

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年9月9日(09.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/108395 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 26/10 (2006.01) H04N 1/113 (2006.01)
G02B 27/02 (2006.01) H04N 1/19 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053788
- (22) 国際出願日: 2011年2月22日(22.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-045781 2010年3月2日(02.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ブラザー工業株式会社 (BROTHER KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神山 政敏 (KOUYAMA Masatoshi) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

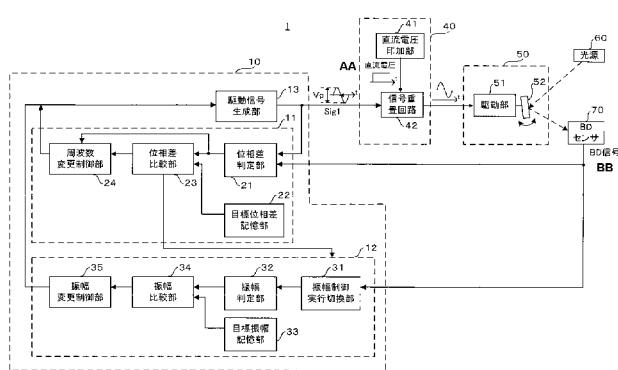
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL SCANNING DEVICE AND IMAGE DISPLAY DEVICE PROVIDED WITH THE SAME

(54) 発明の名称: 光走査装置及びそれを備えた画像表示装置

[図1]



- AA DC voltage
- BB BD signal
- 13 drive signal generation unit
- 21 phase difference determination unit
- 22 target phase difference storage unit
- 23 phase difference comparison unit
- 24 frequency change control unit
- 31 amplitude control execution switching unit
- 32 amplitude determination unit
- 33 target amplitude storage unit
- 34 amplitude comparison unit
- 35 amplitude change control unit
- 41 DC voltage application unit
- 42 signal superposition circuit
- 51 drive unit
- 60 light source
- 70 BD sensor

(57) Abstract: Provided is an optical scanning device capable of maintaining a deflection surface at a constant oscillation amplitude even when the resonance frequency of a resonance-type deflection element is altered by variations in ambient temperature etc., and also provided is an image display device provided with the optical scanning device. A drive control unit (10) is provided which changes the amplitude of a drive signal (Sig1) and sets the oscillation amplitude of a deflection surface (52) to a prescribed value after the frequency of the drive signal (Sig1) which drives a resonance-type deflection element (50) is changed, the resonance amplitude of the deflection surface (52) is detected, the resonance frequency specific to the resonance-type deflection element (50) is determined, and the resonance-type deflection element (50) is driven by the drive signal (Sig1) having a frequency that is offset from the resonance frequency by a prescribed frequency.

(57) 要約: 周囲温度等の変化により共振型偏向素子の共振周波数が変化した場合においても、偏向面を一定の揺動振幅に維持することができる光走査装置及びそれを備えた画像表示装置を提供する。共振型偏向素子50を駆動する駆動信号Sig1の周波数を変化させ、偏向面52の揺動振幅を検出して、共振型偏向素子50固有の共振周波数を判定し、この共振周波数から

所定周波数だけずれた周波数の駆動信号Sig1で共振型偏向素子50を駆動した後、駆動信号Sig1の振幅を変更して偏向面52の揺動振幅を所定値にする駆動制御部10を備える。

WO 2011/108395 A1

明 細 書

発明の名称：光走査装置及びそれを備えた画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、光走査装置及びそれを備えた画像表示装置に関し、さらに詳細には、入射する光束を偏向する偏向面を有し、共振により偏向面が軸周りに揺動する共振型偏向素子により光束を走査する光走査装置及びそれを備えた画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、画像信号に応じた強度の光束を1次元方向又は2次元方向に走査する光走査装置が知られている。このような光走査装置は、画像信号に応じた強度の光束を2次元方向に走査して、ユーザの少なくとも一方の網膜上に投影することにより画像を表示する網膜走査型画像表示装置や、画像信号に応じた強度の光束を2次元方向に走査してスクリーン上に画像を表示するスクリーン走査型画像表示装置などの画像表示装置に用いられている。

[0003] 例えば、下記特許文献1に記載の画像表示装置では、相対的に高速に反射ミラーを揺動可能な共振型偏向素子と、相対的に低速に反射ミラーを揺動可能な非共振型偏向素子とにより光束を走査して画像を表示する。すなわち、画像信号に応じた強度で光源から出射された光束を、共振型偏向素子の反射ミラーを共振させて第1方向に走査し、さらに非共振型偏向素子の反射ミラーを鋸歯波状、三角波状又は台形波状に駆動させて光束を第2方向へ走査して、画像を表示する。なお、第1方向は例えば水平方向であり、第2方向は例えば垂直方向である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-276396号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 共振型偏向素子を有する光走査装置では、共振型偏向素子の偏向面を共振型偏向素子固有の共振周波数で揺動させることにより、低消費電力かつ高速に偏向面を揺動させることができる。
- [0006] しかし、共振型偏向素子固有の共振周波数は、共振型偏向素子の個体差によって異なるため、共振型偏向素子毎に共振周波数を検出して、共振型偏向素子を駆動させる必要がある。
- [0007] しかし、共振型偏向素子は、周波数がずれたときに急激に偏向面の揺動振幅が変化する跳躍特性を有している。そのため、周囲温度等の変化により共振型偏向素子の共振周波数が変化した場合には、共振型偏向素子を駆動する駆動信号の周波数も追従して変更しなければ、偏向面の揺動振幅（振れ角）が急激に小さくなる恐れがある。このとき、駆動信号の周波数を変更することなく、偏向面を一定の揺動振幅に維持させようとして駆動信号の電圧を上昇させると、共振ポイントからずれたところで偏向面を揺動させることになるため共振型偏向素子の消費電力が増大してしまう。しかも、共振ポイントからずれたところで偏向面を揺動させた場合、大きな揺動振幅を得ることができない。
- [0008] 本発明は、周囲温度等の変化により共振型偏向素子の共振周波数が変化した場合においても、偏向面を一定の揺動振幅に維持することができる光走査装置及びそれを備えた画像表示装置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

- [0009] 上記目的を達成するために、本発明の光走査装置では、入射する光束を偏向する偏向面を有し、共振により前記偏向面が軸周りに揺動する共振型偏向素子と、前記共振型偏向素子を駆動する駆動信号の周波数を変化させ、前記偏向面の揺動振幅を検出して、前記共振型偏向素子固有の共振周波数を判定し、この共振周波数から所定周波数だけずれた周波数の前記駆動信号で前記共振型偏向素子を駆動した後、前記駆動信号の振幅を変更して前記偏向面の揺動振幅を所定値にする駆動手段と、を備えている。
- [0010] また、前記光走査装置において、前記共振型偏向素子は、メタル基板上に

前記偏向面を含む領域が形成されたMEMSであり、前記駆動手段は、前記共振周波数から所定周波数だけ高い周波数の前記駆動信号で前記共振型偏向素子を駆動した後、前記偏向面の揺動振幅を所定値にしてもよい。

[0011] また、前記光走査装置において、前記共振型偏向素子は、シリコン基板上に前記偏向面を含む領域が形成されたMEMSであり、前記駆動手段は、前記共振周波数から所定周波数だけ低い周波数の前記駆動信号で前記共振型偏向素子を駆動した後、前記偏向面の揺動振幅を所定値にしてもよい。

[0012] また、前記光走査装置において、前記共振型偏向素子又はその周囲の温度を検出する温度検出手段を備え、前記所定周波数は、前記温度検出手段によって検出された温度に基づいた周波数としてもよい。

[0013] また、前記光走査装置を備え、画像信号に応じた強度の光束を前記光走査装置により走査し、ユーザの少なくとも一方の眼に向けて出射させることで、画像を表示する網膜走査型の画像表示装置としてもよい。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、共振周波数から所定周波数だけずれた周波数の駆動信号で共振型偏向素子を駆動した後、駆動信号の振幅レベルを変更して偏向面の揺動振幅を所定値にするので、周囲温度等の変化により共振型偏向素子の共振周波数が変化した場合においても、偏向面を一定の揺動振幅に維持することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態に係る光走査装置の構成を示す図である。

[図2]共振型偏向素子の構成を示す図である。

[図3]共振型偏向素子の特性を示す図である。

[図4]共振型偏向素子の特性を示す図である。

[図5]共振型偏向素子の特性を示す図である。

[図6]共振型偏向素子の特性を示す図である。

[図7]共振型偏向素子の特性を示す図である。

[図8]偏向面の揺動振幅（振れ角）と偏向面との位相差との関係を示す図であ

る。

[図9] 駆動制御部の処理の流れを示す図である。

[図10] 本発明の一実施形態に係る他の光走査装置の構成を示す図である。

[図11] 別の偏向素子の構成を示す図である。

[図12] 図 11 に示す偏向素子の特性を示す図である。

[図13] 本発明の一実施形態に係る画像表示装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の一実施形態に係る光走査装置及びそれを備えた画像表示装置について図面を参照して具体的に説明する。

[0017] [1. 光走査装置の構成]

本実施形態に係る光走査装置 1 は、駆動制御部 10、直流電圧重畳部 40、共振型偏向素子 50、光源 60、BD センサ 70 を有している。

[0018] 駆動制御部 10 は、共振型偏向素子 50 を駆動する駆動信号 $S_{i g 1}$ を生成する駆動手段であり、周波数決定部 11 と、振幅決定部 12 と、駆動信号生成部 13 とを有している。駆動信号生成部 13 は、周波数決定部 11 及び振幅決定部 12 により決定された周波数 f_0 及び振幅 V_p の駆動信号 $S_{i g 1}$ を生成して出力する。

[0019] 直流電圧重畳部 40 は、直流電圧印加部 41 と、信号重畳回路 42 とを有している。そして、駆動制御部 10 から出力された駆動信号 $S_{i g 1}$ に、信号重畳回路 42 により、直流電圧印加部 41 で生成された直流電圧が重畳されて、共振型偏向素子 50 の駆動部 51 に印加される。共振型偏向素子 50 の偏向面 52 は、直流電圧に重畳された駆動信号 $S_{i g 1}$ に基づいて揺動する。なお、駆動部 51 は、例えば圧電素子などにより構成される。

[0020] ここで、共振型偏向素子 50 は、薄板状のメタル基板上に形成された MEMS であり、例えば、図 2 に示すような形状を有している。また、メタル基板として、アルミ基板、銅基板、鉄基板などがある。図 2 に示す例では、共振型偏向素子 50 は、駆動部 51 と、偏向面（反射ミラー） 52 と、枠体 53 と、梁部 54、54 とを有して構成されている。そして、駆動部 51 に直

流電圧に重畳された駆動信号 S_{ig1} が印加され、この駆動部 51 の変位により、駆動信号 S_{ig1} に応じた周波数で、枠体 53 と梁部 54、54 と偏向面 52 とが振動し、揺動軸 L_c を中心として、偏向面 52 が軸周りに揺動する。尚、以下においては、偏向面 52 の揺動振幅とは、偏向面 52 の回転角度範囲であり、偏向面 52 の振れ角である。

[0021] 図 3 に、ある温度で所定振幅の駆動信号 S_{ig1} をその周波数を変化させながら入力したときの共振型偏向素子 50 の偏向面 52 の揺動振幅特性を示す。同図に示すように、共振周波数 f_s から周波数が少しずれたところに急激に偏向面 52 の揺動振幅が変化する跳躍現象が発生する箇所が存在する。そのため、周囲温度等の変化により共振型偏向素子 50 の共振周波数 f_s が変化した場合には、共振型偏向素子 50 を駆動する駆動信号 S_{ig1} の周波数も追従して変更しなければ、偏向面 52 の揺動振幅が急激に小さくなる恐れがある。

[0022] しかも、メタルで構成された共振型偏向素子 50 では、図 4 に示すように、駆動信号 S_{ig1} の周波数を上昇させていったときの振幅特性と、駆動信号 S_{ig1} の周波数を下降させていったときの振幅特性が異なっている。そのため、偏向面 52 の揺動振幅が急激に小さくなった後に、駆動信号 S_{ig1} の周波数と共振型偏向素子 50 の共振周波数 f_s に合わせるのに時間がかかってしまう場合がある。なお、図 4 においては、駆動信号 S_{ig1} の周波数を下降させながら入力したときの特性を実線で示し、駆動信号 S_{ig1} の周波数を上昇させながら入力したときの特性を波線で示す。

[0023] そこで、本実施形態に係る光走査装置 1 では、所定振幅の駆動信号 S_{ig1} の周波数を変化させながら共振型偏向素子 50 固有の共振周波数 f_s を判定し、図 5 に示すように、共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけ高い周波数 f_o の駆動信号 S_{ig1} で共振型偏向素子 50 を駆動するようにしている。

[0024] このようにすることで、図 6 に示すように、温度変化等により共振型偏向素子 50 の特性が、実線で示す特性から波線で示す特性となったときでも、

偏向面52の揺動振幅が小さくなることを抑えることができる。すなわち、駆動信号S i g 1の周波数 f_o を、共振型偏向素子50固有の共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけ高い周波数とすることで、温度変化などによる特性変化に対してマージンをとることができる。

[0025] また、共振型偏向素子50の特性は、駆動信号S i g 1の振幅 V_p によっても変化する。図7に、共振型偏向素子50の特性を駆動信号S i g 1の振幅 V_p 毎（5V, 7V, 11.5V, 13V）に示した図である。同図からわかるように、駆動信号S i g 1の振幅 V_p によって揺動振幅も異なるが、共振型偏向素子50の共振周波数 f_s も異なるものとなる。従って、駆動信号S i g 1の周波数を決定した後に、駆動信号S i g 1の振幅 V_p を変化させると、偏向面52の揺動振幅が変化する。特に、駆動信号S i g 1の振幅 V_p を大きく変化させると、偏向面52の揺動振幅の変化が大きくなり、駆動信号S i g 1の周波数が共振周波数 f_s から外れて偏向面52の揺動振幅が急激に小さくなる恐れがある。

[0026] そこで、本実施形態に係る光走査装置1では、駆動信号S i g 1の振幅をある程度大きくしてからその周波数 f_o を決定し、その後、振幅 V_p を変化させるようにしている。このようにすることで、駆動信号S i g 1の振幅変化によって、偏向面52の揺動振幅が急激に小さくなることを抑制することができる。

[0027] さらに、本実施形態に係る光走査装置1では、駆動信号S i g 1の信号波形と偏向面52の揺動波形との位相差 θ_c に基づいて、駆動信号S i g 1の周波数を調整することで、さらに精度よく偏向面52を揺動するようにしている。すなわち、上述のように駆動信号S i g 1の周波数 f_o を決定し、偏向面52の揺動振幅を所定振幅に調整した後に、位相差 θ_c が所定範囲Z内（図8参照）から外れたときには、位相差 θ_c が所定範囲Z内になるように駆動信号S i g 1の周波数を調整するようにしている。

[0028] また、偏向面52の揺動振幅を一定に保つために駆動信号S i g 1の振幅 V_p を変更する場合には、位相差 θ_c が所定範囲Z内であることを確認して

から行うようにしている。すなわち、位相差 θ_c による周波数制御を、振幅制御よりも優先して行うようにしている。このようにすることでさらに精度よく偏向面52を揺動することができる。

[0029] このように光走査装置1が構成されているため、跳躍現象により偏向面52の揺動振幅が急激に小さくなることを抑制することができ、しかも、光走査装置1の環境変化に合わせた共振型偏向素子50の駆動を行うことが可能となる。

[0030] 上述した動作を行うために、周波数決定部11、振幅決定部12、駆動信号生成部13、直流電圧重畳部40は以下のように構成されている。

[0031] 周波数決定部11は、共振型偏向素子50固有の共振周波数 f_s を検出し、この共振周波数 f_s に対して所定周波数 Δf だけ高い周波数を駆動信号 S_{ig1} の周波数 f_o として決定する。その後、周波数決定部11は、駆動信号 S_{ig1} と共振型偏向素子50の揺動状態との位相差 θ_c が所定範囲を超えたとき、駆動信号 S_{ig1} の周波数 f_o を変更して、その位相差 θ_c が所定範囲Z内になるようにする。

[0032] この周波数決定部11は、位相差判定部21と、目標位相差記憶部22と、位相差比較部23と、周波数変更制御部24とを有している。

[0033] 位相差判定部21は、駆動信号 S_{ig1} の信号波形と偏向面52の揺動波形との位相差 θ_c を判定する。BDセンサ70は偏向面52が所定の傾き角にあるときに光源60から出射された光束を入射して検出信号（以下、BD信号という）を出力している。位相差判定部21は、BDセンサ70からのBD信号の出力タイミングに基づき、偏向面52の傾き角の状態を検出し、駆動信号 S_{ig1} の波形と偏向面52の揺動波形との位相差 θ_c を判定する。なお、位相差判定部21において、例えば、偏向面52の傾き角が+Xから-Xへ向かうときに傾き角が0になるタイミングと、駆動信号 S_{ig1} が正電圧から負電圧に向かうときに電圧が0Vとなるタイミングとを検出し、これらのタイミングの関係から、位相差 θ_c を判定するようにしてもよい。なお、正電圧の駆動信号を駆動部51に印加したときに、偏向面52の傾き

角が+X方向になるものとする。

- [0034] 目標位相差記憶部22は、起動許容できる位相差 θ_c の範囲である所定範囲Zの情報が記憶されている。位相差比較部23は、位相差判定部21から位相差 θ_c を取得すると共に、目標位相差記憶部22から所定範囲Zの情報を取得し、位相差 θ_c が所定範囲Z内にあるか否かを判定する。
- [0035] 周波数変更制御部24は、位相差 θ_c が所定範囲Z内でないときに、位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が所定範囲Zの上限値より大きければ、位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が所定範囲Zの下限值より小さくなるまで、駆動信号生成部13を制御して駆動信号S i g 1の周波数を上げてく。その後、周波数変更制御部24は、位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が90 [d e g]になるまで、駆動信号生成部13を制御して駆動信号S i g 1の周波数を下げていく。位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が90 [d e g]になったときの駆動信号S i g 1の周波数が共振周波数 f_s である。従って、周波数変更制御部24は、位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が90 [d e g]になったときの駆動信号S i g 1の周波数を共振周波数 f_s として判定する。
- [0036] また、周波数変更制御部24は、位相差 θ_c が所定範囲Z内でないときに、位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が所定範囲Zの下限值より小さければ、位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が90 [d e g]となるまで、駆動信号生成部13を制御して駆動信号S i g 1の周波数を下げていく。そして、周波数変更制御部24は、位相差判定部21から出力される位相差 θ_c が90 [d e g]になったときの駆動信号S i g 1の周波数を共振周波数 f_s として判定する。
- [0037] このように、周波数変更制御部24は、位相差 θ_c が所定範囲Z内でないとき、駆動信号S i g 1の周波数を増減させて共振周波数 f_s を判定するようにしている。そして、周波数変更制御部24は、駆動信号生成部13を制御して、共振周波数 f_s よりも所定周波数 Δf だけ高い周波数 f_o の駆動信号S i g 1を駆動信号生成部13から出力させるようにしている。

- [0038] 振幅決定部 12 は、共振型偏向素子 50 の偏向面 52 の揺動振幅が目標とする揺動振幅となるように、駆動信号生成部 13 から出力される駆動信号 S_{ig1} の振幅 V_p を制御するものであり、位相差 θ_c が所定範囲 Z 内となったときに動作する。
- [0039] 振幅決定部 12 は、振幅制御実行切換部 31 と、振幅判定部 32 と、目標振幅記憶部 33 と、振幅比較部 34 と、振幅変更制御部 35 とを有している。
- [0040] 振幅制御実行切換部 31 は、位相差比較部 23 からの出力に基づき、振幅判定部 32 の動作を制御する。すなわち、振幅制御実行切換部 31 は、位相差 θ_c が所定範囲 Z 内にあるときに出力される信号を位相差比較部 23 から受信すると、振幅判定部 32 を非動作状態にし、位相差 θ_c が所定範囲 Z 内にないときに出力される信号を位相差比較部 23 から受信すると、振幅判定部 32 を動作状態にする。
- [0041] 振幅判定部 32 は、振幅制御実行切換部 31 から動作状態にされたとき、BD センサ 70 からの BD 信号の有無やタイミングに基づき、偏向面 52 の揺動振幅を検出する。具体的には、振幅判定部 32 は、BD センサ 70 から BD 信号が出力されないときには、偏向面 52 の揺動振幅が所定範囲以下であると判断する。また、BD センサ 70 から BD 信号が出力されているとき、BD センサ 70 から出力される BD 信号の間隔に基づき、偏向面 52 の揺動振幅を判断する。
- [0042] 目標振幅記憶部 33 は、目標とする偏向面 52 の揺動振幅（以下、揺動振幅 X_a とする）の情報を記憶している。振幅比較部 34 は、振幅判定部 32 から偏向面 52 の揺動振幅（以下、揺動振幅 X_r とする）の情報を取得すると共に、目標振幅記憶部 33 から揺動振幅 X_a の情報を取得し、揺動振幅 X_r と揺動振幅 X_a との振幅差（以下、振幅差 X_s とする）を求める。なお、振幅比較部 34 は、振幅判定部 32 が動作していないときには、揺動振幅 X_r と揺動振幅 X_a との差がない旨の情報（ $X_s = 0$ ）を出力する。
- [0043] 振幅変更制御部 35 は、振幅差 X_s が所定範囲内となるように、駆動信号

生成部 13 を制御して駆動信号 S_{ig1} の振幅 V_p を変更する。なお、振幅変更制御部 35 は、振幅差 X_s が所定範囲内にあるときには、駆動信号 S_{ig1} の振幅 V_p の変更は行わない。

[0044] 以上のように構成された光走査装置 1 における駆動制御部 10 の処理を、図 9 を参照して説明する。なお、図 9 は、理解を容易にするために簡略化した図としている。

[0045] 駆動制御部 10 において、共振型偏向素子 50 の駆動を開始すると、まず、周波数決定部 11 及び振幅決定部 12 は所定の周波数及び振幅の駆動信号 S_{ig1} が駆動信号生成部 13 から出力されるように、駆動信号生成部 13 を制御する（ステップ S10）。具体的には、周波数決定部 11 の周波数変更制御部 24 は、駆動信号 S_{ig1} が所定の周波数となるように駆動信号生成部 13 を制御する。また、振幅決定部 12 の振幅変更制御部 35 は、駆動信号 S_{ig1} が所定の振幅となるように駆動信号生成部 13 を制御する。所定の周波数及び振幅とは、例えば、デフォルトとして予め周波数変更制御部 24 及び振幅変更制御部 35 に設定されている周波数及び振幅である。なお、周波数変更制御部 24 及び振幅変更制御部 35 が最後に駆動信号 S_{ig1} を制御したときの周波数及び振幅を記憶しておき、この周波数及び振幅を所定の周波数及び振幅としてもよい。

[0046] 次に、周波数決定部 11 において、位相差判定部 21 と位相差比較部 23 とがその動作を開始する。位相差判定部 21 は、駆動信号 S_{ig1} の信号波形と偏向面 52 の揺動波形との位相差 θ_c を判定する（ステップ S11）。この位相差 θ_c は、位相差比較部 23 において、目標位相差記憶部 22 から取得した所定範囲 Z と比較され、位相差 θ_c が所定範囲 Z 内にあるか否かを判定される（ステップ S12）。

[0047] 位相差 θ_c が所定範囲 Z 内でないとき（ステップ S12 : No）、周波数変更制御部 24 は、上述したように、駆動信号 S_{ig1} の周波数を増減させて共振周波数 f_s を検出する。すなわち、周波数変更制御部 24 は、駆動信号 S_{ig1} の周波数を増減させていき、位相差判定部 21 から出力される位

相差 θ_c が 90 [deg]になったときの駆動信号 S_{ig1} の周波数を共振周波数 f_s として判定する。そして、周波数変更制御部 24 は、駆動信号生成部 13 を制御して、共振周波数 f_s よりも所定周波数 Δf だけ高い周波数 f_o の駆動信号 S_{ig1} を駆動信号生成部 13 から出力させる（ステップ S_{13} ）。

[0048] 一方、位相差 θ_c が所定範囲 Z 内にあるとき（ステップ S_{12} : Yes）、周波数変更制御部 24 から出力される信号に基づき、振幅制御実行切換部 31 は振幅判定部 32 を動作状態にし、振幅判定部 32 により偏向面 52 の揺動振幅を検出させる（ステップ S_{14} ）。そして、振幅比較部 34 は、振幅判定部 32 から偏向面 52 の揺動振幅 X_r と目標とする偏向面 52 の揺動振幅 X_a とを比較し、それらの振幅差 X_s を求める（ステップ S_{15} ）。そして、振幅変更制御部 35 は、振幅差 X_s が所定範囲外であるときには（ステップ S_{15} : No）、振幅差 X_s が所定範囲内になるように、駆動信号生成部 13 を制御して駆動信号 S_{ig1} の振幅を変更する（ステップ S_{16} ）。

[0049] ステップ S_{13} 又はステップ S_{16} の処理が終了したとき、一方、振幅差 X_s が所定範囲内であるときには（ステップ S_{15} : Yes）、駆動制御部 10 は、外部（例えば、操作部）からの入力に基づき、終了指示があったか否かを判定する（ステップ S_{17} ）。そして、終了指示がある場合（ステップ S_{17} : Yes）には、駆動制御部 10 は、共振型偏向素子 50 の偏向面 52 の揺動を中止して、共振型偏向素子 50 の駆動処理を終了する。一方、終了指示がない場合（ステップ S_{17} : No）には、処理をステップ S_{11} に戻し、ステップ S_{11} からの処理を繰り返す。

[0050] 以上のように、本実施形態に係る光走査装置 1 では、共振型偏向素子 50 を駆動する駆動信号 S_{ig1} の周波数を変化させ、偏向面 52 の揺動状態を検出して、共振型偏向素子 50 固有の共振周波数 f_s を判定する。そして、光走査装置 1 は、この共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけずれた周波数の駆動信号 S_{ig1} で共振型偏向素子 50 を駆動した後、駆動信号 S_{ig1}

の振幅 V_p を変更して偏向面52の揺動振幅を所定値にする。

- [0051] このように光走査装置1が構成されているため、跳躍現象により偏向面52の揺動振幅が急激に小さくなることを抑制することができ、しかも、周囲温度等の変化により共振型偏向素子50の共振周波数 f_s が変化した場合においても、偏向面52を一定の揺動振幅に維持することができる。
- [0052] また、共振型偏向素子50は、メタル基板上に偏向面52を含む領域が形成されたMEMSであり、図3に示すような特性を有している。すなわち、駆動信号 S_{ig1} の周波数を共振周波数よりも低くしていくと急激に偏向面52の揺動振幅（振れ角）が小さくなるが、駆動信号 S_{ig1} の周波数を共振周波数から高くしていても偏向面52の揺動振幅（振れ角）は急激に小さくならない。そこで、駆動制御部10は、共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけ高い周波数 f_o の駆動信号 S_{ig1} で共振型偏向素子50を駆動するようにしている。このようにすることで、駆動信号 S_{ig1} の周波数を共振周波数 f_s と同一としない場合であっても、小さい駆動信号 S_{ig1} で偏向面52の揺動振幅を大きくとることができ、省電力化を図ることができる。
- [0053] なお、BDセンサ70に代えて、共振型偏向素子50により走査された光束が入射する位置に複数の光電変換素子をアレイ状に設けたラインイメージセンサを設け、ラインイメージセンサの各光電変換素子から出力される信号に基づいて偏向面52の揺動状態を検出するようにしてもよい。また、共振型偏向素子50において、枠体53に新たに圧電素子を設け、偏向面52の揺動に応じて圧電素子から出力される電気信号に基づき、偏向面52の揺動状態を検出するようにしてもよい。
- [0054] また、図10に示すように、共振型偏向素子50又はその周囲の温度を検出する温度検出部80を設け、温度検出部80による検出結果に応じて、所定周波数 Δf を変更するようにしてもよい。すなわち、周波数変更制御部24において、温度 T と周波数とを関連づけたテーブルを記憶しておき、温度検出部80によって検出された温度 T に関連づけられた周波数を前記テーブ

ルから読み出して、この周波数を所定周波数 Δf とする。このようにすることで、温度に応じて適切に所定周波数 Δf を決めることができ、周囲温度等の変化により共振型偏向素子の共振周波数が変化した場合においても、より安定的に偏向面52を一定の揺動振幅に維持することができる。なお、温度検出部80は本発明の温度検出手段に相当する。

[0055] また、共振型偏向素子50は、メタル基板上に偏向面52を含む領域が形成されたMEMSとしたが、シリコン基板上に偏向面を含む領域が形成されたMEMSを用いるようにしてもよい。例えば、共振型偏向素子50'を図11に示すように構成する。同図に示すように、共振型偏向素子50'は、その偏向面52'である反射ミラーを四角形状とし、その表面に反射面が形成されている。偏向面52'は2辺に連結する梁部54'、54'により支持され、梁部54'、54'は枠体53'に連結して支持されている。つまり、偏向面52'は2つの梁部54'、54'を介して枠体53'に揺動可能に支持されている。また、枠体53'の1つの隅部から梁部54'に向かって延びる圧電素子からなる駆動部51'が枠体53'上に形成されている。これらの偏向面52'、枠体53'、梁部54'、54'はシリコン基板上に形成されるものである。そして、駆動制御部10から駆動信号Sig1を直流電圧を重畳して駆動部51'に入力することで、梁部54'、54'の長手方向を揺動軸Lc'として、偏向面52'が揺動軸Lc'周りに揺動する。この共振型偏向素子50'では、図12に示すように、駆動信号Sig1の周波数を共振周波数 f_s よりも高くしていくと急激に偏向面52の揺動振幅（振れ角）が小さくなるが、駆動信号Sig1の周波数を共振周波数 f_s から低くしていても偏向面52の揺動振幅（振れ角）は急激に小さくならない。そこで、駆動制御部10は、共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけ低い周波数 f_o の駆動信号Sig1で共振型偏向素子50'を駆動する。このようにすることで、駆動信号Sig1の周波数を共振周波数 f_s と同一としない場合であっても、小さい駆動信号Sig1で偏向面52の揺動振幅を大きくとることができ、省電力化を図ることができる。

[0056] [2. 画像表示装置]

次に、上記光走査装置を適用した画像表示装置について説明する。本実施形態に係る画像表示装置は、光走査型画像表示装置であり、画像信号に応じて強度変調したレーザ光をレーザから出射し、このレーザ光を走査部により2次元方向に走査し、投射対象に投射して画像を表示するものである。以下においては、網膜走査型の画像表示装置（以下、RSDという）を一例に挙げて説明するが、スクリーン投射型の画像表示装置などにも適用することができる。

[0057] 本実施形態に係るRSDの電氣的構成及び光学的構成について、図13を参照して説明する。

[0058] 本実施形態に係るRSD100は、外部入力端子（図示せず）から入力された画像信号Sに基づいて、画像を形成するための要素となるR（赤色）駆動信号120r、G（緑色）駆動信号120g、B（青色）駆動信号120bを画素単位で生成する制御部110を備えている。また、制御部110は、高速走査部150で使用される高速駆動信号111と、低速走査部160で使用される低速駆動信号112とをそれぞれ出力する。

[0059] Rレーザドライバ126、Gレーザドライバ127、Bレーザドライバ128は、それぞれ制御部110から出力されるR駆動信号120r、G駆動信号120g、B駆動信号120bをもとに、Rレーザ123、Gレーザ124、Bレーザ125へそれぞれ駆動電流を供給する。各レーザ123、124、125は、各レーザドライバ126、127、128から供給される駆動電流に応じて強度変調されたレーザ光を出射する。各レーザ123、124、125から出射したR（赤色）レーザ光Lr、G（緑色）レーザ光Lg、B（青色）レーザ光Lbは、コリメート光学系131、132、133によってそれぞれ平行光化された後に、ダイクロイックミラー134、135、136に入射される。その後、これらのダイクロイックミラー134、135、136により、3原色の各レーザ光Lr、Lg、Lbが波長選択的に反射・透過して結合光学系137に達し、合波されて光ファイバケーブル

140へ出射される。

[0060] 光ファイバケーブル140を介して出射されるレーザ光はコリメート光学系141により平行光化され、高速走査部150へ入射される。高速走査部150は、レーザ光を水平方向に走査するための偏向面（反射ミラー）152を有する共振型偏向素子151を備えており、高速走査駆動回路153により高速駆動信号111に基づいて共振型偏向素子151を駆動し、偏向面152によりレーザ光を偏向して走査する。高速走査部150と低速走査部160との間には、第1リレー光学系155が設けられており、高速走査部150により操作されたレーザ光が、低速走査部160に入射する。

[0061] 低速走査部160は、レーザ光を垂直方向に走査するための偏向面（反射ミラー）162を有する非共振型偏向素子161を有しており、低速走査駆動回路163により低速駆動信号112に基づいて非共振型偏向素子161を駆動する。この低速走査部160は、表示すべき画像の1フレームごとに、画像を形成するためのレーザ光を最初の走査線から最後の走査線に向かって垂直方向に走査する。ここで「走査線」とは、高速走査部150による水平方向への片側1走査を意味する。非共振型偏向素子161によって走査されたレーザ光は、正の屈折力を持つ2つのレンズ170a, 170bが直列配置された第2リレー光学系170を介して、眼201の前方に位置させたハーフミラー180で反射されてユーザの瞳孔201aに入射する。これにより、網膜201b上に画像信号Sに応じた画像が投影され、ユーザは瞳孔201aに入射するレーザ光を画像として認識する。また、ハーフミラー180は外光Laを透過してユーザの瞳孔201aに入射させるようにしており、これによりユーザは外光Laに基づく外景にレーザ光に基づく画像を重ねた画像を視認することができる。

[0062] 以上のように構成されたRSD100では、制御部110が上記光走査装置1の駆動制御部10と同様の回路構成を有して動作し、高速走査駆動回路153が直流電圧重畳部40と同様の回路構成を有して動作する。すなわち、RSD100では、共振型偏向素子151を駆動する高速駆動信号111

の周波数を変化させ、BDセンサ154から出力されるBD信号に基き偏向面152の揺動振幅を検出して、共振型偏向素子151固有の共振周波数 f_s を判定する。そして、RSD100は、この共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけずれた周波数の高速駆動信号111で共振型偏向素子151を駆動した後、高速駆動信号111の振幅を変更して偏向面152の揺動振幅を所定値にする。

[0063] このようにRSD100が構成されているため、跳躍現象により偏向面152の揺動振幅が急激に小さくなることを抑制することができ、しかも、周囲温度等の変化により共振型偏向素子151の共振周波数 f_s が変化した場合においても、偏向面152を一定の揺動振幅に維持することができる。

[0064] 本発明を、上述してきた実施形態を通して説明したが、本実施形態のRSD1によれば、以下の効果が期待できる。

[0065] (1) 本実施形態の光走査装置1は、入射する光束を偏向する偏向面52, 52'を有し、共振により偏向面52, 52'が揺動軸 L_c, L_c' 周りに揺動する共振型偏向素子50, 50'を有している。さらに、光走査装置1は、駆動制御部10(駆動手段)を備え、この駆動制御部10により、共振型偏向素子50, 50'を駆動する駆動信号 S_{ig1} の周波数を変化させ、偏向面52, 52'の揺動振幅を検出して、共振型偏向素子50, 50'固有の共振周波数を判定する。そして、駆動制御部10は、この共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけずれた周波数 f_o の駆動信号 S_{ig1} で共振型偏向素子50, 50'を駆動した後、駆動信号 S_{ig1} の振幅を変更して偏向面52, 52'の揺動振幅を所定値にする。従って、跳躍現象により偏向面52の揺動振幅が急激に小さくなることを抑制することができ、しかも、周囲温度等の変化により共振型偏向素子50の共振周波数 f_s が変化した場合においても、偏向面52を一定の揺動振幅に維持することができる。

[0066] (2) また、共振型偏向素子50は、メタル基板上に偏向面52を含む領域が形成されたMEMSであり、駆動制御部10は、共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけ高い周波数 f_o の駆動信号 S_{ig1} で共振型偏向素子50

を駆動した後、偏向面 5 2 の揺動振幅を所定値にするので、駆動信号 S i g 1 の周波数を共振周波数 f_s と同一としない場合であっても、小さい駆動信号 S i g 1 で偏向面 5 2 の揺動振幅を大きくとることができ、省電力化を図ることができる。

[0067] (3) 共振型偏向素子 5 0' は、シリコン基板上に偏向面 5 2' を含む領域が形成された MEMS であり、駆動制御部 1 0 は、共振周波数 f_s から所定周波数 Δf だけ低い周波数 f_s の駆動信号 S i g 1 で共振型偏向素子 5 0' を駆動した後、偏向面 5 2' の揺動振幅を所定値にするので、駆動信号 S i g 1 の周波数を共振周波数 f_s と同一としない場合であっても、小さい駆動信号 S i g 1 で偏向面 5 2' の揺動振幅を大きくとることができ、省電力化を図ることができる。

[0068] (4) 共振型偏向素子 5 0, 5 0' 又はその周囲の温度を検出する温度検出部 8 0 を備え、所定周波数 Δf は、温度検出部 8 0 によって検出された温度に基づいた周波数としているので、周囲温度等の変化により共振型偏向素子 5 0, 5 0' の共振周波数 f_s が変化した場合においても、より安定的に偏向面 5 2, 5 2' を一定の揺動振幅に維持することができる。

[0069] 最後に、上述した各実施の形態の説明は本発明の一例であり、本発明は上述の実施の形態に限定されることはない。このため、上述した各実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

符号の説明

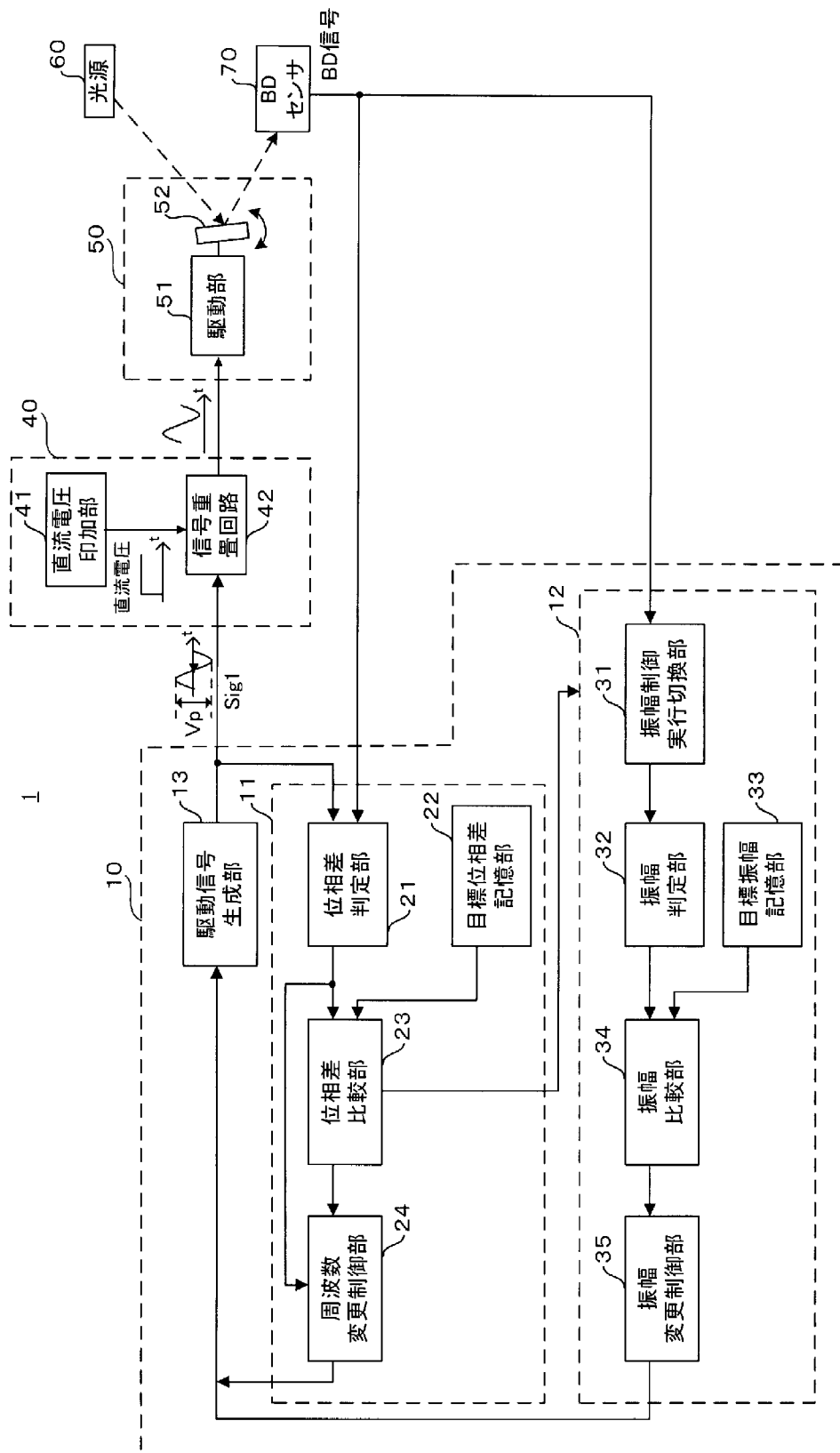
- [0070] 1 光走査装置
- 1 0 駆動制御部
 - 4 0 直流電圧重畳部
 - 5 0, 5 0', 1 5 0 共振型偏向素子
 - 5 2, 5 2', 1 5 2 偏向面
 - 8 0 温度検出部

請求の範囲

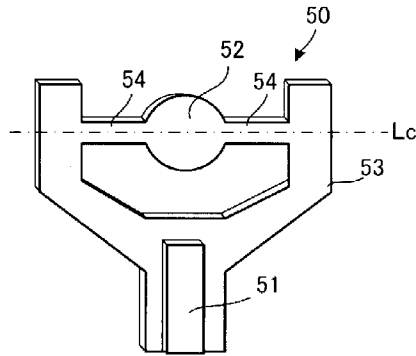
- [請求項1] 入射する光束を偏向する偏向面を有し、共振により前記偏向面が軸周りに揺動する共振型偏向素子と、
- 前記共振型偏向素子を駆動する駆動信号の周波数を変化させ、前記偏向面の揺動振幅を検出して、前記共振型偏向素子固有の共振周波数を判定し、この共振周波数から所定周波数だけずれた周波数の前記駆動信号で前記共振型偏向素子を駆動した後、前記駆動信号の振幅を変更して前記偏向面の揺動振幅を所定値にする駆動手段と、を備える光走査装置。
- [請求項2] 前記共振型偏向素子は、メタル基板上に前記偏向面を含む領域が形成されたMEMSであり、
- 前記駆動手段は、前記共振周波数から所定周波数だけ高い周波数の前記駆動信号で前記共振型偏向素子を駆動した後、前記偏向面の揺動振幅を所定値にする
- ことを特徴とする請求項1に記載の光走査装置。
- [請求項3] 前記共振型偏向素子は、シリコン基板上に前記偏向面を含む領域が形成されたMEMSであり、
- 前記駆動手段は、前記共振周波数から所定周波数だけ低い周波数の前記駆動信号で前記共振型偏向素子を駆動した後、前記偏向面の揺動振幅を所定値にする
- ことを特徴とする請求項1に記載の光走査装置。
- [請求項4] 前記共振型偏向素子又はその周囲の温度を検出する温度検出手段を備え、
- 前記所定周波数は、前記温度検出手段によって検出された温度に基づいた周波数としたことを特徴とする請求項1に記載の光走査装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の光走査装置を備え、画像信号に応じた強度の光束を前記光走査装置により走査し、ユーザの少なくとも一方の眼に向けて出射させることで、画像を表示することを特徴とする網膜走査型の

画像表示装置。

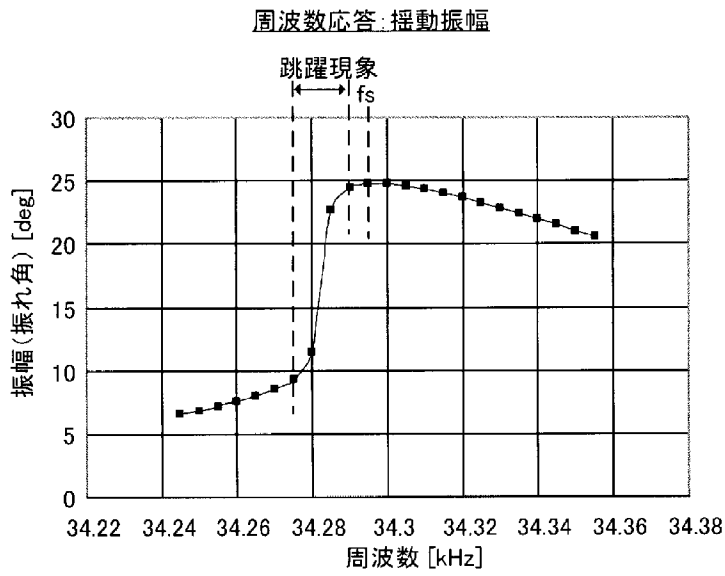
[図1]



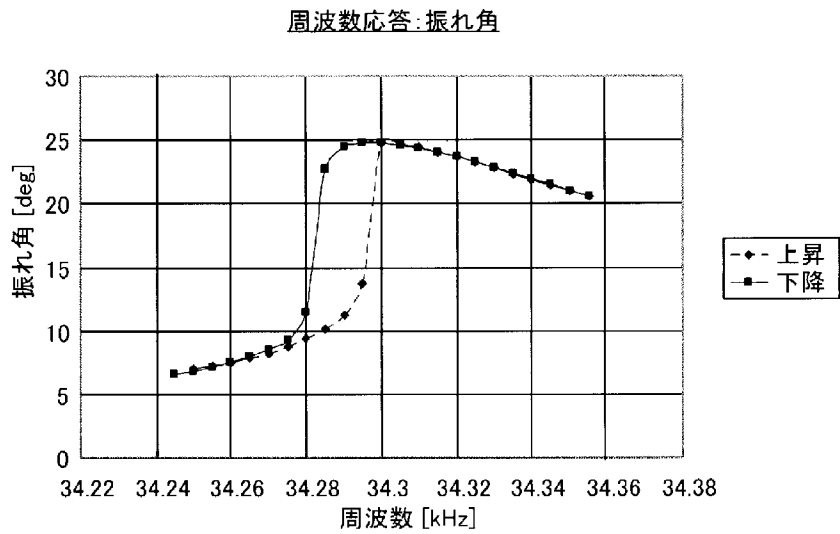
[图2]



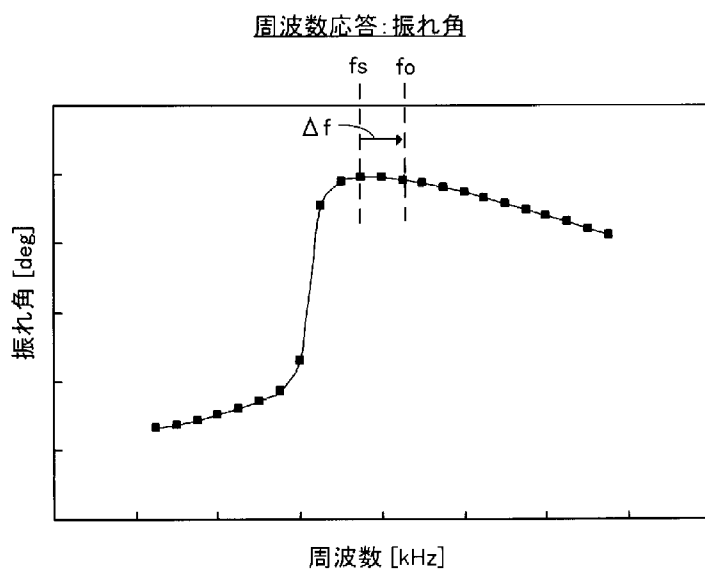
[图3]



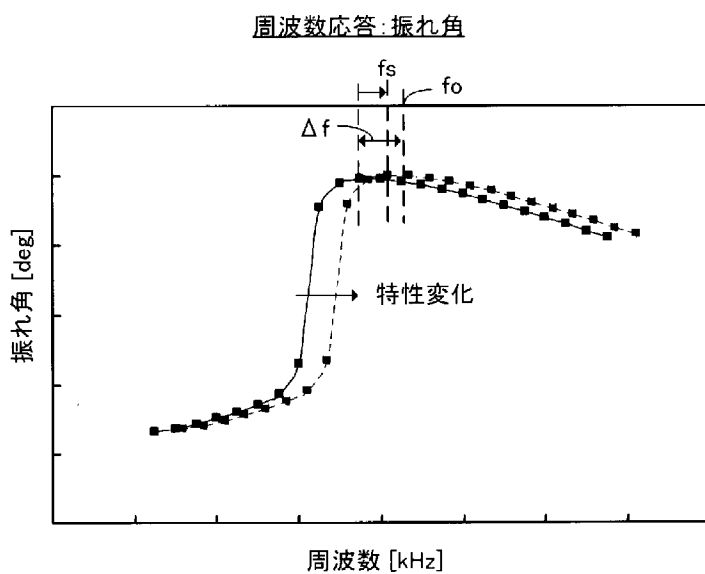
[图4]



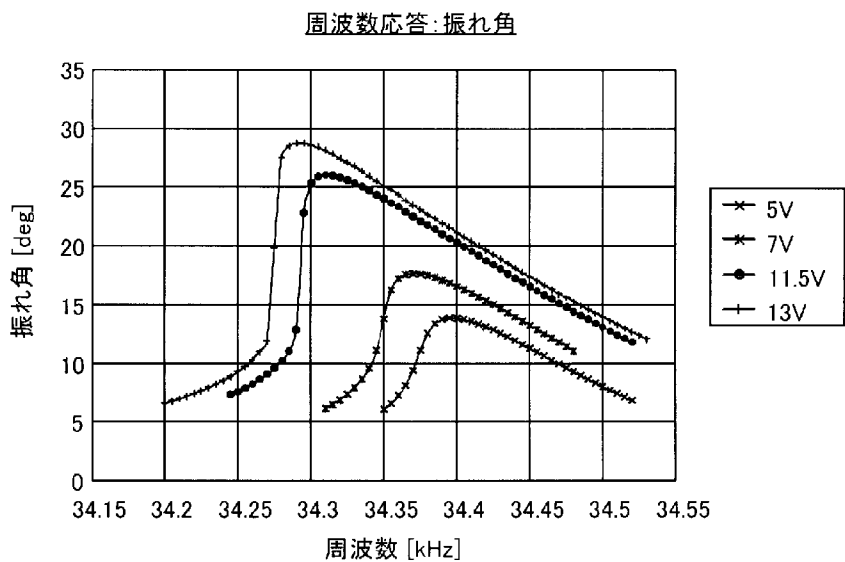
[图5]



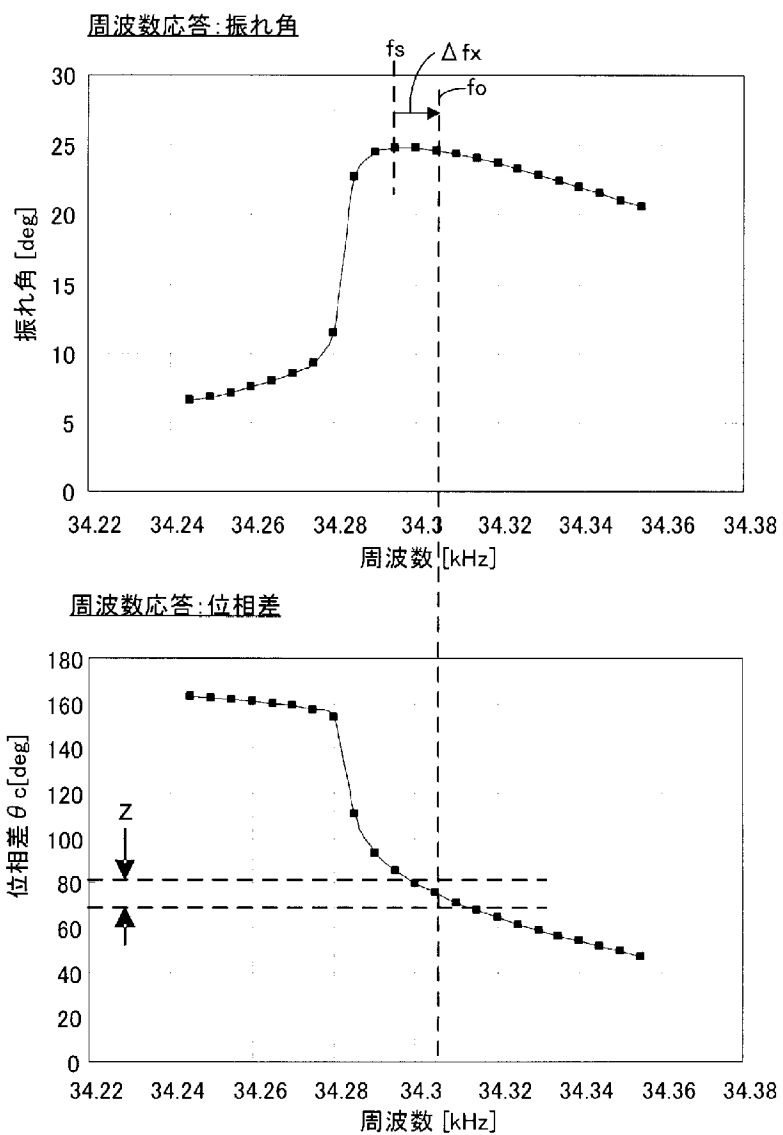
[图6]



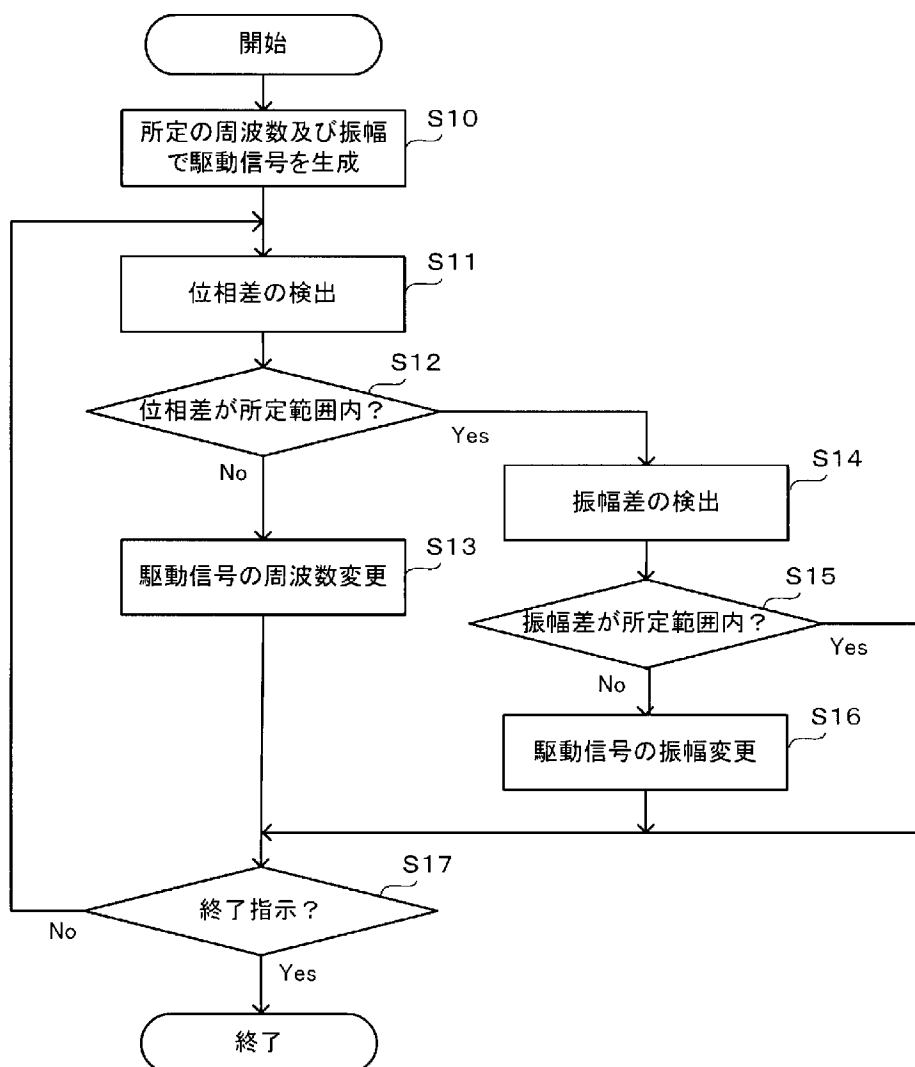
[图7]



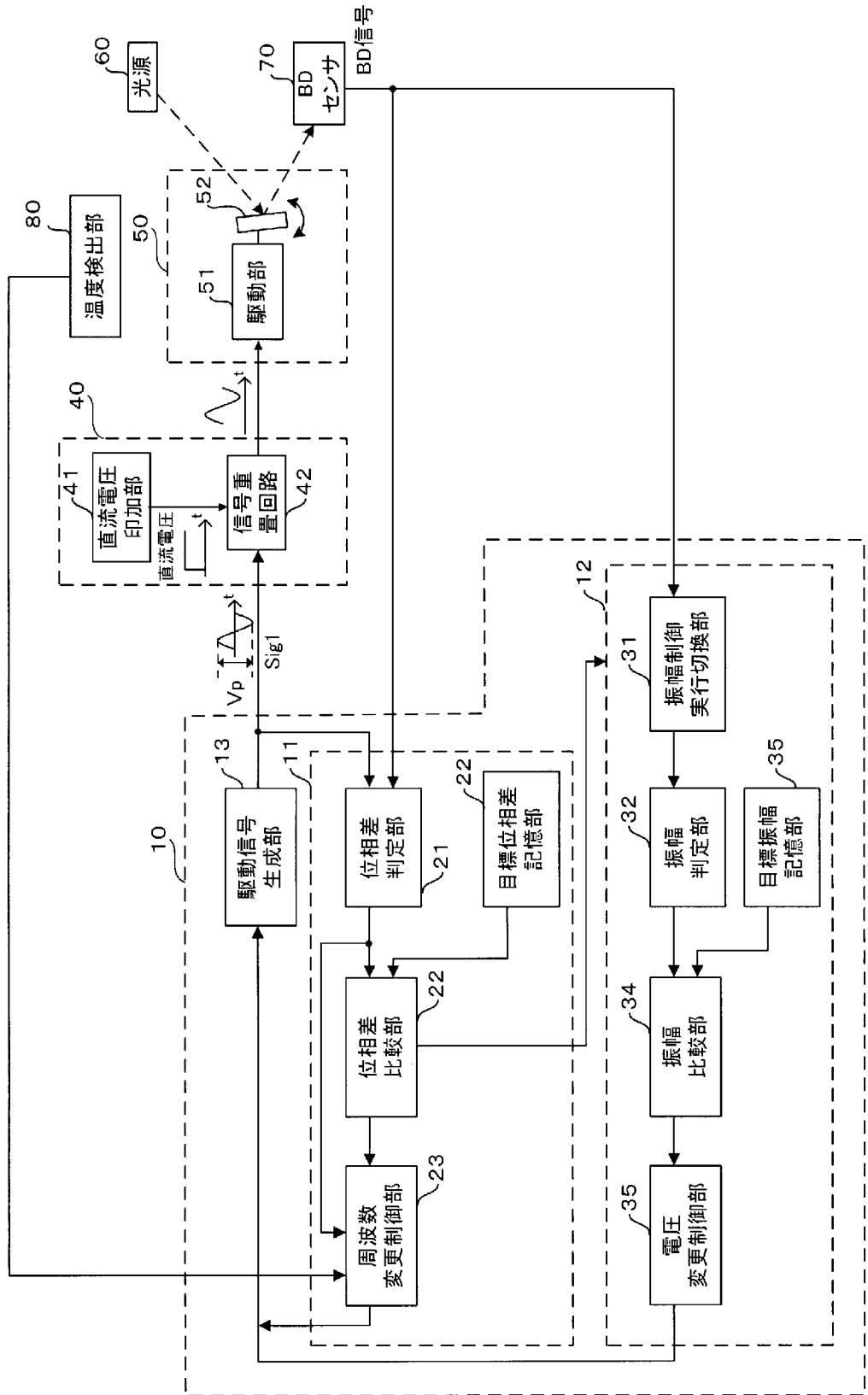
[图8]



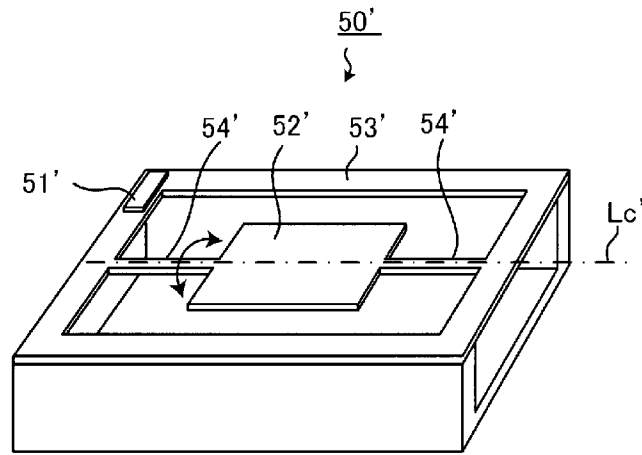
[図9]



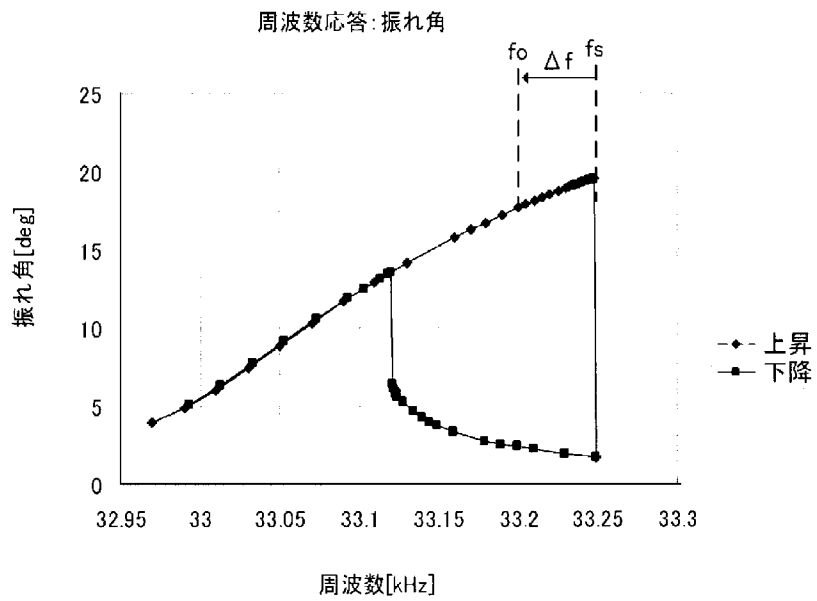
[図10]



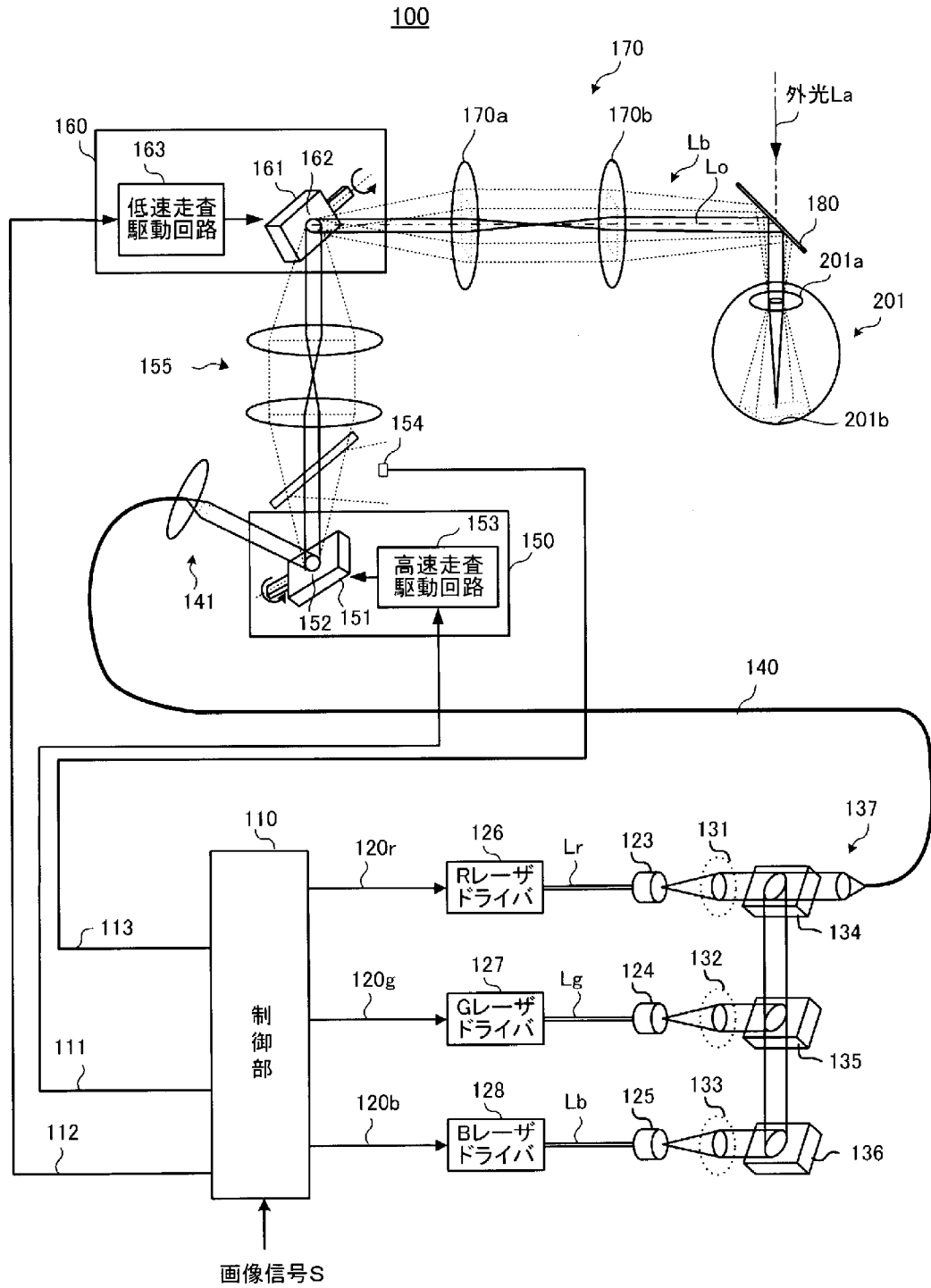
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/10(2006.01)i, G02B27/02(2006.01)i, H04N1/113(2006.01)i, H04N1/19(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B26/00, 26/08-26/12, G02B27/02, B81B5/00-7/04, H04N1/113, H04N1/19

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-089932 A (Brother Industries, Ltd.), 17 April 2008 (17.04.2008), paragraphs [0025] to [0104]; fig. 1 to 3, 9 & US 2009/0185133 A1 & WO 2008/041512 A1	1, 2, 4, 5 3
Y	JP 2009-237239 A (Seiko Epson Corp.), 15 October 2009 (15.10.2009), paragraphs [0041] to [0046], [0050] (Family: none)	1-5
Y A	JP 10-020226 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 23 January 1998 (23.01.1998), paragraphs [0016] to [0096] & US 6188504 B1 & US 6392776 B1	2, 3 1, 4, 5

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 March, 2011 (15.03.11)Date of mailing of the international search report
22 March, 2011 (22.03.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053788

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-208460 A (Seiko Epson Corp.), 04 August 2005 (04.08.2005), paragraphs [0021] to [0039]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 3-5 2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G02B26/10(2006.01)i, G02B27/02(2006.01)i, H04N1/113(2006.01)i, H04N1/19(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G02B26/00, 26/08-26/12, G02B27/02,
 B81B 5/00-7/04,
 H04N1/113, H04N1/19

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2011年
 日本国実用新案登録公報 1996-2011年
 日本国登録実用新案公報 1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
 JSTPlus(JDreamII)
 JST7580(JDreamII)

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 請求項の番号
Y	JP 2008-089932 A (ブラザー工業株式会社) 2008.04.17, 段落【0025】 - 【0104】, 第1-3,9図	1, 2, 4, 5
A	& US 2009/0185133 A1 & WO 2008/041512 A1	3
Y	JP 2009-237239 A (セイコーエプソン株式会社) 2009.10.15, 段落【0041】 - 【0046】, 【0050】 (ファミリーなし)	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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 15.03.2011	国際調査報告の発送日 22.03.2011
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 山本 貴一 電話番号 03-3581-1101 内線 3294

C (続き) . 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 請求項の番号
Y	JP 10-020226 A (オリンパス光学工業株式会社) 1998.01.23, 段落【0016】 - 【0096】	2, 3
A	& US 6188504 B1 & US 6392776 B1	1, 4, 5
Y	JP 2005-208460 A (セイコーエプソン株式会社) 2005.08.04, 段落【0021】 - 【0039】, 第1, 2 図	1, 3-5
A	(ファミリーなし)	2