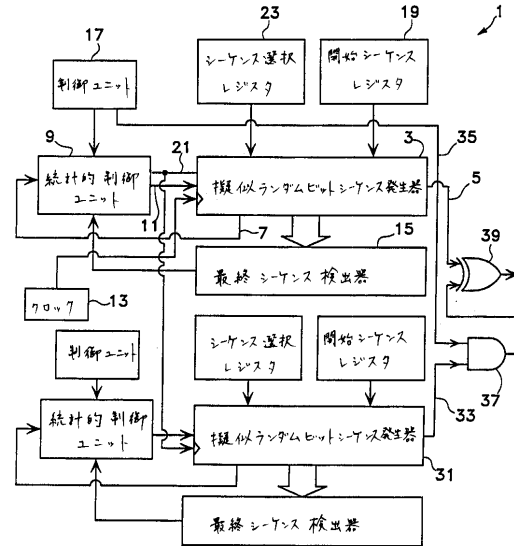
3 擬似ランダムビットシーケンス発生器、 1 5 最終シーケンス検出器、 3 1 擬似ランダムビットシーケンス発生器。

30

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100096781

弁理士 堀井 豊

(74)代理人 100096792

弁理士 森下 八郎

(72)発明者 ダニエル・エイ・タザーテス

アメリカ合衆国、 9 1 3 0 4 カリフォルニア州、ウエスト・ヒルズ、ジャスティス・ストリート、 2 3 7 2 9

(72)発明者 ジョン・ジィ・マーク

アメリカ合衆国、 9 1 1 0 6 カリフォルニア州、パサデナ、シエラ・ボニータ・レーン、 1 6 4 0

(72)発明者 デイビッド・アイ・タザーテス

アメリカ合衆国、 9 0 0 4 6 カリフォルニア州、ウエスト・ハリウッド、エヌ・オレンジ・グロ  
ウブ・アベニュー、 1 0 0 5、ナンバー・ 5

審査官 谷口 智利

(56)参考文献 特開平 1 0 - 3 0 0 4 7 9 ( J P , A )

特開平 0 5 - 0 8 7 5 8 0 ( J P , A )

特開平 1 1 - 0 4 6 1 3 2 ( J P , A )

特開平 0 9 - 1 1 3 2 8 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01C 19/66-72