

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3714101号
(P3714101)**

(45) 発行日 平成17年11月9日(2005. 11. 9)

(24) 登録日 平成17年9月2日(2005. 9. 2)

(51) Int. Cl. ⁷

F I

**G05D 3/00
G03B 5/00**G05D 3/00 C
G03B 5/00 J

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2000-88374 (P2000-88374)	(73) 特許権者	303050159
(22) 出願日	平成12年3月28日 (2000. 3. 28)		コニカミノルタフォトイメージング株式会
(65) 公開番号	特開2001-273034 (P2001-273034A)		社
(43) 公開日	平成13年10月5日 (2001. 10. 5)		東京都新宿区西新宿一丁目2 6 番 2 号
審査請求日	平成15年3月10日 (2003. 3. 10)	(74) 代理人	100062144
			弁理士 青山 稔
		(74) 代理人	100100170
			弁理士 前田 厚司
		(72) 発明者	原 吉宏
			大阪府大阪市中央区安土町二丁目3 番 1 3
			号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	谷井 純一
			大阪府大阪市中央区安土町二丁目3 番 1 3
			号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状記憶合金を含むアクチュエータを用いた制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定寸法に形状記憶された形状記憶合金と、当該形状記憶合金に対して外力を負荷して寸法を変化させる付勢手段と、でアクチュエータを構成し、

形状記憶合金が記憶寸法に復帰する第1方向と、付勢手段が形状記憶合金の寸法を変化させる第2方向と、における被駆動部材の位置を当該アクチュエータで制御する制御装置であって、

被駆動部材を移動させるべき目標位置を決定する目標位置決定手段と、

被駆動部材の現在位置を検出する現在位置検出手段と、

上記目標位置と現在位置との差に対して演算により制御出力を求める制御出力演算手段と、 10

制御出力演算手段により求められた制御出力に対して、アクチュエータの駆動制御を安定させるべく、形状記憶合金の加熱を抑える方向へ修正する補正を加える補正手段と、を備えたことを特徴とする、制御装置。

【請求項 2】

所定寸法に形状記憶された形状記憶合金と、当該形状記憶合金に対して外力を負荷して寸法を変化させる付勢手段と、でアクチュエータを構成し、

形状記憶合金が記憶寸法に復帰する第1方向と、付勢手段が形状記憶合金の寸法を変化させる第2方向と、における被駆動部材の位置を当該アクチュエータで制御する制御装置であって、

被駆動部材を移動させるべき目標位置を決定する目標位置決定手段と、
被駆動部材の現在位置を検出する現在位置検出手段と、
上記目標位置と現在位置との差に対して演算により制御出力を求める制御出力演算手段と、

制御出力演算手段により求められた制御出力に対して、形状記憶合金への印加電圧に負のオフセット電圧が加わるよう補正を行う補正手段と、を備えたことを特徴とする、制御装置。

【請求項 3】

上記付勢手段がスプリングで構成されていることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載の制御装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の制御装置を備えた手振れ補正装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の制御装置を備えたカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、形状記憶合金を含むアクチュエータを用いた制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

近年、例えばレンズシャッターカメラの手振補正機構においても利用できる小型の位置制御機構の必要性が高まっている。かかる要請に応えるアクチュエータとして、形状記憶合金およびバネを利用したアクチュエータが考えられる。これまで、形状記憶合金を利用したアクチュエータの制御方法としては、これを単にスイッチとして利用するためのオン・オフ制御が開示されているにすぎない。また、「システムと制御 第29巻 第5号：栗林 1985年」には、形状記憶合金を用いた制御要素の数学モデルおよびPID制御が紹介されているが、その具体的手法については触れられていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、本発明が解決すべき技術的課題は、形状記憶合金を含むアクチュエータを用いて被駆動部材の位置を制御する制御装置を提供することである。

30

【0004】

【課題を解決するための手段・作用・効果】

本発明は、上記課題を有効に解決するために創案されたものであって、以下の特徴を備えた制御装置を提供するものである。

【0005】

請求項 1 に記載した制御装置においては、「所定寸法に形状記憶された形状記憶合金」と「形状記憶合金に対して外力を負荷して寸法を変化させる付勢手段」とでアクチュエータを構成している。そして、形状記憶合金が記憶寸法に復帰する第1方向と、付勢手段が形状記憶合金の寸法を変化させる第2方向と、における被駆動部材の位置を当該アクチュエータで制御する。なお、付勢手段としては、バイアスバネ等のスプリングを採用することが好ましい。

40

【0006】

請求項 1 に記載した装置は、さらに「被駆動部材を移動させるべき目標位置を決定する目標位置決定手段」と「被駆動部材の現在位置を検出する現在位置検出手段」と「上記目標位置と現在位置との差に対して演算により制御出力を求める制御出力演算手段」と「制御出力演算手段により求められた制御出力に対して、アクチュエータの駆動制御を安定させるべく、形状記憶合金の加熱を抑える方向へ修正する補正を加える補正手段」とを備えたことを特徴としている。

【0007】

50

補正手段が行う補正は、制御出力演算手段により求められた制御出力に対して、形状記憶合金への印加電圧に負のオフセット電圧が加わるよう補正を行うことで形状記憶合金が加熱気味になるのを防止し、これにより、アクチュエータの駆動特性を安定させるものである。オフセット電圧値は、当該制御装置が製品として出荷される前に、擬似的な手振れを与える等して決定される。オフセット電圧値は負の値であることが好ましい。

【0008】

なお、制御出力演算手段により算出され、補正手段により補正を施された出力値(電圧値等)がアクチュエータ用ドライバへと出力され、これに基づいて、当該ドライバが実際にアクチュエータを駆動する。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を、添付の図面を参照して以下に詳細に説明する。

【0010】

本実施形態では、X方向(水平方向)およびY方向(垂直方向)について、それぞれジャイロ(角速度センサ)を利用して手振れに起因する振れ量を検出する。そして、鏡胴内に配置した補正光学系を、手振れを打ち消す方向に駆動させる。補正光学系は、後述するように、形状記憶合金(SMA)およびバイアスバネを利用したアクチュエータで駆動される。なお、一般的に手振れでは、最高で約10Hz程度の正弦波振動がカメラに発生するが、本実施形態はそのような手振れを補正するものである。

【0011】

図1は、本実施形態による手振補正システムの全体構成を示している。カメラ本体a1内には、X方向用ジャイロa2およびY方向用ジャイロa3が配置されており、X方向およびY方向の手振れによる角速度が独立して検出される。振れ検出回路a4は、各ジャイロからの角速度信号に含まれる信号ノイズをカットするフィルタ回路、および角速度信号を角度信号に変換するための積分回路等で構成される。振れ量検出部a5は、振れ検出回路a4からの角度信号を所定時間間隔で取り込んで、カメラの振れ量を係数変換部a8に向けて出力する。X方向の振れ量は"detx"として、Y方向の振れ量は"dety"として、それぞれ出力される。

【0012】

シーケンスコントロール部a7は、撮影および手振補正に関するシーケンスを制御する。リリースボタンa6が半押し状態とされると、測光および測距等の撮影準備を開始する。リリースボタンa6が全押し状態となると、撮影状態に移行し、以下のシーケンスで手振補正を行なう。▲1▼ジャイロからの信号を振れ量検出部a5に取り込んで、振れ量"detx"および"dety"を検出する。▲2▼振れ量検出部a5で得られた振れ量"detx"および"dety"を、係数変換部a8において、補正光学系の実際の移動量"px"および"py"に変換する。▲3▼目標位置算出部a9において、前記移動量"px"および"py"だけ補正光学系を移動させるための駆動信号量"drv x"および"drv y"を算出する。なお、係数変換部a8は、補正光学系の固体バラツキや温度に依存して変化する光学性能を考慮した最適な係数を、撮影準備に移行した際に算出する。

【0013】

目標位置補正部a10は、温度センサa12および実駆動位置取込部a14からの信号に基づいて、目標位置を補正するための補正信号を出力する。実駆動位置取込部a14は、後で詳述するように、補正光学系の現在位置を示す信号を鏡胴側の位置検出センサa25、a26から受けて、目標位置補正部a10へと出力する。この信号に基づいて、目標位置補正部a10は、主として温度が高くなることで性能が変化するSMAアクチュエータのオフセット誤差を考慮した補正を行なう。図示の実施形態では、目標位置算出部a9が目標位置決定手段を構成する。駆動制御補正部a11は、SMAアクチュエータ、駆動機構の固体バラツキ、温度による駆動性能の変化によらず、各個体および各温度で最適な駆動性能が発揮できるよう最適ゲインを設定し、駆動状態を最適化する。以上の処理は、マイコンを利用したデジタル処理にて行なう。

10

20

30

40

50

【0014】

撮影光学系 a 21には補正光学系 a 22が組み込まれている。補正光学系 a 22は、X方向用アクチュエータ a 24およびY方向用アクチュエータ a 26によって、X方向およびY方向に独立して駆動される。補正光学系 a 22のX方向位置およびY方向位置は、それぞれ位置検出センサ a 25および a 26によって検出される。これらのメカ構成を以下に説明する。

【0015】

図2は、補正光学系の駆動機構を説明する平面図である。カメラ本体に対して不動の基台 d 19に対して、X方向にスライド可能な移動台 d 9が配置されている。移動台 d 9に対して、補正光学系 d 1がY方向にスライド可能とされている。したがって、補正光学系 d 1は、基台 d 19に対して、X方向およびY方向のいずれにもスライド可能である。

10

【0016】

移動台 d 9に対する補正光学系 d 1のスライド機構は次の通りである。移動台 d 9の上面上には、Y方向に延びる2本の案内ロッド d 3および d 6が固定されており、その間に補正光学系 d 1が配置される。補正光学系 d 1の保持枠 d 2には各案内ロッドにスライド可能に係合するスライドガイドが固定されており、したがって、補正光学系 d 1は、両案内ロッドに案内されてY方向にスライド可能となっている。一方のスライドガイド d 4から突出する端子 d 5には、SMA d 7およびバイアスパネ d 8が、互いに端子 d 5を引張り合うように配置されている。

【0017】

最初は、「バイアスパネ d 8による引張力」が「SMA d 7による引張力」よりも大きいので、補正光学系 d 1は、図2中下側に位置している。その状態からSMA d 7への通電量を大きくしていくと、徐々にSMA d 7がその記憶長さに向かって縮むので、補正光学系 d 1は上方側へと移動する。したがって、SMA d 7への通電量を制御することで、補正光学系 d 1のY方向の位置を制御することができる。なお、基台 d 19に対する移動台 d 9のX方向の位置制御は、これと同じ原理に基いて行なわれる。このように、形状記憶合金とバイアスパネによりアクチュエータが構成され、かかるアクチュエータがX方向用とY方向用に独立して2つ設けられている。

20

【0018】

なお、図3には、印加電流に対するSMAの伸縮を表すヒステリシスループを示した。SMAは、記憶温度よりも低い状態では柔らかく変形し易いので、バイアスパネに引っ張られて伸びる。そして、加熱されて記憶温度になると、記憶された形状(寸法)に戻る。SMAに印加する電流のオン・オフにより温度を上下させると、SMAを伸縮させることができる。

30

【0019】

図4は、上記補正光学系の現在位置を検出するための位置検出原理を説明する説明図である。補正光学系 d 1の保持枠 d 2(図2参照)にLED e 1が固定されている。すなわち、LED e 1は補正光学系 d 1とともに移動する。LED e 1内の発光チップ e 2からの光は、スリット e 3を通過して、PSD(position sensitive device) e 4の受光部 e 5に到達する。PSD e 4は、カメラ本体に対して不動とされているので、補正光学系 d 1が移動すると、受光部 e 5上での光の重心位置も移動する。この結果、PSD e 4からの出力電流 I 1と I 2との比が変化するので、この比を測定することにより、補正光学系 d 1の位置を検出することができる。

40

【0020】

スリット e 3は、発光LED側が広く、受光PSD側が狭くなるように構成されており、これによりエネルギーロスを抑えながら指向性を鋭くしている。また、スリット e 3は検出する移動方向(矢印 e 7)と直交する方向に延在して設けられているので、図4の例では、補正光学系 d 1の矢印 e 7方向の移動に敏感に反応し、それと直交する方向への移動によっては影響を受けない。このような位置検出機構を補正光学系 d 1のX方向位置およびY方向位置の検出のために、それぞれ独立して2つ設ける。このように、図示の実施形態では、発光LEDおよび受光PSDが現在位置検出手段を構成している。

50

【0021】

次に、図1中の駆動制御部a23について、図5および図6を参照しながら詳細に説明する。図5には、駆動制御部a23の構成概要を示している。この部分は、大きく分けると、データ受信部(b1～b4)、DAコンバータ部b5、X方向サーボ制御部(b6、b8)、Y方向サーボ制御部(b7、b9)、およびアクチュエータドライバ部b10から構成される。

【0022】

b1およびb2は、X方向およびY方向のそれぞれについて、目標位置算出部a9からの目標位置信号を受信して記憶する目標位置データ受信部である。b3およびb4は、X方向およびY方向のそれぞれについて、駆動補正部a11からの信号を受信して記憶するゲインデータ受信部である。ここに記憶されたゲインデータに基づいてサーボ回路のゲイン設定が行なわれる。以下に、本実施形態におけるサーボ制御を説明する。

10

【0023】

不図示のX/Y方向選択回路によってX方向を選択すると、X方向の目標位置データが目標位置算出部a9からデータ受信部b1に記憶される。このデータは、DAコンバータb5でD/A変換される。このとき、サンプルホールド回路b6はサンプリング状態となり、b5からの出力が目標位置電圧として、X方向サーボ制御回路b8へと出力される。一方、サンプルホールド回路b7はホールド状態となっている。

【0024】

次のタイミングでは、Y方向の目標位置を設定するために、上記X/Y方向選択回路によってY方向を選択し、上記と同様にして、b5からの出力を目標位置電圧として、Y方向サーボ制御回路b9へと出力する。以下同様にして、X方向およびY方向の目標データの出力を交互に繰り返す。

20

【0025】

X方向サーボ制御回路b8およびY方向サーボ制御回路b9は同様の構成を有するので、X方向サーボ制御回路b8についてのみ説明する。図5に示したように、X方向サーボ制御回路b8は、サーボ制御部と位置検出部とで構成される。サーボ制御部は、制御出力演算手段を構成するものであって、図6の破線内に詳しく示している。以下、これについて説明する。

【0026】

前述したように、サンプルホールド回路b6から目標位置相当の電圧 V_t が入力される。一方、X方向における現在位置相当の電圧は、次のようにして位置検出部で生成される。LED e1からの光を受けたPSD e4から出力される電流 I_1 および I_2 は、 I/V 変換回路(電流/電圧変換回路)c23、c24でそれぞれ電圧に変換される。変換された電圧値は、減算回路c25では減算され、加算回路c26では加算される。加算回路c26で得られた電圧値は電流制御部c27に送られる。ここでは、電圧値の和を一定に保つ制御が行なわれる。電圧値の和が一定に保たれていると、減算回路c25からの出力をモニターして補正光学系d1の位置を検出することができる。減算回路c25からの出力はローパスフィルタc28を通すことで高周波ノイズがカットされ、補正光学系d1のX方向の現在位置に相当する電圧 V_n が出力される。ローパスフィルタc28からの信号は、加算回路c3に送られるとともに、後述するオフセット誤差実測の際には、カメラ本体側の実駆動位置取込部a14(図1参照)内にも送られる。

30

40

【0027】

加算回路c3では、上記目標位置相当電圧 V_t と現在位置相当電圧 V_n との減算を行なう。現在位置相当電圧 V_n は、負の値となるので、加算回路で加算することで減算を行なうことができる。比例ゲイン回路c4は、目標位置と現在位置との差のゲインを設定する。微分回路c5およびc6は、 90° の位相進み補償を行なうもので、2回微分を行なうと 180° の位相進み補償を行うことができる。c4～c6のすべての回路を利用すると、制御理論でいうPDD制御を行なうことができる。これらの回路の組み合わせにより、X方向ゲイン部b3でのゲインデータ設定値に対応した各種ゲインを得ることができる。すなわち、駆動メカ部の固体バラツキがあっても、それを吸収することができる。また、これらの

50

回路により、温度変化による影響も補正することができる。

【0028】

サーボオフセット回路c8は、c4～c6の各回路を通して得られた最終ゲインに対して後に詳述するオフセット電圧を加えることで、SMAが加熱気味になることを抑え、これによりサーボ駆動特性を安定させるものである。すなわち、回路c8は、補正手段を構成する。回路c7は、最終的な電圧ゲイン変換と、高周波ノイズの除去を行なう。基準電圧部c9は、アクチュエータドライバb10に向けて基準電圧を出力する。アクチュエータドライバb10は、入力電圧に比例した電圧をSMA d17に印加する。ただし本実施形態では、後述するように、 $V_{in}-V_{ref}$ の値が負になる場合には、SMAに対する電圧の印加は行なわれない。

10

【0029】

アクチュエータドライバb10内のドライバICの接続状態を図7に、その出力特性を図8に、それぞれ示した。 V_{in} 端子f2は、図6中の回路c7からの入力を受ける。 V_{ref} 端子f3は、図6中の基準電圧部c9からの入力を受ける。「 V_{in} 端子f2からの入力値」と「 V_{ref} 端子f3からの入力値」とを比較し、 $V_{in}-V_{ref}$ が正の場合には、 $VM+$ 端子f4からSMA d17に対して駆動電圧を印加され、この結果、SMA d17がバイアスバネd18を引き伸ばす方向に縮む。一方、 $VM-$ 端子f5は外部には接続されていないので、 $V_{in}-V_{ref}$ が負の場合には、SMA d17には電圧は印加されない。この場合には、バイアスバネd18のバネ力によってSMA d17が引き伸ばされる。以上のように、アクチュエータドライバICの出力は、 $V_{in}-V_{ref}$ が正の場合にはこれに比例したものとなり、 $V_{in}-V_{ref}$ が負の場合にはゼロとなる。これをグラフに示したのが図8である。

20

【0030】

これと同等の効果を得るための別の手法として、(i)回路c7からの信号値が V_{ref} よりも高い場合には、その電圧値をそのままアクチュエータドライバb10へと出力するが、逆の場合には、アクチュエータドライバb10へ向けた出力自体を停止するような回路構成としたり、(ii) $V_{in}-V_{ref}$ が負である場合にはGNDでリミットするように、アクチュエータドライバb10内のドライバIC内の回路を構成してもよい。いずれの場合にも、本実施形態では、アクチュエータドライバb10への最終出力に対して、上述のような制限を行なう。

【0031】

以上のように、本実施形態では、SMAの一端にのみリニア出力ドライバICの端子を接続して、 $V_{in}-V_{ref}$ が正の場合にだけ電圧を印加しているので、ドライバICの回路構成を簡単化することができる。これに対して、アクチュエータとしては大型となってしまうが、従来から使用されているモータを使用した場合について説明する。 $VM+$ 端子f4および $VM-$ 端子f5の両方を当該モータに接続して補正光学系d1を駆動しようとする場合の、ドライバICとモータの接続関係を図9および図10に示す。図9および図10は、そのような場合における、ドライバICの接続状態および出力特性を示したものである。図9においては、本発明とは異なり、 $VM-$ 端子f5がアクチュエータであるモータf6に接続されていることが分かる。また、図10から、 $V_{in}-V_{ref}$ が負の場合にも、 $VM-$ 端子f5からの出力があることが分かる。当該モータをSMAに置き換えて図9に示す接続をした場合には、バネが縮む方向に駆動したい場合でもSMAが縮む方向に駆動が行われ、正しい駆動を行うことができない。このような例と対比することで、本発明が明瞭に理解できる。なお、本実施形態においては、図9および図10の場合に使用される汎用ドライバICであっても、単に $VM-$ 端子f5への接続を行なわないことによって、同ICを使用することが可能となる。また、図8の出力特性を有する正出力リニアドライバ回路を作成して使用してもよい。

30

40

【0032】

本実施形態における形状記憶合金とバイアスバネとを利用するアクチュエータにおいては、形状記憶合金へ電圧を印加すると、「電流」→「発熱」→「引張力」→「加速度」→「速度」→「位置」という原理に従って、被駆動部材の位置を制御する。ここで、「電流

50

」→「発熱」、「加速度」→「速度」、「速度」→「位置」の3つの過程において、それぞれ90°分の位相遅れがあるので、トータルでは3次(270°)の位相遅れが生じることとなる。図6に示したサーボ回路を使用してPDD(比例+微分+微分)制御を行なった場合の効果を、ボード線図を参照して説明する。

【0033】

形状記憶合金およびバイアスパネを利用してアクチュエータモデルを実際に作成し、このモデルの周波数応答を実測した結果を図11に示した。実測結果を見ると、70Hzよりも高周波になると、約270°の位相遅れが生じ、この結果、サーボ制御を行なった場合、一次(90°分)の位相進み補償(微分)だけでは共振するであろうことが予測できる。この共振を抑えるために微分制御を利用することが必要となるが、一般に1回の微分では90°分の位相を進ませることしかできないので、図11の場合、位相遅れを180°よりも十分に小さくするためには、1回の微分では不十分であって2回微分を行なう必要があると予測できる。この予測が正しいことを図12および図13で検証する。

10

【0034】

図12(a)は、図11に係るアクチュエータモデルに対してPD(比例+微分)制御を行なった場合のオープン特性(フィードバックしない場合の特性)を示す。図12(a)では位相余裕もゲイン余裕もないことが分かる。これに対してフィードバック制御を行なうと、図12(b)に示されるように、1kHzよりもやや低い周波数において共振が生じている。つまり、90°分の位相補償だけでは、良好な制御特性が得られないことが分かる。

【0035】

これに対して図13(a)は、PDD制御(比例+微分+微分)を行なった場合のオープン特性を示す。図12(a)の場合とは異なり、位相余裕およびゲイン余裕が得られている。図13(b)は、これに対してフィードバック制御を行なった場合の周波数応答を示しているが、図12(b)に見られるような共振は発生していない。

20

【0036】

次に、図14以下を参照して、サーボオフセット回路c8を設けたことによる効果を説明する。図14に示した通り、ゲインの設定値を大きくすればするほど、目標位置からの一定のズレに対応した所定時間に印加する平均電流(平均印加電流)も大きくなる(当然、平均印加電圧も大きくなる)。つまり、形状記憶合金を利用してアクチュエータを構成すると、形状記憶合金が加熱気味になることに起因してサーボ制御が不安定になるという問題が生じる。そこで、本実施形態においては、この問題をオフセット電圧を利用して解決している。すなわち、図6中に示した比例ゲイン回路c4および微分ゲイン回路c5、c6を通して得られた最終ゲインに対して負の「オフセット電圧」を加えることで、「形状記憶合金に印加する平均電圧値」を「PDDの演算で求めた平均電圧値」よりも小さくする。これによって、形状記憶合金の加熱し過ぎを抑えることができる。形状記憶合金とバイアスパネで構成されたアクチュエータを使用してサーボ制御を行なう場合は、サーボ駆動性能を高める(目標位置と実際の位置の誤差を小さくする)為にゲインを大きくすると、平均印加電圧もアップしてしまう為に、平均温度も高くなる。その結果、駆動状態が不安定になると共に位置オフセット誤差も変化する(ゲインをアップした場合には、不安定さが増加し、かつ、平均駆動位置は形状記憶合金が縮む方向にシフトする)。

30

40

このようなアクチュエータシステムで最適な駆動制御を行なうためには、以下の構成と手順で最適制御状態に導くことが望ましい。

(1)「比例、微分の各ゲイン」と「オフセット電圧」によって、安定で振動の少ない制御状態に設定する。なお、この時点では、「位置オフセット誤差」が残っている。

(2)残った「位置オフセット誤差」を検出してカメラに記憶させ、当該オフセット誤差を予め加味した位置制御を行うことで対応する。

【0037】

図15および図16は、オフセット電圧を加えることで制御特性が安定することを示すものである。図15はゲイン"中"の場合について、図16はゲイン"大"の場合について、それぞれ示している。図15(a)および図15(b)は、同一の目標位置(曲線A)に対する被駆動部材(こ

50

の例では、補正光学系)の実際の駆動結果について、オフセット電圧を加えない場合と加えた場合とを、それぞれ示している。図15(a)および図15(b)の曲線Bを比較すると分かるように、オフセット電圧を加えることで、曲線Bの振動が抑えられている。すなわち、被駆動部材の振動が抑えられており、サーボ制御による駆動特性が安定している。図16は、ゲイン大の場合について示しているが、図15の場合と同様に、サーボ制御による駆動特性が安定していることが読み取れる。

【0038】

図15(b)および図16(b)中において、曲線Aと曲線Bとの間の距離は、オフセット電圧を加えた後に残る位置誤差(すなわち「位置オフセット誤差」)を示している。なお、図15および図16では、オフセット電圧を加えることによって、曲線B(駆動結果位置)が曲線A(目標位置)に近づいているが、目標位置によっては、オフセット電圧を加えることで、曲線Bが曲線Aから遠ざかる場合もある。具体的には、オフセット電圧を加えない場合の駆動結果位置が形状記憶合金の伸びる側にある場合には、負のオフセット電圧を加えることで曲線Bが曲線Aから遠ざかる。逆に、駆動結果位置が形状記憶合金の縮む側にある場合には、負のオフセット電圧を加えることで曲線Bが曲線Aに近づく。これは、オフセット電圧は常に負の電圧であり、これを加えることで形状記憶合金が「加熱気味になり、過剰に縮んでしまうこと」を防止しているからである。

【0039】

オフセット電圧の具体的な値は、カメラの製造工程最終段階において、擬似的な手振れを与えた場合のアクチュエータの実際の駆動を観察することで決められる。さらに、そのようなオフセット電圧を加えた後に残るオフセット誤差も併せて実測し、これをカメラに記憶させる。すなわち、「オフセット電圧値」および「オフセット誤差」は製品毎の固有値である。図17のフローチャートを参照して、この手順を説明する。

【0040】

所定パラメータの正弦波を擬似的な手振れとしてカメラに与える。そして、この手振れを補正すべく駆動される補正光学系の実際の駆動位置を位置検出部(図5)の出力からモニタリングしながら、比例ゲイン、微分ゲイン、2回微分ゲインの調整を行う(fa1→fa2→fa3)。ゲインの調整は、各回路c4～c6(図6参照)の抵抗を変更することで行う。各ゲインを調整した後で、オフセット電圧の調整を行う(fa4)。このオフセット電圧の値は、形状記憶合金が加熱気味になるのを抑えるべく設定されるものであって、常に負の値を有する。すなわち、形状記憶合金に印加される電圧を抑制するものである。駆動安定性が所望の範囲内に収まるまで、fa1～fa4の調整を繰り返して、当該範囲内に収まると、駆動制御状態が最適化されたものとして、fa5以後のステップに移る。言い換えると、まずfa1～fa5のステップにおいて駆動安定性の高い制御状態を達成し、その後のステップで、オフセット電圧を加えることに起因して生じたオフセット誤差を実測する。

【0041】

オフセット誤差の測定においても、所定パラメータの正弦波を擬似的な手振れとしてカメラに与える。この手振れを打ち消すために必要な被駆動部材の目標位置 $P_t(t)$ を目標位置算出部a9で算出(設定)し、これを1ms間隔でサーボ制御回路へと出力する(fa6→fa7)。これに対応して被駆動部材が実際に駆動された後における実駆動位置 $P_n(t)$ は、位置検出部で検出され、実駆動位置取込部a14(図1参照)内に取り込まれる(fa8)。目標位置 $P_t(t)$ の算出および実駆動位置 $P_n(t)$ の検出を2秒間連続して行う。目標位置の算出は1ms間隔で行われるので、2秒間では、目標位置 $P_t(t)$ の算出および実駆動位置 $P_n(t)$ の検出を合計2000回行うこととなる(fa7→fa8→fa9)。目標位置 $P_t(t)$ から実駆動位置 $P_n(t)$ を減算すると、位置制御誤差を得ることができる。この誤差の2000回分の平均値を算出し、これを「オフセット誤差」としてカメラの目標位置補正部a10(図1参照)に記憶する(fa10→fa11)。なお、ゲイン調整およびオフセット誤差の実測は、X方向とY方向とで別個に行う。なお、オフセット誤差の実測は、ゲイン調整およびオフセット電圧調整を行った後で行うことが必要である。

【0042】

10

20

30

40

50

以上のようにして、各製品に固有のオフセット誤差をカメラ自体に記憶させているので、目標位置算出部 a 9 で算出された目標位置からオフセット誤差を差引くことで、オフセット誤差を打ち消すことができる。カメラ自体に記憶されたオフセット誤差を考慮してサーボ制御を行なった場合の目標位置と実駆動位置との関係を図18に示した。図15(b)および図16(b)に現れているオフセット誤差が解消し、殆ど誤差のない位置制御が達成されることが分かる。なお、実際の目標位置算出は、オフセット誤差だけではなく温度変化を考慮した温度補正等と併せて行われている。

【0043】

図19は、図6に示したサーボ回路の別例を示している。図6のサーボ回路では、比例ゲイン回路 c 4、微分ゲイン回路 c 5、c 6 が含まれており、既に説明したように P D D 制御を実現できる。一方、図19のサーボ回路では、図6中の微分ゲイン回路 c 5 に代えて積分ゲイン回路 c 105 が採用されており、P I D 制御を実現できる。P I D 制御は、被駆動部材が低周波でゆっくりと動くような制御系において、被駆動部材の止まり位置制御を高めたい場合に有効である。ゲイン調整、オフセット電圧調整、オフセット誤差の実測は、上記と同様にして行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る手振補正カメラのシステム構成を説明する図である

。

【図2】 図1のカメラに使用される補正光学系の駆動機構を示す概略図である。

【図3】 図2の駆動機構で使用されている形状記憶合金の動作特性を示すグラフである

。

【図4】 図2の駆動機構における補正光学系の位置検出原理を説明する概略図である。

【図5】 図1のシステムにおける駆動制御部の構成を示す図である。

【図6】 図5に示されるサーボ制御部内の回路構成を示す図である。

【図7】 図6に示されるアクチュエータドライバ内のドライバ I C を説明する図である

。

【図8】 図7のドライバ I C の出力特性を示すグラフである。

【図9】 アクチュエータとしてモータを使用した例を説明する図である。

【図10】 図9ドライバ I C の出力特性を示すグラフである。

【図11】 形状記憶合金とバイアスバネとを利用してアクチュエータモデルを作製し、そのモデルの周波数応答を実測した結果を示すボード線図である。

【図12】 図11のモデルに対して P D 制御を行なった場合におけるオープン特性およびフィードバック特性を示すボード線図である。

【図13】 図11のモデルに対して P D D 制御を行なった場合におけるオープン特性およびフィードバック特性を示すボード線図である。

【図14】 設定ゲインの大きさと印加電流との関係を示すグラフである。

【図15】 オフセット電圧を加えることによって、駆動特性が安定することを説明するグラフである。

【図16】 オフセット電圧を加えることによって、駆動特性が安定することを説明するグラフである。

【図17】 本発明における、ゲイン調整、オフセット電圧調整、オフセット誤差実測の手順を説明するフローチャートである。

【図18】 オフセット誤差を補正した効果を説明するグラフである。

【図19】 P I D 制御を行なうサーボ回路の構成を示す図である。

【符号の説明】

d 1 補正光学系

d 2 保持枠

d 3 案内ロッド

d 4 スライドガイド

d 5 端子

10

20

30

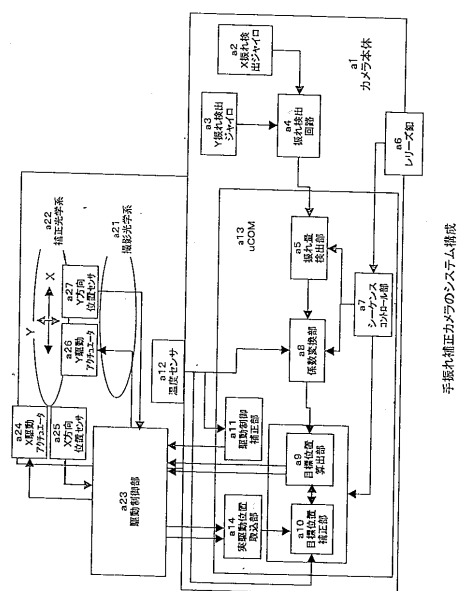
40

50

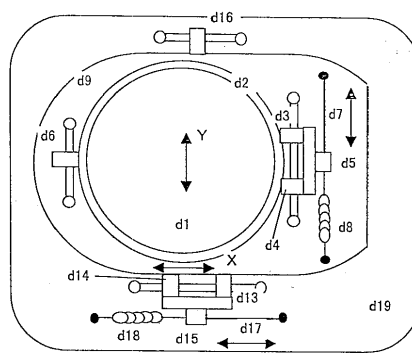
- | | |
|------|------------|
| d 6 | 案内ロッド |
| d 7 | Y方向用SMA |
| d 8 | Y方向用バイアスバネ |
| d 9 | 基台 |
| d 13 | 案内ロッド |
| d 14 | スライドガイド |
| d 15 | 端子 |
| d 16 | 案内ロッド |
| d 17 | X方向用SMA |
| d 18 | X方向用バイアスバネ |
| d 19 | 移動台 |
| e 1 | LED |
| e 2 | 発光チップ |
| e 3 | スリット |
| e 4 | PSD |
| e 5 | 受光部 |

10

【図 1】

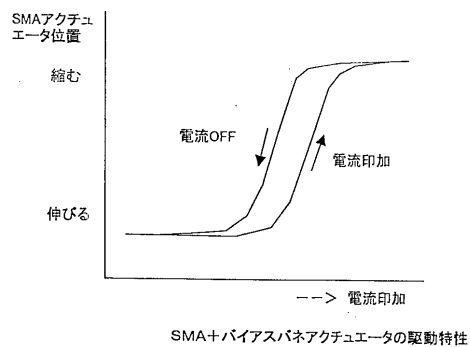


【图 2】

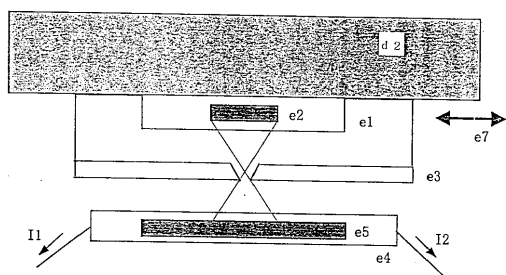


駆動メカニズムの構成

【図 3】

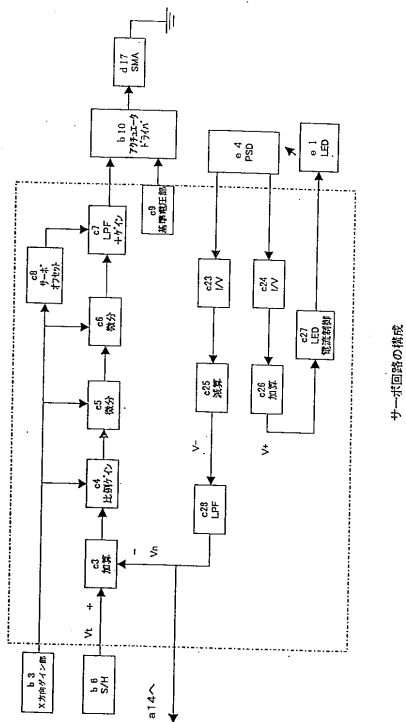


【図 4】



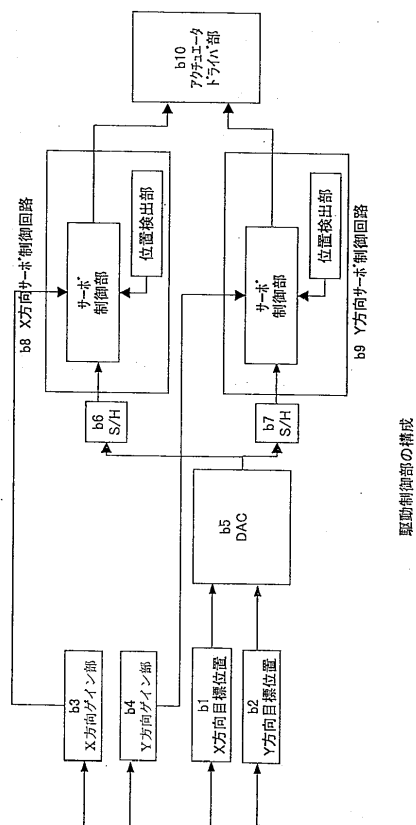
位置センサの構成

【图 6】



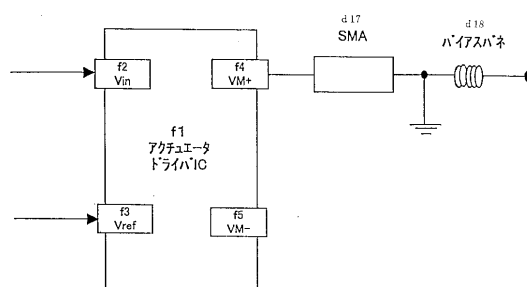
サーボ回路の構成

【図 5】



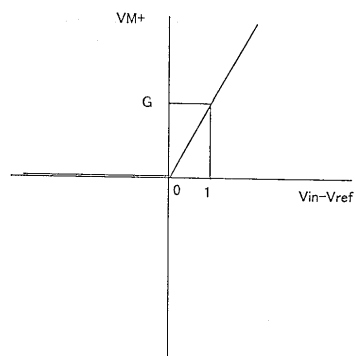
駆動制御部の構成

【圖 7】



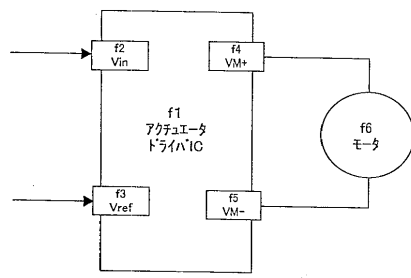
アクチュエータドライバIC(SMA接続時)

【図 8】



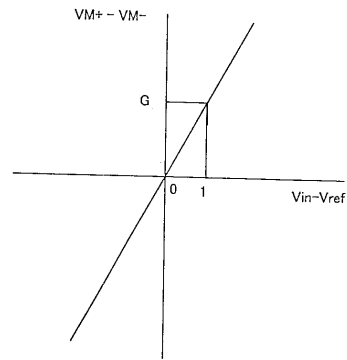
アクチュエータドライバIC(VM+)の出力特性

【図 9】



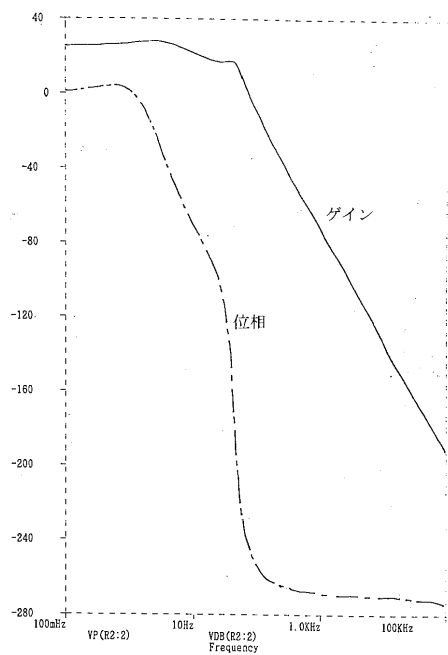
アクチュエータドライバIC(モータ接続時)

【図 10】

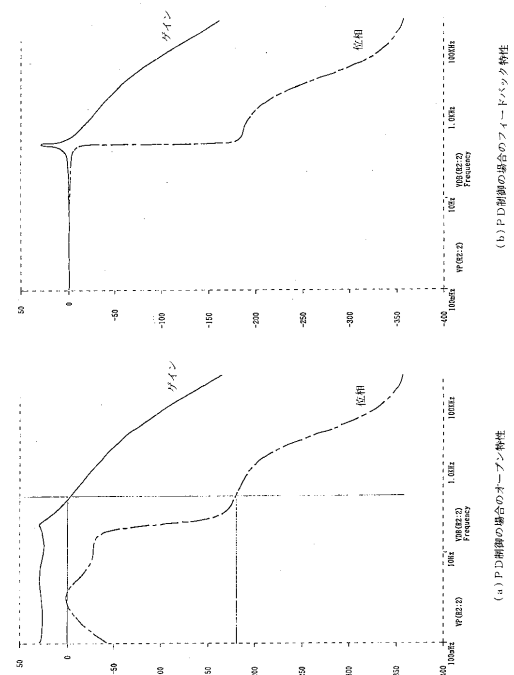


アクチュエータドライバIC(VM+ - VM-)の出力特性

【図 11】



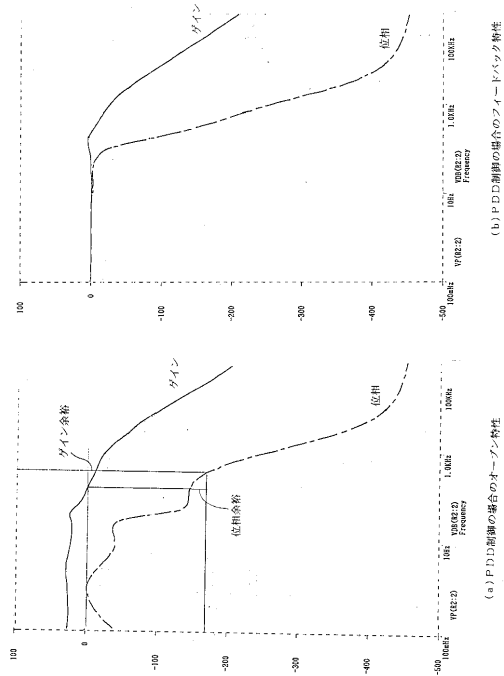
【図 12】



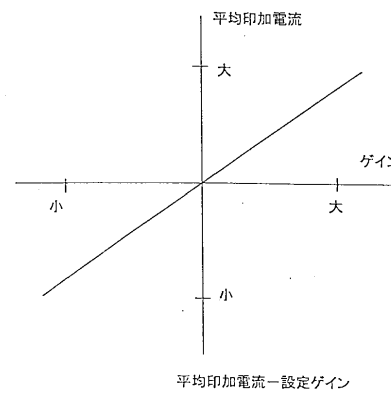
(b) PD制御の場合のフィードバック特性

(a) PD制御の場合のオープンアップ特性

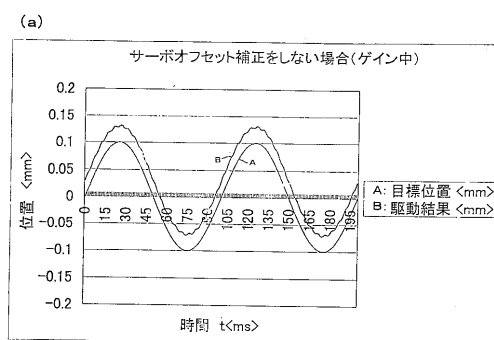
【図 13】



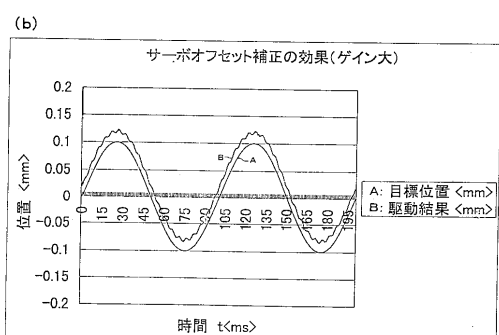
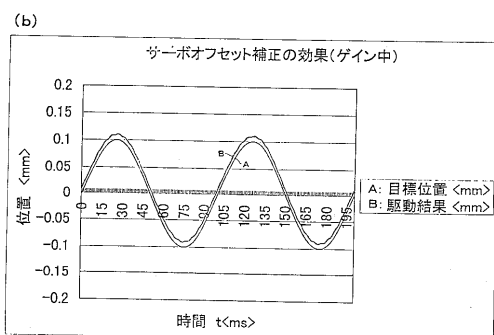
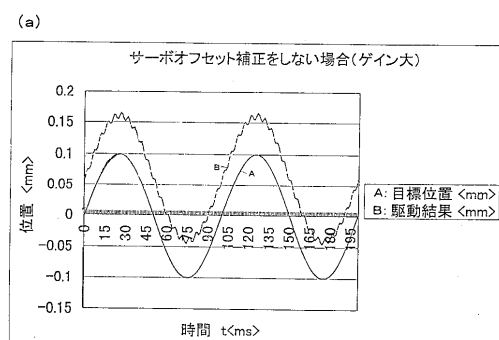
【図 14】



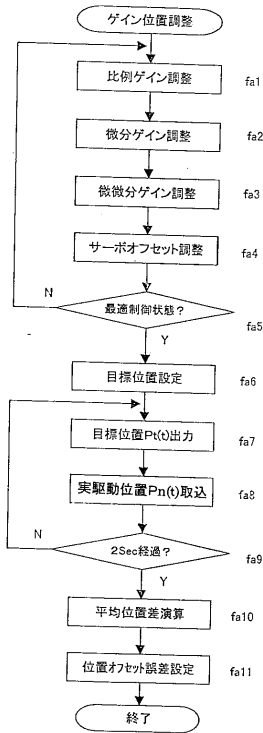
【図 15】



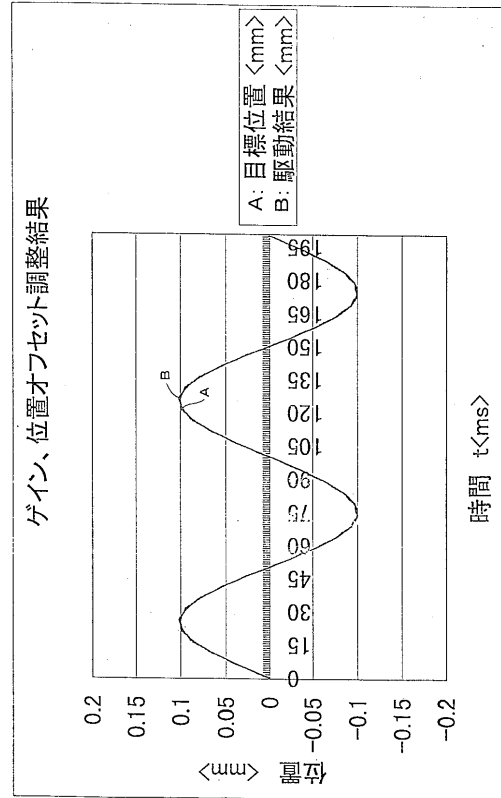
【図 16】



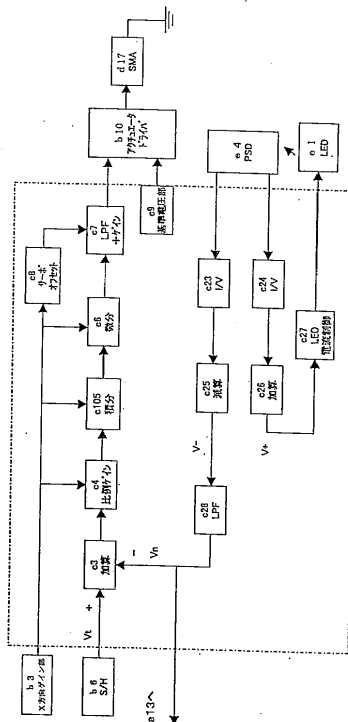
【図 17】



【図 18】



【図 19】



PIDサーボ回路の構成

フロントページの続き

- (72)発明者 和田 滋
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
- (72)発明者 小坂 明
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

審査官 森林 克郎

- (56)参考文献 特開平11-337996 (JP, A)
特開平08-076851 (JP, A)
特開平08-262364 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G05D3/00-3/20、
G05B11/00-13/04、
G03B5/00-5/08