

(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2014-145757
(P2014-145757A)

(43) 公開日 平成26年8月14日(2014.8.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 13/20 (2006.01)	GO 1 R 13/20 L	
GO 1 R 23/173 (2006.01)	GO 1 R 23/173 J	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L 外国語出願 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2013-220134 (P2013-220134)
 (22) 出願日 平成25年10月23日 (2013.10.23)
 (31) 優先権主張番号 13/658, 563
 (32) 優先日 平成24年10月23日 (2012.10.23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 391002340
 テクトロニクス・インコーポレイテッド
 TEKTRONIX, INC.
 アメリカ合衆国 オレゴン州 97077
 -0001 ビーバートン サウスウエ
 スト カール・ブラウン・ドライブ 141
 50
 (74) 代理人 110001209
 特許業務法人山口国際特許事務所
 (72) 発明者 ドナルド・ジェイ・ダレボロウクス
 アメリカ合衆国 オレゴン州 97064
 バーノニア ローン・パイン・ロード
 58903

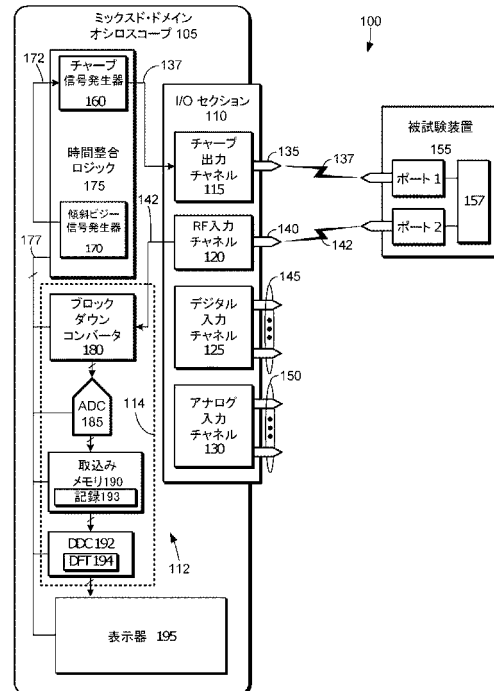
(54) 【発明の名称】 ミックスド・ドメイン・オシロスコープ、並びにミックスド・ドメイン・オシロスコープでの測定方法及びシステム

(57) 【要約】

【課題】 チャープ信号を発生し DUT に供給し、MDO を用いて DUT からの戻り信号を測定する。

【解決手段】 MDO 105 が信号発生器 160 を含み、ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスパンを有する試験信号を発生する。出力チャネル 115 が試験信号を伝送する。RF 入力チャネル 120 が試験信号に基づく戻り信号を受け、取込みセクションが戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化し、傾斜ビジー信号発生器が取込み記録を試験信号にほぼ時間的に整合させようとして構成される。試験信号は、ユーザが構成可能な開始周波数及びユーザが構成可能な停止周波数の間でスパンする線形掃引正弦波であるチャープ信号でもよい。

【選択図】 図 1 B



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスペクトルを有する試験信号を発生するように構成された信号発生器と、
上記信号発生器に結合され、上記試験信号を伝送するように構成された出力チャンネルと、

上記試験信号に基づく戻り信号を受けるように構成された RF 入力チャンネルと、
上記戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化するように構成された取込みセクションと、

上記取込み記録を上記試験信号とほぼ時間的に整合させるように構成された傾斜ビジー信号発生器とを具えたミックスド・ドメイン・オシロスコープ。 10

【請求項 2】

上記試験信号がチャープ信号であり、

上記信号発生器が上記チャープ信号を発生するように構成され、

上記 RF 入力チャンネルが受けた上記戻り信号が上記チャープ信号に基づき、

上記取込みセクションが単一の取込みでほぼ全体の上記チャープ信号を取り込むように構成された請求項 1 のミックスド・ドメイン・オシロスコープ。

【請求項 3】

上記取込みセクションが、

上記戻り信号をデジタル化するように構成されたアナログ・デジタル変換器と、 20

上記アナログ・デジタル変換器及び上記 RF 入力チャンネルに結合され、上記 RF 入力チャンネルからの上記戻り信号を受け、上記戻り信号を上記アナログ・デジタル変換器にブロック供給するように構成されたブロック・ダウン・コンバータと、

上記アナログ・デジタル変換器に結合され、デジタル化された信号を上記取込み記録として蓄積するように構成された取込みメモリと、

上記取込みメモリに結合され、上記ユーザが構成可能な開始周波数から上記ユーザが構成可能な停止周波数までのレンジの周波数スペクトルに上記デジタル化された信号をデジタル的にダウン・コンバージョンするように構成されたデジタル・ダウン・コンバータとを更に具えた請求項 1 のミックスド・ドメイン・オシロスコープ。

【請求項 4】 30

ミックスド・ドメイン・オシロスコープでスカラー s パラメータを測定する方法であって、

ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスペクトルを有する試験信号を信号発生器により発生することと、

上記試験信号を出力チャンネルにより伝送することと、

上記試験信号に基づく戻り信号を RF 入力チャンネルにより受けることと、

上記戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化することと、

上記取込み記録を上記試験信号と時間的に整合させることと、

上記取込み記録に関連した周波数の全スペクトラムをほぼ同時に処理することと、

上記スカラー s パラメータを測定するために上記スペクトラムをミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器に表示することとを具えた方法。 40

【請求項 5】

上記スカラー s パラメータが S 2 1 スカラー s パラメータであり、

被試験装置の第 1 ポートを上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープの出力チャンネルに接続することと、

上記被試験装置の第 2 ポートを上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープの RF 入力チャンネルに接続することと、

上記 S 2 1 スカラー s パラメータを測定するために上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器に上記スペクトラムを表示することとを更に具えた

請求項 4 のミックスド・ドメイン・オシロスコープでスカラー s パラメータを測定する 50

方法。

【請求項 6】

上記スカラー s パラメータが S 1 1 スカラー s パラメータであり、
 上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープの出力チャンネルをリターン・ロス・ブリッジの第 1 ポートに接続することと、
 上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープの R F 入力チャンネルを上記リターン・ロス・ブリッジの第 2 ポートに接続することと、
 被試験装置の第 1 ポートを上記リターン・ロス・ブリッジの第 3 ポートに接続することと、

上記被試験装置の第 2 ポートを終端することと、
 上記 S 1 1 スカラー s パラメータを測定するために上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器に上記スペクトラムを表示することとを更に具えた

請求項 4 のミックスド・ドメイン・オシロスコープでスカラー s パラメータを測定する方法。

【請求項 7】

上記試験信号を校正することを更に具えた請求項 4 のミックスド・ドメイン・オシロスコープでスカラー s パラメータを測定する方法。

【請求項 8】

上記試験信号を校正することが、
 上記出力チャンネルからの上記試験信号を上記 R F 入力チャンネルにループさせることと、
 上記戻り信号に関連した水平基準ラインを上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器に表示することと、

上記基準ライン内のリップルを検出することと、
 上記基準ラインが 1 0 0 % 反射基準ラインを表すように上記基準ライン内の上記リップルを校正することとを更に具える

請求項 7 のミックスド・ドメイン・オシロスコープでスカラー s パラメータを測定する方法。

【請求項 9】

ミックスド・ドメイン・オシロスコープで測定を行うシステムであって、
 第 1 及び第 2 ポートを含む被測定装置と、
 上記被測定装置の第 1 ポートに結合された出力チャンネル、上記被測定装置の第 2 ポートに結合された R F 入力チャンネルを有するミックスド・ドメイン・オシロスコープとを具え、

上記ミックスド・ドメイン・オシロスコープが、
 ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスパンを有する試験信号を発生するように構成された信号発生器と、

上記信号発生器に結合され、上記試験信号を上記被試験装置の第 1 ポートに伝送するように構成された出力チャンネルと、

上記試験信号に基づく戻り信号を上記被試験装置の第 2 ポートから受けるように構成された R F 入力チャンネルと、

上記戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化するように構成された取込みセクションと、

上記取込み記録を上記試験信号にほぼ時間的に整合させるように構成された傾斜ビジー信号発生器とを更に含むシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ミックスド・ドメイン・オシロスコープに関し、特に、内部チャープ発生器、出力チャンネル、R F 入力チャンネル及び時間整合ロジックを用いてミックスド・ドメイン・オシロスコープで測定を行う機器、システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の掃引又はステップ型スペクトラム・アナライザと異なり、ミックスド・ドメイン・オシロスコープ(MDO)は、同等な幅の帯域幅を通じて固定局部発振器(LO)を掃引又はステップさせるのとは対照的に、LOを用いて帯域幅の広い幅をブロック変換する。従来のスペクトラム・アナライザは、トラッキング発振器を用意する。このトラッキング発振器は、掃引又はステップ型LOを用いて、アナライザの掃引を追跡する信号を発生する。この掃引信号を被試験ネットワーク又は装置に供給し、スペクトラム・アナライザを用いてその結果の信号を分析する。これは、産業界において「廉価版ネットワーク・アナライザ」として知られている。その理由は、この技術がスカラー測定を求める有用な方法を提供する一方、従来のネットワーク・アナライザが提供するようにベクトル測定を行えないためである。

10

【0003】

試験測定分野において、従来は別々の機器で提供された多数の機能を、時間相関形式で単一の試験測定機器内で提供しようとする傾向がある。1つのかかる機器は、MDOである。このMDOは、デジタル・チャンネル、アナログ・チャンネル、RF入力チャンネルの全てを単一の機器内に含んでいる。時間相関された取込み及び表示によって、信号を時間及び周波数の両方のドメインで同時にモニタすることができる。米国のテクトロニクス・インクから入手可能なMDO4000シリーズのミックスド・ドメイン・オシロスコープは、かかるミックスド・ドメイン・オシロスコープとして知られている。

20

【0004】

現在、MDOは、「廉価版ネットワーク・アナライザ」機能を提示しない。その理由は、典型的なアプローチが掃引又はステップ型LOアプローチを用い、これがMDOでデータを取込み処理する従来の方法と異なるためである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-516475号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】MDO4000シリーズのミックスド・ドメイン・オシロスコープ [online]、テクトロニクス [2013年10月22日検索] インターネット (URL: <http://www1.tek.com/ja/products/oscilloscopes/mdo4000/>)

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

内部チャープ発生器と、チャープ信号を伝送する性能とを具えたMDOを提供することが望ましい。さらに、チャープ信号を取込みと時間的に整合させて、ユーザがスカラー s パラメータの如き測定値を得て分析できるような時間整合ロジックを提供することが望ましい。本発明の実施例は、従来技術のこれら及びその他の制限を扱う。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の概念1は；ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスペンを有する試験信号を発生するように構成された信号発生器と；この信号発生器に結合され、試験信号を伝送するように構成された出力チャンネルと；試験信号に基づく戻り信号を受けるとして構成されたRF入力チャンネルと；戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化するように構成された取込みセクションと；取込み記録を試験信号とほぼ時間的に整合させるように構成された傾斜ビジー信号発生器とを具えたミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【0009】

50

本発明の概念 2 は ; 試験信号がチャープ信号であり ; 信号発生器がチャープ信号を発生するように構成され ; R F 入力チャネルが受けた戻り信号がチャープ信号に基づき ; 取込みセクションが単一の取込みでほぼ全体のチャープ信号を取り込むように構成された概念 1 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 0 】

本発明の概念 3 は、チャープ信号が、ユーザが構成可能な開始周波数及びユーザが構成可能な停止周波数の間でスパンするように構成された線形掃引正弦波である概念 2 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 1 】

本発明の概念 4 は、チャープ信号の開始にて第 1 マージンを減じ、チャープ信号の終わりにて第 2 マージンを減じたチャープ信号のスパンに取込み記録の長さが対応する概念 2 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 2 】

本発明の概念 5 は ; 傾斜ビジー信号の第 1 エッジと取込み記録の開始との間の差で第 1 マージンが定義され ; 傾斜ビジー信号の第 2 エッジと取込み記録の終了との間の差で第 2 マージンが定義される概念 4 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 3 】

本発明の概念 6 は、試験信号が連続波信号である概念 1 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 4 】

本発明の概念 7 は ; 傾斜ビジー信号発生器が傾斜ビジー信号を発生するように構成され ; 信号発生器が傾斜ビジー信号に応答して試験信号を伝送するように構成された概念 1 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 5 】

本発明の概念 8 は ; 取込みセクションが ; 戻り信号をデジタル化するように構成されたアナログ・デジタル変換器と ; このアナログ・デジタル変換器及び R F 入力チャネルに結合され、R F 入力チャネルからの戻り信号を受け、この戻り信号をアナログ・デジタル変換器にブロック供給するように構成されたブロック・ダウン・コンバータと ; アナログ・デジタル変換器に結合され、デジタル化信号を取込み記録として蓄積するように構成された取込みメモリと ; この取込みメモリに結合され、ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジの周波数スパンにデジタル化信号をデジタル的にダウン・コンバージョンするように構成されたデジタル・ダウン・コンバータとを更に具えた概念 1 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 6 】

本発明の概念 9 は ; デジタル・ダウン・コンバータがデジタル化信号を周波数ドメインに変換するように構成された離散フーリエ変換セクションを含み ; ミックスド・ドメイン・オシロスコープが、2 ポート・スカラー s パラメータの測定値を提供するために戻り信号のスペクトラムを表示するように構成された表示器を更に具えた概念 8 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 7 】

本発明の概念 1 0 は ; 試験信号がチャープ信号であり ; 信号発生器がチャープ信号を発生するように構成され ; ユーザが構成可能な開始周波数がチャープ信号の開始周波数に対応し、ユーザが構成可能な停止周波数がチャープ信号の終了周波数に対応する概念 8 のミックスド・ドメイン・オシロスコープである。

【 0 0 1 8 】

本発明の概念 1 1 は、ミックスド・ドメイン・オシロスコープでスカラー s パラメータを測定する方法であって ; ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスパンを有する試験信号を信号発生器により発生し ; 試験信号を出力チャネルにより伝送し ; 試験信号に基づく戻り信号を R F 入力チャネルにより受け ; 戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化し ; 取込み記録を試験信号と時間的に整合さ

10

20

30

40

50

せ；取込み記録に関連した周波数の全スペクトラムをほぼ同時に処理し；スカラー s パラメータを測定するためにスペクトラムをミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器に表示する。

【0019】

本発明の概念 1 2 は；スカラー s パラメータが S 2 1 スカラー s パラメータであり；更に；被試験装置の第 1 ポートをミックスド・ドメイン・オシロスコープの出力チャンネルに接続し；被試験装置の第 2 ポートをミックスド・ドメイン・オシロスコープの RF 入力チャンネルに接続し；S 2 1 スカラー s パラメータを測定するためにミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器にスペクトラムを表示する概念 1 1 の方法である。

【0020】

本発明の概念 1 3 は；スカラー s パラメータが S 1 1 スカラー s パラメータであり；更に；ミックスド・ドメイン・オシロスコープの出力チャンネルをリターン・ロス・ブリッジの第 1 ポートに接続し；ミックスド・ドメイン・オシロスコープの RF 入力チャンネルをリターン・ロス・ブリッジの第 2 ポートに接続し；被試験装置の第 1 ポートをリターン・ロス・ブリッジの第 3 ポートに接続し；被試験装置の第 2 ポートを終端し；S 1 1 スカラー s パラメータを測定するためにミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器にスペクトラムを表示する概念 1 1 の方法である。

【0021】

本発明の概念 1 4 は、更に試験信号を校正する概念 1 1 の方法である。

【0022】

本発明の概念 1 5 は；試験信号の校正が、更に；出力チャンネルからの試験信号を RF 入力チャンネルにループさせ；戻り信号に関連した水平基準ラインをミックスド・ドメイン・オシロスコープの表示器に表示し；基準ライン内のリップルを検出し；基準ラインが 1 0 0 % 反射基準ラインを表すように基準ライン内のリップルを校正する概念 1 4 の方法である。

【0023】

本発明の概念 1 6 は；更に；試験信号のスパーク内になるように分解能帯域幅を選択する概念 1 1 の方法である。

【0024】

本発明の概念 1 7 は、ミックスド・ドメイン・オシロスコープで測定を行うシステムであって；第 1 及び第 2 ポートを含む被測定装置と；被測定装置の第 1 ポートに結合された出力チャンネル、及び被測定装置の第 2 ポートに結合された RF 入力チャンネルを有するミックスド・ドメイン・オシロスコープとを具え；ミックスド・ドメイン・オシロスコープが更に；ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスペクトラムを有する試験信号を発生するように構成された信号発生器と；この信号発生器に結合され、試験信号を被試験装置の第 1 ポートに伝送するように構成された出力チャンネルと；試験信号に基づく戻り信号を被試験装置の第 2 ポートから受けるように構成された RF 入力チャンネルと；戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化するように構成された取込みセクションと；取込み記録を試験信号にほぼ時間的に整合させるように構成された傾斜ビジー信号発生器と具えている。

【0025】

本発明の概念 1 8 は、試験信号がチャープ信号であり；信号発生器がチャープ信号を発生するように構成され；RF 入力チャンネルが受けた戻り信号がチャープ信号に基づき；取込みセクションが単一の取込みでほぼ全てのチャープ信号を取り込むように構成された概念 1 7 のシステムである。

【0026】

本発明の概念 1 9 は、チャープ信号が、ユーザが構成可能な開始周波数とユーザが構成可能な停止周波数との間でスパンするように構成された線形掃引正弦波である概念 1 8 のシステムである。

【0027】

10

20

30

40

50

本発明の概念の上述及びその他の特徴及び利点は、添付図を参照した以下の例示の実施例の詳細な記述から一層容易に明らかになるう。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1A】図1Aは、本発明のいくつかの実施例に応じてミックスト・ドメイン・オシロスコープ(MDO)及び被試験装置を含むシステムの例示のブロック図である。

【図1B】図1Bは、本発明のいくつかの実施例に応じて図1AのMDO及び被試験装置のより詳細な概論を含むシステムの例示のブロック図である。

【図2】図2は、本発明のいくつかの実施例に応じて、チャープ信号、傾斜ビジー信号、取込みなどの間の関係の例示の図である。

10

【図3】図3は、本発明のいくつかの実施例に応じて、図1A及び1Bに関連したMDOの表示の例示の図である。

【図4】図4は、本発明のいくつかの実施例に応じて、図1A及び1Bに関連したMDOの表示の他の例示の図である。

【図5】図5は、本発明のいくつかの実施例に応じて、リターン・ロス・ブリッジ、MDOの詳細図及び被試験装置を含む他のシステムの例示のブロック図である。

【図6】図6は、本発明のいくつかの実施例に応じて、図5に関連したMDOの表示の他の例示の図である。

【図7】図7は、本発明のいくつかの実施例に応じて、リターン・ロス・ブリッジ、MDOの詳細図及び被試験装置を含む更に他のシステムの例示のブロック図である。

20

【図8】図8は、本発明のいくつかの実施例に応じて、MDOにてスカラー s パラメータを測定する技術を示す例示の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

本発明の実施例について詳細に記載するに際し、その例を添付図に示す。以下の詳細説明において、いくつかの特定の詳細は、本発明の概要を理解するためのものである。しかし、これら特定の詳細によらなくても本発明を実施できることが当業者には理解できよう。他の例では、実施例の概念を不必要に不明瞭としないために、既知の方法、手順、コンポーネント、回路及びネットワークについて詳細に説明しない。

【0030】

30

ここでは、種々の要素を説明するために第1、第2などの用語を用いるが、これら要素は、これら用語により制限されないことが理解できよう。これら用語は、ある要素を他の要素と区別するためにのみ用いる。例えば、本発明の要旨を逸脱することなく、第1ポートという用語を第2ポートに用いることができ、同様に、第2ポートという用語を第1ポートに用いることができる。

【0031】

ここで、種々の実施例の説明に用いる専門用語は、特定の実施例を説明する目的のみであり、本発明の概念を制限することを意図するものではない。文脈が明らかな限り、明細書及び請求項に用いる際に、単数形は複数形を含むものである。ここで用いる用語「及び/又は」は、関連して挙げた1つ以上の項目の任意且つ全ての組合せを包含し且つ言及するものであることが理解できよう。本願で用いる用語「具える」などは、特徴、整数、ステップ、動作、要素及び/又はコンポーネントの存在を特定するものであるが、1つ以上の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、コンポーネント及び/又はこれらのグループの存在や追加を排除するものではないことが更に理解できよう。図面のコンポーネント及び特徴は、必然的にその縮尺としたものではない。

40

【0032】

本発明の実施例は、内部チャープ発生器、出力チャネル、RF入力チャネル及び時間整合ロジックを用いて、ミックスト・ドメイン・オシロスコープ(MDO)で測定を行う機器、システム及び方法を含んでいる。例えば、MDOは、大きさをデシベルで表すとき、そうでなければ当業者にS21又はS21(dB)として知られている2ポート・スカラ

50

sパラメータ測定を行える。他の例によれば、MDOは、そうでなければS11又はS11(dB)として知られている単一ポート・スカラーsパラメータ測定を行える。さらに、ここで開示する本発明の概念によるMDOは、障害までの距離測定などを行える。

【0033】

MDOの局部発振器(LO)は、従来のスペクトラム・アナライザのLOと基本的には異なるので、トラッキング発生器と組合せる掃引又はステップ型LOを用いる典型的な「廉価版ネットワーク・アナライザ」アプローチは、適切ではない。むしろここで詳細に述べるように、MDOは、ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジで「線形チャープ」又は「チャープ信号」と呼ばれる内部発生試験信号を用いる。すなわち、ユーザが構成可能な開始周波数がチャープ信号の開始周波数に対応し、ユーザが構成可能な停止周波数がチャープ信号の終了周波数に対応する。チャープ信号は、所定の開始及び終了周波数の間での線形掃引正弦波である。チャープ信号の開始及び終了周波数は、MDOのユーザが構成可能な開始及び停止周波数の設定に対応する。チャープ信号の時間期間及び振幅も、ハードウェアの制限内で制御できる。

10

【0034】

さらに、MDOは、チャープ信号を発生するチャープ信号発生器と、傾斜ビジー信号を発生する傾斜ビジー信号発生器とを含む時間整合ロジックを具えている。傾斜ビジー信号発生器は、チャープ信号の期間中に傾斜ビジー信号を提供するので、表示されたスペクトラムを表す取込み記録がチャープ信号と時間的に整合する。この方法において、全体のチャープが単一の取込みで補足できる。特に、掃引又はステップ型方法の場合に、時間的に1つの周波数ポイントではなく各取込みにより全体のスペクトラムを処理し更新する。すなわち、従来の掃引又はステップ型方法を用いて、時間的に任意のポイントで、単一周波数を処理する一方、ここで開示する本発明の概念は、単一取込みの時間的期間内で、周波数の広い幅を同時に処理することを含む。

20

【0035】

図1Aは、本発明のいくつかの実施例により、ミックスド・ドメイン・オシロスコープ(MDO)105及び被試験装置(DUT)155を含むシステム100の例示のブロック図である。MDO105は、I/Oセクション110を含む。I/Oセクション110は、試験信号出力チャンネル115と、関連した出力ポート135とを含む。I/Oセクション110は、また、RF入力チャンネル120と、関連した入力ポート140とを含む。

30

【0036】

DUT155は、第1ポート(即ち、ポート1)を介して試験信号137を受ける。DUT155は、試験信号137を処理して、第2ポート(即ち、ポート2)を介して戻り信号142をMDO105に戻す。MDO105は、入力ポート140を介して戻り信号142を受ける。処理及び制御ロジック112は、RF入力チャンネル120に結合され、戻り信号142を取込み記録として取込んでデジタル化するように構成されている。この点は、詳細に後述する。処理及び制御ロジック112は、取込み記録を試験信号と時間的に整合する。この点も詳細に後述する。処理及び制御ロジック112により、戻り信号142に関連した周波数のスペクトラムが表示器195に表示される。処理及び制御ロジック112は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア又は任意の適切なこれらの組合せを含んでもよいし、そうでなければこれらにより実現してもよい。

40

【0037】

図1Bは、本発明のいくつかの実施例により、図1AのMDO105及びDUT155のより詳細な概論を含むシステム100の例示のブロック図である。MDO105の処理及び制御ロジック112は、時間整合ロジック175及び取込みセクション114を含むことができる。例示のシステム100は、2ポート・スカラーsパラメータ測定、又は換言すれば、S21(dB)測定を行うのに特に有用である。

【0038】

出力チャンネル115及びRF入力チャンネル120に加えて、I/Oセクション110は、1個以上のデジタル入力チャンネル125及び関連ポート145と、1個以上のアナログ

50

入力チャンネル 130 及び関連ポート 150 とを含んでもよい。処理及び制御ロジック 112 は、チャープ信号の如き試験信号 137 を発生するように構成されている。この試験信号 137 は、チャープ出力チャンネル 115 により、出力ポート 135 を介して伝送される。

【0039】

時間整合ロジック 175 は、ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスペンを有するチャンネル信号の如き試験信号 137 を発生するチャープ信号発生器 160 を含むことができる。チャープ出力チャンネル 115 は、チャープ信号発生器 160 に結合される。チャープ出力チャンネル 115 は、出力ポート 135 を介してチャープ信号 137 を伝送する。チャープ信号 137 は、ユーザが構成可能な開始周波数及びユーザが構成可能な停止周波数の間でスペンするように構成された線形掃引正弦波である。

10

【0040】

試験信号 137 をチャープ信号以外の信号にすることができる点が理解できよう。例えば、試験信号 137 は、代わりに連続波 (CW) 信号にできる。試験信号 137 が CW 信号の場合、MDO 105 が個別の周波数を DUT 155 に伝送して取込み、処理及び制御ロジック 112 が個別に処理する。それにもかかわらず、一貫性のために、ここでは、試験信号 137 をチャープ信号 137 と一般的に呼ぶ。

【0041】

再び時間整合ロジック 175 を参照する。傾斜ビジー信号発生器 170 は、傾斜ビジー信号 172 を発生するように構成されている。チャープ信号発生器 160 は、傾斜ビジー信号 172 に応答して、チャープ信号 137 を伝送するように構成されている。傾斜ビジー信号 172 を用いて、チャープ信号 137 を発生する。さらに、詳細に後述するように、傾斜ビジー信号 172 を用いて、取込みメモリ 190 に蓄積された取込み記録 193 をチャープ信号 137 とほぼ時間的に整合させる。チャープ信号発生器 160 は、傾斜ビジー信号 172 を受け、傾斜ビジー信号 172 の期間中にチャープ信号 137 を発生する。

20

【0042】

傾斜ビジー信号は、信号のチャープに続く傾斜電圧から、その名前を得ている。例えば、低い電圧が低い周波数に相関し、傾斜ビジー信号 172 が上方に傾斜すると、チャープ信号 137 の周波数が所定スペンにわたって上昇する。別の場合に、チャープ信号 137 の周波数が所定スペンにわたって低下する。別の場合のように、傾斜ビジー信号 172 は、下方に傾斜できる。チャープ信号 137 の周波数は、傾斜ビジー信号 172 に応じて上昇又は下降できる。取込みセクション 114 は、制御ライン 177 を介して傾斜ビジー信号 172 も受信できるので、取込み記録 193 がチャープ信号 137 の伝送に自動的に時間整合できる。すなわち、チャープ信号 137 が DUT 155 で処理されて、戻り信号 142 の形式で戻った後に、取込み記録 193 がチャープ信号 137 に時間的に整合できる。

30

【0043】

処理及び制御ロジック 112 の取込みセクション 114 は、ブロック・ダウン・コンバータ 180、アナログ・デジタル変換器 (ADC) 185、取込みメモリ 190、デジタル・ダウン・コンバータ (DDC) 192 を含んでいる。取込みセクション 114 は、戻り信号 142 を取込みメモリ 190 内の取込み記録 193 として取込んでデジタル化するように構成されている。

40

【0044】

戻り信号 142 は、チャープ信号 137 に基づいている。すなわち、戻り信号 142 は、DUT 155 に伝送され DUT により戻された後のチャープ信号 137 である。DUT 155 により、チャープ信号 137 は、例えば、DUT 155 内のバンドパス・フィルタ 157 又は他のコンポーネント 157 により変更される。そうでなければ、DUT 155 により戻された戻り信号 142 は、チャープ信号 137 により、少なくとも部分的に得られる。取込みセクション 114 は、単一の取込みで、ほぼ全部のチャープ信号 137 を取

50

り込むように構成されている。すなわち、DUT 155により戻され、戻り信号142の形式で戻った後に、単一の取込みで、全部のチャープ信号137を取り込むように取込みセクション114が構成されている。更に後述するように、取込み記録の長さは、チャープ信号の開始にて第1マージンを減じ、チャープ信号の終わりにて第2マージンを減じたチャープ信号のスパンに対応する。

【0045】

ADC 185は、戻り信号142をデジタル化する。ブロック・ダウン・コンバータ180は、ADC 185とRF入力チャネル120とに結合される。ブロック・ダウン・コンバータ180は、RF入力チャネル120からの戻り信号142を受けて、戻り信号142をADC 185にブロック供給する。取込みメモリ190は、ADC 185に結合され、デジタル化された戻り信号142を取込み記録193として蓄積する。DDC 192は、取込みメモリ190に結合され、ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジの周波数スパンに、デジタル化された信号をデジタル的にダウン・コンバージョンするように構成されている。DDC 192は、離散的フーリエ変換(DFT)セクション194を含んでもよく、これは、デジタル化信号を周波数ドメインに変換する。

10

【0046】

処理及び制御ロジック112は、表示器195に結合される。表示器195は、2ポート・スカラーパラメータ測定、単一ポート・スカラーパラメータ測定、障害までの距離測定などの如き種々の測定を行うために、戻り信号142のスペクトラムを表示するように構成されている。上述の如く、図1Bに示すシステム構成100は、2ポート・スカラーパラメータ測定を行うのに特に有用である。

20

【0047】

図2は、本発明のいくつかの実施例に応じて、チャープ信号137、傾斜ビジー信号172、取込み又は取込み記録193などの間の関係の例示の図である。分かるように、チャープ信号137は、ユーザが構成可能な開始周波数220からユーザが構成可能な停止周波数225までの選択されたスパン205にわたる範囲にある。チャープ信号137の振幅250もユーザが構成可能である。

【0048】

取込み記録193の長さは、チャープ信号137の開始にて第1チャープ・マージン215を減じ、チャープ信号137の終わりにて第2チャープ・マージン215を減じたチャープ信号137のスパン205に対応する。第1マージン215は、傾斜ビジー信号172の第1エッジ230と取込み記録193の開始240との間の差で定義される。第2マージン215は、傾斜ビジー信号172の第2エッジ235と取込み記録193の終了245との間の差で定義される。

30

【0049】

チャープ信号137は、スパン205をカバーする。取込み時間期間、又は換言すれば、取込み記録193の長さをチャープ信号137の期間内とすることが好ましい。そうでなければ、取込みの長さがチャープを超えると、取込み記録193が不完全になるだろう。チャープ信号137の長さが取込み長をカバーし、わずかに超えることが有益である。ダイナミック・レンジを最適化するために、取込み記録193がほぼ全体のチャープ信号137を用い、端部に比較的小さな量だけ重なる又はマージンとなることが望ましい。

40

【0050】

図3は、本発明のいくつかの実施例に応じて、図1A及び1Bに関連したMDOの表示器195の例示の図である。図4は、本発明のいくつかの実施例に応じて、図1A及び1Bに関連したMDOの表示の他の例示の図である。次にこれら図3及び4を参照する。

【0051】

表示器195のウィンドウ320は、傾斜ビジー信号172の例と、傾斜ビジー信号172に対する取込み193の位置とを示す。取込み193は、傾斜ビジー信号172に対

50

して手動で位置決めできる。例えば、ユーザは、取込み 193 を傾斜ビジー信号 172 内の所望位置に手動でスライドできる。代わりに、取込み 193 は、傾斜ビジー信号 172 に対して自動的に位置決めすることもできる。ここに開示した本発明の概要に応じてユーザが測定を行うことを望むとき、ウィンドウ 320 の存在が必要ないことが理解できよう。例えば、図 4 に示すように、スペクトラム 305 を示す単一のウィンドウが存在してもよい。

【0052】

ウィンドウ 325 は、S21 形式測定にてバンドパス・フィルタ 157 に供給した後の戻り信号 142 のスペクトラム 305 を示す。バンドパス・フィルタ 157 は、例えば、DUT 155 の複数のコンポーネントの 1 つにできる。この例において、スパン 205 は、400 MHz である。スペクトラム 305 の水平軸は、GHz で表す周波数を示し、垂直軸は、デシベルで表す振幅を示す。この例における垂直軸のスケール 315 は、10 dB/div に設定されているが、他の適切な値に設定することもできる。この例での分解能帯域幅 (RBW) 310 は、20 kHz に設定されている。

10

【0053】

チャープ信号 137 が出力ポート 135 (図 1A 及び 1B) から入力ポート 140 にルーブされると、戻り信号が図 4 に示す如くほぼ水平のライン 405 として現れるだろう。これは、ほぼ 100% の伝送ライン、又は換言すれば、所定スパンの全域でのチャープ信号のピークを表す。チャープ信号 137 が DUT 155 (図 1A 及び 1B) に伝送され、DUT 155 がバンドパス・フィルタを含んでいると、戻り信号がウィンドウ 325 に示すように現れるだろう。すなわち、バンドパス・フィルタがライン 405 の部分 330 を通過させ、このフィルタが残りを排除する。異なった状態では、バンドパス・フィルタを有する DUT 105 の S21 形式の測定を行うとき、フィルタの通過バンドでは損失が低く、フィルタの外側では損失が増える。

20

【0054】

チャープ周波数のレンジは、スパン 205 の幅に依存する。スパン 205 が広がると、そのダイナミック・レンジが狭まる。ダイナミック・レンジは、基準ライン 405 とノイズ・フロア 415 との間の距離として定義できる。ノイズ・フロア 415 は、RBW 310 により少なくとも部分的に決まる。ユーザが測定をしたいスパン 205 内に適合するように、ユーザが RBW 310 を選択できる。ダイナミック・レンジの量と、ユーザが測定を望む範囲のスパンとの間にはトレードオフがある。スパンが広がると、利用できるダイナミック・レンジが狭まる。よって、スパンの幅を制御することにより、ダイナミック・レンジの損失を緩和できる。チャープ信号の代わりに CW 信号又はトーンを用いると、各個別の周波数が個別の取込みに関連するので、改善したダイナミック・レンジを達成できる。CW 信号アプローチは、ダイナミック・レンジを改善するが、かかるアプローチは、ここで述べた他の方法よりも非常に遅い。

30

【0055】

図 5 は、本発明のいくつかの実施例に応じて、リターン・ロス・ブリッジ 505、MDO 105 の詳細図及び被試験装置 155 を含む他のシステム 500 の例示のブロック図である。図 5 に示すシステム 500 は、単一ポート・スカラー s パラメータ測定、又は換言すれば、S11 (dB) 測定にとって特に有用である。

40

【0056】

MDO 105 は、図 1A 及び 1B を参照して上述したのと同じか類似のコンポーネントを含んでいるので、説明を簡略にするため、かかるコンポーネントの詳細説明を繰り返さない。特に、図 5 のシステム 500 は、リターン・ロス・ブリッジ 505 を含んでいる。リターン・ロス・ブリッジ 505 を外部のリターン・ロス・ブリッジとして示したが、代わりにリターン・ロス・ブリッジ 505 を MDO 105 の内部に配置できる点が理解できよう。

【0057】

一般的に、リターン・ロス・ブリッジは、受動装置であり、3 個のポートを含んでいる

50

。入射信号（例えば、チャープ信号）がDUTにぶつかるまで1個のポートを介して伝わる。DUTは、リターン・ロス・ブリッジの他のポートに取り付けられている。入射信号の反射部分は、更にリターン・ロス・ブリッジの他のポートを介して、MDO105のRF入力チャンネル120により検出される。信号反射の存在にて2個の端子間の電圧を測定するホイートストン・ブリッジ（図示せず）の如き他の形式のブリッジを用いてもよいことが理解できよう。

【0058】

より限定的には、MDO105の出力チャンネル115をリターン・ロス・ブリッジ505の第1ポート（例えば、ポート1）に結合できる。MDO105のRF入力チャンネル120は、リターン・ロス・ブリッジ505の第2ポート（例えば、ポート2）に結合できる。DUT155の第1ポート（例えば、ポート1）は、リターン・ロス・ブリッジ505の第3ポート（例えば、ポート3）に結合できる。例えば、50オームの終端器510を用いて、DUT155の第2ポート（例えば、ポート2）を終端できる。この構成において、MDO105は、単一ポートの反射を測定するS11形式測定を行うことができる。

10

【0059】

図6は、本発明のいくつかの実施例に応じて、図5に関連したMDO105の表示器195の他の例示の図である。図6の表示器195は、S11形式の測定にてバンドパス・フィルタ157に供給された後の戻り信号142のスペクトラム605を示す。バンドパス・フィルタ157を有するDUT155のS11形式の測定を行うとき、入射信号の通過帯域の外のスペクトラム605の部分610は、ほぼ全体的に背後に反射される。これとは逆に、通過帯域の内側のスペクトラム605の部分615において、少ない量の信号が後ろに反射される。DUT155は、通過帯域フィルタ以外のコンポーネントを含むことができ、その結果のスペクトラムがかかるコンポーネントに依存することが理解できよう。リターン・ロス・ブリッジ505のポート（例えば、ポート3）、即ち、そうでなければDUT155に接続されるリターン・ロス・ブリッジのポートを解放又は短絡することにより、100%の反射ライン620を得ることができる。更に後述するように、S11（db）測定を行う前に、100%反射ライン620を校正できる。

20

【0060】

図7は、本発明のいくつかの実施例に応じて、リターン・ロス・ブリッジ505、MDO105の詳細図及び被試験装置155を含む更に他のシステム700の例示のブロック図である。図5に示すシステム700は、2ポート・スカラーsパラメータ測定、又は換言すればS21（db）測定を行う別の構成である。

30

【0061】

MDO105は、図1A及び1Bを参照して上述したのど類似又は同じコンポーネントを含んでいるので、簡略化のために、かかるコンポーネントの詳細説明を繰り返さない。特に、図7のシステム700は、リターン・ロス・ブリッジ505を含んでいる。リターン・ロス・ブリッジ505は、外部リターン・ロス・ブリッジとして示しているが、代わりにリターン・ロス・ブリッジ505をMDO105の内部に配置できることが理解できよう。リターン・ロス・ブリッジ505の詳細は、簡略化のため繰り返さない。

40

【0062】

MDO105の出力チャンネル115をリターン・ロス・ブリッジ505の第1ポート（例えば、ポート1）に結合できる。例えば、50オームの終端器710を用いて、リターン・ロス・ブリッジ505の第2ポート（例えば、ポート2）を終端できる。リターン・ロス・ブリッジ505の第3ポート（例えば、ポート3）をDUT155の第1ポート（例えば、ポート1）に結合できる。MDO105のRF入力チャンネル120をDUT155の第2ポート（例えば、ポート2）に結合できる。この構成において、MDO105は、DUT155のポート1及び2のS21形式の測定ができる。

【0063】

図8は、本発明のいくつかの実施例に応じて、MDO105にてスカラーsパラメータ

50

を測定する技術を示す例示の流れ図 800 である。この技術は、805 で開始し、試験信号又はチャープ信号を校正できる。例えば、校正は、MDO105 の出力チャンネル 115 から MDO105 の RF 入力チャンネル 120 へチャープ信号をループさせることを含める。この結果は、戻り信号に関連した水平基準ライン（例えば、図 6 の 620）の表示である。基準ラインが 100% の反射基準ラインを表すように、基準ライン 620 でのいかなるリップル又は欠陥も検出し校正できる。

【0064】

この流れは、分岐 S21 及び分岐 S11 が示すように、2 個の分岐の一方に沿って進む。S21 形式の測定を実行するときは、分岐 S21 に従う。S11 形式の測定を実行するときは、分岐 S11 に従う。

10

【0065】

分岐 S21 をとると、810 にて、DUT の第 1 ポートを MDO の出力チャンネルに接続する。815 にて、DUT の第 2 ポートを MDO の RF 入力チャンネルに接続する。

【0066】

分岐 S11 をとると、820 にて、MDO の出力チャンネルをリターン・ロス・ブリッジの第 1 ポートに接続する。825 にて、MDO の RF 入力チャンネルをリターン・ロス・ブリッジの第 2 ポートに接続する。この経路に沿って、流れが 830 に進み、DUT の第 1 ポートをリターン・ロス・ブリッジの第 3 ポートに接続する。835 にて、DUT の第 2 ポートを終端する。

20

【0067】

分岐 S21 及び S11 の両方は、840 に集まり、ユーザが構成可能な開始周波数からユーザが構成可能な停止周波数までのレンジのスパンを有するチャープ信号を発生する。次に、流れは 845 に進み、MDO の出力チャンネルを介してチャープ信号を伝送する。この技術は、850 に続き、MDO の RF 入力チャンネルを介して戻り信号を受ける。戻り信号は、チャープ信号の少なくとも一部に基づき、DUT を通過した後のチャープ信号を表す。855 にて、戻り信号を取込み記録として取込んでデジタル化する。

【0068】

860 にて、取込み記録をチャンネル信号又は試験信号と時間的に整合させる。865 にて、個別の周波数毎の取込みではなく、取込み記録に関連した周波数の全スペクトラムをほぼ同時に処理する。スカラー s パラメータ、又は換言すれば適当な試験パラメータを容易且つ効果的に測定するために、ステップ 870 にて、MDO の表示器上に全スペクトラムを更新し表示する。

30

【0069】

流れ図 800 における判断が記載のような特定順序で生じる必要がなく、むしろ、これら判断を異なる時点で行えることが理解できよう。これら技術にて説明したステップは、図示し説明した順序で必然的に生じる必要がないことも理解できよう。

【0070】

ここで説明した本発明の概念の実施例は、MDO 内に「廉価版ネットワーク・アナライザ」を提供する。これは、内部的に発生され伝送されるチャープ信号と、高速取込みと、周波数ドメインにおけるチャープ信号のスペクトラムの処理及び表示と、MDO 機能と一致する利用の柔軟性及び容易性とを含んでいる。さらに、S21 形式の測定、又は、リターン・ロス・ブリッジと組合せると S11 形式の測定又は欠陥までの距離の測定の如く種々の形式の測定を行える。

40

【0071】

上述の説明は、特定実施例に焦点を当てているが、他の構成も考えられる。特に、「本発明の概念の実施例による」などの記述をここで用いたが、これら記述は、一般的な参考の実施例の可能性を意味するものであり、本発明の概念を特定実施例の構成に限定しようとするものではない。ここで用いる如く、これら用語は、他の実施例と組合せられる同じ又は異なる実施例を参照するものである。

【0072】

50

以下の説明は、適切な単一又は複数のマシンの簡単且つ一般的な説明であり、本発明のコンセプトのある概念を実現している。典型的には、単一又は複数のマシンは、システム・バスを含んでいる。このシステム・バスは、プロセッサ、メモリ、蓄積装置、ビデオ・インタフェース、及び入力/出力インタフェース・ポートに付随している。メモリは、例えば、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）、リード・オンリ・メモリ（ROM）、又は他のステート保存媒体である。単一又は複数のマシンは、キーボード、マウスなどの従来の入力装置からの入力や、他のマシン、仮想現実（VR）環境との相互作用、生体フィードバックから受けた指示、又は他の入力信号により少なくとも部分的に制御される。ここで用いたように、用語「マシン」は、単一のマシン、仮想マシン、又はこれらマシンや仮想マシンにコミュニケーション可能に結合されたシステム、又は一緒に動作する複数の装置を広く含む。マシンの例としては、パーソナル・コンピュータ、ワークステーション、サーバー、ポータブル・コンピュータ、ハンドヘルド装置、電話機、タブレットなどの計算装置と共に、プライベート又はパブリック移動体、例えば、自動車、電車、タクシーなどの輸送手段を含む。

10

20

30

40

50

【0073】

単一又は複数のマシンは、プログラマブル又は非プログラマブル・ロジック装置又はアレイ、用途特定集積回路（ASIC）、埋め込み形コンピュータ、スマート・カードの如き埋め込み制御器を含むことができる。単一又は複数のマシンは、ネットワーク・インタフェース、モデム又はコミュニケーション可能な結合を介して1つ以上の遠隔マシンに1つ以上の結合ができる。複数のマシンは、イントラネット、インターネット、ローカル・エリア・ネットワーク、ワイド・エリア・ネットワークなどの物理的及び/又は論理上のネットワークによって相互接続できる。ネットワーク・コミュニケーションは、種々の配線及び/又は無線の短距離又は長距離キャリア及びプロトコルを利用でき、これらには、無線周波数（RF）、サテライト、マイクロ波、電気電子技術者協会（IEEE）545.11、ブルーツース（登録商標）、光、赤外線、ケーブル、レーザなどを含むことが当業者には理解できよう。

【0074】

発明の概念の実施例は、機能、手順、データ構造、アプリケーション・プログラムなどを参照し、又はこれらと関連して説明できる。これらをマシンがアクセスした際の結果は、マシンによるタスクの実行、若しくは概念上のデータ形式又は低レベルのハードウェア・コンテキストの定義となる。関連データを例えばRAM、ROMなどの揮発性及び/又は不揮発性メモリ、又は他の蓄積装置及び関連した蓄積媒体に蓄積できる。これらには、ハード・ドライブ、フロッピー・ディスク、光学蓄積装置、テープ、フラッシュ・メモリ、メモリ・ステック、デジタル・ビデオ・ディスク、バイオロジカル蓄積装置などがある。関連したデータは、物理的及び/又は論理上のネットワークを含む伝送環境により、パケット、シリアル・データ、パラレル・データ、伝搬信号などの形式で配信でき、圧縮形式又は暗号化形式で利用できる。関連データは、分散環境にて使用でき、マシンのアクセスのために局部的に及び/又は遠隔的に蓄積できる。発明概念の実施例は、1つ以上のプロセッサが実行可能な命令から構成された非一時的なマシンが読出し可能な媒体を含み、これら命令は、上述の発明概念の要素を実行する命令から構成されている。

【0075】

本発明の要旨を逸脱することなく、他の同様な又は異なる変形が可能である。よって、本発明の要旨は、特許請求の範囲を除いて限定されない。

【符号の説明】

【0076】

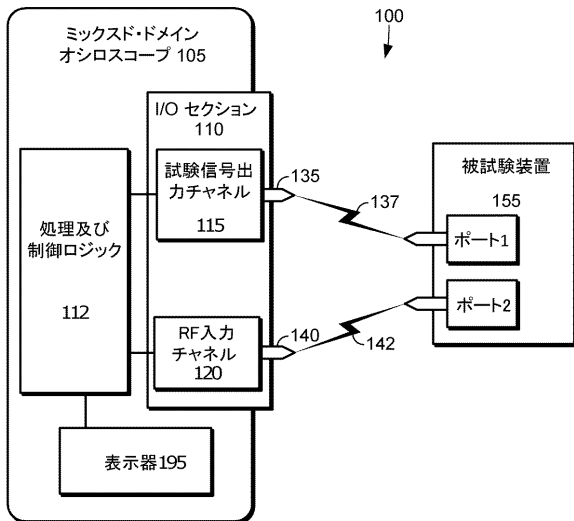
- 100 システム
- 105 MDO
- 110 I/Oセクション
- 112 処理及び制御ロジック
- 114 取込みセクション

- 1 1 5 試験信号出力チャンネル
- 1 2 0 R F入力チャンネル
- 1 2 5 デジタル入力チャンネル
- 1 3 0 アナログ入力チャンネル
- 1 3 7 試験信号
- 1 4 2 戻り信号
- 1 5 5 D U T
- 1 5 7 バンドパス・フィルタ
- 1 6 0 チャープ信号発生器
- 1 7 0 傾斜ビジー信号発生器
- 1 7 5 時間整合ロジック
- 1 8 0 ブロック・ダウン・コンバータ
- 1 8 5 A D C
- 1 9 0 取込みメモリ
- 1 9 2 デジタル・ダウン・コンバータ
- 1 9 3 取込み記録
- 1 9 5 表示器
- 5 0 0 システム
- 5 0 5 リターン・ロス・ブリッジ
- 7 0 0 システム
- 7 1 0 5 0 オーム 終端器

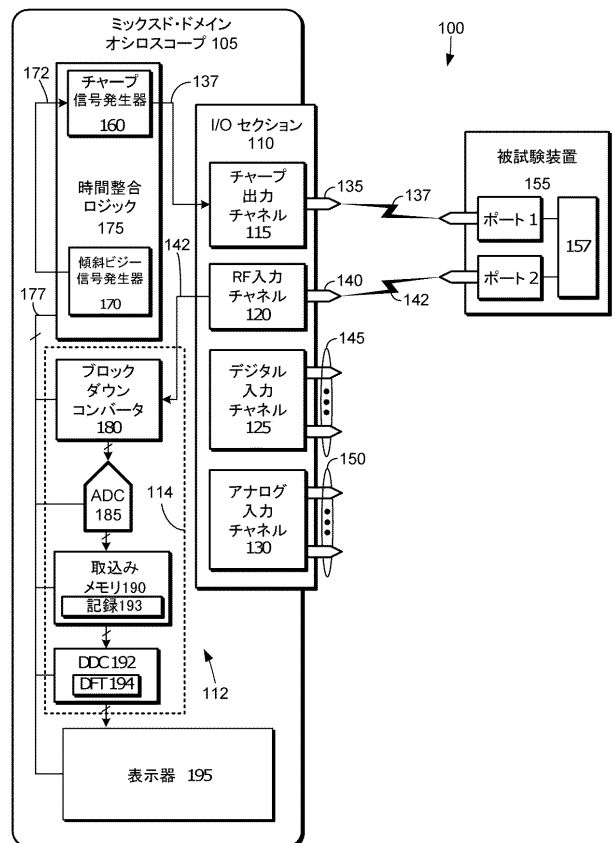
10

20

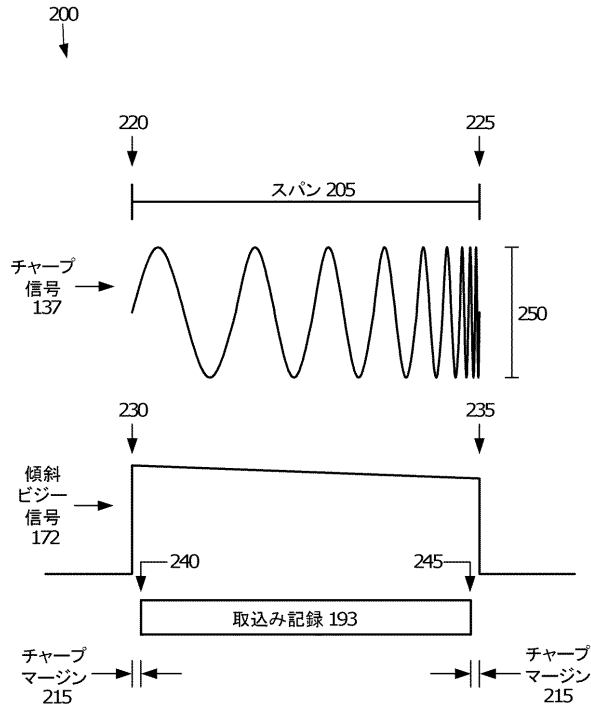
【 図 1 A 】



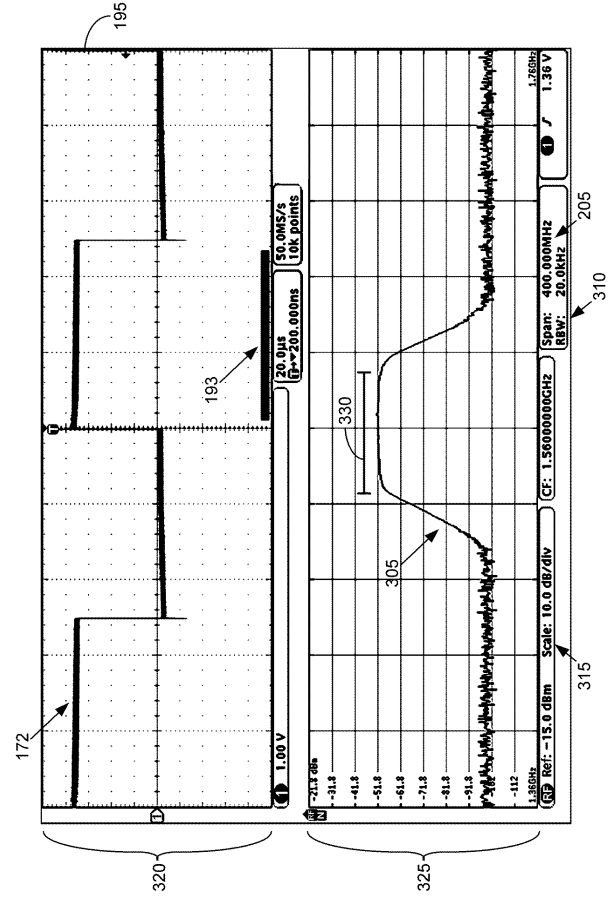
【 図 1 B 】



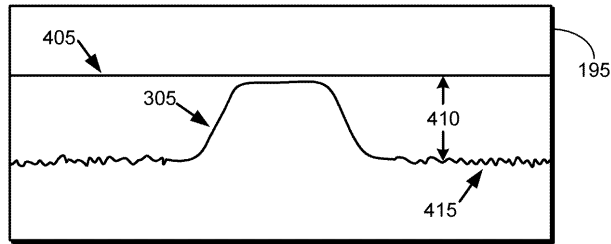
【 図 2 】



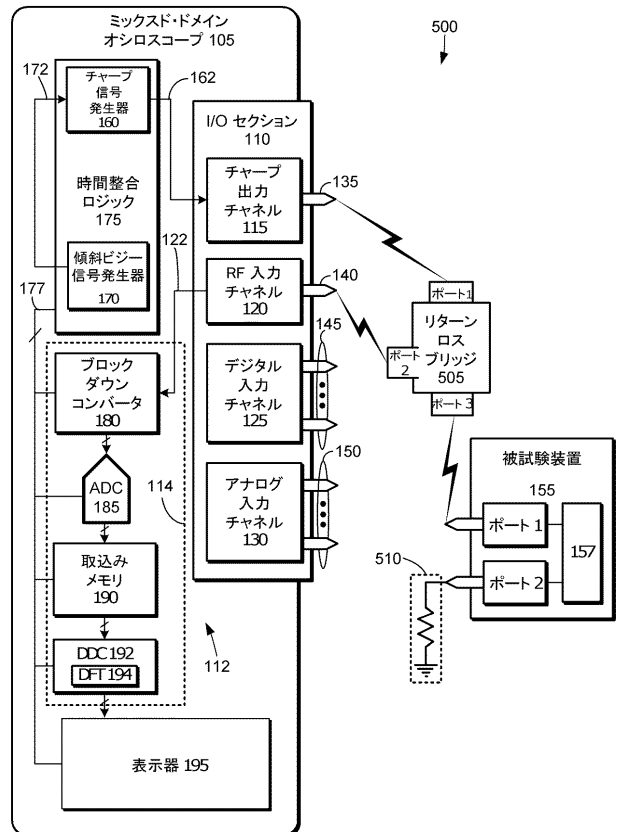
【 図 3 】



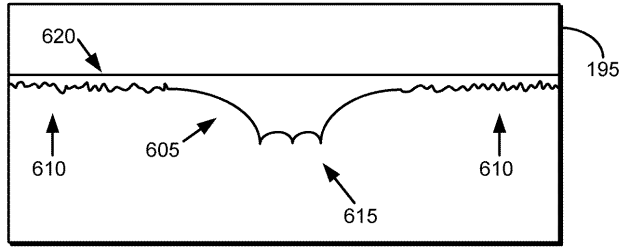
【 図 4 】



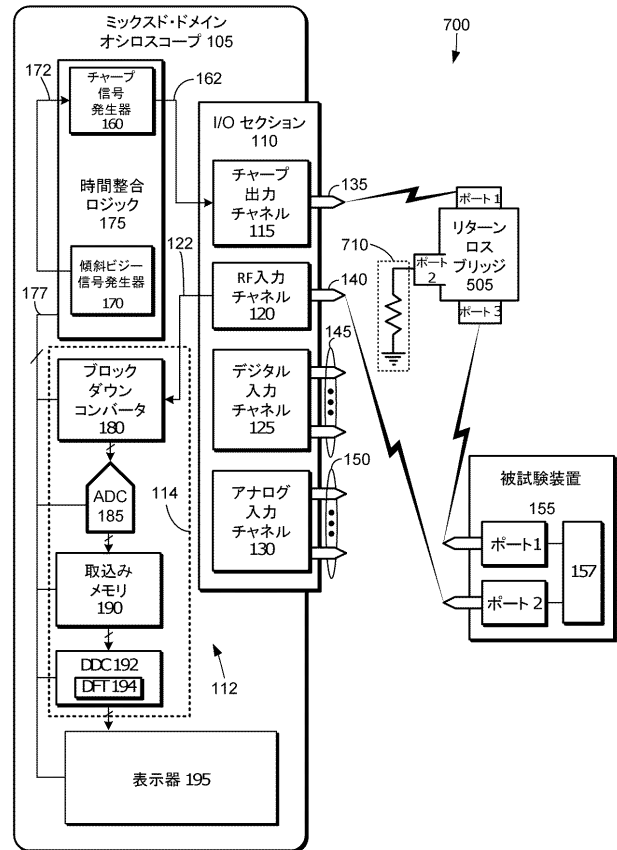
【 図 5 】



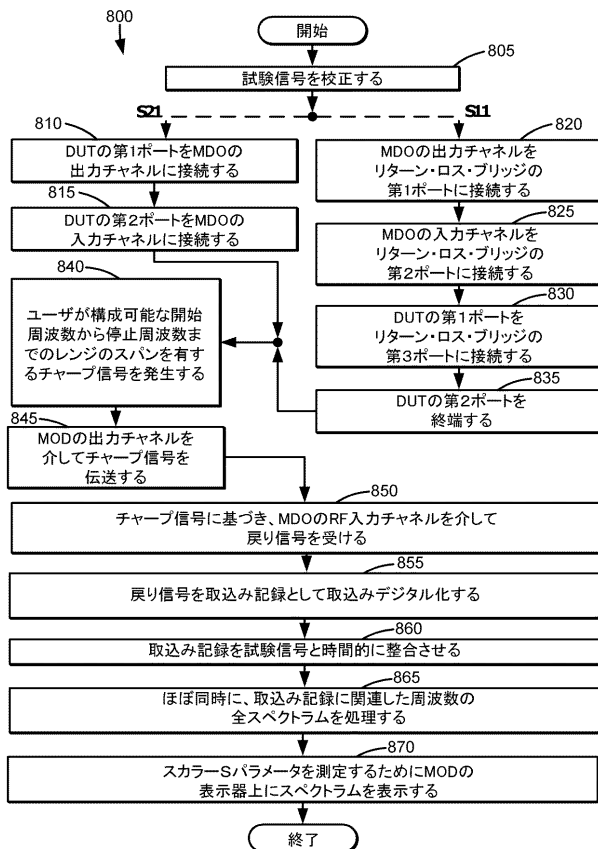
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【外国語明細書】

【Title of the Invention】 Mixed-domain oscilloscope, and method and system for measurement on mixed-domain oscilloscope

【Technical Field】

【0001】

The present invention relates to mixed-domain oscilloscopes, and more particularly, to instruments, systems and methods for making measurements on a mixed-domain oscilloscope using an internal chirp generator, an output channel, an RF input channel, and time alignment logic.

【Background Art】

【0002】

Unlike traditional swept or stepped spectrum analyzers, a mixed-domain oscilloscope (MDO) uses fixed local oscillators (LOs) to block convert wide swaths of bandwidth as opposed to sweeping or stepping an LO through an equivalent wide bandwidth. Traditional spectrum analyzers provide a tracking generator, which uses the swept or stepped LO to produce a signal that tracks with the sweep of the analyzer. The swept signal is fed to a network or device under test and the resulting signal is analyzed using the spectrum analyzer. This is known in the industry as a “poor man’s network analyzer” because while this technique provides a useful method for determining scalar measurements, it is incapable of providing vector measurements as provided by conventional network analyzers.

【0003】

There is a trend in the test and measurement field to provide multiple functions that were traditionally provided in separate instruments, within a single test and measurement instrument in a time-correlated fashion. One such instrument is the MDO, which includes digital channels, analog channels, and an RF input channel all within a single instrument. It is possible to monitor signals in both the time and frequency domain simultaneously, with time correlated acquisition and display. The MDO4000 series Mixed Domain Oscilloscope available from Tektronix, Inc., USA is known as such a mixed domain oscilloscope.

【0004】

Presently, MDOs do not offer a “poor man’s network analyzer” capability because the typical approach uses the swept or stepped LO approach, which differs from the traditional way in which data is acquired and processed on an MDO.

【Prior Art Documents】

【Patent Documents】

【0005】

【Patent Document 1】 Japanese Patent Publication No. 2009-516475

【Non Patent Documents】

【0006】

【Non Patent Document 1】 The website for the MDO4000 series Mixed Domain Oscilloscope by Tektronix, [online], [Searched on Oct. 22, 2013], Internet <<http://www1.tek.com/ja/products/oscilloscopes/mdo4000/>>

【Summary of the Invention】**【Problem to be Solved by the Invention】****【 0 0 0 7 】**

It would be desirable to provide an MDO with an internal chirp generator and the capability of transmitting a chirp signal. Moreover, it would be desirable to provide time alignment logic for time aligning the chirp signal with an acquisition so that a user can obtain and analyze measurements such as scalar s parameters. Embodiments of the invention address these and other limitations in the prior art.

【Means for Solving the Problem】**【 0 0 0 8 】**

A concept 1 of the present invention is a mixed-domain oscilloscope, comprising:
a signal generator configured to generate a test signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user configurable stop frequency;
an output channel coupled to the signal generator and configured to transmit the test signal;
an RF input channel configured to receive a return signal based on the test signal;
an acquisition section configured to acquire and digitize the return signal as an acquisition record;
and
a ramp busy signal generator configured to substantially time-align the acquisition record with the test signal.

【 0 0 0 9 】

A concept 2 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 1, wherein:
the test signal is a chirp signal;
the signal generator is configured to generate the chirp signal;
the return signal received by the RF input channel is based on the chirp signal; and
the acquisition section is configured to acquire, in a single acquisition, substantially the entire chirp signal.

【 0 0 1 0 】

A concept 3 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 2, wherein the chirp signal is a linearly swept sine wave configured to span between the user-configurable start frequency and the user-configurable stop frequency.

【 0 0 1 1 】

A concept 4 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 2, wherein a length of the acquisition record corresponds to the span of the chirp signal less a first margin at a beginning of the chirp signal and less a second margin at an ending of the chirp signal.

【 0 0 1 2 】

A concept 5 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 4, wherein:
the first margin is defined by a difference between a first edge of a ramp busy signal and the beginning of the acquisition record; and

the second margin is defined by a difference between a second edge of the ramp busy signal and the ending of the acquisition record.

【 0 0 1 3 】

A concept 6 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 1, wherein the test signal is a continuous wave signal.

【 0 0 1 4 】

A concept 7 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 1, wherein: the ramp busy signal generator is configured to generate a ramp busy signal; and the signal generator is configured to transmit the test signal responsive to the ramp busy signal.

【 0 0 1 5 】

A concept 8 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 1, wherein the acquisition section further comprises:

an analog-to-digital converter configured to digitize the return signal;

a block down converter coupled to the analog-to-digital converter and to the RF input channel, the block down converter being configured to receive the return signal from the RF input channel and to block feed the return signal to the analog-to-digital converter;

acquisition memory coupled to the analog-to-digital converter and configured to store the digitized signal as the acquisition record;

a digital down converter coupled to the acquisition memory and configured to digitally down-convert the digitized signal to a frequency span ranging from the user-configurable start frequency to the user-configurable stop frequency.

【 0 0 1 6 】

A concept 9 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 8, wherein: the digital down converter includes a Discrete Fourier transform section configured to convert the digitized signal to the frequency domain; and

the mixed-domain oscilloscope further comprises a display configured to display a spectrum of the return signal so as to provide a measurement of a 2 port scalar s parameter.

【 0 0 1 7 】

A concept 10 of the present invention is the mixed-domain oscilloscope of the concept 8, wherein:

the test signal is a chirp signal;

the signal generator is configured to generate the chirp signal; and

the user-configurable start frequency corresponds to a beginning frequency of the chirp signal and the user-configurable stop frequency corresponds to an ending frequency of the chirp signal.

【 0 0 1 8 】

A concept 11 of the present invention is a method for measuring a scalar s parameter on a mixed-domain oscilloscope, the method comprising:

generating, by a signal generator, a test signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user configurable stop frequency;

transmitting, by an output channel, the test signal;

receiving, by an RF input channel, a return signal that is based on the test signal;

acquiring and digitizing the return signal as an acquisition record;

time aligning the acquisition record with the test signal;

processing an entire spectrum of frequencies associated with the acquisition record at substantially the same time; and

displaying, on a display of the mixed-domain oscilloscope, the spectrum so as to measure the scalar s parameter.

【 0 0 1 9 】

A concept 12 of the present invention is the method of the concept 11, wherein the scalar s parameter is a S21 scalar s parameter, the method further comprising:

connecting a first port of a device under test to the output channel of the mixed-domain oscilloscope;

connecting a second port of the device under test to the RF input channel of the mixed-domain oscilloscope; and

displaying, on the display of the mixed-domain oscilloscope, the spectrum so as to measure the S21 scalar s parameter.

【 0 0 2 0 】

A concept 13 of the present invention is the method of the concept 11, wherein the scalar s parameter is a S11 scalar s parameter, the method further comprising:

connecting the output channel of the mixed-domain oscilloscope to a first port of a return loss bridge;

connecting the RF input channel of the mixed-domain oscilloscope to a second port of the return loss bridge;

connecting a first port of a device under test to a third port of the return loss bridge;

terminating a second port of the device under test; and

displaying, on the display of the mixed-domain oscilloscope, the spectrum so as to measure the S11 scalar s parameter.

【 0 0 2 1 】

A concept 14 of the present invention is the method of the concept 11, further comprising calibrating the test signal.

【 0 0 2 2 】

A concept 15 of the present invention is the method of the concept 14, wherein calibrating the test signal further comprises:

looping the test signal from the output channel to the RF input channel;

displaying, on the display of the mixed-domain oscilloscope, a horizontal reference line associated with the return signal;

detecting ripples in the reference line;

calibrating out the ripples in the reference line so that the reference line represents a 100% reflection reference line.

【 0 0 2 3 】

A concept 16 of the present invention is the method of the concept 11, further comprising:

selecting a resolution bandwidth to be within the span of the test signal.

【 0 0 2 4 】

A concept 17 of the present invention is a system for making measurements on a mixed-domain oscilloscope, the system comprising:

a device under test including first and second ports;

a mixed-domain oscilloscope including an output channel coupled to the first port of the device under test and an RF input channel coupled to the second port of the device under test, wherein the mixed-domain oscilloscope further includes:

a signal generator configured to generate a test signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user configurable stop frequency;

an output channel coupled to the signal generator and configured to transmit the test signal to the first port of the device under test;

an RF input channel configured to receive a return signal from the second port of the device under test, the return signal being based on the test signal;

an acquisition section configured to acquire and digitize the return signal as an acquisition record; and

a ramp busy signal generator configured to substantially time-align the acquisition record with the test signal.

【 0 0 2 5 】

A concept 18 of the present invention is the system of the concept 17, wherein:

the test signal is a chirp signal;

the signal generator is configured to generate the chirp signal;

the return signal received by the RF input channel is based on the chirp signal; and

the acquisition section is configured to acquire, in a single acquisition, substantially the entire chirp signal.

【 0 0 2 6 】

A concept 19 of the present invention is the system of the concept 18, wherein the chirp signal is a linearly swept sine wave configured to span between the user-configurable start frequency and the user-configurable stop frequency.

【 0 0 2 7 】

The foregoing and other features and advantages of the inventive concepts will become more readily apparent from the following detailed description of the example embodiments, which proceeds with reference to the accompanying drawings.

【Brief Description of the Drawings】**【 0 0 2 8 】**

【Figure 1A】 Figure 1A is an example block diagram of a system including a mixed-domain oscilloscope (MDO) and a device under test in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 1B】 Figure 1B is an example block diagram of a system including a more detailed view of the MDO and the device under test of Figure 1A in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 2】 Figure 2 is an example diagram of the relationship between a chirp signal, a ramp busy signal, an acquisition, and the like, in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 3】 Figure 3 is an example diagram of a display of the MDO in relation to Figures 1A and 1B, in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 4】 Figure 4 is another example diagram of a display of the MDO in relation to Figures 1A and 1B, in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 5】 Figure 5 is an example block diagram of another system including a return loss bridge, a detailed view of the MDO, and the device under test in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 6】 Figure 6 is another example diagram of a display of the MDO in relation to Figure 5, in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 7】 Figure 7 is an example block diagram of still another system including a return loss bridge, a detailed view of the MDO, and the device under test in accordance with some embodiments of the present invention.

【Figure 8】 Figure 8 is an example flow diagram illustrating a technique for measuring scalar parameters on an MDO according to some embodiments of the present invention.

【Embodiments for Carrying out the Invention】

【 0 0 2 9 】

Reference will now be made in detail to embodiments of the present invention, examples of which are illustrated in the accompanying drawings. In the following detailed description, numerous specific details are set forth to enable a thorough understanding of the inventive concepts. It should be understood, however, that persons having ordinary skill in the art may practice the inventive concepts without these specific details. In other instances, well-known methods, procedures, components, circuits, and networks have not been described in detail so as not to unnecessarily obscure aspects of the embodiments.

【 0 0 3 0 】

It will be understood that, although the terms first, second, etc. may be used herein to describe various elements, these elements should not be limited by these terms. These terms are only used to distinguish one element from another. For example, a first port could be termed a second port, and, similarly, a second port could be termed a first port, without departing from the scope of the inventive concept.

【 0 0 3 1 】

The terminology used in the description of the various embodiments herein is for the purpose of describing particular embodiments only and is not intended to be limiting of the inventive concepts. As used in the description and the appended claims, the singular forms “a”, “an” and “the” are intended to include the plural forms as well, unless the context clearly indicates otherwise. It will also be understood that the term “and/or” as used herein refers to and encompasses any and all possible combinations of one or more of the associated listed items. It will be further understood that the terms “comprises” and/or “comprising,” when used in this specification, specify the

presence of stated features, integers, steps, operations, elements, and/or components, but do not preclude the presence or addition of one or more other features, integers, steps, operations, elements, components, and/or groups thereof. The components and features of the drawings are not necessarily drawn to scale.

【 0 0 3 2 】

Embodiments of the invention include instruments, systems and methods for making measurements on a mixed-domain oscilloscope (MDO) using an internal chirp generator, an output channel, an RF input channel, and time alignment logic. For example, the MDO can take 2 port scalar s parameter measurements, otherwise known by persons having skill in the art as S21 or S21(db) when the magnitude is presented in decibels. By way of another example, the MDO can take single port scalar s parameter measurements, otherwise known as S11 or S11(db). In addition, the MDO according to inventive aspects disclosed herein can make distance-to-fault measurements, and the like.

【 0 0 3 3 】

Since a local oscillator (LO) of an MDO is fundamentally different than that of a traditional spectrum analyzer, the typical “poor man’s network analyzer” approach using a swept or stepped LO in combination with a tracking generator is not suitable. Rather, as disclosed in detail herein, the MDO uses an internally generated test signal, referred to as a “linear chirp” or “chirp signal” that ranges from a user-configurable start frequency to a user-configurable stop frequency. In other words, the user-configurable start frequency corresponds to a beginning frequency of the chirp signal and the user-configurable stop frequency corresponds to an ending frequency of the chirp signal. The chirp signal is a linearly swept sine wave between the predefined beginning and ending frequencies. The start and stop frequency of the chirp signal correspond to user configurable start and stop frequency settings of the MDO. The time duration and amplitude of the chirp signal can also be controlled within the limits of the hardware.

【 0 0 3 4 】

In addition, the MDO includes time alignment logic including a chirp signal generator to produce the chirp signal and a ramp busy signal generator to produce a ramp busy signal. The ramp busy signal generator provides a ramp busy signal for the duration of the chirp signal so that an acquisition record that represents the displayed spectrum can be time-aligned with the chirp signal. In this manner, the entire chirp can be captured in a single acquisition. Notably, the entire spectrum is processed and updated with each acquisition rather than one frequency point at a time as in the case of a swept or stepped method. In other words, using the conventional swept or stepped method, at any point in time, a single frequency is being processed, whereas the inventive aspects disclosed herein include simultaneously processing a large swath of frequencies within the time period of a single acquisition.

【 0 0 3 5 】

Figure 1A is an example block diagram of a system 100 including a mixed-domain oscilloscope (MDO) 105 and a device under test (DUT) 155 in accordance with some embodiments of the present invention. The MDO 105 includes an I/O section 110. The I/O section 110 includes a test

signal output channel 115 and associated output port 135. The I/O section 110 also includes an RF input channel 120 and associated input port 140.

【 0 0 3 6 】

The DUT 155 receives the test signal 137 via a first port (i.e., Port 1). The DUT 155 processes the test signal 137 and returns a return signal 142 to the MDO 105 via a second port (i.e., Port 2). The MDO 105 receives the return signal 142 via the input port 140. The processing and control logic 112 is coupled to the RF input channel 120 and is configured to acquire and digitize a return signal 142 as an acquisition record, which is described in further detail below. The processing and control logic 112 time-aligns the acquisition record with the test signal, which is also further described in detail below. The processing and control logic 112 causes a spectrum of frequencies associated with the return signal 142 to be displayed on the display 195. The processing and control logic 112 may include or otherwise be implemented by hardware, firmware, software, or any suitable combination thereof.

【 0 0 3 7 】

Figure 1B is an example block diagram of a system 100 including a more detailed view of the MDO 105 and the DUT 155 of Figure 1A in accordance with some embodiments of the present invention. The processing and control logic 112 of the MDO 105 can include time alignment logic 175 and an acquisition section 114. The example system 100 is particularly useful for making a 2 port scalar s parameter measurement, or in other words, an S21(db) measurement.

【 0 0 3 8 】

In addition to the output channel 115 and the RF input channel 120, the I/O section 110 may also include one or more digital input channels 125 and associated ports 145, and one or more analog input channels 130 and associated ports 150. The processing and control logic 112 is configured to generate a test signal 137, such as a chirp signal, which is transmitted by the test signal output channel 115 via the output port 135.

【 0 0 3 9 】

The time alignment logic 175 can include a chirp signal generator 160 to generate a test signal 137, such as a chirp signal, having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user-configurable stop frequency. The chirp output channel 115 is coupled to the chirp signal generator 160. The chirp output channel 115 transmits the chirp signal 137 via the output port 135. The chirp signal 137 is a linearly swept sine wave configured to span between the user-configurable start frequency and the user-configurable stop frequency.

【 0 0 4 0 】

It will be understood that the test signal 137 can be a signal other than a chirp signal. For example, the test signal 137 can alternatively be a continuous wave (CW) signal. In the case where the test signal 137 is a CW signal, individual frequencies are transmitted to the DUT 155, acquired by the MDO 105, and individually processed by the processing and control logic 112. Nevertheless, for the sake of consistency, the test signal 137 will generally be referred herein as the chirp signal 137.

【 0 0 4 1 】

Referring once again to the time alignment logic 175, a ramp busy signal generator 170 is configured to generate a ramp busy signal 172. The chirp signal generator 160 is configured to transmit the chirp signal 137 responsive to the ramp busy signal 172. The ramp busy signal 172 is used to produce the chirp signal 137. In addition, the ramp busy signal 172 is used to substantially time-align an acquisition record 193, that gets stored in the acquisition memory 190, with the chirp signal 137, as described in further detail below. The chirp signal generator 160 receives the ramp busy signal 172 and produces the chirp signal 137 for the duration of the ramp busy signal 172.

【 0 0 4 2 】

The ramp busy signal derives its name from a ramped voltage that follows the chirp of the signal. For example, a lower voltage can correlate to a lower frequency, and as the ramp busy signal 172 ramps upward, the frequency of the chirp signal 137 increases over the predefined span. Alternatively, the frequency of the chirp signal 137 can decrease over the predefined span. As another alternative, the ramp busy signal 172 can ramp downward. The frequency of the chirp signal 137 can increase or decrease responsive to the ramp busy signal 172. The acquisition section 114 can also receive the ramp busy signal 172 via control lines 177 so that the acquisition record 193 can be automatically time-aligned to the transmission of the chirp signal 137. That is, the acquisition record 193 can be time-aligned to the chirp signal 137 after the chirp signal 137 is processed by the DUT 155 and returned in the form of the return signal 142.

【 0 0 4 3 】

The acquisition section 114 of the processing and control logic 112 includes a block down-converter 180, an analog-to-digital converter (ADC) 185, acquisition memory 190, and a digital down-converter (DDC) 192. The acquisition section 114 is configured to acquire and digitize the return signal 142 as an acquisition record 193 in the acquisition memory 190.

【 0 0 4 4 】

The return signal 142 is based on the chirp signal 137. In other words, the return signal 142 is the chirp signal 137 after it is transmitted to and returned by the DUT 155. The DUT 155 may cause the chirp signal 137 to be altered, for example, by a band pass filter 157 or other components 157 present within the DUT 155. Nevertheless, the return signal 142 returned by the DUT 155 is derived at least in part by the chirp signal 137. The acquisition section 114 is configured to acquire, in a single acquisition, substantially the entire chirp signal 137. That is, the acquisition section 114 is configured to acquire, in a single acquisition, the entire chirp signal 137 after being processed by the DUT 155 and returned in the form of the return signal 142. A length of the acquisition record corresponds to the span of the chirp signal less a first margin at a beginning of the chirp signal and less a second margin at an ending of the chirp signal, as further described below.

【 0 0 4 5 】

The ADC 185 digitizes the return signal 142. The block down-converter 180 is coupled to the ADC 185 and to the RF input channel 120. The block down-converter 180 receives the return signal 142 from the RF input channel 120 and block feeds the return signal 142 to the ADC 185. The acquisition memory 190 is coupled to the ADC 185 and stores the digitized return signal 142 as the acquisition record 193. The DDC 192 is coupled to the acquisition memory 190 and is configured

to digitally down-convert the digitized signal to a frequency span ranging from the user-configurable start frequency to the user-configurable stop frequency. The DDC 192 may include a Discrete Fourier transform (DFT) section 194, which converts the digitized signal to the frequency domain.

【 0 0 4 6 】

The processing and control logic 112 is coupled to the display 195. The display 195 is configured to display a spectrum of the return signal 142 so as to provide a variety of measurements, such as a 2 port scalar s parameter measurement, a single port scalar s parameter measurement, a distance-to-fault measurement, and the like. As explained above, the system configuration 100 shown in Figure 1B is particularly useful for making a 2 port scalar s parameter measurement.

【 0 0 4 7 】

Figure 2 is an example diagram of the relationship between a chirp signal 137, a ramp busy signal 172, an acquisition or acquisition record 193, and the like, in accordance with some embodiments of the present invention. As can be seen, the chirp signal 137 ranges over a selected span 205 from a user-configurable start frequency 220 to a user configurable stop frequency 225. The amplitude 250 of the chirp signal 137 is also user-configurable.

【 0 0 4 8 】

A length of the acquisition record 193 corresponds to the span 205 of the chirp signal 137 less a first chirp margin 215 at a beginning of the chirp signal 137 and less a second chirp margin 215 at the ending of the chirp signal 137. The first margin 215 is defined by a difference between a first edge 230 of the ramp busy signal 172 and the beginning 240 of the acquisition record 193. The second margin 215 is defined by a difference between a second edge 235 of the ramp busy signal 172 and the ending 245 of the acquisition record 193. The margins can be automatically determined. Alternatively, the margins can be manually selected.

【 0 0 4 9 】

The chirp signal 137 covers the span 205. It is preferable that the acquisition time duration, or in other words, the length of the acquisition record 193, be within the duration of the chirp signal 137. Otherwise, the acquisition record 193 would be incomplete if the length of the acquisition exceeded the chirp. It is beneficial to have the length of the chirp signal 137 cover and even slightly exceed the acquisition length. To optimize the dynamic range, it is desirable to have the acquisition record 193 use substantially the full chirp signal 137, with a relatively small amount of overlap or margin at the ends.

【 0 0 5 0 】

Figure 3 is an example diagram of a display 195 of the MDO in relation to Figures 1A and 1B, in accordance with some embodiments of the present invention. Figure 4 is another example diagram of a display of the MDO in relation to Figures 1A and 1B, in accordance with some embodiments of the present invention. Reference is now made to Figures 3 and 4.

【 0 0 5 1 】

Window 320 of the display 195 shows an example of the ramp busy signal 172 and the position of the acquisition 193 relative to the ramp busy signal 172. The acquisition 193 can be manually

positioned relative to the ramp busy signal 172. For example, the user can manually slide the acquisition 193 to a desired location within the ramp busy signal 172. Alternatively, the acquisition 193 can be automatically positioned relative to the ramp busy signal 172. It will be understood that the window 320 need not be present when the user desires to take measurements in accordance with the inventive concepts disclosed herein. For example, as shown in Figure 4, there may be a single window showing the spectrum 305.

【 0 0 5 2 】

Window 325 shows a spectrum 305 of the return signal 142 after having been applied to a band pass filter 157 in an S21 type measurement. The band pass filter 157, for example, can be one of a plurality of components of the DUT 155. In this example, the span 205 is 400 MHz. The horizontal axis of the spectrum 305 represents frequency expressed in GHz and the vertical axis represents amplitude expressed in decibels. The scale 315 of the vertical axis in this example is set to 10 dB/div, but can be set to other suitable values. The resolution bandwidth (RBW) 310 in this example is set to 20 kHz.

【 0 0 5 3 】

If the chirp signal 137 is looped from the output port 135 (of Figures 1A and 1B) to the input port 140, then the return signal would appear as a substantially horizontal line 405 as shown in Figure 4. This represents a substantially 100% transmission line, or in other words, the peak of the chirp signal across the predefined span. If instead the chirp signal 137 is transmitted to the DUT 155 (of Figures 1A and 1B), and the DUT 155 includes a band pass filter, then the return signal would appear as shown in window 325. In other words, the band pass filter passes part 330 of the line 405 and the rest is rejected by the filter. Put differently, when making an S21 type measurement of a DUT 105 having a band pass filter, loss is low in the pass band of the filter, and outside of the filter, the loss is increased.

【 0 0 5 4 】

The range of chirp frequencies depends on the width of the span 205. The wider the span 205, the less dynamic range there is. The dynamic range can be defined as the distance 410 between the reference line 405 and the noise floor 415. The noise floor 415 is determined at least in part by the RBW 310. The RBW 310 can be selected by the user to fit within the span 205 over which the user wants to make the measurement. There is a tradeoff between the amount of dynamic range and the span over which the user desires to make the measurement. The wider the span, the less dynamic range is available. Thus, the loss in dynamic range can be mitigated by controlling the width of the span. If a CW signal or tone is used in place of the chirp signal, then an improved dynamic range can be achieved because each individual frequency has associated therewith an individual acquisition. Although the CW signal approach improves the dynamic range, such approach is significantly slower than other methods described herein.

【 0 0 5 5 】

Figure 5 is an example block diagram of another system 500 including a return loss bridge 505, a detailed view of the MDO 105, and the DUT 155 in accordance with some embodiments of the

present invention. The system 500 shown in Figure 5 is particularly useful for making a single port scalar s parameter measurement, or in other words, an S11(db) measurement.

【 0 0 5 6 】

The MDO 105 contains components that are similar to or the same as that described above with reference to Figures 1A and 1B, and therefore, a detailed description of such components is not repeated for the sake of brevity. Notably, the system 500 of Figure 5 includes the return loss bridge 505. It will be understood that while the return loss bridge 505 is illustrated as an external return loss bridge, the return loss bridge 505 can alternatively be disposed internal to the MDO 105.

【 0 0 5 7 】

Generally, return loss bridges are passive devices and include three ports. The incident signal (e.g., the chirp signal) travels through one port until it hits the DUT, which is attached to another port of the return loss bridge. The reflected portion of the incident signal is detected by the RF input channel 120 of the MDO 105 via yet another port of the return loss bridge. It will be understood that other types of bridges may be used, such as a Wheatstone bridge (not shown), which measures a voltage across two terminals in the presence of signal reflection.

【 0 0 5 8 】

More specifically, the output channel 115 of the MDO 105 can be coupled to a first port (e.g., port 1) of the return loss bridge 505. The RF input channel 120 of the MDO 105 can be coupled to a second port (e.g., port 2) of the return loss bridge 505. The first port (e.g., port 1) of the DUT 155 can be coupled to a third port (e.g., port 3) of the return loss bridge 505. A second port (e.g., port 2) of the DUT 155 can be terminated, for example, using a 50 ohm terminator 510. In this configuration, the MDO 105 can make an S11 type measurement, which measures the reflection of a single port.

【 0 0 5 9 】

Figure 6 is another example diagram of a display 195 of the MDO 105 in relation to Figure 5, in accordance with some embodiments of the present invention. Display 195 of Figure 6 shows a spectrum 605 of the return signal 142 after having been applied to a band pass filter 157 in an S11 type measurement. When making an S11 type measurement of the DUT 155 having a band pass filter 157, the portions 610 of the spectrum 605 outside of the pass band of the incident signal is substantially entirely reflected back. Conversely, in the portion 615 of the spectrum 605 that is inside of the pass band, a lesser amount of the signal is reflected back. It will be understood that the DUT 155 can include components other than a pass band filter, and the resulting spectrums will depend on such components. A 100% reflection line 620 can be obtained by putting an open or short on a port (e.g., port 3) of the return loss bridge 505, i.e., the port of return loss bridge that is otherwise connected to the DUT 155. The 100% reflection line 620 can be calibrated prior to making the S11(db) measurement, as further described below.

【 0 0 6 0 】

Figure 7 is an example block diagram of still another system 700 including a return loss bridge 505, a detailed view of the MDO 105, and the DUT 155 in accordance with some embodiments of the

present invention. The system 700 shown in Figure 5 is an alternate configuration for making a 2 port scalar s parameter measurement, or in other words, an S21(db) measurement.

【 0 0 6 1 】

The MDO 105 contains components that are similar to or the same as that described above with reference to Figures 1A and 1B, and therefore, a detailed description of such components is not repeated for the sake of brevity. Notably, the system 700 of Figure 7 includes the return loss bridge 505. It will be understood that while the return loss bridge 505 is illustrated as an external return loss bridge, the return loss bridge 505 can alternatively be disposed internal to the MDO 105. Details of the return loss bridge 505 are not repeated for the sake of brevity.

【 0 0 6 2 】

The output channel 115 of the MDO 105 can be coupled to a first port (e.g., port 1) of the return loss bridge 505. A second port (e.g., port 2) of the return loss bridge 505 can be terminated, for example, using a 50 Ohm terminator 710. A third port (e.g., port 3) of the return loss bridge 505 can be coupled to a first port (e.g., port 1) of the DUT 155. The RF input channel 120 of the MDO 105 can be coupled to a second port (e.g., port 2) of the DUT 155. In this configuration, the MDO 105 can make an S21 type measurement of ports 1 and 2 of the DUT 155.

【 0 0 6 3 】

Figure 8 is an example flow diagram 800 illustrating a technique for measuring a scalar s parameter on an MDO 105 according to some embodiments of the present invention. The technique begins at 805 where the test or chirp signal can be calibrated. For example, calibrating can include looping the chirp signal from the output channel 115 of the MDO 105 to the RF input channel 120 of the MDO 105. This results in the display of a horizontal reference line (e.g., 620 of Figure 6) associated with the return signal. Any ripples or imperfections in the reference line 620 can be detected and calibrated out so that the reference line represents a 100% reflection reference line.

【 0 0 6 4 】

The flow proceeds along one of two branches, as indicated by branch S21 and branch S11. Branch S21 is followed when performing an S21 type measurement. Branch S11 is followed when performing an S11 type measurement.

【 0 0 6 5 】

Taking branch S21, a first port of the DUT is connected to an output channel of the MDO at 810. At 815, a second port of the DUT is connected to the RF input channel of the MDO.

【 0 0 6 6 】

Taking branch S11, an output channel of the MDO is connected to a first port of a return loss bridge at 820. At 825, the RF input channel of the MDO is connected to a second port of the return loss bridge. Along this path, the flow proceeds to 830, where a first port of the DUT is connected to a third port of the return loss bridge. At 835, a second port of the DUT is terminated.

【 0 0 6 7 】

Both of the branches S21 and S11 converge at 840, where a chirp signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user-configurable stop frequency is generated. The flow then proceeds to 845, where the chirp signal is transmitted via the output channel of the MDO. The

technique continues to 850, where a return signal is received via the RF input channel of the MDO. The return signal is based at least in part on the chirp signal, and represents the chirp signal after being passed through the DUT. At 855, the return signal is acquired and digitized as an acquisition record.

【 0 0 6 8 】

The acquisition record is time-aligned at 860 with the chirp or test signal. At 865, the entire spectrum of frequencies associated with the acquisition record is processed at substantially the same time, rather than on an individual frequency-then-acquisition basis. The entire spectrum is updated and displayed at 870 on the display of the MDO so as to easily and efficiently measure a scalar s parameter or other suitable test parameters.

【 0 0 6 9 】

It should be understood that the determinations in the flow diagram 800 need not occur in the specific order as described, but rather, these determinations can be made at different times. It will also be understood that the steps described in these techniques need not necessarily occur in the order as illustrated or described.

【 0 0 7 0 】

Embodiments of the inventive concepts disclosed herein provide for a “poor man’s network analyzer” within an MDO, including an internally generated and transmitted chirp signal, a high speed acquisition, processing and display of the spectrum of the chirp signal in the frequency domain, and the flexibility and ease of use coincident with MDO functionality. Moreover, various types of measurements can be made such as an S21 type measurement, or when combined with a return loss bridge, an S11 type measurement or distance-to-fault type measurement.

【 0 0 7 1 】

Although the foregoing discussion has focused on particular embodiments, other configurations are contemplated. In particular, even though expressions such as “according to an embodiment of the inventive concept” or the like are used herein, these phrases are meant to generally reference embodiment possibilities, and are not intended to limit the inventive concept to particular embodiment configurations. As used herein, these terms can reference the same or different embodiments that are combinable into other embodiments.

【 0 0 7 2 】

The following discussion is intended to provide a brief, general description of a suitable machine or machines in which certain aspects of the inventive concept can be implemented. Typically, the machine or machines include a system bus to which is attached processors, memory, e.g., random access memory (RAM), read-only memory (ROM), or other state preserving medium, storage devices, a video interface, and input/output interface ports. The machine or machines can be controlled, at least in part, by input from conventional input devices, such as keyboards, mice, etc., as well as by directives received from another machine, interaction with a virtual reality (VR) environment, biometric feedback, or other input signal. As used herein, the term “machine” is intended to broadly encompass a single machine, a virtual machine, or a system of communicatively coupled machines, virtual machines, or devices operating together. Exemplary machines include

computing devices such as personal computers, workstations, servers, portable computers, handheld devices, telephones, tablets, etc., as well as transportation devices, such as private or public transportation, e.g., automobiles, trains, cabs, etc.

【 0 0 7 3 】

The machine or machines can include embedded controllers, such as programmable or non-programmable logic devices or arrays, Application Specific Integrated Circuits (ASICs), embedded computers, smart cards, and the like. The machine or machines can utilize one or more connections to one or more remote machines, such as through a network interface, modem, or other communicative coupling. Machines can be interconnected by way of a physical and/or logical network, such as an intranet, the Internet, local area networks, wide area networks, etc. One skilled in the art will appreciate that network communication can utilize various wired and/or wireless short range or long range carriers and protocols, including radio frequency (RF), satellite, microwave, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 545.11, Bluetooth (Registered trademark), optical, infrared, cable, laser, etc.

【 0 0 7 4 】

Embodiments of the inventive concept can be described by reference to or in conjunction with associated data including functions, procedures, data structures, application programs, etc. which when accessed by a machine results in the machine performing tasks or defining abstract data types or low-level hardware contexts. Associated data can be stored in, for example, the volatile and/or non-volatile memory, e.g., RAM, ROM, etc., or in other storage devices and their associated storage media, including hard-drives, floppy-disks, optical storage, tapes, flash memory, memory sticks, digital video disks, biological storage, etc. Associated data can be delivered over transmission environments, including the physical and/or logical network, in the form of packets, serial data, parallel data, propagated signals, etc., and can be used in a compressed or encrypted format. Associated data can be used in a distributed environment, and stored locally and/or remotely for machine access. Embodiments of the inventive concept may include a non-transitory machine-readable medium comprising instructions executable by one or more processors, the instructions comprising instructions to perform the elements of the inventive concept as described herein.

【 0 0 7 5 】

Other similar or non-similar modifications can be made without deviating from the intended scope of the inventive concept. Accordingly, the inventive concept is not limited except as by the appended claims.

【Description of Codes】

【 0 0 7 6 】

- 100 System
- 105 MDO
- 110 I/O section
- 112 processing and control logic
- 114 acquisition section
- 115 Test signal output channel

120	RF input channel
125	digital input channel
130	Analog input channel
137	Test signal
142	Return signal
155	DUT
157	band pass filter
160	chirp signal generator
170	Ramp busy signal generator
175	Time alignment logic
180	block down-converter
185	ADC
190	acquisition memory
192	digital down-converter
193	acquisition record
195	Display
500	System
505	Return loss bridge
700	System
710	50 Ohm terminator

【Claim 1】

A mixed-domain oscilloscope, comprising:
a signal generator configured to generate a test signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user configurable stop frequency;
an output channel coupled to the signal generator and configured to transmit the test signal;
an RF input channel configured to receive a return signal based on the test signal;
an acquisition section configured to acquire and digitize the return signal as an acquisition record;
and
a ramp busy signal generator configured to substantially time-align the acquisition record with the test signal.

【Claim 2】

The mixed-domain oscilloscope of claim 1, wherein:
the test signal is a chirp signal;
the signal generator is configured to generate the chirp signal;
the return signal received by the RF input channel is based on the chirp signal; and
the acquisition section is configured to acquire, in a single acquisition, substantially the entire chirp signal.

【Claim 3】

The mixed-domain oscilloscope of claim 1, wherein the acquisition section further comprises:
an analog-to-digital converter configured to digitize the return signal;
a block down converter coupled to the analog-to-digital converter and to the RF input channel, the block down converter being configured to receive the return signal from the RF input channel and to block feed the return signal to the analog-to-digital converter;
acquisition memory coupled to the analog-to-digital converter and configured to store the digitized signal as the acquisition record;
a digital down converter coupled to the acquisition memory and configured to digitally down-convert the digitized signal to a frequency span ranging from the user-configurable start frequency to the user-configurable stop frequency.

【Claim 4】

A method for measuring a scalar s parameter on a mixed-domain oscilloscope, the method comprising:
generating, by a signal generator, a test signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user configurable stop frequency;
transmitting, by an output channel, the test signal;
receiving, by an RF input channel, a return signal that is based on the test signal;
acquiring and digitizing the return signal as an acquisition record;
time aligning the acquisition record with the test signal;
processing an entire spectrum of frequencies associated with the acquisition record at substantially the same time; and

displaying, on a display of the mixed-domain oscilloscope, the spectrum so as to measure the scalar s parameter.

【Claim 5】

The method for measuring a scalar s parameter on a mixed-domain oscilloscope as recited in claim 4, wherein the scalar s parameter is a S_{21} scalar s parameter, the method further comprising:

connecting a first port of a device under test to the output channel of the mixed-domain oscilloscope;

connecting a second port of the device under test to the RF input channel of the mixed-domain oscilloscope; and

displaying, on the display of the mixed-domain oscilloscope, the spectrum so as to measure the S_{21} scalar s parameter.

【Claim 6】

The method for measuring a scalar s parameter on a mixed-domain oscilloscope as recited in claim 4, wherein the scalar s parameter is a S_{11} scalar s parameter, the method further comprising:

connecting the output channel of the mixed-domain oscilloscope to a first port of a return loss bridge;

connecting the RF input channel of the mixed-domain oscilloscope to a second port of the return loss bridge;

connecting a first port of a device under test to a third port of the return loss bridge;

terminating a second port of the device under test; and

displaying, on the display of the mixed-domain oscilloscope, the spectrum so as to measure the S_{11} scalar s parameter.

【Claim 7】

The method for measuring a scalar s parameter on a mixed-domain oscilloscope as recited in claim 4, further comprising calibrating the test signal.

【Claim 8】

The method for measuring a scalar s parameter on a mixed-domain oscilloscope as recited in claim 7, wherein calibrating the test signal further comprises:

looping the test signal from the output channel to the RF input channel;

displaying, on the display of the mixed-domain oscilloscope, a horizontal reference line associated with the return signal;

detecting ripples in the reference line;

calibrating out the ripples in the reference line so that the reference line represents a 100% reflection reference line.

【Claim 9】

A system for making measurements on a mixed-domain oscilloscope, the system comprising:
a device under test including first and second ports;

a mixed-domain oscilloscope including an output channel coupled to the first port of the device under test and an RF input channel coupled to the second port of the device under test, wherein the mixed-domain oscilloscope further includes:

a signal generator configured to generate a test signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user configurable stop frequency;

an output channel coupled to the signal generator and configured to transmit the test signal to the first port of the device under test;

an RF input channel configured to receive a return signal from the second port of the device under test, the return signal being based on the test signal;

an acquisition section configured to acquire and digitize the return signal as an acquisition record; and

a ramp busy signal generator configured to substantially time-align the acquisition record with the test signal.

【Abstract】

【Problem】 Generate and provide a chirp signal to a DUT and measure a returned signal from the DUT using MDO.

【Means for Solving Problem】 An MDO 105 includes a signal generator 160 to generate a test signal having a span ranging from a user-configurable start frequency to a user configurable stop frequency. An output channel 115 transmits the test signal. An RF input channel 120 receives a return signal based on the test signal, an acquisition section acquires and digitizes the return signal as an acquisition record, and a ramp busy signal generator configured to substantially time-align the acquisition record with the test signal. The test signal may be a chirp signal that is a linearly swept sine wave that spans between the user-configurable start frequency and the user-configurable stop frequency.

【Representative Drawing】 Figure 1B

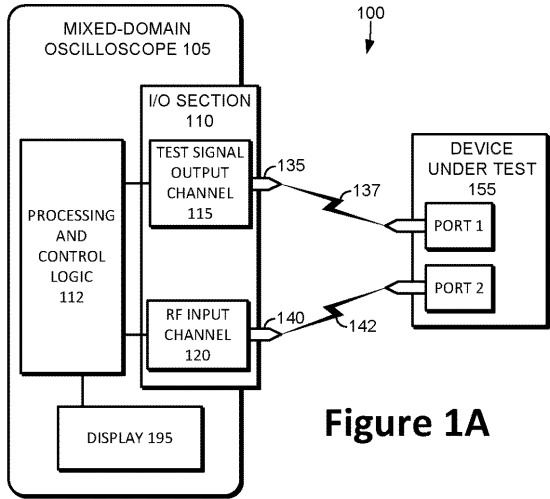


Figure 1A

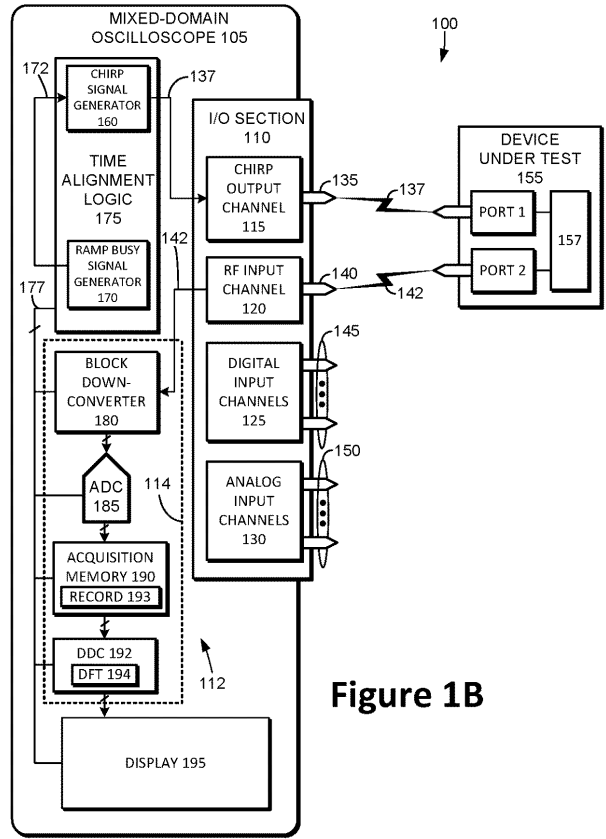


Figure 1B

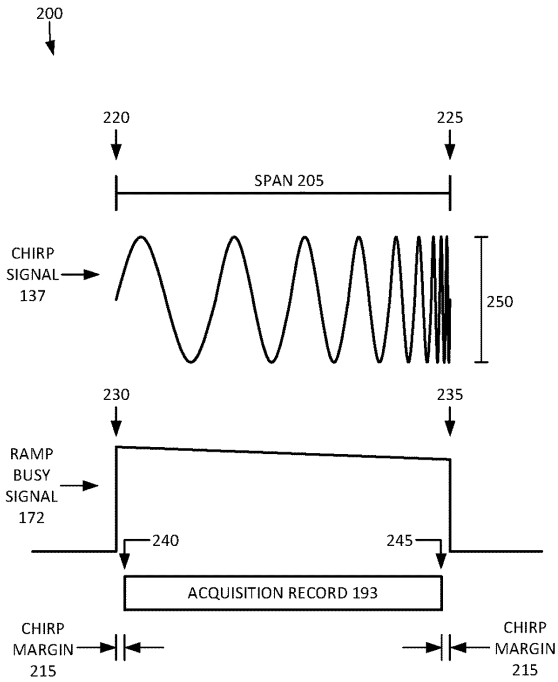


Figure 2

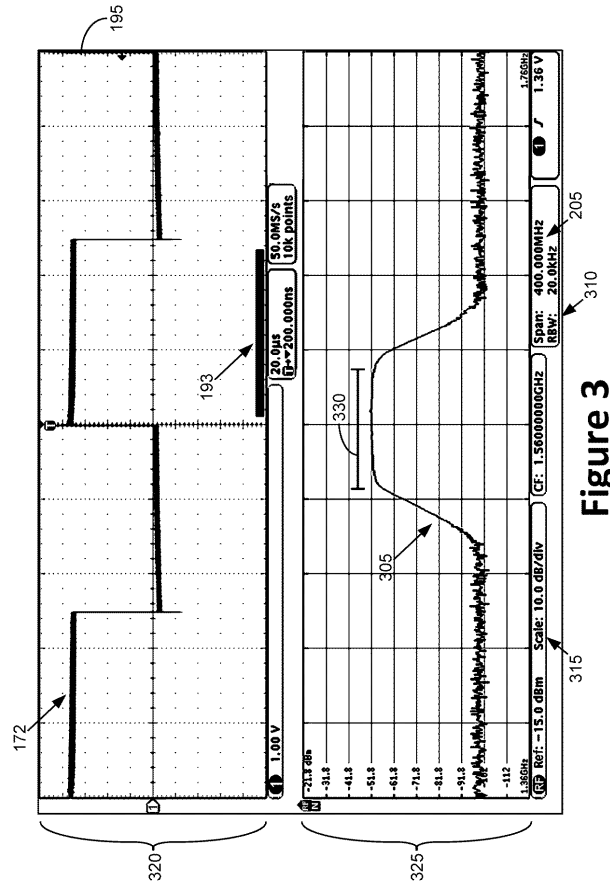


Figure 3

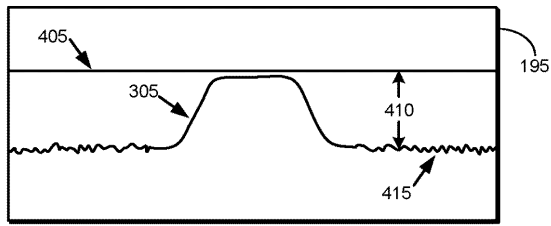


Figure 4

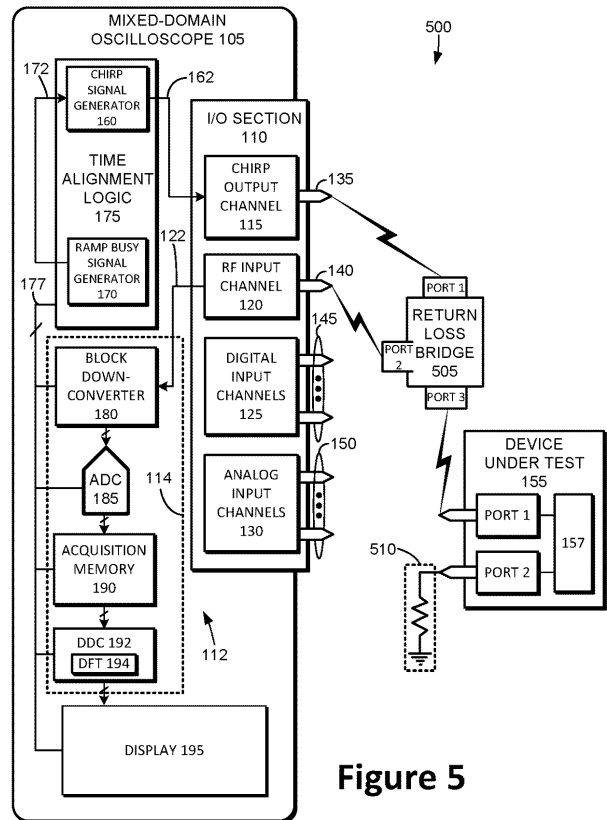


Figure 5

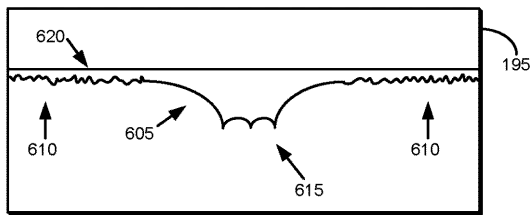


Figure 6

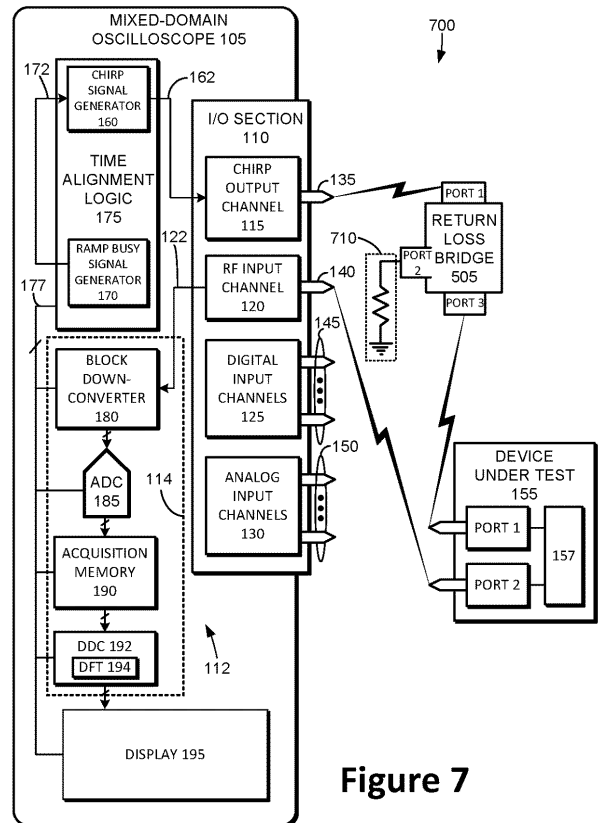


Figure 7

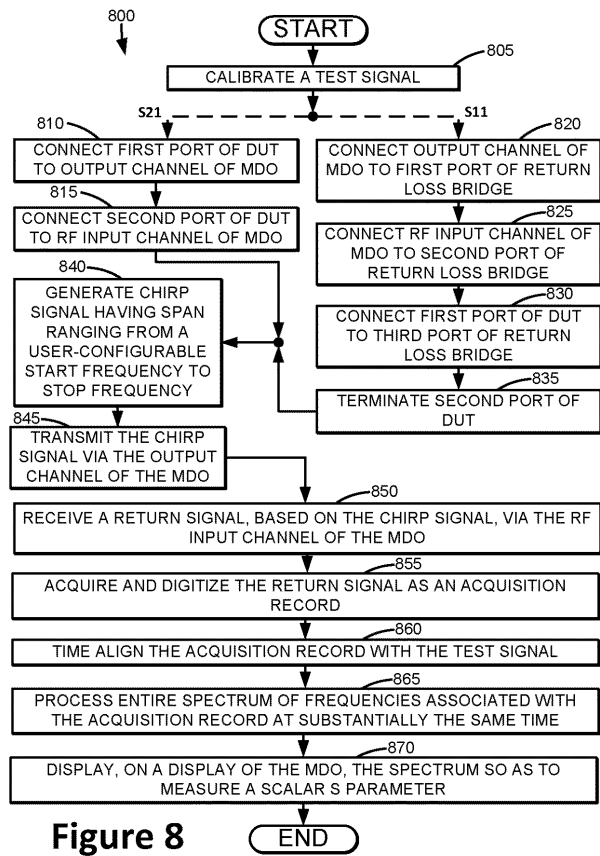


Figure 8