

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-222294
(P2004-222294A)

(43) 公開日 平成16年8月5日(2004.8.5)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 4 B 10/04	HO 4 B 9/00	5 F O 7 3
HO 1 S 5/0683	HO 1 S 5/0683	5 K 1 0 2
HO 4 B 10/06	HO 4 B 9/00	S
HO 4 B 10/14		
HO 4 B 10/26		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-6909 (P2004-6909)	(71) 出願人	399117121 アジレント・テクノロジーズ・インク AGILENT TECHNOLOGIES, INC. アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ページ・ミル・ロード 395 395 Page Mill Road Palo Alto, California U. S. A.
(22) 出願日	平成16年1月14日 (2004.1.14)	(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
(31) 優先権主張番号	10/346481	(74) 代理人	100084537 弁理士 松田 嘉夫
(32) 優先日	平成15年1月15日 (2003.1.15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

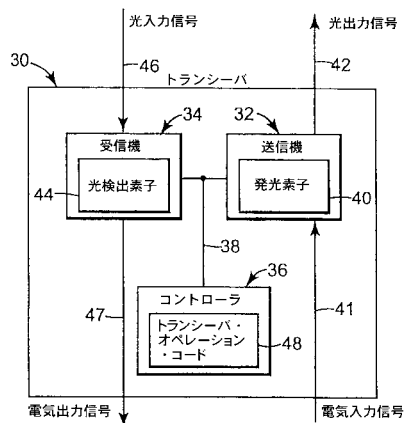
(54) 【発明の名称】 ファームウェアの制御を受ける光トランシーバにおけるレーザ初期化

(57) 【要約】

【課題】 光トランシーバモジュールの作動開始後、レーザの光出力パワー・レベルを早期に安定化可能とする。

【解決手段】 光トランシーバモジュール30内に送信機32が組み込まれる。マイクロコントローラ36は、送信機32のレーザに初期バイアス値によるバイアスをかけてレーザを発光させるとともにレーザのパワー・レベルを、レーザ出力パワー検知回路を介して検出する。マイクロコントローラ36は、パワー・レベルが所定のレンジ内でない場合、バイアス値を調整してレーザの発光パワー・レベルを調節する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バイアス電流に基づくパワー・レベルを有する光出力信号(42)を発生するように構成されたレーザ(72)と、

前記レーザに初期バイアス電流によるバイアスをかけ、前記パワー・レベルを表すモニタ信号を受信し、前記パワー・レベルと所望のパワー・レベル・レンジを比較して、前記パワー・レベルが前記所望のパワー・レベル・レンジ内になれば、前記レーザに調整したバイアス電流でバイアスをかけるように構成されたコントローラ(36)と、

を有することを特徴とする光トランシーバ・モジュール(30)。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、光トランシーバ・モジュールに関するものであり、とりわけ、レーザ初期化性能(レーザ発光開始時の立ち上げ性能)を向上させるコントローラと連係動作する、レーザを備えた受信機及び送信機を用いる、光トランシーバ・モジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

データ通信における光ファイバ・テクノロジーの利用は、急速なペースで拡大し続けている。コンピュータ、電話、及び、計測システムの接続には、光ファイバ伝送リンクが広く用いられている。光ファイバ・システムには、銅の導体を用いたシステムに対して途方もなく大きい利点がある。光ファイバ・システムは、銅による導体システムよりも小さく、軽いだけでなく、完全な電気絶縁性、極めて高速な広帯域機能、ノイズと広スペクトルの干渉の両方に対する完全なイミュニティ(耐性)をもたらす。最も重要なのは、光ファイバ通信リンクが、銅による導体システムよりはるかに低コストという点である。

20

【0003】

基本的な光ファイバ通信リンクは、3つのコンポーネント、すなわち、送信機、受信機、及び、光ファイバ・ケーブルを備えている。送信機には、電流を光信号に変換する発光素子が含まれている。発光素子は、一般に、発光ダイオード、レーザ・ダイオード、または、面発光レーザ(VCSSEL)である。受信機には、光信号を変換して、電流に戻す光検出素子が含まれている。光ファイバ・ケーブルは、送信機と受信機を接続し、それらの間で光信号を伝送する。

30

【0004】

しかし、より一般的には、光ファイバ・リンクには、1対の光ファイバ・ケーブルによって結合された1対の光トランシーバが含まれている。光トランシーバは、送信機と受信機を組み合わせ、光データの送信と受信の両方に必要な、全ての所要の電気/光変換を可能にする一つのユニットをなすものである。第1のトランシーバの送信機は、一方の光ファイバ・ケーブルを介して、光信号の形をなすデータを第2のトランシーバの受信機に送り、第2の送信機は、引き続き、光信号を電気信号に変換する。同様に、第2のトランシーバの送信機は、もう一方の光ファイバ・ケーブルを介して、光信号を第1のトランシーバの受信機に送る。

40

【0005】

発光素子としてレーザを利用する光トランシーバ・モジュールの場合、良質の製品が得られるようにするために、迅速かつ正確に実施しなければならない重要なタスクの1つが、レーザの初期化すなわち起動である。レーザが起動される毎に、確実に動作するため、その光出力パワー・レベルを所望のレンジすなわちウィンドウ内に上昇させ、安定化させなければならない。レーザの光出力パワー・レベルは、レーザに供給されるバイアス電流を調整することによって制御される。レーザの初期化は、一般に、光トランシーバ・モジュールがオンになる毎に、または、あるタイプのトランシーバ障害または発光禁止(ディゼイブル)が否定(解除)された後、実施される。トランシーバをできるだけ速く動作状

50

態にするには、レーザの迅速な起動が望ましい。

【0006】

従来、光トランシーバ・モジュールは、「ハード・コード」された（ハードウェアで組まれた）集積回路（IC）として構成されてきた。換言すれば、複数のトランジスタを含む個々の回路が、ICをなすように設計されており、各回路は、トランシーバの制御及び操作に関連した単一タスクを実施するためだけに用いられる。現在一般に行われているのは、レーザの初期化専用の回路に、レーザ・パワーに関する生成目標を記憶することである。起動時に、実際の光出力パワーが弱すぎる場合、回路は、バイアス電流をインクリメントする。同様に、光出力パワーが強すぎる場合、回路は、バイアス電流をデクリメントする。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したアプローチの主たる欠点は、レーザ出力パワーを所望のウィンドウ内にするのに、数回にわたる繰り返しを必要とする場合があり、この結果、光トランシーバが光データを送信できるようになるのが遅れるという点である。初期化時に、レーザの光出力パワーをより迅速かつより正確に所望の動作ウィンドウ内の値にすることが可能な光トランシーバ・モジュールが必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の態様の1つによれば、レーザとコントローラを含む光トランシーバ・モジュールが得られる。レーザは、バイアス電流に基づくパワー・レベルを有する光出力信号を送り出すように構成されている。コントローラは、レーザに初期バイアス電流によるバイアスをかけ、パワー・レベルを表わすモニタ信号を受信し、パワー・レベルと目標パワー・レベル・レンジとを比較し、パワー・レベルが目標パワー・レベル・レンジ内になれば、レーザに調整されたバイアス電流によるバイアスをかける（すなわち、バイアスを調整する）ように構成されている。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

望ましい実施態様に関する下記の詳細な説明では、その一部をなし、例証として、本発明を実施することが可能な特定の実施態様を示されている、添付の図面を参照する。もちろん、他の実施態様を利用することも可能であり、本発明の範囲を逸脱することなく、構造または論理上の変更を加えることも可能である。従って、下記の詳細な説明は、本発明を限定するものにとらえるべきではなく、本発明の範囲は、本明細書に添付されている特許請求の範囲によって規定される。

30

【0010】

図1には、本発明による光トランシーバ・モジュールの全体が30で例示されている。光トランシーバ・モジュール30には、送信機32、受信機34、及び、コントローラ36が含まれている。コントローラ36は、経路38を介して、送信機32及び受信機34に結合され、通信を行う。送信機32には、経路41を介して電気入力信号を受信し、光ファイバ42を介して送り出される光出力信号に変換するように構成された発光素子40が含まれている。実施態様の1つでは、発光素子40はレーザである。実施態様の1つでは、送信機32は集積回路である。受信機34には、光ファイバ46を介して受信する光入力信号を検出し、経路47を介して送り出される電気信号に変換するように構成された光検出素子44が含まれている。実施態様の1つでは、受信機34は、集積回路である。

40

【0011】

コントローラ36には、トランシーバ・オペレーション・コード48が含まれており、送信機32及び受信機34と連係して動作し、光トランシーバ・モジュール30の動作に関連した複数のタスクを制御するように構成されている。コントローラ36には、複数のタスク・コード・モジュールを含むトランシーバ・オペレーション・コード48が含まれ

50

ている。各タスク・コード・モジュールは、優先レベルが割り当てられており、光トランシーバ・モジュール30の動作を制御するための複数のタスクのうち、少なくとも1つのタスクを実施する命令を含んでいる。トランシーバ・オペレーション・コード48にはさらに、割り当てられた優先レベルに基づいて、コントローラ36が複数のタスク・コード・モジュールを実行する順番を管理するように構成された優先度コードも含まれている。

【0012】

送信機及び受信機と連係してコントローラを利用することによって、本発明による光トランシーバ・モジュール30では、「ハード・コード」された集積回路を利用した従来の光トランシーバより柔軟な光トランシーバ設計が可能になる。例えば、光トランシーバ30は、トランシーバの内部温度、レーザの出力パワー、及び、レーザ・バイアスといった、トランシーバの動作特性をモニタして、ユーザに報告するのにより適した構成になっており、より容易にそれを可能にする。さらに、優先度コードを用いて、割り当てられた優先レベル順にトランシーバ・モジュール30の制御タスクを実行することによって、ほとんど失敗することなく、優先度の高いタスクを完了することが保証され、同時に、優先度の低いタスクを適時に完了することも保証されるので、コントローラ36は、信頼性のあるトランシーバの動作をもたらすことになる。

【0013】

図2には、本発明による光トランシーバ・モジュール30の典型的な実施態様の1つが例示されている。光トランシーバ・モジュール30には、送信機32、受信機34、及び、コントローラ36が含まれており、実施態様の1つでは、コントローラ36は、中央演算処理装置(CPU)60及びメモリ・ブロック62を具備し、さらに、メモリ・ブロック62にトランシーバ・オペレーション・コード48を含んでいるマイクロコントローラである。実施態様の1つでは、メモリ・ブロック62は、電氣的消去書き込み可能読み出し専用メモリ(EEPROM)素子である。マイクロコントローラ(コントローラ)36は、2線式直列接続のような、任意の適合するタイプの直列または並列接続である内部接続64を介して、送信機34及び受信機36と電氣的に結合されている。適合する直列2線式接続の1つは、http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/various/I2C_Bus_Specification_3.pdfでPhilips Semiconductorから入手可能なI2C-Bus Specificationによって規定されているI2C接続である。内部接続64がI2C接続の場合、送信機32、受信機34、及び、マイクロコントローラ36には、それぞれ、上述のPhilipsの参考文献に解説されたI2Cインターフェイスが含まれる。実施態様の1つでは、光トランシーバ・モジュール30は、参考までに本明細書において援用されている小形差込型(Small Form Plugable=SFP)トランシーバに関するSFF-8074i規格を遵守している。SFF-8074i規格は、<http://www.sffcommitte.com>、または、<ftp://ftp.seagate.com/sff/>で入手可能である。

【0014】

送信機32には、レーザ72、レーザ出力パワー検知回路74、レーザ・バイアス電流検知回路75、レーザ・バイアス電流制御回路76、レーザ変調電流制御回路77、温度検知回路78、電圧検知回路80、及び、メモリ・ブロック82が含まれている。レーザ・バイアス電流制御回路76は、レーザ72の平均光パワーを制御し、一方、レーザ変調電流制御回路77は、A/C変調を制御する。実施態様の1つでは、送信機32は、集積回路である。実施態様の1つでは、レーザは、光ファイバ42に接続可能であり、それを介して光出力信号を送り出す、面発光レーザ(VCSSEL)である。実施態様の1つでは、メモリ・ブロック82は、スタティック・ランダム・アクセス・メモリ(SRAM)素子である。実施態様の1つでは、送信機32は、外部接続86を介して外部ホスト84に接続可能である。外部接続86は、2線式直列接続のような、適合する任意のタイプの直列または並列接続である。適合する2線式直列接続は、<http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/various/I>

2C__Bus__Specification__3.pdfでPhilips Semiconductorから入手可能なI2C-Specificationによって規定されているI2C接続である。ホスト84は、カスタマイザーフェイスまたはテスト装置とすることが可能である。外部接続86がI2C接続の場合、送信機32及びホスト84には、Philipsの参考文献に解説のI2Cインターフェイスが含まれている。内部接続64及び外部接続86が、I2C接続として構成される場合、送信機メモリ・ブロック82は、バッファとして利用され、マイクロコントローラ36及びホスト84は、標準I2Cプロトコルを利用し、内部接続64、メモリ・ブロック82、及び、外部接続86を介して通信を行う。

【0015】

レーザ出力パワー検知回路74は、レーザ72によって得られる平均光出力パワーを測定し、その値を送り出すように構成されている。実施態様の1つでは、レーザ出力パワー検知回路74には、レーザ72から送り出される光出力信号をサンプリングし、レーザ72の光出力パワーを表す値を有する電流を生じるフォトダイオードが含まれている。レーザ・バイアス電流検知回路75は、レーザ72の平均バイアス電流を測定し、それを表わす値を送り出すように構成されている。温度検知回路78は、光トランシーバ・モジュール30の温度を測定し、それを表わす値を送り出すように構成されている。電圧検知回路80は、送信機32に対する供給電圧92を測定し、それを表わす値を送り出すように構成されている。上述の値は、内部接続64を介して、マイクロコントローラ36に供給される。

【0016】

受信機34には、さらに、光検出素子44と、光入力パワー検知回路88が含まれている。実施態様の1つでは、受信機34は、集積回路である。実施態様の1つでは、光検出素子44は、光ファイバ46に接続可能であり、それを介して光入力信号を受信するPINダイオードである。光入力パワー検知回路88は、光ファイバ46を介して受信する光入力信号の平均パワーまたはピーク・ピーク・パワーを測定し、それを表す値を、内部接続64を介してマイクロコントローラ36に供給するように構成されている。

【0017】

使用できるようにするため、まず、光トランシーバ・モジュール30を初期化して、較正しなければならない。モジュール初期化には、光トランシーバ・モジュール30の起動毎に行われる複数のタスクの実行が必要になる。初期化時に行われるタスク例には、マイクロコントローラ36内の複数のレジスタの顧客に合わせた設定、及び、マイクロコントローラ36内の複数のレジスタのクリアがある。較正は、一般に、製造プロセスの一部として実施され、モジュールを「顧客が使用可能な状態」にするため、光トランシーバ・モジュール30に一般的な顧客データとモジュール特有の顧客データの両方をアップロードする、複数のタスクを必要とする。換言すれば、光トランシーバ・モジュール30には、設計及び性能要件に従って、予想される全てのタスクを実施できるようにするデータがアップロードされる。これに関して、本発明による各光トランシーバ・モジュールは、個々の顧客に固有の動作環境における動作に合わせて「調整する」ことが可能である。

【0018】

モジュールの較正及び初期化が完了すると、光トランシーバ・モジュール30は、動作可能になり、光データの送受信が可能になる。しかし、信頼性のある動作を可能にするには、マイクロコントローラ36は、タスク・コード・モジュールに割り当てられた優先レベルに基づいて、光トランシーバ・モジュール30の動作を制御するための複数のタスク・コード・モジュールを実行しなければならない。実施態様の1つでは、トランシーバ・オペレーション・コード48の優先度コードには、マイクロコントローラ36によって複数のタスク・コード・モジュールが実行される、タイミング、順序、及び、頻度を制御する入れ子型ループが含まれている。

【0019】

実施態様の1つでは、マイクロコントローラ36には、複数のオペレーション・コード

10

20

30

40

50

・モジュールが含まれており、各オペレーション・コード・モジュールには、少なくとも1つのタスク・コード・モジュールが含まれている。実施態様の1つでは、複数のオペレーション・コード・モジュールには、少なくともレーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールと、システム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールが含まれている。レーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールには、レーザ72の光出力パワーをモニタして、所望の目標レベルに維持するための複数のタスク・コード・モジュールが含まれている。システム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールには、複数の光トランシーバ・モジュール30の動作パラメータをモニタする複数のタスクが含まれている。動作パラメータの例には、トランシーバ・モジュール30の温度、及び、レーザ72の平均バイアス電流がある。レーザ72のモニタは、マイクロコントローラ36の重要なタスクであり、最高のタスク優先レベルが割り当てられている。システム・モニタ・モジュールに関連したタスクのような他のタスクは、モニタ・レーザ72のタスクから「時間区分化」されており (time-partitioned)、レーザ・モニタを制御するタスクに付与されるほど多くのCPU60処理時間量は付与されない。

【0020】

図3は、レーザ・モニタ及びシステム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに関連したタスクの実行に優先順位を付けて、図2に例示の光トランシーバ・モジュール30の動作を制御するため、マイクロコントローラ30によって用いられるプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図100である。プロセス100は、モジュール較正/初期化の完了後、ステップ102から開始される。プロセス100は、次に、ステップ110において、レーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに進み、レーザ72の動作がモニタされ、制御される。ステップ110のレーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールには、レーザ72の光出力パワー・レベルをモニタして、出力パワーを所望の目標値にほぼ等しいレベルに維持するため、必要に応じて、レーザ・バイアス電流制御回路76によってレーザ72に供給されるバイアス電流を調整する複数のタスクが含まれている。

【0021】

ステップ110におけるレーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールには、さらに、111で表示の、レーザ72を初期化するための複数のタスクが含まれている。レーザ初期化には、レーザ72をパワー・オフ状態から所望の目標出力パワー・レベルにするためのタスクの実行が必要とされる。レーザ72の初期化を制御するためのタスクは、一般に、他のレーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュール・タスク程の頻度では実行されない。一般に、レーザ初期化を制御するタスクは、トランシーバ・モジュール30の初期起動後か、または、システムの障害によってレーザ72の停止及び再初期化が必要になった後に限って実行される。以下では、レーザ初期化111に関連したタスクを含む、ステップ110におけるレーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに関連したタスクの実行についてさらに詳述することにする。

【0022】

マイクロコントローラ36が、ステップ110におけるレーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに関連した複数のタスクを実行すると、プロセス100は、ステップ112に移行し、レーザ・モニタ・ループ・カウンタが、値1だけインクリメントされる。プロセス100は、次に、ステップ114に進み、マイクロコントローラ36は、ループ・カウンタがしきい値に等しいか否かを問い合わせる。実施態様の1つでは、レーザ・モニタ・ループ・カウンタに関するしきい値は8である。プロセス100のステップ114において、ループ・カウンタのしきい値が「8」であることが示されるが、この値は、レーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュール・タスクに割り当てることが要求されるCPU60処理時間量に応じて、増/減可能である。ステップ114において、ループ・カウンタの値が8未満の場合、プロセス100は、ステップ110に戻り、マイクロコントローラ36は、再び、レーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールの複数のタスクを実行する。ループ・カウンタの値が8の場合、マイクロコントローラ

36は、レーザ72が十分に安定しているものと判断し、プロセス100は、ステップ116に進んで、システム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに関連した複数のタスクが実施される。

【0023】

ステップ116におけるシステム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールには、光トランシーバ・モジュール30の動作を制御するのに役立つシステム動作パラメータをモニタして、調整するための複数のタスクが含まれている。さまざまな値をモニタして、調整するが、タスクは、主として、環境条件、及び、システム・エラーの補正に関して光トランシーバ・モジュール30のシステム動作パラメータを調整することに関連したものである。マイクロコントローラ36は、システム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールの少なくとも1つのタスクを実行すると、レーザ・モニタ・ループ・カウンタを0にセットし、プロセス100は、ステップ110に戻り、もう一度、レーザ72をモニタするタスクの実行を開始する。ステップ116において行われるシステム・モニタ・オペレーション・コード・モジュール・タスクの実行については、さらに詳細に後述することにする。

10

【0024】

割り込み・オペレーション・コード・モジュール118には、マイクロコントローラ36がさまざまな送信元から受信するさまざまなタイプの割り込み信号にตอบสนองして実行される、複数のタスクを制御するための複数のタスク・コード・モジュールが含まれている。マイクロコントローラ36は、割り込み信号にตอบสนองして、まず、レーザ及びシステム・モニタ・タスクの優先順位付けされたプロセスを中断し、受信した割り込み信号のタイプを判定する。割り込み信号のタイプに応じて、マイクロコントローラ36は、対応する複数のタスク・コード・モジュールをすぐに実行してから、レーザ及びシステム・モニタ・タスクの優先順位付けされたプロセスを再開するか、あるいは、割り当てられた優先レベルに基づいて、他のタスク・コード・モジュールと共に前記複数のタスク・コード・モジュールを実行する。割り込みモジュール118については、さらに詳細に後述する。

20

【0025】

図3の流れ図100には、システム・モニタ・タスクに関連したタスクと対照して、レーザ72のモニタに関連したタスクを実施するため、マイクロコントローラ36によって付与された優先順位が例示されている。従って、流れ図100は、レーザ72によって送り出される光出力信号のパワーをモニタし、制御する操作のクリティカルな特性を反映している。レーザ・モニタ・ループ・カウンタの値が8の場合、レーザ・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに関連したタスクは、システム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに関連したタスクが1回実行される毎に、8回実行される。

30

【0026】

図4は、図3のステップ112及び114で概略を説明した、レーザ72をモニタするためのプロセス120の典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。プロセス120は、光トランシーバ・モジュール30の較正及び初期化が完了した後、ステップ102から開始される。プロセス120は、次に、ステップ122に進み、マイクロコントローラ36が、レーザ72がオンか否かを問い合わせる。ステップ122の問い合わせに対する返答が「はい」の場合、プロセス120はステップ124に進む。

40

【0027】

ステップ124において、マイクロコントローラ36は、レーザ72の出力パワーが安定しているか否かを判定する。マイクロコントローラ36は、レーザ出力パワー検知回路74から、レーザ72の現在の出力パワー・レベル表した値を読み取る。マイクロコントローラ36は、次に、レーザ72の現在の出力パワー・レベルを表す値と、メモリ・ブロック62に記憶されているレーザ72の目標出力パワー・レンジとを比較する。現在の出力パワーを表す値が、目標出力パワー・レンジ内になれば、プロセス120は、ステップ111におけるレーザ初期化モジュールに進む。上述のように、レーザ初期化には、できるだけ速く、レーザ72をパワー・オフ状態から所望のレンジ内のパワー・レベルを有

50

する出力信号を送り出せる状態にするための複数のタスクを実行することが必要になる。レーザ72の初期化については、さらに詳細に後述する。レーザ72は、ステップ111で初期化されると、プロセス120はステップ112に進む。

【0028】

ステップ124におけるレーザ72の現在の出力パワーを表す値が、メモリ・ブロック62に記憶されている目標レンジ内である場合、プロセス120は、ステップ126に進む。ステップ126において、マイクロコントローラ36は、レーザ・バイアス電流が所望の目標レンジ内であるか否かを判定する。マイクロコントローラ36は、レーザ・バイアス電流検知回路75から、レーザ72の現在のバイアス電流レベルを表わす値を読み取って、現実の値に変換する。マイクロコントローラ36は、次に、現在のバイアス電流の現実の値とメモリ・ブロック62に記憶されている目標バイアス電流目標レンジとを比較する。現在のバイアス電流レベルが所望の目標レンジ内であれば、プロセス120は、ステップ112に進む。

10

【0029】

現在のバイアス電流レベルが、所望の目標レンジ内になれば、プロセス120は、ステップ130に進む。バイアス電流レベルが、所望の目標レンジ未満であれば、マイクロコントローラ36は、レーザ・バイアス電流制御回路76が、所定の増分量だけレーザ・バイアス電流を増大させるようにする。バイアス電流レベルが、所望の目標レンジを超えていると、マイクロコントローラ36は、レーザ・バイアス電流制御回路76が、所定の増分量だけレーザ・バイアス電流を減少させるようにする。バイアス電流の増/減後、プロセス120はステップ112に進む。

20

【0030】

ステップ112において、マイクロコントローラ36は、レーザ・モニタ・ループ・カウンタを値1だけインクリメントする。次に、プロセス120は、ステップ114に進み、マイクロコントローラ36は、ループ・カウンタの値が8か否かを問い合わせる。前述のように、プロセス120において、ループ・カウンタのしきい値が8であることが示されるが、この値は、レーザ・モニタに割り当てることが要求されるCPU60処理時間量に応じて、増/減可能である。モニタ・ループ・カウンタの値が8未満の場合、プロセス120は、ステップ122に戻り、レーザ72のモニタリングに関連したタスクの実行を続ける。モニタ・ループ・カウンタの値が8の場合、レーザ72は、十分に安定しているとみなされ、プロセス120は、ステップ132に進み、その時点において、システム・モニタ・オペレーション・コード・モジュールに関連したタスクが実行されることになる。

30

【0031】

図5は、本発明による光トランシーバ30に関するシステム・モニタ・プロセス140の典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。システム・モニタには、主として、環境の変化に関するさまざまなトランシーバ・モジュール30の動作パラメータをモニタして、調整し、システム・エラーを補正し、保守を行うための複数のタスク・コード・モジュールが含まれている。実施態様の1つでは、複数のシステム・モニタ・タスク・コード・モジュールは、細分されて、3つのグループを形成しており、第1のグループは、第1の優先レベルが割り当てられ、第2のグループは、第2の優先レベルが割り当てられ、第3のグループは、第3の優先レベルが割り当てられているが、第1のグループに含まれるタスク・コード・モジュールは、優先順位が最高とみなされ、第3のグループのタスク・コード・モジュールは、優先順位が最低とみなされる。

40

【0032】

システム・モニタ・プロセス140は、レーザ・モニタ・プロセス120のようなレーザ・モニタ・プロセスによって、マイクロコントローラ36が、レーザ72の働きを危うくすることなく、CPU60の処理時間をもっぱらシステム・モニタ・タスクに充てるのに十分なほど、レーザ72が安定しているものとみなされると、ステップ132から開始される。プロセス140は、次に、ステップ142に進み、マイクロコントローラ36は

50

、第1のグループをなすモニタ・タスクから各タスク・コード・モジュールを実行する。第1のグループ内のタスク・コード・モジュールによって実施されるタスク例には、システム温度に基づいてレーザ72の出力変調を調整すること、及び、レーザ72の出力パワーをモニタして、目の防護のために停止できるように、アラームをセットすることがある。

【0033】

第1のグループのグループをなすタスク・コード・モジュールが、全て、実行されると、プロセス140は、ステップ144に進み、マイクロコントローラ36が、第2のグループからのタスク・コード・モジュールの1つを実行する。第2のグループ内のタスク・コード・モジュールによって実施されるタスク例には、レーザ出力パワーの温度調整、及び、送信機の供給電圧障害設定のモニタがある。実施態様の1つでは、マイクロコントローラ36は、第2のグループからのタスク・コード・モジュールの循環リストを保守し、どのタスク・コード・モジュールが最後に実行されたかを監視する。循環リストの最後のタスク・コード・モジュールが実行されると、マイクロコントローラは、循環リストの最初のタスク・コード・モジュールに戻る。

10

【0034】

第2グループからのタスク・コード・モジュールの1つを実行すると、プロセス140は、ステップ146に進み、システム・モニタ・ループ・カウンタが、値1だけインクリメントされる。プロセス140は、次に、ステップ148に進み、マイクロコントローラ36は、システム・モニタ・ループ・カウンタ値が所定のしきい値に等しいか否かを問い合わせる。実施態様の1つでは、システム・モニタ・ループ・カウンタのしきい値は、2である。プロセス140のステップ148において、システム・モニタ・ループ・カウンタの値が2であると示されるが、この値は、第3グループからのシステム・モニタ・タスク・コード・モジュールの実行に、CPU60の処理時間をどれだけ充てるように要求されるかに応じて、増/減可能である。

20

【0035】

システム・モニタ・ループ・カウンタ値が2未満の場合、プロセス140はステップ152に進む。システム・モニタ・ループ・カウンタ値が2の場合、プロセス140はステップ150に進み、マイクロコントローラ36は、第3グループからのシステム・モニタ・タスク・コード・モジュールの1つを実行する。第3グループ内のタスク・コード・モジュールによって実施されるタスク例には、アラーム及び警告フラグのセッティング及びクリアがある。実施態様の1つでは、マイクロコントローラ36は、第3グループからのタスク・コード・モジュールの循環リストを保守し、どのタスク・コード・モジュールが最後に実行されたかを監視する。循環リストの最後のタスク・コード・モジュールが実行されると、マイクロコントローラは、循環リストの最初のタスク・コード・モジュールに戻る。

30

【0036】

第3グループからのタスク・コード・モジュールの1つを実行すると、マイクロコントローラ36は、システム・モニタ・ループ・カウンタの値を0にセットし、プロセス140は、ステップ152に進む。ステップ152において、プロセス140は、レーザ・モニタ・プロセス120のようなレーザ・モニタ・プロセスに進む。

40

【0037】

118における割り込み・オペレーション・コード・モジュールには、さまざまな送信元から受信するさまざまなタイプの割り込み信号にตอบสนองして実行される、複数のタスクを制御するための複数のタスク・コード・モジュールが含まれている。割り込み信号には複数のタイプがあり、割り込み信号のタイプに基づいて優先レベルが割り当てられた割り込み信号にตอบสนองして実行されるタスクを制御するためのタスク・コード・モジュールが設けられている。実施態様の1つでは、割り込み信号は、第1のタイプまたは第2のタイプである。

【0038】

50

割り込み信号の受信にตอบสนองして、マイクロコントローラ 36 は、まず、レーザ及びシステム・モニタ・タスク優先順位のプロセスを中断し、受信した割り込み信号のタイプを判定する。割り込み信号が第 1 のタイプであれば、マイクロコントローラ 36 は、対応する複数のタスク・コード・モジュールをすぐに実行してから、レーザ及びシステム・モニタ・タスク優先順位のプロセスを再開する。第 1 のタイプの割り込み信号の例には、レーザ発光禁止信号及び故障信号がある。

【0039】

割り込み信号が第 2 のタイプであれば、マイクロコントローラ 36 は、レーザ及びシステム・モニタ・タスク優先順位のプロセス内における適正な位置に、対応する複数のタスク・コード・モジュールを配置して、その後、割り込み信号に関連した複数のタスクが、割り当てられた優先レベルに基づいて、他のタスク・コード・モジュールと共に実行される、優先順位付けプロセスを再開する。第 2 のタイプの割り込み信号例には、メモリにデータを書き込むホスト要求がある。

【0040】

良質の光トランシーバ・モジュールが得られるようにするため、完璧に実施しなければならぬタスクの 1 つは、レーザを始動させる、すなわち初期化することである。レーザの初期化には、できるだけ速く、レーザ 72 をパワー・オフ状態から目標レンジ内のパワー・レベルを備えた出力信号を送り出せる状態にするための複数のタスクを実行することが必要になる。レーザ初期化は、一般に、トランシーバ・モジュール 30 の起動後、または、トランシーバのシステム障害の後または発光禁止（ディゼイブル）の解除後に実施される。

【0041】

図 6 A は、本発明に従ってレーザ 72 を初期化するためのプロセス 160 の典型的な実施態様の 1 つを例示した流れ図である。初期化プロセス 160 は、例えば、図 4 に例示のレーザ・モニタ・プロセス 120 のステップ 124 におけるように、レーザ・モニタ・プロセスで、レーザ 72 の出力パワーが安定していないと判定されると、ステップ 162 から開始される。プロセス 160 は、次に、ステップ 164 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、メモリ・ブロック 62 からレーザ・バイアス電流シード値が読み取られる。シード値は、メーカにおいて、出力パワー・レベルが所望の出力パワー・レベル目標レンジ内の光出力信号をレーザ 72 から生じさせることになった、レーザ・バイアス電流の値である。マイクロコントローラ 36 は、シード値をレーザ・バイアス電流制御回路 76 に記憶しておき、レーザ・バイアス電流制御回路 76 によって、シード値にほぼ等しい（シード値にほぼ対応する）値のバイアス電流（ I_{BIAS} ）によるバイアスがレーザ 72 にかけるようにする。

【0042】

プロセス 160 は、次に、ステップ 166 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、光出力信号モニタ電流（ I_{MON} ）の値がレーザ出力パワー検知回路 74 から読み取られる。実施態様の 1 つにおいて、レーザ出力パワー検知回路 74 には、レーザ 72 によって送り出される光出力信号をサンプリングして、レーザ 72 の光出力パワーを表す値を有する I_{MON} 電流レベルを生じるフォトダイオードが含まれている。

【0043】

プロセス 160 は、次に、ステップ 168 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、ステップ 166 からの I_{MON} 値とメモリ・ブロック 62 に記憶されている I_{MON} の所望の目標レンジが比較される。 I_{MON} 値が所望のレンジ内である場合、プロセス 160 は、ステップ 170 に進み、レーザ・モニタ・プロセス 120 のステップ 112 に進む。 I_{MON} 値が所望のレンジ内でない場合、プロセス 160 はステップ 172 に進む。

【0044】

ステップ 172 において、マイクロコントローラは、レーザ・バイアス電流制御回路 76 に、メモリ・ブロック 62 に記憶されている一定値（ K ）だけレーザ・バイアス電流をインクリメントさせることによって、レーザ 72 にインクリメントされたバイアス電流（

I_{BIAS})がかかるようにする。プロセス160は、次に、ステップ174に進み、マイクロコントローラ36によって、レーザ72に I_{BIAS} によるバイアスがかかった後、レーザ出力パワー検知回路74から送り出される光出力信号モニタ電流の値が読み取られる。光出力信号モニタ電流に関する新しい値は、 I_{MON} と呼ばれる。

【0045】

プロセス160は、次に、ステップ176に進み、マイクロコントローラ36によって、 I_{BIAS} 、 I_{MON} 、 I_{BIAS} 、及び、 I_{MON} を用いた数学的な外挿が実施され、結果として、所望の目標レンジ内の出力信号モニタ電流(I_{MON})が得られることになる、出力パワー・レベルを備えた光出力信号をレーザ72から生じさせる、レーザ・バイアス電流の所望のレベルが計算される。プロセス160は、次に、ステップ178に進み、マイクロ
10
コントローラ36は、レーザ・バイアス電流に関する計算値をレーザ・バイアス電流制御回路76に記憶する。レーザ・バイアス電流制御回路76は、次に、計算されたバイアス電流によってレーザ72にバイアスをかけ、レーザ72がほぼ所望のレンジ内の出力パワー・レベルを備えた光出力信号を送り出すようにする。

【0046】

図6Bは、本発明に従ってレーザ72を初期化するプロセス180の典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。プロセス180は、例えば、図4に例示のレーザ・モニタ・プロセス120のステップ124におけるように、レーザ・モニタ・プロセスで、レーザ72の出力パワーが安定していないと判定されると、ステップ182から開始される。プロセス180は、次に、ステップ184に進み、マイクロコントローラ36によって
20
、メモリ・ブロック62からレーザ・バイアス電流のシード値が読み取られる。シード値は、メーカーにおいて、出力パワー・レベルが所望の出力パワー・レベル目標レンジ内の光出力信号をレーザ72から生じさせることになった、レーザ・バイアス電流の値である。マイクロコントローラ36は、シード値をレーザ・バイアス電流制御回路76に記憶しておき、レーザ・バイアス電流制御回路76によって、シード値にほぼ等しい(シード値にほぼ対応する)値のバイアス電流(I_{BIAS})によるバイアスがレーザ72にかけられるようにする。

【0047】

プロセス180は、次に、ステップ186に進み、マイクロコントローラ36によって、光出力信号モニタ電流(I_{MON})の値がレーザ出力パワー検知回路74から読み取られ
30
る。実施態様の1つにおいて、レーザ出力パワー検知回路74には、レーザ72によって送り出される光出力信号をサンプリングして、レーザ72の光出力パワーを表す値を有する I_{MON} 電流レベルを生じるフォトダイオードが含まれている。

【0048】

プロセス180は、次に、ステップ188に進み、マイクロコントローラ36によって、ステップ186において読み取られた I_{MON} とメモリ・ブロック62に記憶されている I_{MON} に関する所望の目標値(I_{TARGET})との差()が求められる。プロセス180は、次に、ステップ190に進み、マイクロコントローラ36は、メモリ・ブロック62に記憶されるルックアップ・テーブルの索引として 値を利用する。ルックアップ・テーブルには、レーザ72が所望のレンジ内の出力パワー・レベルを備えた光出力信号を生じる
40
ようにするため、 I_{BIAS} に加えなければならない 値に基づいた、所定の増分電流値(I_{INC})の索引が納められている。

【0049】

プロセス180は、次に、ステップ192に進み、 I_{INC} の絶対値がメモリ・ブロック62に記憶されている所望の値()と比較される。 I_{INC} の絶対値が 未満の場合、プロセス180は、ステップ194に進み、図4に例示されたレーザ・モニタ・プロセス120のステップ112に出る。 I_{INC} の絶対値が 以上の場合、プロセス180はステップ196に進む。ステップ196において、マイクロコントローラ36は、 I_{BIAS} に増分電流値 I_{INC} を加え、 I_{BIAS} のこの調整値をレーザ・バイアス電流制御回路76に記憶する。次に、レーザ・バイアス電流制御回路76は、結果として、レーザ72からほぼ所望
50

のレンジ内の出力パワー・レベルを備えた光出力信号が生じさせることになる、 I_{BIAS} の調整値にほぼ等しい値のバイアス電流によってレーザ72にバイアスをかける。

【0050】

図6Cは、本発明に従ってレーザ72を初期化するプロセス200の典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。プロセス200は、例えば、図4に例示のレーザ・モニタ・プロセス120のステップ124におけるように、レーザ・モニタ・プロセスで、レーザ72の出力パワーが安定していないと判定されると、ステップ202から開始される。プロセス200は、次に、ステップ204に進み、マイクロコントローラ36によって、メモリ・ブロック62からレーザ・バイアス電流シード値が読み取られる。シード値は、メーカにおいて、出力パワー・レベルが所望の出力パワー・レベル目標レンジ内の光出力信号をレーザ72から生じさせることになった、レーザ・バイアス電流の値である。マイクロコントローラ36は、シード値をレーザ・バイアス電流制御回路76に記憶しておき、レーザ・バイアス電流制御回路76によって、シード値にほぼ等しい(シード値にほぼ対応した)値のバイアス電流(I_{BIAS})によるバイアスがレーザ72にかけられるようにする。

10

【0051】

プロセス200は、次に、ステップ206に進み、マイクロコントローラ36によって、レーザ出力パワー検知回路74から光出力信号モニタ電流(I_{MON})の値が読み取られる。実施態様の1つにおいて、レーザ出力パワー検知回路74には、レーザ72から送り出される光出力信号をサンプリングして、レーザ72の光出力パワーを表す値を有する I_{MON} 電流レベルを生じるフォトダイオードが含まれている。

20

【0052】

プロセス200は、次に、ステップ208に進み、マイクロコントローラ36は、ステップ206において読み取られる I_{MON} とメモリ・ブロック62に記憶されている I_{MON} の所望の目標値(I_{TARGET})との差()を求め、次に、値に、やはりメモリ・ブロック62に記憶されている利得値(ゲイン)を掛けて、調整値 = ($I_{MON} - I_{TARGET}$) × (利得値)を生成する。

【0053】

プロセス200は、次に、ステップ210に進み、調整値の絶対値がメモリ・ブロック62に記憶されている所望の値()と比較される。調整値の絶対値が未満の場合、プロセス200は、ステップ212に進み、図4に例示されたレーザ・モニタ・プロセス120のステップ112に進む。調整値の絶対値が以上の場合、プロセス200はステップ214に進む。ステップ214において、マイクロコントローラ36は、 I_{BIAS} から調整値を引き、 I_{BIAS} のこの調整値をレーザ・バイアス制御回路76に記憶する。次に、バイアス電流制御回路76は、結果として、ほぼ所望のレンジ内の出力パワー・レベルを備えた光出力信号がレーザ72から生じさせることになる、 I_{BIAS} の調整値にほぼ等しい値のバイアス電流によってレーザ72にバイアスをかける。

30

【0054】

図6Dは、本発明に従ってレーザ72を初期化するプロセス220の典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。プロセス220は、例えば、図4に例示のレーザ・モニタ・プロセス120のステップ124におけるように、レーザ・モニタ・プロセスで、レーザ72の出力パワーが安定していないと判定されると、ステップ222から開始される。プロセス200は、次に、ステップ224に進み、マイクロコントローラ36によって、メモリ・ブロック62からレーザ・バイアス電流シード値が読み取られる。シード値は、メーカにおいて、出力パワー・レベルが所望の出力パワー・レベル目標レンジ内の光出力信号をレーザ72から生じさせることになった、レーザ・バイアス電流に対応する値である。マイクロコントローラ36は、シード値をレーザ・バイアス電流制御回路76に記憶しておき、制御回路76によって、シード値にほぼ等しい(シード値にほぼ対応する)値のバイアス電流(I_{BIAS})によるバイアスがレーザ72にかけられるようにする。

40

【0055】

50

プロセス 220 は、次に、ステップ 226 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、レーザ出力パワー検知回路 74 から光出力信号モニタ電流 (I_{MON}) の値が読み取られる。実施態様の 1 つにおいて、レーザ出力パワー検知回路 74 には、レーザ 72 から送り出される光出力信号をサンプリングして、レーザ 72 の光出力パワーを表す値を有する I_{MON} 電流レベルを生じるフォトダイオードが含まれている。プロセス 220 は、次に、ステップ 228 に進み、マイクロコントローラ 36 は、ステップ 206 において読み取られる I_{MON} とメモリ・ブロック 62 に記憶されている I_{MON} の所望の目標値 (I_{TARGET}) との差 () を求める。プロセス 220 は、ステップ 230 に進み、 の絶対値がメモリ・ブロック 62 に記憶されている所望の値 () と比較される。 の絶対値が 未満の場合、プロセス 220 は、ステップ 232 に進み、図 4 に例示のレーザ・モニタ・プロセス 120 のステップ 112 に進む。 の絶対値が 以上の場合、プロセス 220 は、ステップ 234 に進む。ステップ 234 では、マイクロコントローラ 36 によって、 I_{MON} と I_{TARGET} が比較される。

10

【0056】

I_{MON} が I_{TARGET} 以下の場合、プロセス 220 はステップ 236 に進む。ステップ 236 において、マイクロコントローラ 36 は、メモリ・ブロック 62 に記憶されている所定の定数値 (K) を I_{BIAS} に加えて、 I_{BIAS} の調整値をレーザ・バイアス電流制御回路 76 に記憶する。次に、レーザ・バイアス電流制御回路 76 は、結果として、ほぼ所望のレンジ内の出力パワー・レベルを備えた光出力信号がレーザ 72 から生じさせることになる、 I_{BIAS} の調整値にほぼ等しい値のバイアス電流によってレーザ 72 にバイアスをつける。

20

【0057】

I_{MON} が I_{TARGET} を超えていると、プロセス 220 は、ステップ 238 に進む。ステップ 238 において、マイクロコントローラ 36 は、 I_{BIAS} からメモリ・ブロック 62 に記憶されている所定の定数値 (K) を引いて、 I_{BIAS} の調整値をレーザ・バイアス制御回路 76 に記憶する。次に、バイアス電流制御回路 76 は、結果として、ほぼ所望のレンジ内の出力パワー・レベルを備えた光出力信号をレーザ 72 から生じさせることになる、 I_{BIAS} の調整値にほぼ等しい値のバイアス電流によってレーザ 72 にバイアスをつける。

【0058】

図 6E は、本発明に従ってレーザ 72 を初期化するプロセス 240 の典型的な実施態様の 1 つを例示した流れ図である。プロセス 240 は、例えば、図 4 に例示のレーザ・モニタ・プロセス 120 のステップ 124 におけるように、レーザ・モニタ・プロセスで、レーザ 72 の出力パワーが安定していないと判定されると、ステップ 242 から開始される。プロセス 240 は、次に、ステップ 244 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、フラグ (F) が値 0 にセットされ、変数 (K) が値 10 にセットされる。ステップ 246 では、マイクロコントローラ 36 によって、メモリ・ブロック 62 からレーザ・バイアス電流シード値が読み取られる。シード値は、メーカーにおいて、出力パワー・レベルが所望の出力パワー・レベル目標レンジ内の光出力信号をレーザ 72 から生じさせることになった、レーザ・バイアス電流の値である。マイクロコントローラ 36 は、シード値をレーザ・バイアス電流制御回路 76 に記憶しておき、レーザ・バイアス電流制御回路 76 によって、シード値にほぼ等しい (シード値にほぼ対応する) 値のバイアス電流 (I_{BIAS}) によるバイアスがレーザ 72 にかけるようにする。

30

40

【0059】

プロセス 240 は、次に、ステップ 248 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、レーザ出力パワー検知回路 74 から光出力信号モニタ電流 (I_{MON}) の値が読み取られる。実施態様の 1 つにおいて、レーザ出力パワー検知回路 74 には、レーザ 72 から送り出される光出力信号をサンプリングして、レーザ 72 の光出力パワーを表した値を有する I_{MON} 電流レベルを生じるフォトダイオードが含まれている。ステップ 250 において、マイクロコントローラ 36 は、ステップ 206 において読み取られる I_{MON} とメモリ・ブロック 62 に記憶されている I_{MON} の所望の目標値 (I_{TARGET}) との差 () を求める。

【0060】

50

プロセス 240 は、次に、ステップ 252 に進み、マイクロコントローラ 36 は、フラグ (F) が 0 に等しいか否かを問い合わせる。返答が「いいえ」の場合、プロセス 240 は、ステップ 254 に進む。返答が「はい」の場合、プロセス 240 は、ステップ 256 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、フラグ (F) の値が値 1 にセットされ、変数 () の値は差 に等しい値にセットされる。

【0061】

ステップ 254 では、マイクロコントローラ 36 は、差 の符号が変数 の符号と同じか否かを問い合わせる。返答が「はい」の場合、プロセス 240 はステップ 258 に進む。返答が「いいえ」の場合、プロセス 240 はステップ 260 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、変数 K が値 1 にセットされる。

10

【0062】

ステップ 258 では、マイクロコントローラ 36 は、 の絶対値がメモリ・ブロック 62 に記憶されている所望の値 () に比べて小さいか否かを問い合わせる。 の絶対値が未満の場合、プロセス 240 はステップ 262 に進み、図 4 に例示されたレーザ・モニタ・プロセス 120 のステップ 112 に出る。 の絶対値が 以上の場合、プロセス 240 はステップ 264 に進む。

【0063】

ステップ 264 では、マイクロコントローラ 36 は、差 が値 0 を超えるか否かを問い合わせる。 が 0 以下の場合、プロセス 240 はステップ 266 に進み、マイクロコントローラ 36 は、 I_{BIAS} に変数 K の値を加えて、レーザ・バイアス制御回路 76 に I_{BIAS} のこの調整値を記憶してステップ 248 に戻る。 が 0 を超えていると、プロセス 240 はステップ 268 に進み、マイクロコントローラ 36 は、 I_{BIAS} から変数 K の値を引き、 I_{BIAS} のこの調整値をレーザ・バイアス制御回路 76 に記憶する。次に、レーザ・バイアス制御回路 76 は、 I_{BIAS} の調整値にほぼ等しい値のバイアス電流によってレーザ 72 にバイアスをかけ、プロセス 240 はステップ 248 に戻る。

20

【0064】

レーザ 72 のようなレーザを利用することに関する利点の 1 つは、とりわけ、光信号が光ファイバ 42 のようなコアの小さい光ファイバに送り込まれる場合に、発光ダイオード (LED) または他の発光素子よりもはるかに高いパワー・レベルの光出力信号が得られるという点である。欠点の 1 つは、レーザの光出力パワーが温度依存性であるという点である。例えば、レーザにある設定値のバイアス電流によってバイアスをかけると、第 1 の温度で第 1 のパワー・レベルの光信号を生じ、第 2 の温度で第 2 のパワー・レベルの光信号を生じることになる。

30

【0065】

これを考慮して、メモリ・ブロック 62 に記憶されるレーザ・バイアス電流シード値を改善する方法の 1 つは、光トランシーバ・モジュールの製造及びテスト時に生じた温度値において、レーザ 72 からパワー・レベルが所望のレンジ内の光信号を生じさせることになったバイアス電流値にすることである。レーザ 72 の初期化時における光トランシーバ 30 の温度が、製造時の温度と一致する確率は低い。従って、それぞれ、図 6 A、6 B、6 C、6 D、6 E に例示されたレーザ初期化プロセス 160、180、200、220、及び、240 を改善する方法の 1 つは、温度検知回路 78 によって得られるレーザ 72 の初期化時における温度の現在値を利用して、メモリ・ブロック 62 に記憶されているレーザ・バイアス電流シード値を調整しておいてから、レーザ・バイアス電流制御回路 76 に記憶することである。

40

【0066】

図 6 F は、初期化時に、レーザ 72 から所望のレンジにより近い光信号を生じさせることとなるレーザ・バイアス電流が得られるようにするため、光トランシーバ・モジュール 30 の温度に基づいて、メモリ・ブロック 62 に記憶されているレーザ・バイアス・シード値を調整するプロセス 270 の典型的な実施態様の 1 つを例示した流れ図である。プロセス 270 は、レーザ初期化プロセス 160、180、200、220、及び、240 の

50

、それぞれ、ステップ 164、184、204、224、及び、246 に置き換えられる。

【0067】

プロセス 270 は、例えば、図 4 に例示のレーザ・モニタ・プロセス 120 のステップ 124 におけるように、レーザ・モニタ・プロセスで、レーザ 72 の出力パワーが安定していないと判定されると、ステップ 272 から開始される。プロセス 270 は、次に、ステップ 274 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、メモリ・ブロック 62 からレーザ・バイアス電流シード値 (I_{BIAS}) が読み取られる。プロセス 270 は、次に、ステップ 276 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、温度検知回路 78 から、レーザ 72 の現在の温度を表す温度値 ($TEMP$) が読み取られる。

10

【0068】

プロセス 270 は、次に、ステップ 278 に進み、マイクロコントローラ 36 によって、 I_{BIAS} のシード値に、現在のレーザ温度 ($TEMP$) とメモリ・ブロック 62 に記憶されている温度定数 ($TEMPCO$) との積を加えた値に等しい、 I_{BIAS} に関する温度調整値が求められる。プロセス 270 は、次に、ステップ 280 に進み、マイクロコントローラ 36 は、 I_{BIAS} に関する温度調整値をレーザ・バイアス電流制御回路 76 に記憶する。次に、レーザ・バイアス電流制御回路 76 は、 I_{BIAS} の温度調整値 (温度を加味した調整値) によってレーザ 72 にバイアスをかける。

【0069】

結論として、レーザ初期化時に生じる実際の温度を考慮して、製造時にトランシーバ・モジュールに記憶された初期化レーザ・バイアス電流値を調整することによって、本発明によるトランシーバ・モジュール 30 は、レーザを初期化すると、所望のパワー・レンジ内にある光出力信号をより迅速かつ正確に送り出すことが可能になる。さらに、レーザ・バイアス電流のインクリメント及びデクリメントを繰り返す従来の技法とは対照的に、外挿技法及びルックアップ・テーブルを用いて、所望の出力レンジ内にある出力信号を生じることになるレーザ・バイアス電流を直接求めることによって、レーザの初期化に要する時間をさらに短縮することが可能になる。

20

【0070】

望ましい実施態様について明らかにするため、本明細書では、特定の実施態様について例示し、解説してきたが、通常の当業者であれば明らかなように、本発明の範囲を逸脱することなく、図示及び解説の特定の実施態様の代わりに、同じ目的を実現するように意図された、多種多様な代替及び/または同等実施例を用いることが可能である。化学、機械、電気機械、電気、及び、コンピュータ分野の当業者にはすぐに明らかになるように、本発明は、極めて多種多様な実施態様で実施することが可能である。本願は、本明細書に論述した望ましい実施態様のいかなる改変または変更も対象とすることを意図したものである。従って、本発明は、明らかに、特許請求の範囲及びその同等物のみによって制限されることを意図したものである。

30

【0071】

なお、本発明は例として次の態様を含む。() 内の数字は添付図面の参照符号に対応する。

40

[1] バイアス電流に基づくパワー・レベルを有する光出力信号 (42) を発生するように構成されたレーザ (72) と、

前記レーザに初期バイアス電流によるバイアスをかけ、前記パワー・レベルを表すモニタ信号を受信し、前記パワー・レベルと所望のパワー・レベル・レンジを比較して、前記パワー・レベルが前記所望のパワー・レベル・レンジ内になれば、前記レーザに調整されたバイアス電流によるバイアスをかけるように構成されたコントローラ (36) とを備えることを特徴とする、

光トランシーバ・モジュール (30)。

[2] 前記モニタ信号を生成するように構成されたセンサをさらに備えることを特徴とする、上記 [1] に記載の光トランシーバ・モジュール。

50

[3] 光トランシーバ・モジュール (3 0) のレーザ (7 2) を初期化する方法であつて、

前記レーザを用いて、バイアス電流に基づくパワー・レベルを有する光出力信号 (4 2) を発生するステップと、

初期バイアス電流によって前記レーザにバイアスをかけるステップと、

前記パワー・レベルを表すモニタ信号を受信するステップと、

前記パワー・レベルと所望のパワー・レベル・レンジを比較するステップと、

前記パワー・レベルが前記所望のパワー・レベル・レンジ内になれば、前記レーザに調整されたバイアス電流によるバイアスをかけるステップとを有することを特徴とする方法。

10

[4] 光トランシーバ・モジュール (3 0) のレーザ (7 2) におけるレーザ・バイアス電流を設定する方法であつて、

前記レーザ・バイアス電流を第 1 の値に設定するステップと、

前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値にした場合の、第 1 のレーザ・モニタ電流を測定するステップと、

前記第 1 のレーザ・モニタ電流とレーザ目標電流との差 () を求めるステップと、

前記レーザ・バイアス電流を に基づく調整値に設定するステップを有する、

方法。

[5] 前記レーザ・バイアス電流を前記調整値にした場合の、第 2 のレーザ・モニタ電流を測定するステップと、

20

前記第 2 のレーザ・モニタ電流と前記レーザ目標電流との第 2 の差 (2) を求めるステップと、

前記レーザ・バイアス電流を 2 に基づく新しい調整値に設定するステップとをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[6] ルックアップ・テーブルに による索引付けをして、バイアス電流変数が得られるようにするステップと、

前記レーザ・バイアス電流を前記バイアス電流変数に基づく調整値に設定するステップとをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[7] ルックアップ・テーブルに による索引付けをして、バイアス電流変数が得られるようにするステップと、

30

前記バイアス電流変数を評価して、前記レーザ・バイアス電流を調整すべきか否かを判定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[8] 利得と との乗算をするステップと、

前記レーザ・バイアス電流を、前記利得と とを乗算した値に基づく調整値に設定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[9] 利得と とを乗算するステップと、

前記利得と とを乗算した値を評価して、前記レーザ・バイアス電流を調整すべきか否かを判定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[1 0] 前記第 1 のレーザ・モニタ電流が前記レーザ目標電流を超える場合には、前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値未満の調整値に設定するステップと、

40

前記第 1 のレーザ・モニタ電流が前記レーザ目標電流未満の場合には、前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値を超える調整値に設定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[1 1] を評価して、前記レーザ・バイアス電流を調整すべきか否かを判定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[1 2] を評価して、細分性の粗い調整と細分性の微細な調整のいずれかによって、前記レーザ・バイアス電流を調整すべきかを判定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[1 3] 前記レーザ・バイアス電流を細分性の粗い調整による調整値に設定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

50

[1 4] 前記レーザ・バイアス電流を前記調整値にした場合の、第 2 のレーザ・モニタ電流を測定するステップと、

前記第 2 のレーザ・モニタ電流と前記レーザ目標電流との第 2 の差 (2) を求めるステップと、

前記レーザ・バイアス電流を 2 に基づく、細分性の微細な調整による新しい調整値に設定するステップとをさらに有することを特徴とする上記 [1 3] に記載の方法。

[1 5] 前記レーザ・バイアス電流を前記調整値にした場合の、第 2 のレーザ・モニタ電流を測定するステップと、

前記第 2 のレーザ・モニタ電流と前記レーザ目標電流との第 2 の差 (2) を求めるステップと、

2 の符号と の符号を比較するステップとをさらに有することを特徴とする上記 [1 3] に記載の方法。

[1 6] 前記 2 の符号が前記 の符号と同じ場合には、前記レーザ・バイアス電流を細分性の粗い調整による新しい調整値に設定するステップと、

前記 2 の符号が前記 の符号と異なる場合には、前記レーザ・バイアス電流を細分性の微細な調整による新しい調整値に設定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [1 5] に記載の方法。

[1 7] の絶対値が所望の値を超える場合には、前記レーザ・バイアス電流を前記調整値に設定するステップをさらに有することを特徴とする上記 [4] に記載の方法。

[1 8] が 0 を超える場合には、前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値未満の調整値に設定するステップと、

が 0 未満の場合には、前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値を超える調整値に設定するステップとをさらに有することを特徴とする上記 [1 7] に記載の方法。

[1 9] 光トランシーバ・モジュール (3 0) のレーザ (7 2) におけるレーザ・バイアス電流を設定する方法であって、

前記レーザ・バイアス電流を第 1 の値に設定するステップと、

前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値にした場合の、第 1 のレーザ・モニタ電流を測定するステップと、

前記第 1 のレーザ・モニタ電流が所望のレンジ内にあるか否かを判定するステップと、

前記第 1 のレーザ・モニタ電流が所望のレンジ内でない場合、前記レーザ・バイアス電流を調整された値に設定するステップとを有することを特徴とする方法。

[2 0] 前記第 1 のレーザ・モニタ電流が所望のレンジ内でない場合、

前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値に基づく第 2 の値に設定するステップと、

前記レーザ・バイアス電流を前記第 2 の値にした場合の、第 2 のレーザ・モニタ電流を測定するステップと、

前記第 1 の値、前記第 1 のレーザ・モニタ電流、前記第 2 の値、及び、前記第 2 のレーザ・モニタ電流に基づいて、前記レーザ・バイアス電流の第 3 の値を決定するステップと、

前記レーザ・バイアス電流を前記第 3 の値にほぼ等しい調整値に設定するステップとをさらに有することを特徴とする上記 [1 9] に記載の方法。

[2 1] 前記レーザ・バイアス電流を前記調整値にした場合の、第 2 のレーザ・モニタ電流を測定するステップと、

前記第 2 のレーザ・モニタ電流が所望のレンジ内にあるか否かを判定するステップと、

前記第 2 のレーザ・モニタ電流が所望のレンジ内でない場合、前記レーザ・バイアス電流を新しく調整された値に設定するステップとをさらに有することを特徴とする上記 [1 9] に記載の方法。

[2 2] 前記レーザ・バイアス電流を前記第 1 の値に設定する前に、現在の光トランシーバ・モジュールの温度を反映するように、前記レーザ・バイアス電流の前記第 1 の値を調整するステップをさらに有することを特徴とする上記 [3]、[4]、または [1 9] に記載の方法。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明による光トランシーバ・モジュールの実施態様の1つを例示したブロック図である。

【図2】本発明による光トランシーバ・モジュールの実施態様の1つを例示したブロック図である。

【図3】データ通信中に、本発明による光トランシーバ・モジュールによって用いられる、トランシーバの動作を制御するための複数のタスクに優先順位を付けるプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。

【図4】本発明による光トランシーバ・モジュールによって用いられる、レーザをモニターするためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。 10

【図5】本発明による光トランシーバ・モジュールによって用いられる、トランシーバ・モジュールのモニタに関連した複数のタスクにより高い優先順位を付与するためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。

【図6A】本発明による光トランシーバ・モジュールのレーザを初期化するためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。

【図6B】本発明による光トランシーバ・モジュールのレーザを初期化するためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。

【図6C】本発明による光トランシーバ・モジュールのレーザを初期化するためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。 20

【図6D】本発明による光トランシーバ・モジュールのレーザを初期化するためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。

【図6E】本発明による光トランシーバ・モジュールのレーザを初期化するためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。

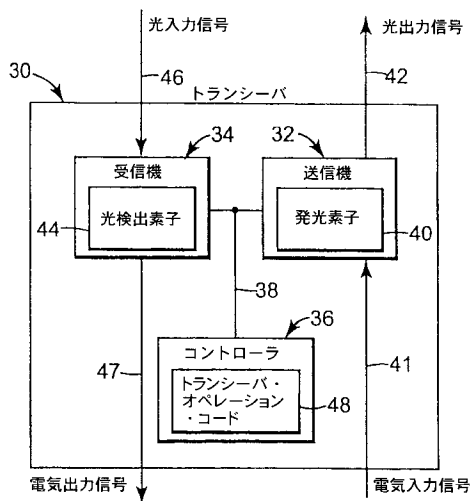
【図6F】本発明による光トランシーバ・モジュールのレーザの初期化を改善するためのプロセスの典型的な実施態様の1つを例示した流れ図である。

【符号の説明】

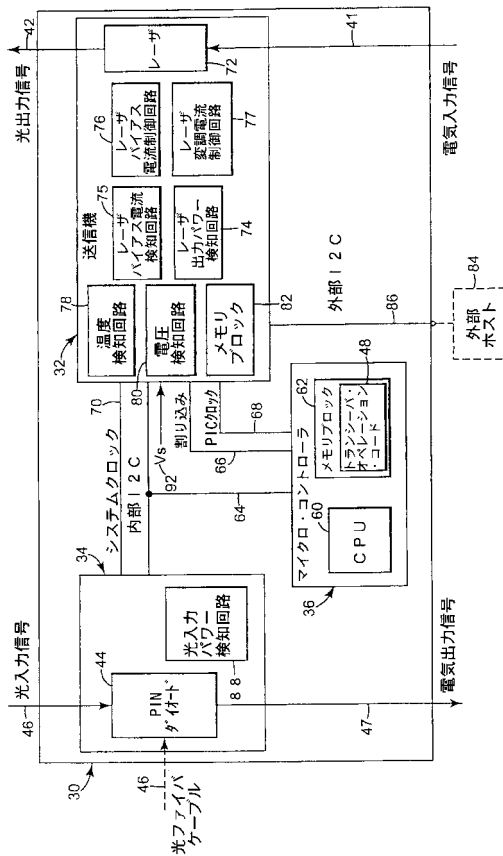
【0073】

- 30 光トランシーバ・モジュール
- 32 送信機
- 34 受信機
- 36 コントローラ(マイクロコントローラ)
- 40 発光素子
- 42、46 光ファイバ(光ファイバケーブル)
- 44 光検出素子
- 48 トランシーバ・オペレーション・コード
- 72 レーザ
- 74 レーザ出力パワー検知回路

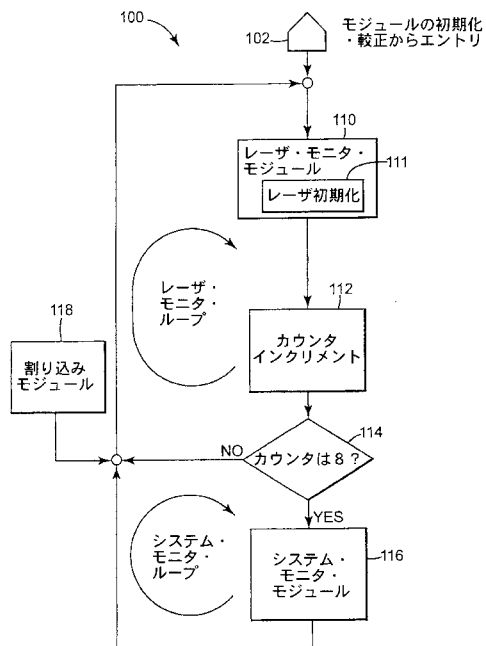
【 図 1 】



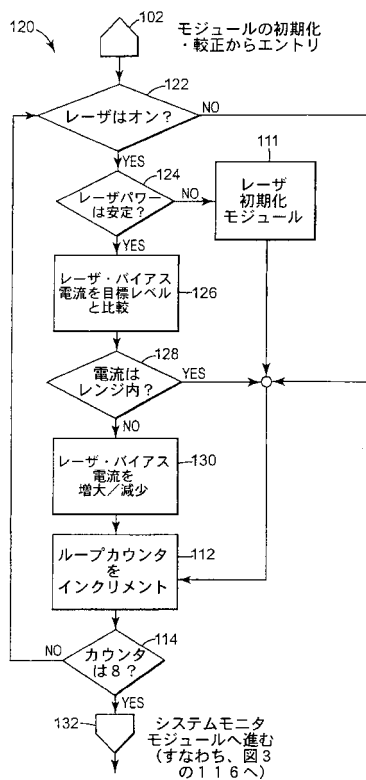
【 図 2 】



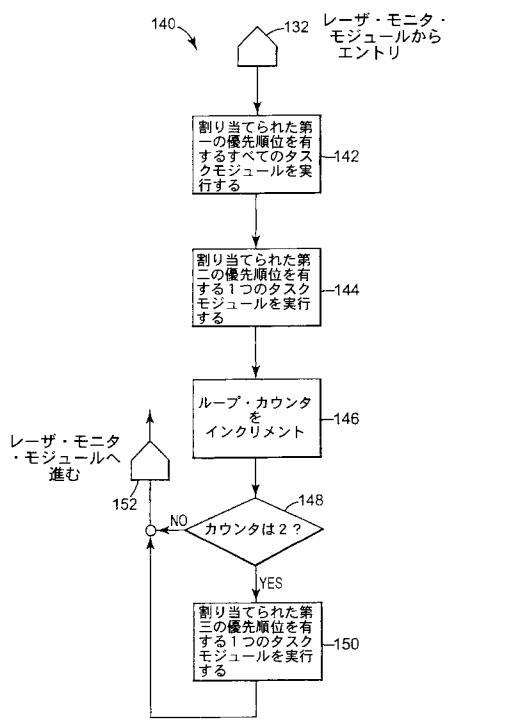
【 図 3 】



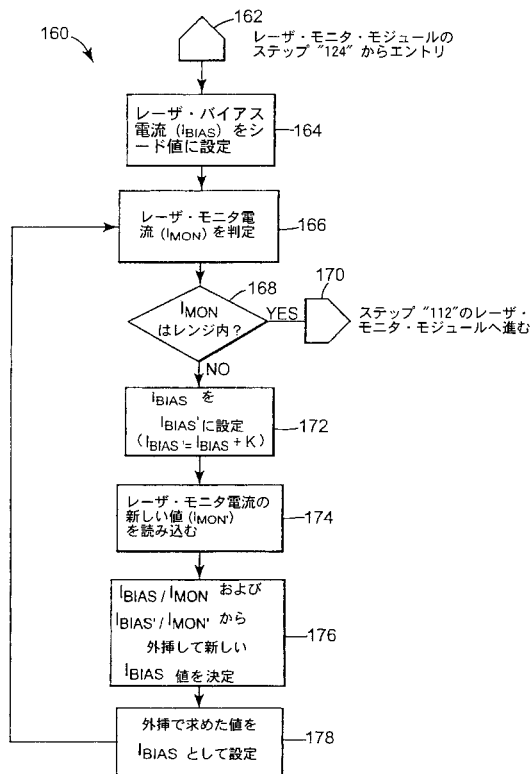
【 図 4 】



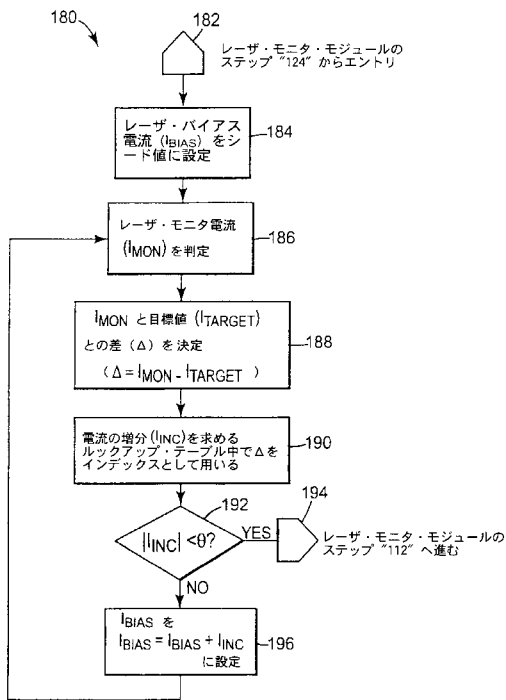
【 図 5 】



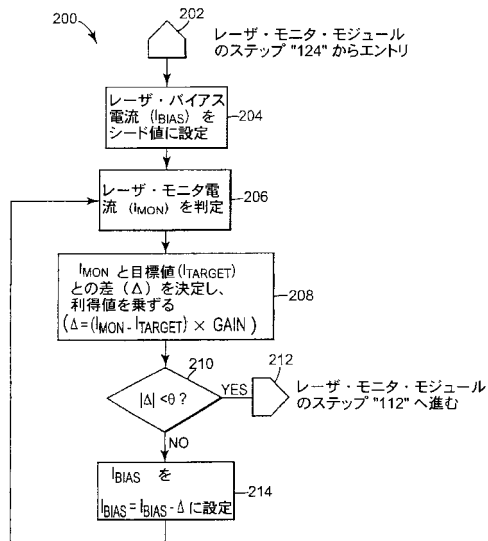
【 図 6 A 】



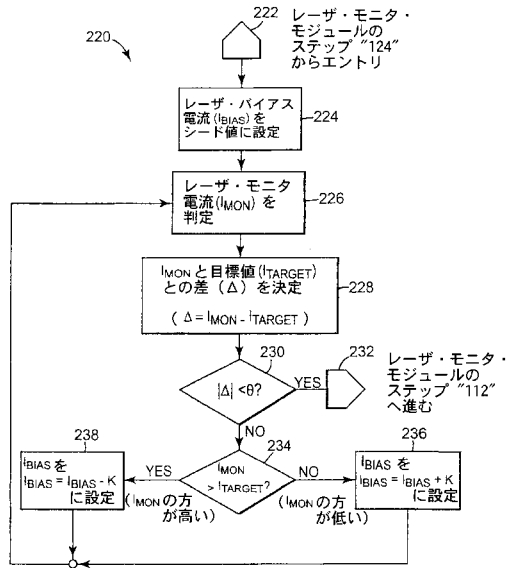
【 図 6 B 】



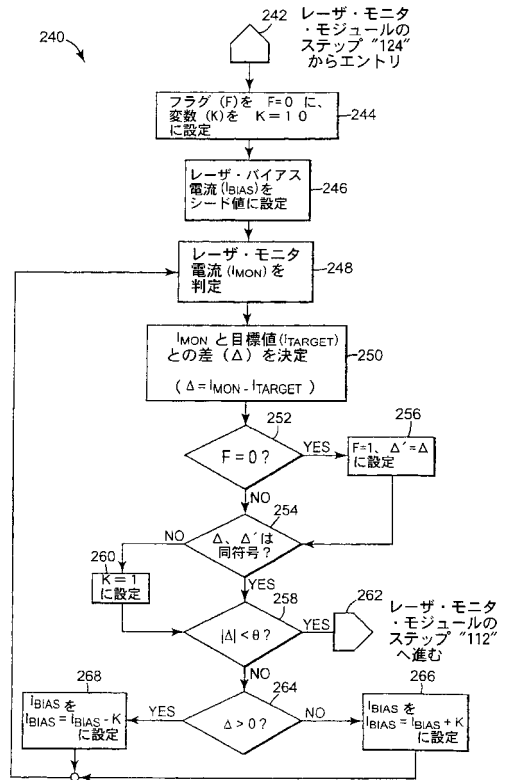
【 図 6 C 】



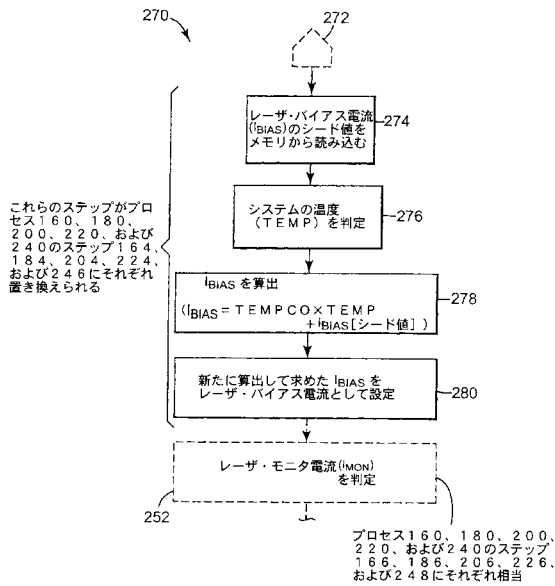
【図 6 D】



【図 6 E】



【図 6 F】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
H 0 4 B 10/28

(72)発明者 ピーター エイチ . マホウォールド
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 2 2 ロス・アルトス サン・フアン・コート 7 1

(72)発明者 ケヴィン リード ウルフ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 3 9 0 5 サリーナス セイジ・コート 9 0 8

F ターム(参考) 5F073 AB28 BA01 BA09 EA15 FA02 FA25 GA03 GA12 GA19
5K102 AA51 AC00 AH01 AH26 MA01 MB02 MC12 MC28 MD01 MD03
MH02 MH22 MH29 PB14 RD04 RD28