

(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2004-144748
(P2004-144748A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl.⁷

G01R 13/20

F I

G01R 13/20

L

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-357418 (P2003-357418)</p> <p>(22) 出願日 平成15年10月17日 (2003.10.17)</p> <p>(31) 優先権主張番号 278339</p> <p>(32) 優先日 平成14年10月22日 (2002.10.22)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(71) 出願人 399117121 アジレント・テクノロジーズ・インク AGILENT TECHNOLOGIES, INC. アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ページ・ミル・ロード 395 395 Page Mill Road Palo Alto, California U. S. A.</p> <p>(74) 代理人 100105913 弁理士 加藤 公久</p> <p>(72) 発明者 ウィラード・マクドナルド アメリカ合衆国カリフォルニア州ボリナス オレマ・ボリナス・ロード825</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 アイ・ダイアグラム解析用デジタル波形の効率的サンプリング方法及び装置

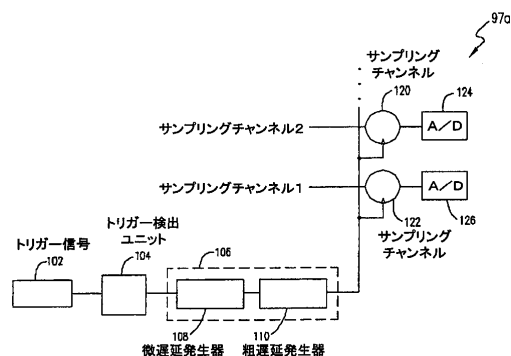
(57) 【要約】

【課題】 アイ・ダイアグラム解析用デジタル波形を効率的にサンプリングする。

【解決手段】

本発明は、デジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出す装置または方法により提供される。本発明の方法は、前記デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性を割り出す情報を含む波形の少なくとも一つの領域を特定するステップと、前記デジタルデータ信号の十分なサンプルを採取し、前記波形全体を完全に構成することなく、前記波形の前記特定した少なくとも一つの領域だけを完全に構成するステップと、前記波形の前記完全に構成した少なくとも一つの領域から関心のある少なくとも一つの特性を割り出すステップを有することを特徴とする。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

デジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出す方法であって、
前記デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性を割り出す情報を含む波形の少なくとも一つの領域を特定するステップと、

前記デジタルデータ信号の十分なサンプルを採取し、前記波形全体を完全に構成することなく、前記波形の前記特定した少なくとも一つの領域だけを完全に構成するステップと、

前記波形の前記完全に構成した少なくとも一つの領域から関心のある少なくとも一つの特性を割り出すステップを有する、

ことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性を選択するステップをさらに有し、前記特定ステップが、前記選択した関心のある少なくとも一つの特性を割り出す少なくとも一つの特徴を含む前記波形の少なくとも一つの領域の特定を含み、前記割り出しステップが、前記少なくとも一つの特徴を計測し、前記デジタルデータ信号の前記選択した関心のある少なくとも一つの特性を割り出すステップを有する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記デジタルデータ信号の限定数のサンプルを採取し、前記波形の前記少なくとも一つの領域を特定する前に前記波形全体を大雑把に構成するステップをさらに有する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

十分なサンプルを採取する前記ステップは、前記デジタルデータ信号に同期したトリガー基準に対するサンプルのタイミングを制御することによるサンプルの採取を含む、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

十分なサンプルを採取する前記ステップは、前記デジタルデータ信号中の特定ビットのサンプリングを含む、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記波形は、アイ・ダイアグラムを含む、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記特定ステップは、前記アイ・ダイアグラム上に重畳させた少なくとも一つのマスク領域の近くにある前記アイ・ダイアグラムの少なくとも一つの領域の特定を含み、前記割り出しステップは、前記少なくとも一つのマスク領域に関して前記デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性の割り出しを含む、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記割り出しステップは、前記アイ・ダイアグラムの前記少なくとも一つの領域がマスク領域を侵犯するか否かの判定を含む、

ことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

40

【請求項 9】

デジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出す装置であって、

前記デジタルデータ信号を表わす波形を表示するディスプレイを有するサンプリング装置と、

前記デジタルデータ信号のサンプルの採取を制御して前記ディスプレイ上の前記波形の生成を制御するプロセッサで、トリガー基準に対して採取したサンプルのタイミングを制御する第 1 のプロセッサ部と、サンプリングする特定ビットを制御する第 2 のプロセッ

50

サ部を有し、前記波形全体を完全に構成することなく該波形の選択された1又は複数の領域だけを完全に構成させ、前記サンプリング装置の前記ディスプレイに表示されるようにする前記プロセッサを備える、

ことを特徴とする装置。

【請求項10】

前記サンプリング装置は、サンプリングオシロスコープを具備する、

ことを特徴とする請求項9に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にデジタル信号の計測に係り、より詳しくはアイ・ダイヤグラム解析を活用してデジタルデータ信号の特性を割り出す方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

アイ・ダイヤグラム解析は、高速のデジタルの電氣的・光学的通信信号の挙動を研究するための重要なツールである。アイ・ダイヤグラムは、オシロスコープや他の適当なディスプレイデバイス上にデジタルデータ信号の論理1, 0の波形を組み合わせた合成像を表示する一つの方法である。例えば、アイ・ダイヤグラムは、例えばデジタル信号のデータレートで同期クロック信号によりトリガーしながら、オシロスコープの垂直チャンネルに波形を印加することでオシロスコープ上で生成される。高速デジタル信号のアイ・ダイヤグラムは、しばしば繰り返しサンプリングオシロスコープ(例えば、アジレント・テクノロジーズ(Agilent Technologies)社製86100Bサンプリングオシロスコープ)を用いて生成される。生成されたアイ・ダイヤグラムの特徴を計測することで、信号対雑音比や消光比やジッタやデューティサイクル歪等のデジタルデータ信号の様々な特性を簡単に割り出す(測定する)ことができる。

【0003】

完全なアイ・ダイヤグラムの構成には200,000乃至1,000,000サンプルを必要とすることがあり、この量のデータを得るのに何十秒かが必要とされよう。この種の時間長は、部品やシステムの製造者の効率及び適応性やアイ・ダイヤグラム解析を用いるその他の人に悪影響を及ぼすことがある。

【0004】

従って、アイ・ダイヤグラム解析を用いてデジタルデータ信号の特性を効率的に割り出す方法と装置に対する要求が存在する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、アイ・ダイヤグラム解析を用いてデジタルデータ信号の特性を割り出す効率的な方法と装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明になるデジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出す方法には、デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性を割り出すための情報を含むアイ・ダイヤグラムの少なくとも一つの領域の特定が含まれる。デジタルデータ信号の十分なサンプルを採取し、アイ・ダイヤグラム全体を完全に構成することなくアイ・ダイヤグラムの特定された少なくとも一つの領域だけを完全に構成し、アイ・ダイヤグラムの完全構成した少なくとも一つの領域から少なくとも一つの関心のある特性をそこで割り出す。

【0007】

本発明は、デジタルデータ信号の多くの特性をアイ・ダイヤグラムの1又は数個の領域のみに含まれる情報を活用することで割り出すことを認めるものである。従って、本発明はデジタルデータ信号の関心のある特定の特性を割り出すのに必要なアイ・ダイヤグ

10

20

30

40

50

ラムの1又は複数の領域だけを完全に構成し、アイ・ダイヤグラムの他の領域は完全に構成はしない。その結果、デジタルデータ信号の関心のある特定の特性を、アイ・ダイヤグラム全体を完全に構成するのに必要とされるであろうデジタルデータ信号よりも少ないサンプルで構成されるアイ・ダイヤグラムから正確に割り出すことができ、サンプリング時間の相当の低減をもたらすことができる。

【0008】

本発明の例示実施形態によれば、消光比やコントラスト比やオーバーシュートやアンダーシュートや1と0のレベルや信号対雑音比や立ち上がり時間や立ち下がり時間やビットレートや交差百分率やジッタやデューティサイクル歪やアイ高やアイ幅やアイ振幅や光変調振幅(OMA)といったデジタルデータ信号の特性を、必要な計測をなさしめるのに必要なアイ・ダイヤグラムの1又は複数の領域だけを完全に構成することで容易に割り出すことができる。

10

【0009】

本発明の他の例示的实施形態によれば、特定ステップはアイ・ダイヤグラム上に重畳した少なくとも一つのマスク領域に近いアイ・ダイヤグラムの少なくとも一つの領域の特定を含み、割り出しステップは少なくとも一つのマスク領域に対するデジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性の割り出しを含む。

【0010】

重畳したマスク領域に近いアイ・ダイヤグラムの1又は複数の領域にだけサンプルを集中させることで、より効率的にサンプルを分布させ、例えば試験対象の特定の製品がマスク試験に合格するかどうか、仮にそうである場合にその製品がマスク試験に合格する余地があるかどうかを正確に判定することができる。さらに、本発明は上述のものに加え或いはこれに代え他の特徴と効果を備えた実施形態を供給するものである。これらの特徴と効果の多くは、以下の図面を参照することで下記の説明から明らかとなる。

20

【発明を実施するための最良の形態】**【0011】**

図1は、デジタルの光学的或いは電気的な通信信号等のデジタルデータ信号の特性を表わし、本発明の説明を助ける例示的アイ・ダイヤグラムを概略示している。このアイ・ダイヤグラムは概ね参照符号10で表わされるようなものであり、適当なサンプリング装置のディスプレイ上、例えばサンプリングオシロスコープの表示スクリーン12上に表示される。

30

【0012】

アイ・ダイヤグラム10はデジタルデータ信号の論理1,0の組み合わせ波形の合成像であり、同期クロック信号を例えばデジタルデータ信号のデータレートでもってトリガーしつつサンプリングオシロスコープの垂直チャンネルへ波形を印加することで生成される。アイ・ダイヤグラム10の特徴を計測することで、デジタルデータ信号の様々な特性を容易に割り出す(測定する)ことができる。

【0013】

1Gb/s未満のデータレートでは、一般に実時間サンプリングオシロスコープが用いられ、図1のアイ・ダイヤグラム10などのアイ・ダイヤグラムを生成する。実時間サンプリングオシロスコープは、連続するデータビットの完全なシーケンスからなる波形記録を捕捉するのに非常に高速のA/D変換器を用いている。実時間サンプリングにより、一例として例えば緩慢な立ち上がり時間や過度のオーバーシュートといった波形誤差に先行するデータパターンの特性が分かるようになる。アイ・ダイヤグラムは、エッジを位置決めし、互いの頂部にビットを配置することで実時間サンプリングオシロスコープにより生成することができる。

40

【0014】

実時間サンプリングオシロスコープのA/D変換器は、データレートよりも遥かに高速で波形をサンプリングする。例えば商用の実時間サンプリングオシロスコープはデータレートの4~10倍のサンプリングレートを採用することもできる。商用の実時間サンプリ

50

ングオシロスコープは通常約2GHzの帯域と約1Gb/sのデータレートに限られる。より高いデータレートについては、繰り返しサンプリングオシロスコープがアイ・ダイアグラムの構成に用いられる。繰り返しサンプリングオシロスコープでは、各トリガー事象によりオシロスコープはデータ波形の単純なサンプルを採取し、そのサンプルを表示スクリーン上に単一点として表示する。各後続のサンプリング点(新たなトリガー事象に続く)は、トリガー時点に対し次第に遅れるようになる。様々なトリガー事象の後で、オシロスコープはサンプリングした波形の表示を含むアイ・ダイアグラムでもって表示スクリーンを満たす。

【0015】

デジタル通信信号を正確に表わす図1のアイ・ダイアグラム10などのアイ・ダイアグラム全体を完全に構成するには、約200,000乃至約1,000,000サンプルが必要であろう。この量のデータの入手には何十秒も必要になりそうであり、この試験時間の低減をもたらすであろうデジタルデータ信号の特性割り出しに有効な技法をもたらすことが望まれる。

10

【0016】

本発明は、デジタルデータ信号の多くの特性がアイ・ダイアグラムの1又は数個の領域にのみ含まれる特徴を計測することで割り出せることを認めるものである。従って、特定の関心のある特性を割り出すのに計測しなければならない特徴を含むアイ・ダイアグラムの特定の1又は複数の領域を完全に構成することだけが必要であり、アイ・ダイアグラム全体を完全に構成することは必要でない。

20

【0017】

例えば、デジタルデータ信号の消光比は、一般にアイ・ダイアグラム中央の20%ほどにヒストグラムを構築し、二つの得られたヒストグラムの平均値を配置して1と0のレベルを計測することで割り出される。従って、アイ・ダイアグラム中央の20%内に含まれるサンプルだけが消光比の割り出しに関係し、多数のサンプルを採取してアイ・ダイアグラムのその領域のみを完全構成する必要がある(何故なら1,0レベル、特に0レベルを正確に計測するには、多数のサンプルが必要だからである)。アイ・ダイアグラム全体を完全に構成するのに通常採取するであろう他のサンプルは、この特定の計測には必要ではなく、かくして限られた数のサンプルを採取して1と0の交点に対するアイ中央の20%を配置すること(このことは後述する)以外には必要ではない。

30

【0018】

図2は、本発明の一実施形態になるデジタルデータ信号の消光比を割り出すのに用いることのできるアイ・ダイアグラムを概略示すものである。アイ・ダイアグラム20は、先ず数個のサンプルを採取しアイ・ダイアグラム20全体を大雑把に画定し、これによりアイ・ダイアグラム20の関心のある領域25a, 25bを特定し、続いて領域25a, 25b内で十分な数を採取してその領域を完全に構成することで構成される。かくして、図2に示した如く、アイ・ダイアグラム20は完全に構成された領域25a, 25bと、部分的にのみ構成された領域26, 27を備える。完全に構成された領域25a, 25bには、通常(交点間の)ビット周期の中央20%が含まれ、領域25a, 25bが28, 29に概略図示した完全構成ヒストグラムであるため、デジタルデータ信号の消光比は正確に割り出すことのできる領域25a, 25b内のデータを用いて構築することができる。

40

【0019】

ここで用いる用語「完全に構成」が、十分な数のサンプルを採取してアイ・ダイアグラム全体を正確に構成するか、或いはデジタルデータ信号の関心のある特性を正確に割り出せるよう計測をなすことのできるアイ・ダイアグラムの一領域を正確に構成することを概ね指すことは理解されたい。アイ・ダイアグラム全体を完全に構成したりアイ・ダイアグラムの一領域を完全構成するのに必要とされるであろうサンプルの数は、例えば割り出そうとしている関心のある特定の特性やユーザの精度要件に応じて変化しよう。

【0020】

50

用語「アイ・ダイヤグラム全体」が、ここでは図1のアイ・ダイヤグラムなどの全ての領域を含むアイ・ダイヤグラムの記述に用いていることもまた理解されたい。図1のアイは二つのエッジ交差を示し、データ信号の1.6ビット周期の表示であることを意味する約1.6UI(単位周期)を備える。しかしながら、アイ・ダイヤグラム全体は1.6UIを超えるかそれ未満であるが、通常は1UI以上であり、2UI未満である。1UIを超えるアイは冗長データサンプルを有しており、それ故データ信号に関する追加の情報を一切供給しない。これにも拘わらず、明瞭にしかつ幾つかの計測値がより複雑化しないよう、これらの追加の冗長サンプルは通常アイ・ダイヤグラム内に含まれる。この理由から、用語「アイ・ダイヤグラム全体」はここでは少なくとも1UIのデータからなる全領域を意味するのに用いられる。

10

【0021】

また、図1のアイは、その二つのエッジが交差する領域を左右に等間隔に置いた状態で表示領域内で中央寄せして図示してある。しかしながら、ディスプレイの各側にある交点を備える二つの交差領域が示すのはアイ・ダイヤグラムの通常的位置であり、本発明の好適な実施形態はそのように中央寄せしていないアイ・ダイヤグラム上で同じく良好に機能するが、例えば、単一の交差領域がディスプレイ中央或いは他の位置に配置される場合である。

【0022】

図1のアイ・ダイヤグラムは、NRZデータ信号或いはノン・リターン・ゼロ・データ信号から生成されたノンリターン・ツー・ゼロ・アイである。アイは、必ずしもこの形式だけであるとは限らない。本発明の好適な実施形態は、RZ(リターン・ツー・ゼロ)や3以上の信号レベルを用いるデータ信号から生成された複数レベル変調アイなどの他の信号形式を用いても同じく良好に機能する。

20

【0023】

図2に示した本発明の例示実施形態では、約2,000程度のみのサンプルを採取してアイ・ダイヤグラム20全体を大雑把に画定している。領域25a, 25b内に残るサンプルを集中させ、ビット周期の中央20%を構成することで、かくしてデジタルデータ信号の消光比の割り出しには1.6単位期間のアイ・ダイヤグラムを完全に構成した場合に必要とされるであろうものよりも約88%少ないデータが必要とされることになる。このことで、試験時間全体の約88%が低減される結果となる。アイ・ダイヤグラム全体を完全に構成するのに1,000,000サンプルを採取することになる例示実施形態では、約120,000個のサンプルだけがアイ・ダイヤグラムの領域25a, 25bの完全な構成に必要とされよう。

30

【0024】

デジタルデータ信号の他の特性もまた、アイ・ダイヤグラム内の中央20%のビット周期にのみ含まれるデータを用いることで割り出すことができる。例えば、1,0レベルや信号対雑音比やアイ高さやアイ振幅を割り出すための計測は、アイ・ダイヤグラム20の領域25a, 25bだけを用いて作成することができる。

【0025】

デジタルデータ信号の他の特性を割り出すには、アイ・ダイヤグラムの他の領域を完全構成する。例えば、図3に示すように、アイ・ダイヤグラム30の領域35にサンプルを集中させることでジッタを割り出すことができる。図4に示す如く、立ち上がり時間はサンプルをアイ・ダイヤグラム40の領域45, 46に集中させることで割り出すことができ、図5に示す如く、立ち下がり時間はアイ・ダイヤグラム50の領域55, 56にサンプルを集中させることで割り出すことができる。図6に示す如く、ビットレートとアイ幅はアイ・ダイヤグラム60の領域65, 66にサンプルを集中させることで割り出すことができる。

40

【0026】

図2乃至6から明らかな如く、デジタルデータ信号の多くの特性はアイ・ダイヤグラムの比較的小さな1又は複数の領域だけを構成することで割り出すことができる。

50

【0027】

デジタルデータ信号の若干の特性は、図2乃至6のアイ・ダイアグラム内に図示した領域の一部組み合わせ或いはアイ・ダイアグラムの他の領域の一部組み合わせを用いて割り出すことができる。例えば、交差百分率は1, 0レベルとジッタの両方の割り出しに収集するデータから割り出すことができる。デューティサイクル歪の割り出しもまた、1, 0レベルとジッタの割り出しに用いるのと同じデータを必要とするが、データサイクル歪が大である場合は、交点周りに収集するデータを増大させる必要があるかも知れない。

【0028】

デジタルデータ信号の特性を割り出す他の一般的な方法は、「マスク試験」である。従来、マスク試験は、デジタルデータ信号の十分なサンプルを採取してアイ・ダイアグラム全体を完全に構成し、続いて構成済みアイ・ダイアグラム全体に「締め出し」領域のマスク或いはテンプレートを重畳させることで構成していた。例えば1以上のサンプルが、マスク領域の内側に含まれることでマスクを侵犯する場合は、試験は失敗である。

【0029】

本発明の一実施形態によれば、アイ・ダイアグラムは近接してマスク領域を侵犯するアイ・ダイアグラムの1又は複数の領域内のみ完全構成してある。例えば図7は、その上に重畳した複数のマスク領域72, 74, 76を有するアイ・ダイアグラム70を示している。また、図7に示す如く、各マスク領域の区域72a, 74a, 76aはマスクと各マスク領域の領域72b, 74b, 76bは、マスク縁部を備えている。

【0030】

また、図7に示す如く、アイ・ダイアグラム70の領域78はマスク領域76の近くにある。従って、領域78内にサンプルを集中させることで、マスク領域に対するデジタルデータ信号の特性、例えばサンプルがマスク或いはマスク縁部内に落ちるか否かを確認することができる。アイ・ダイアグラム70の残りはマスク領域の近くにはなく、従ってアイ・ダイアグラム70の残りを完全構成する必要はなく、何故ならその中に含まれる情報はマスク試験にとって重要でないからである。本発明の例示実施形態では、アイ・ダイアグラム70全体の少数のサンプルを採取してマスクが適切に配置されるようにし、マスクに近い領域を特定し、続いてより多数のサンプルを採取して近接領域を構成するようにしてある。図7の領域78などの領域は、約12, 000のサンプルだけを採取することで正確に構成することができ、その生成に約300msが必要であり、対照的に例えばアイ・ダイアグラム全体を完全構成するには約500, 000サンプルを採取し、その生成には約13秒が必要である。この点で、他のアイ・ダイアグラムはマスクに近い別の領域或いは複数の領域を有し、大半のサンプルがこの種の領域の完全構成に必要なことになることは認識されたい。しかしながら、ここでもアイ・ダイアグラム全体を完全構成する必要はない。

【0031】

図8は、図2乃至7に示した全ての領域を完全構成して全ての一般的なアイ計測が実行できるようにするアイ・ダイアグラム80を概略示す。図8から明らかな如く、たとえこの「最悪のケース」の筋書きにあっても、アイ・ダイアグラム全体の完全構成に必要なデータの約50%だけが必要である(ただし、どのアイ・ダイアグラムの領域、或いは、どれ位の数のアイ・ダイアグラムの領域がマスクに近いかに応じて厳密な百分率は変わることがある)。

【0032】

図9は、本発明の一実施形態になるデジタルデータ信号の特性を割り出す装置90を概略示すブロック線図である。図9に示す如く、信号源93からのデジタルデータ信号92は試験対象デバイス(DUT)94を通過する。別々の構成要素として示したが、信号源93はそれらの固有信号を生成することのできる特定のDUT内に組み込むことができる。デジタルデータ信号95はDUT94から出力され、デジタルデータ信号95を表わすアイ・ダイアグラムがサンプリング装置96により生成される。サンプリング装置96は、好ましくはサンプリングオシロスコープを含み、アイ・ダイアグラムを生成す

10

20

30

40

50

るプロセッサ部 97 と生成されたアイ・ダイアグラムを表示する表示部 98 を含む。生成されたアイ・ダイアグラムから出力デジタルデータ信号 95 の特性を割り出すことで、DUT によるデジタルデータ信号 92 の変化態様を割り出すことができる。

【0033】

アイ・ダイアグラム全体を完全構成することなく、アイ・ダイアグラムの 1 以上の領域を完全構成するよう選択的なサンプリングを達成するため、サンプリング装置 96 はトリガー基準に対するサンプリングタイミングとサンプリング対象波形中の特定ビットの両方を制御できることが好ましい。前述の如く、サンプリングオシロスコープはトリガーに対するサンプリング時間の制御能力を既に含んでおり、この能力は第 1 のプロセッサ部 97 a により図 9 に表わしてある。サンプリング対象波形中の特定ビットを制御することには、DUT を駆動するのに用いるパターン発生器を制御するか、さもなくば制御されたパターン発生器から、すなわちサンプリング装置内の長期プログラム遅延又はパターン長に設定したカウンタでもってトリガーした既知の固定パターンからトリガーを生成する必要がある。サンプリング対象波形中の特定ビットを制御する能力は、第 2 のプロセッサ部 97 b により図 9 に表わしてある。

【0034】

図 10 は、本発明の一実施形態になる等価時間サンプリングシステム内でのアイ・ダイアグラムを生成するサンプリング装置 90 のプロセッサ部 97 a の詳細を示す。プロセッサ部 97 a は、同期トリガー事象（例えば、印加したトリガー信号 102 中の立ち上がりエッジ或いは立ち下がりエッジなど）をトリガー検出ユニット 104 を介して検出する連続的なタイムベースを用い、高精度遅延発生器 106 を介してトリガー事象とトリガー検出ユニットのサンプリングストロブとの間の正確にプログラム可能な遅延を生成する。高精度遅延発生器 106 は、微遅延発生器 108 と粗遅延発生器 110 を含む。サンプルは、タイムベース遅延により決まる可変時間においてサンプリングチャンネル 120, 122 により採取され、採取したサンプルは A/D 変換器 124, 126 によりデジタル値へ変換される。（図 10 に示した装置は例示のみを意図したものであって、本発明が図示した特定のアーキテクチャに限定されないことは理解されたい。例えば、プロセッサ部 97 a は 2 を超えるか或いはこれよりも少ないサンプリングチャンネルを有するかし、本発明はどんな特定数のサンプリングチャンネルに限定されないことは理解されたい）。

【0035】

データストリーム内の個々のビットを視認し計測するのに、パターントリガーが用いられる。パターントリガーは、パターンを反復するたびに一回発生するトリガーパルスである。例えば、 $2^7 - 1$ PRBS パターンを用いた場合、パターン発生器は 127 ビットごとにトリガーパルスを生成するよう設定される。ビットストリーム内の特定ビットに着目するため、一つの方法として高精度遅延発生器 106 内の時間遅延をパターントリガーと関心のあるビットとの間の時間期間に等しくプログラムすることがある。別の仕方では、トリガーパルスを時間軸上でビットに整列配置する。パターン発生器はパターン内のどのビットが 1 であり、どれが 0 であるかを先験的に知っており、それ故それは特にビット種或いはサブパターンに着目するようパターントリガーを配置することができる。

【0036】

例えば $2^{31} - 1$ PRBS ほどパターンが長くなると、パターントリガー間の時間はデータレートに応じて極端に長くなることがある。そのような場合、パターン発生器は各パターンごとに複数のトリガーパルスを生成することができ、オシロスコープが各トリガーごとに個別にデータをグループ分けする。例えば、パターンごとに三つのトリガーパルスが存在する場合、この範囲がそれぞれ（複数值アイ・ダイアグラムに対し）異なる単一値波形に対応するデータの三つの個別データベースを維持する。このことは、例えば立ち上がりエッジの合成が望まれる場合、或いはサンプルをアイ・ダイアグラム内で併せ載置する前に先ずサンプルを平均化することが望ましい場合に役立つ。

【0037】

クロックトリガーに対するタイミングだけを用いてアイ・ダイアグラムの領域を選択し

10

20

30

40

50

て完全に構成する場合、アイ・ダイアグラムの任意の領域に対してアイの垂直スライス（垂直薄片）だけを完全に構成することができ、通常はより多くの数のサンプルを採取する必要がある。例えば、ジッタ計測用のサンプリングが交点だけをサンプリングする（すなわち、選択的サンプリング法を用いた）場合、アイ・ダイアグラム全体を完全に構成するのに必要とされるであろうサンプル内の約90%の節約を達成することができる。タイミング制御だけを用いた場合、交点の上方或いは下方の1, 0もまたサンプリングされ、より多くの数のサンプルの採取が必要となる。この場合にサンプリング効率における重要な節約（約80%の節約）が依然達成できるが、これは交差を含む垂直スライス内のサンプルだけを採取する必要があるからである。

【0038】

10

サンプリング対象のアイの領域とそれらの領域の密度は、サンプルを採取する間に動的に調整することができる。一部の計測数が安定化し、その一方で他のものがより多くのデータが必要とされるのに伴ない依然変化している場合、残るサンプルは未だ安定化していない計測に集中させることができる。さもなくば、各計測用にどれ位の数が重要とされるかという先験的知識を用いて異なる領域を評価することもできる。また、マスク試験を実行する場合、定期点検によりアイの他の領域がマスク侵犯へ向けてドリフトしているかどうかを割り出すこともできる。そうである場合は、将来のサンプルをそれらの領域に集中させることができる。

【0039】

図11は、本発明の一実施形態によりデジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出す方法130のステップを例示するフローチャートである。図示の如く、デジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出すための情報を含むアイ・ダイアグラムの少なくとも一つの領域が、ステップ132に示す如く特定される。ステップ134では十分なステップを採取し、アイ・ダイアグラム全体を構成することなくアイ・ダイアグラムの特定された少なくとも一つの領域だけを完全に構成する。デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性を、次にステップ136において完全に構成された少なくとも一つの領域から割り出す。

20

【0040】

説明した内容は本発明の例示的な実施形態を構成するものであり、本発明がそこから逸脱することなく多くの点で変形できることは認識されたい。例えば、本発明は主としてアイ・ダイアグラムに関連して説明してきたが、本発明は単一値波形などの他の波形の1以上の領域を完全に構成することでデジタルデータ信号の特性の割り出しに用いることもできる。本発明は多くの仕方で変形できるので、本発明が特許請求の範囲が必要とするものにだけ限定されるべきであることは理解されたい。

30

【0041】

以上の説明及び添付の図面から、当該技術者には本発明に対するさまざまな修正が明らかになるであろう。従って、本発明は、付属の特許請求の範囲によってのみ制限されるものとする。しかしながら、本発明の広汎な応用の可能性に鑑み、以下に本発明の実施態様を幾つか例示する。

【0042】

40

(実施態様1)

デジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出す方法であって、
前記デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性を割り出す情報を含む波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)の少なくとも一つの領域(25a, 25b, 35, 45, 46, 55, 56, 65, 66, 78)を特定するステップと、
前記デジタルデータ信号の十分なサンプルを採取し、前記波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)全体を完全に構成することなく、前記波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)の前記特定した少なくとも一つの領域(25a, 25b, 35, 45, 46, 55, 56, 65, 66, 78)だけを完全に構成するステップと、
前記波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)の前記完全に構成した少なく

50

とも一つの領域 (2 5 a , 2 5 b , 3 5 , 4 5 , 4 6 , 5 5 , 5 6 , 6 5 , 6 6 , 7 8) から関心のある少なくとも一つの特性を割り出すステップを有する、
ことを特徴とする方法。

【 0 0 4 3 】

(実施態様 2)

前記デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性を選択するステップをさらに有し、前記特定ステップが、前記選択した関心のある少なくとも一つの特性を割り出す少なくとも一つの特徴を含む前記波形 (2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 , 6 0 , 7 0 , 8 0) の少なくとも一つの領域 (2 5 a , 2 5 b , 3 5 , 4 5 , 4 6 , 5 5 , 5 6 , 6 5 , 6 6 , 7 8) の特定を含み、前記割り出しステップが、前記少なくとも一つの特性を計測し、
前記デジタルデータ信号の前記選択した関心のある少なくとも一つの特性を割り出すステップを有する、

10

ことを特徴とする実施態様 1 に記載の方法。

【 0 0 4 4 】

(実施態様 3)

前記デジタルデータ信号の限定数のサンプルを採取し、前記波形 (2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 , 6 0 , 7 0 , 8 0) の前記少なくとも一つの領域 (2 5 a , 2 5 b , 3 5 , 4 5 , 4 6 , 5 5 , 5 6 , 6 5 , 6 6 , 7 8) を特定する前に前記波形 (2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 , 6 0 , 7 0 , 8 0) 全体を大雑把に構成するステップをさらに有する、

ことを特徴とする実施態様 1 に記載の方法。

20

【 0 0 4 5 】

(実施態様 4)

十分なサンプルを採取する前記ステップは、前記デジタルデータ信号に同期したトリガー基準に対するサンプルのタイミングを制御することによるサンプルの採取を含む、

ことを特徴とする実施態様 1 に記載の方法。

【 0 0 4 6 】

(実施態様 5)

十分なサンプルを採取する前記ステップは、前記デジタルデータ信号中の特定ビットのサンプリングを含む、

ことを特徴とする実施態様 1 に記載の方法。

30

【 0 0 4 7 】

(実施態様 6)

前記波形 (2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 , 6 0 , 7 0 , 8 0) は、アイ・ダイヤグラム (2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 , 6 0 , 7 0 , 8 0) を含む、

ことを特徴とする実施態様 1 に記載の方法。

【 0 0 4 8 】

(実施態様 7)

前記特定ステップは、前記アイ・ダイヤグラム (7 0) 上に重畳させた少なくとも一つのマスク領域 (7 2 , 7 4 , 7 6) の近くにある前記アイ・ダイヤグラム (7 0) の少なくとも一つの領域 (7 8) の特定を含み、前記割り出しステップは、前記少なくとも一つのマスク領域 (7 2 , 7 4 , 7 6) に関して前記デジタルデータ信号の関心のある少なくとも一つの特性の割り出しを含む、

40

ことを特徴とする実施態様 6 に記載の方法。

【 0 0 4 9 】

(実施態様 8)

前記割り出しステップは、前記アイ・ダイヤグラムの前記少なくとも一つの領域がマスク領域を侵犯するか否かの判定を含む、

ことを特徴とする実施態様 7 に記載の方法。

【 0 0 5 0 】

(実施態様 9)

50

デジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出す装置であって、

前記デジタルデータ信号を表わす波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)を表示するディスプレイ(98)を有するサンプリング装置(96)と、

前記デジタルデータ信号のサンプルの採取を制御して前記ディスプレイ(98)上の前記波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)の生成を制御するプロセッサ(97)で、トリガー基準に対して採取したサンプルのタイミングを制御する第1のプロセッサ部(97a)と、サンプリングする特定ビットを制御する第2のプロセッサ部(97b)を有し、前記波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)全体を完全に構成することなく該波形(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80)の選択された1又は複数の領域(25a, 25b, 35, 45, 46, 55, 56, 65, 66, 78)だけを完全に構成させ、前記サンプリング装置(96)の前記ディスプレイ(98)に表示されるようにする前記プロセッサ(97)を備える、

10

ことを特徴とする装置。

【0051】

(実施態様10)前記サンプリング装置(96)は、サンプリングオシロスコープ(96)を具備する、

ことを特徴とする請求項9に記載の装置。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の説明を助けるデジタルデータ信号の特性を表わす例示的アイ・ダイアグラムを示す概略図である。

20

【図2】本発明の一実施形態になるアイ・ダイアグラムを示す概略図である。

【図3】本発明の他の実施形態になるアイ・ダイアグラムを示す概略図である。

【図4】本発明の他の実施形態になるアイ・ダイアグラムを示す概略図である。

【図5】本発明の他の実施形態になるアイ・ダイアグラムを示す概略図である。

【図6】本発明の他の実施形態になるアイ・ダイアグラムを示す概略図である。

【図7】本発明の他の実施形態になるアイ・ダイアグラムを示す概略図である。

【図8】本発明の他の実施形態になるアイ・ダイアグラムを示す概略図である。

【図9】本発明の一実施形態になるアイ・ダイアグラム解析を用いたデジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出すための装置を概略示すブロック線図である。

30

【図10】図9の装置のプロセッサの詳細を概略示すブロック線図である。

【図11】本発明の他の実施形態になるデジタルデータ信号の少なくとも一つの特性を割り出すための方法のステップを例示するフローチャートである。

【符号の説明】

【0053】

10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 アイ・ダイアグラム(波形)

12 表示スクリーン

25a, 25b, 35, 45, 46, 55, 56, 65, 66, 78 領域

26, 27 領域

72, 74, 76 マスク領域

40

72a, 72b, 74a, 74b, 76a, 76b 区域

90 装置

92, 95 デジタルデータ信号

93 信号源

94 DUT

96 サンプリング装置

97 プロセッサ部

97a 第1のプロセッサ部

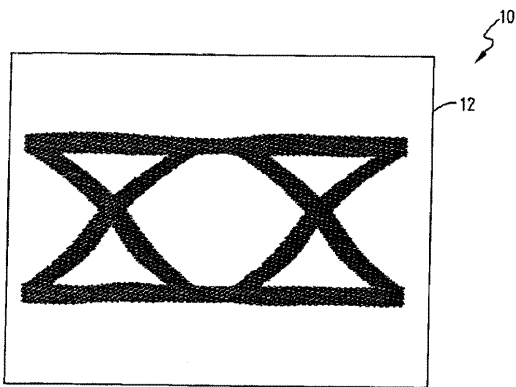
97b 第2のプロセッサ部

98 表示部(ディスプレイ)

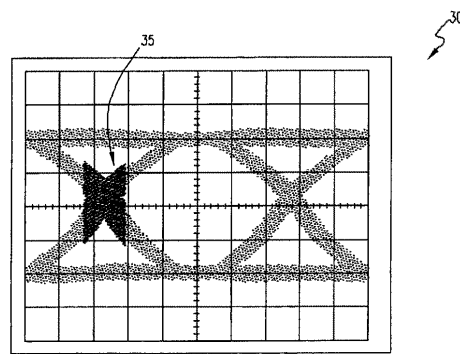
50

- 102 トリガー信号
- 104 トリガー検出ユニット
- 106 高精度遅延発生器
- 108 微遅延発生器
- 110 粗遅延発生器
- 120, 122 サンプリングチャンネル
- 124, 126 A/D変換器

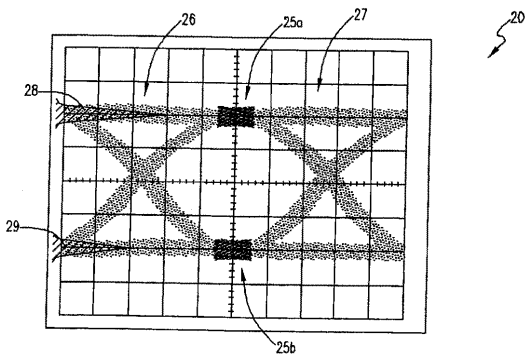
【図1】



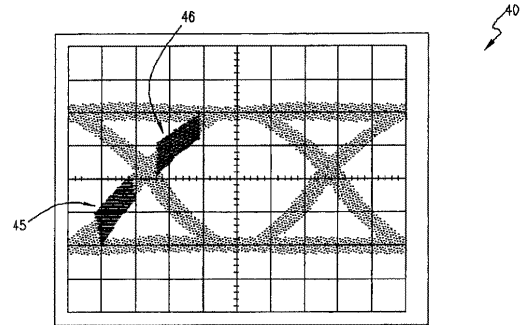
【図3】



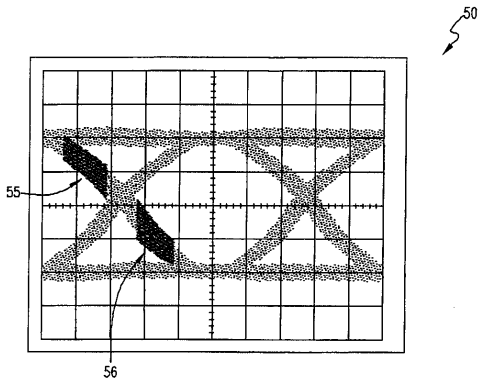
【図2】



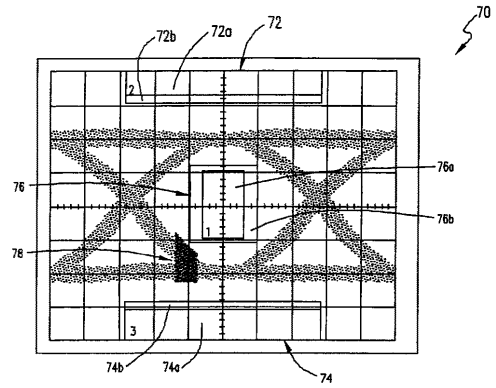
【図4】



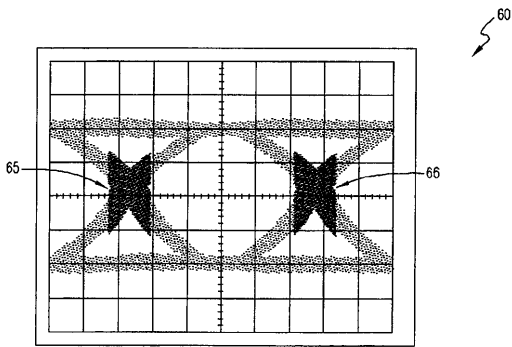
【図5】



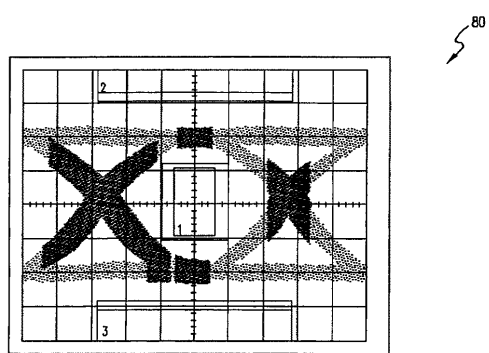
【図7】



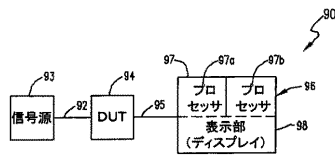
【図6】



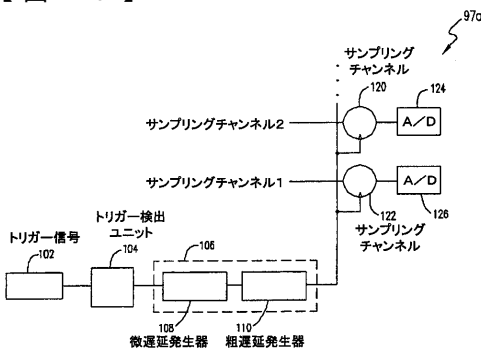
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

