

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年3月5日 (05.03.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/028034 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 31/28 (2006.01)

Masahiko [JP/JP]; 〒1790071 東京都練馬区旭町1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/066534

(74) 代理人: 龍華 明裕 (RYUKA, Akihiro); 〒1631105 東京都新宿区西新宿6-2-2-1 新宿スクエアタワー5階 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2007年8月27日 (27.08.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アドバンテスト (ADVANTEST CORPORATION) [JP/JP]; 〒1790071 東京都練馬区旭町1丁目3番1号 Tokyo (JP).

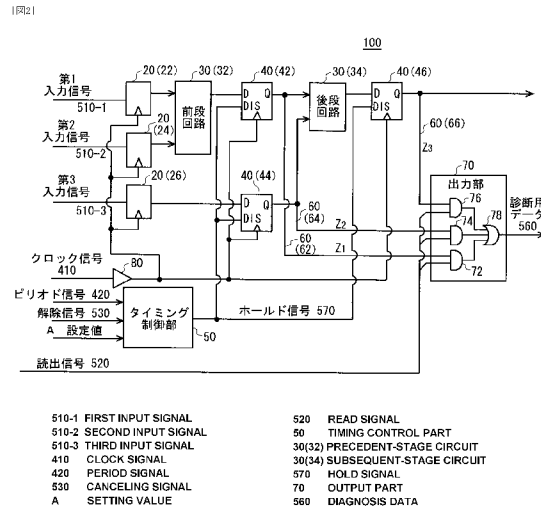
(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 秦 真彦 (HATA,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC DEVICE AND DIAGNOSING APPARATUS

(54) 発明の名称: 電子デバイスおよび診断装置



(57) Abstract: An electronic device comprises a plurality of circuits that operate in synchronism with a clock signal; a plurality of flip-flops that acquire the data values of signals from the plurality of circuits in synchronism with a clock signal to hold the acquired data values until the next clock signal being inputted thereto and that, when receiving signals at their respective disable terminals, enter a clock disable state in which they keep holding the acquired data values; a timing control part that outputs a hold signal to each of the disable terminals of the plurality of flip-flops at timings when the circuits are to be diagnosed; and a plurality of diagnosis wires that are associated with the respective ones of the plurality of flip-flops and that output, as diagnosis data, the data values held by the respective associated flip-flops.

(57) 要約: 電子デバイスであって、クロック信号に同期して動作する複数の回路と、複数の回路から出力された信号のデータ値をクロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持し、ディセーブル端子に信号が与えられた場合には取得したデータ値を保持し続けるクロックディセーブル状態となる複数のフリップフロップと、複数のフリップフロップのそれぞれのディセーブル端子に対して、回路を診断すべきタイミングにおいてホールド信号を出力するタイミング制御部と、複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応

[続葉有]



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

電子デバイスおよび診断装置

技術分野

[0001] 本発明は、電子デバイスおよび診断装置に関する。本発明は、特に、クロック信号に同期して動作する電子デバイスおよびこれを診断する診断装置に関する。

背景技術

[0002] 複数の回路を備える電子デバイスを動作させ、任意タイミングでこれら複数の回路のうち対象回路から出力値を取り込み、取り込んだ出力値に基づき対象回路の良否を判断する診断装置が知られている(例えば、特許文献1参照。)。このような診断装置は、診断すべきタイミングにおいて電子デバイス内のクロック信号の出力を停止させ、クロック信号の出力を停止させた状態で診断対象の回路から定常状態の出力値を読み出す。そして、診断装置は、出力値の読み出しを終えた後にクロック信号の出力を開始させる。

[0003] また、クロック周波数がGHz帯域で動作するLSIにおいて、他LSIとの授受データのタイミングを最適マージン条件に調整するタイミング調整回路を備える電子デバイスがある。このような電子デバイスを診断する診断装置は、調整時間を順次に変更しながら最適な条件でデータを授受できるタイミングを探し出す。

特許文献1:特開平10-96758号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、電子デバイスは、クロック信号の出力を一旦停止した後に再開した場合、内部のクロックバッファおよびフリップフロップ等により消費される電力が大きく変動する。従って、電子デバイスは、クロック信号をオン／オフすることにより電源電流に大きな変動が生じて、電源電圧が大きく上下に変動する。

[0005] このため、クロック信号の出力を停止させた状態で診断対象の回路から出力値を読み出して診断する方式の場合、診断装置は、電子デバイスの電源電圧を例えば数ミリ秒の期間、大きく上下に変動させ、デバイス温度の急激な上下変動を生じさせてし

まう。従って、診断装置は、実動作時と異なる過渡的な電源電圧および温度条件で動作させてしまうので、安定した条件で診断することができなかった。また、他デバイスとのデータ授受を保証するための入出力バッファ等のマージン時間を探し出す場合も、クロック信号の出力を停止させた状態で診断対象の回路から出力値を読み出すと、診断装置は、電子デバイスを実動作時と異なる条件で動作させてしまうので、正確なマージン時間を探し出すことが困難であった。

[0006] さらに、電子デバイスは、クロック信号の出力を停止した時および再開した時に電源負荷が大きく変化する。従って、診断装置は、電子デバイスを複数回連続して診断する場合、電源負荷の変動が収束する数ミリ秒程度の待ち時間を、クロック信号を再開する毎に設定しなければならなかった。

[0007] そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる電子デバイスおよび診断装置を提供することを目的とする。この目的は請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明の第1の形態においては、電子デバイスであって、クロック信号に同期して動作する複数の回路と、複数の回路から出力された信号のデータ値をクロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持し、ディセーブル端子に信号が与えられた場合には取得したデータ値を保持し続けるクロックディセーブル状態となる複数のフリップフロップと、複数のフリップフロップのそれぞれのディセーブル端子に対して、回路を診断すべきタイミングにおいてホールド信号を出力するタイミング制御部と、複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応するフリップフロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを備える電子デバイスを提供する。

[0009] 本発明の第2の形態においては、電子デバイスであって、クロック信号に同期して動作する複数の回路と、複数の回路から出力された信号のデータ値をクロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持する複数のフリップフロップと、複数のフリップフロップに対応して設けられ、対応するフリップフロップに入力され

るクロック信号をマスクする複数のマスク部と、診断対象の回路に対応するマスク部に対して、回路を診断すべきタイミングにおいてマスク信号を出力して、診断対象の回路に対応するフリップフロップに入力されるクロック信号をマスクさせるタイミング制御部と、複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応するフリップフロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを備える電子デバイスを提供する。

[0010] 本発明の第3の形態においては、電子デバイスを診断する診断装置であって、電子デバイスを診断するための入力信号を当該電子デバイスに与える信号供給部と、入力信号に応じて電子デバイスから出力された診断用データに基づき、当該電子デバイスの良否を判定する判定部とを備え、電子デバイスは、クロック信号に同期して動作する複数の回路と、複数の回路から出力された信号のデータ値をクロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持し、ディセーブル端子に信号が与えられた場合には取得したデータ値を保持し続けるクロックディセーブル状態となる複数のフリップフロップと、複数のフリップフロップのそれぞれのディセーブル端子に対して、回路を診断すべきタイミングにおいてホールド信号を出力してクロックディセーブル状態とするタイミング制御部と、複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応するフリップフロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを有する診断装置を提供する。

[0011] 本発明の第4の形態においては、電子デバイスを診断する診断装置であって、電子デバイスを診断するための入力信号を当該電子デバイスに与える信号供給部と、入力信号に応じて電子デバイスから出力された診断用データに基づき、当該電子デバイスの良否を判定する判定部とを備え、電子デバイスは、クロック信号に同期して動作する複数の回路と、複数の回路から出力された信号のデータ値をクロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持する複数のフリップフロップと、複数のフリップフロップに対応して設けられ、対応するフリップフロップに入力されるクロック信号をマスクする複数のマスク部と、診断対象の回路に対応するマスク部に対して、回路を診断すべきタイミングにおいてマスク信号を出力して、診断対象の回路に対応するフリップフロップに入力されるクロック信号をマスクさせるタイミング制御

部と、複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応するフリップフロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを有する診断装置を提供する。

[0012] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本実施形態に係る診断装置10の構成を診断対象回路100とともに示す。

[図2]図2は、本実施形態に係る診断対象回路100の具体的な構成例を示す。

[図3]図3は、フリップフロップ40の内部構成の一例を示す。

[図4]図4は、診断対象回路100に伝送される各信号の一例を示す。

[図5]図5は、本実施形態の第1変形例に係る診断対象回路100の具体的な構成例を示す。

[図6]図6は、本実施形態の第2変形例に係る診断対象回路100の具体的な構成例を示す。

符号の説明

- [0014] 10 診断装置
12 クロック発生部
14 信号供給部
16 判定部
20 入力バッファ
22 第1入力バッファ
24 第2入力バッファ
26 第3入力バッファ
30 回路
32 前段回路
34 後段回路
36 マージン調整回路

40	フリップフロップ
42	第1フリップフロップ
44	第2フリップフロップ
46	第3フリップフロップ
47	第4フリップフロップ
48	第5フリップフロップ
49	第6フリップフロップ
50	タイミング制御部
60	診断用配線
62	第1診断用配線
64	第2診断用配線
66	第3診断用配線
70	出力部
72	第1マスク回路
74	第2マスク回路
76	第3マスク回路
78	合成回路
80	クロックバッファ
82	セレクタ
84	ラッチ
90	マスク部
92	第1マスク部
94	第2マスク部
100	診断対象回路
362	第1可変遅延素子
364	第2可変遅延素子
366	第3可変遅延素子
410	クロック信号

420 ピリオド信号

510 入力信号

520 読出信号

530 解除信号

560 診断用データ

570 ホールド信号

600 マスク信号

610 前段回路用マスク信号

620 後段回路用マスク信号

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0016] 図1は、本実施形態に係る診断装置10の構成を診断対象回路100とともに示す。診断対象回路100は、例えば半導体デバイスおよび回路基板等の電子デバイス内に含まれるクロック同期型の回路であって、外部から与えられた信号に応じて動作して、動作結果に基づく出力信号を出力する。

[0017] 診断装置10は、このような診断対象回路100を診断する。診断装置10および診断対象回路100は、一例として、同一の半導体または基板に実装されてよい。診断対象回路100は、一例として、半導体試験装置に備えられるタイミング発生器であってよい。また、診断装置10は、一例として、半導体試験装置に備えられる自己診断装置であってよい。

[0018] 診断装置10は、クロック発生部12と、信号供給部14と、判定部16と備える。クロック発生部12は、クロック信号410を診断対象回路100に与える。

[0019] さらに、本実施形態において、クロック発生部12は、基準動作周期を表すピリオド信号420を診断対象回路100に与える。ピリオド信号420は、一例として、半導体試験装置の試験周期を表すレート信号であってよい。そして、診断対象回路100は、クロック信号410およびピリオド信号420を基準として動作する。なお、クロック発生部1

2は、診断対象回路100内に備えられてもよい。

[0020] 信号供給部14は、診断時において、診断対象回路100を診断するための入力信号510を当該診断対象回路100に与える。診断対象回路100は、与えられた入力信号510に応じた動作をする。

[0021] さらに、本実施形態において、信号供給部14は、診断に先立って、診断タイミングを指定する設定値を診断対象回路100に与える。設定値は、一例として、診断対象の回路を指定する値、基準タイミングからのピリオド信号420のカウント数、および、ピリオド信号420の発生タイミングからのクロック信号410のカウント数により表わされてよい。診断対象回路100は、入力信号510が与えられたことに応じて動作している最中に、設定値により指定された診断タイミングとなると、回路(クロック同期型のフリップフロップおよびレジスタ等)の出力値(1ビットまたは複数ビットのデータ)を内部で一時的にホールドする。この場合において、診断対象回路100は、クロック信号410およびピリオド信号420が停止することなく連続発生しているので、電源電流が変動しない。

[0022] また、本実施形態において、信号供給部14は、診断対象回路100が診断タイミングの出力値を内部でホールドしている状態において、当該出力値を読み出すタイミングを示す読出信号520を、診断対象回路100に与える。診断対象回路100は、読出信号520が与えられたことに応じて、内部でホールドしている回路の出力値を診断用データ560として出力する。

[0023] また、本実施形態において、信号供給部14は、ホールド状態の診断対象回路100を再動作させる解除信号530を、診断対象回路100に与える。診断対象回路100は、解除信号530が与えられたことに応じて、ホールド状態を解除して再動作する。

[0024] 判定部16は、入力信号510に応じて診断対象回路100から出力された診断用データ560を作業者のモニタ画面に表示してよい。また、判定部16は、診断用データ560に基づき、当該診断対象回路100の良否を判定してよい。本実施形態において、判定部16は、読出信号520が与えられたことに応じて診断対象回路100が出力した診断用データ560を受ける。そして、判定部16は、診断用データ560と期待値データとが一致するか否かに応じて診断対象の回路の良否を判定する。

- [0025] ここで、判定部16は、過去の正常動作する状態において取得したデータを、期待値データとして使用してよい。また、同一条件で繰り返して診断が実行される場合には、判定部16は、繰り返して実行して得られた複数の診断用データ560の各々が同一データ値であるか否かを評価してもよい。
- [0026] 図2は、本実施形態に係る診断対象回路100の具体的な構成例を示す。診断対象回路100は、クロック信号410により動作するクロック同期回路を備える。これに加えて、診断対象回路100は、クロック同期回路に接続される従属回路を備えてよい。
- [0027] 本実施形態において、診断対象回路100は、入力バッファ20と、複数の回路30と、複数のフリップフロップ40と、タイミング制御部50と、複数の診断用配線60と、出力部70と、クロックバッファ80とを備える。診断対象回路100は、入力バッファ20の一例として、第1入力バッファ22と、第2入力バッファ24と、第3入力バッファ26とを備えてよい。また、診断対象回路100は、複数の回路30の一例として、前段回路32と、後段回路34とを備えてよい。また、診断対象回路100は、複数のフリップフロップ40の一例として、第1フリップフロップ42と、第2フリップフロップ44と、第3フリップフロップ46とを備えてよい。
- [0028] 入力バッファ20は、入力信号510をリタイミングする。入力バッファ20は、クロック信号410のタイミングで入力信号510のデータ値を取り込む。第1入力バッファ22は、第1入力信号510のデータ値をクロック信号410のタイミングで取り込む。第2入力バッファ24は、第2入力信号510のデータ値をクロック信号410のタイミングで取り込む。第3入力バッファ26は、第3入力信号510のデータ値をクロック信号410のタイミングで取り込む。
- [0029] 前段回路32は、入力バッファ20と第1フリップフロップ42との間に挿入される。前段回路32は、多様な処理回路であってよい。前段回路32は、第1フリップフロップ42へ伝播遅延した信号を供給する。第1フリップフロップ42は、前段回路32から伝播遅延された信号を受けて、リタイミングする。この場合、クロック信号410のジッタ、ジャンクション温度、電源電圧、隣接回路のクロストークノイズ、その他の影響により、第1フリップフロップ42は、受けた信号をセットアップする時間およびホールドする時間が短くなる場合がある。

- [0030] 後段回路34は、第1フリップフロップ42および第2フリップフロップ44と、第3フリップフロップ46との間に挿入される。後段回路34は、多様な処理回路であってよい。後段回路34は、第3フリップフロップ46へ伝播遅延した信号を供給する。第3フリップフロップ46も、第1フリップフロップ42と同様に、受けた信号をセットアップする時間およびホールドする時間が短くなる場合がある。第3フリップフロップ46は、リタイミングした信号を外部に出力する。
- [0031] 複数のフリップフロップ40のそれぞれは、リタイミング動作をする。すなわち、複数のフリップフロップ40のそれぞれは、入力した信号のデータ値をクロック信号410に同期して取得して次のクロック信号410が入力されるまで保持する。更に、複数のフリップフロップ40のそれぞれは、リタイミング動作を禁止して直前の出力状態を保持させるディセーブル端子(DIS)を有する。複数のフリップフロップ40のそれぞれは、ディセーブル端子に信号が与えられた場合には取得したデータ値を保持し続けるクロックディセーブル状態となる。
- [0032] このようなフリップフロップ40によれば、ディセーブル端子に信号が与えられたタイミングの出力状態をホールドすることができる。さらに、このようなフリップフロップ40によれば、クロック信号410の供給を受け続けた状態で(すなわち、クロック信号410の出力が停止されない状態で)、データ値を保持し続けることができる。
- [0033] タイミング制御部50は、複数のフリップフロップ40のそれぞれのディセーブル端子に対して、回路30を診断すべきタイミングにおいて複数のホールド信号570を出力する。タイミング制御部50は、複数のフリップフロップ40のそれぞれに対して供給する複数のホールド信号570を個別のタイミングで出力してよい。
- [0034] 本実施形態において、タイミング制御部50は、内部にピリオド信号用カウンタ(図示無し)およびクロック信号用カウンタ(図示無し)を有する。タイミング制御部50は、予め定められた基準タイミング(図示無し)を起点としてクロック信号410およびピリオド信号420をカウントする。タイミング制御部50は、信号供給部14から出力された入力信号510の最初の入力時を基準タイミングとしてよい。タイミング制御部50は、信号供給部14から出力された入力信号510のうちの1つにより指定されたタイミングを基準タイミングとしてよい。また、タイミング制御部50内のクロック信号用カウンタおよび

ピリオド信号用カウンタは、動作モードに応じて、ホールド信号570を出力する条件が切り換えられてよい。

[0035] また、タイミング制御部50のクロック信号用カウンタは、クロック信号毎にカウント数を増加して、ピリオド信号毎にカウント数をリセットする。タイミング制御部50のピリオド信号用カウンタは、ピリオド信号420毎にカウント数を増加する。そして、タイミング制御部50は、クロック信号410のカウント数およびピリオド信号420のカウント数と、外部から与えられたピリオド信号設定値とクロック信号用設定値とが一致したタイミングで、選択されたホールド信号570を出力する。

[0036] なお、タイミング制御部50は、動作モードに応じた他の条件で、ホールド信号570を出力してもよい。また、タイミング制御部50は、発生すべき個々のホールド信号570に対応した複数のクロック信号用カウンタおよび複数のピリオド信号用カウンタを有してもよい。

[0037] タイミング制御部50は、ホールド信号570を出力することにより複数のフリップフロップ40(第1フリップフロップ42、第2フリップフロップ44および第3フリップフロップ46)をクロックディセーブル状態とすることができる。この場合において、タイミング制御部50は、複数のフリップフロップ40に対して個別のタイミングでホールド信号570を出力してよい。この結果、診断対象回路100は、診断タイミングにおける複数の回路30の出力値を内部に保持したホールド状態となる。これにより、判定部16は、診断用データ560を読み出すことができる。

[0038] 本実施形態において、タイミング制御部50は、解除信号530が与えられたことに応じて、ホールド信号570の出力を停止して、ホールド状態を解除する。タイミング制御部50は、ホールド信号570の出力を停止することにより、複数のフリップフロップ40(第1フリップフロップ42、第2フリップフロップ44および第3フリップフロップ46)をクロックディセーブル状態から解除させることができる。すなわち、タイミング制御部50は、ホールド信号570の出力を停止することにより、複数のフリップフロップ40に対して、対応する回路30から出力された信号のデータ値をクロック信号410に同期して取得させることができる。この結果、診断対象回路100は、ホールド状態を解除して通常動作を開始する。

- [0039] 複数の診断用配線60は、複数のフリップフロップ40のそれぞれに対応して設けられる。複数の診断用配線60のそれぞれは、対応するフリップフロップ40が保持しているデータ値を診断用データ560として出力する。
- [0040] 本実施形態において、診断対象回路100は、複数の診断用配線60の一例として、第1診断用配線62と、第2診断用配線64と、第3診断用配線66とを備えてよい。第1診断用配線62は、第1フリップフロップ42に対応して設けられ、第1フリップフロップ42が保持しているデータ値(Z1)を診断用データ560として出力する。第2診断用配線64は、第2フリップフロップ44に対応して設けられ、第2フリップフロップ44が保持しているデータ値(Z2)を診断用データ560として出力する。第3診断用配線66は、第3フリップフロップ46に対応して設けられ、第3フリップフロップ46が保持しているデータ値(Z3)を診断用データ560として出力する。
- [0041] 出力部70は、複数の診断用配線60を介して出力された診断用データ560を、診断装置10の判定部16に対して送信する。本実施形態においては、出力部70は、読出信号520により指定されたタイミングにおいて、当該読出信号520により選択された診断対象の回路30から出力されたデータ値を選択して、診断用データ560として判定部16に対して送信する。
- [0042] 出力部70は、一例として、第1マスク回路72と、第2マスク回路74と、第3マスク回路76と、合成回路78とを有してよい。第1マスク回路72は、第1フリップフロップ42に対応して設けられる。第1マスク回路72は、読出信号520により第1フリップフロップ42が選択されている場合には、第1フリップフロップ42から第1診断用配線62を介して出力されたデータ値を通過して、それ以外の場合には、当該データ値を通過させない。
- [0043] 第2マスク回路74は、第2フリップフロップ44に対応して設けられる。第2マスク回路74は、読出信号520により第2フリップフロップ44が選択されている場合には、第2フリップフロップ44から第2診断用配線64を介して出力されたデータ値を通過して、それ以外の場合には、当該データ値を通過させない。第3マスク回路76は、第3フリップフロップ46に対応して設けられる。第3マスク回路76は、読出信号520により第3フリップフロップ46が選択されている場合には、第3フリップフロップ46から第3診断用

配線66を介して出力されたデータ値を通過して、それ以外の場合には、当該データ値を通過させない。合成回路78は、第1マスク回路72、第2マスク回路74および第3マスク回路76を通過したデータ値を、診断用データ560として判定部16に対して送信する。

[0044] 出力部70は、一例として、1ビット幅から16ビット幅のデータをフリップフロップ40から受けて、判定部16に送信してよい。また、第1マスク回路72と、第2マスク回路74とおよび第3マスク回路76は、フリップフロップ40の高速動作に影響を与えないことを目的として、対応するフリップフロップ40の出力端の直近に配置されることが好ましい。

[0045] クロックバッファ80は、入力バッファ20および複数のフリップフロップ40に与えられるクロック信号410を増幅する。本実施形態において、クロックバッファ80は、外部から入力したクロック信号410をバッファして、第1フリップフロップ42、第2フリップフロップ44および第3フリップフロップ46に分配する。

[0046] なお、タイミング制御部50は、以上に代えて、複数のフリップフロップ40のうち診断対象のデータ値を取得するフリップフロップ40に対して、ホールド信号570を出力してもよい。すなわち、タイミング制御部50は、診断対象となっていないフリップフロップ40に対しては、ホールド信号570を出力しなくてもよい。この場合において、出力部70は、ホールド信号570が与えられた回路30に対応する診断用配線60を選択して、当該フリップフロップ40が回路30を診断すべきタイミングにおいて保持したデータ値を外部に出力する。

[0047] 図3は、フリップフロップ40の内部構成の一例を示す。フリップフロップ40は、一例として、セクタ82と、ラッチ84とを有してよい。

[0048] セクタ82は、ディセーブル端子(DIS)にホールド信号570が与えられている場合、入力端子に与えられた信号を選択して出力する。セクタ82は、ディセーブル端子(DIS)にホールド信号570が与えられていない場合、ラッチ84から出力された信号(すなわち、ラッチ84が保持している信号)を選択して出力する。

[0049] ラッチ84は、セクタ82が選択して出力した信号のデータ値をクロック信号410に同期して取得して、次のクロック信号410が入力されるまで保持する。そして、ラッチ8

4は、保持しているデータ値を、出力端子から出力する。

[0050] このようにして、フリップフロップ40は、ディセーブル端子に信号が与えられない場合には、入力端子に与えられた信号のデータ値をクロック信号410に同期して取得して次のクロック信号410が入力されるまで保持することができる。さらに、フリップフロップ40は、ディセーブル端子に信号が与えられた場合、クロック信号410の供給を受け続けた状態で、データ値を保持し続けることができる。

[0051] 図4は、診断対象回路100に伝送される各信号の一例を示す。図4の(A)はクロック信号410を示す。図4の(B)はピリオド信号420を示す。図4の(C)は第1フリップフロップ42が保持するデータ値(Z1)を示す。図4の(D)は第2フリップフロップ44が保持するデータ値(Z2)を示す。

[0052] 図4の(E)は第3フリップフロップ46が保持するデータ値(Z3)を示す。図4の(F)はホールド信号570を示す。図4の(G)は読出信号520を示す。図4の(H)は診断用データ560を示す。図4の(I)は解除信号530を示す。

[0053] まず、診断装置10は、診断に先立って、ホールド信号570を出力するための設定値を診断対象回路100に対して与える。続いて、診断装置10は、入力信号510を診断対象回路100に与えて当該診断対象回路100を診断モードで動作させる。診断対象回路100のタイミング制御部50は、診断モードで動作を開始した後、所定の基準タイミングからピリオド信号420およびクロック信号410のカウントを開始する。そして、タイミング制御部50は、カウント値と設定値とが一致した診断タイミングにおいて、ホールド信号570を出力する(時刻t1)。

[0054] ホールド信号570が出力されると、当該ホールド信号570が与えられたフリップフロップ40は、クロックディセーブル状態となる。従って、時刻t1以後、複数のフリップフロップ40は、診断タイミング(t1)において対応する回路30から出力されたデータ値を、保持し続ける。この結果、診断対象回路100は、クロック信号410の供給を受け続けながら、ホールド状態となる。

[0055] 続いて、診断装置10は、読出信号520を診断対象回路100に与える(時刻t2～t3)。読出信号520が与えられると、出力部70は、当該読出信号520により指定された診断対象の回路30に対応するフリップフロップ40を選択して、選択したフリップフロ

ップ40が保持するデータ値を診断用データ560として出力する。図4の例においては、出力部70は、第1フリップフロップ42が保持しているデータ値(A2)を、診断用データ560として出力する。なお、出力部70は、複数のフリップフロップ40が保持するデータ値のいずれかを選択して診断用データ560として出力するのに代えて、複数のフリップフロップ40が保持する複数のデータ値を診断用データ560として出力してもよい。

[0056] 続いて、診断装置10は、診断対象回路100から診断用データ560を取得した後、解除信号530を診断対象回路100に与える(時刻t4)。解除信号530が与えられると、タイミング制御部50は、ホールド信号570の出力を停止する(時刻t5)。そして、ホールド信号570の出力が停止された結果、複数のフリップフロップ40は、クロックディセーブル状態を解除する。この結果、診断対象回路100は、動作を再開する。

[0057] 以上のような診断対象回路100は、クロック信号410の供給を停止させずに、診断対象となる回路30の任意タイミングにおける出力値をホールドして、診断装置10に取得させることができる。このため、診断対象回路100のクロックバッファ80および複数のフリップフロップ40により消費される電力は、クロック信号410が連続して与えられ続けるので、変化しない。従って、電源電圧の過渡的な変動が生じないので、診断装置10は、診断時において、診断対象回路100を実動作時と同様の条件で動作させることができる。これにより、診断装置10によれば、診断対象回路100を安定した条件で診断することができる。

[0058] また、診断対象回路100は、クロック信号410の供給を停止させずに診断用データを出力できるので、動作状態からホールド状態への遷移タイミングおよびホールド状態から動作状態への遷移タイミングでの電源負荷の変動を小さくすることができる。従って、診断装置10は、診断対象回路100を複数回連続して診断する場合、電源負荷の変動が無いので待機期間を省略することができる。これにより、診断装置10によれば、診断対象回路100の診断期間を短くすることができる。

[0059] 図5は、本実施形態の第1変形例に係る診断対象回路100の具体的な構成例を示す。本変形例に係る診断対象回路100は、図2の診断対象回路100と略同一の構成および機能を採るので、図2の診断対象回路100が備える部材と略同一の構成お

よび機能の部材に同一の符号を付け、以下相違点を除き説明を省略する。

- [0060] 診断対象回路100は、回路30の一例として、他の電子デバイスとのデータ授受を保証するためのマージン時間を変更するマージン調整回路36を備えてよい。マージン調整回路36は、一例として、第1入力信号510-1を遅延する第1可変遅延素子362と、第2入力信号510-2を遅延する第2可変遅延素子364と、第3入力信号510-3を遅延する第3可変遅延素子366とを有してよい。
- [0061] さらに、この場合、診断対象回路100は、マージン調整回路36の後段に、入力バッファ20に代えて、フリップフロップ40を備える。すなわち、本実施形態においては、診断対象回路100は、第1入力バッファ22、第2入力バッファ24および第3入力バッファ26に代えて、第4フリップフロップ47、第5フリップフロップ48および第6フリップフロップ49を備える。
- [0062] この場合、診断装置10は、マージン時間を順次に変更しながら、マージン調整回路36の後段のフリップフロップ40(第4フリップフロップ47、第5フリップフロップ48および第6フリップフロップ49)が正しい出力値が取得できる最短のマージン時間を探し出してよい。このようなマージン時間を探し出す場合においても、診断装置10は、診断対象回路100を実動作時と同様の条件で動作させることができるので、正確なマージン時間を得ることができる。
- [0063] さらに、診断装置10は、電源電圧可変装置(図示無し)を更に備えてよい。そして、診断装置10は、電源電圧可変装置を用いて、診断対象回路100の電源電圧変動に対するマージン試験を実行してよい。さらに、診断装置10は、一例として、診断対象回路100に含まれる複数の回路のうち、電源電圧変動に対するマージンが最小の回路を検出してもよい。
- [0064] 電源電圧可変装置は、診断対象回路100の全体に与えられる電源電圧を変化させる。電源電圧可変装置は、一例として、電源電圧を±10%程度変化させることができる。
- [0065] 診断装置10は、電源電圧可変装置により電源電圧をステップ的にまたは連続的に変化させて、電源電圧毎に、同一試験条件で、診断対象となるフリップフロップ40の出力値を取得して良否を判定する。診断装置10は、一例として、診断対象回路100

が動作不良を発生する方向（例えば電源電圧を低下させる方向）へ順次電源電圧を変更してよい。診断装置10は、正常な電源電圧を診断対象回路100に与えた場合の診断対象となるフリップフロップ40の出力値を正常値として、当該正常値と異なる出力値が取得された場合に、不良であると判断してよい。そして、診断装置10は、正しい出力値が取得できる最大または最小の電源電圧を検出して、当該診断対象となるフリップフロップ40の電源電圧に対する動作マージンを測定する。

[0066] また、電源電圧が順次に変化した場合、診断対象回路100は、複数個所のフリップフロップ40が、順次に不良となる。そこで、診断装置10は、複数個所のフリップフロップ40のうち、いずれのフリップフロップ40が最初に不良を示したかを検出してもよい。これにより、診断装置10は、診断対象回路100に含まれる複数の回路のうち、電源電圧変動に対するマージンが最小の回路を検出することができる。

[0067] また、診断装置10は、試験条件を順次に変化させ、診断対象となるフリップフロップ40の試験条件に対する動作マージンを測定してもよい。診断装置10は、一例として、信号供給部14から診断対象回路100へ出力する入力信号510を順次に変化させて、診断対象となるフリップフロップ40の試験条件に対する動作マージンを測定してもよい。

[0068] また、診断装置10は、同様に、試験条件の変化に対する動作マージンが最小の回路を検出してもよい。また、診断装置10は、どのような試験条件または論理状態の場合に動作マージンが小さくなるかを検出してもよい。これにより、診断装置10は、診断対象回路100が間欠不良を発生する原因を検出して、診断対象回路100の動作信頼性を向上させることができる。

[0069] 図6は、本実施形態の第2変形例に係る診断対象回路100の具体的な構成例を示す。本変形例に係る診断対象回路100は、図2の診断対象回路100と略同一の構成および機能を採るので、図2の診断対象回路100が備える部材と略同一の構成および機能の部材に同一の符号を付け、以下相違点を除き説明を省略する。

[0070] 本変形例に係る診断対象回路100は、ディセーブル端子を有する複数のフリップフロップ40に代えて、ディセーブル端子を有さない複数のフリップフロップを備える。また、本変形例に係る診断対象回路100は、複数のマスク部90を更に備える。複数

のマスク部90は、複数のフリップフロップ40に対応して設けられる。複数のマスク部90のそれぞれは、対応するフリップフロップ40に入力されるクロック信号410をマスクする。

[0071] 本変形例において、診断対象回路100は、複数のマスク部90の一例として、第1マスク部92と、第2マスク部94とを備えてよい。第1マスク部92は、第1フリップフロップ42および第2フリップフロップ44に入力されるクロック信号410をマスクする。第2マスク部94は、第3フリップフロップ46に入力されるクロック信号410をマスクする。なお、各マスク部90は、与えられたクロック信号410に同期して、クロック信号410の出力を禁止する回路であることが好ましい。

[0072] 本変形例において、複数のフリップフロップ40のそれぞれは、ディセーブル端子(DIS)を有さなくてよい。複数のフリップフロップ40は、クロック信号410の入力が停止されることにより、出力状態をホールドできる。なお、この場合、診断対象回路100の消費電力は、クロック信号410の入力が停止されたフリップフロップ40分減少する。しかし、当該減少分の電力は回路全体の消費電力と比較して微小であるので、診断対象回路100の消費電力の変動は、実用的に問題ない程度に抑えられる。

[0073] 本変形例において、タイミング制御部50は、複数のマスク部90のうち診断対象となる回路30に対応するマスク部90に対して、回路30を診断すべきタイミングにおいてマスク信号600を出力して、診断対象の回路30に対応するフリップフロップ40に入力されるクロック信号410をマスクさせる。タイミング制御部50は、一例として、複数の回路30のうち診断対象となる回路30を指定する情報を診断装置10から受けて、当該情報に応じて診断対象の回路30に対応するマスク部90を選択してよい。そして、タイミング制御部50は、選択したマスク部90に対して、回路30を診断すべきタイミングにおいてマスク信号600を出力してよい。

[0074] 本変形例において、タイミング制御部50は、マスク信号600の一例として、第1マスク部92にクロック信号410をマスクさせる前段回路用マスク信号610、および、第2マスク部94にクロック信号410をマスクさせる後段回路用マスク信号620を出力してよい。タイミング制御部50は、前段回路32を診断する場合には、診断タイミングにおいて前段回路用マスク信号610を出力する。また、タイミング制御部50は、後段回路3

4を診断する場合には、診断タイミングにおいて後段回路用マスク信号620を出力する。

[0075] タイミング制御部50は、マスク信号600を出力することにより、診断対象となるフリップフロップ40を信号取得動作を停止した状態とすることができる。この結果、診断対象回路100は、診断タイミングにおける診断対象の回路30の出力値を内部に保持したホールド状態となる。

[0076] 本変形例において、タイミング制御部50は、解除信号530が与えられたことに応じて、マスク信号600の出力を停止する。タイミング制御部50は、マスク信号600の出力を停止することにより、診断対象のフリップフロップ40を信号取得動作を停止した状態から解除させることができる。すなわち、タイミング制御部50は、マスク信号600の出力を停止することにより、診断対象のフリップフロップ40を、対応する回路30から出力された信号のデータ値をクロック信号410に同期して取得させることができる。この結果、診断対象回路100は、ホールド状態を解除して動作を開始する。

[0077] 以上のような診断対象回路100は、複数の回路30のうち診断対象となっていない回路30に入力されるクロック信号410の供給を停止させずに、診断対象となる回路30の任意タイミングにおける出力値を、診断装置10に取得させることができる。従って、診断装置10は、診断時において、診断対象回路100を実動作時と同様の条件で動作させることができる。

[0078] これにより、本変形例に係る診断装置10によれば、診断対象回路100を安定した条件で診断することができる。また、診断装置10によれば、診断対象回路100の診断期間を短くすることができる。さらに、他の診断対象回路とのデータ授受を保証するための入出力バッファ量のマージン時間を探し出す場合においても、診断装置10は、正確なマージン時間を得ることができる。

[0079] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

請求の範囲

- [1] 電子デバイスであって、
クロック信号に同期して動作する複数の回路と、
前記複数の回路から出力された信号のデータ値を前記クロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持し、ディセーブル端子に信号が与えられた場合には取得したデータ値を保持し続けるクロックディセーブル状態となる複数のフリップフロップと、
前記複数のフリップフロップのそれぞれの前記ディセーブル端子に対して、前記回路を診断すべきタイミングにおいてホールド信号を出力するタイミング制御部と、
前記複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応する前記フリップフロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを備える電子デバイス。
- [2] 前記タイミング制御部は、前記複数のフリップフロップのうち診断対象のデータ値を取得する前記フリップフロップに対して、前記ホールド信号を出力し、
前記ホールド信号が与えられた前記フリップフロップに対応する前記診断用配線を選択して、当該フリップフロップが前記回路を診断すべきタイミングにおいて保持したデータ値を外部に出力する出力部を更に備える
請求項1に記載の電子デバイス。
- [3] 電子デバイスであって、
クロック信号に同期して動作する複数の回路と、
前記複数の回路から出力された信号のデータ値を前記クロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持する複数のフリップフロップと、
前記複数のフリップフロップに対応して設けられ、対応する前記フリップフロップに入力される前記クロック信号をマスクする複数のマスク部と、
診断対象の前記回路に対応する前記マスク部に対して、前記回路を診断すべきタイミングにおいてマスク信号を出力して、診断対象の前記回路に対応する前記フリップフロップに入力される前記クロック信号をマスクさせるタイミング制御部と、
前記複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応する前記フリップ

フロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを備える電子デバイス。

- [4] 電子デバイスを診断する診断装置であって、
前記電子デバイスを診断するための入力信号を当該電子デバイスに与える信号供給部と、

前記入力信号に応じて前記電子デバイスから出力された診断用データに基づき、当該電子デバイスの良否を判定する判定部とを備え、

前記電子デバイスは、

クロック信号に同期して動作する複数の回路と、

前記複数の回路から出力された信号のデータ値を前記クロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持し、ディセーブル端子に信号が与えられた場合には取得したデータ値を保持し続けるクロックディセーブル状態となる複数のフリップフロップと、

前記複数のフリップフロップのそれぞれの前記ディセーブル端子に対して、前記回路を診断すべきタイミングにおいてホールド信号を出力してクロックディセーブル状態とするタイミング制御部と、

前記複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応する前記フリップフロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを有する診断装置。

- [5] 電子デバイスを診断する診断装置であって、
前記電子デバイスを診断するための入力信号を当該電子デバイスに与える信号供給部と、

前記入力信号に応じて前記電子デバイスから出力された診断用データに基づき、当該電子デバイスの良否を判定する判定部とを備え、

前記電子デバイスは、

クロック信号に同期して動作する複数の回路と、

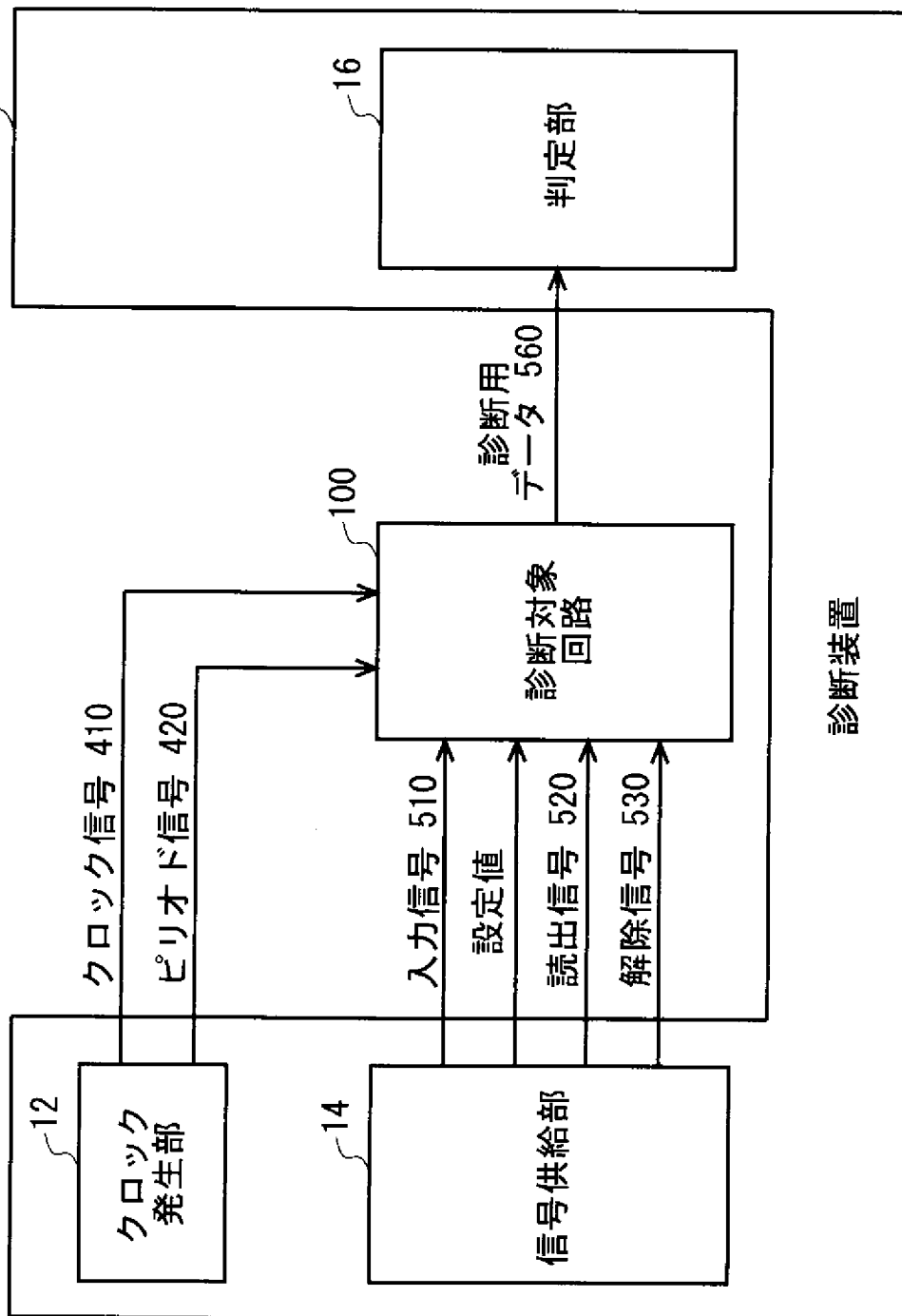
前記複数の回路から出力された信号のデータ値を前記クロック信号に同期して取得して次のクロック信号が入力されるまで保持する複数のフリップフロップと、

前記複数のフリップフロップに対応して設けられ、対応する前記フリップフロップに入力される前記クロック信号をマスクする複数のマスク部と、

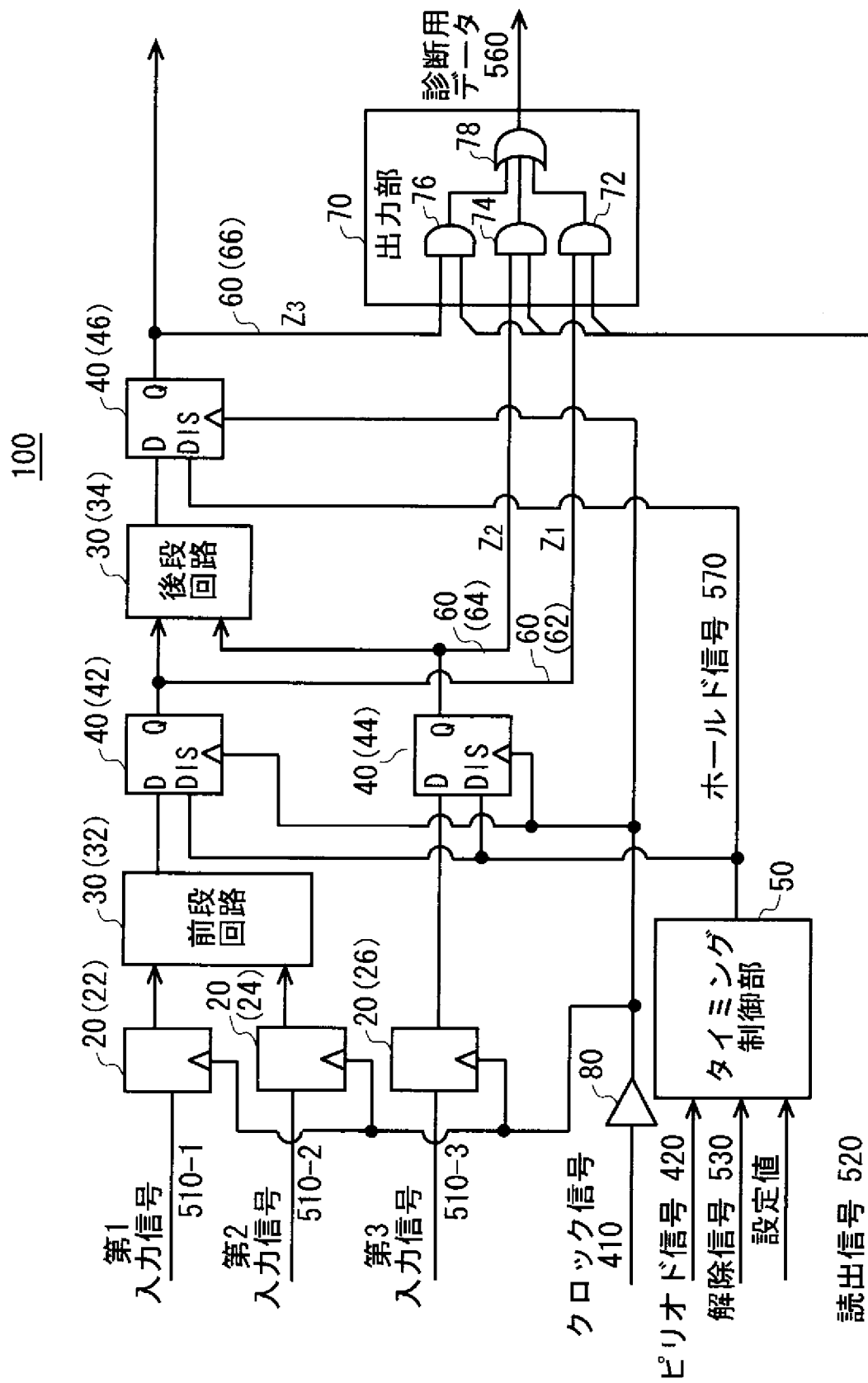
診断対象の前記回路に対応する前記マスク部に対して、前記回路を診断すべきタイミングにおいてマスク信号を出力して、診断対象の前記回路に対応する前記フリップフロップに入力される前記クロック信号をマスクさせるタイミング制御部と、

前記複数のフリップフロップのそれぞれに対応して設けられ、対応する前記フリップフロップが保持しているデータ値を診断用データとして出力する複数の診断用配線とを有する診断装置。

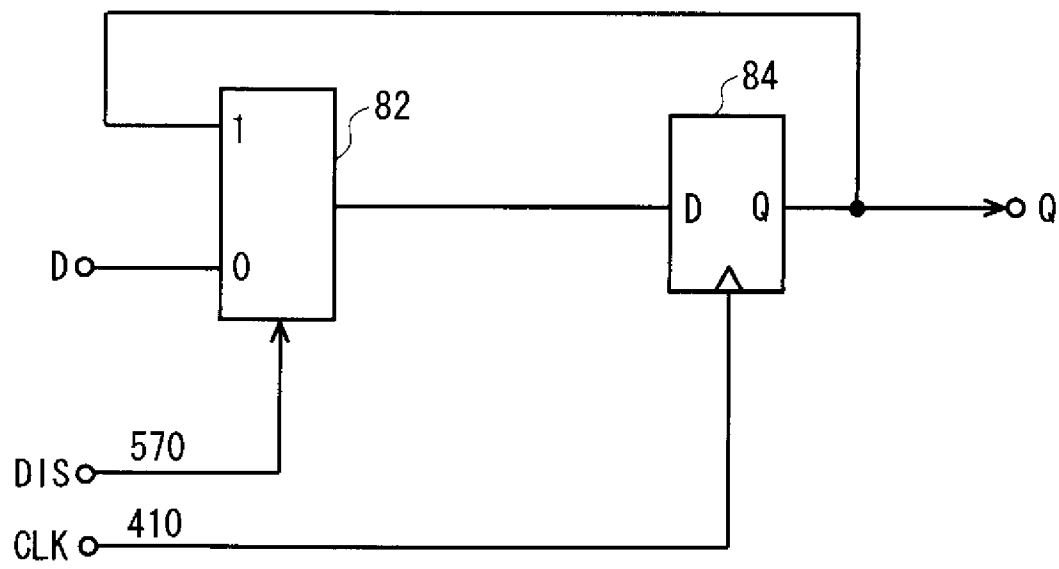
[図1]



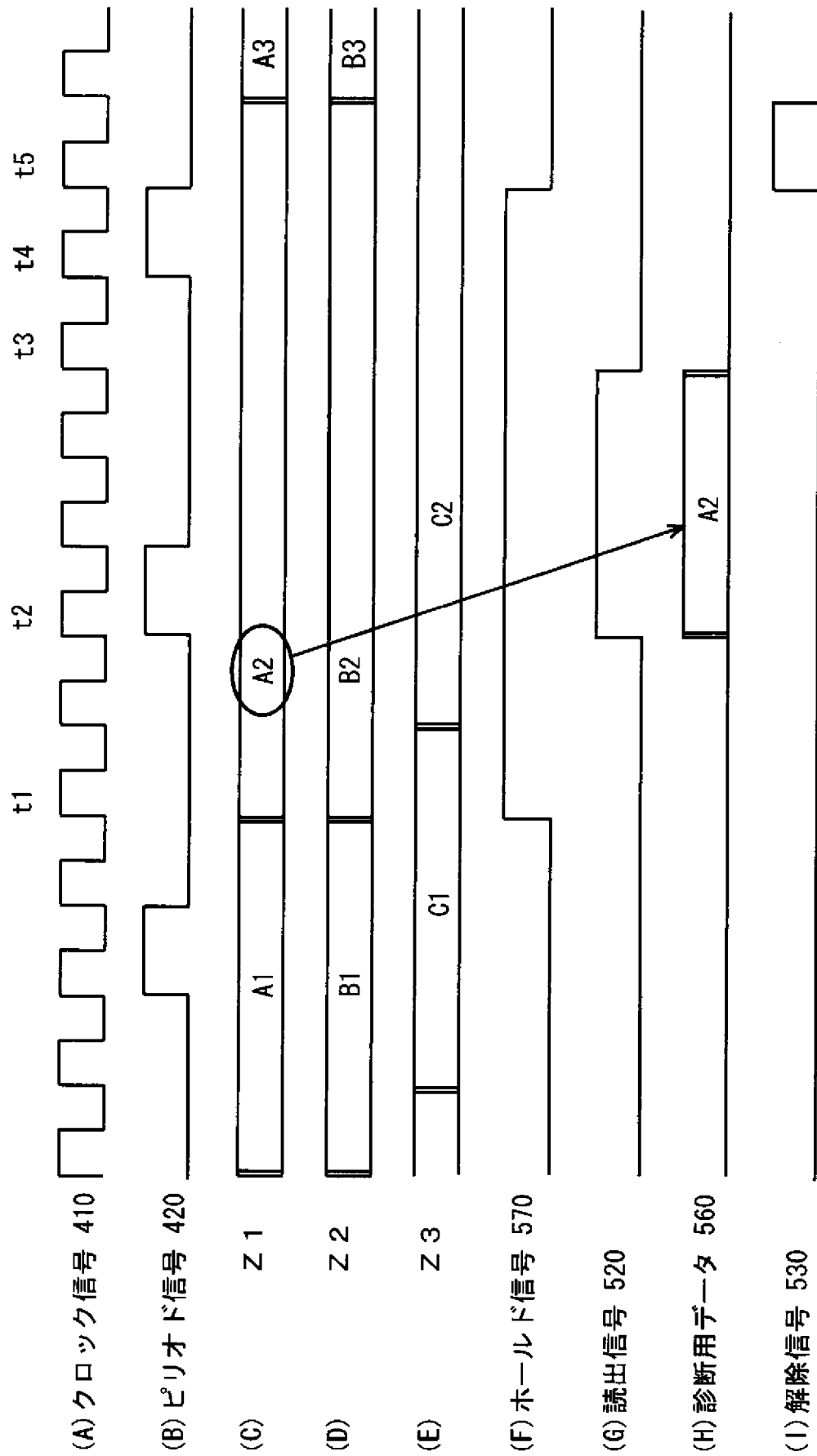
[図2]



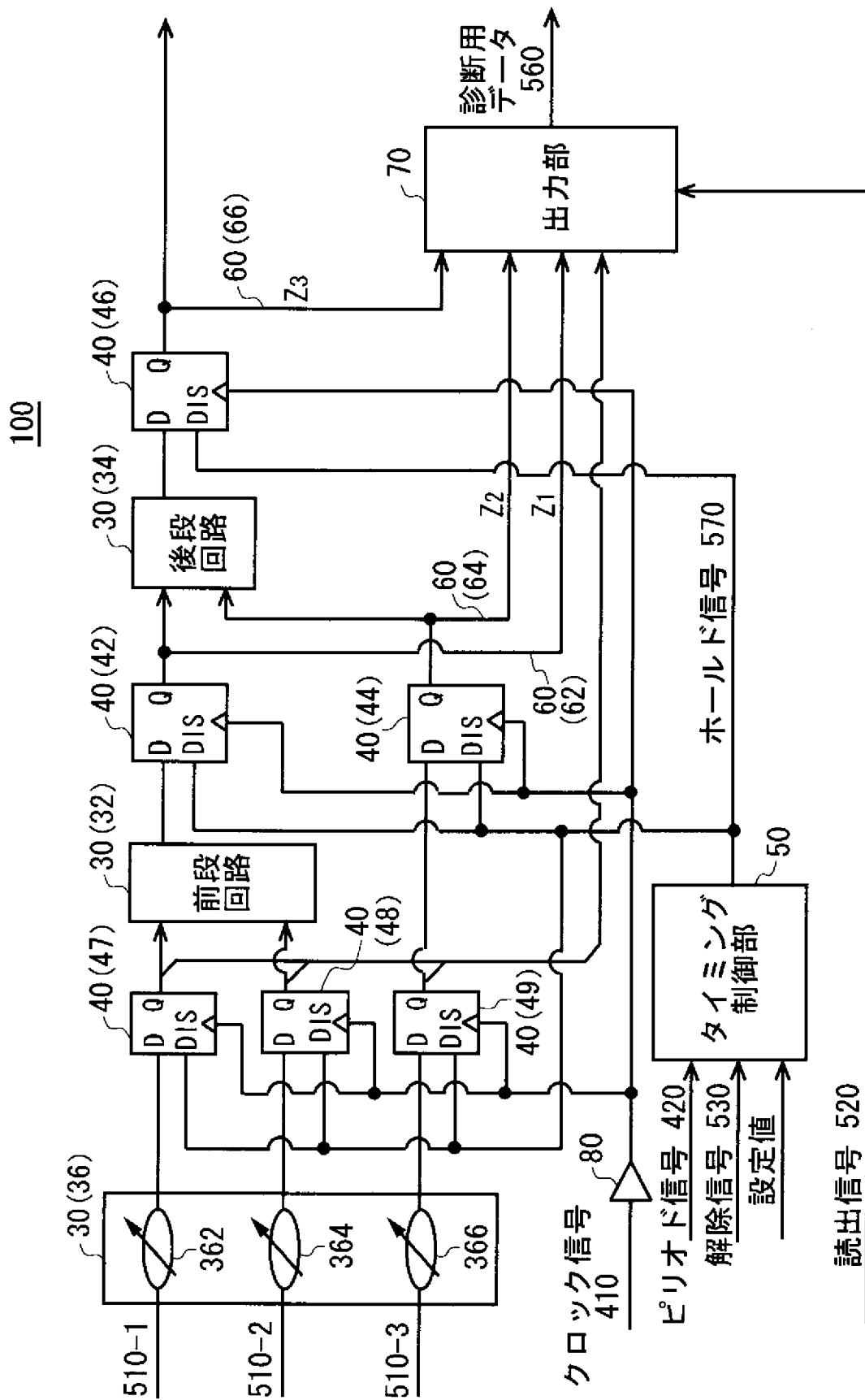
[図3]



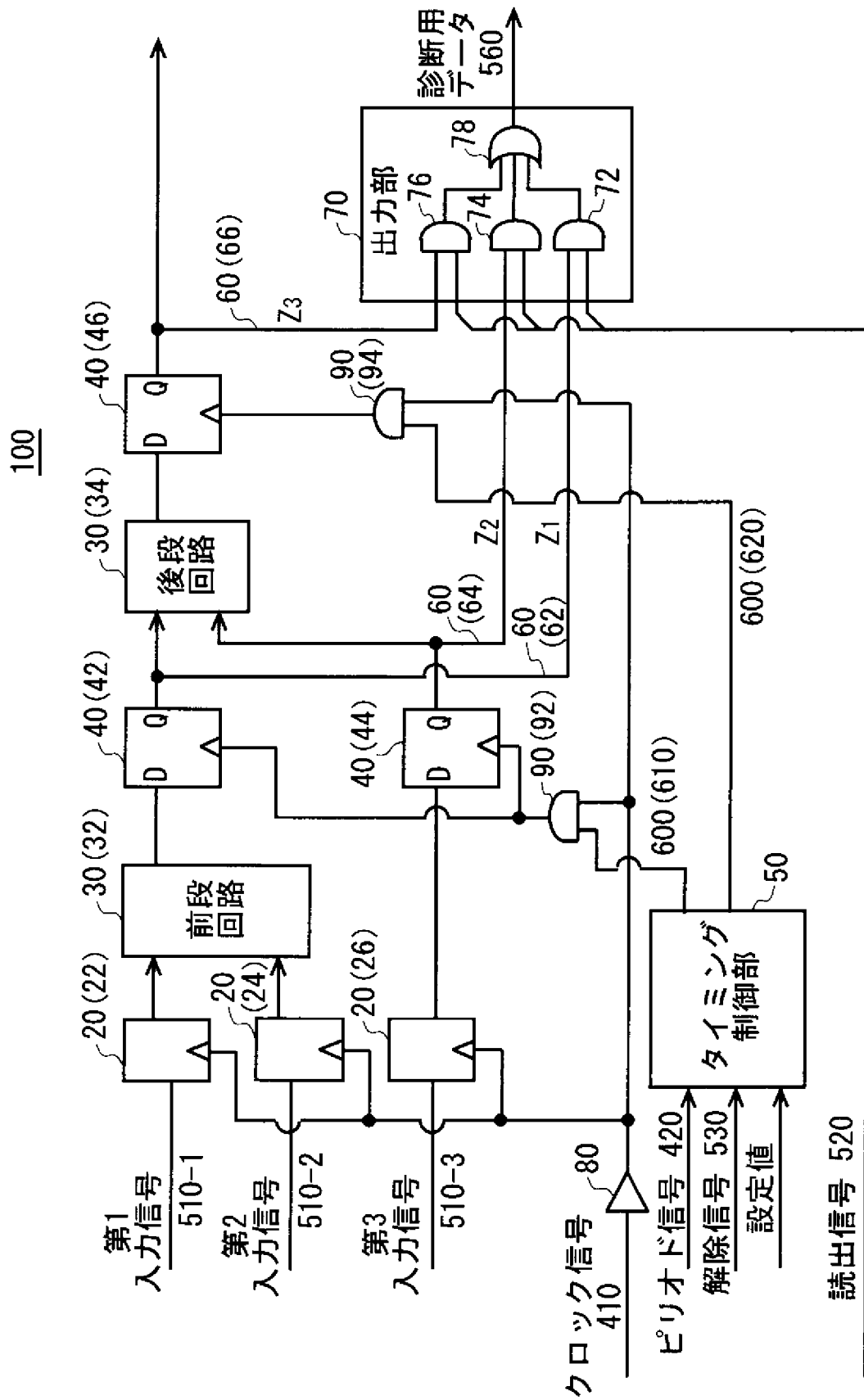
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/066534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R31/28(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R31/28-31/3193

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-264389 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 26 September, 2001 (26.09.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-2, 4
X	JP 2-201275 A (Toshiba Corp.), 09 August, 1990 (09.08.90), Full text; all drawings (Family: none)	3, 5
A	JP 11-142483 A (Toshiba Corp.), 28 May, 1999 (28.05.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-2, 4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 September, 2007 (14.09.07)

Date of mailing of the international search report
25 September, 2007 (25.09.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01R31/28 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01R31/28-31/3193

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-264389 A (沖電気工業株式会社) 2001. 09. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-2, 4
X	JP 2-201275 A (株式会社東芝) 1990. 08. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 5
A	JP 11-142483 A (株式会社東芝) 1999. 05. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-2, 4

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 9 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 9 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

羽飼 知佳

2 S

3 3 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8