

(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2007-323734
(P2007-323734A)

(43) 公開日 平成19年12月13日(2007.12.13)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)	
G 1 1 B 7/125 (2006.01)	G 1 1 B	7/125	C	5 D 0 9 0	
G 1 1 B 7/0045 (2006.01)	G 1 1 B	7/0045	A	5 D 7 8 9	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-152758 (P2006-152758)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成18年5月31日(2006.5.31)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

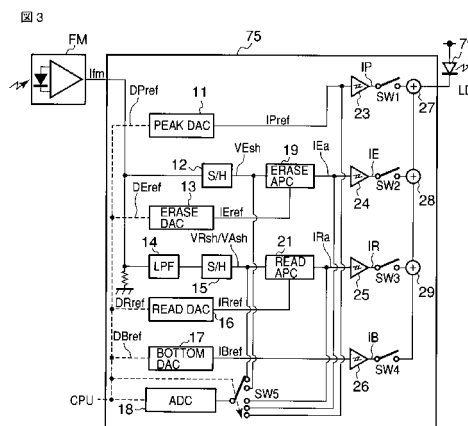
(54) 【発明の名称】 光ディスク装置及び記録パワー制御方法

(57) 【要約】

【課題】 温度変化に伴うレーザダイオード(LD)の特性変動が生じて、高価な回路要素を使用することなく、常に要求されたパワーでLDが発光する制御を提供する。

【解決手段】 データライト時に、フロントモニタFMにより検知された発光パワーの平均値がローパスフィルタ14及びサンプルホールド回路15を介して得られる。前記ライト時に、イレースAPC19により制御されたイレースパワーがサンプルホールド回路12を介して得られる。LD79が前記イレースパワーで発光しているときに、イレース電流がイレースAPC19の出力電圧から求められる。前記平均パワー、前記イレースパワー、前記イレース電流、及び前記記録パルスの波形に基づいて、LD79の電流対発光パワー特性が推定される(ST007)。更に、前記電流対発光パワー特性に基づいて、LD79の前記ライト時のピークパワー及びボトムパワーが制御される(ST008~ST010)。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ発光素子と、
前記レーザ発光素子の発光パワーを検知する検知部と、
記録パルスにより前記レーザ発光素子を駆動して、光ディスク上のトラックにマークを形成するライト時に、前記検知部により検知された発光パワーの平均値を測定する平均パワー測定部と、
前記ライト時に、帰還制御により目標値に一致するように制御されたイレースパワーを測定するイレースパワー測定部と、
前記レーザ発光素子が前記イレースパワーで発光しているときに、前記レーザ発光素子を駆動しているイレース電流を測定するイレース電流測定部と、
前記平均パワー、前記イレースパワー、前記イレース電流、及び前記記録パルスの波形に基づいて、前記レーザ発光素子の電流対発光パワー特性を推定する推測手段と、
前記電流対発光パワー特性に基づいて、前記レーザ発光素子の前記ライト時のピークパワーを制御する制御部と、
を具備することを特徴とする光ディスク装置。

10

【請求項 2】

前記推測手段は、前記電流対発光パワー特性を直線と推定し、該電流対発光パワー特性から計算される前記ライト時の目標ピークパワーと、実際に発生されているピークパワーとのずれ量を推定し、
前記制御部は、前記実際に発生されているピークパワーを、前記ずれ量を用いて補正することを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク装置。

20

【請求項 3】

平均パワーとイレースパワーの差が所定値以下の場合に前記記録パルス波形の時間方向、もしくは振幅方向を変更させる手段を具備することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光ディスク装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記電流対発光パワー特性に基づいて、前記レーザ発光素子の前記ライト時のボムパワーを制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の光ディスク装置。

【請求項 5】

レーザ発光素子の発光パワーを検知するステップと、
記録パルスにより前記レーザ発光素子を駆動して、光ディスク上のトラックにマークを形成するライト時に、前記検知された発光パワーの平均値を測定するステップと、
前記ライト時に、帰還制御により目標値に一致するように制御されたイレースパワーを測定するステップと、
前記レーザ発光素子が前記イレースパワーで発光しているときに、前記レーザ発光素子を駆動しているイレース電流を測定するステップと、
前記平均パワー、前記イレースパワー、前記イレース電流、及び前記記録パルスの波形に基づいて、前記レーザ発光素子の電流対発光パワー特性を推定するステップと、
前記電流対発光パワー特性に基づいて、前記レーザ発光素子の前記ライト時のピークパワーを制御するステップと、
を具備することを特徴とする記録パワー制御方法。

30

40

【請求項 6】

前記推測するステップは、前記電流対発光パワー特性を直線と推定し、該電流対発光パワー特性から計算される前記ライト時の目標ピークパワーと、実際に発生されているピークパワーとのずれ量を推定し、

前記制御するステップは、前記実際に発生されているピークパワーを、前記ずれ量 P_p を用いて補正することを特徴とする請求項 5 記載の制御方法。

【請求項 7】

前記平均パワーと前記イレースパワーの差が所定値以下の場合に前記記録パルス波形の

50

時間方向、もしくは振幅方向を変更させるステップを具備することを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記制御するステップは、前記電流対発光パワー特性に基づいて、前記レーザ発光素子の前記ライト時のボムパワーを制御することを特徴とする請求項 5 乃至 7 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RW、DVD-RAM、HDDVD-R、HDDVD-RAM、HDDVD-RW等の記録可能光ディスクに情報を記録する技術に関し、特に記録パワーの制御に関する。 10

【背景技術】

【0002】

最近、DVDレコーダ等の高記録密度光ディスク装置が一般に普及してきており、光ディスクの記録密度の向上に伴い、その記録品質においても、高い信頼性が要求されてきている。

【0003】

例えば書き換え可能型の光ディスクでは、ディスク表面にグルーブ及び/又はランドトラックを形成し、その上に記録層を形成し、トラックにレーザ光のビームスポットを追従させ記録マークを形成または消去する。光ディスクに用いるレーザダイオードは、温度や経時変化によって駆動電流対発光パワー特性に変動が起こることが知られており、発光パワーを一定に制御することが記録性能の向上において重要である。 20

【0004】

従来のパワー制御方法では、先ずマーク部分の記録パワー（ピークパワー）、スペース部分の記録パワー（イレースパワー）、マルチパルスにおけるボトムパワーの値をそれぞれホールドする。そして、これらホールドされた値と予め設定されたピークパワー及びボトムパワーに対するイレースパワーの比率に基づいて、イレースパワーが算出される。これらのピークパワー、ボトムパワー、イレースパワーの実際の強度レベルが、それぞれ目標値に一致するように、記録パルスが制御される（特許文献1）。

【特許文献1】特開2000-30276号公報 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、1つの記録マークを複数のピークパワーパルスにより記録するマルチパルス方式におけるピークパワー、イレースパワー、ボトムパワーの3レベルに対して、それぞれピーク（ボトム）ホールド回路やサンプルホールド回路を使用して、アナログもしくはデジタルの帰還制御を介して、レーザダイオード（LD）の発光パワーを一定に維持する制御（Auto Power Control, 以下APCと記載）が行われる。しかしながら、従来の方式には以下のような問題がある。

【0006】 40

(1) 高速応答/高精度のピークホールド回路あるいはサンプルホールド回路が必要となる。

【0007】

(2) マーク部分の先頭や終了部分に対応するパルスのみを他の部分より高いレベルのパルス（ブーストパルス）を使用する場合は、ピークホールド回路が複数ピークレベルのどこをホールドするか不明確となる。

【0008】

(3) ピークレベルを測定するためのフロントモニタなどの光モニタ素子として、広帯域のものが必要となる。

【0009】 50

これらの問題は光ディスクの高密度化、高倍速化が進むほど顕著に現れる。

【0010】

従って本発明は、温度変化に伴うLDの特性変動が生じても、高価な高速応答/高精度ピークホールド回路または広帯域モニタを使用することなく、常に要求されたパワーでLDを発光する制御を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本方式は従来方式における問題点を解決するために、広帯域なピークホールド回路を用いずに、狭帯域のピークホールド回路を用いて測定可能な記録時の平均パワー及びイレースパワーを用いてLDの電流対発光パワー特性(以下IL特性)を推定し、任意のパワーレベルを得るための電流設定値が決定される。

10

【0012】

IL特性は温度変化や経時劣化などにより変動するため、常に最適パワーを発生する駆動電流値を決定する必要がある。このとき、最新のIL特性が分かっているならば、一定発光レベルを保つことはもちろん、書き込み特性の学習あるいはテストの際に、目標レベルを変化させる場合においても、新たな目標レベルを得るための電流値を即座に知ることができる。従って、従来の発光パワーのフィードバック制御時の過渡的な状態を経ることなく、瞬時に発光パワーレベルをコントロールできる。

【発明の効果】

【0013】

温度変化に伴うLDの特性変動が生じても、高価な高速応答/高精度ピークホールド回路または広帯域モニタを使用することなく、常に要求されたパワーでLDが発光する制御を提供することが可能である。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0015】

図1は本発明が適用される光ディスク装置の構成例を示すブロック図である。

【0016】

この光ディスク装置は、DVD(Digital Versatile Disc)等の光ディスク100すなわち情報記憶媒体に対して情報の記録及び再生を行うものである。光ディスク100は、同心円状、又は螺旋状に溝が刻まれており、溝の凹部をランド、凸部をグループと呼び、グループ又はランドの一周をトラックと呼ぶ。ユーザデータはこのトラック(グループのみ又はグループ及びランド)に沿って、強度変調されたレーザ光を照射して記録マークを形成することで記録される。データ再生は、記録時より弱いリードパワー(read power)のレーザ光をトラックに沿って照射して、トラック上にある記録マークによる反射光強度の変化を検出することにより行われる。記録されたデータの消去は、前記リードパワーより強いイレースパワー(erase power)のレーザ光をトラックに沿って照射し、記録層を結晶化することにより行われる。

30

【0017】

光ディスク100はスピンドルモータ63によって回転駆動される。スピンドルモータ63に設けられた回転検出器63aからはFGパルスが提供される。FGパルスはスピンドルモータ63が1回転すると、例えば5パルス発生する。このFGパルスからスピンドルモータ63の回転角度及び回転数を判断できる。

40

【0018】

光ディスク100に対する情報の記録、再生は、光ピックアップ65によって行われる。光ピックアップ65は、スレッドモータ66とギアを介して連結されており、このスレッドモータ66はスレッドモータ制御回路68により制御される。

【0019】

スレッドモータ制御回路68に速度検出回路69が接続され、この速度検出回路69に

50

より検出される光ピックアップ65の速度信号がスレッドモータ制御回路68に送られる。スレッドモータ66の固定部に、図示しない永久磁石が設けられており、駆動コイル67がスレッドモータ制御回路68によって励磁されることにより、光ピックアップ65が光ディスク100の半径方向に移動する。

【0020】

光ピックアップ65には、図示しないワイヤ或いは板バネによって支持された対物レンズ70が設けられている。対物レンズ70は駆動コイル72の駆動によりフォーカシング方向（レンズの光軸方向）への移動が可能で、又駆動コイル71の駆動によりトラッキング方向（レンズの光軸と直交する方向）への移動が可能である。

【0021】

変調回路73は情報記録時にホスト装置94からインターフェース回路93を介して供給されるユーザデータを例えば8-14変調（EFM）して、EFMデータを提供する。レーザ制御回路75は情報記録時（マーク形成時）に、変調回路73から供給されるEFMデータに基づいて、書き込み用信号をレーザダイオード（レーザ発光素子）79に提供する。又、レーザ制御回路75は情報読取り時に、前記書き込み信号より小さい読取り用信号をレーザダイオード79に提供する。レーザ制御回路75の詳細構成は後述される。

【0022】

フォトダイオードにより構成されるフロントモニタFMはレーザダイオード79が発生するレーザ光の光量つまり発光パワーを検出し、検出電流をレーザ制御回路75に供給する。レーザ制御回路75はフロントモニタFMからの検出電流に基づいて、CPU90により設定された再生時レーザパワー、記録時レーザパワー及び消去時レーザパワーで発光するように、レーザダイオード79を制御する。

【0023】

レーザダイオード79はレーザ制御回路75から供給される信号に応じてレーザ光を発生する。レーザダイオード79から発せられるレーザ光は、コリメータレンズ80、ハーフプリズム81、対物レンズ70を介して光ディスク100上に照射される。光ディスク100からの反射光は、対物レンズ70、ハーフプリズム81、集光レンズ82、およびシリンドリカルレンズ83を介して、光検出器84に導かれる。

【0024】

光検出器84は、例えば4分割の光検出セルから成り、これら光検出セルの検知信号はRFアンプ85に出力される。RFアンプ85は光検出セルからの信号を処理し、ジャストフォーカスからの誤差を示すフォーカスエラー信号FE、レーザ光のビームスポット中心とトラック中心との誤差を示すトラッキングエラー信号TE、及び光検出セル信号の全加算信号であるRF信号を生成する。

【0025】

フォーカスエラー信号FEはフォーカシング制御回路87に供給される。フォーカシング制御回路87はフォーカスエラー信号FEに応じてフォーカス駆動信号を生成する。フォーカス駆動信号はフォーカシング方向の駆動コイル71に供給される。これにより、レーザ光が光ディスク100の記録膜上に常時ジャストフォーカスとなるフォーカスサーボが行われる。

【0026】

トラッキングエラー信号TEはトラッキング制御回路88に供給される。トラッキング制御回路88はトラッキングエラー信号TEに応じてトラック駆動信号を生成する。トラッキング制御回路88から出力されるトラック駆動信号は、トラッキング方向の駆動コイル72に供給される。これによりレーザ光が光ディスク100上に形成されたトラック上を常にトレースするトラッキングサーボが行われる。

【0027】

上記フォーカスサーボおよびトラッキングサーボがなされることで、光検出器84の各光検出セルの出力信号の全加算信号RFには、記録情報に対応して光ディスク100のトラック上に形成されたピットなどからの反射光の変化が反映される。この信号は、データ

10

20

30

40

50

再生回路 78 に供給される。データ再生回路 78 は、PLL 回路 76 からの再生用クロック信号に基づき、記録データを再生する。

【0028】

上記トラッキング制御回路 88 によって対物レンズ 70 が制御されているとき、スレッドモータ制御回路 68 により、対物レンズ 70 が P U H 65 内の所定位置近傍に位置するようにスレッドモータ 66 つまり P U H 65 が制御される。

【0029】

モータ制御回路 64、スレッドモータ制御回路 68、レーザ制御回路 73、PLL 回路 76、データ再生回路 78、フォーカシング制御回路 87、トラッキング制御回路 88、エラー訂正回路 62 等は、バス 89 を介して C P U 90 によって制御される。C P U 90 はインターフェース回路 93 を介してホスト装置 94 から提供される動作コマンドに従って、この記録再生装置を総合的に制御する。又 C P U 90 は、R A M 91 を作業エリアとして使用し、R O M 92 に記録された本発明によるプログラムを含む制御プログラムに従って所定の動作を行う。

10

【0030】

図 2 はデータリード時及びデータライト時のレーザ発光パワーの一例を示す。

【0031】

データライト時に、レーザダイオード 79 はピークパワーとボトムパワーを図 2 のように繰り返し発生し、トラック上に記録マークを形成する。レーザダイオード 79 はイレースパワーを発生し、ディスク 100 の記録層を結晶化してスペースを形成（マークを消去）する。

20

【0032】

データリード時に、レーザダイオード 79 はリードパワーを連続して発生する。このリードパワーは上記イレースパワーより遥かに小さく、リードパワーにより記録層の相状態が変化することはない。

【0033】

図 3 はレーザ制御回路 75 の一実施例の構成を示すブロックである。

【0034】

ピーク D A C 11 は C P U 90 により設定されたピーク基準データ D P r e f を D A 変換して、ピーク基準電流 I P r e f を出力する。このピーク基準電流 I P r e f は、L D 79 の目標ピークパワーに対応する。電流アンプ 23 はピーク基準電流 I P r e f を増幅し、ピーク電流 I P を出力する。このとき、電流アンプ 23 の入力電圧は、ピーク電流値に対応しスイッチ S W 5 を介して A D C 18 に入力して A D 変換され、C P U 90 により読み込まれる。スイッチ S W 1 は図 2 のようなライト時の記録信号波形のピーク時に O N 状態となる。その結果、電流アンプ 23 により増幅されたピーク電流 I P は、加算器 27 を介して L D を流れる。

30

【0035】

イレース D A C 13 は C P U 90 により設定されたイレース基準データ D E r e f を D A 変換して、イレース基準電流 I E r e f を出力する。このイレース基準電流 I E r e f は、目標イレースパワーを示す。サンプルホールド回路 12 は、図 2 におけるイレースパワー発生時の時刻 t e のようなタイミングで、イレースパワーをサンプルし、イレースサンプル電圧 V E s h をイレース A P C (auto-power controller) 19 に出力する。イレースサンプル電圧 V E s h は、スイッチ S W 5 を介して A D C 18 に入力して A D 変換され、C P U 90 により読み込まれる。イレースサンプル電圧 V E s h は、イレース時の発光パワーを示す。

40

【0036】

イレース A P C 19 は、イレース基準電流 I E r e f を内部でイレース基準電圧 V E r e f に変換し、その電圧とイレースサンプル電圧 V E s h とを比較する。イレース A P C 19 は、両者が等しくなるように、A P C 制御されたイレース電流 I E a を出力する。例えば、イレースサンプル電圧 V E s h がイレース基準電圧 V E r e f より小さい場合、出

50

カイレース電流 I_{Ea} は増加される。逆に、イレースサンプル電圧 V_{Esh} がイレース基準電圧 V_{Eref} より大きい場合、出力イレース電流 I_{Ea} は減少される。

【0037】

電流アンプ24はイレース電流 I_{Ea} を増幅し、イレース電流 I_E を出力する。電流アンプ24の入力電圧は、イレース電流 I_{Ea} の大きさを示す。又、電流アンプ24の入力電圧は、スイッチSW5を介してADC18に入力してAD変換され、CPU90により読み込まれる。スイッチSW2は図2のようなライト時の記録信号波形のイレース期間中にON状態となる。その結果、電流アンプ24により増幅されたイレース電流 I_P は、加算器28及び加算器27を介してLDを流れる。

【0038】

リードDAC16はCPU90により設定されたリード基準データ D_{Rref} をDA変換して、リード基準電流 I_{Rref} を出力する。このリード基準電流 I_{Rref} は、目標リードパワーを示す。ローパスフィルタ14はフロントモニタFMの出力電流 I_{fm} により発生した電圧を濾波する。サンプルホールド回路15は、図2におけるリードパワー発生時の時刻 t_r のようなタイミングで、LFP14の出力値をサンプルし、リードサンプル電圧 V_{Rsh} をリードAPC21に出力する。リードサンプル電圧 V_{Rsh} は、リード時の発光パワーを示す。

【0039】

リードAPC21は、リード基準電流 I_{Rref} を内部でリード基準電圧 V_{Rref} に変換し、その電圧とリードサンプル電圧 V_{Rsh} とを比較する。リードAPC21は、リード基準電圧 V_{Rref} とリードサンプル電圧 V_{Rsh} が等しくなるように、APC制御されたリード電流 I_{Ra} を出力する。例えば、リードサンプル電圧 V_{Rsh} がリード基準電圧 V_{Rref} より小さい場合、リード電流 I_{Ra} は増加される。逆に、リードサンプル電圧 V_{Rsh} がリード基準電流 I_{Rref} より大きい場合、リード電流 I_{Ra} は減少される。

【0040】

電流アンプ25はリード電流 I_{Ra} を増幅し、リード電流 I_R を出力する。スイッチSW3は図2のようなリード時にON状態となる。その結果、電流アンプ25により増幅されたリード電流 I_R は、加算器29、28、27を介してLDを流れる。

【0041】

また、ローパスフィルタ14及びサンプルホールド回路15は、図5に示すようなライト時の平均パワー P_{AVG} に対応する平均値 V_{Ash} を出力する。平均値 V_{Ash} は、スイッチSW5を介してADC18に入力してAD変換され、CPU90により読み込まれる。尚、スイッチSW3はライト時にOFF状態を維持する。

【0042】

ボトムDAC17はCPU90により設定されたボトム基準データ D_{Bref} をDA変換して、ボトム基準電流 I_{Bref} を出力する。このボトム基準電流 I_{Bref} は目標ボトムパワーに対応する。電流アンプ26はボトム基準電流 I_{Bref} を増幅し、ボトム電流 I_B を出力する。スイッチSW4は図2のようなライト時の記録信号波形のボトムレベル時にON状態となる。その結果、電流アンプ26により増幅されたボトム電流 I_B は、加算器29、28、27を介してLDを流れる。

【0043】

次に、IL特性の具体的な推定方法の一実施例を述べる。

【0044】

図4はLDの発光パワー制御に用いる発光パワーとLD駆動電流の関係を示す図である。光ディスクの記録層に形成される記録マークの品質(再生信号品質)は、LDのピークパワーの精度に大きく依存する。従ってピークパワーは目標値に一致するよう精度よく制御する必要がある。

【0045】

従来は、ピークパワーを発生するためのピーク電流の大きさを変化させながら、LDの

10

20

30

40

50

発光パワーをフロントモニタ等の受光素子を用いて測定し、目標パワーを発生するためのピーク電流を決定していた。このとき、発光パワーの測定は、ピークパワー発生時の受光素子出力電流又は出力電圧をピークホールド回路でホールドし、ホールドした値をAD変換してCPUが読み込んでいた。光ディスクに記録するデータの高密度化及び記録時のディスク回転数の上昇に伴って、より高速応答及び高精度なピークホールド回路が必要となった。このようなピークホールド回路を使用すると、光ディスク装置の製造コストは上昇する。以上のことはボトムパワーについても言える。

【0046】

そこで本発明の一実施例では、LDの電流対発光パワー特性を推定し、その電流対発光パワー特性に基づいて、例えば最適なピーク電流（ピーク基準データDPr ef）を決定するものである。

10

【0047】

図4において、例えばピーク電流駆動時のピークパワー（図4の点B）、イレーズ電流駆動時のイレーズパワー（図4の点A）の2点を通る直線が分かれば、LDの電流対発光パワー特性を推定できることがわかる。本発明の一実施例では、ライト時における平均パワー測定値及びイレーズパワー測定値をパラメータとして、LDの電流対発光パワー特性が推定される。平均パワー及びイレーズパワーの測定は、図2及び後述の図5から分かるように、共に高速応答のサンプルホールド回路及びフロントモニタを必要としない。

【0048】

先ずイレーズパワーは、サンプルホールド回路12を用いてスペース区間でサンプルしたパワーが、目標イレーズパワーに等しくなるようイレーズAPC19により帰還制御を行うことで制御される。このようにして目標イレーズパワーで発光しているLDの電流値をAD変換器18を介して取得する。

20

【0049】

ピークパワーは、平均発光パワーとイレーズパワーとパルス波形からIL特性を求め、IL特性からほぼ一意に決定できる。平均パワーがイレーズパワー近傍となる場合は、一時的にマルチパルスの波形、平均パワー、又はイレーズパワーを変化させてIL特性の推定を行う。平均パワーの概念図を図5に示す。平均パワーはフロントモニタFMの出力をローパスフィルタ14へ通過させ、高周波数成分を除去したものをサンプルホールド回路15によりサンプルして、AD変換器18を介して取得する。

30

【0050】

以下に具体的な計算例を述べる。

【0051】

LDのIL特性を、パワーP、電流Iとして、式(1)に示す。

【数1】

$$P = \alpha \cdot I + \beta \quad (1)$$

【0052】

係数 α 、 β は、平均パワー測定値 P_{AVG} 、イレーズパワー測定値 P_E と、ピーク、イレーズ、ボトムの各パルスのデューティ比 d_P 、 d_E 、 d_B ($d_P + d_E + d_B = 1$)、各電流値 I_P 、 I_E 、 I_B を用いて、式(2)、(3)で表せる。

40

【数2】

$$\alpha = \frac{P_{AVG} - P_E}{d_P \cdot I_P - (1 - d_E) \cdot I_E + d_B \cdot I_B} \quad (2)$$

$$\beta = P_E - \frac{P_{AVG} - P_E}{d_P \cdot I_P - (1 - d_E) \cdot I_E + d_B \cdot I_B} \cdot I_E \quad (3)$$

50

【 0 0 5 3 】

また、ここでデューティ比 d_P 、 d_E 、 d_B ($d_P + d_E + d_B = 1$) は、波形によって決定される定数である。シングルパルス、マルチパルスそれぞれの波形例を図 6、図 7 に示す。

【 0 0 5 4 】

図 6 の 2 T 系シングルパルス、N T スペース / N T マーク連続パターンの場合、データ周期を A、1 データ周期中のイレース幅を K、ピークパルス幅を M、ボトム幅を L とすると次式のように表すことができる。ここで、N T の N は例えば 2 から 13 までの整数、T は基準クロック周期である。

【 数 3 】

$$d_P = \frac{M}{A} \quad (4)$$

$$d_E = \frac{K}{A} \quad (5)$$

$$d_B = \frac{L}{A} \quad (6)$$

10

20

【 0 0 5 5 】

これをライトストラテジの T_{sfp} 、 T_{elp} を用いて表すと、次式のようにになる。ライトストラテジとは、光ディスクにマークを記録するときのレーザ変調方法あるいは記録波形を示し、3 T、4 T など記録マークの長さごとに規格書などに定義されている。例えば T_{sfp} はデータ信号 (DATA) が H レベルにおいて、ライトパルス信号 (Write Pulse) の立ち上がりから、基準クロック信号 (CLOCK) の最初の立ち上がりまでの時間である。

【 数 4 】

$$d_P = \left(\frac{T_{sfp} + T_{elp}}{40} + N - 2 \right) / 2N \quad (7)$$

$$d_E = \left((N + 1) - \frac{T_{sfp}}{40} + \left(1 - \frac{T_{lc}}{40} \right) \right) / 2N \quad (8)$$

$$d_B = \left(\frac{T_{lc} - T_{elp}}{40} \right) / 2N \quad (9)$$

30

【 0 0 5 6 】

図 7 の 2 T 系マルチパルス、N T ペース / N T マーク連続パターンの場合、データ周期を A、1 データ周期中のピークパルス幅を B、C、D、イレース幅を E、ボトム幅を H とすると、次式のようにになる。

40

【数 5】

$$d_p = \frac{B+C+D}{A} \quad (10)$$

$$d_E = \frac{E}{A} \quad (11)$$

$$d_p = \frac{H}{A} \quad (12)$$

10

【0057】

これをライトストラテジの T_{sfp} 、 T_{elp} 、 T_{efp} 、 T_{smp} 、 T_{emp} 、 T_{slp} 、 T_{lc} を用いて表すと、次式のようになる。

【数 6】

N = 2 の場合

$$d_p = \left(\frac{T_{sfp} + T_{elp}}{40} + N - 2 \right) / 2N \quad (13)$$

20

$$d_E = \left((N+1) - \frac{T_{sfp}}{40} + \left(1 - \frac{T_{lc}}{40} \right) \right) / 2N \quad (14)$$

$$d_B = \left(\frac{T_{lc} - T_{elp}}{40} \right) / 2N \quad (15)$$

N ≥ 3 の場合

$$d_p = \left(\frac{T_{sfp} + T_{efp}}{40} + \frac{T_{emp} - T_{smp}}{40} \cdot (N-3) + \frac{T_{elp} - T_{slp}}{40} \right) / 2N \quad (16)$$

30

$$d_E = \left((N+1) - \frac{T_{sfp}}{40} + \left(1 - \frac{T_{lc}}{40} \right) \right) / 2N \quad (17)$$

$$d_B(N) = \left(\left(1 - \frac{T_{efp}}{40} \right) + \left(1 - \frac{T_{emp} - T_{smp}}{40} \right) \cdot (N-3) + \frac{T_{slp} + T_{lc} - T_{elp}}{40} \right) / 2N$$

(18)

40

【0058】

実際のデータでは各マーク/スペース長が均等に現れると仮定して、最短マーク長 T_{min} [T]、最長マーク長 T_{max} [T] のとき、

【数 7】

$$d_P' = \frac{1}{T_{\max} - T_{\min} + 1} \sum_{N=T_{\min}}^{T_{\max}} d_P \quad (19)$$

$$d_E' = \frac{1}{T_{\max} - T_{\min} + 1} \sum_{N=T_{\min}}^{T_{\max}} d_E \quad (20)$$

$$d_B' = \frac{1}{T_{\max} - T_{\min} + 1} \sum_{N=T_{\min}}^{T_{\max}} d_B \quad (21)$$

10

【0059】

とし、式(2)、(3)の d_P 、 d_E 、 d_B に、上記 d_P' 、 d_E' 、 d_B' を用いる。

【0060】

また、書き込むユーザデータにおける各マーク/スペース長の出現頻度が既知の場合は、平均のデューティ比を求める際に重み付けを行うこともできる。

【0061】

目標とするピークパワー P_P 、ボトムパワー P_B に相当するピーク電流 I_P 、ボトム電流 I_B は式(1)より次のように求められる。

20

【数 8】

$$I_P = \frac{P_P - \beta}{\alpha} \quad (22)$$

$$I_B = \frac{P_B - \beta}{\alpha} \quad (23)$$

【0062】

以上の推定処理を一定周期で繰り返すことによって、ユーザデータを光ディスクに記録中であってもパワーレベルを制御しつつ、常に最新のIL特性を得ることが可能である。

30

【0063】

LDにおけるIL特性が高温・高出力時に図8のように非線形になることが知られており、そのような高温・高出力時に以下のような方式でIL特性の非線形性を補償することができる。

【0064】

図9は本発明に係る電流対発光パワーの非線形特性を補償する方法の一実施例を説明するための図である。状態1は前回のサンプリングにおけるI-L特性、状態2は今回のサンプリングにおけるI-L特性、状態2は直線からのずれが無かった場合のI-L特性を示している。

40

【0065】

前回のサンプリング区間のピーク電流、ボトム電流の計算に使用した係数を α' 、 β' とし、今回のサンプリング区間で使用する係数を α 、 β とする時、直線領域におけるIL特性は次の式で表される。

【数 9】

$$P = \alpha' \times I + \beta' \quad (24)$$

$$P = \alpha \times I + \beta \quad (25)$$

50

【 0 0 6 6 】

また、 α 、 β は現在の状態を表していることから、次式が成り立つ。

【 数 1 0 】

$$P_E = \alpha \times I_E + \beta \quad (26)$$

【 0 0 6 7 】

ここで、 α は温度が変化した場合でも、ほとんど変化しないことから、

【 数 1 1 】

$$\alpha \approx \alpha' \quad (27)$$

10

【 0 0 6 8 】

と近似することができる。よって、 β は次式から求まる。

【 数 1 2 】

$$\beta = P_E - \alpha \times I_E \quad (28)$$

【 0 0 6 9 】

さらに、ピークパワーにおける直線からのずれ分 P_p を求める。

【 0 0 7 0 】

前回のサンプリング区間におけるピーク電流を I_p' 、ボトム電流を I_B' とし、 P_p を考慮に入れると、ピークパワー P_p 、ボトムパワー P_B には次式が成り立つ。

【 数 1 3 】

$$P_p = \alpha \times I_p' + \beta - \Delta P_p \quad (29)$$

$$P_B = \alpha \times I_B' + \beta \quad (30)$$

【 0 0 7 1 】

デューティ比 d_p 、 d_E 、 d_B を使って、A/D変換器から取得される平均パワー P_{AVG} を表すと次式となる。

【 数 1 4 】

$$P_{AVG} = P_p d_p + P_E d_E + P_B d_B \quad (31)$$

30

【 0 0 7 2 】

この式に式(29)、(30)を代入すれば、

【 数 1 5 】

$$\Delta P_p = \frac{(\alpha \times I_p' + \beta) \times d_p + P_E \times d_E + (\alpha \times I_B' + \beta) \times d_B - P_{AVG}}{d_p} \quad (32)$$

【 0 0 7 3 】

となり、直線からのずれ分 P_p が求まる。

40

【 0 0 7 4 】

最後に今回のサンプリング区間で使用するピーク電流 I_p 、ボトム電流 I_B を算出する。

【 0 0 7 5 】

記録に必要なピークパワーを $P_{p \text{ ref}}$ 、ボトムパワーを $P_{B \text{ ref}}$ とすると、

【数 16】

$$I_P = \frac{P_{Pref} - \beta + \Delta P_p}{\alpha} \quad (33)$$

$$I_B = \frac{P_{Bref} - \beta}{\alpha} \quad (34)$$

【0076】

と決定することができる。

【0077】

以上の方式を用いることで、IL特性が非線形の場合においても、それを補償した制御を行うことが可能である。

【0078】

次に、本発明による記録パワー制御動作の一実施例を詳細に説明する。図10はレーザ発光パワー制御におけるLD駆動電流値設定処理を示すフローチャートである。各ステップはCPU90の制御の下に実行される。

【0079】

まずCPU90は、予め決められた各初期パワー（図3ではピーク基準データDPre f、イレース基準データD E r e f、ボトム基準データD B r e fの各初期値）、または前回起動時のパワーを各DAC11、13、17に、を設定する（ST001）。

【0080】

現在のライトストラテジから式(13)~(21)に従い、ボトムパワー、イレースパワー、ピークパワーそれぞれのパルスデューティ比を計算する（ST002）。記録開始のトリガ（指示）を待ち（ST003）、記録が開始されたらイレースパワー（図3ではサンプルホールド回路12の出力電圧V E s h）、イレース電流（イレースA P C 19の出力端子電圧）をAD変換器18を通してデジタル信号として取り込む（ST004）。ここでは、移動平均をとるなどの平滑化処理を行ってもよい。移動平均とは、イレースパワー及びイレース電流の測定をループ処理を介して繰り返し行い、最近得られたイレースパワー及びイレース電流の平均値を示す。このとき、イレースA P C 19により、イレース

【0081】

記録時のサンプルホールド回路15の出力電圧（図3ではV A s h）を平均パワーP_{AVG}としてADC18から取得する（ST005）。該平均パワーP_{AVG}とステップ004で取得したイレースパワーとを比較し、平均パワーとイレースパワーの差が所定値以下の場合（平均パワーがイレースパワー近傍にある場合）は（ST006のYes）、一時的に波形を時間方向もしくは振幅方向に変更、すなわちストラテジを変更する（ST012）。ここで、差の所定値とは、ピークパワーとボトムパワー間の差の数%、例えば2%程度の値である。なお、このように平均パワーとイレースパワーの差が該所定値以下となる場合は、実際には稀である。

【0082】

変更したストラテジから再度、式(13)~(21)に従い、ボトムパワー、イレースパワー、ピークパワーそれぞれのパルスデューティ比を計算し（ST002）、イレースパワーと平均パワーがほぼ等しいか判断する（ST004~ST006）。以上の処理をイレースパワーと平均パワーとの差が所定値より大きくなるまで繰り返す。

【0083】

ステップ004及び005で取得したイレースパワー、イレース電流及び平均パワーと、ステップ001で設定したピーク電流及びボトム電流、及びステップ002で計算した各パルスデューティ比を、式(2)及び(3)に代入し、レーザダイオードの電流対出力特性（及び）を推定する。尚、ピーク電流及びボトム電流は、図3のI P r e f、I

10

20

30

40

50

B r e fをA D C 1 8を介して取得してもよいが、これらの値は、ステップ0 0 1で設定した値と実質的に同一であるので、ここではステップ0 0 1で設定した値を用いる。

【0 0 8 4】

推定した電流対出力特性から、所望のピークパワー及びボトムパワーでLDを発光させるためのピーク電流値及びボトム電流値を、式(22)及び(23)を用いて算出する(ST007)。そして算出した電流値を電流指令値(図3ではピーク基準データD P r e f及びボトム基準データD B r e f)として、ピークD A C 1 1及びボトムD A C 1 7に設定する(ST009)。その後、ステップ0 0 4へ戻り、周期的にループ処理することで発光パワーを制御することができる。

【0 0 8 5】

次に、本発明による記録パワー制御動作の第2実施例を説明する。図11はレーザ発光パワー制御におけるLD駆動電流値設定処理の第2実施例を示すフローチャートである。各ステップはC P U 9 0の制御の下に実行される。

【0 0 8 6】

例えば赤色LDにおけるIL特性が、前述したように高温・高出力時に非線形になる場合、図11のような制御を行うことで補償することができる。初期値設定(ST101)から平均パワーなどの取得(ST104)までは、前記の処理(ST001~ST004)と同様である。

【0 0 8 7】

ステップ105では、イレースパワー設定値(図3ではイレーズ基準値D E r e f)とイレーズ電流(図3では電流I E a)から周囲温度を推定する。高発光パワーで発光し周囲温度が高温になると、LDの発光効率が下がる。従って、高温でも通常温度と同一のパワーで発光するには、電流値を増加しなければならない。イレーズA P C 1 9はこの制御を行うが、このときの電流増加分に基づいて周囲温度が推定される。尚、ステップ105の周囲温度の推定は、本実施例による補償の適用を始めるタイミングを決定するもので、常時補償を含めた制御を行う場合は必要ない。

【0 0 8 8】

ステップ106では、周囲温度がT1(DVD用LDの場合には、概ね50)より高いか判断し、高い場合(Y e sの場合)、式(27)、(28)を用いて、直線領域におけるIL特性()を算出する(ST107)。ステップ108では、ピークパワーにおける直線からのずれ分 P pを式(32)を用いて求める。最後にステップ109で、今回のサンプリング区間で使用するピーク電流、ボトム電流を式(33)、(34)から算出し、ピークD A C 1 1及びボトムD A C 1 7に設定する。

【0 0 8 9】

ステップ106で、周囲温度がT1以下の場合(N oの場合)、前述した図10のフローチャートのステップ0 0 7~0 1 0の方式でIL特性()を算出し、ピークD A C 1 1及びボトムD A C 1 7に設定する。

【0 0 9 0】

以上説明したように、本発明の実施例によれば、温度変化に伴うLDの特性変動が生じてても、高価な高速応答/高精度ピークホールド回路または広帯域モニタを使用することなく、常に要求されたパワーでLDが発光する制御を提供することが可能である。

【0 0 9 1】

以上の説明はこの発明の実施の形態であって、この発明の装置及び方法を限定するものではなく、様々な変形例を容易に実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0 0 9 2】

【図1】本発明が適用される光ディスク装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】データリード時及びデータライト時のレーザ発光パワーの一例を示す図である。

【図3】レーザ制御回路75の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図4】LDの発光パワー制御に用いる発光パワーとLD駆動電流の関係を示す図である

10

20

30

40

50

【図5】平均パワーを説明するための図である。

【図6】シングルパルス方式記録波形のデューティ比を説明する図である。

【図7】マルチパルス方式記録波形のデューティ比を説明する図である。

【図8】レーザダイオードの電流対発光パワーが非線形になる場合の例を示すグラフである。

【図9】本発明に係る電流対発光パワーの非線形特性を補償する方法の一実施例を説明するための図である。

【図10】レーザ発光パワー制御におけるLD駆動電流値設定処理を示すフローチャートである。

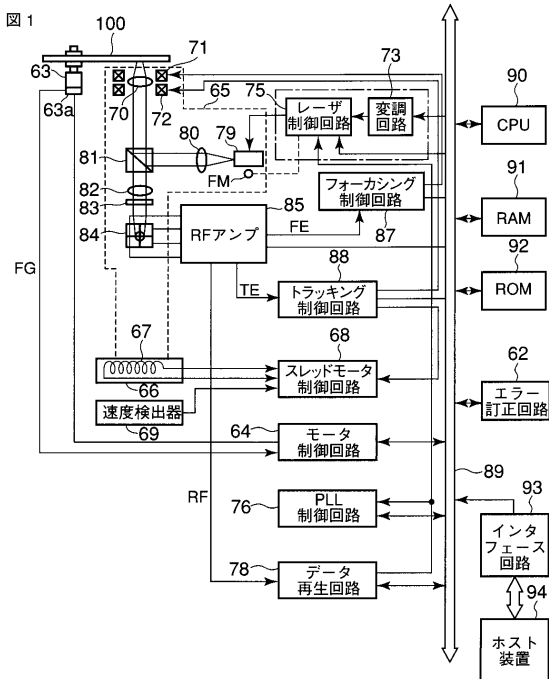
【図11】レーザ発光パワー制御におけるLD駆動電流値設定処理の第2実施例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

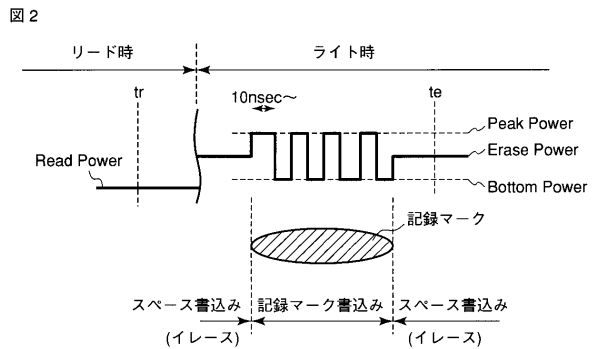
【0093】

11...ピークDAC、13...イレースDAC、16...リードDAC、17...ボトムDAC、19...イレースAPC、21...リードAPC、63...スピンドルモータ、65...光ピックアップ、79...レーザダイオード、FM...フロントモニタ、100...光ディスク。

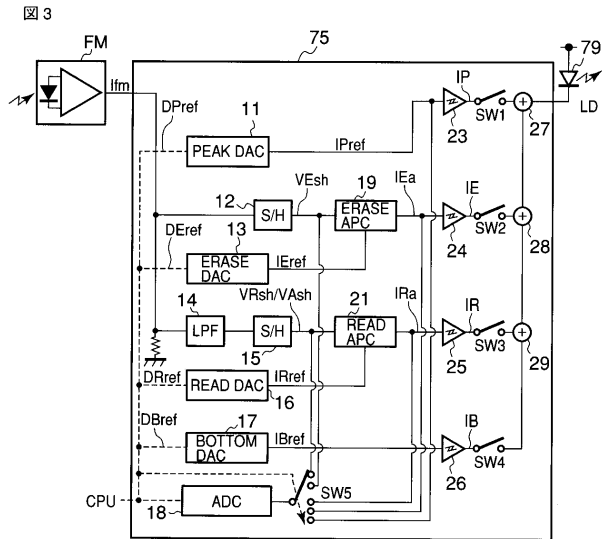
【図1】



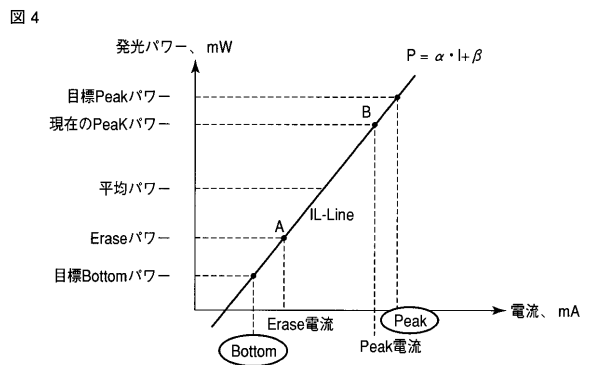
【図2】



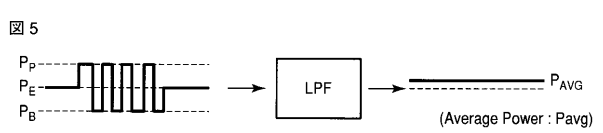
【 図 3 】



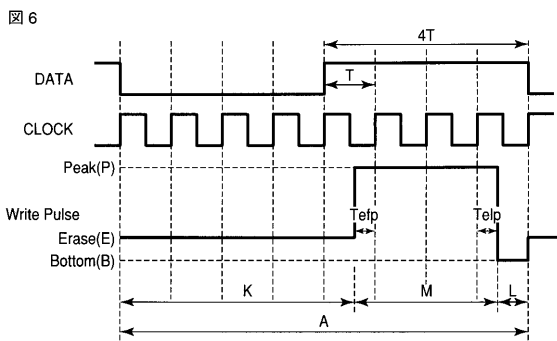
【 図 4 】



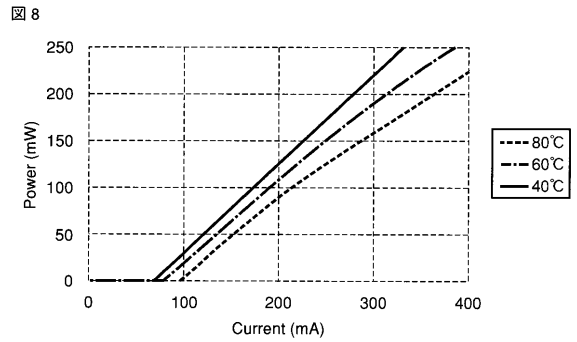
【 図 5 】



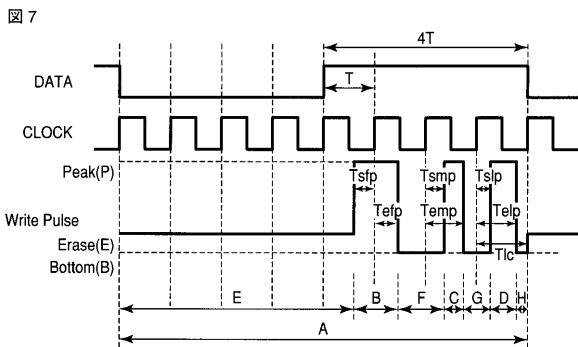
【 図 6 】



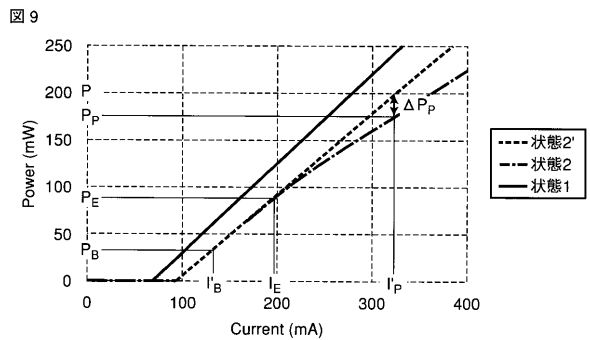
【 図 8 】



【 図 7 】

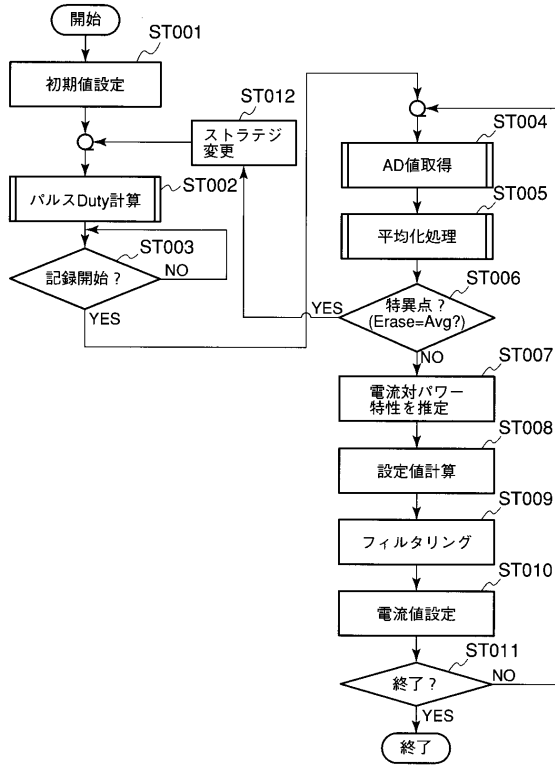


【 図 9 】



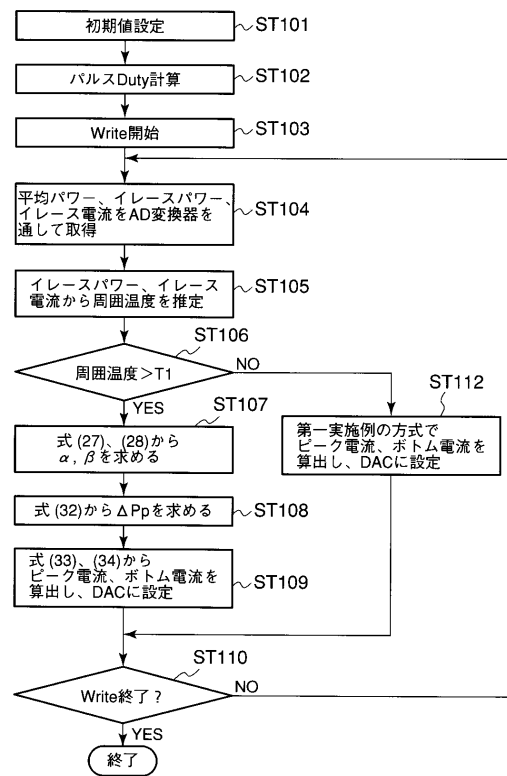
【図10】

図10



【図11】

図11



フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 碓井 隆

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 黒田 和人

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 上野 雅史

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB03 BB04 CC16 CC18 JJ01 KK03

5D789 AA23 BA01 BB02 BB03 EC09 FA05 FA23 HA45