

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/107071 A1

PCT

(43) 国際公開日

2010 年 9 月 23 日(23.09.2010)

(51) 国際特許分類:

G02B 26/10 (2006.01) G09G 3/20 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01) H04N 3/08 (2006.01)

G09G 3/02 (2006.01)

業株式会社内 Aichi (JP). 安江範巳(YASUE, Nori-mi) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054584

(22) 国際出願日: 2010 年 3 月 17 日(17.03.2010)

(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 2009-066513 2009 年 3 月 18 日(18.03.2009) 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 愛知県名古屋瑞穂区苗代町 1 5 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): 西川 恭生 (NISHIKAWA, Yasuo) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号 ブラザー工

(74) 代理人: 松尾 憲一郎(MATSUO, Kenichiro); 〒8100042 福岡県福岡市中央区赤坂 1 丁目 1 0 番 1 7 号 しんくみ赤坂ビル 7 階 Fukuoka (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.

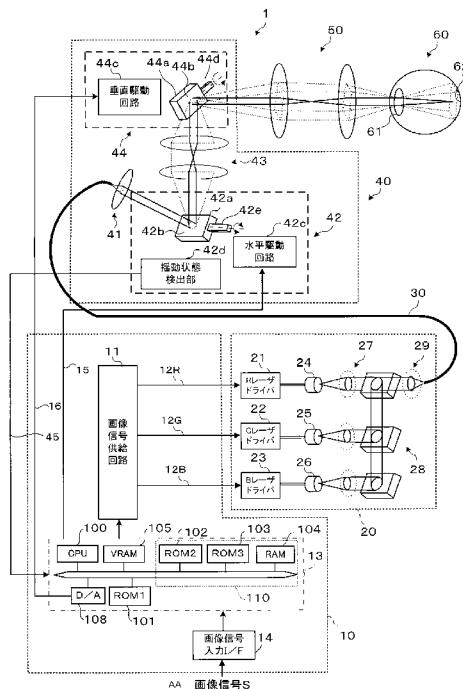
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 画像表示装置

[図1]



(57) Abstract: An image display device comprises a storage means for storing the data of the first waveform (W1) for scanning light out of the saw-tooth waveform of a drive signal, and the data of the second waveforms (W2, W2') out of the saw-tooth waveform excepting the first waveform (W1), wherein the drive signal of the first waveform portion (W1) is generated by sequentially reading the data of the first waveform (W1) from the storage means at a read timing of the period according to the resonance frequency of a high speed scanning element, while furthermore, the drive signal of the second waveform portions (W2, W2') in accordance with the resonance frequency of a high speed scanning element is generated by sequentially reading the data of a plurality of second waveforms (W2, W2') stored in the storage means according to the resonance frequency of a high speed scanning element, and variation in the period of the saw-tooth waveform is maintained within a predetermined time.

(57) 要約: 駆動信号の鋸歯形状波形のうち光を走査するための第1波形W1のデータを記憶すると共に、前記鋸歯形状波形のうち第1波形W1を除く第2波形W2, W2'のデータを記憶する記憶手段を備え、高速走査素子の共振周波数に応じた周期の読み出しタイミングで前記記憶手段から第1波形W1のデータを順次読み出して第1波形W1部分の駆動信号を生成し、さらに高速走査素子の共振周波数に応じて前記記憶手段に記憶した複数の第2波形W2, W2'のデータを順次読み出して高速走査素子の共振周波数に応じた第2波形W2, W2'部分の駆動信号を生成して、前記鋸歯形状波形の周期の変動を所定時間以内に維持する。

44c VERTICAL DRIVE CIRCUIT
42c HORIZONTAL DRIVE CIRCUIT
42a OSCILLATORY STATE DETECTION UNIT
11 IMAGE SIGNAL SUPPLY CIRCUIT
21 R LASER DRIVER
22 G LASER DRIVER
23 B LASER DRIVER
14 IMAGE SIGNAL INPUT IF
AA IMAGE SIGNAL S

WO 2010/107071 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, 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))

明 細 書

発明の名称： 画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像信号に応じた光を２次元走査して画像を表示する画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、画像信号に基づいて生成した光（以下、「画像光」と呼ぶ。）をガルバノミラーなどの光走査素子を用いて２次元走査し、画像を表示する光走査型の画像表示装置が知られている。

[0003] この種の画像表示装置は、一般的に、高速走査を行う光走査素子（以下、「高速走査素子」と呼ぶ。）の反射ミラーで画像光を水平方向に走査し、次いで、その水平走査された画像光を低速走査を行う光走査素子（以下、「低速走査素子」と呼ぶ。）の反射ミラーで垂直方向に走査することにより、２次元走査された画像を表示する。

[0004] 例えば、特許文献１には、共振型の高速走査素子（主走査素子）の反射ミラーをその共振周波数 f_r で共振揺動させて画像光を水平方向に走査し、その水平方向に走査された画像光を、低速走査素子（副走査素子）の反射ミラーを鋸波形状波形の駆動信号で強制的に揺動させることにより垂直方向に走査してその結果２次元走査された画像を形成するという画像表示装置が開示されている。

[0005] 高速走査素子の共振周波数 f_r は、個体差（個々の構造のバラツキ）や温度等の環境特性によって設計値からずれるものが多い。このように高速走査素子の共振周波数 f_r には個体差などのバラツキが存在するものの、安定した画像表示を行うには、低速走査素子の反射ミラーの駆動周波数を高速走査素子の共振周波数 f_r と同期させる必要がある。

[0006] ところが、低速走査素子の反射ミラーの駆動周期を高速走査素子の共振周波数 f_r に基づいて生成すると、高速走査素子の共振周波数 f_r の変化に伴

って低速走査素子の走査周期がずれる。例えば、高速走査素子の共振周波数 f_r が 10% 高くなると、高速走査素子に対して同期駆動される低速走査素子の駆動周波数（走査周波数）も 10% 高くなることになる。外部機器などから供給される画像信号はその垂直同期周波数（フレーム周波数）が予め決まっている（一般に 30 フレーム/秒や 60 フレーム/秒）ことから、低速走査素子の駆動周波数が、垂直同期周波数と異なる場合は、その画像の特定のフレームを削除したり、2 度同じフレームを再生したりしてフレーム数を補正する必要がある。そして、そのずれが大きいほど単位時間当たりの補正回数が増え、画像が時間方向に不連続な部分が目立つようになる。このことは、特に、画像の動き（変化）の激しい部分では顕著となる。

[0007] そこで、下記特許文献 1 に記載の装置では、高速走査素子の一走査周期に有効走査線数を積算した期間を、画像光を有効に走査する有効走査期間とし、低速走査素子の駆動周期から有効走査期間を減算した期間を、画像光を有効に走査しない無効走査期間として低速走査素子の反射ミラーの駆動周期（フレーム周期）を一定にしている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献 1：特開 2003-302590 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、上記特許文献 1 に記載の技術は、ステップモータで低速走査素子の反射ミラーを駆動するものであり、クロック信号に応じて反射ミラーを所定量だけ順次駆動させることは容易にできるものの、走査線数が多く高速な動作には脱調などが起きやすい等の問題があつて向かない。高速な動作をさせる場合には電磁式の光走査素子が採用されることが多いが、電磁式の光走査素子は鋸波形状の駆動波形を形成し、それを駆動信号として駆動するため、特許文献 1 に記載のステップモータを使った技術等は適用すること

ができない。

[0010] しかも、単に無効走査期間を変更しただけでは光走査を適切に行なうことができないことがある。

[0011] 例えば、反射ミラーを弾性のある梁部材を介して固定部材に揺動可能に支持した走査素子を低速走査素子とした場合、この低速走査素子には反射ミラー及び梁部材の特性で決まる固有の共振周波数が存在する。そのため、このような走査素子を低速走査素子として用いる場合、この低速走査素子を駆動する駆動信号に低速走査素子固有の共振周波数が含まれていると、反射ミラーの共振振動が誘起される。そして、この共振振動により反射ミラーの揺動に不要な周波成分の揺動が重畳してしまい、駆動信号に忠実な光走査が実現できない事態が生じる。

[0012] そこで、本発明は、共振周波数が変化する高速走査素子と固有の共振周波数を有する低速走査素子とを用いた画像表示装置において、低速走査素子の揺動周期を安定させ、さらに、低速走査素子の反射ミラーの共振振動が誘起されることを抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するために、本発明の一つの観点によれば、画像信号に応じた強度の光を2次元走査して画像を表示する画像表示装置において、前記画像信号に応じた強度の光を出射する光源部と、共振揺動する反射ミラーにより入射した光を第1方向に相対的に高速に走査する共振型の高速走査素子と、入力される駆動信号の信号レベルに応じた方向に反射ミラーを傾斜させ、当該反射ミラーにより入射した光を前記第1方向と略直交する第2方向に相対的に低速に走査する低速走査素子と、前記高速走査素子の共振周波数を検出する検出部と、前記高速走査素子の共振周波数に応じた鋸歯形状波形の駆動信号を生成する駆動信号生成部と、前記駆動信号生成部で生成した前記駆動信号を前記低速走査素子に入力する低速走査素子駆動部と、を備える。前記駆動信号生成部は、記駆動信号の鋸歯形状波形のうち光を有効走査するための第1波形のデータを記憶すると共に、前記駆動信号の鋸歯形状波形の

うち第 1 波形を除く波形である第 2 波形のデータを記憶する記憶手段を備え、前記高速走査素子の共振周波数に応じた読み出しタイミングで前記記憶手段に記憶した第 1 波形のデータを順次読み出して前記第 1 波形部分の前記駆動信号を生成し、前記高速走査素子の共振周波数に応じて前記第 2 波形のデータを前記読み出しタイミングで順次読み出して前記高速走査素子の共振周波数に応じた前記第 2 波形部分の前記駆動信号を生成することにより、前記鋸歯形状波形の周期の変動を所定時間以内に維持するものである。

[0014] このような構成にすることにより、高速走査素子の共振周波数の変動に応じて発生する、低速走査素子の揺動周期（低速走査周期）の変動を最小限に抑えることができる。また、例えば、第 2 波形を低速走査素子固有の共振周波数の成分を抑圧した波形とすることにより、低速走査素子の反射ミラーの共振振動が誘起されることを抑制することができる。

[0015] また、画像表示装置において、前記駆動信号生成部は、前記読み出しタイミングで読み出す前記第 1 波形部分のデータの総数は一定とする一方、前記読み出しタイミングで読み出す前記第 2 波形部分のデータの総数は前記高速走査素子の共振周波数に応じて変化させることができる。

[0016] このような構成にすることにより、鋸歯形状波形の周期変動を所定の範囲内に維持することが容易となる。

[0017] また、画像表示装置において、前記記憶手段に、前記高速走査素子の共振周波数に応じて複数種類の前記第 2 波形のデータを記憶すると共に、前記駆動信号生成部は、前記高速走査素子の共振周波数に応じた種類の前記第 2 波形のデータを前記記憶手段から読み出して前記第 2 波形部分の前記駆動信号を生成することができる。

[0018] このような構成にすることにより、例えば、第 2 波形のデータを 1 種類とし、そのデータの一部を選択して抽出することに比べ、データを選択処理に伴う負荷を軽減することができる。また、データの一部を選択して抽出することに比べ、自由度が高く、第 2 波形部分を低速走査素子固有の共振周波数の成分を抑圧した波形とすることが容易になる。

- [0019] また、画像表示装置において、前記読み出しタイミングの周期は、前記高速走査素子の揺動周期の $1/2$ の時間又はその整数倍であって、前記駆動信号の周波数帯域を抑圧しない周期とすることができる。
- [0020] このような構成にすることにより、低速走査素子の駆動信号の生成を、高速走査素子の走査周波数との同期を保ちつつ容易にでき、しかも、読み出しタイミングの周期を駆動信号の周波数帯域を抑圧しない周期としたので、低速走査素子を駆動する駆動信号を精度よく再現することができる。
- [0021] また、画像表示装置において、前記所定時間は、前記高速走査素子による1走査の周期の時間とすることができる。
- [0022] このような構成にすることにより、高速走査素子の共振周波数の変動による低速走査素子の揺動周期（低速走査周期）の変動を最も低減できる。
- [0023] また、画像表示装置において、前記光源部は、前記画像信号に応じた光の輝度を前記高速走査素子の共振周波数に応じて変化させて、共振周波数に応じて表示する画像の輝度を変化するのを抑制することができる。
- [0024] このような構成にすることにより、表示する画像の品質を向上させることができる。

発明の効果

- [0025] 本発明によれば、低速走査素子の揺動周期（低速走査周期）を安定させることができる。また、例えば、第2波形を低速走査素子固有の共振周波数の成分を抑圧した波形とすることにより、低速走査素子の反射ミラーの共振振動が誘起されることを抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0026] [図1] 本発明の一実施形態にかかる画像表示装置の構成を示す説明図である。
- [図2] 図1に示す画像表示装置の光走査部による光の走査態様を説明するための図である。
- [図3] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の特性を説明するための図である。
- [図4] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子の垂直走査周波数の変動抑制を説

明するための図である。

[図5] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子の垂直走査周波数の変動抑制を説明するための図である。

[図6A] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図6B] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図7] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図8] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図9A] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図9B] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図9C] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図10] 図1に示す垂直走査部の垂直走査素子を駆動するための垂直駆動信号の波形を説明するための図である。

[図11] 図1に示す第3のROMに記憶した輝度テーブルの説明図である。

[図12] 図1に示す制御部による光走査部の制御を動作フロー図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下に、本発明に好適な実施形態について図面に基づいて説明する。なお、以下の説明では、網膜走査型の画像表示装置を主に説明する。この画像表示装置は、画像信号に応じた強度の光を出射する光源部と、この光源部から出射された光を2次元走査する光走査部と、光源部と光走査部とを制御する制御部とを備える。そして、光走査部により走査した光を観察者である利用者の少なくとも一方の眼の網膜上に直接投射し、画像を投影して、画像を表

示するものである。しかし、本発明は、このような画像表示装置に限定されるものではなく、例えば、光走査部により走査した光をスクリーン面に投影して、画像を表示する画像投影装置のほか、光を走査して画像を表示する他の画像表示装置に対して適用することができる。

[0028] (画像表示装置の構成)

まず、図 1 を参照して、本実施形態の網膜走査型の画像表示装置の構成を説明する。

[0029] 本実施形態にかかる画像表示装置 1 は、画像信号 S に応じた光を 2 次元走査して観察者である利用者の網膜上に直接投射し、画像を表示する画像表示装置である。画像表示装置 1 は、図 1 に示すように、表示制御部 10 と、光源部 20 と、光走査部 40 と、リレー光学系 50 とを備えている。表示制御部 10 は、入力される画像信号 S に応じて各部を制御する。光源部 20 は、表示制御部 10 の制御により画像信号 S に応じた光を出射する。光走査部 40 は、光源部 20 から出射された光を 2 次元走査する。リレー光学系 50 は、光走査部 40 で走査された光を利用者の眼 60 に投射する接眼光学系としての機能も有する。なお、光源部 20 から出射された光は光ファイバ 30 を介して光走査部 40 に入射される。

[0030] 表示制御部 10 には、外部からの画像信号 S が入力され、それに基づいて映像を合成するための要素となる赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の画像信号 12R、12G、12B を発生する画像信号供給回路 11 と、表示制御部 10 全体を制御する制御部 13 と、外部からの画像信号 S を入力する画像信号入力 I/F 14 とが設けられている。

[0031] 光源部 20 は、R レーザ 24、G レーザ 25、B レーザ 26 と、これらのレーザ 24～26 をそれぞれ駆動するための R レーザドライバ 21、G レーザドライバ 22、B レーザドライバ 23 とが設けられている。さらに、各レーザ 24～26 より出射されたレーザ光を平行光にコリメートするように設けられたコリメート光学系 27 と、それぞれコリメートされたレーザ光を合波するダイクロイックミラー 28 と、合波されたレーザ光を光ファイバ 30

に導く光学系 29 とが設けられている。なお、レーザ 24～26 として、レーザダイオード等の半導体レーザや固体レーザが用いられる。表示制御部 10 の画像信号供給回路 11 は、上述のように画像信号 S に基づいて各色の画像信号 12R、12G、12B を生成し、各レーザドライバ 21～23 へ入力する。これにより、光源部 20 から赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各単色又は複合色の光を出射することができる。ここで、このように光源部 20 で生成され光ファイバ 30 に入射されるレーザ光は、画像形成に用いられる光であり、以下、このレーザ光を「画像光」と呼ぶ。

[0032] 光源部 20 から光ファイバ 30 に導かれた画像光は光走査部 40 に入射される。この光走査部 40 には、光ファイバ 30 から出射された画像光をコリメートするコリメート光学系 41 と、このコリメートされた画像光を主走査方向である水平方向 (第 1 方向) に相対的に高速に走査する水平走査部 42 と、この水平方向に走査された画像光を後述の垂直走査部 44 に導くリレー光学系 43 と、リレー光学系 43 を介して入射された画像光を水平方向と略垂直に交差する副走査方向である垂直方向 (第 2 方向) に相対的に低速に走査する垂直走査部 44 とを有している。そして、このように光走査部 40 で走査された画像光は、リレー光学系 50 を介してユーザの眼 60 の瞳孔 61 に入射される。なお、リレー光学系 50 により画像光はユーザの眼 60 の瞳孔 61 の位置において各走査された光束が収束されるように変換される。

[0033] ここで、水平走査部 42 は、表示すべき画像の 1 水平走査線ごとに、画像光を水平方向に往復で水平走査する光学系である。そして、この水平走査部 42 には、ガルバノミラーなどの、駆動信号により揺動する反射ミラー 42b を有する光走査素子 42a (以下、「高速走査素子 42a」と呼ぶ。) と、この高速走査素子 42a を駆動する水平駆動回路 42c と、高速走査素子 42a の反射ミラー 42b の揺動状態を検出する揺動状態検出部 42d とを備えている。高速走査素子 42a は共振型の光走査素子であり、高速走査素子 42a の共振特性と一致する共振周波数の駆動信号を入力することにより反射ミラー 42b が共振揺動する。また、揺動状態検出部 42d は、反射ミ

ラー４２ｂの揺動周波数、反射ミラー４２ｂの揺動の大きさ（振幅）、水平駆動信号１５と揺動状態との位相差などを検出して揺動状態信号４５として表示制御部１０の制御部１３へ出力する。なお、揺動状態検出部４２ｄは、ビーム光源と光検知器（ビームディテクタ）とを有している。揺動状態検出部４２ｄは、ビーム光源から反射ミラー４２ｂに対して検査用のビーム光を出射し、この反射ミラー４２ｂによる反射光の光検知器での検知状態及び検出タイミングにより、反射ミラー４２ｂの揺動の大きさ、揺動周波数及び位相を検出する。なお、光走査素子４２ａの反射ミラー４２ｂを支持する梁部材４２ｅに圧電素子等を設けることにより、その梁部材４２ｅの変動を電気信号に変換して揺動の大きさ及び揺動周波数又は位相を検出するようにしてもよい。

[0034] また、垂直走査部４４は、表示すべき画像の１フレームごとに、画像光を最初の水平走査線から最後の水平走査線に向かって垂直に垂直走査する光学系である。そして、この垂直走査部４４には、ガルバノミラーなどの、駆動信号により揺動する反射ミラー４４ｂを有する光走査素子４４ａ（以下、「低速走査素子４４ａ」と呼ぶ。）と、この低速走査素子４４ａを駆動する垂直駆動回路４４ｃ（低速走査素子駆動部の一例）を備えている。低速走査素子４４ａは入力される駆動信号の信号レベルに応じた方向に反射ミラー４４ｂを傾斜させ、当該反射ミラー４４ｂにより入射した光を垂直方向に走査する。また、この低速走査素子４４ａの反射ミラー４４ｂは弾性のある梁部材４４ｄを介して固定部材に揺動可能に支持されている。なお、該低速走査素子には、反射ミラー４４ｂ及び梁部材４４ｄの材料特性や寸法・形状特性で決まる固有の共振周波数が存在する。

[0035] 図２には、水平走査部４２の高速走査素子４２ａ及び垂直走査部４４の低速走査素子４４ａによる最大走査範囲Ｗ（図２に示す水平最大走査範囲Ｘ_a及び垂直最大走査範囲Ｙ_aにより形成される範囲）と有効走査範囲Ｚ（図２に示す水平有効走査範囲Ｘ₁及び垂直有効走査範囲Ｙ₁により形成される範囲）との関係が示されている。ここで、「最大走査範囲」とは、水平走査部

42の高速走査素子42a及び垂直走査部44の低速走査素子44aが画像光を走査できる最大の範囲を意味する。

[0036] 水平駆動回路42cは、表示制御部10から出力される水平駆動信号15を増幅して、高速走査素子42aに印加し、高速走査素子42aの反射ミラー42bを駆動する。垂直駆動回路44cは、表示制御部10から出力される垂直駆動信号16を増幅して、低速走査素子44aに印加し、低速走査素子44aの反射ミラー44bを強制駆動する。そして、表示制御部10は、高速走査素子42a及び低速走査素子44aの最大走査範囲Wのうち、有効走査範囲Zに高速走査素子42a及び低速走査素子44aの走査位置がある場合に光源部20から画像信号Sに応じて強度変調された画像光を出射させる。これにより、高速走査素子42a及び低速走査素子44aによって画像光が有効走査範囲Zで走査され、1フレーム分の画像光が有効走査範囲Z内で走査される。この走査が1フレームの画像ごとに繰り返される。なお、図2には、光源部20から画像光が常時出射されたと仮定したときに高速走査素子42a及び低速走査素子44aによって走査される画像光の軌跡 γ が仮想的に示されている。ただし、高速走査素子42aによる水平走査方向Xの水平走査線数は、1フレームあたり数百又は千程度あるので、図2では見やすさのため画像光の軌跡 γ を簡略して記載している。

[0037] また、制御部13は、CPU (Central Processing Unit) 100、第1～第3のROM (Read Only Memory) 101～103、RAM (Random Access Memory) 104、表示させる画像データを記憶しておくVRAM (Video Random Access Memory) 105、デジタルアナログ変換器 (D/A変換器) 108を備えている。なお、以下においては、第2及び第3のROM 102、103及びRAM 104を含めて記憶手段110と呼ぶ場合がある。

[0038] そして、これらCPU 100、第1～第3のROM 101～103、RAM 104、VRAM 105、D/A変換器 108は、データ通信用のバスにそれぞれ接続されており、このデータ通信用のバスを介して各種情報の送受

信を行う。

[0039] CPU 100は、第1のROM 101に記憶されている各種情報処理プログラムを実行することにより、制御部 13としての各種機能を実行する。例えば、制御部 13は、駆動信号生成部として、揺動状態検出部 42dから入力される反射ミラー 42bの揺動周波数、揺動の大きさ、位相などの情報を含む揺動状態信号 45から反射ミラー 42bが共振振動する周波数（高速走査素子 42aの共振周波数 f_r ）の水平駆動信号 15を生成して、高速走査素子 42aの反射ミラー 42bを共振振動させる。また、制御部 13は、駆動信号生成部として揺動状態検出部 42dで検出される高速走査素子 42aの共振周波数 f_r に基づいて垂直駆動信号 16を生成して出力する。また、制御部 13は、画像信号入力 I/F 14を介して入力した画像信号 Sに対応する画像を構成する各画素の画像データを内部のVRAM 105に展開し、水平駆動信号 15や垂直駆動信号 16に同期したタイミングで画像信号供給回路 11へ出力する。なお、前記画像データは、画像信号供給回路 11でD/A変換され、各色のレーザドライバ 21～23に画像信号 12R、12G、12Bとして出力される。

[0040] （制御部 13の駆動信号生成部としての動作）

次に、制御部 13が駆動信号生成部として垂直駆動信号 16を生成する動作について図 3～10を参照して具体的に説明する。

[0041] （垂直駆動信号 16の特性について）

まず、制御部 13が駆動信号生成部として生成する垂直駆動信号 16の特性について説明する。

[0042] 低速走査素子 44aの反射ミラー 44bは弾性のある梁部材 44dを介して固定部材に揺動可能に支持されているため、反射ミラー 44b及び梁部材 44dの材料特性や寸法・形状特性で決まる固有の共振周波数が存在する。従って、垂直駆動信号 16に低速走査素子 44a固有の共振周波数が含まれていると、反射ミラーが共振振動を起こす。そして、この共振振動により反射ミラーの揺動に不要な高周波成分が重畳してしまい、光走査を適切に行な

うことができない事態が生じる。

[0043] そこで、図3に示すように、垂直駆動信号16は、直線変化する鋸歯形状波形信号を元信号としてローパスフィルタ処理及びノッチフィルタ処理を施した鋸歯形状波形の信号としている。

[0044] 例えば、低速走査素子44a固有の共振特性として、1次の共振周波数が f_1 [Hz]で、かつ、2次以上の共振周波数が f_2 [Hz]以上であるとする。このとき、鋸歯形状波形信号に f_2 ($> f_1$) [Hz]以上の周波数を減衰させるローパスフィルタ処理を施すことにより、低速走査素子44a固有の共振特性のうち2次以上の共振による影響が抑制される。また、 f_1 [Hz]の周波数を中心として減衰させるノッチフィルタ処理を鋸歯形状波形信号に施すことにより、低速走査素子44a固有の共振特性のうち1次の共振による影響が抑制される。

[0045] このように、直線変化する鋸歯形状波形信号にローパスフィルタ処理及びノッチフィルタ処理を施した鋸歯形状波形の信号を垂直駆動信号16とすることで、垂直駆動信号16において低速走査素子44a固有の共振周波数成分が低減され、反射ミラー44bの共振振動を抑制する。これにより、この共振振動により反射ミラーの揺動に高周波成分が重畳してしまい、光走査を適切に行なうことができない事態を回避するようにしている。

[0046] (垂直走査周波数 f_1 について)

次に、制御部13が駆動信号生成部として生成する垂直駆動信号16が、低速走査素子44aの垂直走査周波数 f_1 の変動を所定範囲内に抑制できる点について説明する。

[0047] ここで、表示画像の解像度が 800×600 ピクセル、高速走査素子42aの共振周波数 f_r の設計値を30kHz（なお、水平方向は往復走査であるため水平走査周波数の設計値は2倍の60kHzとなる）、垂直走査周波数 f_1 の設計値を60Hz、低速走査素子44aの1垂直走査期間 T_v （図2参照）あたりに高速走査素子42aの反射ミラー44bが水平方向への揺動する回数、換言すれば1垂直走査期間 T_v あたりに高速走査素子42aが

形成可能な走査線数（以下、「総走査線数 N 」と呼ぶ。）の設計値を1000本としたとする。また、表示画像の画像サイズは略一定とし、高速走査素子42aの共振周波数 f_r のバラツキが $\pm 5\%$ （ $30\text{kHz} \pm 1500\text{Hz}$ ）であるとする。

[0048] このとき、図4に示すように、高速走査素子42aの共振周波数 f_r に応じて高速走査素子42aが光を走査しない無効走査線数 n_1 を変更して総走査線数 N を変更することで、低速走査素子44aの1垂直走査周波数 f_l の変動を所定範囲に抑えるようにしている。なお、無効走査線数 n_1 は、総走査線数 N から高速走査素子42aが画像光を実際に走査する走査数（以下、「有効走査線数 n_2 」と呼ぶ。）を減算した値である。なお、ここでの有効走査線数 n_2 は、表示画像の解像度が 800×600 ピクセルなので800となる。

[0049] このように、共振周波数 f_r の約1%（ 300Hz ）の変動を1つの単位として無効走査線数 n_1 を変更することにより、有効走査線数 n_2 を800本から変更せずに、図5に示すように、低速走査素子44aの垂直走査周波数 f_l を $\pm 0.5\%$ （ $60 \pm 0.3\text{Hz}$ ）以内に抑制することができる。

[0050] 本実施形態における画像表示装置1では、上述のように垂直駆動信号16の周波数（垂直走査周波数 f_l ）を略一定にして、1垂直走査期間 T_v を略一定としている。

[0051] しかし、高速走査素子42aの共振周波数 f_r に応じて無効走査線数 n_1 を変化させていることから、無効走査線数 n_1 と有効走査線数 n_2 との比が変わる。

[0052] 従って、高速走査素子42aの共振周波数 f_r が高いときには無効走査線数 n_1 が多くなり、図6Aに示すように1垂直有効走査期間 T_{v1} が短くなる波形の垂直駆動信号16が必要となる。また、高速走査素子42aの共振周波数 f_r が低いときには無効走査線数 n_1 が少なくなり、図6Bに示すように1垂直有効走査期間 T_{v1} が長くなる波形の垂直駆動信号16が必要となる。なお、表示画像の画像サイズを略一定にするため、高速走査素子42

aの傾斜範囲が略一定（図6A、図6Bでは振幅a～bの範囲）になるようにしている。

[0053] なお、上述においては、共振周波数 f_r の $\pm 1\%$ 程度の変動を一つの単位（水平走査10本単位）で無効走査線数 n_1 を変更するようにしたが、これに限らず、例えば、共振周波数 f_r の 0.1% 程度の変動を一つの単位（水平走査1本単位）で無効走査線数 n_1 を変更し、無効走査線数 n_1 を1本単位で増減させるようにする。これにより、高速走査素子の共振周波数の変動による低速走査素子の揺動周期（低速走査周期）の変動を、高速走査素子42aによる1走査の周期の時間以内、すなわち高速走査素子42aの揺動周期（図2に示す $1/f_r$ の期間）の $1/2$ の時間（ $1/f_h$ ）以内の変動とすることができ、低速走査素子の揺動周期の変動を最も抑えることができる。

[0054] 特に、高速走査素子42aの揺動周期（ $1/f_r$ ）の $1/2$ の時間（ $1/f_h$ ）又はその整数倍（ n/f_h ：nは2以上の整数）の単位で総走査線数Nを変動とすることで、低速走査素子44aの垂直走査周波数を高速走査素子42aによる水平走査線数で規定することができる。

[0055] 本実施形態における画像表示装置1では、このように高速走査素子42aの共振周波数 f_r に応じて垂直駆動信号16の波形を変更するようにすることで垂直駆動信号16の周期を略一定にしておき、複数の垂直駆動信号16の波形データを第2及び第3のROM102、103に記憶するようにしている。以下、この点につき具体的に説明する。

[0056] （垂直駆動信号16のデータの記憶）

制御部13は駆動信号生成部として、垂直駆動信号16を生成するための鋸歯形状波形のデータを第1波形のデータと第2波形のデータに分けて第2及び第3のROM102、103に記憶する点について説明する。

[0057] 垂直駆動信号16のデータは、1周期（1垂直走査期間 T_v ）分の垂直駆動信号16の鋸歯形状波形を第1波形 W_1 と第2波形 W_2 、 W_2' とに分割して記憶手段110（第2及び第3のROM102、103）に記憶させてい

るようにしている。

[0058] 図7に示すように、第1波形W1は、1周期分の垂直駆動信号16の鋸歯形状波形のうち光を走査するための波形であり、垂直有効走査期間 T_{v1} のときの垂直駆動信号16の波形である。また、第2波形W2, W2'は、1周期分の垂直駆動信号16の鋸歯形状波形のうち第1波形W1を除く波形である。第1垂直無効走査期間 T_{v2-1} のときの垂直駆動信号16の波形が第2波形W2であり、第2垂直無効走査期間 T_{v2-2} のときの垂直駆動信号16の波形が第2波形W2'である。第2のROM102には第1波形W1のデータが記憶され、第3のROM103には第2波形W2, W2'のデータが記憶される。

[0059] CPU100は、第2及び第3のROM102, 103から第1波形W1のデータと第2波形W2, W2'のデータを読み出し、これらのデータを用いて駆動信号データを生成し、RAM104に記憶する。そして、CPU100は、RAM104に記憶した駆動信号データをD/A変換器108（図1参照）でアナログ化することによって1周期分の垂直駆動信号16を生成し、この処理を繰り返すことにより図8に示すように連続する鋸歯形状波形の垂直駆動信号16を生成する。

[0060] （第1波形W1について）

記憶手段110における第2のROM102に記憶する第1波形W1は1種類である。表示画像のサイズを略一定にするためには、高速走査素子42aの共振周波数 f_r に応じて垂直駆動信号16のうち第1波形W1部分の傾斜を変更する必要がある。例えば、高速走査素子42aの共振周波数 f_r が31500Hzのときの第1波形W1（図9B参照）は、設計値である30000Hzのとき（図9A参照）の第1波形W1よりも傾斜を急峻にし、高速走査素子42aの共振周波数 f_r が28800Hzのときの第1波形W1（図9C参照）は、設計値である30000Hzのときの第1波形W1（図9A参照）よりも傾斜をなだらかにする必要がある。

[0061] そこで、制御部13のCPU100は、この第1波形W1のデータを高速

走査素子 42a の水平走査周波数 f_h ($=$ 共振周波数 $f_r \times 2$) に応じた周期 ($= 1 / f_h$) の読み出しタイミングで第 2 の ROM 102 から順次読み出すことにより、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に応じて垂直駆動信号 16 のうち第 1 波形 W1 部分の傾斜を変更するようにしている。

[0062] 例えば、800 個のデータで一つの第 1 波形 W1 のデータが構成されているとすると、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r が設計値である 30000 Hz では、 $1 / 60000$ 秒 ($= 1 / f_h$) 毎に第 2 の ROM 102 からデータが順次読み出され、 $8 / 600$ 秒で第 1 波形 W1 の全てのデータが読み出される。また、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r が 31500 Hz であるときには、 $1 / 63000$ 秒 ($= 1 / f_h$) 毎に第 2 の ROM 102 からデータが順次読み出され、 $8 / 630$ 秒で第 1 波形 W1 の全てのデータが読み出される。従って、垂直駆動信号 16 のうち第 1 波形 W1 部分の傾斜が高速走査素子 42a の共振周波数 f_r が 30000 Hz のときに比べて急峻になる。また、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r が 28800 Hz であるときには、 $1 / 57600$ 秒 ($= 1 / f_h$) 毎に第 2 の ROM 102 からデータが順次読み出され、 $8 / 576$ 秒で第 1 波形 W1 の全てのデータが読み出される。従って、垂直駆動信号 16 のうち第 1 波形 W1 部分の傾斜が高速走査素子 42a の共振周波数 f_r が 30000 Hz のときに比べてなだらかになる。

[0063] なお、記憶手段 110 に記憶した第 1 波形 W1 のデータの読み出しタイミングは、高速走査素子 42a の揺動周期の $1 / 2$ ($= 1 / f_h$) に限らず、高速走査素子 42a の揺動周期の $1 / 2$ の整数倍であって、垂直駆動信号 16 として必要な周波数帯域を抑圧しない周期であればよい。

[0064] (第 2 波形 W2, W2' について)

上述したように、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に応じて垂直駆動信号 16 の第 1 波形 W1 部分の期間が変わる一方、垂直駆動信号 16 の周期は $1 / 60$ 秒 $\pm 0.5\%$ に抑えられることから、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に応じて駆動信号の第 2 波形 W2, W2' 部分の期間を変更する

必要がある。

[0065] 高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に応じて第 2 波形 W_2 , W_2' の読み出しタイミングを変えることにより、垂直駆動信号 16 の第 2 波形 W_2 , W_2' 部分の期間を変えて、垂直駆動信号 16 の周期を $1/60$ 秒 $\pm 0.5\%$ に変えることも考えられる。しかし、上述したように、低速走査素子 44a には固有の共振周波数があり、垂直駆動信号 16 はその低速走査素子 44a の共振周波数成分を抑圧しなければならない。単純に第 2 波形 W_2 , W_2' の読み出しタイミングを変えると、垂直駆動信号 16 の周波数成分が変わってしまい、低速走査素子 44a の共振周波数成分を抑圧できない場合がある。

[0066] そこで、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に応じて複数種類の第 2 波形 W_2-1 , $W_2'-1 \sim W_2-n$, $W_2'-n$ (n は 2 以上の整数。ここでは $n=11$) を第 3 の ROM 103 には記憶しており、揺動状態検出部 42d で検出した高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に応じて異なる波形を選択することができるようにしている。

[0067] 記憶手段 110 における第 3 の ROM 103 には、図 10 に示す第 2 波形テーブルが記憶されている。この第 2 波形テーブルは、300 Hz 単位で高速走査素子 42a の共振周波数 f_r と第 2 波形 W_2-1 , $W_2'-1 \sim W_2-11$, $W_2'-11$ のデータ名とを対応付けたテーブルである。

[0068] CPU 100 は、揺動状態検出部 42d から通知される高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に対応する第 2 波形 W_2 , W_2' のデータ名を第 2 波形テーブルにより判定し、この判定した第 2 波形 W_2 , W_2' のデータ名に応じた第 2 波形 W_2 , W_2' のデータを第 3 の ROM 103 から読み出すことになる。

[0069] 第 3 の ROM 103 からの読み出しは、第 1 波形 W_1 を読み出すタイミングと連続したタイミングとしている。このタイミングは、高速走査素子の揺動周期の $1/2$ ($=1/f_h$) 又はその整数倍であって、垂直駆動信号 16 として必要な周波数帯域を抑圧しない周期であればよい。

[0070] このようにすることで、低速走査素子 44a 固有の共振周波数の信号成分

を抑圧した垂直駆動信号 16 を精度よく再現することが可能となる。なお、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r は、急激に変化するものではなく緩やかに変化することが多いことから、本実施形態では、第 1 波形 W_1 と第 2 波形 W_2 , W_2' とを第 2 及び第 3 の ROM 102, 103 から読み出して駆動信号データとして RAM 104 に記憶しておくようにしているがこれに限られない。例えば、第 1 波形 W_1 と第 2 波形 W_2 , W_2' とを RAM 104 に記憶せずに、第 2 及び第 3 の ROM 102, 103 から直接第 1 波形 W_1 と第 2 波形 W_2 , W_2' とを読み出すようにし、D/A 変換器 108 でアナログ信号に変換するようにしてもよい。

[0071] なお、第 2 波形 W_2 , W_2' は 2 つの波形として分けて説明したが、これらの第 2 波形 W_2 , W_2' は連続する（図 8 参照）ものであり、一つの波形 W_2'' ($W_2 + W_2'$) として第 3 の ROM 103 に記憶するようにしてもよい。また、第 1 波形 W_1 と第 2 波形 W_2 , W_2' が 1 つの波形として第 3 の ROM 103 に記憶し、読み出す時にアドレス制御などで別波形として読み出される様にしても良いし、もちろん、第 1 波形が複数記憶されていてもよい。

[0072] （画像光の輝度の調整）

上述のように高速走査素子 42a の共振周波数 f_r に応じて、無効走査線数 n_1 を変更すると、総走査線数 N に対する有効走査線数 n_2 の割合も変わることになる。低速走査素子 44a による 1 垂直走査期間 T_v は、その変動を所定範囲内に抑えることにより略一定にしていることから、高速走査素子 42a の共振周波数 f_r が変動すると、光源部 20 から画像光を出射する時間が変動し、表示画像の輝度も変動することとなる。

[0073] そこで、制御部 13 には高速走査素子の共振周波数と輝度補正割合 K_j とを関連付けた輝度テーブルを第 3 の ROM 103 に記憶している。

[0074] この輝度テーブルは、図 11 に示すように、300Hz 間隔で高速走査素子 42a の共振周波数と輝度補正割合 K_j とを対応付けている。従って、CPU 100 はこの LUT を参照することにより、高速走査素子の共振周波数 f_r に応じて前記輝度補正割合 K_j を変化させて、画像信号供給回路 11 へ

出力する画像信号の輝度情報を変更する。例えば、高速走査素子 42 a の共振周波数 f_r が 28500 Hz のときには、CPU 100 は、画像信号の各輝度信号の強度を 0.952 倍にして画像信号供給回路 11 へ出力する。なお、高速走査素子 42 a の揺動範囲が共振周波数に応じて変化する場合には、その変化分の調整も必要となる。

[0075] このように画像信号に応じた光の輝度を高速走査素子 42 a の共振周波数に応じて変化させて、共振周波数に応じて表示する画像の輝度を変化するのを抑制するので、表示する画像の品質を維持することができる。

[0076] (制御部 13 による光走査部 40 の制御)

以上のように構成された画像表示装置 1 の制御部 13 による光走査部 40 の制御を図 12 の動作フロー図を参照して説明する。

[0077] 図 12 に示すように、制御部 13 の制御動作が開始されると、まず、CPU 100 は、所定の水平駆動信号 15 (例えば、 30000 Hz の水平駆動信号 15) を高速走査素子 42 a に入力して、高速走査素子 42 a は反射ミラー 42 b の揺動を開始させる (ステップ S10)。

[0078] 次に、CPU 100 は、高速走査素子 42 a の反射ミラー 42 b の揺動周波数、揺動の大きさ、位相差などの情報を揺動状態検出部 42 d から取得し、水平駆動信号 15 の周波数や振幅を変更する (ステップ S11)。

[0079] その後、CPU 100 は、高速走査素子 42 a が共振状態になったか否かを判定する (ステップ S12)。このとき、CPU 100 は、高速走査素子 42 a の反射ミラー 42 b の揺動の大きさや水平駆動信号 15 と揺動状態との位相差が所定範囲内になると、高速走査素子 42 a が共振状態になったと判定し、高速走査素子 42 a の反射ミラー 42 b の揺動の大きさや位相差が所定範囲外であれば、高速走査素子 42 a が共振状態になっていないと判定する。

[0080] 高速走査素子 42 a が共振状態になっていないと判定すると (ステップ S12: No)、CPU 100 は、高速走査素子 42 a が共振状態になるのを待つため、再度ステップ S11 の処理に戻る。なお、所定時間を経ても共振

状態にならない場合は、高速走査素子42aの駆動を中止する。

- [0081] 一方、高速走査素子42aが共振状態になっていると判定すると（ステップS12：Yes）、CPU100は、高速走査素子42aの共振周波数を検出する（ステップS12）。すなわち、共振状態になっている高速走査素子42aに入力している水平駆動信号15の周波数を高速走査素子42aの共振周波数とする。そして、CPU100は、高速走査素子42aの共振周波数の情報をRAM104に記憶する（ステップS14）。
- [0082] 次に、CPU100は、今回ステップS14で記憶した共振周波数の値（記憶値）と前回ステップS14で記憶した共振周波数の値（記憶値）が同じ値であるか否かを判定する（ステップS15）。なお、RAM104に記憶される共振周波数の値（記憶値）の初期値は、30000Hzである。従って、最初にこのステップS15の処理を行うときには、この初期値と今回の記憶値が同じ値であるか否かが判定されることになる。
- [0083] 前回の記憶値と今回の記憶値が同じ値ではないと判定すると（ステップS15：No）、CPU100は、第1波形W1を第2のROM102から読み出し、今回の記憶値（高速走査素子42aの共振周波数）に応じた第2波形W2、W2'を第3のROM103の中から選択して読み出する。そして、読み出した第2波形W2、第1波形W1、第2波形W2'を繋げて駆動信号データを生成してRAM104に記憶する（ステップS16）。一方、前回の記憶値と今回の記憶値が同じ値であると判定すると（ステップS15：Yes）、CPU100は、ステップS16の処理を行わない。
- [0084] そして、CPU100は、垂直駆動信号16を生成する（ステップS17）。すなわち、CPU100は、RAM104に記憶した駆動信号データを、高速走査素子42aの共振周波数に基づいて決められる周期の読み出しクロック信号で順次読み出し、D/A変換器108に入力して垂直駆動信号16を生成して出力する。なお、RAM104に駆動信号データを記憶せずに、第2及び第3のROM102、103から第1波形W1及び第2波形W2、W2'を直接読み出すこともできる。この場合、CPU100は、ステップ

S 1 6 で今回の記憶値（高速走査素子 4 2 a の共振周波数）に応じた第 2 波形 W 2 , W 2 ' を選択する。そして、CPU 1 0 0 は、第 3 の ROM 1 0 3 に記憶された第 2 波形 W 2 のデータのうちステップ S 1 6 で選択した第 2 波形 W 2 のデータ、第 2 の ROM 1 0 2 に記憶した第 1 波形 W 1 のデータ、第 3 の ROM 1 0 3 に記憶された第 2 波形 W 2 ' のデータのうちステップ S 1 6 で選択した第 2 波形 W 2 ' のデータの順に、各データを高速走査素子 4 2 a の共振周波数に基づいて決められる周期の読み出しクロック信号で読み出す。CPU 1 0 0 は、読み出したクロック信号を、D/A 変換器 1 0 8 に入力して D/A 変換器 1 0 8 から垂直駆動信号 1 6 を出力させる。

[0085] 以上の処理を利用者による駆動終了指示或は一時停止指示があるまで継続する（ステップ S 1 ）。

[0086] このように画像表示装置 1 においては、CPU 1 0 0 は、高速走査素子 4 2 a の共振周波数 f_r の情報を揺動状態検出部 4 2 d から取得し、この共振周波数に基づいて決められる周期の読み出しクロック信号により記憶手段 1 1 0 に記憶した第 1 波形 W 1 のデータを順次読み出す。そして、CPU 1 0 0 は、このように読み出したデータを D/A 変換器 1 0 8 に入力することにより第 1 波形 W 1 部分の垂直駆動信号 1 6 を生成する。また、CPU 1 0 0 は、高速走査素子 4 2 a の共振周波数に応じて記憶手段 1 1 0 に記憶した複数の第 2 波形 W 2 - 1 , W 2 ' - 1 ~ W 2 - 1 1 , W 2 ' 1 1 のデータの中から、鋸歯形状波形の周期の変動を所定時間以内に維持する第 2 波形 W 2 , W 2 ' のデータを、高速走査素子 4 2 a の共振周波数に応じた周期の読み出しタイミングで記憶手段 1 1 0 から順次読み出して D/A 変換器に入力することで第 2 波形部分の垂直駆動信号 1 6 を生成する。

[0087] 従って、高速走査素子の共振周波数などの変動やばらつきによる、垂直走査周波数の変動を抑制し、略一定周波数化でき、かつ、低速走査素子 4 4 a の揺動状態を容易に安定させることができる。しかも、第 2 波形 W 2 , W 2 ' は低速走査素子 4 4 a 固有の共振周波数の成分を抑圧した波形としたため、低速走査素子 4 4 a の反射ミラー 4 4 b の共振振動が誘起されることを抑制

することができる。

[0088] 以上、本発明の実施の形態のいくつかを図面に基づいて詳細に説明したが、これらは例示であり、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した他の形態で本発明を実施することが可能である。

[0089] 例えば、上述の実施形態においては、反射ミラー 4 4 b が弾性のある梁部材 4 4 d を介して固定部材に揺動可能に支持された低速走査素子 4 4 a を例に挙げて説明した。しかし、この構成のものに限らず固有の共振周波数を有する低速走査素子であればいずれにも適用することができる。なお、上述した実施例は、低速走査素子の固有共振の課題も解決する例を挙げてきたが、これは最も効果的な一例として挙げた。しかし、前記記憶手段が記憶する波形が、固有共振を抑制する波形でなくても、本発明の主旨には違わない。すなわち、高速走査素子の周波数の変動によって生じる、低速走査素子の駆動周波数（副走査周波数）の変動を一定範囲内に抑えることができるように構成する場合も本発明の実施形態に当然含まれる。

[0090] また、上述の実施形態においては、高速走査素子の共振周波数に応じて複数種類の第 2 波形のデータを記憶手段に記憶し、高速走査素子の共振周波数に応じた種類の第 2 波形のデータを記憶手段から読み出して第 2 波形部分の駆動信号を生成する例を挙げて説明した。しかし、これに限らず、高速走査素子の共振周波数に応じて第 2 波形のデータを当該共振周波数に応じた読み出しタイミングで順次読み出して高速走査素子の共振周波数に応じた第 2 波形部分の駆動信号を生成するものであればよい。例えば、第 2 波形が記憶手段に 1 種類しか記憶されていなくてもよい。この場合、高速走査素子の共振周波数が最も高い場合の第 2 波形のデータ（構成するデータ数が最も多く、言い換えれば最も期間が長い波形のデータ）を用意し、高速走査素子の共振周波数に応じてそのデータの読み出しアドレスとデータ数を変化させる。このようにすることで、記憶手段に記憶する第 2 波形のデータ量を低減させることができる。なお、この場合、高速走査素子の共振周波数の変化に応じて読み出されたり読み出されなかったりするデータが存在するが、第 2 波形の

データのうち第 1 波形と連続する部分のデータは第 1 波形のデータ値と同一値又は近似した値とするのが好ましい。

[0091] また、上述の実施形態においては、垂直駆動信号 16 のうち垂直有効走査期間 T_{v1} の部分の波形を第 1 波形とし、垂直無効走査期間 T_{v2-1} , T_{v2-2} の部分の波形を第 2 波形としたが、第 1 波形に垂直有効走査期間 T_{v1} の部分の波形を含んでいればよく、必ずしも垂直有効走査期間 T_{v1} の部分と全く同一である必要ない。

[0092] また、上述の実施形態においては、表示画像の解像度を 800×600 ピクセル、高速走査素子 42a の共振周波数の設計値を 30kHz 、総走査線数 N を 1000 本、高速走査素子 42a の共振周波数のバラツキ（変動）を $\pm 5\%$ ($30\text{kHz} \pm 1500\text{Hz}$) とし、共振周波数 f_r の約 1% (300Hz) の変動を 1 つの単位としたが、本発明を簡単に説明するためのものであって、これに限られるものではないことは言うまでもない。

[0093] また、上述の実施形態においては、鋸歯形状波形信号として図 3 に示すような波形の信号を例に挙げて説明したが、光を走査するために略直線部分を含む周期性の波形であればよく、例えば、三角波、台形波、正弦波などであってもよい。

符号の説明

- [0094] 1 画像表示装置
- 10 表示制御部
 - 11 画像信号供給回路
 - 13 制御部
 - 14 画像信号入力 I/F
 - 20 光源部
 - 30 光ファイバ
 - 40 光走査部
 - 42 水平走査部
 - 42a 水平走査部の光走査素子（高速走査素子）

4 4 垂直走査部

4 4 a 光走査素子（低速走査素子）

5 0 リレー光学

1 0 0 CPU

1 0 1 第1のROM

1 0 2 第2のROM

1 0 3 第3のROM

1 0 8 D/A変換器

請求の範囲

[請求項1]

画像信号に応じた強度の光を2次元走査して画像を表示する画像表示装置において、

前記画像信号に応じた強度の光を出射する光源部と、

共振揺動する反射ミラーにより入射した光を第1方向に相対的に高速に走査する共振型的高速走査素子と、

入力される駆動信号の信号レベルに応じた方向に反射ミラーを傾斜させ、当該反射ミラーにより入射した光を前記第1方向と略直交する第2方向に相対的に低速に走査する低速走査素子と、

前記高速走査素子の共振周波数を検出する検出部と、

前記高速走査素子の共振周波数に応じた鋸歯形状波形の駆動信号を生成する駆動信号生成部と、

前記駆動信号生成部で生成した前記駆動信号を前記低速走査素子に inputsする低速走査素子駆動部と、を備え、

前記駆動信号生成部は、

前記駆動信号の鋸歯形状波形のうち光を有効走査するための第1波形のデータを記憶すると共に、前記駆動信号の鋸歯形状波形のうち第1波形を除く波形である第2波形のデータを記憶する記憶手段と、を備え、

前記高速走査素子の共振周波数に応じた読み出しタイミングで前記記憶手段に記憶した第1波形のデータを順次読み出して前記第1波形部分の前記駆動信号を生成し、前記高速走査素子の共振周波数に応じて前記第2波形のデータを前記読み出しタイミングで順次読み出して前記高速走査素子の共振周波数に応じた前記第2波形部分の前記駆動信号を生成することで、前記鋸歯形状波形の周期の変動を所定時間以内に維持することを特徴とする画像表示装置。

[請求項2]

前記駆動信号生成部は、前記読み出しタイミングで読み出す前記第1波形部分のデータの総数は一定とする一方、前記読み出しタイミン

グで読み出す前記第 2 波形部分のデータの総数は前記高速走査素子の共振周波数に応じて変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

[請求項3] 前記高速走査素子の共振周波数に応じて複数種類の前記第 2 波形のデータが前記記憶手段に記憶されており、

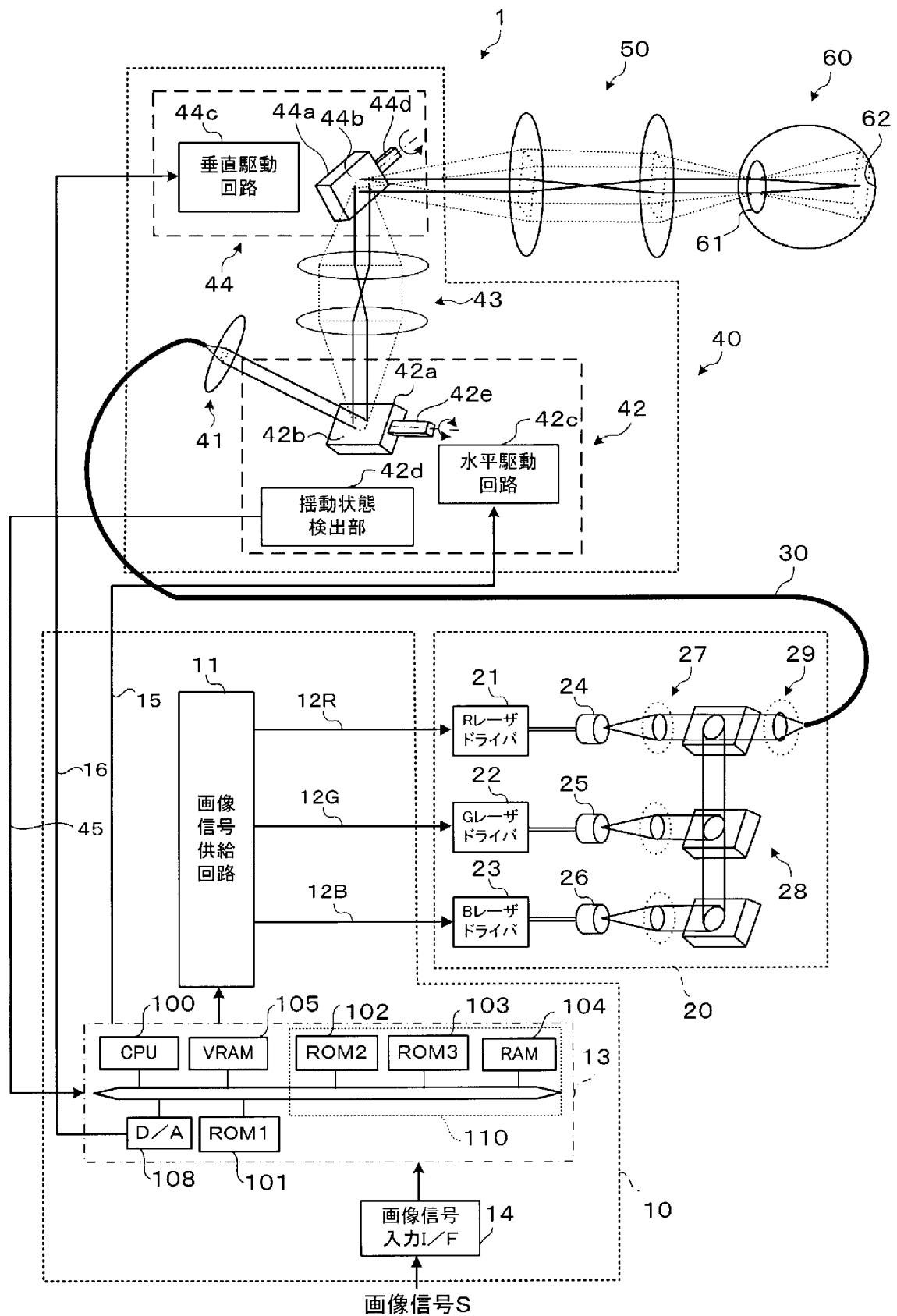
前記駆動信号生成部は、前記高速走査素子の共振周波数に応じた種類の前記第 2 波形のデータを前記記憶手段から読み出して前記第 2 波形部分の前記駆動信号を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の画像表示装置。

[請求項4] 前記読み出しタイミングの周期は、前記高速走査素子の揺動周期の $1/2$ の時間又はその整数倍であって、前記駆動信号の周波数帯域を抑圧しない周期であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

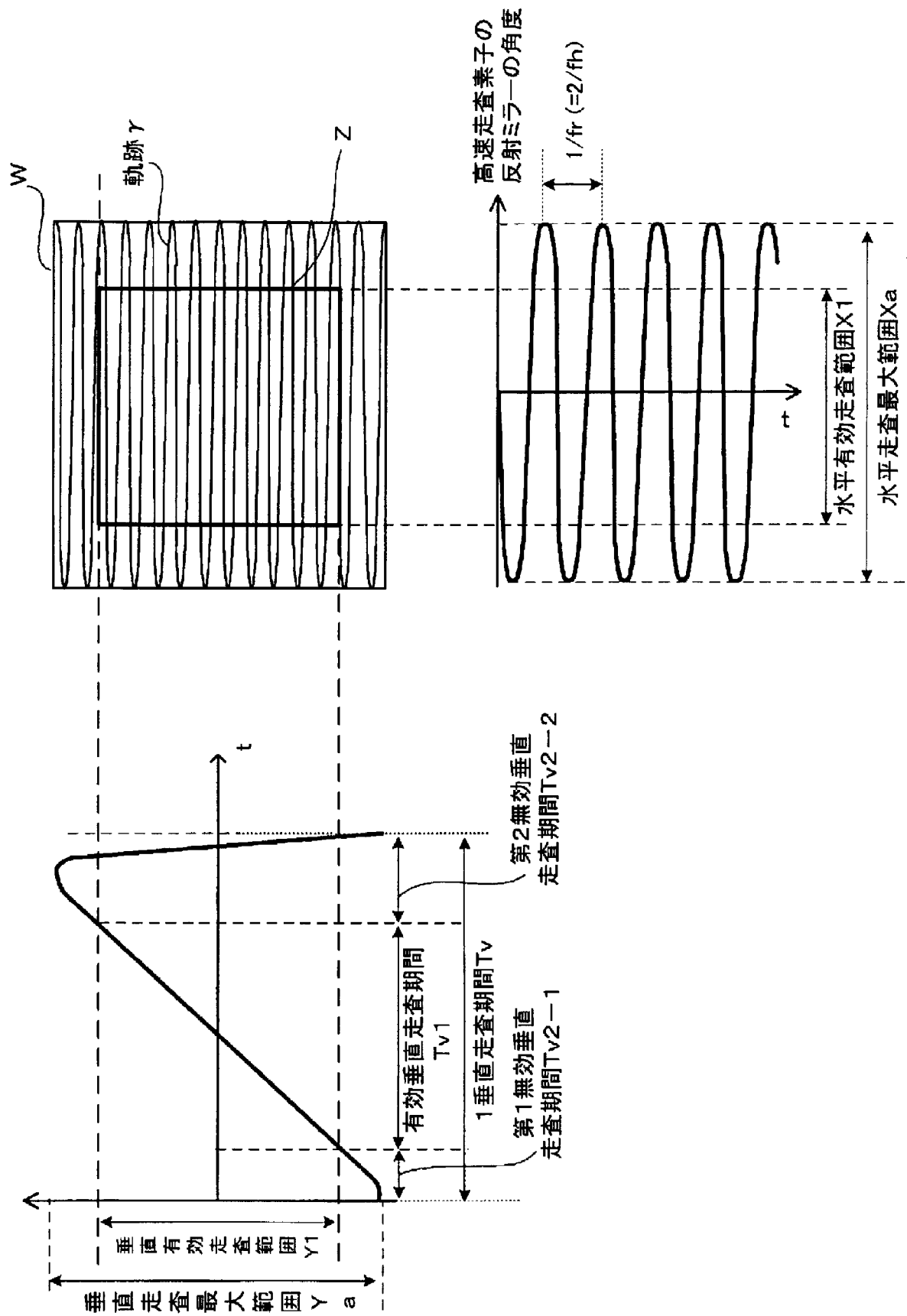
[請求項5] 前記所定時間は、前記高速走査素子による 1 走査の周期の時間とすることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[請求項6] 前記光源部は、前記画像信号に応じた光の輝度を前記高速走査素子の共振周波数に応じて変化させて、共振周波数に応じて表示する画像の輝度が増加するのを抑制することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

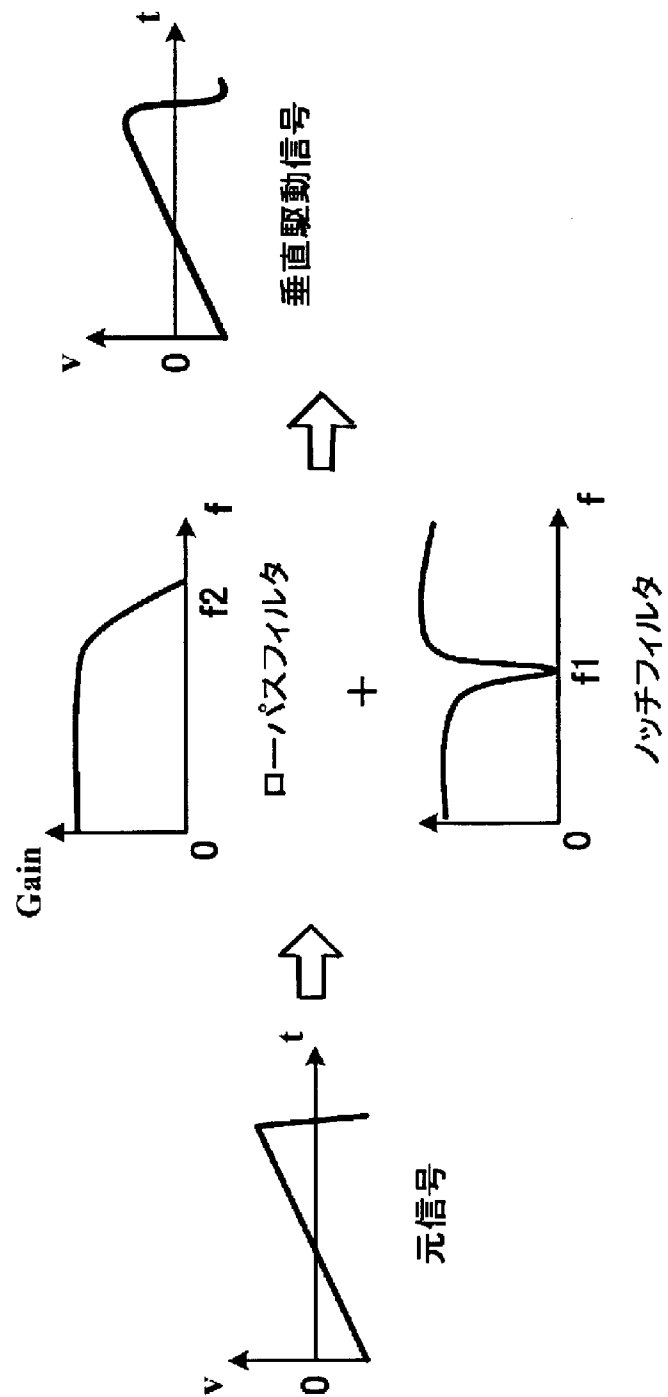
[図1]



[図2]



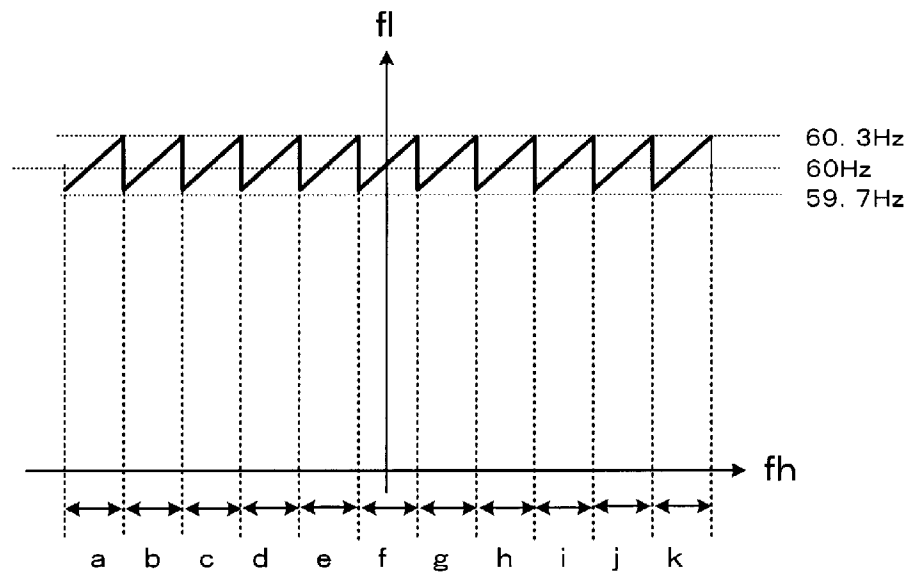
[図3]



[図4]

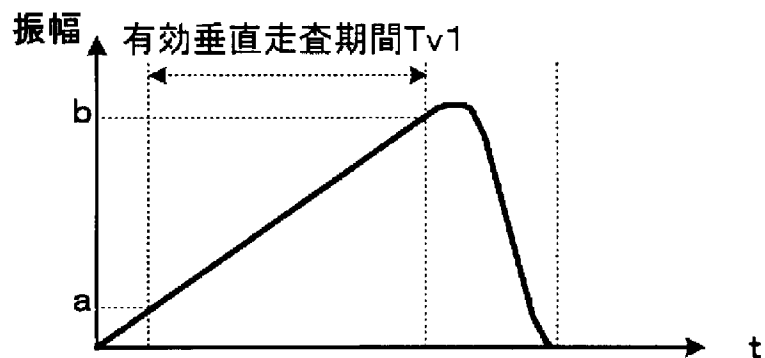
共振周波数 f_r 中心値 f_0 (Hz)	総走査線数 N	無効走査線数 n_1	有効走査線数 n_2	垂直走査周波数 f_l
28500	950	150	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
28800	960	160	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
29100	970	170	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
29400	980	180	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
29700	990	190	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
30000	1000	200	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
30300	1010	210	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
30600	1020	220	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
30900	1030	230	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
31200	1040	240	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz
31500	1050	250	800	60Hz $\pm$ 0.3Hz

[図5]

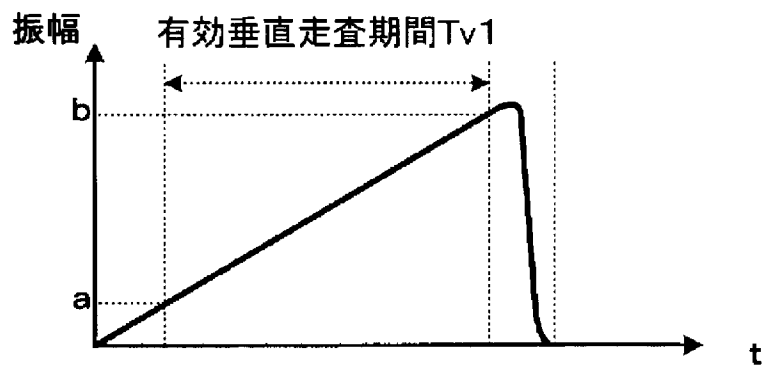


区間	総走査線数 N	共振周波数 f_r の範囲
a	950	$28350 \leq f_r < 28650$
b	960	$28650 \leq f_r < 28950$
c	970	$28950 \leq f_r < 29250$
d	980	$29250 \leq f_r < 29550$
e	990	$29550 \leq f_r < 29850$
f	1000	$29850 \leq f_r < 30150$
g	1010	$30150 \leq f_r < 30450$
h	1020	$30450 \leq f_r < 30750$
i	1010	$30750 \leq f_r < 31050$
j	1020	$31050 \leq f_r < 31350$
K	1050	$31350 \leq f_r < 31650$

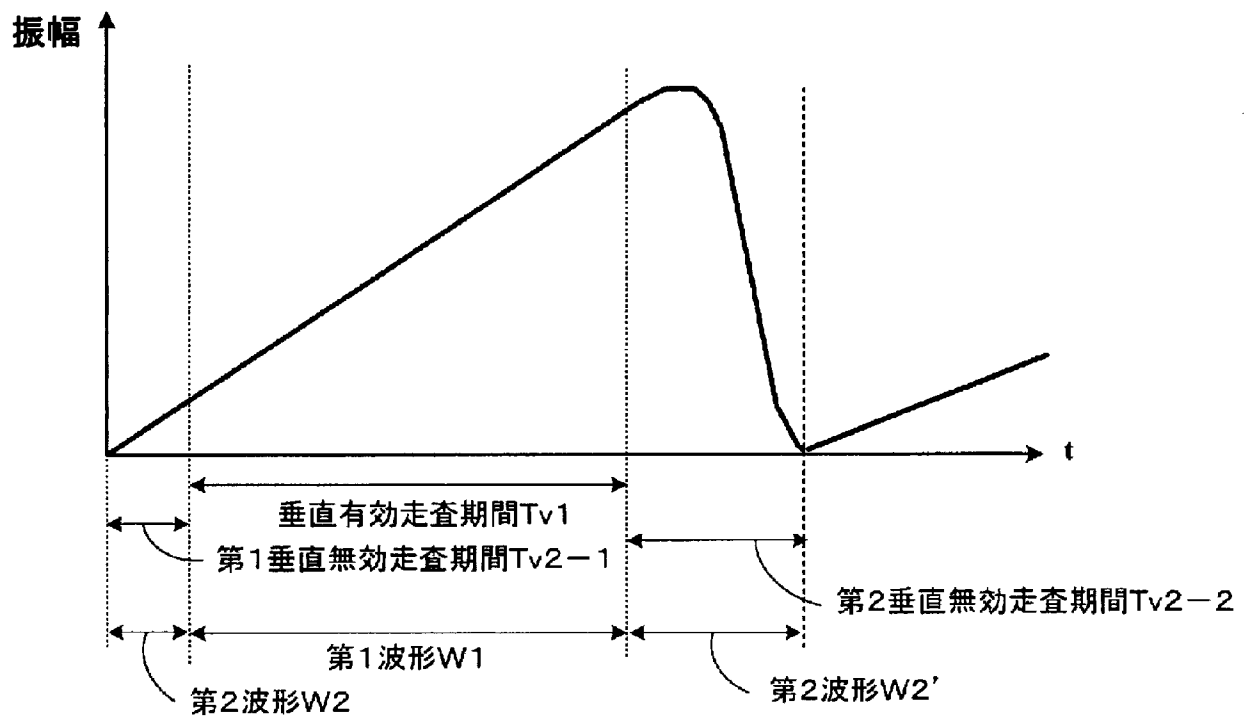
[図6A]



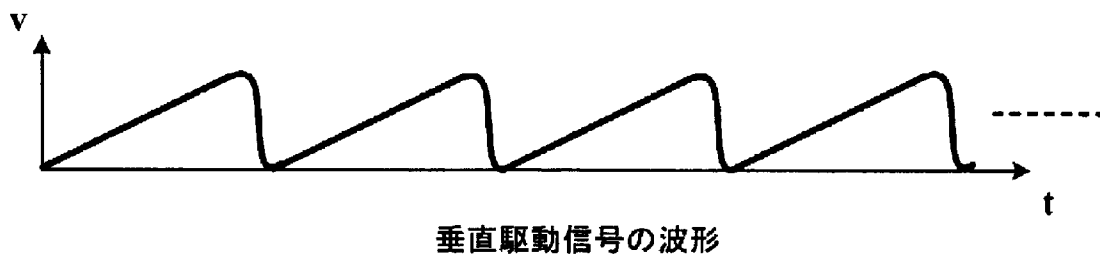
[図6B]



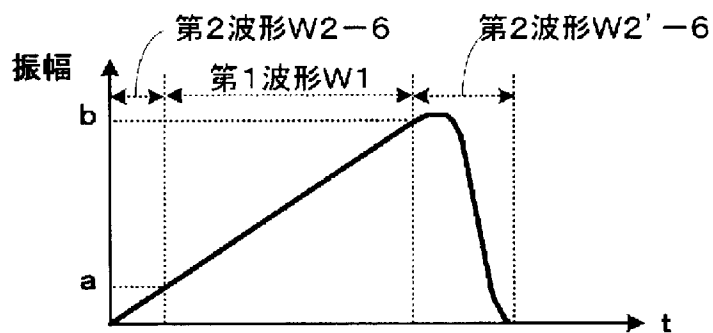
[図7]



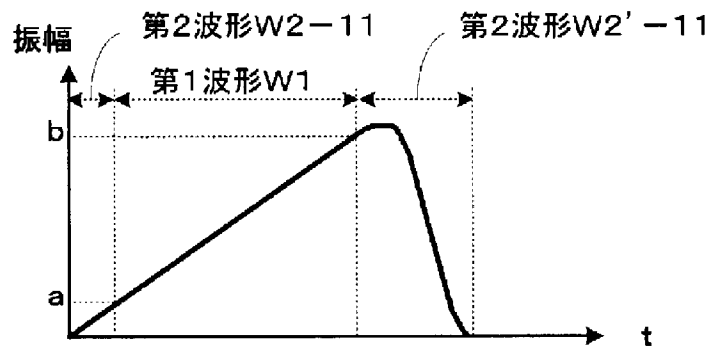
[図8]



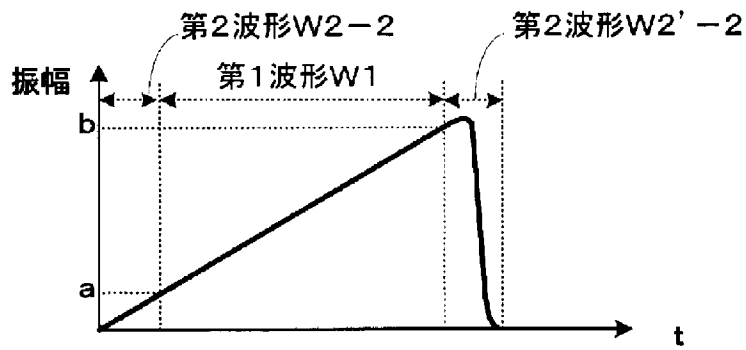
[図9A]



[図9B]



[図9C]



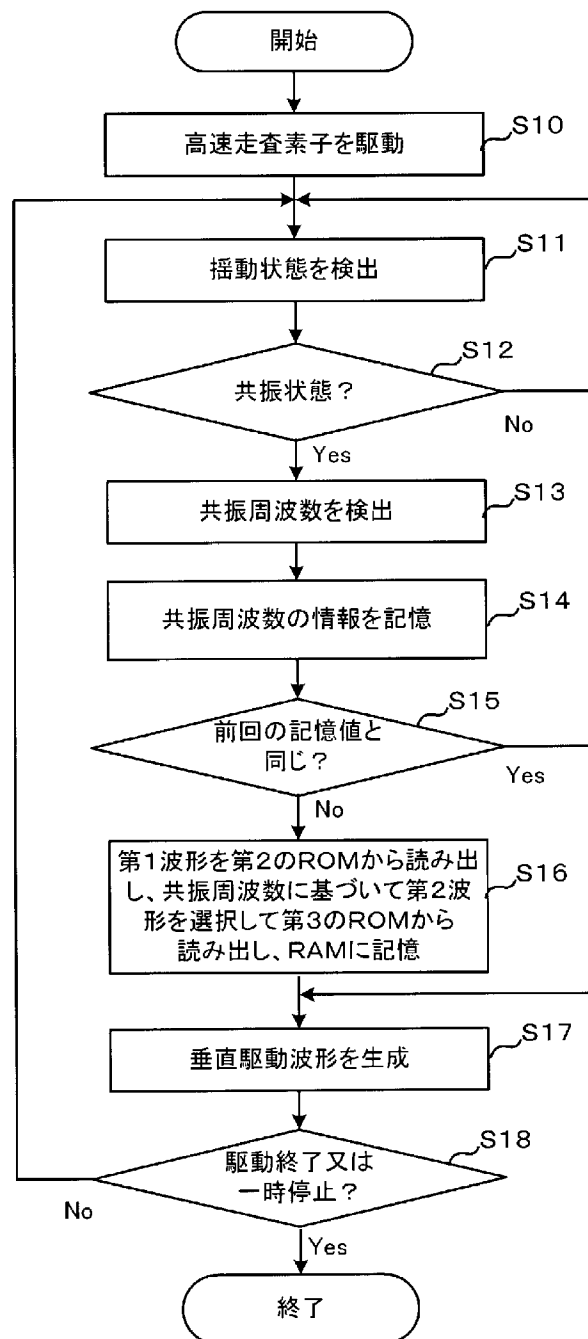
[図10]

共振周波数fr 中心値f0 (Hz)	低速走査素子 第2波形W2, W2'
28500	W2-1 W2'-1
28800	W2-2 W2'-2
29100	W2-3 W2'-3
29400	W2-4 W2'-4
29700	W2-5 W2'-5
30000	W2-6 W2'-6
30300	W2-7 W2'-7
30600	W2-8 W2'-8
30900	W2-9 W2'-9
31200	W2-10 W2'-10
31500	W2-11 W2'-11

[図11]

共振周波数fr 中心値f0 (Hz)	輝度補正割合 Kj
28500	0. 952
28800	0. 962
29100	0. 971
29400	0. 98
29700	0. 99
30000	1. 00
30300	1. 01
30600	1. 02
30900	1. 031
31200	1. 042
31500	1. 053

[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054584

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/10(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i, G09G3/02(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, H04N3/08(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, G03B21/00-25/00, G09G3/02, G09G3/20, H04N3/08

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
A	JP 2006-276399 A (Brother Industries, Ltd.), 12 October 2006 (12.10.2006), paragraphs [0027] to [0127]; fig. 1, 4, 5, 7 to 10 & US 2008/0204839 A1 & WO 2006/104084 A1	1-6
A	JP 2008-077035 A (Sony Corp.), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraphs [0016] to [0062]; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2003-302590 A (Canon Inc.), 24 October 2003 (24.10.2003), paragraphs [0047] to [0051]; fig. 6 (Family: none)	1-6

☒ 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
20 April, 2010 (20.04.10)

Date of mailing of the international search report
11 May, 2010 (11.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054584

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2009-198988 A (Funai Electric Co., Ltd.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0031] to [0095]; fig. 1, 3, 11 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/10(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i, G09G3/02(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i,
H04N3/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/00, 26/08-26/12,
G03B21/00-25/00,
G09G3/02, G09G3/20, H04N3/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
A	JP 2006-276399 A（ブラザー工業株式会社） 2006.10.12, 段落【0027】 - 【0127】，第1, 4, 5, 7-10 図 & US 2008/0204839 A1 & WO 2006/104084 A1	1-6
A	JP 2008-077035 A（ソニー株式会社） 2008.04.03, 段落【0016】 - 【0062】，全図 （ファミリーなし）	1-6

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

2 0 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号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

2 X

4 0 8 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

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
A	JP 2003-302590 A (キヤノン株式会社) 2003. 10. 24, 段落【0047】 - 【0051】, 第 6 図 (ファミリーなし)	1-6
P, A	JP 2009-198988 A (船井電機株式会社) 2009. 09. 03, 段落【0031】 - 【0095】, 第 1, 3, 11 図 (ファミリーなし)	1-6