

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4447963号
(P4447963)

(45) 発行日 平成22年4月7日 (2010.4.7)

(24) 登録日 平成22年1月29日 (2010.1.29)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 26/10 (2006.01)

G O 2 B 26/10 1 O 4 Z

H O 4 N 1/036 (2006.01)

G O 2 B 26/10 C

H O 4 N 1/113 (2006.01)

H O 4 N 1/036 Z

H O 4 N 1/04 1 O 4 Z

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-162536 (P2004-162536)
 (22) 出願日 平成16年5月31日 (2004.5.31)
 (65) 公開番号 特開2005-345574 (P2005-345574A)
 (43) 公開日 平成17年12月15日 (2005.12.15)
 審査請求日 平成19年5月31日 (2007.5.31)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086483
 弁理士 加藤 一男
 (72) 発明者 加藤 貴久
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 (72) 発明者 安田 進
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 (72) 発明者 島田 康弘
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光偏向器制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の周波数が他方の周波数の定数倍である比例関係にある互いに異なる周波数の正弦振動を行う2つの偏向反射面と、2つの該偏向反射面を駆動する駆動手段と、周波数検知回路と、を有し、2つの前記偏向反射面の正弦振動の重ね合わせにより光源からの光を偏向走査する光偏向器を制御する光偏向器制御装置であって、前記光偏向器によって偏向走査される光の偏向走査の角速度のプリセットされた最大値と最小値および前記周波数検知回路から出力される前記互いに異なる周波数の正弦振動のいずれか1つの周波数から、2つの前記偏向反射面の正弦振動の最大振幅の制御目標値を決定する演算回路を有することを特徴とする光偏向器制御装置。

【請求項 2】

前記互いに異なる周波数は、一方の周波数が他方の周波数の2倍または3倍であることを特徴とする請求項1に記載の光偏向器制御装置。

【請求項 3】

偏向反射面を持つ可動子を含む2つ以上の可動子と、該可動子を連結する複数の弾性支持部と、該複数の弾性支持部の一部を支持する支持体で構成されて前記偏向反射面を一振動軸の回りに振動可能にするように構成された振動系と、
 周波数検知回路と、
 振動系の有する一方の周波数が他方の周波数の定数倍である比例関係にある2つの異なる固有振動モードで振動系を駆動する駆動手段と、を有し、

光源からの光を偏向走査する光偏向器を制御する光偏向器制御装置であって、
前記光偏向器によって偏向走査される光の偏向走査の角速度のプリセットされた最大値と
最小値および前記周波数検知回路から出力される前記2つの異なる固有振動モードのい
ずれか1つの周波数から、前記偏向反射面の2つの固有振動モードの最大振幅の制御目標
値を決定する演算回路を有することを特徴とする光偏向器制御装置。

【請求項4】

前記2つの異なる固有振動モードの周波数は、一方の周波数が他方の周波数の2倍または
3倍であることを特徴とする請求項3に記載の光偏向器制御装置。

【請求項5】

光源と、光偏向器と、請求項1乃至4の何れか1つに記載の光偏向器制御装置とを有し、
光偏向器は、光偏向器制御装置で制御され、光源からの光を光偏向器により偏向し、該光
の少なくとも一部を画像表示体上に投影することを特徴とする画像表示装置。

10

【請求項6】

光源と、光偏向器と、請求項1乃至4の何れか1つに記載の光偏向器制御装置と、感光体
とを有し、光偏向器は、光偏向器制御装置で制御され、光源からの光を光偏向器により偏
向し、該光の少なくとも一部を感光体上に入射することを特徴とする画像形成装置。

【請求項7】

一方の周波数が他方の周波数の定数倍である比例関係にある互いに異なる周波数の正弦振
動を行う2つの前記偏向反射面の正弦振動の重ね合わせにより光源からの光を偏向走査す
る光偏向器の制御方法であって、

20

前記光偏向器によって偏向走査される光の偏向走査の角速度の最大値と最小値をプリセッ
トする第1の工程と、

前記互いに異なる周波数の正弦振動のいずれか1つの周波数を検知する第2の工程と、
前記第1の工程でプリセットした、偏向走査される光の偏向走査の角速度の最大値と最小
値と、前記第2の工程で求めた周波数とから2つの前記偏向反射面の正弦振動の最大振幅
の制御目標値を決定する工程と、を含むことを特徴とする光偏向器の制御方法。

【請求項8】

偏向反射面を持つ可動子を含む2つ以上の可動子と、該可動子を連結する複数の弾性支持
部と、該複数の弾性支持部の一部を支持する支持体で構成された振動系の前記偏向反射面
を一振動軸の回りに振動させて光源からの光を偏向走査する光偏向器の制御方法であって

30

、
前記光偏向器によって偏向走査される光の偏向走査の角速度の最大値と最小値をプリセッ
トする第1の工程と、

前記振動系の有する一方の周波数が他方の周波数の定数倍である比例関係にある2つの異
なる固有振動モードのいずれか1つの周波数を検知する第2の工程と、

前記第1の工程でプリセットした、偏向走査される光の偏向走査の角速度の最大値と最小
値と、前記第2の工程で求めた周波数とから前記偏向反射面の2つの固有振動モードの最
大振幅の制御目標値を決定する工程と、を含むことを特徴とする光偏向器の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、光偏向器、及び光偏向器を制御する光偏向器制御装置、更にはそれを用いた画
像形成装置などに関する。例えば、光の偏向走査によって画像を投影するプロジェクショ
ンディスプレイや、電子写真プロセスを有するレーザービームプリンタ、デジタル複写機
等の画像形成装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、光偏向器として正弦振動を行う光偏向器を使用した光走査系が種々と提案され
ている。正弦振動を行う光偏向器を使用した光走査系は、ポリゴンミラー等の回転多面鏡
を使用した光走査光学系に比べて、光偏向器を大幅に小型化することが可能であること、

50

消費電力が少ないこと、特に半導体プロセスによって製造されるSi単結晶からなる光偏向器は理論上金属疲労が無く耐久性にも優れていること等の特徴がある。

【0003】

一方、正弦振動を行う光偏向器によって反射偏向された光は、回転多面鏡を使用した光偏向器に比べ、偏向走査の角速度が一定とならず余弦的に変化する。特に偏向走査の両端に向かうにつれ偏向走査の角速度は減少するため、被走査面上で等速走査が必要な応用には、結像光学系（結像レンズ）としてarcsinレンズを用いることが多い。arcsinレンズを用いる場合、走査中心に対して走査端部の主走査方向のFナンバーが変化してしまうという特性があり、走査中心と走査端部との被走査面上におけるスポット径が不均一になってしまう。

10

【0004】

以上のような課題を改善するため、提案がなされている（特許文献1、特許文献2参照）。図11は、特許文献1に開示された光走査系を示す概略図である。光偏向器1012は、第1可動子1014、第2可動子1016とそれらを連結して弾性支持する第1ねじりバネ1018、第2可動子1016と機械的な接地面を弾性支持する第2ねじりバネ1020で構成されている。これら全ての要素は、ねじり軸1026を中心として駆動手段1023によりねじり振動する。また、第1可動子1014は、光を偏向するための反射面を有しており、第1可動子1014のねじり振動によって、光源からの光を偏向走査する。光偏向器1012は、ねじり軸1026を中心としたねじり振動について、基準周波数となる1次の固有振動モードと基準周波数の略3倍の周波数となる2次の固有振動モードを有している。駆動手段1023は、この1次の固有振動モードの周波数とこれに対して同位相で3倍の周波数の2つの周波数で光偏向器1012を駆動する。したがって、光偏向器1012は、1次の固有振動モードに加えて、2次の固有振動モードで同時にねじり振動しているため、第1可動子1014で反射された光の偏向走査の変位角は、この2つの振動モードの重ね合わせとなり、正弦波ではなく略三角波状に変化する。したがって、偏向走査の角速度は、変位角が正弦波であったときと比べ、略等角速度となる領域が広く存在するため、偏向走査の全域に対する利用可能な領域を大きくすることができる。

20

【0005】

一方、第1可動子1014は、偏向走査の反射面の裏面に、変位検出用反射面1015を有している。変位検出手段1032は光を変位検出用反射面1015に入射し、反射光を検出することによって、第1可動子1014の変位角を検出する。変位の検出信号は信号線1034を経て、バンドパスフィルター回路1036で1次の固有振動モードの周波数成分のみ、第1信号線1038、第2信号線1040に送られる。第1信号線1038からの信号は、乗算器1042へ送られ、ここで元の3倍の周波数信号へと変換される。更に、乗算器1042は、位相調節入力1054と振幅調節入力1055を有している。これら2つの入力によって、変位検出手段1032によって検出された第1可動子1014の偏向走査の変位が、適切な略三角波状の変位となるように、乗算器1042からの出力信号の位相、最大振幅をそれぞれ調節することができる。

30

【0006】

乗算器1042からの信号は、加算器1046へ入力される。加算器1046は、乗算器1042からの信号と、第2信号線1040、自動ゲイン制御回路1060を経た1次の固有振動モードの周波数信号とを加算し、光偏向器1012の駆動信号を生成する。駆動信号は、信号線1048を経て駆動回路1050へ送られ、駆動手段1023を1次の固有振動モードとその3倍の周波数信号の合成波形で駆動する。

40

【0007】

自動ゲイン制御回路1060は、ピーク検出回路1056、差分増幅回路1061、プリセット振幅1063、増幅器1062、ゲイン制御回路1064から成る。第2信号線1040は2つの信号線1040a、1040bに分岐される。信号線1040aからの信号は、ピーク検出回路1056で検出された最大振幅と予め設定された振幅値であるプリセット振幅1063との差分を差分増幅回路1061により検出する。この差分信号は、

50

ゲイン制御回路1064を制御する増幅器1062に送られ、信号線1040bからの信号をプリセット振幅1063と同ゲインとなるようにゲイン制御回路1064を制御する。

【特許文献1】米国特許第4859846号公報

【特許文献2】米国特許第5047630号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記従来例においては、2つの異なる固有振動モードで駆動する際の各周波数成分の重ね合わせの係数（つまり、各周波数成分の振幅の最大値）は、振幅調節入力1055とプリセット振幅1063での既定値によって決定されており、好適な値を設定することが困難であった。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題に鑑み、本発明の光偏向器制御装置は、一方の周波数が他方の周波数の定数倍である比例関係にある互いに異なる周波数の正弦振動を行う2つの偏向反射面と、2つの該偏向反射面を駆動する駆動手段と、周波数検知回路と、を有し、2つの前記偏向反射面の正弦振動の重ね合わせにより光源からの光を偏向走査する光偏向器を制御する光偏向器制御装置であって、前記光偏向器によって偏向走査される光の偏向走査の角速度のプリセットされた最大値と最小値および前記周波数検知回路から出力される前記互いに異なる周波数の正弦振動のいずれか1つの周波数から、2つの前記偏向反射面の正弦振動の最大振幅の制御目標値を決定する演算回路を有することを特徴とする。また、本発明の光偏向器制御装置は、偏向反射面を持つ可動子を含む2つ以上の可動子と、該可動子を連結する複数の弾性支持部と、該複数の弾性支持部の一部を支持する支持体で構成されて前記偏向反射面を一振動軸の回りに振動可能にするように構成された振動系と、周波数検知回路と、振動系の有する一方の周波数が他方の周波数の定数倍である比例関係にある2つの異なる固有振動モードで振動系を駆動する駆動手段と、を有し、光源からの光を偏向走査する光偏向器を制御する光偏向器制御装置であって、前記光偏向器によって偏向走査される光の偏向走査の角速度のプリセットされた最大値と最小値および前記周波数検知回路から出力される前記2つの異なる固有振動モードのいずれか1つの周波数から、前記偏向反射面の2つの固有振動モードの最大振幅の制御目標値を決定する演算回路を有することを特徴とする。

【0010】

また、上記課題に鑑み、本発明の画像表示装置は、光源と、光偏向器と、請求項1乃至4の何れか1つに記載の光偏向器制御装置とを有し、光偏向器は、光偏向器制御装置で制御され、光源からの光を光偏向器により偏向し、該光の少なくとも一部を画像表示体上に投影することを特徴とする。

【0011】

また、上記課題に鑑み、本発明の画像形成装置は、光源と、光偏向器と、請求項1乃至4の何れか1つに記載の光偏向器制御装置と、感光体とを有し、光偏向器は、光偏向器制御装置で制御され、光源からの光を光偏向器により偏向し、該光の少なくとも一部を感光体上に入射することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明による上記光偏向器制御装置によって、偏向走査の仕様である偏向走査の最大角速度と最小角速度、周波数から、好適な各周波数成分の重ね合わせの係数を決定することが可能となり、所望の領域において偏向走査の角速度が略一定となる構成を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。

(実施例 1)

図 1 は本発明の光偏向器制御装置を含む光走査系の実施例を示すブロック図である。図 1 に示すように、本実施例の光走査系は、光偏向器 3 1、変位角検知手段 3 2、光偏向器制御装置 5 1 で構成される。図 2 には、光偏向器 3 1 の上面図を示した。図示のように、光偏向器 3 1 は、第 1 可動子 1 1、第 2 可動子 1 3 とそれらを連結して弾性支持する第 1 ねじりバネ（弾性支持部）1 2、第 2 可動子 1 3 と機械的な支持体 1 5 を弾性支持する第 2 ねじりバネ（弾性支持部）1 4 で構成されている。これら全ての要素（本発明では振動系と呼ぶ）は、ねじりバネ 1 2、1 4 で規定される 1 つのねじり軸 1 7 を中心として駆動手段 1 6 によりねじり振動される。また、第 1 可動子 1 1 は、光を偏向するための図示しない反射面を有しており、第 1 可動子 1 1 のねじり振動によって、反射面は光源からの光を偏向走査する。図 2 では、ねじりバネ 1 2、1 4 を直列的に設けているが、可動子と弾性支持部との連結の仕方、配置は、光偏向面について後記の式 3 の振動が或る振動軸の回りで起こるのであれば、どのようなものでもよい。

【0014】

光偏向器 3 1 は、ねじり軸 1 7 を中心としたねじり振動について、基準周波数となる周波数 f_0 の 1 次の固有振動モードと基準周波数の 2 倍の周波数となる 2 次の固有振動モードを有している 2 自由度振動系として扱うことができる。駆動手段 1 6 は、この 1 次の固有振動モードの周波数とこれに対して同位相で 2 倍の周波数の 2 つの周波数で光偏向器 3 1 を駆動する。こうした振動系は、ばね定数、質量、形状などを適当に設計することで構成

【0015】

図 3 は、横軸を時間 t として、第 1 可動子 1 1 の周波数 f_0 のねじり振動の変位角を説明する図である（本明細書においては、可動子の往復振動の変位角と、光偏向器によって偏向走査される光の変位角とは定数分が異なるのみであるので、等価的に扱う）。図は、特に第 1 可動子 1 1 のねじり振動の 1 周期 T_0 に相当する部分を示している（ $-T_0/2 < t < T_0/2$ ）。

【0016】

曲線 6 1 は、駆動手段 1 6 を駆動する駆動信号のうち、基準周波数 f_0 の成分を示しており、最大振幅 $\pm \phi_1$ の範囲で往復振動し、時間 t 、角周波数 $w_0 = 2\pi f_0$ として、

$$\theta_1 = \phi_1 \sin[w_0 t] \quad (\text{式 1})$$

であらわされる正弦振動である。

【0017】

一方、曲線 6 2 は、基準周波数 f_0 の 2 倍の周波数成分を示しており、最大振幅 $\pm \phi_2$ の範囲で振動し、

$$\theta_2 = \phi_2 \sin[2w_0 t] \quad (\text{式 2})$$

なる正弦振動である。

【0018】

曲線 6 3 は、このような駆動の結果生じる第 1 可動子 1 1 のねじり振動の変位角を示している。光偏向器 3 1 は、前述のようにねじり振動について、2 自由度振動系として扱うことができ、基準周波数 f_0 の固有振動モードと周波数が $2f_0$ の 2 次の固有振動モードをねじり軸 1 7 中心のねじり振動について有している。そのため、光偏向器 3 1 には、上記 θ_1 、 θ_2 の駆動信号に励起された共振がそれぞれ生じる。つまり、曲線 6 3 の第 1 可動子 1 1 の変位角は、2 つの正弦振動の重ね合わせの振動となり、

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 = \phi_1 \sin[w_0 t] + \phi_2 \sin[2w_0 t] \quad (\text{式 3})$$

で表される鋸波状の振動となる。

【0019】

図 4 は、図 3 の曲線 6 1、6 3、直線 6 4 を微分した曲線 6 1 a、6 3 a、直線 6 4 a を示しており、これらの曲線の角速度を説明している。基準周波数 f_0 の正弦振動の角速度である曲線 6 1 a と比べ、第 1 可動子 1 1 の鋸波状の往復振動の角速度を示す曲線 6 3 a

は、区間 $N-N'$ において、極大点の角速度 V_1 、極小点の角速度 V_2 を最大・最小とする範囲に角速度が収まっている。したがって、光偏向器 31 による光の偏向走査を利用する応用において、等角速度走査である直線 64a からの角速度の許容誤差以内に V_1 、 V_2 が存在するならば、区間 $N-N'$ は実質的な等角速度走査とみなすことができる。このように、鋸波状の往復振動によって、偏向走査の角速度は、変位角が正弦波であったときと比べ、実質的な等角速度となる領域を広く設定することができるため、偏向走査の全域に対する利用可能な領域を大きくできる。

【0020】

本実施例では、特に 2 つの固有振動モードの周波数が 2 倍の関係を説明したが、これを 3 倍にした場合は、重ね合わせの振動の形状は略三角波となる。この場合、偏向走査の往復で略等角速度の領域が現れるため、往復で等角速度を利用する応用に特に好適となる。

【0021】

図 1 の構成の説明に戻って、図 1 に示すように変位角検出手段 32 は、光偏向器 31 の第 1 可動子 11 の変位角を検知する。変位角の検知信号は、第 1 バンドパス回路 35、第 2 バンドパス回路 36 に送られる。第 2 バンドパス回路 36 は、第 1 可動子 11 の振動のうち、基準周波数の 2 倍の $2f_0$ の信号成分付近の周波数帯が通過する。第 2 バンドパス回路 36 からの信号は、信号 52a、52b、52c、52d のように第 2 ピーク検出回路 43、加算器 41、割算器 40、周波数検知回路 34 にそれぞれ送られる。52b からの信号は、第 2 制御目標値 44 となるように第 2 ゲイン制御回路 46 により最大振幅を調整されて、加算器 41 へ送られる。一方、52c からの信号は、割算器 40 により周波数 $2f_0$ の半分の周波数 f_0 に変換され、第 1 制御目標値 49 となるように第 1 ゲイン制御回路 50 で最大振幅を調節された後、加算器 41 へ送られる。加算器 41 では、周波数 f_0 、 $2f_0$ の 2 信号を加算し、駆動回路 42 へ駆動信号を送る。駆動回路 42 は、この駆動信号によって光偏向器 31 を駆動する。

【0022】

この駆動信号により駆動される第 1 可動子 11 の変位角 θ は、曲線 63 のように鋸波状の振動になるように、式 3 の重ね合わせの 2 つの係数 ϕ_1 、 ϕ_2 の制御目標値を適切に設定する必要がある。本実施例の光偏向器制御装置は、最大角速度プリセット 38、最小角速度プリセット 39、第 1 可動子 11 の周波数 $2f_0$ から ϕ_1 、 ϕ_2 を決定する振幅制御装置 37 を有することを特徴とする。

【0023】

振幅制御装置である演算回路 37 は、最大角速度プリセット 38、最小角速度プリセット 39、信号線 52d を経た周波数検知回路 34 からの信号による第 1 可動子 11 の周波数 $2f_0$ から第 1 制御目標値 44、第 2 制御目標値 49 の 2 つを決定する。演算回路 37 で演算は以下に示すように行われる。

【0024】

図 4 に示した第 1 可動子 11 の角速度を示す曲線 63a は、2 つの極大値と極小値を持っている。極大・極小の時間 t は変位角の 2 階微分である角加速度 θ'' が 0 となる時間であり、この時間を t_1 、 t_2 として、本実施例の場合、特に以下ようになる。

$$\theta''(t) = -\phi_1 w_0^2 \sin[w_0 t] - 4\phi_2 w_0^2 \sin[2w_0 t] = 0 \quad (\text{式 4})$$

$$(t_1, t_2) = (w_0(\phi_1 + 2\phi_2), -w_0(\phi_1^2/(16\phi_2) + 2\phi_2)) \quad (\text{式 5})$$

【0025】

時間 t_1 、 t_2 の角速度が図 4 での区間 $N-N'$ における最大角速度 V_1 、最小角速度 V_2 であるので、以下の連立方程式を ϕ_1 、 ϕ_2 について解くことによって、所望の ϕ_1 、 ϕ_2 についての関係式を得る。

$$\theta'(t_1, w_0, \phi_1, \phi_2) = V_1 \quad (\text{式 6-1})$$

$$\theta'(t_2, w_0, \phi_1, \phi_2) = V_2 \quad (\text{式 6-2})$$

本実施例の場合、特に以下ようになる。

$$(\phi_1, \phi_2) = (2/(9w_0) \{4V_1 + 2V_2 + [2(V_2 - V_1)(V_1 + 2V_1)]^{1/2}\}, 1/(18w_0) \{V_1 - 4V_2 - 2[2(V_2 - V_1)(V_1 + 2V_1)]^{1/2}\}) \quad (\text{式 7})$$

【0026】

こうして、本実施例の演算回路37は式7によって最大角速度プリセット38、最小角速度プリセット39、周波数 $2f_0$ から第1制御目標値44、第2制御目標値49を決定する。

【0027】

再び図1の構成の説明に戻って、第1バンドパス回路35は、基準周波数 f_0 の信号成分付近の周波数帯が通過する。第1バンドパス回路35からの信号は、第1ピーク検出回路47へ送られる。第1ピーク検出回路47、第2ピーク検出回路43はそれぞれの周波数信号の振幅を検知し、第1差分増幅器48、第2差分増幅器45へそれぞれ信号を送る。ここで、第1差分増幅器48、第2差分増幅器45は、第1ゲイン制御回路50、第2ゲイン制御回路46をそれぞれ制御するため、信号線52bを経た周波数 $2f_0$ の信号と割算器40を経た基準周波数 f_0 の信号が、第1制御目標値49、第2制御目標値44となるように、最大振幅を調整できる。

10

【0028】

以上のように光偏向器制御装置51は、偏向走査の仕様である最小角速度 V_1 、最大角速度 V_2 を満たす ϕ_1 、 ϕ_2 を、第1可動子11の基準周波数 f_0 によって決定することができる。更に、本実施例では、演算回路37に入力する値を周波数 $2f_0$ としたが、これの $1/2$ の周波数つまり基準周波数 f_0 を用いても同様に ϕ_1 、 ϕ_2 を決定することができる。

【0029】

更に本実施例は、第1可動子11の周波数 $2f_0$ が、温度等の外的な要因によって変化した場合でも、常に最小角速度 V_1 、最大角速度 V_2 を満たす偏向走査を達成する ϕ_1 、 ϕ_2 を設定することができる。図5、図6は、横軸を時間 t として第1可動子11の周波数 f_0 のねじり振動の変位角、角速度をそれぞれ説明する図である。図5は、特に第1可動子11のねじり振動の1周期 T_0 に相当する部分($-T_0/2 < t < T_0/2$)を示しており、縦軸は、標準化変位角であって、式3における変位角 θ を ϕ_1 で除した値である。曲線71は、周波数 $2f_0$ を4kHz(つまり基準周波数 f_0 を2kHz)、最小角速度を8000rad/s、最大角速度を8800rad/sで、式7により、 ϕ_1 を0.9902、 ϕ_2 を-0.1768とした標準化変位角を示している。更に、図6は、曲線71を微分した曲線71aを示している。図6の縦軸は、第1可動子11の角速度を ϕ_1 で除した標準化角速度を示している。

20

30

【0030】

図5、図6に破線で示した曲線72、72aは、最小・最大角速度を曲線71と等しく設定し、周波数 $2f_0$ を4.4kHz(基準周波数 f_0 を2.2kHz)としたものである。これは、温度等の外的な要因などによって周波数 $2f_0$ が10%変化した場合の曲線71の変化を想定したものである。この場合においても、式7から好適な最大振幅を算出することが可能である。図示した曲線72、72aは、式7より ϕ_1 を0.9002、 ϕ_2 を-0.1607とした曲線である。このように、本実施例の光偏向器制御装置により、周波数 $2f_0$ または、基準周波数 f_0 が変化した場合でも、常に最小・最大角速度が同一の偏向走査を実現可能となる。特に本実施例に示したように2つの固有振動モードの周波数が互いに2倍となる関係を用いることによって、鋸波状の往復振動が達成できるため、本実施例は、光の偏向走査の片側(往路または復路)のみを用いる応用に好適な形態となる。更に本実施例では、単一の光偏向器で、正弦波の重ね合わせの往復振動を達成できるため、光走査系を小型化することができる。

40

【0031】

(実施例2)

図8は本発明の光偏向器制御装置を含む光走査系の第2の実施例を示すブロック図である。本実施例では、第1の実施例と同一部分には、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0032】

図8の本実施例の光偏向器制御装置を含む光走査系は、第1の実施例と異なり、2つの光

50

偏向器 31、311を有している。それに伴って、変位角検知手段もそれぞれ32、322のように2つ有している。図7(a)には、光偏向器31、311の上面図を示した。図示のように、光偏向器31、311は、可動子23と、可動子23と機械的な支持体25を弾性支持するねじりバネ24で構成されている。これら全ての要素は、ねじり軸17を中心として駆動手段16によりねじり振動する。また、可動子23は、光を偏向するための図示しない反射面を有しており、可動子23のねじり振動によって、光源からの光を偏向走査する。特に、本実施例では、2つの光偏向器31、311は、構成要素は同一であるが、各要素の寸法が異なっている。そのため光偏向器31のねじり軸17を中心としたねじり振動について、周波数 f_0 の1次の固有振動モードを有するのに対して、光偏向器311は、2倍の周波数 $2f_0$ の1次の固有振動モードを有している。

10

【0033】

図7(b)は、光偏向器31、311の2つの光偏向器の配置を説明する概念図である。図7(b)に示すように光偏向器31は、可動子23a、支持体25a、ねじりバネ24aで構成されている。一方、光偏向器311は、可動子23b、支持体25b、ねじりバネ24bで構成されている。本実施例では、図示のように、光偏向器31、311はそれぞれのねじり軸17a、17bがほぼ平行に配置される。そして、光偏向器31、311は、それぞれの図示しない駆動手段16a、16bによって、それぞれの固有振動モードの周波数(つまり、ここでは、光偏向器31、311はそれぞれ周波数 f_0 、 $2f_0$)で、ねじり軸17a、17bまわりにねじり振動で駆動される。2つの振動軸は必ずしも平行である必要はなく、所望される全体構成に応じて適当な角度で配置され得る。前述の式3の変位角で駆動される可動子による光の偏向と同等な偏向が光22に対して行われる限り、どのような配置でもよい。配置の仕方によっては、光偏向器に入れた光が偏向されて、ほぼ元の方向に戻ってくるような形態にもでき、この場合、光の這い回しにおいて空間が有効に利用されてコンパクトな構成とできる。

20

【0034】

上記構成において、図示しない光源からの光22は、まず光偏向器31の可動子23aの反射面によって偏向走査される。その後、光偏向器311の可動子23bの反射面によって更に偏向走査される。上記のように、光偏向器31、311のねじり振動の周波数は f_0 、 $2f_0$ と異なっているため、2つの反射面で反射され、偏向走査された光22は、第1の実施例で説明した式3と同一の2つの正弦振動の重ね合わせの振動で駆動される偏向器による偏向光としてあらわされる。本実施例では、重ね合わせの正弦振動の周波数の関係が f_0 、 $2f_0$ と2倍で、位相差がないため、第1の実施例と同様の鋸波状の振動となる。したがって、本実施例の光偏向器31、311を用いた光走査系においても、第1の実施例の原理と全く同様に、鋸波状の振動によって、偏向走査の角速度は、変位角が正弦波であったときと比べ、実質的な等角速度となる領域を広く設定でき、偏向走査の全域に対する利用可能な領域を大きくできる。本実施例では、特に2つの固有振動モードの周波数が2倍の関係を説明したが、これを3倍にした場合は、重ね合わせの振動の形状は略三角波となる。この場合、偏向走査の往復で略等角速度の領域が現れるため、往復で等角速度を利用する応用に特に好適となる。

30

【0035】

更に、本実施例では、第1の実施例と比べ、2つの光偏向器で構成することによって、それぞれの光偏向器は、可動子、ねじりバネが1つと比較的簡易な構造であるため、製造が容易で耐久性の高い光走査系とすることができる。

40

【0036】

図8の構成の説明に戻ると、本実施例の光偏向器制御装置51は、第1の実施例と異なり、変位角検出手段32、322は、光偏向器31、311のそれぞれの可動子23a、23bの変位角を検知する。それぞれの変位角の検知信号は、第2バンドパス回路36、第1バンドパス回路35へそれぞれ送られる。第2バンドパス回路36は、可動子23aの振動のうち、周波数の f_0 の信号成分付近の周波数帯を通過させる。第2バンドパス回路36からの信号は、信号52a、52b、52c、52dのように第2ピーク検出回路4

50

3、駆動回路42、乗算器401、周波数検知回路34にそれぞれ送られる。52bからの信号は、第2制御目標値44となるように第2ゲイン制御回路46により最大振幅を調整されて、駆動回路42へ送られ、この駆動信号によって光偏向器31を駆動する。一方、52cからの信号は、乗算器401により周波数 f_0 の倍の周波数 $2f_0$ に変換され、第1制御目標値49となるように第1ゲイン制御回路50で最大振幅を調節された後、駆動回路421へ駆動信号を送る。駆動回路421は、この駆動信号によって光偏向器31を駆動する。

【0037】

本実施例においても、第1の実施例と同様に、演算回路37は式7によって最大角速度プリセット38、最小角速度プリセット39、周波数 f_0 から第1制御目標値44、第2制御目標値49を決定することができる。

【0038】

第1バンドパス回路35は、周波数 $2f_0$ の信号成分付近の周波数帯を通過させる。第1バンドパス回路35からの信号は、第1ピーク検出回路47へ送られる。第1ピーク検出回路47、第2ピーク検出回路43はそれぞれの周波数信号の振幅を検知し、第1差分増幅器48、第2差分増幅器45へそれぞれ信号を送る。ここで第1差分増幅器48、第2差分増幅器45は、第1ゲイン制御回路50、第2ゲイン制御回路46をそれぞれ制御するため、信号線52bを経た周波数 f_0 の信号と乗算器401を経た周波数 $2f_0$ の信号が、第1制御目標値49、第2制御目標値44となるように、最大振幅を調整できる。

【0039】

以上のように光偏向器制御装置51は、第1の実施例と異なり1つの固有振動モードをもつ2つの光偏向器を組み合わせた光偏向器群において、第1の実施例と同様に、偏向走査の仕様である最小角速度 V_1 、最大角速度 V_2 を満たす ϕ_1 、 ϕ_2 を、可動子23aの周波数 f_0 によって決定することができる。特に本実施例に示したように2つの固有振動モードの周波数が互いに2倍となる関係を用いることによって、鋸波状の往復振動が達成できるため、光の偏向走査の片側（往路または復路）のみを用いる応用に好適な形態となる。本実施例においても、2つの可動子の周波数がほぼ同じ割合で、温度等の外的な要因によって変化した場合でも、常に最小角速度 V_1 、最大角速度 V_2 を満たす偏向走査を達成する ϕ_1 、 ϕ_2 を設定することができる。

【0040】

（第3の実施例）

図9は上記光走査系を用いた光学機器の実施例を示す図である。ここでは光学機器として画像表示装置を示している。図9において、2006は、水平走査用光偏向器であり、投影面2005の水平方向に入射光を偏向走査する。一方、2001は本発明の光偏向器制御装置を含む光走査系であり、本実施例では、垂直方向に入射光を偏向走査する。2002はレーザ光源である。2003はレンズ或いはレンズ群であり、2004は書き込みレンズまたはレンズ群、2005は投影面である。レーザ光源2002から入射したレーザ光は、光の偏向走査のタイミングと関係した所定の強度変調を受けて光偏向器2006、光走査系2001により2次元的に走査される。この走査されたレーザ光は書き込みレンズ2004により投影面2005上に画像を形成する。

【0041】

本発明の光走査系を投影面2005の垂直方向の偏向走査に用いることによって、小型で省電力な共振を利用した光偏向器でありながら、略等角速度に光を偏向走査することができる。そのため、水平走査用光偏向器2006によって描画される画像の水平ラインのライン間隔を略一定とすることができ、画像の輝度むらをなくし、画像の垂直方向の全体サイズを一定にすることが可能となる。

【0042】

更に、本発明の第1の実施例の光偏向器制御装置を用いることにより、光走査系2001の固有振動モードの周波数が温度などの外的要因で変化し、偏向走査の周波数が変化した場合でも、略等角速度となる領域の角速度を同一とすることが可能となる。したがって、

10

20

30

40

50

画像の水平ラインのライン間隔を常に同一とし、画像の輝度むら、画像の垂直方向の全体サイズを常に一定にすることが可能となる。

【0043】

(第4の実施例)

図10は上記光走査系を用いた光学機器の他の実施例を示す図である。ここでは、光学機器として画像形成装置を示している。図10において、3003は本発明の光偏向器制御装置を含む光走査系であり、本実施例では入射光を一次元に走査する。3001はレーザー光源である。3002はレンズあるいはレンズ群であり、3004は書き込みレンズ或いはレンズ群、3005は感光体である。レーザー光源3001から射出されたレーザー光は、光の偏向走査のタイミングと関係した所定の強度変調を受けて、光走査系3003により一次元的に走査される。この走査されたレーザー光は書き込みレンズ3004により、感光体3005上へ画像を形成する。感光体3005は図示しない帯電器により一様に帯電されており、この上に光を走査することによりその部分に静電潜像を形成する。次に、図示しない現像器により静電潜像の画像部分にトナー像を形成し、これを例えば図示しない用紙に転写・定着することで用紙上に画像が形成される。本発明の光偏向器制御装置により、光の偏向走査の角速度を仕様範囲内に設定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の第1の実施例の光偏向器、光偏向器制御装置を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施例の光偏向器を示す上面図である。

【図3】本発明の第1の実施例の光を偏向走査する光偏向器の可動子の変位角（光偏向器によって偏向走査された光の変位角と等価的に置き換えてもよい）を説明する図である。

【図4】本発明の第1の実施例の光偏向器の可動子の角速度（光偏向器によって偏向走査された光の角速度と等価的に置き換えてもよい）を説明する図である。

【図5】本発明の第1の実施例の光偏向器によって偏向走査された光の標準化変位角を説明する図である。

【図6】本発明の第1の実施例の光偏向器によって偏向走査された光の標準化角速度を説明する図である。

【図7】(a)本発明の第2の実施例の光偏向器を示す上面図である。(b)本発明の第2の実施例の2つの光偏向器の配置を示す概念図である。

【図8】本発明の第2の実施例の光偏向器、光偏向器制御装置を示すブロック図である。

【図9】本発明の光偏向器、光偏向器制御装置を用いた光学機器の一実施例を示す図である。

【図10】本発明の光偏向器、光偏向器制御装置を用いた光学機器の他の実施例を示す図である。

【図11】従来例の光偏向器、光偏向器制御装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0045】

11、13 可動子

12、14、24、24a、24b ねじりバネ（弾性支持部）

15、25、25a、25b 支持体

16 固定コイル（駆動手段）

23、23a、23b 可動子（偏向反射面）

31、311、2001、3003 光偏向器（光走査系）

37 演算回路

42、421 駆動回路（駆動手段）

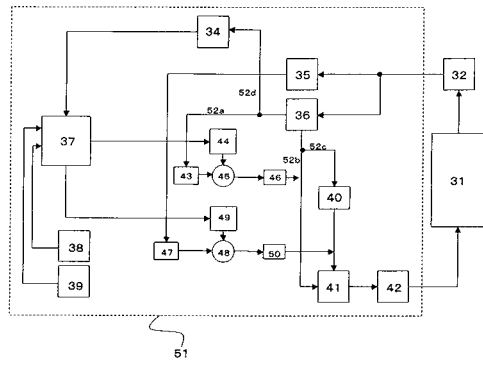
51 光偏向器制御装置

2002、3001 光源

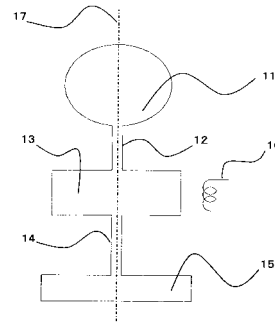
2005 投影面（画像表示体）

3005 感光体

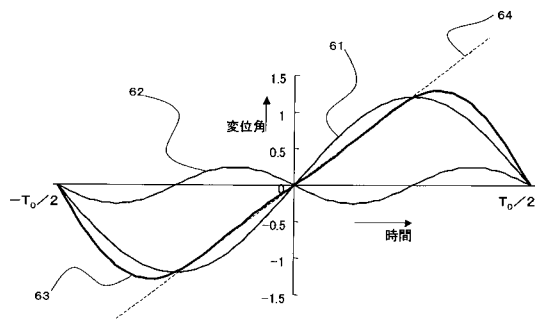
【図 1】



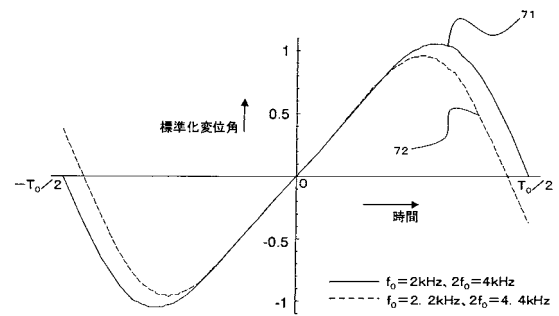
【図 2】



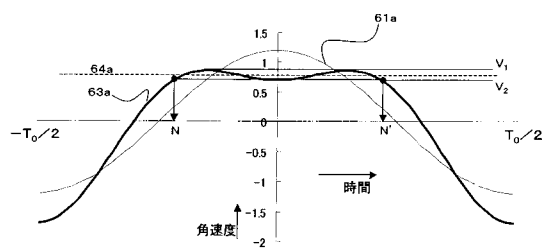
【図 3】



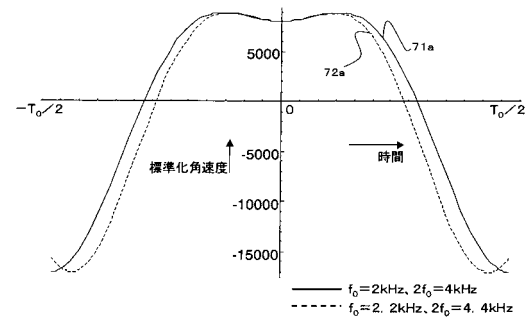
【図 5】



【図 4】

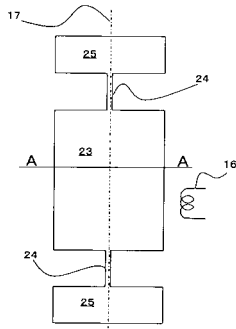


【図 6】

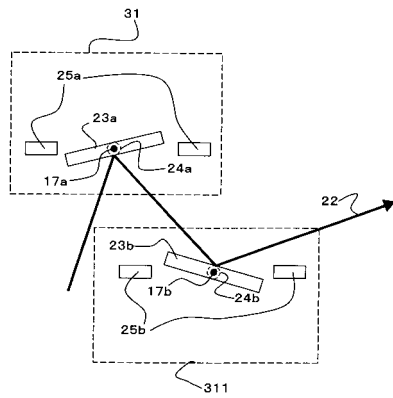


【図 7】

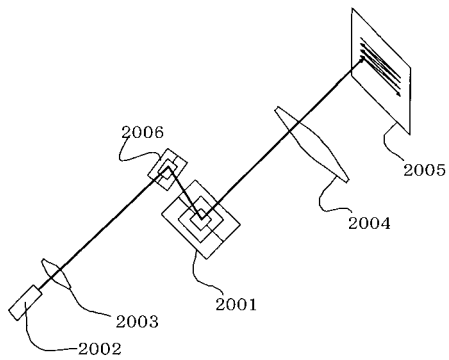
(a)



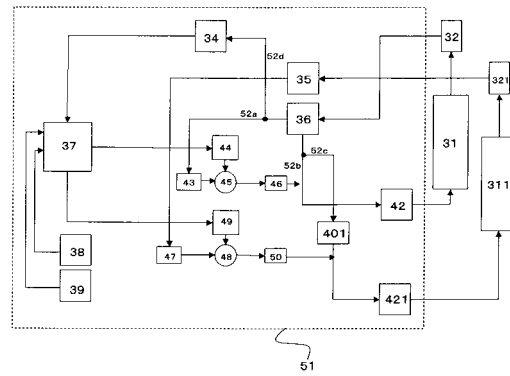
(b)



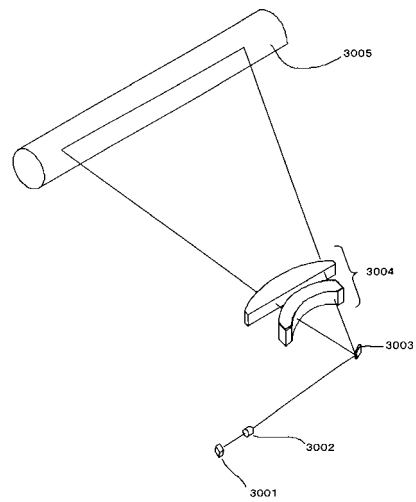
【図 9】



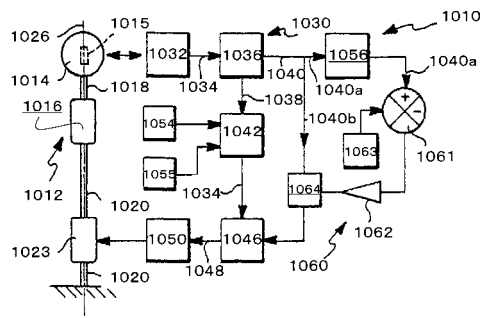
【図 8】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 山下 崇

(56)参考文献 特開2003-279879 (JP, A)
特開2004-085839 (JP, A)
米国特許第05047630 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/10