



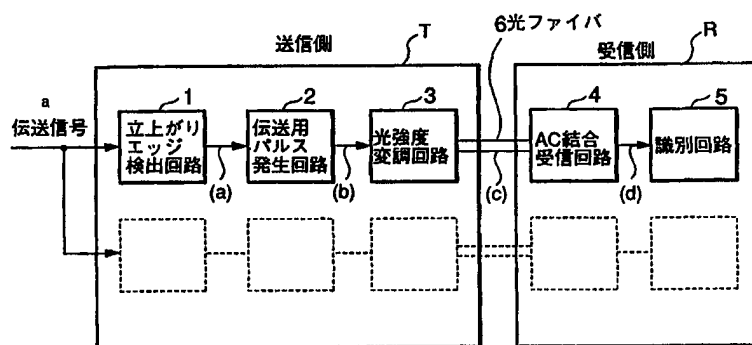
| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---|----|------------|----------------------|----|-------------|----------------------|----|---|
| <p>(51) 国際特許分類6 H04B 10/152, H01S 3/10</p> | <p>A1</p> | <p>(11) 国際公開番号 WO98/32247</p> <p>(43) 国際公開日 1998年7月23日(23.07.98)</p> | | | | | | | | |
| <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/00246</p> <p>(22) 国際出願日 1998年1月22日(22.01.98)</p> <p>(30) 優先権データ</p> <table border="0"> <tr> <td>特願平9/9271</td> <td>1997年1月22日(22.01.97)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平9/18712</td> <td>1997年1月31日(31.01.97)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平9/234263</td> <td>1997年8月29日(29.08.97)</td> <td>JP</td> </tr> </table> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 アドバンテスタ (ADVANTEST CORPORATION)[JP/JP] 〒179 東京都練馬区旭町一丁目32番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 岡安俊幸(OKAYASU, Toshiyuki)[JP/JP] 〒349-11 埼玉県北葛飾郡栗橋町緑1-32-7 Saitama, (JP)</p> <p>岸 信人(KISHI, Nobuhito)[JP/JP] 〒179 東京都練馬区旭町一丁目32番1号 株式会社 アドバンテスタ内 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 草野 卓, 外(KUSANO, Takashi et al.) 〒160 東京都新宿区新宿四丁目2番21号 相模ビル Tokyo, (JP)</p> | 特願平9/9271 | 1997年1月22日(22.01.97) | JP | 特願平9/18712 | 1997年1月31日(31.01.97) | JP | 特願平9/234263 | 1997年8月29日(29.08.97) | JP | <p>(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書 請求の範囲の補正の期限前であり、補正書受領の際には再公開される。</p> |
| 特願平9/9271 | 1997年1月22日(22.01.97) | JP | | | | | | | | |
| 特願平9/18712 | 1997年1月31日(31.01.97) | JP | | | | | | | | |
| 特願平9/234263 | 1997年8月29日(29.08.97) | JP | | | | | | | | |

(54) Title: **OPTICAL PULSE TRANSMISSION SYSTEM, OPTICAL PULSE TRANSMITTING METHOD, AND OPTICAL PULSE DETECTING METHOD**

(54) 発明の名称 光パルス伝送システム、光パルス伝送方法、及び光パルス検出方法

(57) Abstract

An optical transmission system which can transmit with high accuracy even such an optical signal that has high timing accuracy and an irregular period and contains a DC component. In this system, a leading edge detecting circuit (1) which detects the leading edge of the waveform of transmission signals, a pulse generating circuit (2) for transmission which generates a pulse signal (b) composed of an inverted paired pulse the polarities of which are inverted each other at the detecting timing of the circuit (1), and a light intensity modulating circuit (3) which generates a light modulated signal (c) based on the pulse signal (b) are provided on the transmission side, and an AC coupling and receiving circuit (4) which receives the light intensity-modulated signal (c) and only fetches the AC component of the signal (c) and a discriminating circuit (5) which discriminates the leading timing from received signals are provided on the reception side. In addition, a similar constitution is provided for transmitting signals related to the falling of the waveform of the transmission signals, and the leading edge and falling edge of the waveform of the original transmission signals are reproduced based on discriminated leading timing and falling timing.



- a ... transmission signal
- T ... transmission side
- 1 ... leading edge detecting circuit
- 2 ... pulse generating circuit for transmission
- 3 ... light intensity modulating circuit
- 6 ... optical fiber
- R ... reception side
- 4 ... AC coupling receiving signal
- 5 ... discriminating circuit

(57) 要約

タイミング精度が高く、かつ周期が不定で直流成分が存在するような信号をも高い精度で光伝送することができる光伝送方式を提供する。送信側に、伝送信号波形の立上がりエッジを検出する立上がりエッジ検出回路1と、その検出タイミングを境にして極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる伝送用パルス信号(b)を発生する伝送用パルス発生回路2と、このパルス信号(b)に基づいて光強度変調信号(c)を生成する光強度変調回路3とを設け、受信側に、光強度変調信号(c)を受信し、その交流成分のみを取り出すAC結合受信回路4と、受信信号から立上がりタイミングを識別する識別回路5とを設ける。さらに、伝送信号波形の立下がりに関する信号を伝送する同様の構成を設け、識別した立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて元の伝送信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

| | | | | | | | |
|----|--------------|----|-----------|----|------------|----|------------|
| AL | アルバニア | FI | フィンランド | LT | リトアニア | SN | セネガル |
| AM | アルメニア | FR | フランス | LU | ルクセンブルグ | SZ | スワジランド |
| AU | オーストラリア | GB | 英国 | LV | ラトヴィア | TD | チャド |
| AZ | アゼルバイジャン | GE | グルジア | MC | モナコ | TG | トジゴ |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GH | ガナ | MD | モルドヴァ | TJ | タジキスタン |
| BB | バルバドス | GM | ガンビア | MG | マダガスカル | TM | トルクメニスタン |
| BE | ベルギー | GN | ギニア | MK | マケドニア旧ユーゴス | TR | トルコ |
| BF | ブルキナ・ファソ | GW | ギニア・ビサウ | | ラヴィア共和国 | TT | トリニダード・トバゴ |
| BG | ブルガリア | GR | ギリシャ | ML | マリ | UA | ウクライナ |
| BR | ブラジル | HU | ハンガリー | MR | モリタニア | UG | ウガンダ |
| BY | ベラルーシ | ID | インドネシア | MN | モンゴリア | US | 米国 |
| CA | カナダ | IE | アイルランド | MW | マラウイ | UZ | ウズベキスタン |
| CC | 中央アフリカ共和国 | IL | イスラエル | MX | メキシコ | VN | ベトナム |
| CF | 中央アフリカ共和国 | IN | インド | NE | ネジール | VU | ウエブ |
| CH | スイス | IT | イタリア | NL | オランダ | YU | ユーゴスラヴィア |
| CI | コートジボアール | JP | 日本 | NO | ノルウェー | ZW | ジンバブエ |
| CM | カメルーン | KE | ケニア | NZ | ニュージーランド | | |
| CN | 中国 | KG | キルギス | PL | ポーランド | | |
| CU | キューバ | KP | 北朝鮮 | PT | ポルトガル | | |
| CY | キプロス | KR | 韓国 | RO | ルーマニア | | |
| DE | ドイツ | KZ | カザフスタン | RU | ロシア | | |
| DK | デンマーク | LC | セントルシア | SD | スーダン | | |
| EE | エストニア | LI | リヒテンシュタイン | SE | スウェーデン | | |
| ES | スペイン | LK | スリランカ | SG | シンガポール | | |
| | | LR | リベリア | SI | スロベニア | | |
| | | LS | レソト | SK | スロヴァキア | | |
| | | | | SL | シエラレオネ | | |

明 細 書

光パルス伝送システム、光パルス伝送方法、及び光パルス検出方法

技術分野

この発明は、電気信号パルスを光パルスに変換して高速で伝送することができる光パルス伝送システム及び光パルス伝送方法に関する。さらに、この発明は、送信側において、電気信号パルスを光パルスに変換する際に適用して有益な波形変換方法、光を変調する際に適用して有益な光強度変調装置、並びに受信側において、伝送されてきた光パルスを検出する際に適用して有益な光パルス検出方法に関する。

背景技術

例えば、半導体集積回路（IC）を始めとする各種の半導体デバイスを試験するための半導体デバイス試験装置（一般にICテストと呼ばれる）には、半導体デバイスを試験するために搬送し、試験結果に基づいて試験済みの半導体デバイスを類別する半導体デバイス搬送処理装置（一般にハンドラと呼ばれる）を接続したものが多く、半導体デバイス搬送処理装置（以下、ハンドラと称す）を接続した形式の半導体デバイス試験装置は、被試験半導体デバイス（一般にDUTと呼ばれる）に所定のパターンの試験信号を印加するためのテストヘッドが半導体デバイス試験装置の本体から分離されて、ハンドラのテスト部に配置されている。このテストヘッドと試験装置本体間はケーブルのような電気信号伝送路によって接続されており、この電気信号伝送路を通じて試験装置本体側からテストヘッド側へ所定のパターンの試験信号を供給し、このテストヘッドに装着されたソケットを通じて被試験半導体デバイスに試験信号を印加している。また、被試験半導体デバイスからの応答信号はテストヘッド側から上記電気信号伝送路を通じて試験装置本体側へ伝送され、半導体デバイスの電気的特性が測定される。

近年、半導体集積回路（以下、ICと称す）は高速化され、また、パッケージから導出される端子（ピン）数も増加しているため、上述の半導体デバイス試験

2

装置のように、ケーブルのような電気信号伝送路を通じて電気信号を伝送したのでは次のような欠点が生じる。

(1) ケーブルのような電線では伝送する電気信号の周波数に限界があり、また、信号周波数が高くなると信号波形が劣化する恐れがある。このため、信号の伝送速度が制限され、高速のICを試験することが困難となる。

(2) ICの端子数の増加に伴ってケーブルの本数を増加させると、現在のケーブルの太さでは試験装置本体とテストヘッド間のケーブル束が太く、かつ重くなるため、非常に扱い難くなる。

上記問題点を解決するために、最近では、信号の伝送速度や周波数特性が上記したような電氣的伝送方式よりも優れており、しかも伝送媒体として細くて軽量の光ファイバのような光伝送路を使用することができる光伝送方式が採用され始めている。次に、一般的な光伝送システムについて説明する。

光を変調して2値のデジタル信号(光パルス)を生成する場合、変調技術の簡単さから殆どの場合に情報信号(変調信号)によって光の強さを変える光強度変調方式が採用されている。通常は送信側に発光素子として高速の光の強度変調が可能なレーザダイオードを備え、受信側に応答速度の速いホトダイオードを備え、かつ伝送媒体として光ファイバを使用した構成を有しており、送信側のレーザダイオードから出力される光パルスを光ファイバを通じて受信側へ伝送し、ホトダイオードによって伝送されて来た光パルスを電気信号に変換している。

図23は従来の光伝送路を用いた光伝送システムの一例を示す概略の回路構成図である。この光伝送システムは、光パルス送信装置101と、光パルス受信装置102と、これら送信装置101と受信装置102間を結合する光ファイバのような光伝送路109とによって構成されている。

光パルス送信装置101は、受信装置側へ伝送すべき電気パルス信号を出力する主回路103と、この主回路103の出力端子103Aに入力端子が接続された駆動回路104と、この駆動回路104の出力端子と共通導体間に接続された半導体レーザのような発光素子105とを具備し、発光素子105は駆動回路104から与えられる電気パルス信号によって発光して光パルスを発生し、この光パルスは光コネクタ109Aを介して光伝送路109に送られ、光パルス受信装

置 102 へ伝送される。

光パルス受信装置 102 は、ホトダイオードのような受光素子 106 と、この受光素子 106 に入力端子が接続された検出回路 107 と、この検出回路 107 の出力端子に入力端子が接続された主回路 108 とを具備し、光伝送路 109 を通じて伝送された光パルスは光コネクタ 109B を介して受光素子 106 に入力される。受光素子 106 は受光した光パルスを電気パルス信号に変換して検出回路 107 へ送り、検出回路（一般に電流-電圧変換増幅器によって構成される）107 は供給された電気パルス信号を取り出して主回路 108 へ与える。主回路 108 は入力された電気パルス信号に基づいて各種の処理を実行する。

一般に、発光素子 105 としてレーザダイオードが使用されているが、レーザダイオードは、良く知られているように、温度変化によって発光量が変動する欠点がある。図 24 はレーザダイオードの注入電流対出力光パワー特性を示す。図 24 に示す曲線 A は温度 T_1 ($^{\circ}\text{C}$) の場合の注入電流対出力光パワーの特性、曲線 B は温度 T_2 ($^{\circ}\text{C}$) ($T_1 < T_2$) の場合の注入電流対出力光パワーの特性を示す。

図 24 から明らかなように、発光状態に至る電流値 I_{ON1} と I_{ON2} は周囲の温度によって変動する。この結果、駆動回路 104 において同一の尖頭値を持つ駆動電流 I_D によって発光素子 105 を駆動したとすると、発光素子 105 は図 24 に示すように温度が T_1 ($^{\circ}\text{C}$) の場合には OP1 の光パルスを出力し、温度 T_2 ($^{\circ}\text{C}$) の場合には光パルス OP2 を出力する。

図 24 から容易に理解できるように、従来は周囲の温度が変化すると、発光素子 105 から出力される光パルスの光パワーが変化する。従って、光パルス OP1 と光パルス OP2 を光パルス受信装置 102 で受信した場合、図 25 に示すように、受信信号の尖頭値の大小に応じて光パルスの受信を検出する閾値電圧 EC を横切る光パルス波形のタイミングにずれ Δt_1 , Δt_2 が生じる。即ち、温度変動がジッタとなって受信装置 102 に伝送される不都合が生じる。

ジッタの発生が不都合となる実用例として、上述の光伝送方式を例えば半導体デバイス試験装置に適用した場合を挙げるることができる。上記したように、半導体デバイス試験装置は、ソケットを装着したテストヘッドが試験装置本体と別体

に構成されている。テストヘッドは被試験半導体デバイスに所定のパターンの試験信号等を印加するドライバと、被試験半導体デバイスの応答出力信号を受信して論理レベル判定を行なうコンパレータとを含み、かつ半導体デバイスとのインタフェース動作を行なう。また、これら試験装置本体とテストヘッドとの間には多数の信号伝送路が設けられている。

これら信号伝送路として光ファイバのような光伝送路を使用し、高速信号（光パルス）を伝送できるように構成した場合には、光伝送路109は多チャネルが必要となる。このように多チャネルの光伝送路によって多チャネルの光信号を受授するシステムを構築した場合に、温度変動によって伝送されるパルスにジッタが生じ、さらに各チャネルごとにジッタ量のバラツキが生じた場合には、各チャネルの伝送路を通じて伝送される光信号の相互間にタイミング誤差が発生し、このタイミング誤差の発生に起因して半導体デバイス（IC）の試験を正常に実施できないという不都合が生じる。

上記のような光伝送システムに使用される光強度変調装置の一例を図26に示す。この光強度変調装置は、デジタル入力信号（電気パルス信号）の信号電圧と閾値電圧とを入力としてこれら電圧を比較する入力側比較器200と、この入力側比較器200の比較結果に応じてオン/オフする電流スイッチ回路201と、この電流スイッチ回路201のオン/オフによって生成される電流波形に基づいて駆動される半導体レーザ202とを具備する。電流スイッチ回路201は、エミッタが共通に接続された一対のトランジスタTR1、TR2と、ベースが共通に接続された一対のトランジスタ203、205とを含む。一対のトランジスタTR1、TR2のコレクタは半導体レーザ202の対応する端子にそれぞれ接続され、共通接続されたエミッタはトランジスタ203のコレクタに接続されている。

上記構成の光強度変調装置においては、電流スイッチ回路201を構成するエミッタ共通接続の一対のトランジスタTR1、TR2のうちの図において右側のトランジスタTR2がオンのときに、予めトランジスタ203によって制御された電流が半導体レーザ202に注入され、この注入電流の大きさに対応したレベルの光出力が半導体レーザ202から得られる。なお、半導体レーザ202を駆

動するために必要な直流バイアス電流は、コレクタが半導体レーザ 202 の電流注入側端子に接続されているトランジスタ 204 によって制御される。

上記光強度変調装置を使用して 2 値の光信号、即ち、光パルスを発生させることにより、光パルスを高速で伝送する光伝送システムを実現することができる。しかしながら、例えば前述した半導体デバイス試験装置においては、試験装置本体とテストヘッド間の光信号伝送路に、多数の周期のパルスが混在し、その上、光変調する際に非常に高いタイミング精度が要求される。従って、上述の光伝送システムを半導体デバイス試験装置に適用する場合には、次のような問題が生じる恐れがある。

(1) 光強度は一般的にレベルが不安定である（低周波成分の揺らぎが大きい）ため、図 27 の下側に示すように、受信側において固定の識別レベルで 2 値の光信号を識別した場合にはデータ（0、1）やタイミングに図示するような誤りが生じてしまう。なお、図 27 の上側の波形は送信側の伝送すべき電気パルス信号を示す。

(2) 半導体レーザのような発光素子の立上がり時間（発光遅延時間）は素子の温度によって変化し、かつ一般的には素子によって異なるため、温度変化によって、或いは各素子間において発光遅延時間に図 28 に示すような差が発生する。この発光遅延時間の差は上記のタイミング誤差の要因となる。

上記 (1) の問題を解決する方法として、発光素子の温度を一定に保つように温度制御を行なうことや、光強度をモニタして発光素子の出力を一定レベルに保持する（光強度を安定化する）ように制御することが提案されているが、いずれの解決方法においても伝送モジュールが高価になるので、半導体デバイス試験装置のように多数の伝送ラインを必要とする装置では実現できても価格の点で問題がある。さらに、光強度の安定化は、高速で光パルスを伝送する場合には実現が困難である。

また、上記 (2) の問題を解決する方法として、2 値の光信号を発光素子の発光と消光によって表わすのではなく、図 29 に示すように、発光素子があるレベルの光（オフセット光）を発光した状態に常に駆動しておき、このオフセット光からの光強度の変化によって 2 値の光信号を表わす方法が提案されている。この

場合には発光素子が常時発光しているため温度変化による影響や各素子間の発光遅延時間の差が生じ難い。しかしながら、2値データ「1」と「0」間の光強度の差が小さくなるから、S/Nが低下する。その上、2値信号の両データ「1」と「0」が光強度の変動の影響を受けるので、上記(1)の問題の解決が益々重要となる。

なお、例えばATM(非同期転送モード)交換機のように多数の伝送ラインを必要とする技術分野において用いられている多チャネル伝送モジュールにおいては、図30の下側に示すように、受信側において光信号の適当な交流成分のみを取り出し(AC結合)、識別レベルを0Vにおいてこの2値信号を識別する方法を採用している。なお、図30の上側の波形は送信側の伝送すべき電気パルス信号を示す。

この方法によれば、確かに、比較的簡単にタイミングやデータの誤りを少なくすることができる。しかし、2値データ「1」と「0」の割合が一方のデータ値に片寄ると、識別レベルが片寄ったデータ値の側にずれてしまい、結果的にタイミングの誤りが生じることになる。また、長時間固定されたDC的なデータを識別することができないことは勿論であり、その上、いずれかのデータ値が長時間続いているという状態でさえ検出することができないという欠点がある。

換言すれば、上記識別レベルを0VにおいたAC結合方法ではデータ値が一定の状態(例えば、信号のない状態)に放置された場合に、その間の雑音による低レベルの揺らぎを誤って2値信号の一方のデータ値として検出してしまう。従って、これを防止するために常に2値信号のデータ値を変化させなくてはならないという欠点がある。よって、例えば半導体デバイス試験装置において試験装置本体とテストヘッド間に信号を伝送する場合のように、多数の周期の信号が混在し、2値信号のデータ値が一方の値(0又は1)に著しく片寄るような事例には、即ち、直流成分が存在し、かつタイミング精度を重視するような事例には、利用できない。

さらに、図31に示すように、2値の電気信号の立上がり及び立下がりエッジをそれぞれ検出し、各エッジの検出に対応するパルス信号に続けて極性の反転したパルス信号を生成し、即ち、立上がりエッジの検出時には正極性のパルス信号

に続けて極性の反転した負パルス信号を生成して互いに極性の反転したパルス対とし、立下がりエッジの検出時には負極性のパルス信号に続けて極性の反転した正パルス信号を生成して互いに極性の反転したパルス対とし、これら極性反転パルス対に基づいて半導体レーザを駆動して同様に極性が互いに反転する光パルス対を発生させ、受信側へ伝送するという方法も提案されている。

この方法によれば、伝送される光パルス対は伝送すべき2値の電気信号の立上がり及び立下がりの個々のタイミングを指示する光信号であるから、受信側ではこのタイミングを指示する光信号を受光して立上がり及び立下がりのタイミングを識別し、元の2値の電気信号を再現することができる。従って、例えば半導体デバイス試験装置において試験装置本体とテストヘッド間に信号を伝送する場合のように、多数の周期の信号が混在し、2値信号のデータ値が一方の値（0又は1）に著しく片寄っているような事例にも、上首尾に適用することができる。

つまり、受信側では立上がり及び立下がりに関するタイミング信号として極性が互いに反転する光パルス対を受光するだけであるので、識別レベルがデータ値の片寄った側にずれてタイミングの誤りが生じたり、データ値の誤りが発生することはない。また、長時間固定されたDC的なデータ値についても正確に識別することができる。

このように、2値の電気信号の立上がり及び立下がりエッジを検出し、各エッジの検出に対応して極性反転パルス対を生成し、半導体レーザを駆動する従来の駆動回路の一例を図32に示す。

この駆動回路は、一方の入力端子に伝送すべき2値の電気信号が入力されるオア（OR）回路300と、上記伝送すべき2値の電気信号を極性反転する第1の反転回路（インバータ）301と、この反転回路301からの出力信号を所定時間だけ遅延させて上記OR回路300の他方の入力端子並びにアンド（AND）回路303の一方の入力端子にそれぞれ供給する第1の遅延回路302と、この遅延回路302からの出力信号を極性反転する第2の反転回路（インバータ）304と、この反転回路304の出力信号を所定時間だけ遅延させて上記AND回路303の他方の入力端子に供給する第2の遅延回路305とを具備する。なお、OR回路300とAND回路303の出力信号はそれぞれ極性が反転されて半導

体レーザ 3 1 2 に供給される。

上記構成の駆動回路によれば、図 3 3 に示すように、入力された 2 値の電気信号の立上がり及び立下がりエッジ (a) ~ (c) から、正論理のパルス波形 (d) と負論理のパルス波形 (e) が生成され、これらパルス波形が加算されて極性が互いに反転する極性反転パルス対 (f) が生成されることが容易に理解できる。半導体レーザ 3 1 2 はこの極性反転パルス対 (f) に基づいて駆動され、図 3 1 の下段に示したような極性が互いに反転する光パルス対を発生することになる。

しかし、2 値の入力電気信号の立上がり及び立下がりエッジ (a) ~ (c) から生成された正論理のパルス波形 (d) 及び負論理のパルス波形 (e) を加算して極性反転パルス対 (f) を生成する場合、この極性反転パルス対の極性反転部は正論理のパルス波形 (d) 及び負論理のパルス波形 (e) の 2 つのパルス波形の継ぎ目となる。このため、上記従来技術の駆動回路では、高い精度が要求される極性反転パルス対の極性反転部が不連続なエッジとなる場合があり、タイミング精度が劣化する恐れがあった。

発明の開示

この発明の第 1 の目的は、上記従来技術の問題点を克服した光伝送システム及び光伝送方法を提供することである。

この発明の第 2 の目的は、タイミング精度が高く、しかも、周期が不定で直流成分が存在するような信号をも高い精度で高速に光伝送することができる光伝送システム及び光伝送方法を提供することである。

この発明の第 3 の目的は、上記光伝送システム又は光伝送方法を適用した半導体デバイス試験装置を提供することである。

この発明の第 4 の目的は、温度変動があっても受信側に伝送される信号にジッタが発生することのない光パルス信号伝送方法を提供することである。

この発明の第 5 の目的は、上記光パルス信号伝送方法を適用した光パルス検出方法を提供することである。

この発明の第 6 の目的は、極性が互いに反転する極性反転パルス対の極性反転部が不連続なエッジとならないようにした伝送波形変換方法を提供することである。

る。

この発明の第7の目的は、極性が互いに反転する極性反転パルス対の極性反転部が不連続なエッジとならない、かつタイミング精度の高い光強度変調装置を提供することである。

この発明の第8の目的は、上記光強度変調装置を用いた光伝送システム及び半導体デバイス試験装置を提供することである。

この発明の第1の面によれば、送信側に、伝送すべき信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1及び第2のエッジ検出手段と、前記第1のエッジ検出手段による立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生する第1の伝送用パルス発生手段と、前記第2のエッジ検出手段による立下がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の伝送用パルス発生手段と、前記第1の伝送用パルス信号に基づいて第1の光強度変調信号を生成する第1の光強度変調手段と、前記第2の伝送用パルス信号に基づいて第2の光強度変調信号を生成する第2の光強度変調手段とを具備し、受信側に、前記第1の光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した第1の受信信号を得る第1のAC結合受信手段と、前記第2の光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した第2の受信信号を得る第2のAC結合受信手段と、前記第1の受信信号から立上がりタイミングを識別する第1の識別手段と、前記第2の受信信号から立下がりタイミングを識別する第2の識別手段と、前記識別された立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき信号の波形に関する立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する信号再生手段とを具備する光伝送システムが提供される。

前記第1の識別手段は、前記第1の受信信号の極性が反転するタイミングを立上がりタイミングとして識別し、前記第2の識別手段は、前記第2の受信信号の極性が反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別する。

また、前記第1の識別手段は、立上がりタイミング識別の基準となる立上がり識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上

がり識別開始レベルとに基づいて、前記第1の受信信号の立上がり前記立上がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ動作状態とされ、この動作状態中に前記第1の受信信号が前記立上がり識別基準レベルを横切った時点を立て上がりタイミングとして識別し、前記第2の識別手段は、立下がりタイミング識別の基準となる立下がり識別基準レベルと、立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、前記第2の受信信号の立下がり前記立下がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ動作状態とされ、この動作状態中に前記第2の受信信号が前記立下がり識別基準レベルを横切った時点を立て上がりタイミングとして識別する。

前記信号再生手段は、前記第1の識別手段にて識別された立上がりタイミングをセット信号とし、前記第2の識別手段にて識別された立下がりタイミングをリセット信号とする非同期SRフリップフロップ回路により構成されている。

この発明の第2の面によれば、送信側に、伝送すべき信号波形から立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1及び第2のエッジ検出手段と、前記第1のエッジ検出手段による立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生する第1の伝送用パルス発生手段と、前記第2のエッジ検出手段による立下がりエッジ検出タイミングを境として、前記第1の伝送用パルス信号とは互いに極性が反転した関係にある、極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の伝送用パルス発生手段と、前記第1及び第2の伝送用パルス信号に基づいて光強度変調信号を生成する光強度変調手段とを具備し、受信側に、前記光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、前記受信信号から、前記極性反転の関係に基づいて、前記第1及び第2の伝送用パルス信号に関係する信号を区別するとともに、立上がりタイミング及び立下がりタイミングを識別する識別手段と、前記立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて、前記伝送すべき信号の波形に関係する立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する信号再生手段とを具備する光伝送システムが提供される。

前記識別手段は、前記受信信号のうち前記第1の伝送用パルス信号に関係する

信号の極性が正極性から負極性へ反転するタイミングを立上がりタイミングとして識別する第1の識別回路と、前記受信信号のうち前記第2の伝送用パルス信号に関係する信号の極性が負極性から正極性へ反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別する第2の識別回路とからなる。

また、タイミング識別の基準となる識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上がり識別開始レベル及び立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、立上がりタイミングを識別する際は、前記受信信号の立上がりが前記立上がり識別開始レベルを横切った時点で前記第1の識別手段が一定の時間だけ動作状態とされると同時に、前記第2の識別手段が動作不能状態とされ、第1の識別手段が動作状態中に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点而立上がりタイミングとして識別し、立下がりタイミングを識別する際は、前記受信信号の立下下がりが前記立下がり識別開始レベルを横切った時点で前記第2の識別手段が一定の時間だけ動作状態とされると同時に、前記第1の識別手段が動作不能状態とされ、第2の識別手段が動作状態中に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点而立下がりタイミングとして識別する。

前記信号再生手段は、前記識別手段にて識別された立上がりタイミング、立下がりタイミングをそれぞれセット信号、リセット信号とする非同期SRフリップフロップ回路により構成されている。

この発明の第3の面によれば、請求の範囲第1項乃至第8項のいずれか1項に記載の光伝送システムを備え、2値信号を送出する試験装置本体と前記2値信号を受信するテストヘッドとが光ファイバにより接続され、前記試験装置本体と前記テストヘッドとの間において前記光伝送システムを用いた光伝送が行われる半導体デバイス試験装置が提供される。

この発明の第4の面によれば、伝送すべき信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジを検出し、これらエッジの検出タイミングを境にして立上がりタイミング及び立下がりタイミングを示すタイミング信号を光伝送ライン上に送出する送信工程と、前記光伝送ライン上に送出されたタイミング信号を受信し、この受信信号の立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき

信号波形に係る立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する受信工程とを有する光伝送方法が提供される。

この発明の第5の面によれば、伝送すべき信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1の工程と、前記立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生するとともに、前記立下がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の工程と、前記第1の伝送用パルス信号に基づいて第1の光強度変調信号を生成すると共に、前記第2の伝送用パルス信号に基づいて第2の光強度変調信号を生成し、これら変調信号を別々に光伝送ライン上に送出する第3の工程と、前記第1及び第2の光強度変調信号をそれぞれ受信して、それらの交流成分のみを取り出した第1及び第2の受信信号を得る第4の工程と、前記第1の受信信号から立上がりタイミングを識別すると共に、前記第2の受信信号から立下がりタイミングを識別し、この識別した立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき信号波形に係る立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する第5の工程と、を有する光伝送方法が提供される。

前記第5の工程における立上がりタイミング及び立下がりタイミングの識別を、前記第1の受信信号の極性が反転するタイミングを立上がりタイミングとし、前記第2の受信信号の極性が反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別することにより行う。

また、立上がりタイミングを識別する場合には、立上がりタイミング識別の基準となる立上がり識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上がり識別開始レベルとに基づいて、前記第1の受信信号の立上がり前記立上がり識別開始レベルを横切った時点から一定時間内に前記第1の受信信号が前記立上がり識別基準レベルを横切った時点を立上がりタイミングとして識別し、立下がりタイミングを識別する場合には、立下がりタイミング識別の基準となる立下がり識別基準レベルと、立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、前記第2の受信信号の立下がり前記立下がり識別開始レベルを横切った時点から一定時間内に前記第

2の受信信号が前記立下がり識別基準レベルを横切った時点を立下がりタイミングとして識別する。

この発明の第6の面によれば、伝送すべき信号波形から立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1の工程と、前記立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生すると共に、前記立下がりエッジ検出タイミングを境として、前記第1の伝送用パルス信号とは互いに極性が反転した関係にある、極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の工程と、前記第1及び第2の伝送用パルス信号に基づいて光強度変調信号を生成し、この変調信号を光伝送ライン上に送出する第3の工程と、前記光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得る第4の工程と、前記受信信号から、前記極性反転の関係に基づいて前記第1及び第2の伝送用パルス信号に関係する信号を区別すると共に、立上がりタイミング及び立下がりタイミングを識別し、この識別した立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき信号波形に関係する立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する第5の工程とを有する光伝送方法が提供される。

前記第5の工程における立上がりタイミング及び立下がりタイミングの識別を、前記受信信号のうち前記第1の伝送用パルス信号に関係する信号の極性が正極性から負極性へ反転するタイミングを立上がりタイミングとし、前記受信信号のうち前記第2の伝送用パルス信号に関係する信号の極性が負極性から正極性へ反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別する。

また、タイミング識別の基準となる識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上がり識別開始レベル及び立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、立上がりタイミングを識別する場合には、前記受信信号の立上がりが前記立上がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ立上がりタイミングの識別が行われるようにすると同時に、立下がりタイミングの識別が行われないようにし、この時間内に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点を立上がりタイミングとして識別し、立下がりタイミングを識別する場合には、前記受信信号の

立下がり前記立下がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ立下がりタイミングの識別が行なわれるようにすると同時に、立上がりタイミングの識別が行なわれないうようにし、この時間内に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点立下がりタイミングとして識別する。

この発明の第7の面によれば、送信側に設けた発光素子に電気パルスを与え、この電気パルスにより発光素子から光パルスを発光させ、この光パルスを光学伝送路を通じて受信側に伝送し、受信側に設けた受光素子によって電気パルスに変換し、この電気パルスを受信信号として取り込む光パルス伝送方法において、上記送信側において、上記発光素子に与える電気パルスを直流バイアス電流を中心に正と負に对称に変化する正負対称波形信号とし、光伝送路上の光の平均値を一定値に維持させることを特徴とする光パルス伝送方法が提供される。

上記第7の面においては、受信側で受信した正負対称波形信号の検出点を上記バイアス電流値を横切るゼロクロス点に規定する。

この発明の第8の面によれば、送信側に設けた発光素子に電気パルスを与え、この電気パルスにより発光素子から光パルスを発光させ、この光パルスを光学伝送路を通じて受信側に伝送し、受信側に設けた受光素子によって電気パルスに変換し、この電気パルスを受信信号として取り込む光パルス伝送方法において、上記送信側において、上記発光素子に与える電気パルスを前縁側及び後縁側の双方において、直流バイアス電流値を中心に正と負に对称に変化する正負対称波形信号とし、パルス幅が長いパルスを伝送しても上記光伝送路上の光の平均値を一定値に維持させることを特徴とする光パルス伝送方法が提供される。

上記第8の面においては、受信側の受信検出点を上記前縁側及び後縁側で発生する正負対称波形信号の何れか一方のゼロクロス点によって規定する。

また、受信側に上記直流バイアス電流値に対応する直流電圧を発生する平滑化回路を設け、この平滑化回路で発生する直流電圧をヒステリシス特性を持つ電圧比較器の基準電圧として供給し、この基準電圧を中心に上記ヒステリシス特性のヒステリシス幅を越える電位変化を受信信号として検出し、上記電圧比較器から出力させる。

この発明の第9の面によれば、デジタル入力信号を、この入力信号の立上りが

り又は立下がりのタイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対よりなる伝送波形に変換する伝送波形変換方法であって、前記デジタル入力信号から、この入力信号と波形が等しい第1の波形と、前記第1の波形より一定時間分の遅延を有し、振幅が前記第1の波形の2倍で、波形が前記デジタル入力信号に対して負論理の関係にある第2の波形と、前記第2の波形より一定時間分の遅延を有し、前記第1の伝送波形と波形が等しい第3の波形をそれぞれ生成し、前記第1乃至第3の波形を重ね合せることにより前記極性が互いに反転する極性反転パルス対を生成することを特徴とする伝送波形変換方法が提供される。

この発明の第10の面によれば、発光手段と、デジタル入力信号に応じて前記発光手段を駆動する駆動手段とを有する光強度変調装置において、前記駆動手段は、前記デジタル入力信号と波形が等しい第1の電流波形を形成する第1の電流スイッチ手段と、前記第1の波形に対して一定時間分の遅延を有し、振幅が前記第1の波形の2倍で、波形が前記デジタル入力信号に対して負論理の関係にある第2の電流波形を形成する第2の電流スイッチ手段と、前記第2の波形に対して一定時間分の遅延を有し、前記第1の電流波形と波形が等しい第3の電流波形を形成する第3の電流スイッチ手段とを有し、前記第1乃至第3の電流波形を加算した電流波形で前記発光素子を駆動する光強度変調装置が提供される。

前記第1乃至第3の電流スイッチ手段のそれぞれは、ベースに前記デジタル入力信号の反転入力が接続された第1のトランジスタと、ベースに前記デジタル入力信号の入力が接続された第2のトランジスタとを備え、これら第1及び第2のトランジスタのエミッタが電流源に共通に接続されており、前記第1及び第3の電流スイッチ手段を構成する第1のトランジスタのコレクタと、前記第2の電流スイッチ手段を構成する第2のトランジスタのコレクタとが共通に電源供給ラインに接続されて第1の出力が形成され、前記第1及び第3の電流スイッチ手段を構成する第2のトランジスタのコレクタと、前記第2の電流スイッチ手段を構成する第1のトランジスタのコレクタとが共通に接続されて第2の出力が形成され、前記第2の電流スイッチ手段は、電流源が他の電流スイッチ手段の電流源の2倍の電流を供給するように構成されている。

また、前記第2の電流スイッチ手段は、第1のトランジスタのコレクタの入力

ラインに第1の遅延回路が設けられ、第2のトランジスタのコレクタの入力ラインに第2の遅延回路が設けられ、前記第3の電流スイッチ手段は、第1のトランジスタのコレクタの入力ラインに前記第1の遅延回路及び第3の遅延回路が直列に設けられ、第2のトランジスタのコレクタの入力ラインに前記第2の遅延回路及び第4の遅延回路が直列に設けられている。

また、前記第1乃至第3の電流スイッチ手段の電流源はそれぞれ電流調整用抵抗を有し、第1及び第3の電流スイッチ手段の電流源の電流調整用抵抗の抵抗値が等しく、第2の電流スイッチ手段の電流源の電流調整用抵抗の抵抗値が他の電流スイッチ手段の電流源の電流調整用抵抗の抵抗値の2分の1となるように設定されている。

この発明の第11の面によれば、送信側に、請求の範囲第23項乃至第26項のいずれか1項に記載の光強度変調装置を備え、受信側に、前記光強度変調装置によって光強度変調された信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、前記受信信号から、前記極性が反転する関係に基づいて、伝送前のデジタル入力信号の立上がりタイミング及び立下がりタイミングを再現する信号再生手段とを具備する光伝送システムが提供される。

この発明の第12の面によれば、試験装置本体とテストヘッドが光ファイバで接続され、前記試験装置本体側に、請求の範囲第23項乃至第26項のいずれか1項に記載の光強度変調装置を備え、前記テストヘッド側に、前記光強度変調装置によって光強度変調された信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、前記受信信号から、前記極性が反転する関係に基づいて、伝送前のデジタル入力信号の立上がりタイミング及び立下がりタイミングを再現する信号再生手段とを具備する半導体デバイス試験装置が提供される。

この発明の第13の面によれば、試験装置本体とテストヘッドが光ファイバで接続され、前記テストヘッド側に、請求の範囲第23項乃至第26項のいずれか1項に記載の光強度変調装置を備え、前記試験装置本体側に、前記光強度変調装置によって光強度変調された信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、前記受信信号から、前記極性が反転する関係

に基づいて、伝送前のデジタル入力信号の立上がりタイミング及び立下がりタイミングを再現する信号再生手段とを具備する半導体デバイス試験装置が提供される。

この発明では無信号時でも一定の、しかも発光素子の発光開始点を与える閾値より大きい値を持つバイアス電流を発光素子に与え、発光素子を一定の発光量で発光させる。これと共に送り出そうとするパルスの極性とは逆極性のパルスが付加して、バイアス電流を中心に正と負に对称に振れる正負対称波形信号を生成させ、この正負対称波形信号によって発光素子を駆動する光パルス伝送方法を提案するものである。

さらに、この発明では受信側において、送信側から送られてくるバイアス電流に対応する電圧を信号の検出閾値として利用する光パルス検出方法をも提案する。

従って、この発明による光パルス伝送方法及び光パルス検出方法を採用することにより、送信側で温度変動により発光素子の注入電流対出力光パワー特性が変動しても、発光素子に流れるバイアス電流が変動し、このバイアス電流の変動が光の直流分として受信側に伝送される。

受信側では送られて来た光の直流分をバイアス電圧として再生し、さらにこのバイアス電圧を基準電圧としてヒステリシス特性を持つ電圧比較器に与え、電圧比較器により正負に振れる正負対称波形信号の立上り及び立下りの変化点を検出する構成としたから、バイアス電圧が変動しても正負対称波形信号の検出点は時間方向に移動することはない。

その結果、この発明によれば、送信側で発光素子に温度変化が与えられ、発光素子の注入電流対出力光パワー特性が変動しても受信側で検出されるパルスの検出点は変動しない。つまり、ジッタの発生を阻止することができる。よって多チャンネルを使ってデータを伝送する装置にこの発明を適用することにより、各チャンネル間で信号にタイミング誤差が発生することがなく、正しいタイミングでデータを受授できる利点が得られる。

図面の簡単な説明

図1はこの発明の第1の実施例の光信号伝送システムの概略構成を示すブロッ

ク図である。

図2は図1に示す回路の動作説明図である。

図3は図1に示した光信号伝送システムの具体的な回路構成の一例を示すブロック図である。

図4はこの発明の第1の実施例の光信号伝送システムを適用した半導体デバイス試験装置の概略構成を示すブロック図である。

図5(a)～(d)は、立上がりタイミング及び立下がりタイミングを示す極性が互いに反転するパルス対の数例を示す波形図である。

図6はこの発明の第2の実施例の光信号伝送システムの概略構成を示すブロック図である。

図7は図6に示した光信号伝送システムの回路動作を説明するための波形図である。

図8は図6に示した光信号伝送システムの具体的な回路構成の一例を示すブロック図である。

図9はこの発明の第2の実施例の光信号伝送システムを適用した半導体デバイス試験装置の概略構成を示すブロック図である。

図10はこの発明の第3の実施例の光パルス送信装置の一具体例を示す回路図である。

図11は図10の光パルス送信装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

図12はこの発明の第3の実施例の光パルス検出回路の一具体例を示す回路図である。

図13は図12の光パルス検出回路の動作を説明するためのタイミングチャートである。

図14はこの発明の第3の実施例の光パルス送信装置の他の具体例を示す回路図である。

図15は図14の光パルス送信装置の動作を説明するための波形図である。

図16はこの発明の第3の実施例の光パルス送信装置のさらに他の具体例を示す回路図である。

図17は図16の光パルス送信装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

図18はこの発明の第4の実施例の光強度変調装置の一具体例を示す回路図である。

図19は図18の光強度変調装置を使用した光伝送システムの一例を示すブロック図である。

図20は図19の光伝送システムの動作を説明するための波形図である。

図21は図18の光強度変調装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

図22はこの発明の第4の実施例の光強度変調装置の他の具体例を示す回路図である。

図23は従来の光パルス伝送システムの一例の概略構成を示すブロック図である。

図24は図23に示した発光素子の注入電流対出力光パワー特性の一例を説明するための特性曲線図である。

図25は図23に示す従来の光パルス伝送システムで伝送されたパルスの波形を説明するための波形図である。

図26は従来の光伝送システムに使用されている光強度変調装置の一例を示す回路図である。

図27は固定識別レベルで2値信号を識別した場合のデータ及びタイミングの誤りを説明するためのタイミングチャートである。

図28は発光素子の発光遅延時間と光強度の関係を示す特性図である。

図29はオフセット光からの光強度変調を説明するための波形図である。

図30はAC結合方式による2値信号の識別動作を説明するためのタイミングチャートである。

図31は2値の電気信号の立上り及び立下がりエッジに応じた極性反転パルス対でこの信号を光伝送する方法を説明するためのタイミングチャートである。

図32は従来の光伝送システムに使用されている光強度変調装置の他の例を示すブロック図である。

図33は図32に示す光強度変調装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の実施例について添付図面を参照して詳細に説明する。

図1はこの発明による光信号伝送システムの第1の実施例の構成を概略的に示すブロック図である。この光信号伝送システムは、送信側装置Tと、受信側装置Rと、これら両装置T及びR間を接続する光ファイバ6とによって構成されている。

送信側装置Tは、立上がりエッジ検出回路1と、伝送用パルス発生回路2と、光強度変調回路3とを備え、受信側装置Rは、AC結合受信回路4と、識別回路5とを備えている。

この光信号伝送システムにおいて伝送される信号は2値のデータではなくて2値信号の波形の立上がりのエッジ、即ち、伝送信号の立上がりの振幅値（レベル）が予め定められた振幅値（レベル）を越える時点を指示するタイミング信号である。なお、図1に示した実施例では、説明を簡単化するために、立上がりエッジのみが伝送される構成を示したが、実際には、図に点線で示すように、2値信号の波形の立下りのエッジを伝送する同様の回路構成を含んでおり、波形の立上がりエッジ及び立下りエッジをそれぞれ伝送する2系統の回路構成になっている。

図2は図1に示す種々の回路の動作を説明するためのタイミングチャートであり、一例として波形の立上がりのエッジ（立上がりエッジの振幅値が50%を越える時点のタイミング）を検出し、伝送する場合の波形を示す。以下、図2を参照して各回路の動作を具体的に説明する。

立上がりエッジ検出回路1は、通常、論理回路等によって構成され、伝送波形（伝送しようとする信号の波形を言う）の立上がりのエッジ（タイミング）を検出して立上がり信号（a）を生成するものである。

伝送用パルス発生回路2は、立上がりエッジ検出回路1から出力される立上がり信号（a）の立上がりのタイミングに基づいて、対応する正極性のパルス信号

に続けて極性の反転した負極性のパルス信号を生成して、立上がりのタイミングを境にして互いに極性の反転したパルス対を発生し、これを伝送用パルス信号 (b) として出力する。

この伝送用パルス信号 (b) としては、その形状やパルス幅が元の伝送信号の波形の最小のパルス間隔よりも十分に短いものを用いる必要がある。言い換えれば、この伝送用パルス信号 (b) のパルス幅によって元の伝送信号の波形の最小パルス間隔が制限されることになる。なお、この伝送用パルス信号 (b) は、発生される際にある遅延を受けて、図に点線で示すように遅延したパルス (e) になっても、この遅延が常に一定で既知の値であれば、受信側ではタイミング信号として問題なく使用できる。

光強度変調回路 3 は伝送用パルス発生回路 2 から発生された伝送用パルス信号 (b) に基づいて駆動され、従来から使用されている、オフセット光に光強度変調を行なう変調方法を用いて発光素子 (図示せず) を駆動し、伝送用パルス信号波形の立上がりエッジの振幅値が予め定められた値を越えるタイミングで互いに極性の反転した光パルス対を光強度信号 (c) として出力する。この光強度信号 (c) は光ファイバ 6 を介して受信側装置 R に伝送される。

A C 結合受信回路 4 は、受信した光強度信号 (c) を従来から使用されている A C 結合の方法により検出する回路であり、図 2 の最下段に示す受信信号 (d) のような信号が検出される。ここで、受信される光強度信号 (c) は立上がりエッジを境にして極性が互いに反転する伝送用パルス信号 (b) に基づいて変調された光パルス信号であるので、常に両極性のパルスが存在し、従って、検出される受信信号 (d) は片方の極性に片寄ったパルスを多く含むというようなことはない。

識別回路 5 は、A C 結合受信回路 4 にて検出された受信信号 (d) から立上がりエッジ (予め定められた振幅値を越えるタイミング) を識別する。この立上がりタイミングの識別では、タイミング識別の基準となる識別レベル L 1 (図 2 参照) と、予めノイズと信号が分離できる程度の、十分に低いレベルに設定された、識別動作開始のタイミングを与える識別開始レベル L 2 (図 2 参照) とに基づいて、次のような識別動作が行われる。

受信信号 (d) の立上がりエッジが識別開始レベル L 2 を横切った時点 A で瞬間的に識別回路 5 を作動し、一定の遅延時間内に識別レベル L 1 を横切った時点 B を識別してタイミングパルスが発生する。つまり、立上がりエッジが識別開始レベル L 2 を横切った時点 A からパルス幅に相当する程度の時間だけ識別回路 5 の作動状態を保ち、受信信号 (d) が識別レベル L 1 を横切った時点 B を識別タイミングと決定し、タイミングパルスが発生する。この識別動作によれば、パルスが存在しないときには識別回路 5 は作動しないから、ノイズによる低レベルの揺らぎを誤ってパルスと識別してしまうことはない。

なお、受信信号 (d) から立下がりエッジを識別する動作も同様にして実行できることは明白であるので、ここではその説明を省略する。

上記のように構成された光信号伝送システムでは、立上がり側の識別回路から発生されたタイミングパルス (立上がりタイミング) を、例えば非同期 RS (セッターリセット) フリップフロップ回路のセット信号として用いれば、立上がりエッジが再現でき、さらに、立下がり側の識別回路から同様に発生されたタイミングパルス (立下がりタイミング) をリセット信号として用いれば、立下がりエッジが再現できる。よって、これら再現されたエッジより元の 2 値の伝送信号波形を再現することができる。

以上のように、第 1 の実施例では、伝送したい信号波形の立上がり・立下がりタイミングをそれぞれ別々に取り扱い、それぞれのタイミングに基づいて各タイミングを境にして極性が互いに反転するパルス対よりなる伝送パルス信号に変換し、この伝送パルス信号に基づいてオフセット光を強度変調して極性反転光パルス対を光強度信号として受信側装置へ伝送し、受信側装置では、伝送された光強度信号を AC 結合受信し、パルスが存在する場合にのみ識別回路を動作させることにより立上がり・立下がりの識別タイミングを検出し、得られた立上がり・立下がりのタイミング信号から元の伝送信号波形を電氣的に再現するように構成されている。

従って、例えば半導体デバイス試験装置の試験装置本体とテストヘッドとの間において伝送される信号のように、多数の周期が混在し、伝送される 2 値データ値が一方の値 (0 又は 1) に著しく片寄っている信号でも、信号波形の立上がり・

立下がりタイミングをそれぞれ別々に伝送することで、高速の、かつ精度の高い光伝送が可能となる。

次に、上述した光信号伝送システムを実現する具体的な回路構成について説明する。ただし、以下に説明する回路構成は、本伝送システムを実現する回路構成の一例であり、本発明の構成を限定するものではない。

図3は、図1に示した光信号伝送システムの具体的な回路構成の一例を示すブロック図である。送信側装置Tには、立上がりエッジ検出回路11a、伝送用パルス発生回路12a、バイアス固定LD駆動回路13aからなる第1の送信回路（立上がりエッジ送信回路）と、立下がりエッジ検出回路11b、伝送用パルス発生回路12b、バイアス固定LD駆動回路13bからなる第2の送信回路（立下がりエッジ送信回路）とが設けられ、受信側装置Rには、第1の送信回路から光ファイバを介して送出された光信号を受信するAC結合受信回路14a、このAC結合受信回路14aから出力される受信信号のAC成分から立上りのタイミングを検出する識別回路15aからなる第1の受信回路（立上がりエッジ受信回路）と、第2の送信回路から光ファイバを介して送出された光信号を受信するAC結合受信回路14b、このAC結合受信回路14bから出力される受信信号のAC成分から立下りのタイミングを検出する識別回路15bからなる第2の受信回路（立下がりエッジ受信回路）と、識別回路15aの出力をセット信号とし、識別回路15bの出力をリセット信号とする非同期RSフリップフロップ16とが設けられている。

立上がり及び立下がりエッジ検出回路11a及び11b、伝送用パルス発生回路12a及び12b、AC結合受信回路14a及び14bは上述の図1に示した対応する回路と同様の回路構成を有し、かつ同様の動作を行なうものであるため、ここではそれらの説明を省略する。

受信側のバイアス固定LD駆動回路13a及び13bは発光素子であるレーザダイオード（図示せず）を駆動する回路であり、伝送用パルス発生回路12a及び12bが発生する、立上がり及び立下りのタイミングを境にして極性が互いに反転するパルス対を駆動信号としてレーザダイオードを駆動し、光強度変調信号を発生させる。このバイアス固定LD駆動回路13a及び13bを使用して光

強度変調信号を生成する際には、予めバイアス電流をレーザダイオードに印加して常にレーザダイオードを発光させておき（オフセット光）、駆動信号に応じた変調をレーザダイオードの駆動電流に加えるといった従来からの手法が用いられる。

識別回路15aはタイミング識別用の比較器150a、この比較器150aを動作させるか否かを判別するための比較器151a、遅延調整回路152a、遅延・時定数調整回路153a及び154aから構成されている。同様に、識別回路15bはタイミング識別用の比較器150b、この比較器150bを動作させるか否かを判別するための比較器151b、遅延調整回路152b、遅延・時定数調整回路153b及び154bから構成されている。これら識別回路15a及び15bは共に同じ回路構成を有しているため、以下においては識別回路15aの構成についてのみ説明し、識別回路15bの説明は省略する。

識別回路15aにおいては、AC結合受信回路14aの出力が分岐され、その一方が比較器151aの一方の入力端子に、他方が遅延調整回路152aを介して比較器150aの一方の入力端子にそれぞれ供給される。比較器151aの他方の入力端子には識別開始基準電圧が入力されており、この識別開始基準電圧とAC結合受信回路14aからの入力電圧とを比較することにより、比較器150aを動作させるか否かを決定する。この比較器151aの出力は遅延・時定数調整回路153aを介して比較器150aのイネーブル(Enable)信号入力端子に入力され、比較器150aの動作を制御できるようになっている。

比較器150aの他方の入力端子は接地されており、接地電位とAC結合受信回路14aから遅延調整回路152aを介して供給される入力電圧とを比較することにより、立上がりのタイミングを判別する。この比較器150aの出力は遅延・時定数調整回路154aを介して非同期RSフリップフロップ16のS（セット）端子に入力される。なお、ここでは説明を省略したが、非同期RSフリップフロップ16のR（リセット）端子には、識別回路15bの比較器150bの出力が遅延・時定数調整回路154bを介して入力される。

次に、図3に示す回路構成の光信号伝送システムの動作について説明する。立上がり及び立下がりエッジ検出回路11a及び11bに2値のデジタル信号波

形（伝送信号波形）が入力されると、立上がりエッジ検出回路11aは入力された伝送信号波形の立上がりエッジを検出し、立下がりエッジ検出回路11bは入力された伝送信号波形の立下がりエッジを検出する。

立上がりエッジ検出回路11aで検出された伝送信号波形の立上がりエッジは伝送用パルス発生回路12aに供給され、この伝送用パルス発生回路12aは、入力された立上がりエッジのタイミングを境にして互いに極性の反転したパルス対を生成する。同様に、伝送用パルス発生回路12bは、入力された立下がりエッジのタイミングを境にして互いに極性の反転したパルス対を生成する。

バイアス固定LD駆動回路13aは、伝送用パルス発生回路12aから供給される極性反転パルス対を駆動信号としてレーザダイオードを駆動する。これによって駆動信号に応じた変調がレーザダイオードの駆動電流に加えられ、レーザダイオードから光強度変調信号が発生される。同様に、バイアス固定LD駆動回路13bは、伝送用パルス発生回路12bから供給される極性反転パルス対を駆動信号としてレーザダイオードを駆動し、レーザダイオードから光強度変調信号を発生させる。

バイアス固定LD駆動回路13a及び13bによる対応するレーザダイオードの駆動により発生された光強度変調信号はそれぞれ、光ファイバを介して送信側装置へ伝送され、対応するAC結合受信回路14a及び14bにてそれぞれ受信される。

光強度変調信号を受信すると、各AC結合受信回路14a及び14bは、受信した光強度変調信号の交流成分のみを電気信号に変換する。これによって元の極性反転パルス対が生成され、これが受信信号として出力される。これらAC結合受信回路14a及び14bから出力された受信信号は識別回路15a及び15bに入力される。

識別回路15aに入力された受信信号はまず、比較器151aに入力される。比較器151aは入力された受信信号の電圧と識別開始基準電圧とを比較することにより、パルスが入力されたことを検知し、パルス状の信号を出力する。このパルス状の出力信号は、遅延・時定数調整回路153aで十分なパルス幅の信号に加工され、比較器150aのイネーブル信号入力端子に入力される。イネーブ

ル信号が入力されると、比較器150aは動作を開始し、極性反転パルス対（受信信号）の中心部分、即ち、極性が反転するタイミングを識別し、この識別されたタイミングを示すパルス状の信号（タイミング信号）を出力する。

なお、識別回路15aは、比較器150aの一方の入力端子に極性反転パルス対（受信信号）が到達するよりも速く比較器151aが作動するように、遅延調整回路152aと遅延・時定数調整回路153aとによってこれら比較器150a及び151aへの極性反転パルス対（受信信号）の入力経路の遅延時間が調節されている。

比較器150aから出力されたタイミング信号は、遅延・時定数調整回路154aで十分なパルス幅の信号に加工された後、非同期RSフリップフロップ16のS（セット）端子に入力される。

上記と同様に、識別回路15bに受信信号が入力されると、この受信信号は比較器151bに入力される。比較器151bは入力された受信信号の電圧と識別開始基準電圧とを比較することにより、パルスが入力されたことを検知し、パルス状の信号を出力する。このパルス状の出力信号は、遅延・時定数調整回路153bで十分なパルス幅の信号に加工され、比較器150bのイネーブル信号入力端子に入力される。イネーブル信号が入力されると、比較器150bは動作を開始し、極性反転パルス対（受信信号）の中心部分、即ち、極性が反転するタイミングを識別し、この識別されたタイミングを示すパルス状の信号（タイミング信号）を出力する。

なお、識別回路15bは、比較器150bの一方の入力端子に極性反転パルス対（受信信号）が到達するよりも速く比較器151bが作動するように、遅延調整回路152bと遅延・時定数調整回路153bとによってこれら比較器150b及び151bへの極性反転パルス対（受信信号）の入力経路の遅延時間が調節されている。

比較器150bから出力されたタイミング信号は、遅延・時定数調整回路154bで十分なパルス幅の信号に加工された後、非同期RSフリップフロップ16のR（リセット）端子に入力される。

上述のようにして識別回路15a及び15bからセット信号及びリセット信号

が非同期RSフリップフロップ16に入力されると、この非同期RSフリップフロップ16は、セット信号の入力によって論理「1」に立上がり、これによって元の伝送信号波形の立上がりエッジを再現し、リセット信号の入力によって論理「0」に立下がり、これによって元の伝送信号波形の立下がりエッジを再現する。この回路では、立上がりタイミング伝送用と立下がりタイミング伝送用の2つの伝送・処理経路の間に生じる不要な時間差を遅延・時定数調整回路154a及び154bによって補償しており、これにより非同期RSフリップフロップ16にて再現された伝送信号波形は伝送前と同じ極性及びタイミングの2値信号となる。

以上説明した光信号伝送システムの回路構成は半導体デバイス試験装置にも適用することができる。次に、上記回路構成の光信号伝送システムを適用した半導体デバイス試験装置について図4及び図5を参照して具体的に説明する。

図4に示すように、試験装置本体側に立上がり及び立下がりエッジ検出回路11a及び11b（図示せず）、伝送用パルス発生回路12a及び12b、バイアス固定LD駆動回路13a及び13bから構成される送信部を設け、テストヘッド側にAC結合受信回路14a及び14b、識別回路15a及び15b、非同期RSフリップフロップ16から構成される受信部を設けて、これら送信部と受信部の間を光ファイバを用いて接続する。

この構成によれば、半導体デバイス試験装置の試験装置本体とテストヘッドとの間において伝送される、多数の周期が混在し、かつ伝送される2値データが一方の値（0又は1）に著しく片寄っている信号は、送信部においてその信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジのみが予め定められた振幅値（レベル）を横切るタイミングを示す極性反転パルス対よりなる伝送パルス信号に変換されて伝送され、受信部では識別した立上がり及び立下がりタイミングから元の伝送信号波形を電氣的に再現するので、極性及びタイミング誤りを生じることはなく、信号再生を行うことができる。

なお、半導体デバイス試験装置では、試験装置本体において発生される2値信号は立上がりエッジと立下がりエッジに分かれているので、図4には図示していないように、試験装置本体側から立上がり及び立下がりエッジ検出回路11a及び11bを省くことができ、低コスト化を図ることができる。

以上説明した第1の実施例の光信号伝送システムにおいて、伝送信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジが予め定められた振幅値（レベル）を横切るタイミングを示す極性反転パルス対は、上述し、かつ図示したものに限定されるものではない。例えば立上がりタイミング用のパルス対と立下がりタイミング用のパルス対はそれらの極性が図5（a）～（d）に示すような関係にあるものを使用することができる。なお、図5（a）は上記第1の実施例で使用された極性反転パルス対と同じである。

上述した第1の実施例の光信号伝送システムにおいては、伝送したい信号波形の立上がり及び立下がりタイミングをそれぞれ別々に取り扱い、それぞれのタイミングを示す極性反転パルス対を伝送する2つの伝送経路を設けたが、立上がりタイミング及び立下がりタイミングを示す極性反転パルス対のそれぞれを、図5（b）及び（c）に示したような互いに極性が反転関係にあるパルス対として区別できるようにすれば、送信側と受信側との間の伝送経路を1つにすることができる。

以下、送信側と受信側との間の伝送経路を1つにしたこの発明の第2の実施例の光信号伝送システムについて図6乃至図8を参照して説明する。

図6はこの発明の第2の実施例である、伝送経路を1つにした光信号伝送システムの概略の構成を示すブロック図である。本実施例の光信号伝送システムは、送信側装置Tに立上がり及び立下がりエッジ検出回路21a及び21bと、伝送用パルス発生回路22a及び22bと、光強度変調回路23とを備え、受信側装置RにAC結合受信回路24と、識別回路25a及び25bとを備えている。そして、送信側装置Tと受信側装置Rとが1つの光ファイバ26により接続された構成となっている。

上記構成の光信号伝送システムは、伝送用パルス発生回路22a及び22bにおける極性反転パルス対の生成動作と、識別回路25a及び25bにおける立上がり及び立下がりタイミングの検出動作が異なる以外は、前述の第1の実施例のシステムと基本的に同じ動作をする。

図7は図6に示した光信号伝送システムの動作を説明するための波形図である。次に、この図7を参照して各回路の動作を具体的に説明する。

伝送用パルス発生回路22a及び22bは立上がり及び立下がりエッジ検出回路21a及び21bにて検出される立上がり信号(a)及び立下がり信号(b)のタイミングを境にして極性が互いに反転するパルス対よりなる伝送用パルス信号(c)及び(d)を発生する。この実施例では、伝送用パルス発生回路22aにて発生した伝送用パルス信号(c)と伝送用パルス発生回路22bにて発生した伝送用パルス信号(d)とは互いに極性が反転した関係になっており、どちらが立上がりタイミングを示し、どちらが立下がりタイミングを示すかが区別できるようになっている。

これら伝送用パルス信号は、その形状やパルス幅が元の伝送信号波形とは独立の関係にあり、かつ固定であり、パルス幅が元の伝送信号波形の最小パルス間隔より十分に短く、かつ元の伝送信号波形の最小パルス幅に対して互いが重ならないようになっている。言い換えると、各伝送用パルス信号の幅が、伝送可能な信号波形の最小パルス間隔及び最小パルス幅を制限することになる。

光強度変調回路23及びAC結合受信回路24は前述の図1に示したものと同様の構成のものであるが、この実施例では光強度変調回路23は伝送用パルス発生回路22a及び22bからの各伝送用パルス信号を入力とし、これら入力に基づいて極性反転光パルス対(光強度信号(e))を出力し、一方、AC結合受信回路4は伝送されて来た光強度信号を受信して受信信号(f)を出力する。

識別回路25aはAC結合受信回路4にて検出された受信信号(f)から立上がりタイミングを識別し、識別回路25bは受信信号(f)から立下がりタイミングを識別する。これら識別回路25a及び25bでは、タイミング識別の基準となる識別レベルL1と、ノイズと信号とが分離できる程度ではあるが振幅を十分に低く設定した立上がり識別開始レベルL2及び立下がり識別開始レベルL3とに基づいて、次のような識別動作が行われる。

立上がりタイミングを識別する場合には、受信信号(f)の立上がりエッジが識別開始レベルL2を横切った時点Aで識別回路25aを瞬間的に動作させると同時に、識別回路25bを瞬間的に動作不能にし、識別回路25aによって一定の遅延時間内に受信信号(f)の波形が識別レベルL1を横切った時点Bを識別し、この時点Bでタイミングパルスを発生させる。

立下がりタイミングを識別する場合には、受信信号 (f) の立下がりエッジが識別開始レベル L 3 を横切った時点 C で識別回路 2 5 b を瞬間的に動作させると同時に、識別回路 2 5 a を瞬間的に動作不能にし、識別回路 2 5 b によって一定の遅延時間内に受信信号 (f) の波形が識別レベル L 1 を横切った時点 D を識別し、この時点 D でタイミングパルスを発生させる。

上記識別動作によれば、受信信号 (f) の立上がりエッジが識別開始レベル L 2 を横切った時点 A から一定時間内は識別回路 2 5 b は動作不能状態にあるので、識別回路 2 5 a によって受信信号 (f) の波形が識別レベル L 1 を横切った時点 B を識別した後、識別回路 2 5 b がさらに、受信信号 (f) の波形が識別レベル L 3 を横切った時点 C' を誤って識別することはない。

同様に、受信信号 (f) の立下がりエッジが識別開始レベル L 3 を横切った時点 C から一定時間内は識別回路 2 5 a は動作不能状態にあるので、識別回路 2 5 b によって受信信号 (f) の波形が識別レベル L 3 を横切った時点 D を識別した後、識別回路 2 5 a がさらに、受信信号 (f) の波形が識別レベル L 1 を横切った時点 A' を誤って識別することはない。

なお、受信信号 (f) のうちのパルス (交流成分) のない間は、各識別回路 2 5 a 及び 2 5 b は共に動作状態にないから、ノイズによる低レベルの揺らぎを誤ってパルスと識別してしまうようなことはない。

上記のように構成された光信号伝送システムにおいては、識別回路 2 5 a から発生されるタイミングパルス (立上がりタイミシグ) を例えば非同期 R S フリップフロップ回路のセット信号として用いれば、立上がりエッジを再現することができ、さらに、立下がり側の識別回路 2 5 b から同様にして得られたタイミングパルス (立下がりタイミング) を非同期 R S フリップフロップ回路のリセット信号として用いれば、立下がりエッジを再現することができ、これにより元の 2 値の伝送信号波形を再現することができる。

次に、上述した第 2 の実施例の光信号伝送システムを実現する具体的な回路構成について説明する。ただし、以下に説明する回路構成は、本伝送システムを実現する回路構成の一例であり、本発明の構成を限定するものではない。

図 8 は、図 6 に示した光信号伝送システムの具体的な回路構成の一例を示すブ

ロック図である。この具体例では、送信側に、伝送信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジを検出する立上がり及び立下がりエッジ検出回路3 1 a及び3 1 b、これらエッジ検出回路3 1 a及び3 1 bの出力信号が入力される伝送用パルス発生回路3 2 a及び3 2 b、これら伝送用パルス発生回路3 2 a及び3 2 bの両出力信号を駆動信号とするバイアス固定LD駆動回路3 3が設けられる。

受信側にはAC結合受信回路3 4、このAC結合受信回路3 4の出力をそれぞれ入力とする識別回路3 5 a及び3 5 b、識別回路3 5 aの出力信号をセット信号とし、識別回路3 5 bの出力信号をリセット信号とする非同期RSフリップフロップ3 6が設けられ、これら送信側及び受信側間が光ファイバによって接続された構成となっている。

立上がり及び立下がりエッジ検出回路3 1 a及び3 1 b、伝送用パルス発生回路3 2 a及び3 2 b、AC結合受信回路3 4は上述の図6に示したものと同様の回路構成を有し、かつ同様の動作を行なうので、ここではそれらの説明は省略する。

バイアス固定LD駆動回路3 3は発光素子であるレーザダイオード（図示せず）を駆動する回路であり、伝送用パルス発生回路3 2 a及び3 2 bが発生する、立上がり及び立下がりタイミングを境にして極性が互いに反転するパルス対を駆動信号としてレーザダイオードを駆動し、光強度変調信号を発生させる。このバイアス固定LD駆動回路3 3により光強度変調信号を発生させる際には、予めバイアス電流をレーザダイオードに印加してレーザダイオードを常に発光している状態に保ち、駆動信号に応じた変調電流をレーザダイオードの駆動電流に加えるといった従来からの手法が用いられる。

識別回路3 5 aはタイミング識別用の比較器3 5 0 a、この比較器3 5 0 aを動作させるか否かを判別するための比較器3 5 1 a、遅延調整回路3 5 2 a、遅延・時定数調整回路3 5 3 a、3 5 4 a、3 5 5 aから構成されている。同様に、識別回路3 5 bはタイミング識別用の比較器3 5 0 b、この比較器3 5 0 bを動作させるか否かを判別するための比較器3 5 1 b、遅延調整回路3 5 2 b、遅延・時定数調整回路3 5 3 b、3 5 4 b、3 5 5 bから構成されている。

識別回路3 5 aでは、AC結合受信回路3 4の出力が2つに分岐され、その一

方が比較器351aの一方の入力端子に、他方が遅延調整回路352aを介して比較器350aの一方の入力端子にそれぞれ供給される。比較器351aの他方の入力端子には立上がり識別開始基準電圧が入力されており、この識別開始基準電圧とAC結合受信回路34からの入力電圧とを比較することにより、比較器351aは比較器350aを動作させるか否かを判別する。

比較器351aの出力信号は遅延・時定数調整回路353aを介して比較器150aのイネーブル(Enable)信号入力端子に入力されると共に、遅延・時定数調整回路354aを介して比較器351bのディスエーブル(Disable)信号入力端子に入力されており、比較器350a及び351bの動作を制御できるようになっている。

比較器350aの他方の入力端子は接地されており、接地電位とAC結合受信回路34からの入力信号電圧とを比較することにより、比較器350aは立上がりタイミングを判別する。この比較器350aの出力信号は遅延・時定数調整回路355aを介して非同期RSフリップフロップ36のS(セット)端子に入力される。

識別回路35bでは、同じくAC結合受信回路34の出力が2つに分岐され、その一方が比較器351bの一方の入力端子に、他方が遅延調整回路352bを介して比較器350bの一方の入力端子にそれぞれ供給される。比較器351bの他方の入力端子には立下がり識別開始基準電圧が入力されており、この識別開始基準電圧とAC結合受信回路34からの入力電圧とを比較することにより、比較器351bは比較器350bを動作させるか否かを判別する。

比較器351bの出力信号は遅延・時定数調整回路353bを介して比較器150bのイネーブル(Enable)信号入力端子に入力されると共に、遅延・時定数調整回路354bを介して比較器351aのディスエーブル(Disable)信号入力端子に入力されており、比較器350b及び351aの動作を制御できるようになっている。

比較器350bの他方の入力端子は接地されており、接地電位とAC結合受信回路34からの入力信号電圧とを比較することにより、比較器350bは立下がりタイミングを判別する。この比較器350bの出力信号は遅延・時定数調整回

路 3 5 5 b を介して非同期 R S フリップフロップ 3 6 の R (リセット) 端子に入力される。

次に、この第 2 の実施例の光信号伝送システムの動作について説明する。立上がり及び立下がりエッジ検出回路 3 1 a 及び 3 1 b に 2 値のデジタル信号波形 (伝送信号波形) が入力されると、立上がりエッジ検出回路 3 1 a は入力された伝送信号波形の立上がりエッジを検出し、立下がりエッジ検出回路 3 1 b は入力された伝送信号波形の立下がりエッジを検出する。

立上がりエッジ検出回路 3 1 a にて検出された伝送信号波形の立上がりエッジは伝送用パルス発生回路 3 2 a に供給されこの、伝送用パルス発生回路 3 2 a は、供給された立上がりエッジのタイミングを境にして極性が互いに反転する極性反転パルス対を生成する。同様に、伝送用パルス発生回路 3 2 b では、供給された立下がりエッジのタイミングを境にして極性が互いに反転する極性反転パルス対を生成する。

バイアス固定 LD 駆動回路 3 3 は、伝送用パルス発生回路 3 2 a 及び 3 2 b にて生成された極性反転パルス対を駆動信号としてレーザダイオードを駆動し、極性反転光パルス対よりなる光強度変調信号を発生させる。この光強度変調信号は光ファイバを介して受信側へ伝送され、AC 結合受信回路 3 4 で受信される。

光強度変調信号を受信すると、AC 結合受信回路 3 4 は、受信した光強度変調信号の交流成分のみを電気信号に変換する。これによって元の極性反転パルス対が生成され、これが受信信号として出力される。この AC 結合受信回路 3 4 から出力された受信信号は 2 つに分岐され、一方は識別回路 3 5 a に入力され、他方は識別回路 3 5 b に入力される。

識別回路 3 5 a に入力された受信信号はまず、比較器 3 5 1 a に入力される。比較器 3 5 1 a は入力された受信信号の電圧と立上がり識別開始基準電圧とを比較することにより、パルスが入力されたことを検知し、パルス状の信号を出力する。このパルス状の出力信号は 2 つに分岐され、一方は遅延・時定数調整回路 3 5 3 a で、他方は遅延・時定数調整回路 3 5 4 a でそれぞれ十分なパルス幅の信号に加工され、比較器 3 5 0 a のイネーブル信号入力端子及び比較器 3 5 1 b のディスエーブル信号入力端子にそれぞれ入力される。

イネーブル信号が入力されると、比較器350aは動作を開始し、極性反転パルス対（受信信号）の中心部分、即ち、極性が反転するタイミングを識別し、この識別されたタイミングを示すパルス状の信号（タイミング信号）を出力する。他方、比較器351bは、ディスエーブル信号が入力されると、一定時間動作不能になり、この動作不能の間、比較器350bが誤動作するのを防止する。

なお、識別回路35aは、比較器350aの一方の入力端子に極性反転パルス対（受信信号）が到達する前に比較器351aが作動するように、遅延調整回路352aと遅延・時定数調整回路353aとによってこれら比較器350a及び351aへの極性反転パルス対（受信信号）の入力経路の遅延時間が調節されており、その上、上記極性反転パルス対以降の信号が到達する前に比較器351bが動作不能となるように、遅延・時定数調整回路354aによって経路の遅延時間が調節されている。

比較器350aから出力されたタイミング信号は、遅延・時定数調整回路355aで十分なパルス幅の信号に加工された後、非同期RSフリップフロップ36のS（セット）端子に入力される。

上記と同様に、識別回路35bに受信信号が入力されると、この受信信号は比較器351bに入力される。比較器351bは入力された受信信号の電圧と立下がり識別開始基準電圧とを比較することにより、パルスが入力されたことを検知し、パルス状の信号を出力する。このパルス状の出力信号は2つに分岐され、一方は遅延・時定数調整回路353bで、他方は遅延・時定数調整回路354bでそれぞれ十分なパルス幅の信号に加工され、比較器350bのイネーブル信号入力端子及び比較器351aのディスエーブル信号入力端子にそれぞれ入力される。

イネーブル信号が入力されると、比較器350bは動作を開始し、極性反転パルス対（受信信号）の中心部分、即ち、極性が反転するタイミングを識別し、この識別されたタイミングを示すパルス状の信号（タイミング信号）を出力する。他方、比較器351aは、ディスエーブル信号が入力されると、一定時間動作不能になり、この動作不能の間、比較器350aが誤動作するのを防止する。

なお、識別回路35bは、比較器350bの一方の入力端子に極性反転パルス対（受信信号）が到達する前に比較器351bが作動するように、遅延調整回路

352 a bと遅延・時定数調整回路353 bとによってこれら比較器350 b及び351 bへの極性反転パルス対（受信信号）の入力経路の遅延時間が調節されており、その上、上記極性反転パルス対以降の信号が到達する前に比較器351 aが動作不能となるように、遅延・時定数調整回路354 bによって経路の遅延時間が調節されている。

比較器350 bから出力されたタイミング信号は、遅延・時定数調整回路355 bで十分なパルス幅の信号に加工された後、非同期RSフリップフロップ36のR（リセット）端子に入力される。

上述のようにして識別回路35 a及び35 bからセット信号及びリセット信号が非同期RSフリップフロップ36に入力されると、この非同期RSフリップフロップ36は、セット信号の入力によって論理「1」に立上がり、これによって元の伝送信号波形の立上がりエッジを再現し、リセット信号の入力によって論理「0」に立下がり、これによって元の伝送信号波形の立下がりエッジを再現する。この回路では、立上がりタイミング伝送用と立下がりタイミング伝送用の2つの伝送・処理経路の間に生じる不要な時間差を遅延・時定数調整回路355 a及び355 bによって補償しており、これにより非同期RSフリップフロップ36にて再現された伝送信号波形は伝送前と同じ極性及びタイミングの2値信号となる。

なお、上記第2の実施例のシステムを高速の2値信号の伝送に適用する場合には、各比較器及びその他の回路素子に対して、電気的な伝送方式の場合に使用される比較器及びその他の回路素子や前述の第1の実施例に使用される比較器及びその他の回路素子よりもさらに高速の動作性能が要求される。

以上説明した第2の実施例の光信号伝送システムの回路構成は半導体デバイス試験装置にも適用することができる。次に、上記回路構成の光信号伝送システムを適用した半導体デバイス試験装置について図9を参照して具体的に説明する。

図9に示すように、試験装置本体側に立上がり及び立下がりエッジ検出回路31 a及び31 b（図示せず）、伝送用パルス発生回路32 a及び32 b、バイアス固定LD駆動回路33から構成される送信部を設け、テストヘッド側にAC結合受信回路34、識別回路35 a及び35 b、非同期RSフリップフロップ36から構成される受信部を設けて、これら送信部と受信部の間を光ファイバを用い

て接続する。

この構成によれば、半導体デバイス試験装置の試験装置本体とテストヘッドとの間において伝送される、多数の周期が混在し、かつ伝送される2値データが一方の値(0又は1)に著しく片寄っている信号は、送信部においてその信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジのみが予め定められた振幅値(レベル)を横切るタイミングを示す極性反転パルス対よりなる伝送パルス信号に変換されて伝送され、受信部では識別した立上がり及び立下がりタイミングから元の伝送信号波形を電氣的に再現するので、極性及びタイミング誤りを生じることはなく、信号再生を行うことができる。

なお、半導体デバイス試験装置では、試験装置本体において発生される2値信号は立上がりエッジと立下がりエッジに分かれているので、図9には図示していないように、試験装置本体側から立上がり及び立下がりエッジ検出回路31a及び31bを省くことができ、低コスト化を図ることができる。

次に、この発明の第3の実施例について図面を参照して説明する。

図10はこの発明による光信号伝送方法を実施する光パルス送信装置101の一具体例を示す。この例でもレーザーダイオードのような発光素子LDが使用され、この発光素子LDに定電流回路110A、110B、110Cを接続する。また、定電流回路110Aと110Bは、それぞれ電流スイッチ111Aと111Bを通じて発光素子LDに接続し、定電流回路110Cは直接発光素子LDに接続した場合を示す。従って、発光素子LDには常時定電流回路110Cを流れる電流 I_C が注入される。

電流スイッチ111Aと111Bは制御電圧としてH論理(論理高レベル)が与えられるとオンに制御され、L論理(論理低レベル)が与えられるとオフに制御される。電流スイッチ111Aの制御端子は入力端子INに直接接続される。電流スイッチ111Bの制御端子はインバータ112と遅延素子113から成る直列回路を通じて入力端子INに接続する。

上記構成において、入力端子INに図11Aに示すような正極性のパルスPを与える。遅延素子113の遅延時間 T_d とパルスPのパルス幅 P_w はここでは説明の都合により $P_w = T_d$ であるものとして説明する。

パルスPが入力端子INに入力されると、電流スイッチ111Aは図11Bに示すように直ちにオンの状態に制御される。電流スイッチ111BにはパルスPがインバータ112により極性反転され、さらに、遅延素子113で遅延されて供給されるから、電流スイッチ111Bは常時オンの状態に制御され、入力されたパルスPの立上りのタイミングでパルス幅T_dの時間だけオフの状態に制御される。

従って、発光素子LDに注入される電流は図11Dに示すように無信号時は定電流回路110Bと110Cを流れる電流I_bとI_cの和I_b+I_cがバイアス電流として注入され、パルスPが入力端子INに入力されている期間は全ての定電流回路110A~110Cを流れる電流I_a、I_b、I_cの和I_a+I_b+I_cが注入され、パルスPが立下がった後のタイミングでは電流スイッチ111Aと111Bが共にオフの状態に制御されるから、このタイミングでは定電流回路110Cを流れる電流I_cだけが注入される。

電流スイッチ111Bに入力されるパルスがパルス幅T_dを経過すると、電流スイッチ111Bはオンの状態に戻される。従って、発光素子LDに注入される電流は再びI_b+I_cの状態に戻る。

従って、図10に示す具体例では、発光素子LDに注入されるバイアス電流はI_b+I_cとなり、このバイアス電流I_b+I_cを中心に正と負に振れる電流I_a+I_b+I_cとI_cが発光素子LDに注入される。発光素子LDの発光強度は図11Dに示す電流波形と同様の波形となる。電流I_cは図11Dに示すように発光素子LDが発光を開始する閾値電流I_{ON}より大きい値であるものとする。

図12に受信装置102に設けられる検出回路107の一具体例を示す。この例では検出回路107を、受光素子PDから出力された受光電流信号を電圧信号に変換する電流-電圧変換回路107Aと、平滑化回路107Bと、ヒステリシスを持った電圧比較器107Cとによって構成した場合を示す。

電流-電圧変換回路107Aは演算増幅器Aと帰還抵抗器Rとによって構成することができる。平滑化回路107Bは伝送されるパルスPのパルス幅P_wより充分大きい時定数を持つ時定数回路によって構成することができる。この平滑化回路107Bを通じて電圧比較器107Cの非反転入力端子に、送信側から送ら

れてくるバイアス値に対応した基準電圧を与える。また、電圧比較器107Cの反転入力端子には電流-電圧変換回路107Aの出力信号をそのまま入力する。

このように構成することにより、平滑化回路107Bには常時送信側から送られてくるバイアス電流 $I_b + I_c$ に対応する基準電圧が与えられる。従って、電圧比較器107Cは非反転入力端子に与えられる基準電圧を基準に反転入力端子に与えられる電圧が基準電圧より高いか低いかにより、出力端子107DにH論理かL論理の何れか一方を出力する。また、電圧比較器107Cは2つの入力端子の間に、ヒステリシス特性を持っていることから、両方の入力端子の電圧が基準電圧に揃ったとしても、過去に非反転入力端子が反転入力端子より負側に振れた状態から同一の基準電圧に戻った場合には、出力端子107DはL論理に保持され、正側に振れた状態から同一の基準電圧に戻った場合には、H論理に保持される。

ここで、図12に示した受信装置に、図13Aに示す受光電流 I_p が受信されるものとする、電流-電圧変換回路107Aは図13Bに示すバイアス電圧 V_B とパルス波形 V_P を出力する。平滑化回路107Bはパルス波形 V_P が入力されても、このパルス波形 V_P を平滑し、バイアス電圧 V_B に合致した基準電圧を電圧比較器107Cの非反転入力端子に供給し続ける。従って、パルス波形 V_P が電圧比較器107Cの反転入力端子に入力され、その電圧が正側のヒステリシス幅を越えると電圧比較器107Cの出力端子107Dは図13Cに示すようにH論理を出力する。

反転入力端子のパルス波形 V_P がバイアス電圧 V_B を横切って負側のヒステリシス幅より負側に振れると、電圧比較器107Cの出力端子107DはL論理となる。従って、電圧比較器107Cの出力端子107Dは図13Cに示すパルス P_V を出力する。このパルス P_V は受光電流信号 I_p のバイアス電流 $I_b + I_c$ が変動しても、その立上りのタイミングは電圧比較器107Cの反転入力端子のパルス波形 V_P が正側のヒステリシス幅を越えるか否かによって決定されるため、パルス波形 V_P の立上りのタイミングはバイアス電流 $I_b + I_c$ の値(バイアス電圧 V_B と同じ)が変動しても不動である。この結果、送信側において温度変化により発光素子LDの注入電流対出力光パワー特性が変動しても、伝送されるパ

ルス信号の検出タイミングは変化しない。よって、ジッタのない信号を受授することができる。なお、電流-電圧変換回路107Aから出力されるパルス波形 V_P の波形中において、正から負（又は負から正）に振れるゼロクロス点は最も高速でバイアス電圧 V_B を横切る部分となる。従って、タイミングの検出点としては最も時間軸方向に対する変動の少ない位置になるものと考えられる。この結果、現実にはこのゼロクロス点に対応する、つまり、電圧比較器107Cが出力するパルス波形 V_P の後縁位置 T_O を信号の検出点として利用することになる。

図14は光パルスを送信する装置の他の具体例を示す。この例では図10の例と同様にバイアス値を中心に正と負に振れる光パルスを発光させる機能に加えて、入力されるパルスのパルス幅を一定のパルス幅の光パルスに揃える機能（一般にパルサと呼ばれている）を持たせた回路構成とした場合を示す。

入力端子INに入力された電気パルスPは直接ノア（NOR）ゲート114の一方の入力端子に供給されると共に、インバータ112及び遅延素子113から成る直列回路を通じて他方の入力端子に供給される。さらに、インバータ112と遅延素子113から成る直列回路を通じて電気パルスPをナンド（NAND）ゲート115の一方の入力端子に供給し、インバータ116と遅延素子117で遅延させた信号をナンドゲート115の他方の入力端子に供給する。ノアゲート114の出力信号を電流スイッチ111Aに制御信号として与え、ナンドゲート115の出力信号を電流スイッチ111Bの制御信号として与える。

ここで、入力端子INに入力するパルスPのパルス幅 P_w が遅延素子113と117の遅延時間 T_d より長い $P_w > T_d$ であるものとして以下にその動作を図15を参照して説明する。

図15Aは入力端子INに入力されたパルスPを示す。図15Bはインバータ112と遅延素子113を通じてノアゲート114とナンドゲート115の各一方の入力端子に供給されるパルス P_B の波形を示す。ノアゲート114の出力には図15Dに示すパルス P_D が入力され、このパルス P_D がH論理に立上っている期間、電流スイッチ111Aがオンの状態に制御される。電流スイッチ111Aがオンの状態に制御される時間は遅延素子113の遅延時間 T_d に等しい時間に規定される。

図15Cはインバータ116と遅延素子117を通じてナンドゲート115の他方の入力端子に供給されるこのパルス P_C の波形を示す。このナンドゲート115には図15Bに示したパルス P_B と図15Cに示したパルス P_C が供給されるから、その出力には図15Eに示すパルス P_E が出力される。つまり、ナンドゲート115は常時H論理を出力しており、電流スイッチ111Bは常時オンの状態に制御されている。パルス P_E はL論理に立下る極性のパルス信号で出力されるから、電流スイッチ111Bはパルス P_E がL論理に立下がった期間だけオフの状態に制御される。

この結果、発光素子LDに流れる電流 I は図15Fに示すように、 $I_b + I_c$ を中心に電流スイッチ111Aがオンの状態で $I_a + I_b + I_c$ が流れ、電流スイッチ111Aと111Bが共にオフの状態では I_c が流れる。

従って、図10に示した具体例と同様に、パルス P が入力されるごとに発光素子LDは平均電流 $I_b + I_c$ を中心に正方向と負方向に对称に振れる波形で流れ、平均電流値を変動させずに発光素子を駆動するから、この図14に示した具体例でも図10乃至図13で説明したのと同様の作用効果が得られることは容易に理解できよう。

また、この具体例では入力するパルス P のパルス幅 P_w が遅延素子113及び117の遅延時間 T_d より長いパルス幅であっても、発光素子LDが発光する光パルスのパルス波形は遅延素子の遅延時間 T_d によって決まる一定のパルス幅に制限される。よって、入力されるパルス P のパルス幅が長くても、出力する光パルスを一定値に制限するから、受信側においてパルス幅が長いパルスが送られてきたことにより平滑化回路107B（図12参照）が出力する基準電圧が変動するような不都合を回避することができるという利点が得られる。

さらに、図14に示した具体例では、伝送すべきパルス P の後縁側を検出して光パルスを発生させる構成としたから、信号の立上りの初期波形部分を利用する場合と比較して安定した状態で発光素子LDを発光させているから、発光素子LDを発光させるタイミング（図15Fの波形）を正確に規定することができるという利点も得られる。

図16は光パルス送信装置101のさらに他の具体例を示す。この例ではパル

スのパルス幅を受信側に伝送しようとする場合を示す。つまり、伝送しようとするパルスPの立上りのタイミングと立下りのタイミングの双方において正側と負側に振れる正負対称信号を発生させて発光素子を発光制御する構成とした場合を示す。

このためには電流スイッチ111Aの制御回路として、この例では2個のアンドゲート118、119とノアゲート120とによって構成し、アンドゲート118には、入力されるパルスP(図17A)と、インバータ112と遅延素子113を通過したパルスP_B(図17B)を入力し、他方のアンドゲート119にはインバータ112と遅延素子113を通じたパルスP_B(図17B)とインバータ116と遅延素子117を通じたパルスP_C(図17C)を供給し、各アンドゲート118と119の出力をノアゲート120を通じて出力させる。この結果、ノアゲート120の出力に図17Dに示す負極性のパルスP_Dを得る。この負極性のパルスP_Dは入力パルスPの立上りのタイミングと立下りのタイミングの双方に発生し、電流スイッチ111Aに入力される。この結果、電流スイッチ111Aは入力パルスPの立上りと立下りの双方のタイミングにおいて、遅延時間T_dに等しい期間の間、オフの状態に制御される。

電流スイッチ111Bの制御回路を、この例では2個のノアゲート121、122と1個のオアゲート123とによって構成し、一方のノアゲート121には入力パルスP(図17A)とインバータ112と遅延素子113を通じてパルスP_B(図17B)を入力し、他方のノアゲート122にはインバータ112と遅延素子113を通じたパルスP_B(図17B)と、インバータ116と遅延素子117を通じて取り出されたパルスP_C(図17C)を供給し、各ノアゲート121と122の出力をオアゲート123を通じて出力させることにより、オアゲート123の出力に図17Eに示す正極性のパルスP_Eを得る。

電流スイッチ111Aと111BがパルスP_DとP_Eによってオン、オフ制御されることにより、発光素子LDには図17Fに示す電流Iが注入され、この電流Iの値に対応した光パルスが出射される。

図17Gは図12に示した受信装置によって図17Fに示した電流Iによって駆動された光パルスを受信した場合の電流-電圧変換回路107Aの電圧出力信

号を示す。この受信された電圧出力信号の各ゼロクロス点間の時間は送信側の入力パルスPのパルス幅 P_w に一致し、電圧比較器107Cの出力端子107Dには、この例では図17Hに示す負極性のパルス P_H が出力され、送信側の入力パルスPのパルス幅 P_w と同じパルス幅 P_w を持つパルス P_H を受信することができる。

この受信パルス P_H のパルス幅 P_w も、図10乃至図13を参照して説明した場合と同様に、平均電流 $I_b + I_c$ を中心とする正負対称波形（図17F）で伝送されるから、光伝送路上の光の平均値は信号の有無に対応して変動することはない。従って、図10乃至図13で説明したのと同様に、電圧比較器107Cの前段に設けた平滑化回路107Bの平滑出力電圧は信号の受授に応じて変動することはない。また、温度変動等によって発光素子LDの注入電流対出力光パワー特性（図24参照）が変化し、伝送される平均電流値が変動し、平滑出力電圧が変動したとしても、この平滑出力電圧を中心に電圧比較器107Cのヒステリシス幅が追従するから、受信パルス P_H のパルス幅は発光素子LDの特性の変動に関係なく送信側の入力パルスPのパルス幅 P_w に正確に一致する。

次に、この発明の第4の実施例について図面を参照して説明する。

まず、この発明の第4の実施例の光強度変調装置を用いた光伝送システムの概略構成について図19を参照して説明する。この光伝送システムは、送信側装置Tに光強度変調装置460を備え、受信側装置RにAC結合受信装置461、識別回路462を備え、送信側装置Tと受信側装置Rとが光ファイバ463により接続された構成を有している。

この光伝送システムでは、伝送されるのは2値信号のデータではなく、2値信号の波形の立上がり又は立下がりのエッジ、即ち、伝送信号の立上がり又は立下がりの振幅値（レベル）が予め定められた振幅値（レベル）を越える時点を指示するタイミング信号である。

図20は、図19の光伝送システムの動作を説明するためのタイミングチャートであり、一例として信号波形の立上がりエッジ（立上がりエッジの振幅値が50%を越える時点のタイミング）が示されている。以下、図20を参照して各回

路の動作を具体的に説明する。

光強度変調装置 460 は、2 値のデジタル入力信号 (a) の立上がりタイミングを境にして極性が互いに反転する極性反転パルス対 (b) を発生する。この極性反転パルス対 (b) としては、パルスの形状やパルス幅が元の伝送信号波形の最小パルス間隔より十分に短いものを用いれば良い。言い換えれば、この極性反転パルス対 (b) のパルス幅によって元の伝送信号波形の最小パルス間隔が制限されることになる。

なお、この極性反転パルス対 (b) は、発生される際にある遅延を受けて、図 20 に点線で示すように遅延したパルス (e) になっても、この遅延が常に一定で既知の値であれば、受信側ではタイミング信号として問題なく使用できる。

極性反転パルス対 (b) が発生されると、光強度変調回路 460 はこの極性反転パルス対 (b) に基づいて、従来から使用されている、オフセット光に光強度変調を行なう変調方法を用いて発光素子 (図示せず) を駆動し、伝送用パルス信号波形の立上がりエッジの振幅値が予め定められた値を越えるタイミングで互いに極性の反転した光パルス対を光強度信号 (c) として出力する。この光強度信号 (c) は光ファイバ 463 を介して受信側装置 R に伝送される。

AC 結合受信回路 461 は、受信した光強度信号 (c) を従来から使用されている AC 結合の方法により検出する回路であり、図 20 の最下段に示す受信信号 (d) のような信号が検出される。ここで、受信される光強度信号 (c) は立上がりエッジを境にして極性が互いに反転する極性反転パルス対 (b) に基づいて変調された光パルス信号であるので、常に両極性のパルスが存在し、従って、検出される受信信号 (d) は片方の極性に片寄ったパルスを多く含むというようなことはない。

信号再生処理手段を構成する識別回路 462 は、AC 結合受信回路 461 にて検出された受信信号 (d) から立上がりエッジ (予め定められた振幅値を越えるタイミング) を識別する。この立上がりタイミングの識別では、タイミング識別の基準となる識別レベル L1 (図 20 参照) と、予めノイズと信号が分離できる程度の、十分に低いレベルに設定された、識別動作開始のタイミングを与える識別開始レベル L2 (図 20 参照) とに基づいて、次のような識別動作が行われる。

受信信号 (d) の立上がりエッジが識別開始レベル L 2 を横切った時点で瞬間的に識別回路 4 6 2 を作動し、一定の遅延時間内に識別レベル L 1 を横切った時点を識別してタイミングパルスが発生する。つまり、立上がりエッジが識別開始レベル L 2 を横切った時点からパルス幅に相当する程度の時間だけ識別回路 4 6 2 の作動状態を保ち、受信信号 (d) が識別レベル L 1 を横切った時点を識別タイミングと決定し、タイミングパルスが発生する。個々のタイミングパルスに基づいて信号再生処理が行なわれる。この識別動作によれば、パルスが存在しないときには識別回路 4 6 2 は作動しないから、ノイズによる低レベルの揺らぎを誤ってパルスと識別してしまうことはない。

信号再生処理においては、識別回路 4 6 2 から発生されたタイミングパルス (例えば、立上がりタイミング) を、例えば非同期 RS (セッターリセット) フリップフロップ回路のセット信号として用いれば、立上がりエッジが再現できる。

なお、図 1 9 に示した構成では、光強度変調装置 4 6 0 は伝送信号の立上がり及び立下がりの双方のタイミングに基づいて、それぞれ極性反転パルス対を生成するようになっている (これら極性反転パルス対はそれらの極性が反転したものとなる) が、高速に光伝送を行う場合には、以下に記載するように、伝送信号の立上がりエッジ及び立下がりエッジを別々に伝送するような 2 系統の伝送系統を設けることが望ましい。

即ち、伝送信号の立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する検出回路 (論理回路などで構成される) を個々に設け、これら検出回路毎に光強度変調装置を設けて、立上がりタイミング及び立下がりタイミングを別々に伝送する。この場合、受信側も立上がりタイミング受信系統と立下がりタイミング受信系統の 2 系統の回路構成となり、個々の伝送系統で立上がり及び立下がりエッジに関するタイミングパルスが生成されて信号再生処理が行われる。

信号再生処理においては、各識別回路にて発生されたタイミングパルスをそれぞれ非同期 RS フリップフロップ回路のセット及びリセット信号として用いれば、立上がりエッジ及び立下がりエッジが再現できる。これにより元の 2 値の伝送信号波形を再現することができる。

次に、光強度変調装置 4 6 0 の具体的な回路構成及び動作について詳細に説明

する。

図18はこの発明の第3の実施例の光強度変調装置の第1の具体例を示す回路図であり、図21にその動作を説明するためのタイミングチャートを示す。この光強度変調装置は、電流スイッチ回路401～403を備えた駆動回路と、この駆動回路の出力端子404a、404bに接続された半導体レーザ405とから構成されている。

電流スイッチ回路401は、トランジスタ411a～411cと電流調整用の抵抗412とからなる。トランジスタ411aは、そのコレクタが出力端子404aのライン（ここではこの出力端子404aに接続されたラインをV_{CC}ラインとする）に接続され、そのベースがデジタル信号入力端子406aに接続され、そのエミッタがトランジスタ411bのエミッタ及びトランジスタ411cのコレクタに共通に接続されている。トランジスタ411bは、そのコレクタが出力端子404bに接続され、そのベースがデジタル信号入力端子406bに接続されている。トランジスタ411cは、そのエミッタが抵抗412を介して接地ラインに接続されており、これにより定電流源が構成されている。

電流スイッチ回路402は、トランジスタ421a～421cと電流調整用の抵抗422とからなる。トランジスタ421aは、そのベースが遅延回路407aを介してデジタル信号入力端子406aに接続され、そのコレクタが出力端子404bに接続され、そのエミッタがトランジスタ421bのエミッタ及びトランジスタ421cのコレクタに共通に接続されている。トランジスタ421bは、そのコレクタが出力端子404aのライン（V_{CC}ライン）に接続され、そのベースが遅延回路407bを介してデジタル信号入力端子406bに接続され、トランジスタ421cは、そのエミッタが抵抗422を介して接地ラインに接続されており、これにより定電流源が構成されている。抵抗422の抵抗値は電流スイッチ回路401の抵抗412の抵抗値の1/2の値になっている。

電流スイッチ回路403は、トランジスタ431a～431cと電流調整用の抵抗432からなる。トランジスタ431aは、そのコレクタが出力端子404aのライン（V_{CC}ライン）に接続され、そのベースが遅延回路407a及び407cを介してデジタル信号入力端子406aに接続され、そのエミッタがト

ランジスタ431bのエミッタ及びトランジスタ431cのコレクタに共通に接続されている。トランジスタ431bは、そのコレクタが出力端子404bに接続され、そのベースが遅延回路407b及び407dを介してデジタル信号入力端子406bに接続され、トランジスタ431cは、そのエミッタが抵抗432を介して接地ラインに接続されており、これにより定電流源が構成されている。抵抗432の抵抗値は、電流スイッチ回路401の抵抗412の抵抗値と同じ値に設定されている。

各電流スイッチ回路401～403のトランジスタ411c、421c、431cのベースはトランジスタ408のベースに共通に接続されると共に、端子410aに接続されている。トランジスタ408は、そのコレクタがベースと共通に接続され、そのエミッタが抵抗440を介して接地ラインに接続されている。これにより、端子410aに供給される電流に応じて、半導体レーザ405へ電流を供給するための出力端子404bに所定の電流を供給できる。

また、エミッタが抵抗441を介して接地ラインに接続され、ベースが端子410bに接続され、コレクタが出力端子404bに接続されたトランジスタ410を備えている。これにより、端子410bに供給される電流に応じて、半導体レーザ405へ所定のバイアス電流を供給できる。

上述のように構成された光強度変調装置では、デジタル信号入力端子406a、406bに互いに論理が反転した関係にある差動デジタル信号が入力される。ここで、入力される差動デジタル信号に図21の(a)に示すような信号の変化するタイミングが生じると、それに従って1段目の電流スイッチ回路401が切り替わって、図21の(b)に示すような電流の変化が半導体レーザ405に生じる。

電流スイッチ回路401が切り替わると、続いて、遅延回路407a及び407b(又は電流スイッチ回路401と電流スイッチ回路402自身の応答速度の差)によって、電流スイッチ回路401の動作より一定時間だけ遅れて、2段目の電流スイッチ回路402が切り替わり、図421の(c)に示すような電流の変化が半導体レーザ405に加わる。ここで、電流スイッチ回路401及び402は論理が反転された構成となっており、それらの電流調整用の抵抗412及び

4 2 2は、抵抗4 2 2の抵抗値が抵抗4 1 2の抵抗値の $1/2$ の値になっていることから、電流スイッチ回路4 0 2による電流の変化は電流スイッチ回路4 0 1による電流の変化の2倍になる。

電流スイッチ回路4 0 2が切り替わると、続いて、遅延回路4 0 7 c及び4 0 7 d（又は電流スイッチ回路4 0 2と電流スイッチ回路4 0 3自身の応答速度の差）によって、電流スイッチ回路4 0 2の動作より一定時間だけ遅れて、3段目の電流スイッチ回路4 0 3が切り替わり、図2 1の（d）に示すような電流の変化が半導体レーザ4 0 5にさらに加わる。ここで、電流スイッチ回路4 0 1及び4 0 3は論理が等しく、それらの電流調整用の抵抗4 1 2及び4 3 2の抵抗値が同じ値となっていることから、電流スイッチ回路4 0 3による電流の変化は電流スイッチ回路4 0 1による電流の変化と等しくなる。

上述した電流スイッチ回路4 0 1～4 0 3による切り替えによって、半導体レーザ4 0 5には、図2 1の（e）のような電流の変化が生じる。その結果、半導体レーザ4 0 5は、図2 1の（e）に示すような電流波形、即ち、極性反転パルス対で駆動されることとなり、前述したような立上がりタイミング及び立下がりタイミングをそれぞれ極性が互いに反転する極性反転光パルス対として光伝送することが可能となる。

以上説明した光強度変調装置では、電流スイッチ回路4 0 2の電流源の抵抗4 2 2の抵抗値を他のスイッチ回路の電流源の抵抗4 2 1、4 2 3の抵抗値の $1/2$ に設定することにより、電流スイッチ回路4 0 2によって2倍の電流が供給されるように構成されているが、本発明はこの構成に限定されることはなく、例えば電流スイッチ回路4 0 2の電流源が接続されるラインを他のスイッチ回路と別の、2倍の電流を供給可能なラインに接続するようにしてもよい。

また、図2 2に示すように、デジタル信号入力端子側に前述の図2 6に示した入力側比較器を設けて、デジタル入力信号に応じて互いに論理が反転した関係にある差動デジタル信号が生成されるように構成してもよい。

さらに、この例の光強度変調装置では、発光手段（発光素子）に種々の半導体レーザを用いることができ、また、光伝送が可能であれば他の発光手段（光源）を用いることもできる。

また、上述の光強度変調装置を用いた光伝送システムは、例えば半導体デバイス試験装置に適用することができる。例えば、半導体デバイス試験装置の試験装置本体側に伝送波形変換回路と光強度変調回路などからなる送信部を設け、テストヘッド側にAC結合受信回路、識別回路、非同期RSフリップフロップなどから構成される受信部を設け、これら送信部と受信部の間を光ファイバを用いて接続する。

この構成によれば、半導体デバイス試験装置の試験装置本体とテストヘッドとの間において伝送される、多数の周期が混在し、かつ伝送される2値データの値が一方(0又は1)に著しく片寄っている信号でも、その信号波形の立上がり・立下がりタイミングを示す極性が互いに反転するパルス対よりなる伝送パルス信号に変換されて伝送され、受信した立上がり・立下がりタイミングから元の伝送信号波形が電氣的に再現されるので、極性及びタイミング誤りを生じることはなく、信号再生を行うことができる。これにより、長時間固定されたDC的なデータをも正確に識別することができる。

上記の半導体デバイス試験装置は、試験装置本体側を送信部、テストヘッド側を受信部とした構成になっているが、この逆の構成(試験装置本体側を受信部、テストヘッド側を送信部とする構成)を取ることも可能である。

以上の説明で明白なように、この本発明によれば、従来のように識別レベルが2値信号のデータ値の一方に片寄ってタイミングの誤りが生じるといったような欠点はなく、また、長時間固定されたDC的なデータをも正確に識別することができるので、タイミング精度が高く、しかも、周期が不定で直流成分が存在するような信号についても高い精度で光伝送することができる。

従って、半導体デバイス試験装置の試験装置本体とテストヘッドとの間において伝送されるような、多数の周期が混在し、2値データが一方の値(0又は1)に著しく片寄った信号についても正確に、高い精度で光伝送することができるという顕著な利点がある。

その上、データの極性が一定の状態(信号のない状態)で放置された場合に、その間のノイズによる低レベルの揺らぎを誤ってデータとして検出してしまうことはないので、信頼性の高い光伝送システム及び方法を提供することができる。

いう利点がある。

また、以上のような効果を奏する光伝送システムや方法が適用される半導体デバイス試験装置においては、伝送速度や周波数特性が一段と向上し、信頼性が高くなり、かつ軽量であるという利点が得られる。

さらに、この発明によれば、光伝送路を伝送する光パルスの波形をバイアス値から正極性と負極性の向きに等量ずつ振れ、平均するとバイアス値に等しくなる正負対称波形で伝送する伝送方法が提供されるから、信号の伝送密度が変わっても伝送路上の直流分が変動することはない。よって、伝送される信号に含まれる直流分が変動することに起因するジッタは発生しない。

また、伝送するパルス波形に直流分を付加し、受信側ではこの直流分によって平滑化回路107Bで基準電圧を発生させたから、仮に発光素子LDの注入電流対発光光パワー特性が変動したことにより、発光素子LDが出力する平均発光量が変動し、平滑化回路107Bが発生する基準電圧が変動したとしても、電圧比較器107Cは基準電圧を中心にヒステリシス幅を追従させて応動するから、ヒステリシス幅が一定値を維持すれば受信側で検出されるパルスの検出点は不動であり、ジッタの発生は抑えられる。

その上、パルスの受信の検出点を正負対称波形のゼロクロス点に特定した場合には、受信信号中で最も高速でバイアス点を横切るから、このゼロクロス点で受信パルスを検出する構成とすることにより、最も正確な受信点の検出を行うことができるという利点が得られる。

さらにまた、この発明によれば、極性が互いに反転するパルス対を生成する際に、従来技術のように、極性反転部分において両パルス波形のエッジが不連続になることはないので、高いタイミング精度で信号の光伝送を行なうことが可能となる。

従って、上述のような効果を奏する光強度変調装置を使用した光伝送システムや半導体デバイス試験装置は、信号の伝送速度を高速にすることができ、また、周波数特性が向上し、かつ軽量で、信頼性が高くなる等の利点が得られる。

請求の範囲

1. 送信側に、

伝送すべき信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1及び第2のエッジ検出手段と、

前記第1のエッジ検出手段による立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生する第1の伝送用パルス発生手段と、

前記第2のエッジ検出手段による立下がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の伝送用パルス発生手段と、

前記第1の伝送用パルス信号に基づいて第1の光強度変調信号を生成する第1の光強度変調手段と、

前記第2の伝送用パルス信号に基づいて第2の光強度変調信号を生成する第2の光強度変調手段

とを具備し、

受信側に、

前記第1の光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した第1の受信信号を得る第1のAC結合受信手段と、

前記第2の光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した第2の受信信号を得る第2のAC結合受信手段と、

前記第1の受信信号から立上がりタイミングを識別する第1の識別手段と、

前記第2の受信信号から立下がりタイミングを識別する第2の識別手段と、

前記識別された立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき信号の波形に関する立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する信号再生手段

とを具備することを特徴とする光伝送システム。

2. 前記第1の識別手段は、前記第1の受信信号の極性が反転するタイミングを

立上がりタイミングとして識別し、前記第2の識別手段は、前記第2の受信信号の極性が反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の光伝送システム。

3. 前記第1の識別手段は、立上がりタイミング識別の基準となる立上がり識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上がり識別開始レベルとに基づいて、前記第1の受信信号の立上がりが前記立上がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ動作状態とされ、この動作状態中に前記第1の受信信号が前記立上がり識別基準レベルを横切った時点を立上がりタイミングとして識別し、

前記第2の識別手段は、立下がりタイミング識別の基準となる立下がり識別基準レベルと、立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、前記第2の受信信号の立下下がりが前記立下がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ動作状態とされ、この動作状態中に前記第2の受信信号が前記立下がり識別基準レベルを横切った時点を立下がりタイミングとして識別する

ことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の光伝送システム。

4. 前記信号再生手段は、前記第1の識別手段にて識別された立上がりタイミングをセット信号とし、前記第2の識別手段にて識別された立下がりタイミングをリセット信号とする非同期SRフリップフロップ回路により構成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の光伝送システム。

5. 送信側に、

伝送すべき信号波形から立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1及び第2のエッジ検出手段と、

前記第1のエッジ検出手段による立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生する第1の伝送用パルス発生手段と、

前記第2のエッジ検出手段による立下がりエッジ検出タイミングを境として、前記第1の伝送用パルス信号とは互いに極性が反転した関係にある、極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の伝送用パルス発生手段と、

前記第1及び第2の伝送用パルス信号に基づいて光強度変調信号を生成する光強度変調手段

とを具備し、

受信側に、

前記光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、

前記受信信号から、前記極性反転の関係に基づいて、前記第1及び第2の伝送用パルス信号に関する信号を区別するとともに、立上がりタイミング及び立下がりタイミングを識別する識別手段と、

前記立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて、前記伝送すべき信号の波形に関する立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する信号再生手段

とを具備することを特徴とする光伝送システム。

6. 前記識別手段は、前記受信信号のうち前記第1の伝送用パルス信号に関する信号の極性が正極性から負極性へ反転するタイミングを立上がりタイミングとして識別する第1の識別回路と、前記受信信号のうち前記第2の伝送用パルス信号に関する信号の極性が負極性から正極性へ反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別する第2の識別回路とからなることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の光伝送システム。

7. タイミング識別の基準となる識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上がり識別開始レベル及び立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、

立上がりタイミングを識別する際は、前記受信信号の立上がりが前記立上がり

識別開始レベルを横切った時点で前記第 1 の識別手段が一定の時間だけ動作状態とされると同時に、前記第 2 の識別手段が動作不能状態とされ、第 1 の識別手段が動作状態中に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点を上上がりタイミングとして識別し、

立下がりタイミングを識別する際は、前記受信信号の立下がり前記立下がり識別開始レベルを横切った時点で前記第 2 の識別手段が一定の時間だけ動作状態とされると同時に、前記第 1 の識別手段が動作不能状態とされ、第 2 の識別手段が動作状態中に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点を下がりタイミングとして識別する

ことを特徴とする請求の範囲第 6 項に記載の光伝送システム。

8. 前記信号再生手段は、前記識別手段にて識別された立下がりタイミング、立下がりタイミングをそれぞれセット信号、リセット信号とする非同期 S R フリップフロップ回路により構成されていることを特徴とする請求の範囲第 5 項に記載の光伝送システム。

9. 請求の範囲第 1 項乃至第 8 項のいずれか 1 項に記載の光伝送システムを備え、2 値信号を送出する試験装置本体と前記 2 値信号を受信するテストヘッドとが光ファイバにより接続され、前記試験装置本体と前記テストヘッドとの間において前記光伝送システムを用いた光伝送が行われることを特徴とする半導体デバイス試験装置。

10. 伝送すべき信号波形の立下がりエッジ及び立下がりエッジを検出し、これらエッジの検出タイミングを境にして立下がりタイミング及び立下がりタイミングを示すタイミング信号を光伝送ライン上に送出する送信工程と、

前記光伝送ライン上に送出されたタイミング信号を受信し、この受信信号の立下がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき信号波形に関係する立下がりエッジ及び立下がりエッジを再現する受信工程

とを有することを特徴とする光伝送方法。

1 1. 伝送すべき信号波形の立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1の工程と、

前記立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生するとともに、前記立下がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の工程と、

前記第1の伝送用パルス信号に基づいて第1の光強度変調信号を生成すると共に、前記第2の伝送用パルス信号に基づいて第2の光強度変調信号を生成し、これら変調信号を別々に光伝送ライン上に送出する第3の工程と、

前記第1及び第2の光強度変調信号をそれぞれ受信して、それらの交流成分のみを取り出した第1及び第2の受信信号を得る第4の工程と、

前記第1の受信信号から立上がりタイミングを識別すると共に、前記第2の受信信号から立下がりタイミングを識別し、この識別した立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき信号波形に関する立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する第5の工程と、

を有することを特徴とする光伝送方法。

1 2. 前記第5の工程における立上がりタイミング及び立下がりタイミングの識別を、前記第1の受信信号の極性が反転するタイミングを立上がりタイミングとし、前記第2の受信信号の極性が反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別することにより行うことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の光伝送システム。

1 3. 立上がりタイミングを識別する場合には、立上がりタイミング識別の基準となる立上がり識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上がり識別開始レベルとに基づいて、前記第1の受信信号の立上がりが前記立上がり識別開始レベルを横切った時点から一定時間内に前記第1の受信信号が前記立上がり識別基準レベルを横切った時点を立て上がりタイミングとし

て識別し、

立下がりタイミングを識別する場合には、立下がりタイミング識別の基準となる立下がり識別基準レベルと、立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、前記第2の受信信号の立下がり前記立下がり識別開始レベルを横切った時点から一定時間内に前記第2の受信信号が前記立下がり識別基準レベルを横切った時点立下がりタイミングとして識別する

ことを特徴とする請求の範囲第12項に記載の光伝送方法。

14. 伝送すべき信号波形から立上がりエッジ及び立下がりエッジをそれぞれ検出する第1の工程と、

前記立上がりエッジ検出タイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第1の伝送用パルス信号を発生すると共に、前記立下がりエッジ検出タイミングを境として、前記第1の伝送用パルス信号とは互いに極性が反転した関係にある、極性が互いに反転する極性反転パルス対からなる第2の伝送用パルス信号を発生する第2の工程と、

前記第1及び第2の伝送用パルス信号に基づいて光強度変調信号を生成し、この変調信号を光伝送ライン上に送出する第3の工程と、

前記光強度変調信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得る第4の工程と、

前記受信信号から、前記極性反転の関係に基づいて前記第1及び第2の伝送用パルス信号に関係する信号を区別すると共に、立上がりタイミング及び立下がりタイミングを識別し、この識別した立上がりタイミング及び立下がりタイミングに基づいて前記伝送すべき信号波形に関係する立上がりエッジ及び立下がりエッジを再現する第5の工程

とを有することを特徴とする光伝送方法。

15. 前記第5の工程における立上がりタイミング及び立下がりタイミングの識別を、前記受信信号のうち前記第1の伝送用パルス信号に関係する信号の極性が

正極性から負極性へ反転するタイミングを立上がりタイミングとし、前記受信信号のうち前記第2の伝送用パルス信号に関係する信号の極性が負極性から正極性へ反転するタイミングを立下がりタイミングとして識別することを特徴とする請求の範囲第14項に記載の光伝送方法。

16. タイミング識別の基準となる識別基準レベルと、立上がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立上がり識別開始レベル及び立下がりタイミングの識別動作開始タイミングを与える立下がり識別開始レベルとに基づいて、

立上がりタイミングを識別する場合には、前記受信信号の立上がりが前記立上がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ立上がりタイミングの識別が行われるようにすると同時に、立下がりタイミングの識別が行われないうようにし、この時間内に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点而立上がりタイミングとして識別し、

立下がりタイミングを識別する場合には、前記受信信号の立下下がりが前記立下がり識別開始レベルを横切った時点から一定の時間だけ立下がりタイミングの識別が行なわれるようにすると同時に、立上がりタイミングの識別が行なわれないうようにし、この時間内に前記受信信号が前記識別基準レベルを横切った時点而立下がりタイミングとして識別する

ことを特徴とする請求の範囲第15項に記載の光伝送方法。

17. 送信側に設けた発光素子に電気パルスを与え、この電気パルスにより発光素子から光パルスを発光させ、この光パルスを光学伝送路を通じて受信側に伝送し、受信側に設けた受光素子によって電気パルスに変換し、この電気パルスを受信信号として取り込む光パルス伝送方法において、

上記送信側において、上記発光素子に与える電気パルスを直流バイアス電流を中心に正と負に対称に変化する正負対称波形信号とし、光伝送路上の光の平均値を一定値に維持させることを特徴とする光パルス伝送方法。

18. 受信側で受信した正負対称波形信号の検出点を上記バイアス電流値を横切

るゼロクロス点に規定することを特徴とする請求の範囲第17項に記載の光パルス検出方法。

19. 送信側に設けた発光素子に電気パルスを与え、この電気パルスにより発光素子から光パルスを発光させ、この光パルスを光学伝送路を通じて受信側に伝送し、受信側に設けた受光素子によって電気パルスに変換し、この電気パルスを受信信号として取り込む光パルス伝送方法において、

上記送信側において、上記発光素子に与える電気パルスを前縁側及び後縁側の双方において、直流バイアス電流値を中心に正と負に対称に変化する正負対称波形信号とし、パルス幅が長いパルスを伝送しても上記光伝送路上の光の平均値を一定値に維持させることを特徴とする光パルス伝送方法。

20. 受信側の受信検出点を上記前縁側及び後縁側で発生する正負対称波形信号の何れか一方のゼロクロス点によって規定することを特徴とする請求の範囲第19項に記載の光パルス検出方法。

21. 受信側に上記直流バイアス電流値に対応する直流電圧を発生する平滑化回路を設け、この平滑化回路で発生する直流電圧をヒステリシス特性を持つ電圧比較器の基準電圧として供給し、この基準電圧を中心に上記ヒステリシス特性のヒステリシス幅を越える電位変化を受信信号として検出し、上記電圧比較器から出力させることを特徴とする請求の範囲第17項乃至第20項のいずれかに記載の光パルス検出方法。

22. デジタル入力信号を、この入力信号の立上がり又は立下がりのタイミングを境として極性が互いに反転する極性反転パルス対よりなる伝送波形に変換する伝送波形変換方法であって、

前記デジタル入力信号から、この入力信号と波形が等しい第1の波形と、前記第1の波形より一定時間分の遅延を有し、振幅が前記第1の波形の2倍で、波形が前記デジタル入力信号に対して負論理の関係にある第2の波形と、前記第2

の波形より一定時間分の遅延を有し、前記第1の伝送波形と波形が等しい第3の波形をそれぞれ生成し、前記第1乃至第3の波形を重ね合わせるにより前記極性が互いに反転する極性反転パルス対を生成することを特徴とする伝送波形変換方法。

23. 発光手段と、デジタル入力信号に応じて前記発光手段を駆動する駆動手段とを有する光強度変調装置において、

前記駆動手段は、

前記デジタル入力信号と波形が等しい第1の電流波形を形成する第1の電流スイッチ手段と、

前記第1の波形に対して一定時間分の遅延を有し、振幅が前記第1の波形の2倍で、波形が前記デジタル入力信号に対して負論理の関係にある第2の電流波形を形成する第2の電流スイッチ手段と、

前記第2の波形に対して一定時間分の遅延を有し、前記第1の電流波形と波形が等しい第3の電流波形を形成する第3の電流スイッチ手段

とを有し、

前記第1乃至第3の電流波形を加算した電流波形で前記発光素子を駆動することを特徴とする光強度変調装置。

24. 前記第1乃至第3の電流スイッチ手段のそれぞれは、ベースに前記デジタル入力信号の反転入力接続された第1のトランジスタと、ベースに前記デジタル入力信号の入力が接続された第2のトランジスタとを備え、これら第1及び第2のトランジスタのエミッタが電流源に共通に接続されており、

前記第1及び第3の電流スイッチ手段を構成する第1のトランジスタのコレクタと、前記第2の電流スイッチ手段を構成する第2のトランジスタのコレクタとが共通に電源供給ラインに接続されて第1の出力が形成され、

前記第1及び第3の電流スイッチ手段を構成する第2のトランジスタのコレクタと、前記第2の電流スイッチ手段を構成する第1のトランジスタのコレクタとが共通に接続されて第2の出力が形成され、

前記第2の電流スイッチ手段は、電流源が他の電流スイッチ手段の電流源の2倍の電流を供給するように構成されていることを特徴とする請求の範囲第23項に記載の光強度変調装置。

25. 前記第2の電流スイッチ手段は、第1のトランジスタのコレクタの入力ラインに第1の遅延回路が設けられ、第2のトランジスタのコレクタの入力ラインに第2の遅延回路が設けられ、

前記第3の電流スイッチ手段は、第1のトランジスタのコレクタの入力ラインに前記第1の遅延回路及び第3の遅延回路が直列に設けられ、第2のトランジスタのコレクタの入力ラインに前記第2の遅延回路及び第4の遅延回路が直列に設けられていることを特徴とする請求の範囲第24項に記載の光強度変調装置。

26. 前記第1乃至第3の電流スイッチ手段の電流源はそれぞれ電流調整用抵抗を有し、第1及び第3の電流スイッチ手段の電流源の電流調整用抵抗の抵抗値が等しく、第2の電流スイッチ手段の電流源の電流調整用抵抗の抵抗値が他の電流スイッチ手段の電流源の電流調整用抵抗の抵抗値の2分の1となるように設定されていることを特徴とする請求の範囲第24項に記載の光強度変調装置。

27. 送信側に、請求の範囲第23項乃至第26項のいずれか1項に記載の光強度変調装置を備え、

受信側に、前記光強度変調装置によって光強度変調された信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、前記受信信号から、前記極性が反転する関係に基づいて、伝送前のデジタル入力信号の立上がりタイミング及び立下がりタイミングを再現する信号再生手段とを具備することを特徴とする光伝送システム。

28. 試験装置本体とテストヘッドが光ファイバで接続され、前記試験装置本体側に、請求の範囲第23項乃至第26項のいずれか1項に記載の光強度変調装置を備え、

前記テストヘッド側に、前記光強度変調装置によって光強度変調された信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、前記受信信号から、前記極性が反転する関係に基づいて、伝送前のデジタル入力信号の立上がりタイミング及び立下がりタイミングを再現する信号再生手段とを具備することを特徴とする半導体デバイス試験装置。

29. 試験装置本体とテストヘッドが光ファイバで接続され、前記テストヘッド側に、請求の範囲第23項乃至第26項のいずれか1項に記載の光強度変調装置を備え、前記試験装置本体側に、前記光強度変調装置によって光強度変調された信号を受信して、その交流成分のみを取り出した受信信号を得るAC結合受信手段と、前記受信信号から、前記極性が反転する関係に基づいて、伝送前のデジタル入力信号の立上がりタイミング及び立下がりタイミングを再現する信号再生手段とを具備することを特徴とする半導体デバイス試験装置。

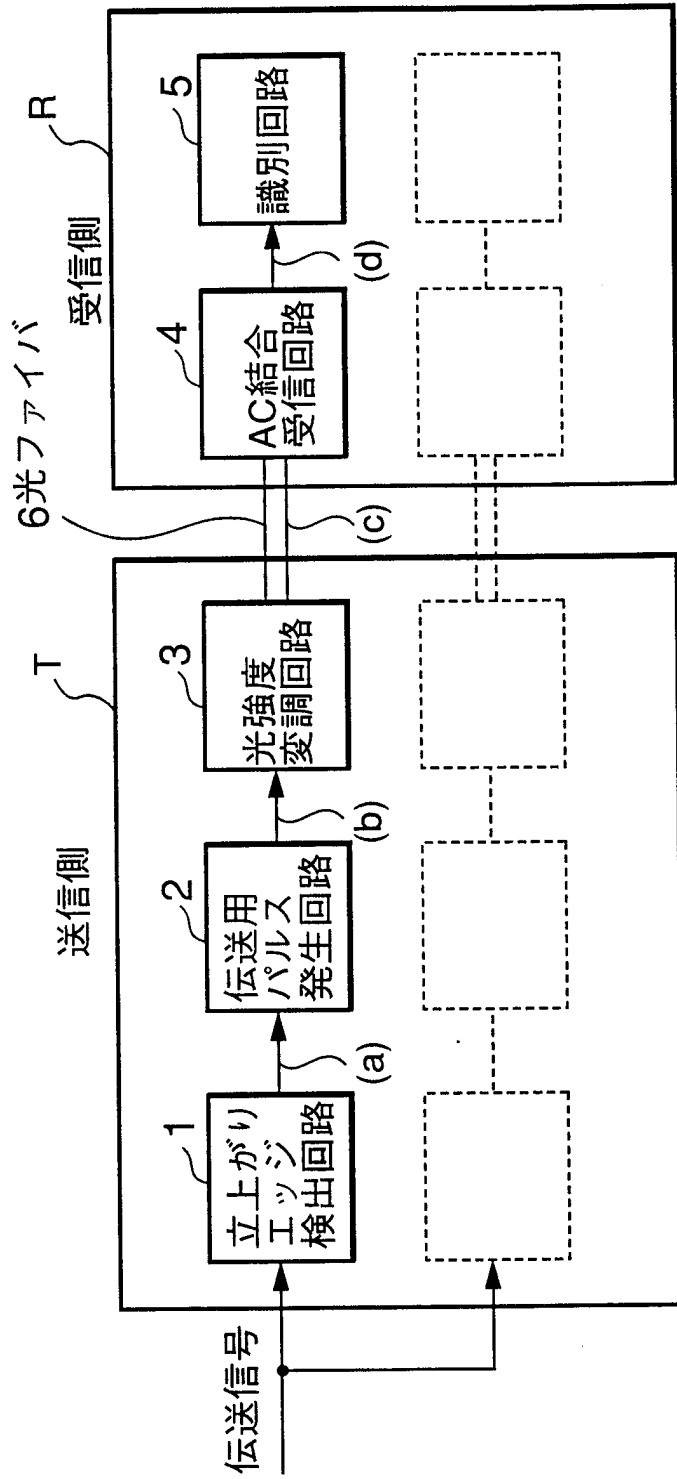


図 1

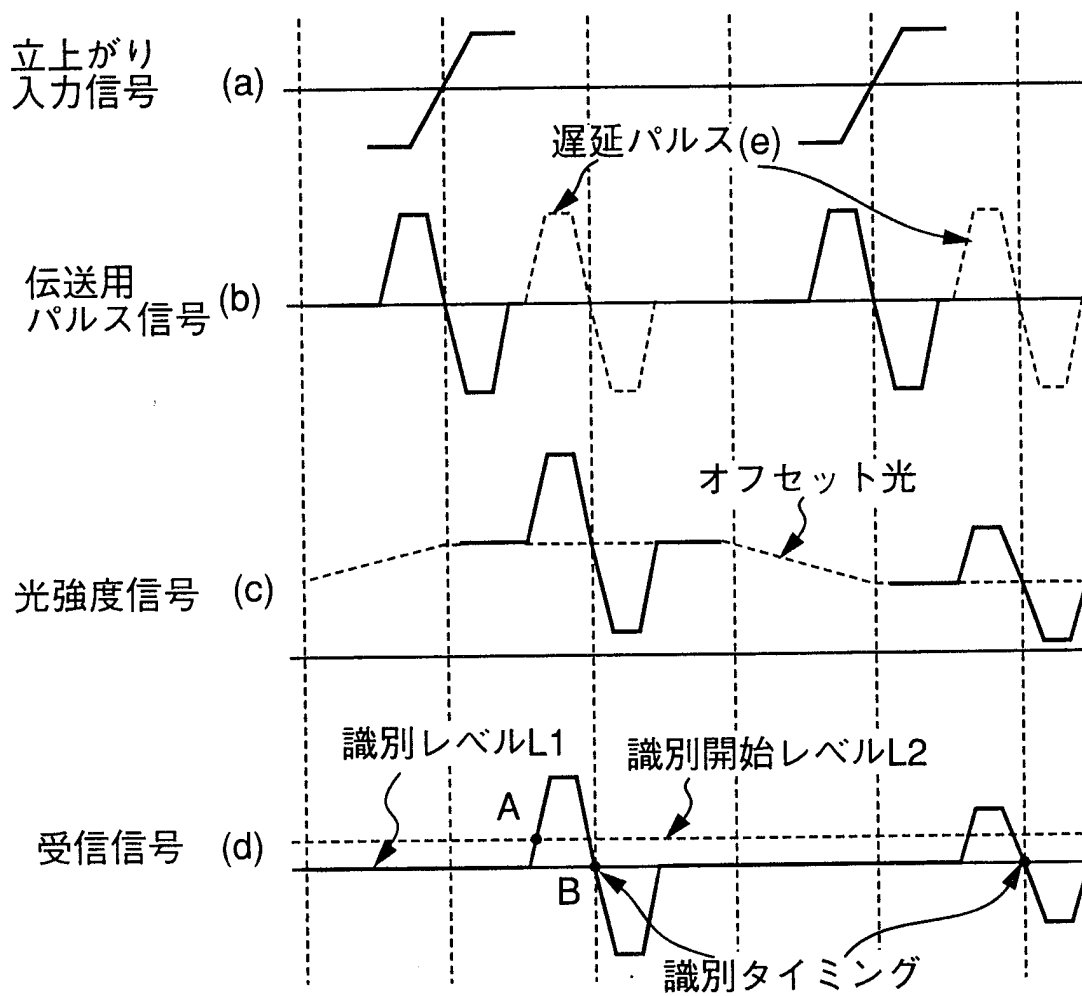


図 2

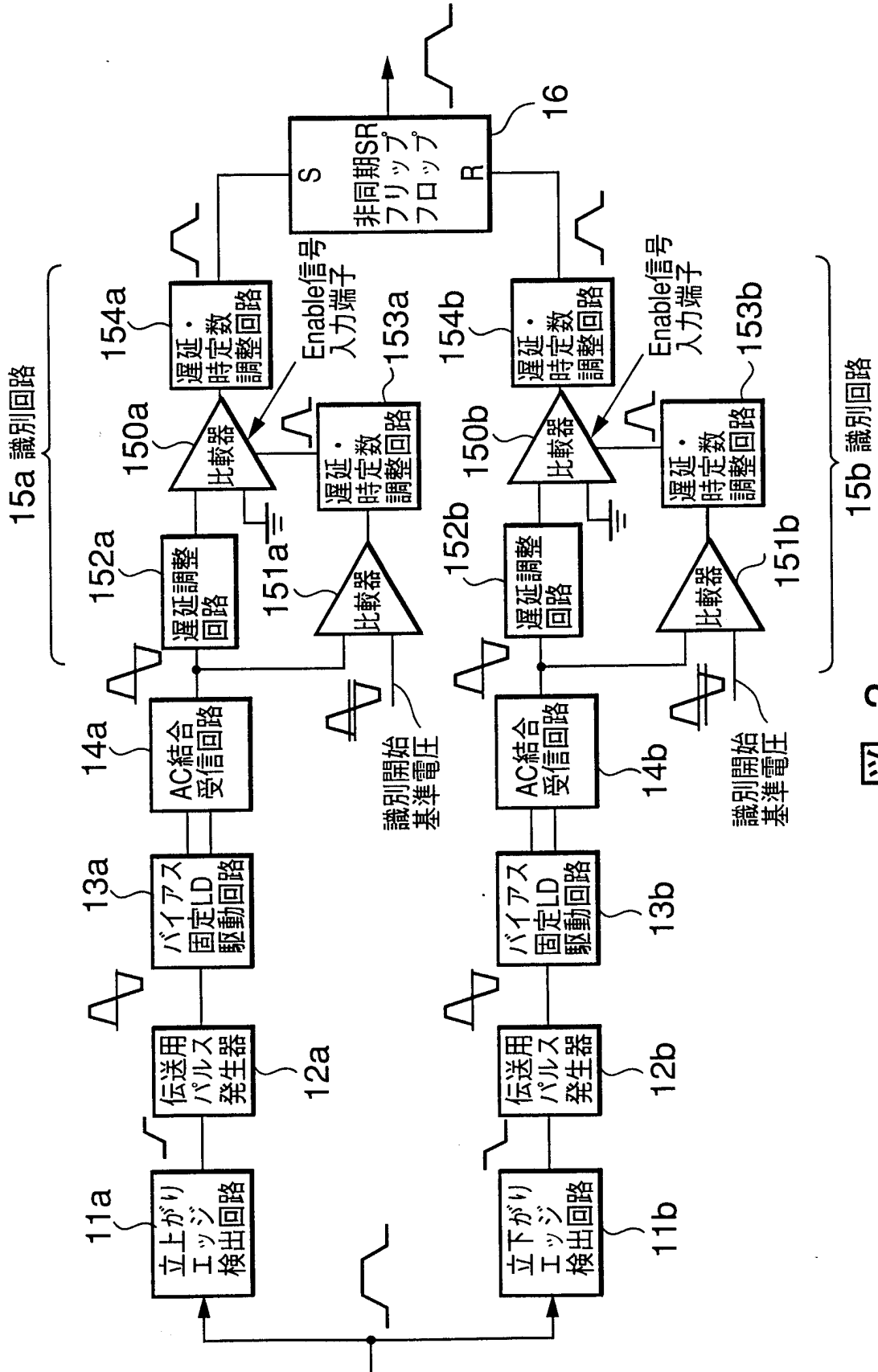


図 3

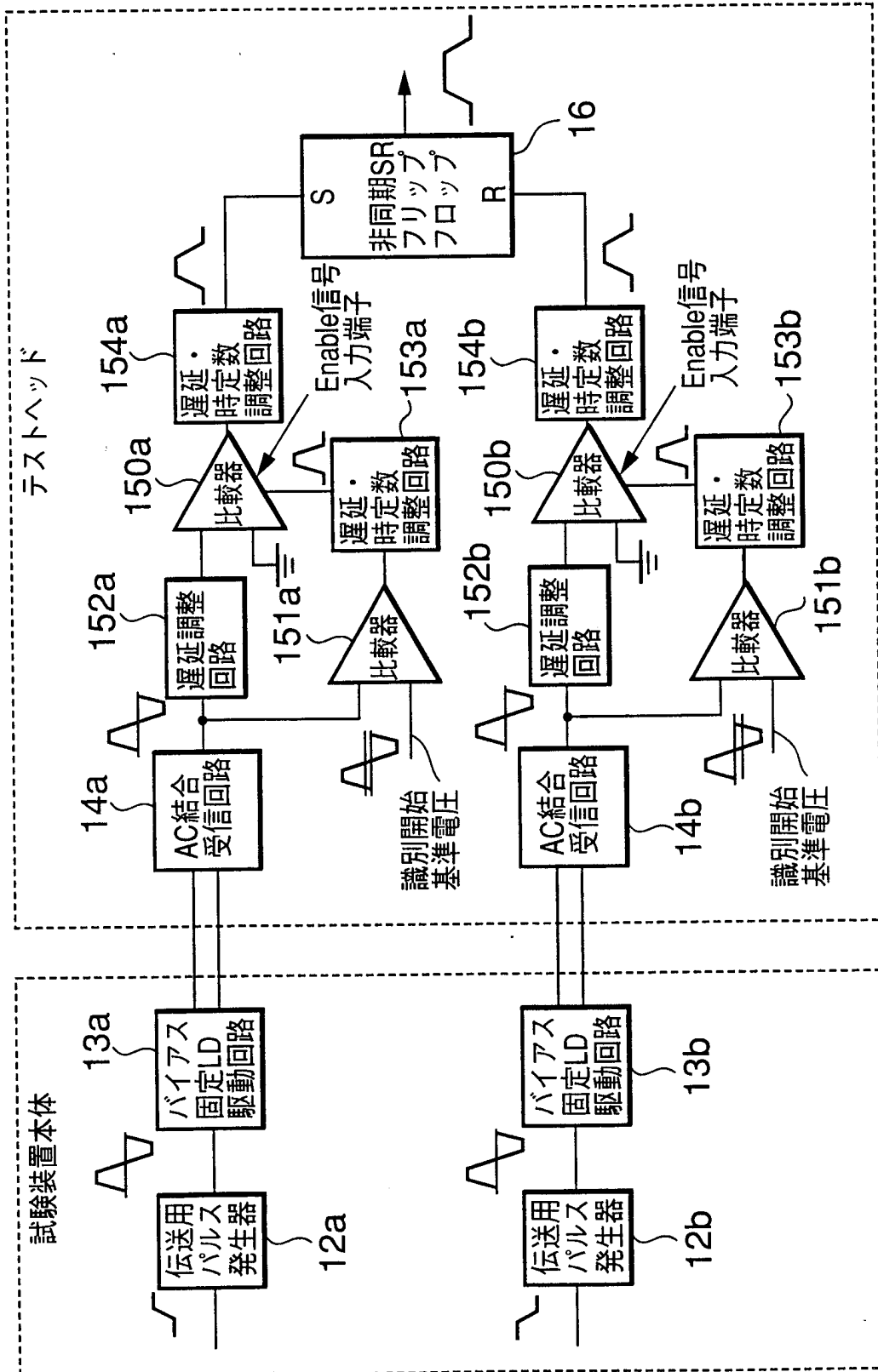


図 4

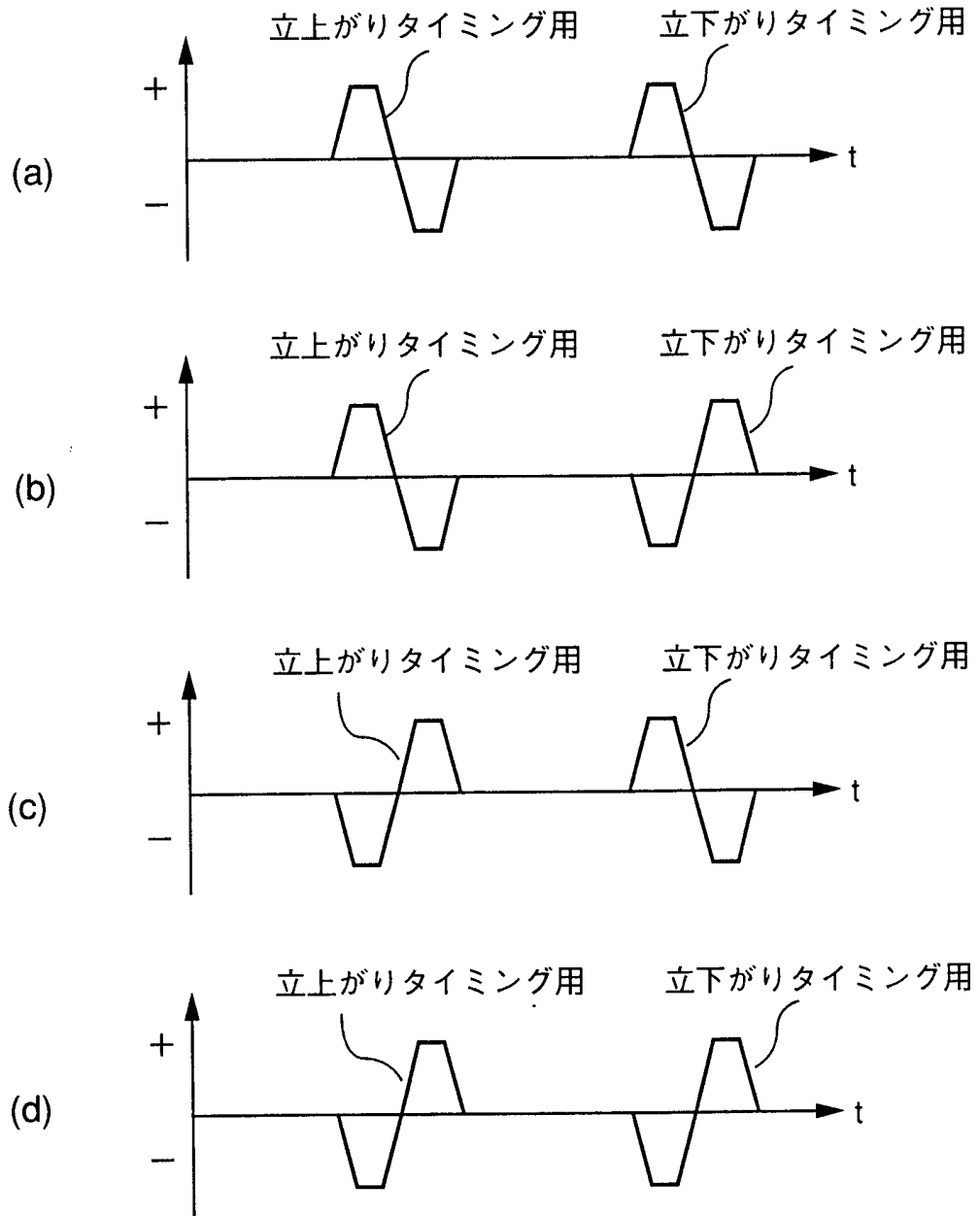


図 5

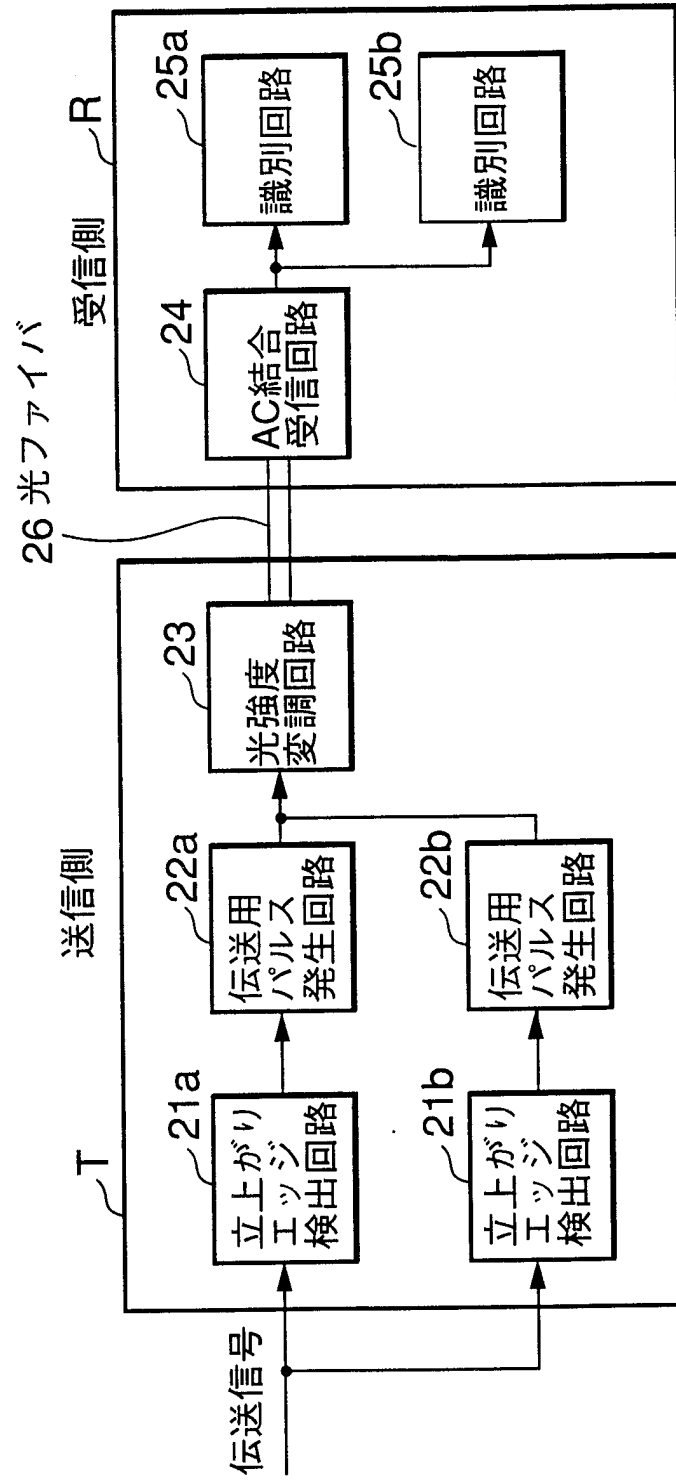


図 6

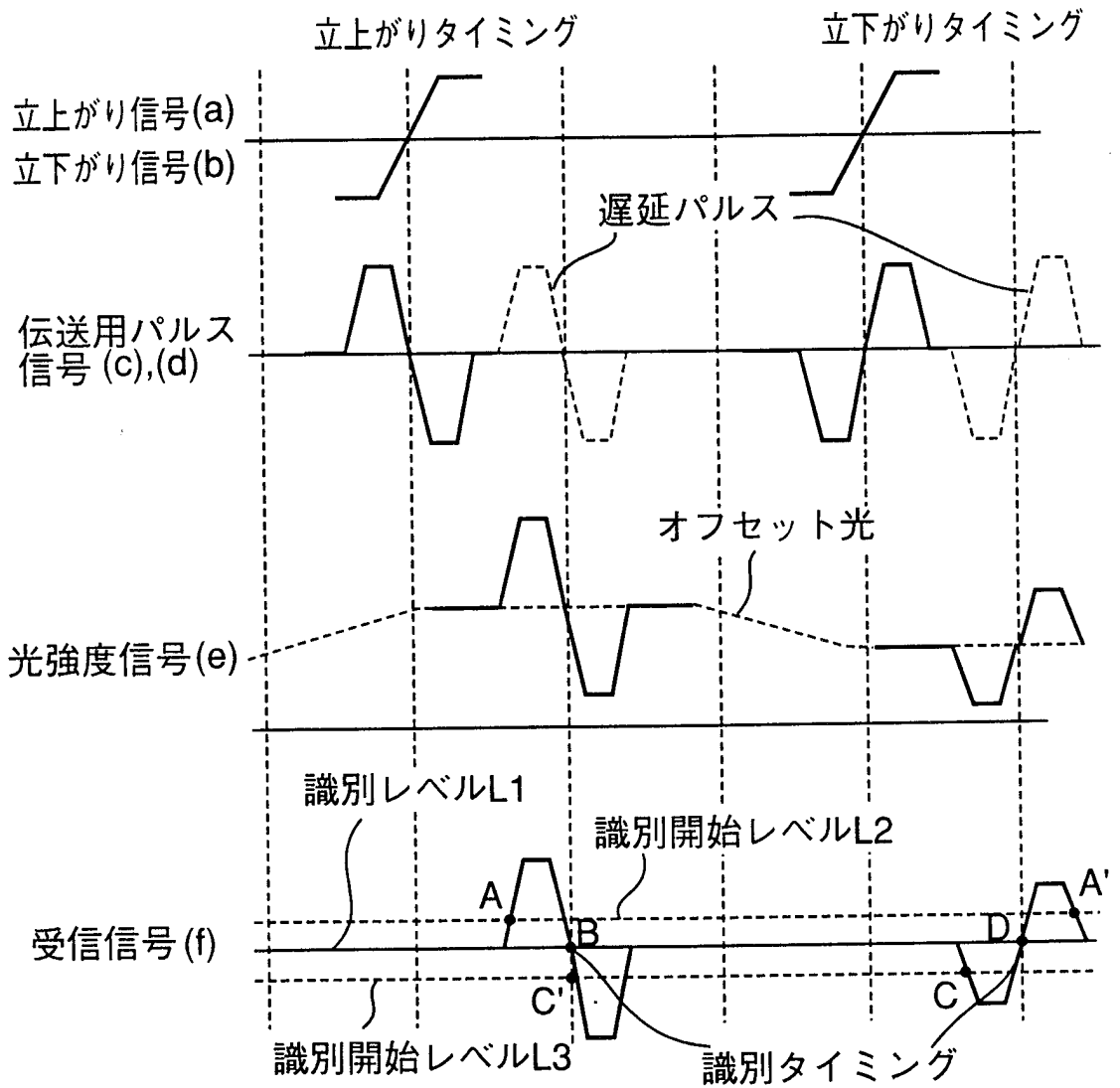


図 7

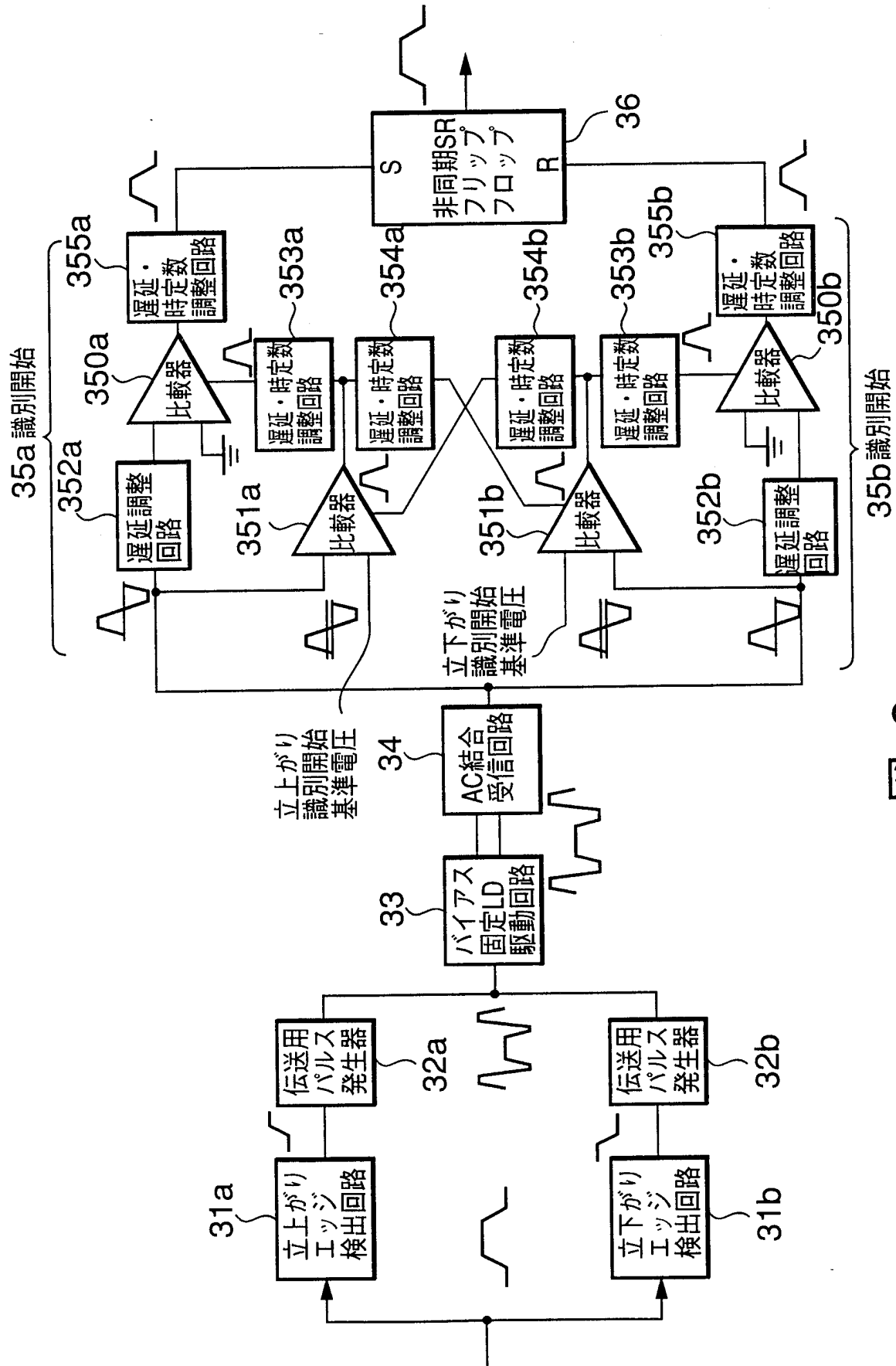


図 8

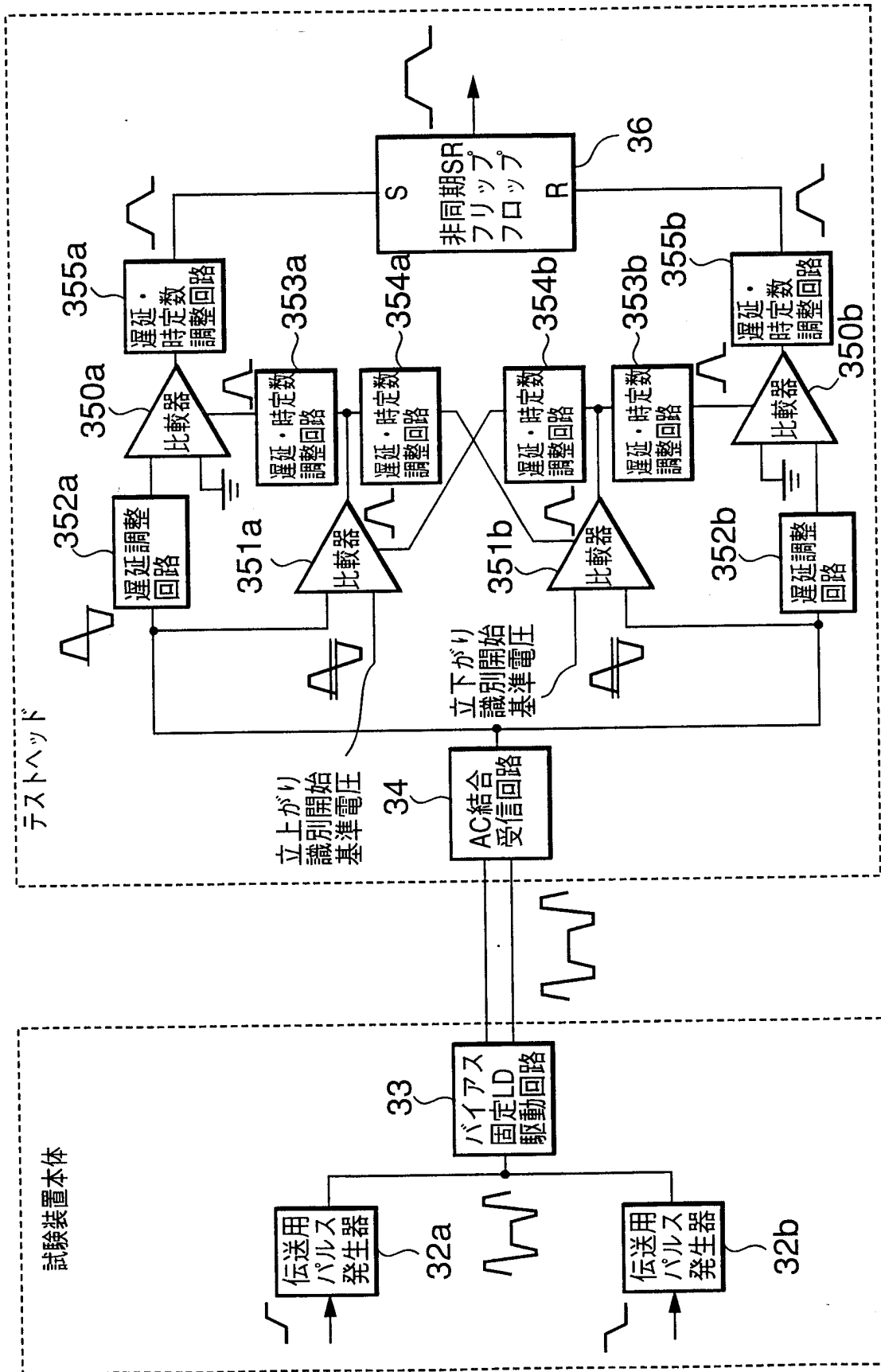


図 9

図 10

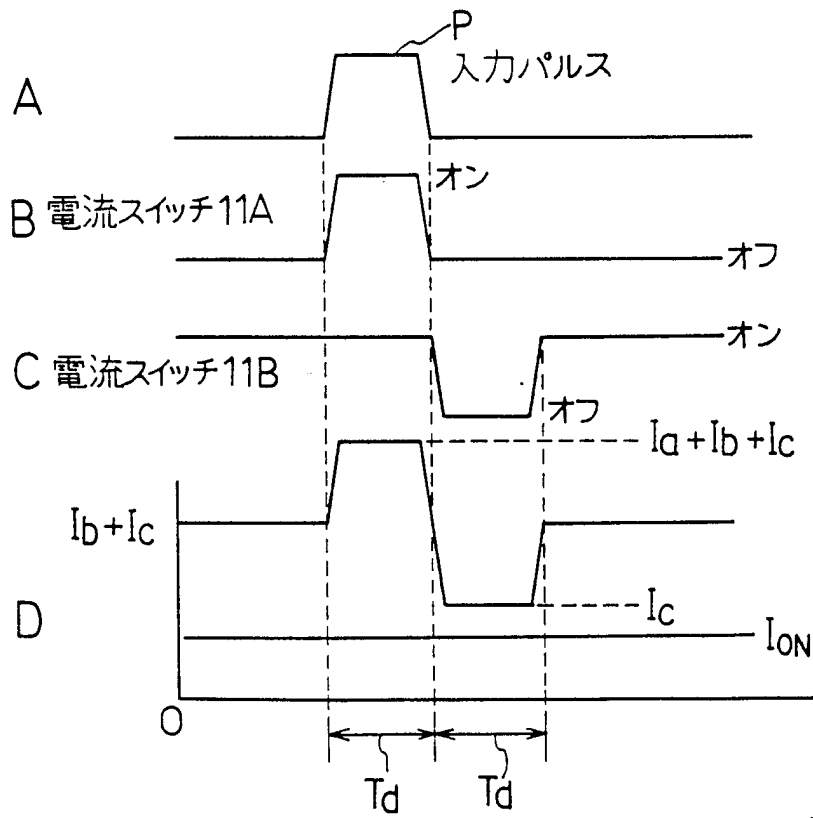
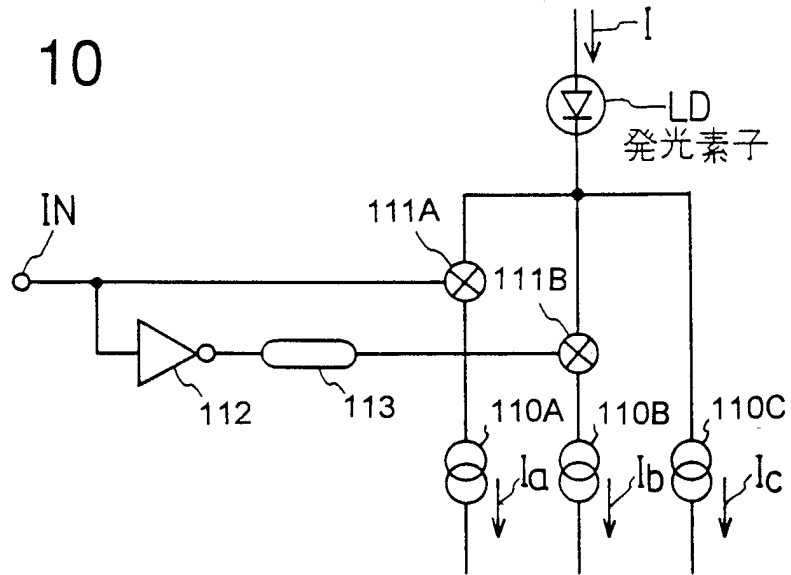


図 11

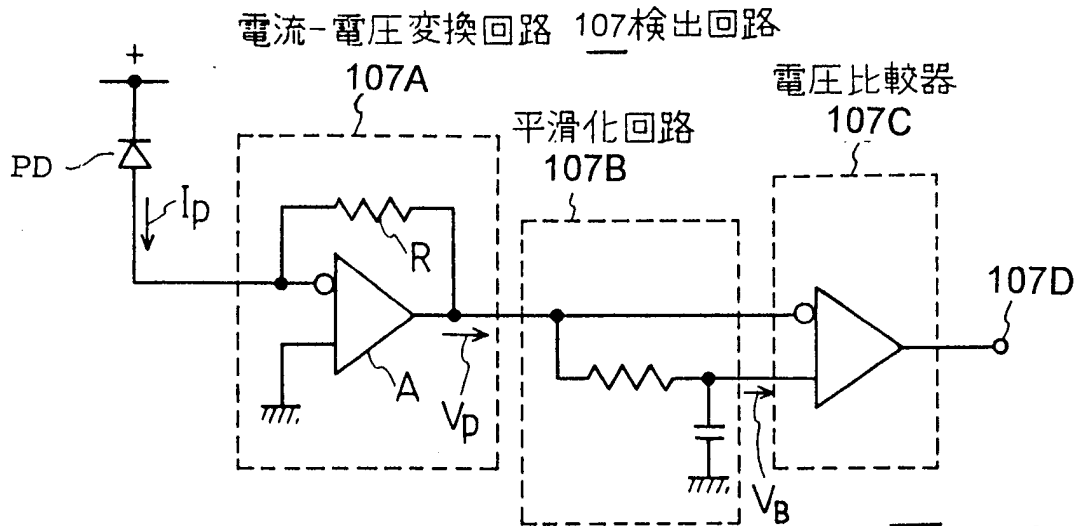


図 12

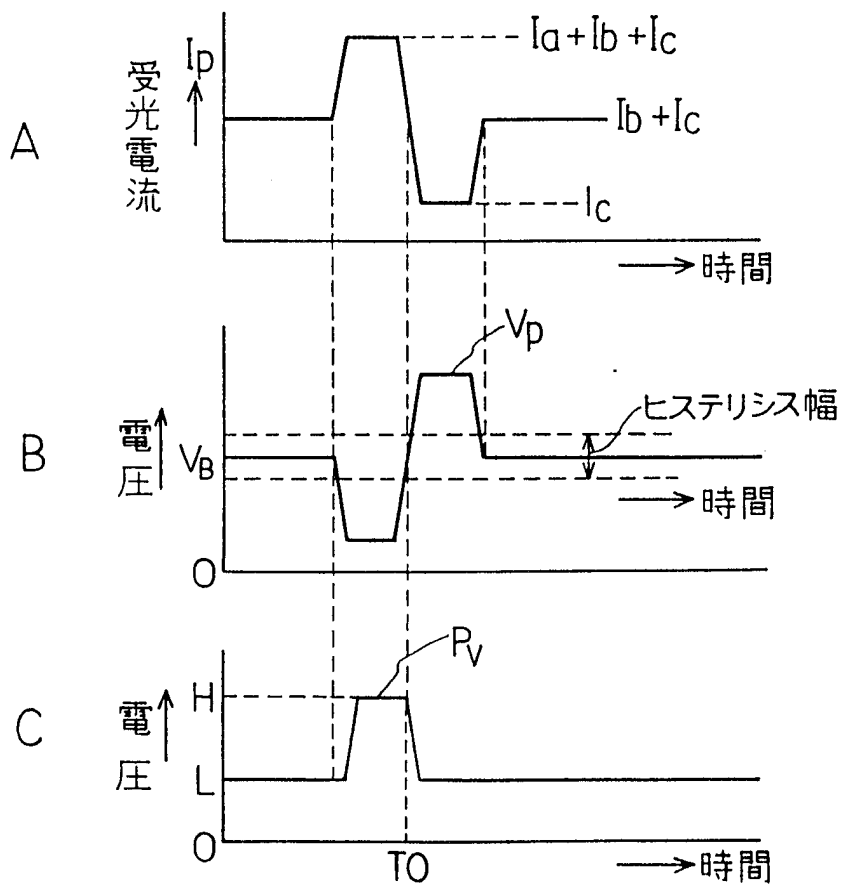


図 13

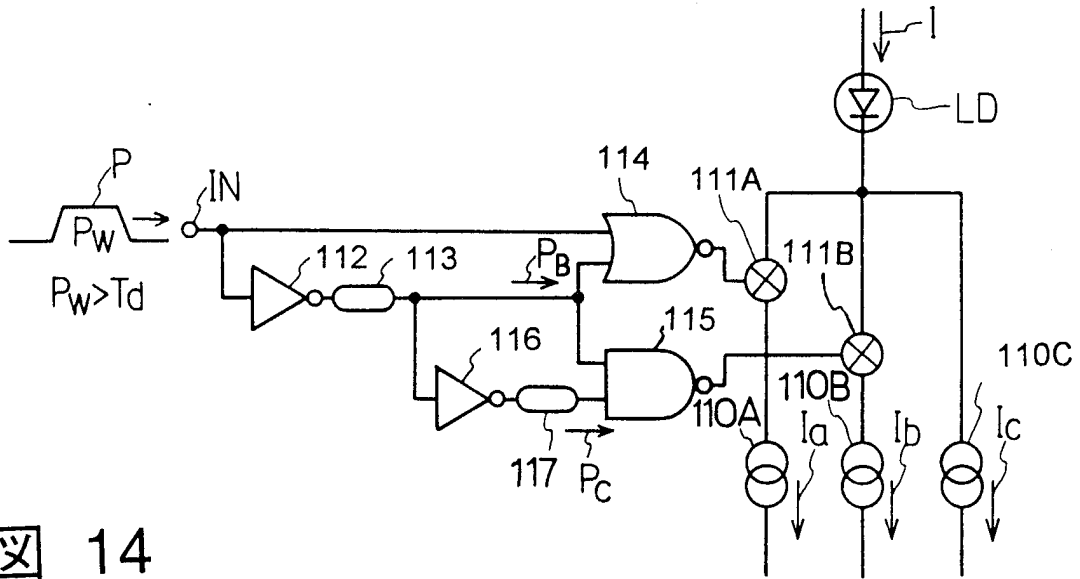


図 14

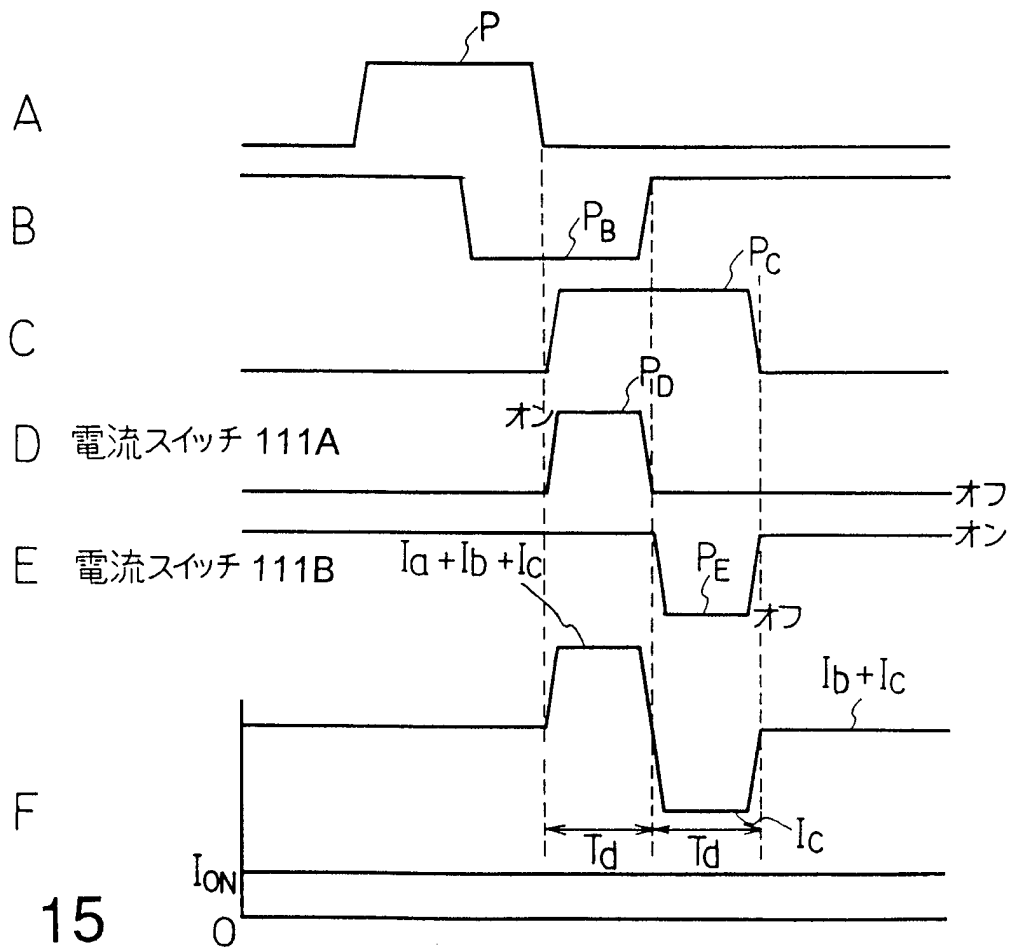


図 15

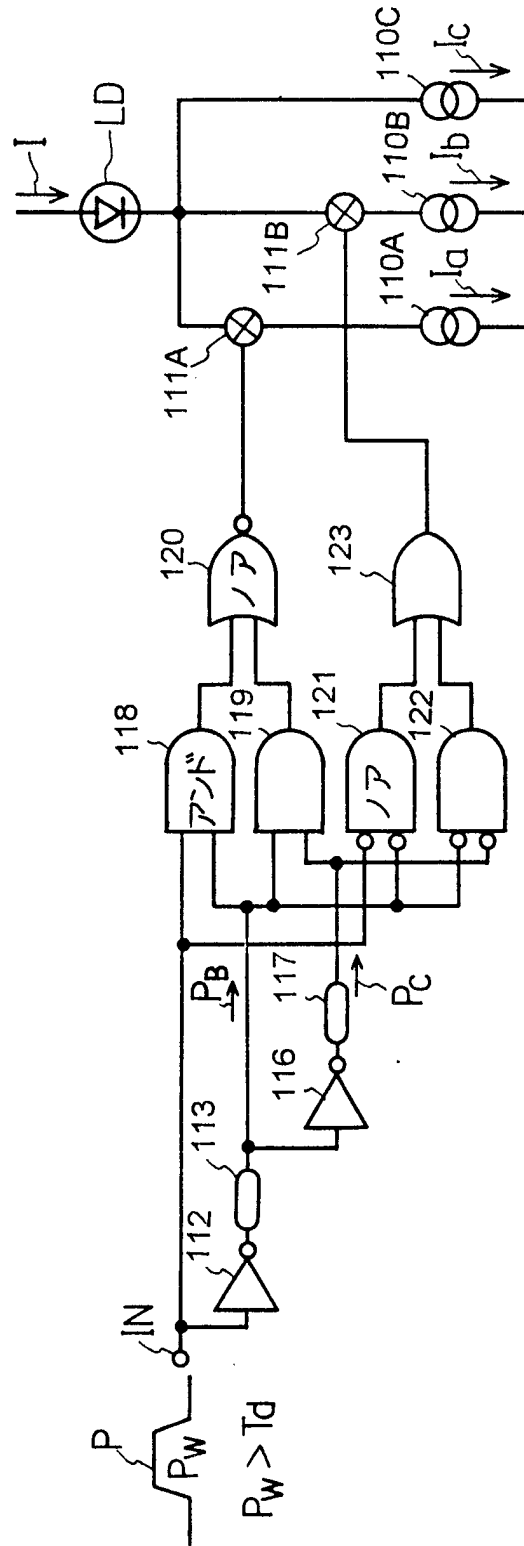


図 16

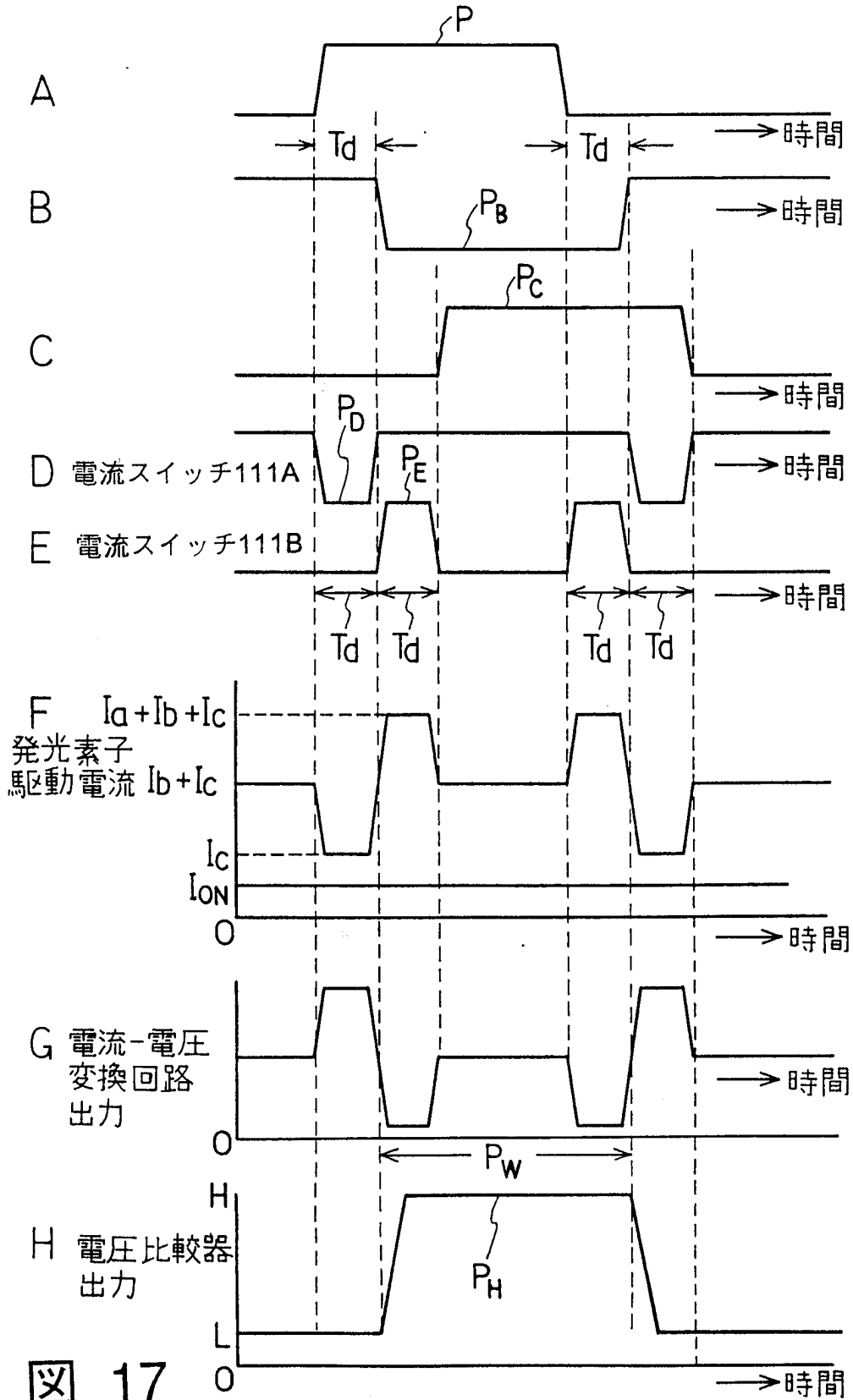


図 17

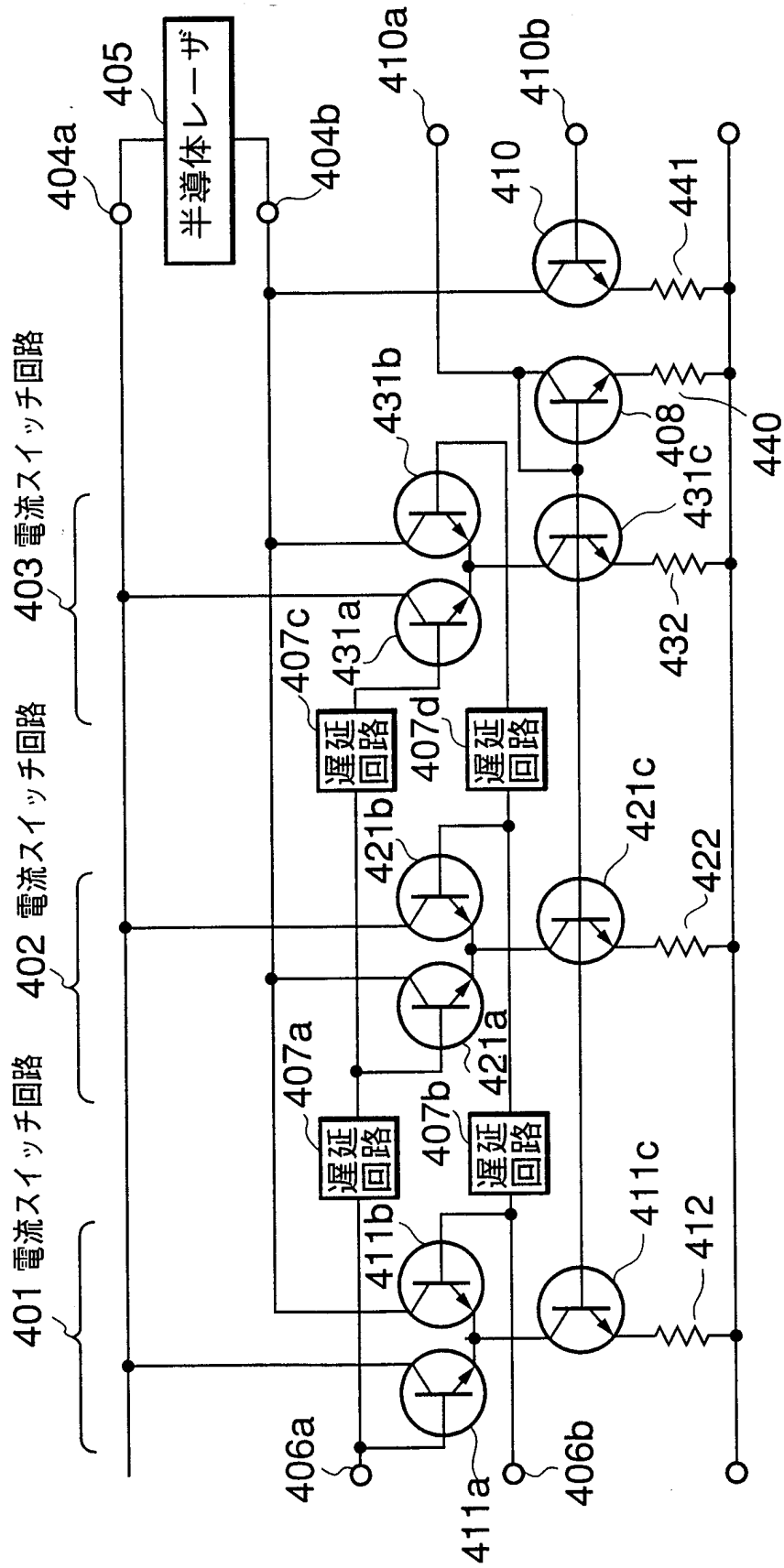


図 18

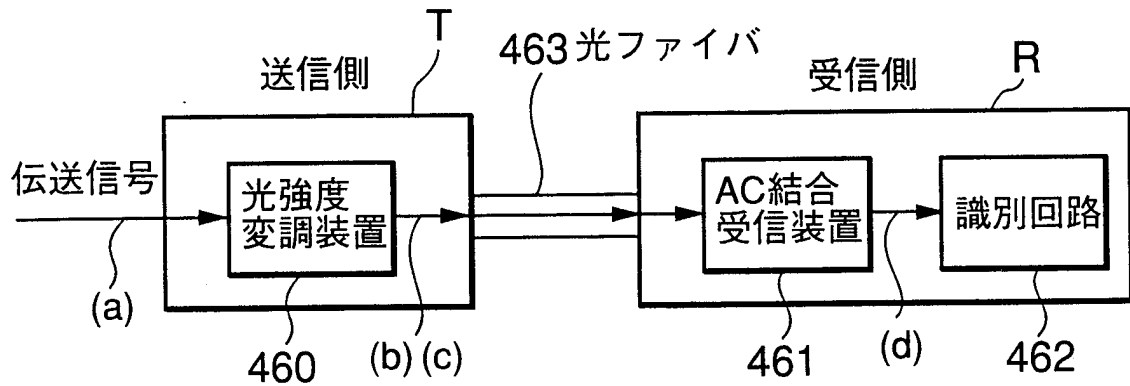


図 19

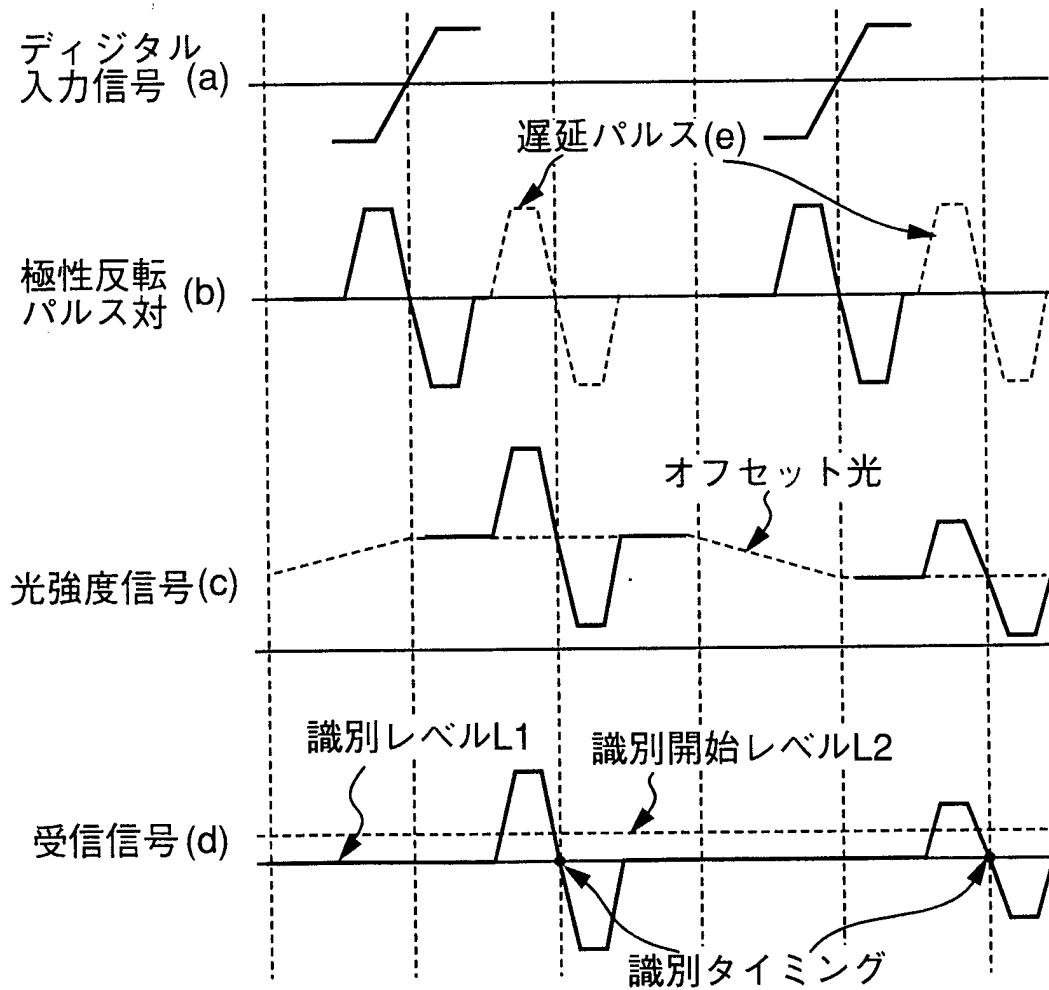


図 20

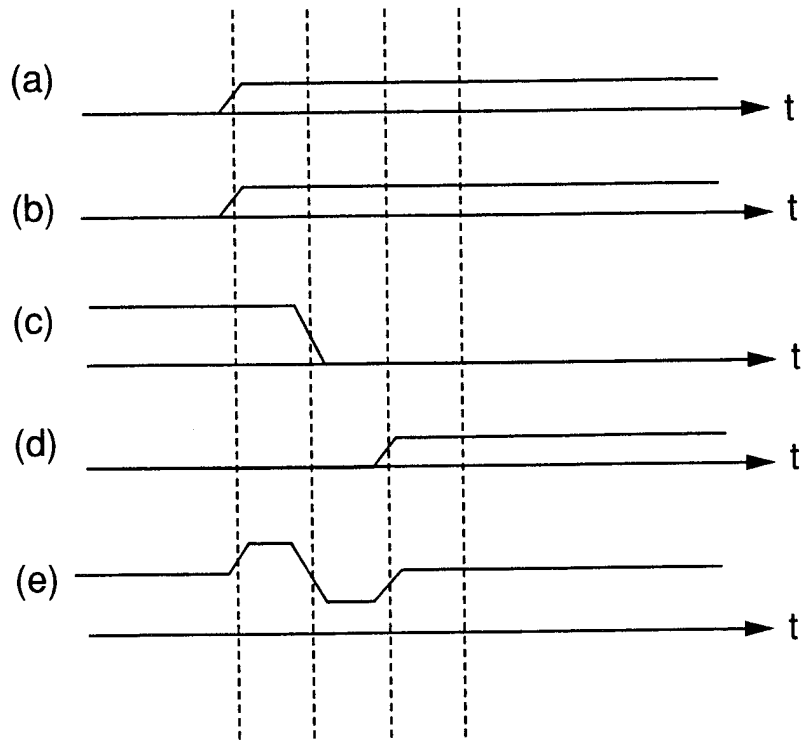


図 21

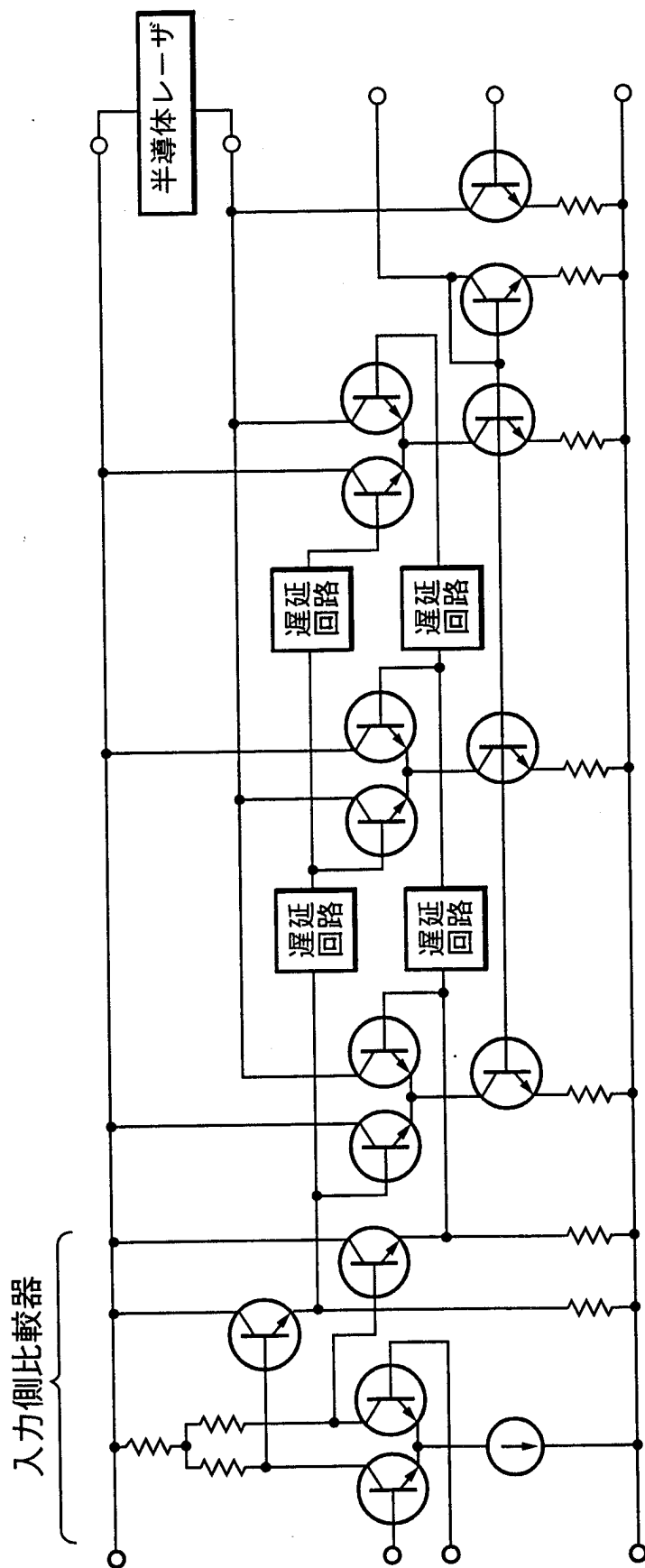


図 22

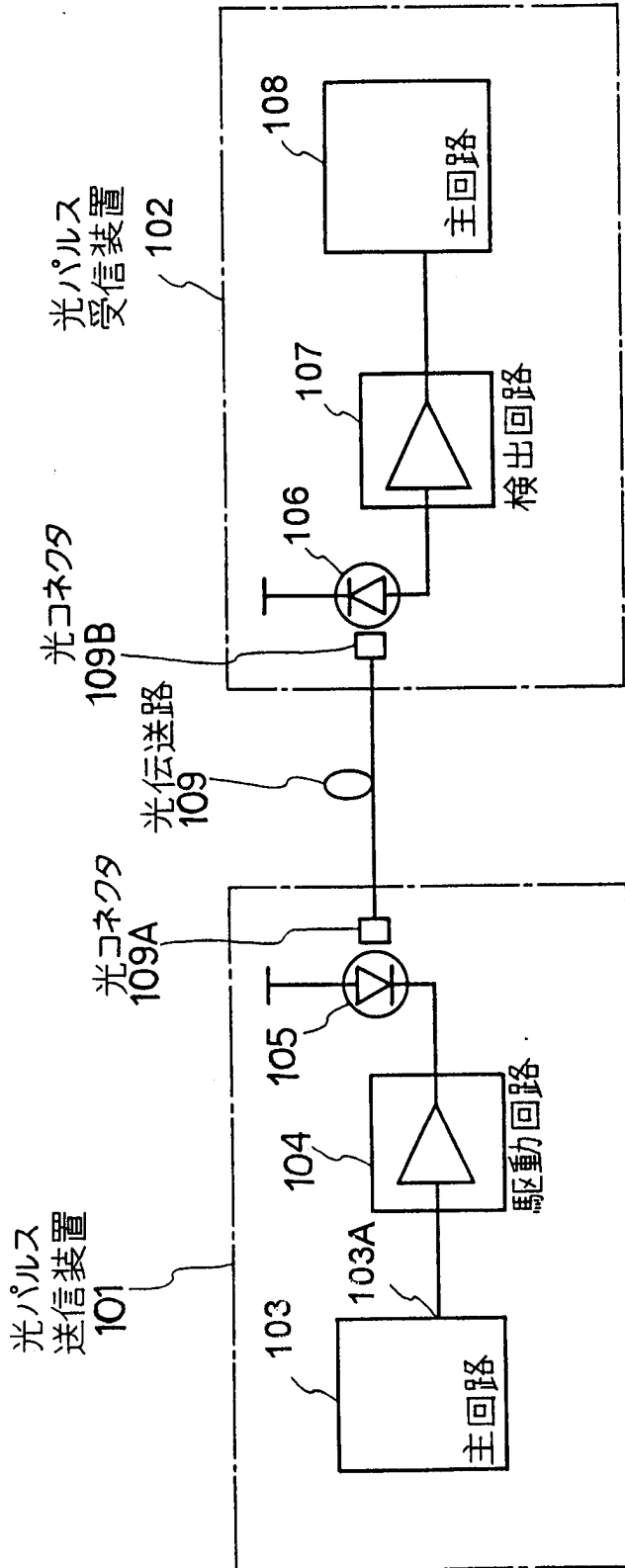


図 23

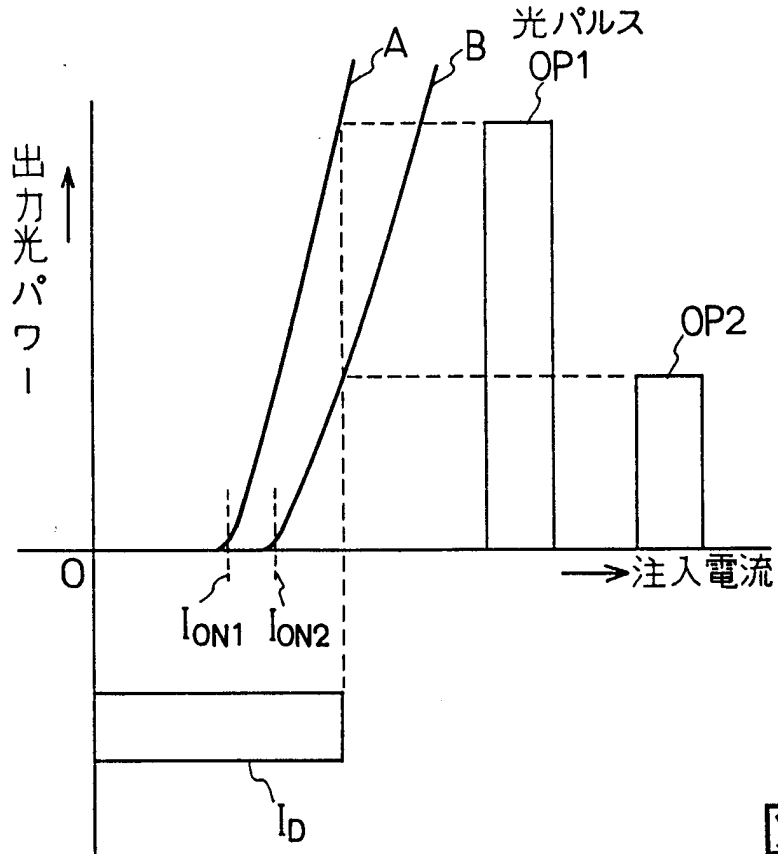


図 24

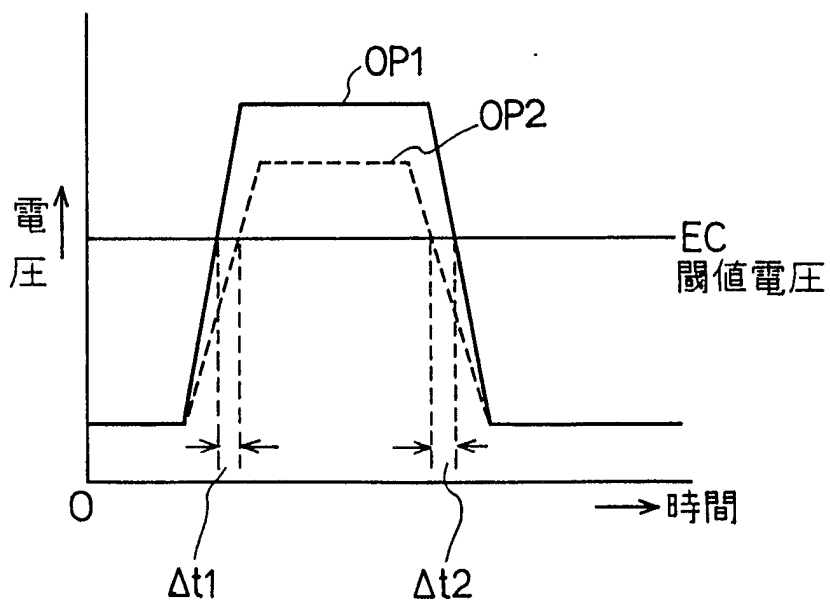


図 25

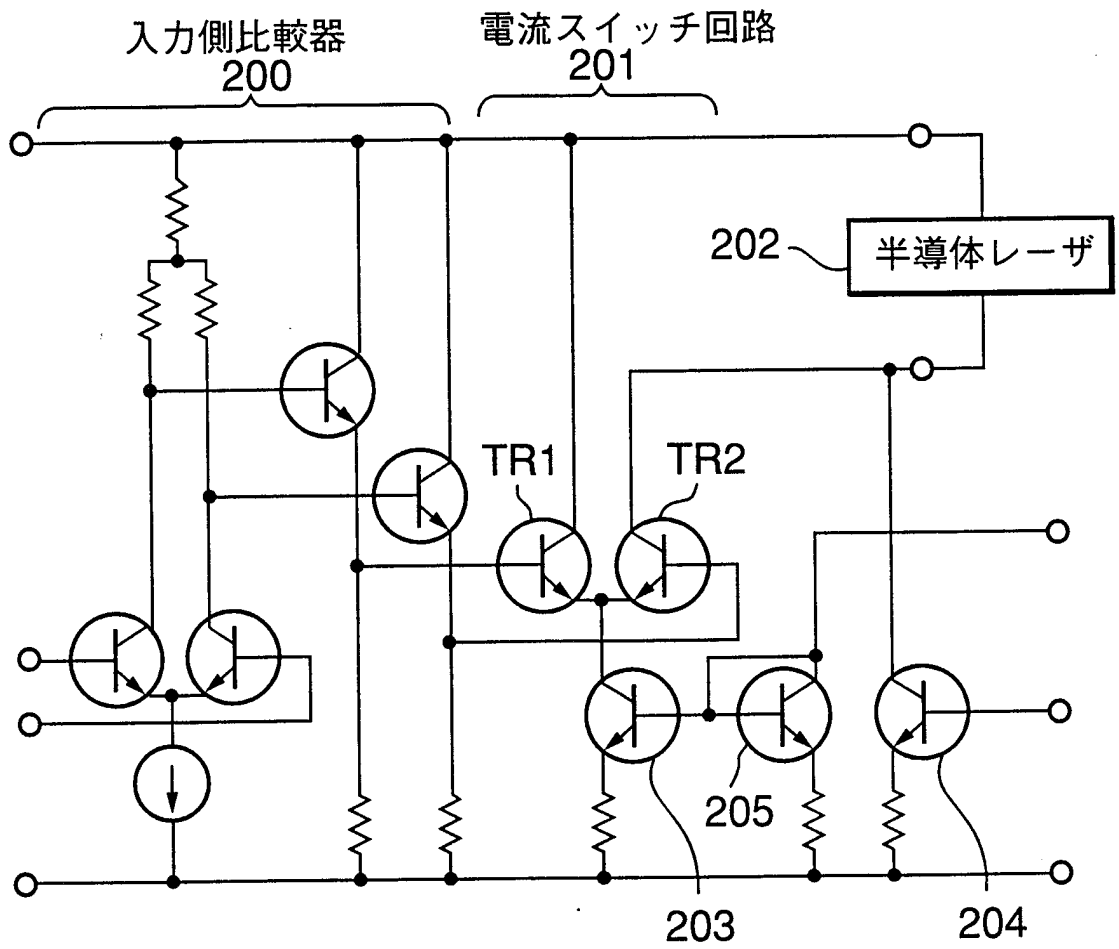


図 26

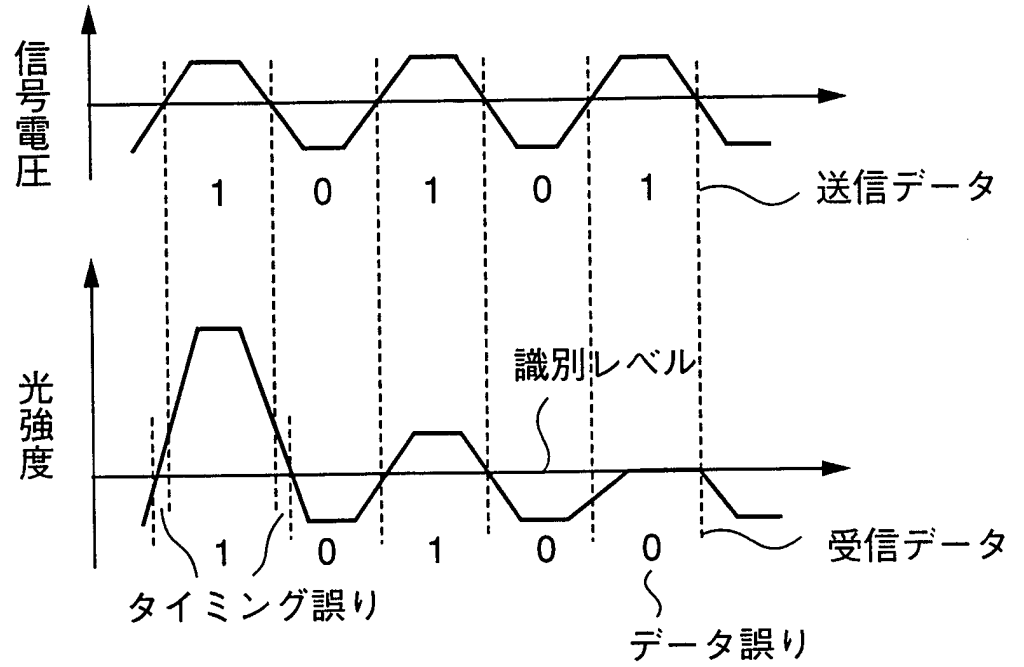


図 27

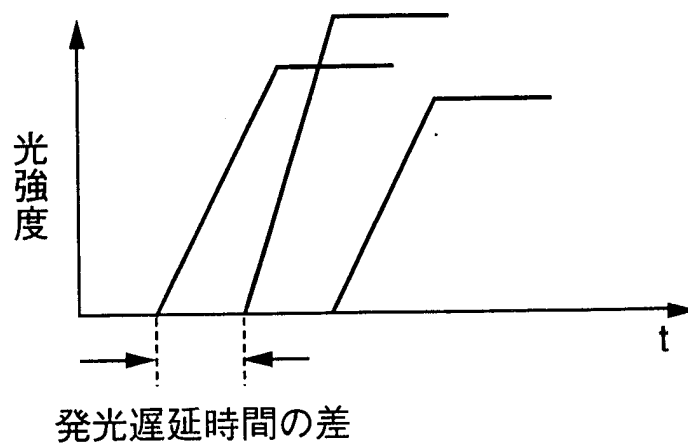


図 28

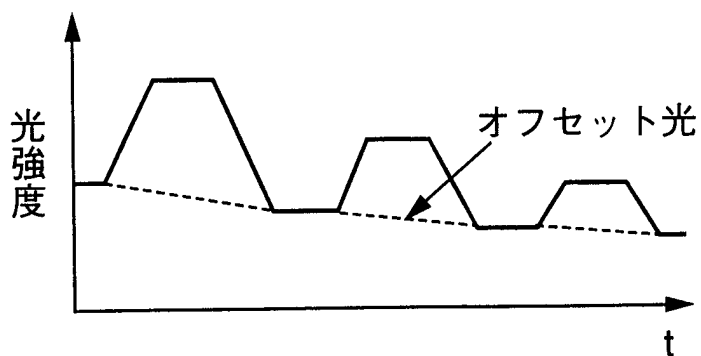


図 29

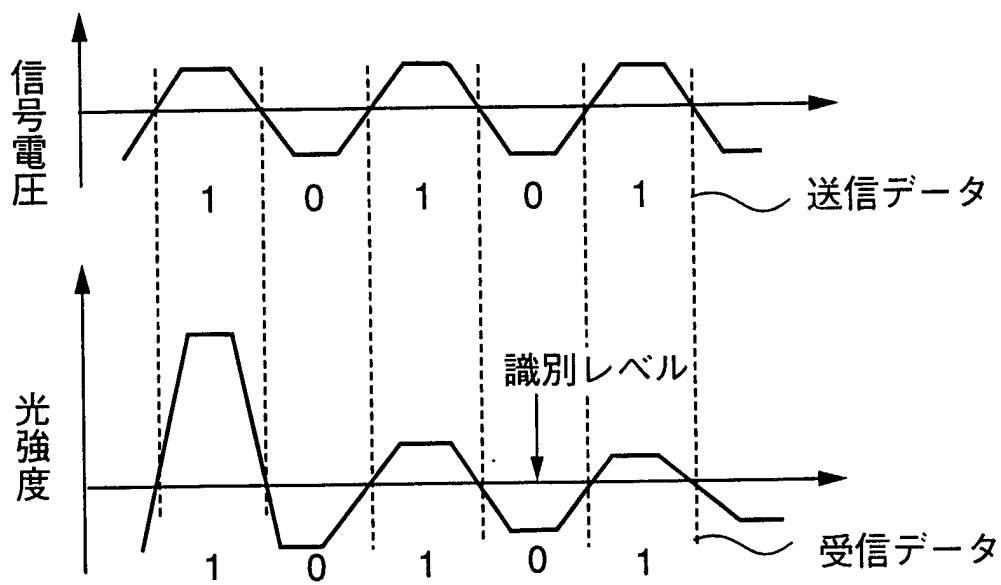


図 30

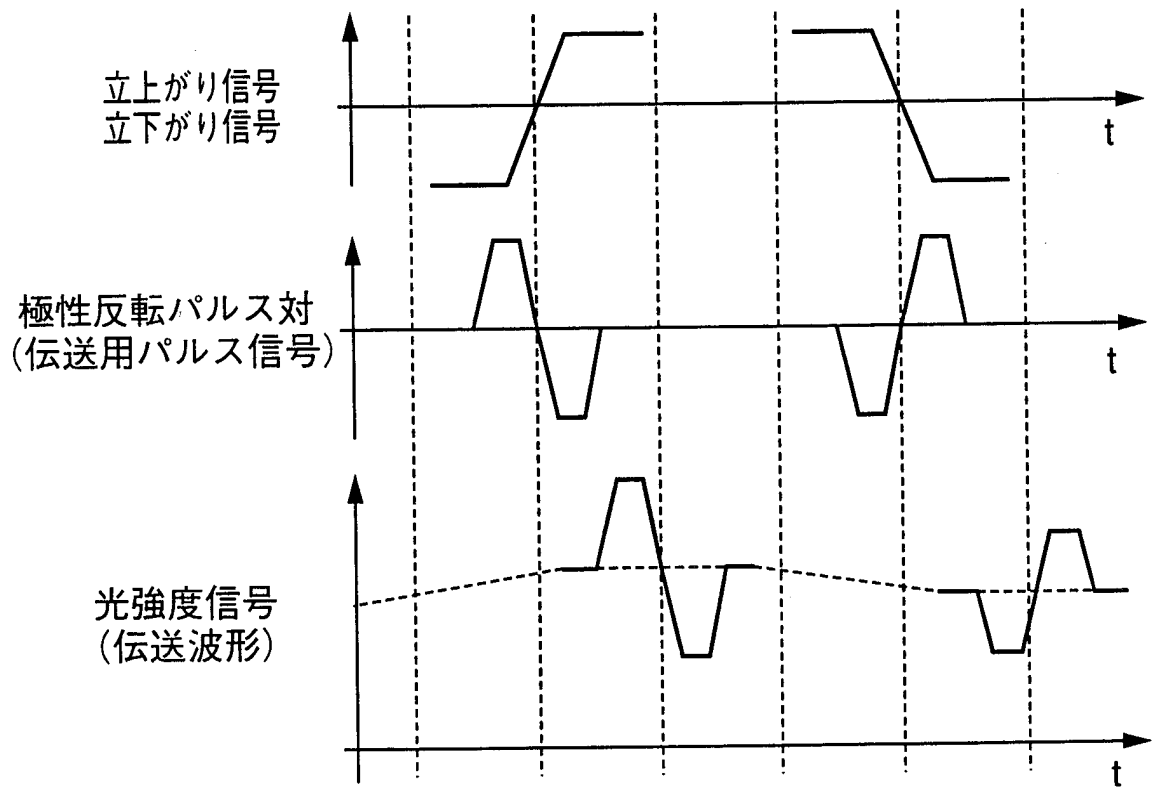


図 31

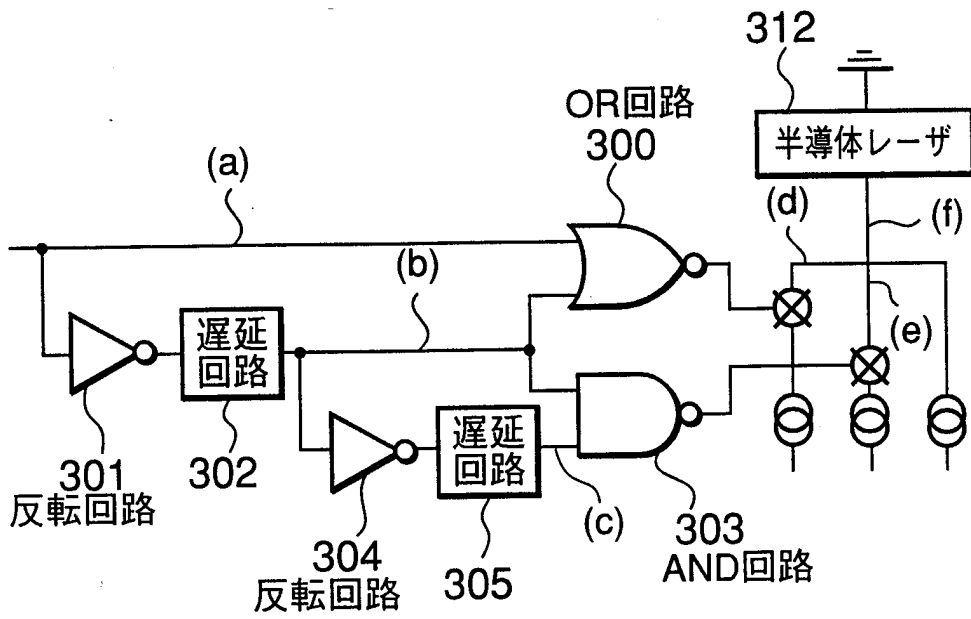


図 32

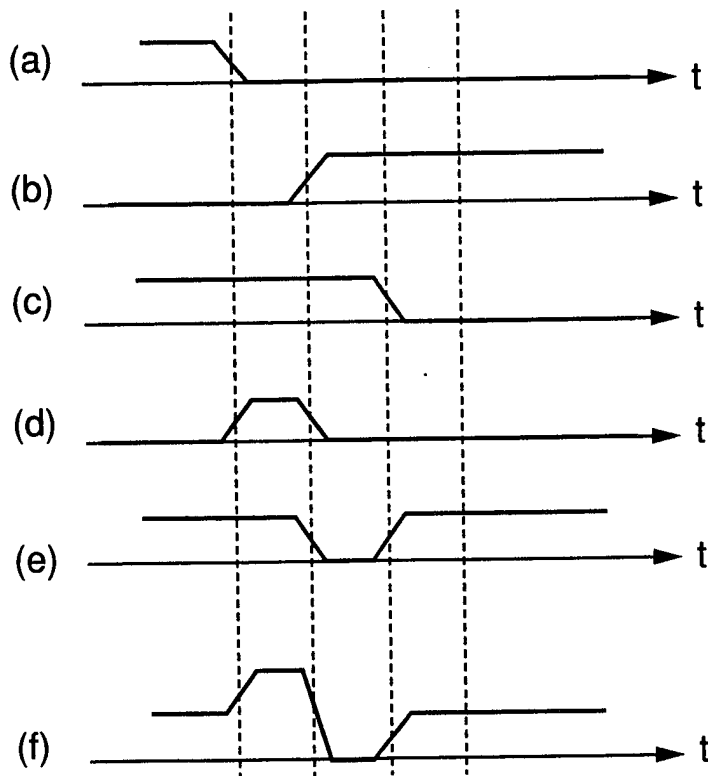


図 33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP98/00246

| <p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁶ H04B10/152, H01S3/10</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
| <p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl⁶ H04B10/00-10/06, H04B10/12-10/28, H01S3/10</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1998 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X A</td> <td>JP, 8-23310, A (Fujitsu Ltd.), January 23, 1996 (23. 01. 96), Pages 3 to 5 (Family: none)</td> <td>10 1-9, 11-29</td> </tr> <tr> <td>X A</td> <td>JP, 3-114323, A (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), May 15, 1991 (15. 05. 91), Pages 2 to 6 (Family: none)</td> <td>10 1-9, 11-29</td> </tr> </tbody> </table> | | | Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | X A | JP, 8-23310, A (Fujitsu Ltd.), January 23, 1996 (23. 01. 96), Pages 3 to 5 (Family: none) | 10 1-9, 11-29 | X A | JP, 3-114323, A (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), May 15, 1991 (15. 05. 91), Pages 2 to 6 (Family: none) | 10 1-9, 11-29 | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | | | | | | | | | | |
| X A | JP, 8-23310, A (Fujitsu Ltd.), January 23, 1996 (23. 01. 96), Pages 3 to 5 (Family: none) | 10 1-9, 11-29 | | | | | | | | | | |
| X A | JP, 3-114323, A (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), May 15, 1991 (15. 05. 91), Pages 2 to 6 (Family: none) | 10 1-9, 11-29 | | | | | | | | | | |
| <p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <table> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table> | | | "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "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 | "E" earlier document but published on or after the international filing date | "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 | "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) | "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 | "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | "&" document member of the same patent family | "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "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 | | | | | | | | | | | |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "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 | | | | | | | | | | | |
| "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) | "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 | | | | | | | | | | | |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | "&" document member of the same patent family | | | | | | | | | | | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | | | | | | | | | | | |
| <p>Date of the actual completion of the international search April 22, 1998 (22. 04. 98)</p> | | <p>Date of mailing of the international search report May 12, 1998 (12. 05. 98)</p> | | | | | | | | | | |
| <p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p> | | <p>Authorized officer</p> | | | | | | | | | | |
| <p>Facsimile No.</p> | | <p>Telephone No.</p> | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|---|---|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ^o H04B10/152 Int. Cl ^o H01S3/10 | | |
| 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 (IPC)) Int. Cl ^o H04B10/00-10/06 Int. Cl ^o H04B10/12-10/28 Int. Cl ^o H01S3/10 | | |
| 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 1926-1998 日本国公開実用新案公報 1971-1998 日本国登録実用新案公報 1994-1998 日本国実用新案登録公報 1996-1998 | | |
| 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 A | JP, 8-23310, A (富士通株式会社) 23. 1月. 1996 (23. 01. 96), 第3-5頁, (ファミリーなし) | 10 1-9, 11-29 |
| X A | JP, 3-114323, A (旭化成工業株式会社) 15. 5月. 1991 (15. 05. 91), 第2-6頁, (ファミリーなし) | 10 1-9, 11-29 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、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 22. 04. 98 | | 国際調査報告の発送日 12 05.98 |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 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) 印 和田 志郎 5 J 8 1 1 9 電話番号 03-3581-1101 内線 3536 |