

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4591632号
(P4591632)

(45) 発行日 平成22年12月1日 (2010. 12. 1)

(24) 登録日 平成22年9月24日 (2010. 9. 24)

(51) Int. Cl.

F I

F03G 7/06 (2006.01)
G02B 7/04 (2006.01)
H02N 10/00 (2006.01)
G02B 7/08 (2006.01)

F O 3 G 7/06 E
 G O 2 B 7/04 E
 H O 2 N 10/00
 G O 2 B 7/08 B
 G O 2 B 7/08 C

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-523210 (P2010-523210)
 (86) (22) 出願日 平成21年12月8日 (2009. 12. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/070517
 (87) 国際公開番号 W02010/073902
 (87) 国際公開日 平成22年7月1日 (2010. 7. 1)
 審査請求日 平成22年6月11日 (2010. 6. 11)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-327146 (P2008-327146)
 (32) 優先日 平成20年12月24日 (2008. 12. 24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 303000408
 コニカミノルタオプト株式会社
 東京都八王子市石川町2970番地
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (74) 代理人 100111453
 弁理士 櫻井 智
 (72) 発明者 本多 泰啓
 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ
 ルタテクノロジーセンター株式会社内
 (72) 発明者 三木 伸哉
 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ
 ルタテクノロジーセンター株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状記憶合金アクチュエータの駆動装置および該方法ならびにそれを用いた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通電による発熱で伸縮し、その伸縮に関するパラメータ - 歪み特性にヒステリシスを有する形状記憶合金と、前記伸縮によって変位駆動される可動部とを備える形状記憶合金アクチュエータを駆動する形状記憶合金アクチュエータの駆動装置であって、

前記形状記憶合金に前記通電を行う駆動回路と、

前記形状記憶合金の前記伸縮に関するパラメータを測定する測定部と、

前記可動部の目標変位位置を検知する目標変位位置検出部と、

前記測定部および目標変位位置検出部からの出力に応答して、前記駆動回路による前記形状記憶合金への通電電流値を制御する制御部とを備え、

前記制御部は、前記駆動回路に前記通電電流値の増減を一方方向に掃引させることで前記可動部を一方方向に変位させ、その間に前記目標変位位置検出部が前記目標変位位置を通過したことを検知すると、その時点での前記測定部での測定結果を目標パラメータとして読み込み、前記駆動回路による通電電流値の増減を他方方向に変化させることで前記可動部を他方方向に移動させる際に、前記目標パラメータを、前記伸縮に関するパラメータ - 歪み特性のヒステリシス量に相当する行き過ぎ量だけずれた値に設定し、その値となった時点から再度前記通電電流値の増減を一方方向に変化させることで前記可動部を一方方向に移動させて前記目標パラメータに対応した前記目標変位位置に再位置決めすること

を特徴とする形状記憶合金アクチュエータの駆動装置。

【請求項 2】

10

20

前記形状記憶合金の伸縮に関するパラメータは、温度であること
を特徴とする請求項 1 に記載の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置。

【請求項 3】

前記形状記憶合金の伸縮に関するパラメータは、抵抗値であること
を特徴とする請求項 1 に記載の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置。

【請求項 4】

前記形状記憶合金の組成が、Ni - Ti - Cu の三元系で、Cu を 3 原子 % 以上含むこと
を特徴とする請求項 1 に記載の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置を用いたことを特徴とする撮
像装置。

【請求項 6】

通電による発熱で伸縮し、その伸縮に関するパラメータ - 歪み特性にヒステリシスを有
する形状記憶合金と、前記伸縮によって変位駆動される可動部とを備える形状記憶合金ア
クチュエータを駆動する形状記憶合金アクチュエータの駆動方法であって、

前記形状記憶合金に通電される通電電流値の増減を一方方向に掃引させることで前記可
動部を一方方向に変位させるステップと、

前記可動部を一方方向に変位させている間に、前記可動部の目標変位位置を通過したこ
とを検知した場合に、その時点での前記形状記憶合金の前記伸縮に関するパラメータ値を
目標パラメータとして読み込むステップと、

前記通電電流値の増減を他方方向に変化させることで前記可動部を他方方向に移動させ
る際に、前記目標パラメータを、前記伸縮に関するパラメータ - 歪み特性のヒステリシス
量に相当する行き過ぎ量だけずれた値に設定するステップと、

前記可動部を他方方向に変位させている間に、前記ステップで設定された値となった時
点から再度前記通電電流値の増減を一方方向に変化させることで前記可動部を一方方向に
移動させて前記目標パラメータに対応した前記目標変位位置に再位置決めするステップと
を備えること

を特徴とする形状記憶合金アクチュエータの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、カメラ付き携帯電話機等に搭載される比較的小型の撮像装置および
その撮像装置に好適に用いられ、撮像光学系を構成するレンズユニットをフォーカス調整
やズーム調整等のために駆動する形状記憶合金アクチュエータを駆動するための駆動装置
および該方法ならびにそれを用いた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、カメラ付き携帯電話機等に搭載される撮像素子の画素数が飛躍的に増大する等、
高画質化が進んでいる。これに合わせて、撮像光学系を構成するレンズユニットの高性能
化も求められている。具体的には、固定焦点式に代えて、オートフォーカス式が要求され
、またズーム機能についても、デジタルズームに代えて、若しくは追加して、光学式ズ
ームが要求されている。ここで、オートフォーカスや光学式ズームのいずれにおいても、レ
ンズを光軸方向に移動させるアクチュエータが必要となる。

【0003】

そこで、このようなアクチュエータとしては、形状記憶合金（以下、SMA（Shape Memory Alloy）という場合がある）を用いた装置が知られている。これは、SMAを通電加熱すること等によって緊縮力を発生させ、この緊縮力を、レンズを駆動するレンズ駆動力として用いるものであり、これは、一般に、小型化、軽量化が容易であり、しかも比較的大きな力量が得られるという利点がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

しかしながら、一般に形状記憶合金は、その温度 - 歪み特性にヒステリシスを有し、温度上昇過程（加熱過程）と温度下降過程（放熱過程）とで温度に対する歪み量が異なる。ここで、前記カメラのオートフォーカスの場合、フォーカスレンズは、衝撃等に対応できるホームポジション（遠方端）に在る状態（前記 S M A はマルテンサイト相（低温相））から、一旦掃引端（近接端）に在る状態（前記 S M A はオーステナイト相（高温相））まで移動（加熱）される。そして、その移動の間に画像センサの出力から、コントラストが高くなってエッジが検出されること等によって、フォーカス点が発見され、フォーカスレンズは、掃引後に、前記フォーカス点に位置決めされる。したがって、温度 - 歪み特性に前記ヒステリシスを有すると、遠方端から近接端までの掃引（加熱）の場合に通るヒステリシスカーブと、近接端からフォーカス点まで戻る（放熱）場合に通るヒステリシスカーブとが異なることになる。このため、制御部は、フォーカス点の検出時に読み取った S M A の温度となるように、復帰時に S M A の通電を制御すると、目標位置の手前で留まってしまうことになる（充分に戻らない）。

10

【 0 0 0 5 】

そこで、このような問題に対応するために、特許文献 1 では、図 1 2 で示すように、一旦形状記憶合金の結晶相をマルテンサイト相（低温相）に戻す制御が行われている。すなわち、目標位置（フォーカス点）に関わらず、形状記憶合金を完全に放熱させる制御が行われている。言い換えれば、結晶相がマルテンサイト相（低温相）になるホームポジション（遠方端）まで、フォーカスレンズが一旦戻され、再度、形状記憶合金の加熱過程によって目標変位（フォーカス点）にフォーカスレンズを到達させる制御が行われている。

20

【 0 0 0 6 】

上述の従来技術では、掃引（フォーカス点探索）時と同じの加熱過程だけを経て目標位置（フォーカス点）に移動させているので、正確な位置制御を実現することができる。しかしながら、前記マルテンサイト相まで戻すために、かなりの放熱時間が必要となり、再度目標位置（フォーカス点）に到達するまでに時間がかかってしまう。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 0 7 / 1 1 3 4 7 8 号パンフレット

30

【 発明の概要 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、上述の事情に鑑みて為された発明であり、その目的は、より短い時間で正確な位置制御を実現することができる形状記憶合金アクチュエータの駆動装置および該方法ならびにそれを用いた撮像装置を提供することである。

【 0 0 0 9 】

本発明にかかる形状記憶合金アクチュエータの駆動装置および該方法ならびにそれを用いた撮像装置は、形状記憶合金が温度変化によって伸縮し、その伸縮に関するパラメータ - 歪み特性にヒステリシスを有する場合に好適に用いられ、形状記憶合金の温度を昇温または降温させる間に、形状記憶合金の伸縮によって変位駆動する可動部の目標位置に対応する前記パラメータ値を測定部によって測定して目標パラメータとして設定し、形状記憶合金の結晶相がマルテンサイト相になる前であって前記測定部で測定された前記パラメータ値が前記目標パラメータを通過するように、形状記憶合金の温度を降温または昇温させ、その後、前記測定部で測定された前記パラメータ値が前記目標パラメータとなるように、再度、形状記憶合金の温度を昇温または降温させるものである。したがって、このような構成の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置は、形状記憶合金の結晶相がマルテンサイト相まで戻す必要がないので、より短い時間で正確な位置制御を実現することができる。

40

【 0 0 1 0 】

上記並びにその他の本発明の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な記載と添付図面から

50

明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施の一形態に係る撮像装置におけるオートフォーカスレンズ駆動機構の正面図である。

【図 2】図 1 に示すオートフォーカスレンズ駆動機構の動作を説明するための側面図である。

【図 3】形状記憶合金における温度—歪み特性を示すグラフであり、加熱過程で目標位置へ変位させる場合を示す。

【図 4】形状記憶合金における温度—歪み特性を示すグラフであり、放熱過程で目標位置へ変位させる場合を示す。

【図 5】本発明の実施の一形態のオートフォーカスシーケンスの動作例を示すグラフである。

【図 6】形状記憶合金における変位 - 駆動電流特性および変位—温度特性を示すグラフであり、周囲温度の違いによる変位の違いを示す。

【図 7】SMAアクチュエータを駆動する本発明の実施の一形態の制御回路のブロック図である。

【図 8】図 7 に示す制御回路によるオートフォーカス制御を説明するためのフローチャートである。

【図 9】SMAアクチュエータを駆動する本発明の実施の他の形態の制御回路のブロック図である。

【図 10】形状記憶合金における変位 - 抵抗値特性と変位 - 温度特性とを示すグラフである。

【図 11】図 9 に示す制御回路によるオートフォーカス制御を説明するためのフローチャートである。

【図 12】従来のオートフォーカスシーケンスの動作例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明にかかる実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、適宜、その説明を省略する。

【 0 0 1 3 】

[実施の形態 1]

図 1 は、本発明の実施の一形態に係る撮像装置におけるオートフォーカスレンズ駆動機構 1 の正面図（レンズ開口面から見た図）であり、図 2 は、その動作を説明するための側面図である。図 2（a）は、SMA15 がバイアスばね 10 の弾発力によって伸長している場合を示し、図 2（b）は、SMA15 がバイアスばね 10 の弾発力に抗して収縮している場合を示す。この駆動機構 1 は、レンズ 2 を、その軸線 AX（前後）方向に変位させることで、フォーカス合せを行う。鏡筒 4 は、レンズ 2 と、レンズ駆動棒 3 とを備えて構成されており、レンズ 2 は、レンズ駆動棒 3 に取付けられている。鏡筒 4 の外周面において、前端（前記前後方向における前端）には一対の突出部 5 が形成されており、その突出部 5 が形状記憶合金アクチュエータ 11 のアーム部 12 に引っ掛けられて、鏡筒 4 は、軸線 AX（前後）方向に変位される。

【 0 0 1 4 】

鏡筒 4 は、ベース部 6 上に搭載され、レンズ駆動棒 3 の前後端が、一対のリンク部材 7 によって、ベース部 6 と上ベース 8 とによって支持され、軸線 AX（前後）方向に平行に変位可能となっている。この上ベース 8 は、図示しない横面外壁を介してベース部 6 と一体になっている。レンズ駆動棒 3 の前端には、前カバー 9 との間にバイアスばね 10 が介在されている。

【 0 0 1 5 】

形状記憶合金アクチュエータ 11 は、可動部となるアーム部 12、レバー 13 および支

10

20

30

40

50

持脚 14 と、形状記憶合金 (SMA) の線材から成る SMA 15 とを備えて構成される。アーム部 12 は、正面 (レンズ開口) 側から見て、略く字状 (略 C の字状) に形成されており、その両端に突出部 5 が引っ掛けられ、その中央部がレバー 13 の一端に固着されている。レバー 13 の中央部は、支持脚 14 の支点 14a によって揺動変位自在に支持されており、レバー 13 の他端には、切欠き 13a が形成されている。そして、その切欠き 13a に前記 SMA 15 が巻掛けられており、これによって、鏡筒 4 の軸線 AX (前後) 方向の変位に対しても、前記 SMA 15 のずれが防止されている。SMA 15 の両端は、ベース部 6 に立設された一対の電極 16 によって張架されている。

【0016】

このような構成によって、電極 16 間に通電されていない間では、SMA 15 は、周囲に自然放熱して、マルテンサイト相 (低温相) となって該 SMA 15 に張力が発生せず、バイアスばね 10 の弾発力によって、伸長する。したがって、図 2 (a) で示すように、鏡筒 4 は、ベース部 6 に押付けられたホームポジション (遠方端) にあり、衝撃等に対応できるようになっている。これに対して、電極 16 間に、通電が例えばパルスで行われ、そのデューティ比が高くなる (通電量が多くなる) 程、SMA 15 は、ジュール熱を発し、この自己加熱によって収縮し、該 SMA 15 に張力が発生する。この該 SMA 15 の張力は、バイアスばね 10 の弾発力に抗して、図 2 (b) で示すように、レバー 13 を矢符 18 方向に揺動させる。この揺動によって、アーム部 12 および突出部 5 を介して、鏡筒 4 は、矢符 19 の前力バー 9 方向に押出されて行き、最もデューティが高い状態で SMA 15 がオーステナイト相 (高温相) となって、鏡筒 4 は、掃引端 (近接端) に到達する。

【0017】

また、側面視 (図 2) で L 字状となるレバー 13 およびアーム部 12 において、屈曲点付近が支点 14a によって支持され、アーム部 12 において突出部 5 が係合する点までの距離が、レバー 13 において SMA 15 が係合する点までの距離よりも長く形成される。これによって SMA 15 の変位が拡大し、SMA 15 は、前記張力によって鏡筒 4 を変位させることができる。

【0018】

図 3 および図 4 は、SMA における温度 - 歪み (伸縮の変位量) の特性を示すグラフである。実線で示すように、SMA は、一定以下の温度では、マルテンサイト相 (低温相) と呼ばれる結晶相となっており、線材は、伸長している。温度を上げて行くと、SMA は、ヒステリシスループの一方を辿り、特定の温度 (As 点) から急に収縮をして行き、収縮方向に変位が増加する。特定の温度 (Af 点) よりも温度を上げると、線材の収縮は、終わり、SMA は、オーステナイト相 (高温相) と呼ばれる結晶相になる。この状態から温度を下げて行くと、SMA は、ヒステリシスループの他方を辿り、特定の温度 (Ms 点) から急に伸長して行き、前記収縮方向の変位が減少する。特定の温度 (Mf 点) よりも温度を下げると、線材の伸長は、終わり、SMA は、マルテンサイト相に戻る。そして、SMA は、一般に温度 - 歪み特性にこれらの図 3 および図 4 で示すようなヒステリシスを有し、 $Mf < As$ 、 $Ms < Af$ の関係がある。このヒステリシスがあるために、加熱過程と放熱過程とは、SMA は、同じ温度であっても異なる変位量を示す。

【0019】

そこで、前述のように特許文献 1 では、SMA を完全に放熱させて一旦マルテンサイト相 (低温相) まで復帰させた後に、目標位置まで変位させる制御が行われている。このような制御を図 1 および図 2 に示す駆動機構 1 に適用すると、図 12 で示すように、時刻 t_0 で SMA 15 への通電が開始され、時刻 t_1 から鏡筒 4 が移動し始め、鏡筒 4 が移動し始めると (ホームポジションから離れると)、複数のステップにおいてフォーカス評価が行われてその評価値 (フォーカス評価値) が保存されて行き、この過程で、例えば時刻 t_2 で取得したフォーカス評価値から最適フォーカス位置らしきハイコントラスト (エッジ) の検出を行った後も、所定範囲では、掃引が行われ、時刻 t_3 で掃引が終了し、前記時刻 t_2 前後での正確なフォーカス位置の判定が行われる。その後、時刻 t_4 までの十分な時間、SMA 15 を放熱させて SMA 15 をマルテンサイト相 (低温相) まで確実に復帰

させた後に、再びその時刻 t_4 から通電が開始され、時刻 t_5 で鏡筒 4 が前記時刻 t_2 前後での正確なフォーカス位置まで移動すると、その温度が維持され、撮影が行われる。

【0020】

この図 12 は、従来のオートフォーカスシーケンスの動作例を示すグラフであり、この図 12 において、左の図は、前述の図 3 および図 4 と同様に、SMA の温度 - 歪み特性であるが、駆動機構 1 による可動範囲の規制のために、メカ基準位置（前記ホームポジション）から、近接（マクロ）端までの範囲が、動作範囲となっている。また、右の図は、オートフォーカスのシーケンスの各過程でのレンズ位置の変化を表しており、横軸は、時間軸である。そして、左右の図において、縦軸の歪みと変位との関係が一致するように描いている。本実施形態にかかる次の図 5 も同様である。

10

【0021】

これに対して、本実施の形態では、図 5 で示すように、時刻 t_0 で SMA 15 への通電が開始され、時刻 t_1 から鏡筒 4 が移動し始め、時刻 t_2 で最適なフォーカス位置の検出が行われ、時刻 t_3 で掃引が終了する。この時刻 t_0 から時刻 t_3 までの加熱過程は、前述の図 12 と同様である。ここで、本実施の形態では、この時刻 t_3 から始まる放熱過程において、前記最適なフォーカス位置を所定値 Δ だけ行き過ぎた時刻 t_{14} から、再度、SMA 15 の通電電流値を増加させて加熱過程が始まり、時刻 t_{15} で前記最適なフォーカス位置に到達させてオートフォーカス処理が完了し、撮影が行われる。

【0022】

より具体的には、再び、図 3 において、この図 3 には、ヒステリシスループの一方を成す加熱過程において或る目標位置 PT を決めた後、ヒステリシスループの他方を成す放熱過程を経て鏡筒 4 を復帰させ、さらに加熱した状態で前記目標位置 PT に戻して再位置決めする制御動作も示されている。すなわち、破線で示すように、目標位置 PT への移動開始位置（掃引停止位置） PM から該目標位置 PT に戻す際には、参照符号 F_1 で示すような放熱過程を経ることになるが、このとき予め分かっている前記温度—歪みのヒステリシス特性を基にした前記所定値 Δ だけ、放熱過程の目標位置 PT に相当する温度よりも低くなるように SMA 15 が制御される。こうして、一旦、放熱過程で目標位置 PT を通り過ぎた後、参照符号 F_2 で示すように、再度の加熱過程で目標位置 PT に相当する温度に制御することで、駆動機構 1 は、レンズ位置を正確に目標位置に移動することができる。

20

【0023】

同様に、図 4 では、放熱過程において或る目標位置 PT を決めた後、さらに放熱した状態で目標位置に戻す制御の動作が示されている。この図 4 では、図 3 に対し、加熱と放熱との関係が逆となっているが、図 3 と同様の制御方法で、駆動機構 1 は、レンズ位置を正確に目標位置 PT に移動することができる。

30

【0024】

図 6 に、SMA の変位 - 駆動電流（周囲温度）特性および変位—温度特性を示す。駆動電流によってジュール熱を発生させることで SMA の温度を変化させることができるので、基本的には、SMA は、前述の図 3 や図 4 の変位—温度の特性と同じようなヒステリシス特性を示す。ただし、SMA の温度は、周囲温度の影響も受けるために、変位—駆動電流特性は、周囲温度によって変化し（周囲温度に依存し）、周囲温度が高いときには同じ変位に対して駆動電流は小さく、周囲温度が低いときには同じ変位に対して駆動電流は大きい。したがって、SMA アクチュエータ 11 の変位を制御するためには、このような特性に応じ、駆動電流を適切に制御する必要がある。

40

【0025】

そこで、図 7 に SMA アクチュエータ 11 を駆動するための第 1 の駆動装置である制御回路 21 のブロック図を示す。この制御回路 21 は、温度センサ 22 と、温度検出部 23 と、マイコン 24 と、画像センサ 25 と、駆動制御演算部 26 と、駆動素子 27 とを備えており、駆動素子 27 を介して SMA 15 に流れる駆動電流を制御している。この制御回路 21 では、SMA 15 の伸縮に関するパラメータ、すなわち鏡筒 4 の位置を検出するパラメータとして、温度が用いられる。このため、SMA 15 付近には、測定部となる温度

50

センサ 2 2 が設置されており、その出力は、温度検出部 2 3 で検出され、温度検出値としてマイコン 2 4 に入力される。温度センサ 2 2 は、サーミスタ、熱電対、薄膜抵抗等から成り、例えば、レバー 1 3 において、この S M A 1 5 が巻掛けられる切欠き 1 3 a の部分に設けられる。

【 0 0 2 6 】

マイコン 2 4 には、画像センサ 2 5 の検出結果が入力されており、マイコン 2 4 は、画像センサ 2 5 の出力から、コントラストが高くなってエッジが検出されると、フォーカス点と判定する。したがって、このマイコン 2 4 は、制御部となるとともに、鏡筒 4 が目標変位位置に到達したことを検出する検出部となる。マイコン 2 4 は、それらの画像センサ 2 5 の出力および温度センサ 2 2 の出力に応答して、駆動電流値を演算し、駆動制御演算部 2 6 に与える。駆動制御演算部 2 6 は、前記駆動電流値に対応したデューティの駆動信号を作成し、駆動素子 2 7 を介して S M A 1 5 への通電電流値（駆動電流の電流値）を制御する。このため、マイコン 2 4 には、加熱 / 放熱過程および周囲温度に応じて、前記通電電流値（デューティ）を適切に設定できるように、前述の図 6 に示すような駆動電流および周囲温度と変位との関係が、そのメモリに予め記憶されている。周囲温度を測定するために、S M A 1 5 の温度を検出する温度センサ 2 2 とは別に温度センサが設けられてもよく、或いは、周囲温度は、通常、急激には変化しないので、S M A 1 5 への通電開始前や、所定時間通電を休止して、温度センサ 2 2 の検出結果を読み込むように、マイコン 2 4 が構成されてもよい。

【 0 0 2 7 】

図 8 は、前記制御回路 2 1 によるオートフォーカス制御を説明するためのフローチャートである。この図 8 は、前述の図 3 で示すような加熱過程でフォーカス位置の探索を行うものとする。オートフォーカス処理が開始されると、マイコン 2 4 は、まずステップ S 1 で、フォーカス位置の探索を始める初期位置が最初のステップ位置とされる（図 2 ではベース部 6 上の位置）。ステップ S 2 では、マイコン 2 4 は、温度検出部 2 3 を介して、温度センサ 2 2 による周囲温度を取得する。ステップ S 3 では、マイコン 2 4 は、この取得した温度情報と予め記憶された加熱過程の変位—駆動電流特性とから、次のステップ位置にレンズを移動するための駆動電流値を決定し、駆動制御演算部 2 6 へ出力する。

【 0 0 2 8 】

ステップ S 4 では、その駆動電流値で駆動制御演算部 2 6 は、駆動素子 2 7 を介して S M A 1 5 を駆動し、鏡筒 4 の移動に必要な応答時間を見込んだ一定の時間後に、ステップ S 5 で、マイコン 2 4 は、温度検出部 2 3 を介して、温度センサ 2 2 による S M A 1 5 の温度を取得する。ステップ S 6 では、マイコン 2 4 は、そのステップ位置でのコントラストなどから、フォーカス評価を行い、ステップ S 5 での S M A 1 5 の温度と共に保存する。ステップ S 7 では、マイコン 2 4 は、現在のステップ位置がフォーカス探索の終了位置かどうかを判断し、終了位置でなければ、次のステップ位置に変更するために前記ステップ S 3 に戻り、一方、マイコン 2 4 は、前記フォーカス評価のデフォーカス量などから、ステップ位置を終了位置と判断すると、フォーカス位置探索としての加熱過程を終了し、ステップ S 8 で、保存されているフォーカス評価値の中で最も高い値のステップ位置を最適フォーカス位置（目標位置）とし、そのステップ位置での温度を目標温度に設定する。

【 0 0 2 9 】

前記ステップ S 8 から始まる各処理は、前記目標位置への移動動作に移る処理であり、マイコン 2 4 は、先ずステップ S 9 からの放熱過程を始める。ステップ S 9 では、マイコン 2 4 は、ステップ S 2 で求められた周囲温度と予め記憶された放熱過程の変位—駆動電流特性とから、目標変位に相当する温度よりも低い温度であり、前記目標位置から前記所定値 Δ だけ行き過ぎる位置になるように駆動電流値を決定し、ステップ S 10 で、ステップ S 4 と同様に、S M A 1 5 を駆動する。ステップ S 11 では、マイコン 2 4 は、ステップ S 5 と同様に、S M A 1 5 の温度を測定し、ステップ S 12 で、ステップ S 9 で設定した行き過ぎ位置での温度となっているか否かを判断し、到達していなければ前記ステップ S 9 に戻り、到達していれば放熱過程を終了し、ステップ S 13 以降の再加熱過程に移る

。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 3 では、ステップ S 3 と同様に、マイコン 2 4 は、ステップ S 2 で求められた周囲温度と予め記憶された加熱過程の変位—駆動電流特性とから、前記目標位置に対応した駆動電流値を決定し、ステップ S 1 4 で、ステップ S 4 と同様に、SMA 1 5 を駆動する。ステップ S 1 5 では、マイコン 2 4 は、ステップ S 5 と同様に、SMA 1 5 の温度を測定し、ステップ S 1 6 で、ステップ S 1 3 で設定した目標位置での温度となっているか否かを判断し、到達していなければ前記ステップ S 1 3 に戻り、到達していればその温度を維持して再加熱過程を終了し、撮影動作に移る。

【 0 0 3 1 】

この図 8 のフローでは、図 3 で示す加熱過程でフォーカス位置の探索を行っているけれども、図 4 で示す放熱過程でフォーカス位置を探索する場合には、上述の加熱 / 放熱過程と、温度の高 / 低との関係を入れ替えた同様のフローでオートフォーカス処理を行うことができる。

【 0 0 3 2 】

このように本実施の形態の制御回路 2 1 では、マイコン 2 4 は、SMA 1 5 への通電電流値を予め定める範囲で一方方向に掃引させ、それによる可動部の変位で、マイコン 2 4 が目標位置を通過したことを検知すると、マイコン 2 4 は、その時点での温度センサ 2 2 での測定結果を前記目標位置に対応した目標温度として読み込む。そして、その目標温度となるように駆動素子 2 7 による通電電流値を他方方向に変化させることで前記可動部を前記目標位置に再位置決めする際に、マイコン 2 4 は、図 5 で示すように、SMA 1 5 が有する温度 - 歪み特性のヒステリシス量に相当する行き過ぎ量 Δ だけずれた値に設定し、その値となった時点から再度前記通電電流値を前記一方方向に変化させ、前記目標位置 (温度) に到達させる。このため、本実施の形態の制御回路 2 1 は、図 1 2 で示す従来技術のように結晶相を一旦マルテンサイト相 (低温相) まで戻してから、目標位置に移動させる方法に比べて、より短い時間で正確な位置制御を実現することができる。

【 0 0 3 3 】

なお、SMA 1 5 の組成として、Ni (ニッケル) - Ti (チタン) - Cu (銅) の三元系で Cu を 3 原子 % 以上含むものが好ましい。それは、Ni - Ti 合金の二元系の材料では、温度ヒステリシスが 2 0 程度に対し、前記 Ni - Ti - Cu 合金の三元系の材料では、1 0 程度であり、前記温度ヒステリシスを小さく抑えることができるからである。前記温度ヒステリシスが小さければ、加熱 / 放熱過程を経由するときの時間的ロスを小さくすることができる。

【 0 0 3 4 】

[実施の形態 2]

図 9 は、前記 SMA アクチュエータ 1 1 を駆動するための第 2 の駆動装置である制御回路 3 1 の電氣的構成を示すブロック図である。この制御回路 3 1 は、抵抗値検出部 3 2 と、比較部 3 3 と、マイコン 3 4 と、画像センサ 2 5 と、駆動制御演算部 2 6 と、駆動素子 2 7 とを備えており、駆動素子 2 7 を介して SMA 1 5 に流れる駆動電流を制御している。この制御回路 3 1 は、前述の制御回路 2 1 に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付して示し、その説明を省略する。ここで、本実施の形態 2 では、この制御回路 3 1 では、前記 SMA 1 5 の伸縮に関するパラメータ、すなわち鏡筒 4 の位置を検出するパラメータとして、SMA 1 5 の抵抗値が用いられる。このため、SMA 1 5 の電極 1 6 間の抵抗値が抵抗値検出部 3 2 で検出され、その検出結果と、マイコン 3 4 から与えられる目標抵抗値とが比較部 3 3 で比較され、その比較結果に対応して前記駆動電流値が設定される。

【 0 0 3 5 】

前述の駆動素子 2 7 から SMA 1 5 に流れる駆動電流は、目標位置に応じて、前述のように定電流で、デューティが変化される。このため、抵抗値検出部 3 2 は、ON デューティの期間の既知の定電流値と、SMA 1 5 の電極 1 6 間の電圧とから、前記抵抗値を求め

10

20

30

40

50

ることができる。或いは、駆動素子 27 が OFF して前記駆動電流が流れていない OFF デューティの期間に、抵抗値検出部 32 自身が既知の探索電流を SMA15 に流し、それによる SMA15 の電極 16 間の電圧から、前記抵抗値を求めることができる。

【0036】

図 10 には、SMA の変位 - 抵抗値特性と変位 - 温度特性とを示す。SMA の結晶相の変化および収縮 / 伸長伸縮の影響のため、SMA の抵抗値は、変位によって変化する。この変位 - 抵抗値特性は、前述の図 6 で示すような温度 - 変位特性に比べてヒステリシスが少なく、また原理的に周囲温度の影響を受けないので、この抵抗値を検出して駆動電流にフィードバック制御する場合は、前記行き過ぎの所定値 Δ を小さくすることができる。こうして、直接温度を知る手段がなくとも、SMA15 の抵抗値 - 歪み特性を利用して、前述と同様に位置を検出することができ、この目標抵抗値と変位との関係がマイコン 34 に予め記憶されている。

10

【0037】

図 11 は、前記制御回路 31 によるオートフォーカス制御を説明するためのフローチャートである。この図 11 の動作は、前述の図 8 の動作に類似し、同一の動作には同一のステップ番号を付して示し、また類似する動作には同一のステップ番号に ' を付して示す。この図 11 の動作も、加熱過程でフォーカス位置の探索を行うものとする。オートフォーカス処理が開始されると、マイコン 34 は、まずステップ S1 で、フォーカス位置の探索を始める初期位置が最初のステップ位置とされ、ステップ S3 ' では、マイコン 34 は、予め記憶された加熱過程の変位 - 抵抗値特性から、そのステップ位置にレンズを移動するための目標抵抗値を決定し、比較部 33 に設定する。

20

【0038】

ステップ S4 では、設定された目標抵抗値と現在の抵抗値とから比較部 33 が求めた駆動電流値で、駆動制御演算部 26 は、駆動素子 27 を介して SMA15 を駆動し、鏡筒 4 の移動に必要な応答時間を見込んだ一定の時間後に、ステップ S5 ' で、マイコン 34 は、抵抗値検出部 33 によって、SMA15 の抵抗値を取得する。ステップ S6 ' では、マイコン 34 は、そのステップ位置でのコントラストなどから、フォーカス評価を行い、ステップ S5 ' での SMA15 の抵抗値と共に保存する。ステップ S7 では、マイコン 34 は、現在のステップ位置がフォーカス探索の終了位置かどうかを判断し、終了位置でなければ、次のステップ位置に変更するために前記ステップ S3 ' に戻り、一方、マイコン 34 は、前記フォーカス評価のデフォーカス量などから、ステップ位置を終了位置と判断すると、フォーカス位置探索としての加熱過程を終了し、ステップ S8 ' で、保存されているフォーカス評価値の中で最も高い値のステップ位置を最適フォーカス位置（目標位置）とし、そのステップ位置での抵抗値を目標抵抗値に設定する。

30

【0039】

前記ステップ S8 ' から始まる各処理は、前記目標位置への移動動作に移る処理であり、マイコン 34 は、先ずステップ S9 ' からの放熱過程を始める。ステップ S9 ' では、マイコン 34 は、予め記憶された放熱過程の変位 - 抵抗値特性から、目標変位に相当する抵抗値よりも大きい抵抗値であり、前記目標位置から前記所定値 Δ だけ行き過ぎる位置になるように目標抵抗値を決定し、ステップ S10 で、ステップ S4 と同様に、比較部 33 が駆動電流値を作成して SMA15 を駆動する。ステップ S11 ' では、マイコン 34 は、ステップ S5 ' と同様に、SMA15 の抵抗値を測定し、ステップ S12 ' で、ステップ S9 ' で設定した行き過ぎ位置での目標抵抗値となっているか否かを判断し、到達していなければ前記ステップ S9 ' に戻り、到達していれば放熱過程を終了し、ステップ S13 ' 以降の再加熱過程に移る。

40

【0040】

ステップ S13 ' では、ステップ S3 ' と同様に、マイコン 34 は、予め記憶された加熱過程の変位 - 抵抗値特性から、前記目標位置に対応した目標抵抗値を決定し、ステップ S14 ' で、ステップ S4 と同様に、SMA15 を駆動する。ステップ S15 ' では、マイコン 34 は、ステップ S5 ' と同様に、SMA15 の抵抗値を測定し、ステップ S16

50

’で、ステップS 1 3 ’で設定した目標位置での抵抗値となっているか否かを判断し、到達していなければ前記ステップS 1 3 ’に戻り、到達していればその抵抗値を維持して再加熱過程を終了し、撮影動作に移る。

【0041】

このように構成することで、SMA 15の抵抗値から、短時間で正確な位置制御を実現することができる。

【0042】

本明細書は、上記のように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

【0043】

一態様にかかる形状記憶合金アクチュエータの駆動装置は、通電による発熱で伸縮し、その伸縮に関するパラメータ - 歪み特性にヒステリシスを有する形状記憶合金と、前記伸縮によって変位駆動される可動部とを備える形状記憶合金アクチュエータを駆動する形状記憶合金アクチュエータの駆動装置であって、前記形状記憶合金に前記通電を行う駆動回路と、前記形状記憶合金の前記伸縮に関するパラメータを測定する測定部と、前記可動部の目標変位位置を検知する目標変位位置検出部と、前記測定部および目標変位位置検出部からの出力にตอบสนองして、前記駆動回路による前記形状記憶合金への通電電流値を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記駆動回路に前記通電電流値の増減を一方方向に掃引させることで前記可動部を一方方向に変位させ、その間に前記目標変位位置検出部が前記目標変位位置を通過したことを検知すると、その時点での前記測定部での測定結果を目標パラメータとして読み込み、前記駆動回路による通電電流値の増減を他方方向に変化させることで前記可動部を他方方向に移動させる際に、前記目標パラメータを、前記伸縮に関するパラメータ - 歪み特性のヒステリシス量に相当する行き過ぎ量だけずれた値に設定し、その値となった時点から再度前記通電電流値の増減を一方方向に変化させることで前記可動部を一方方向に移動させて前記目標パラメータに対応した前記目標変位位置に再位置決めする。

【0044】

この構成によれば、通電による発熱で伸縮する形状記憶合金に、前記伸縮によって変位駆動される可動部を備えて構成される形状記憶合金アクチュエータは、温度 - 歪み特性や抵抗値 - 歪み特性にヒステリシスを有する。このため、形状記憶合金アクチュエータの駆動装置は、前記形状記憶合金に前記通電を行う駆動回路と、前記形状記憶合金の前記温度や抵抗値などの前記伸縮に関するパラメータを測定する測定部と、前記可動部の目標変位位置を検知する目標変位位置検出部と、前記測定部および目標変位位置検出部からの出力にตอบสนองして、前記駆動回路による前記形状記憶合金への通電電流値を制御する制御部とを備え、前記制御部は、通電電流値を予め定める範囲で一方方向に掃引させることでヒステリシスループの一方を使用して前記可動部を変位させ、その間に前記目標変位位置検出部が前記目標変位位置を通過したことを検知すると、その時点での前記測定部での測定結果を目標パラメータとして読み込み、その目標パラメータとなるように前記駆動回路による通電電流値を他方方向に変化させることで前記ヒステリシスループの他方に移行させて前記可動部を前記目標変位位置に再位置決めする。この際に、前記ヒステリシスを考慮しない制御を行うと、前記ヒステリシスループの一方を使用する場合と他方を使用する場合とで実際の変位の位置にずれが生じる。そこで、正確に位置決めするために、従来の制御技術では、形状記憶合金の結晶相を一旦マルテンサイト相（低温相）まで戻してから、目標位置（前記温度や抵抗値）に移動させる方法が用いられている。しかしながら、このような従来技術では、前記マルテンサイト相まで結晶相を戻すには時間がかかってしまう。このため、前記一態様では、前記制御部は、形状記憶合金が有する伸縮に関するパラメータ（前記温度や抵抗値） - 歪み特性のヒステリシス量を越える程度まで温度を変化させ、その後、目標位置（温度または抵抗値）に移動させる。

【0045】

したがって、このような構成の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置は、より短い時

10

20

30

40

50

間で正確な位置制御を実現することができる。

【0046】

また、他の一態様では、上述の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置において、好ましくは、前記形状記憶合金の伸縮に関するパラメータは、温度であることである。

【0047】

この構成によれば、温度によって形状記憶合金の伸縮を制御することができ、形状記憶合金アクチュエータの可動部の位置を制御することができる。

【0048】

また、他の一態様では、上述の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置において、好ましくは、前記形状記憶合金の伸縮に関するパラメータは、抵抗値であることである。

10

【0049】

この構成によれば、温度によって形状記憶合金の伸縮を制御することができ、形状記憶合金アクチュエータの可動部の位置を制御することができる。

【0050】

また、他の一態様では、これら上述の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置において、好ましくは、前記形状記憶合金の組成が、Ni - Ti - Cuの三元系で、Cuを3原子%以上含むことである。

【0051】

この構成によれば、Ni - Ti合金の温度ヒステリシスが20 程度に対し、前記Ni - Ti - Cu合金では10 程度であり、前記温度ヒステリシスを小さく抑えることができる。

20

【0052】

そして、他の一態様にかかる撮像装置は、これら上述の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置のいずれか1つを用いるものである。

【0053】

この構成によれば、撮像装置は、これら上述の形状記憶合金アクチュエータの駆動装置のいずれか1つをフォーカスレンズの駆動制御に用いることで、高速のオートフォーカスを実現することができる。

【0054】

この出願は、2008年12月24日に出願された日本国特許出願特願2008 - 327146を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

30

【0055】

本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を適切且つ十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を変更および/または改良することは容易に為し得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態または改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態または当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

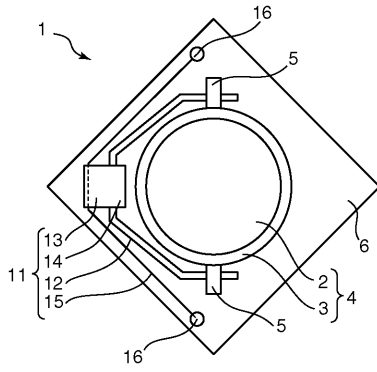
【産業上の利用可能性】

【0056】

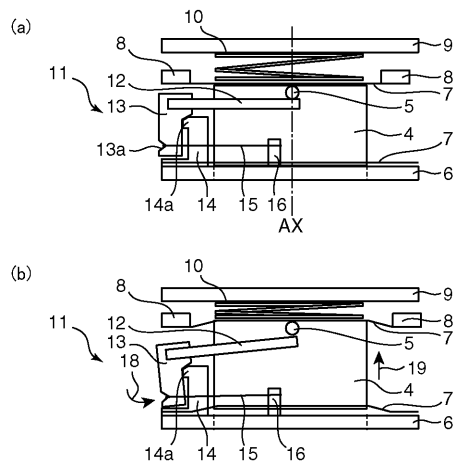
本発明によれば、形状記憶合金を利用した駆動装置および撮像装置を提供することができる。

40

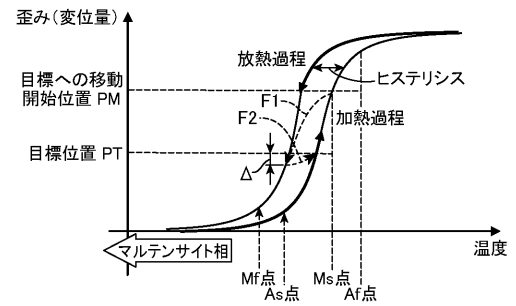
【図 1】



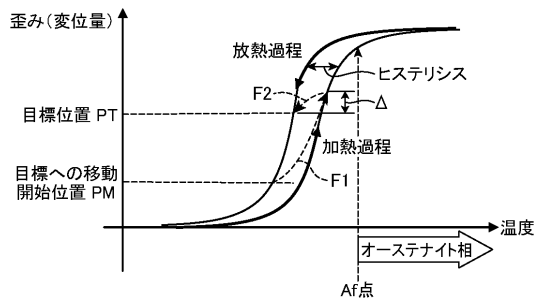
【図 2】



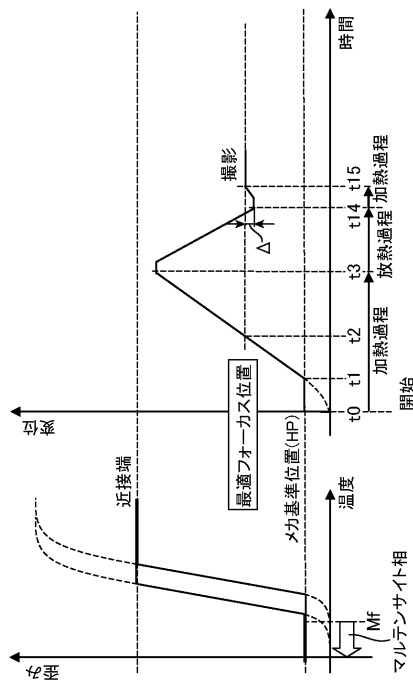
【図 3】



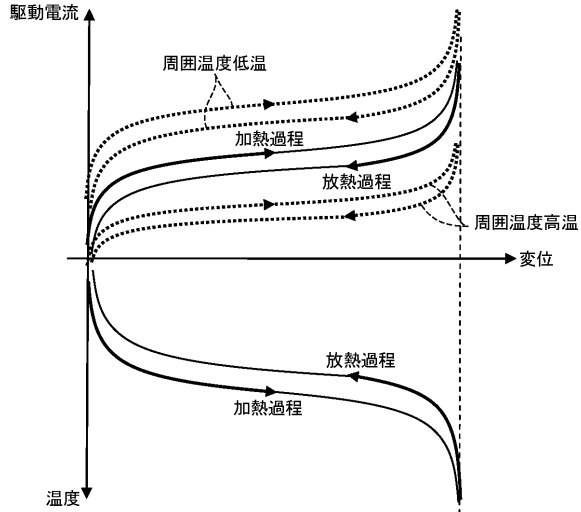
【図 4】



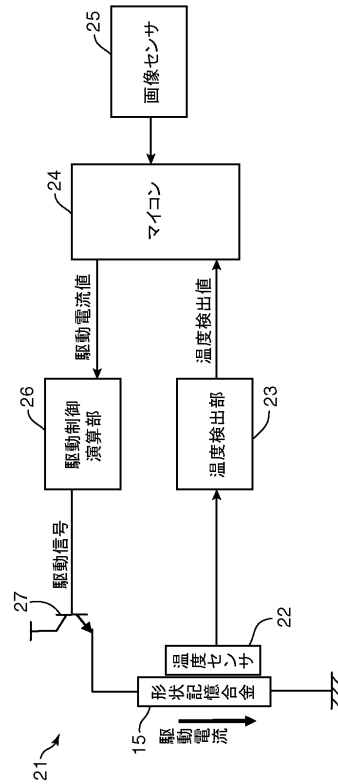
【図 5】



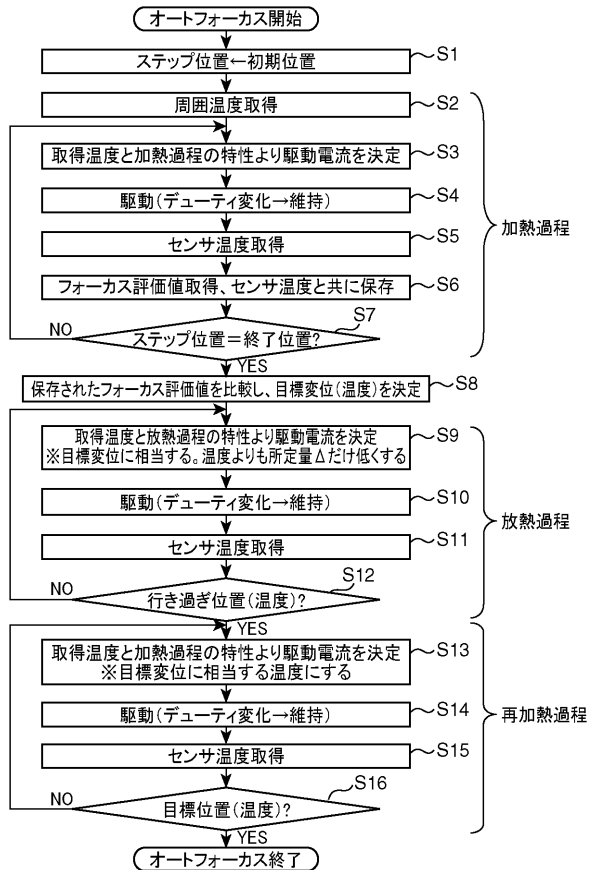
【図 6】



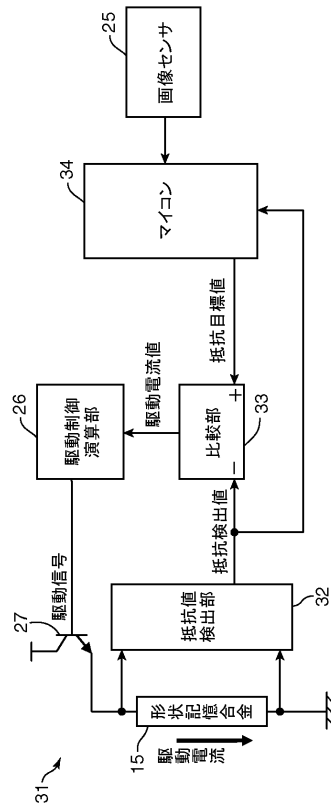
【図 7】



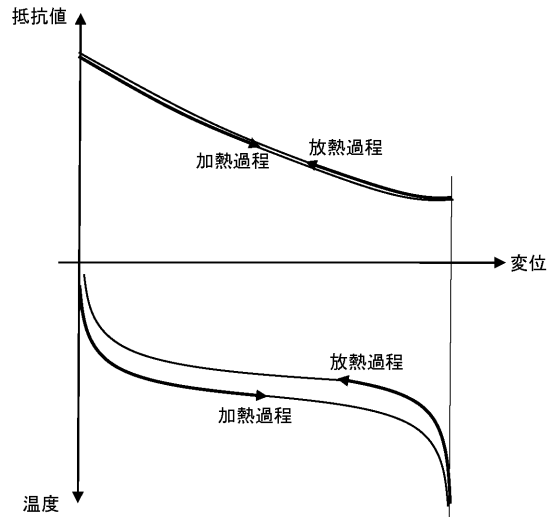
【図 8】



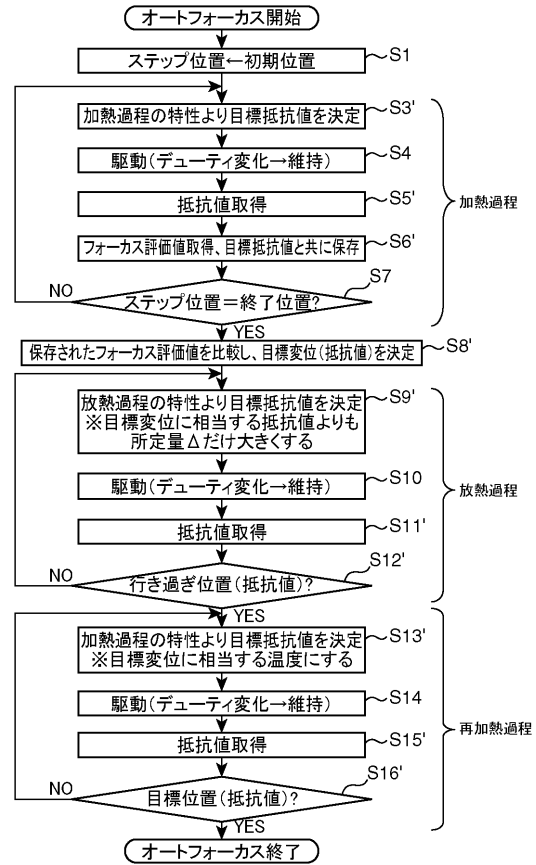
【図 9】



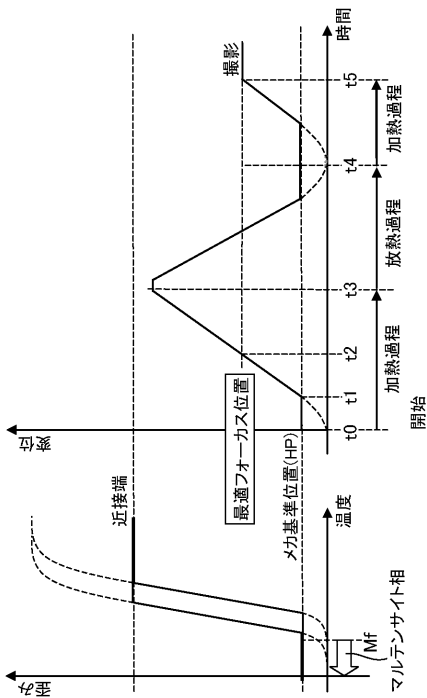
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

審査官 前崎 渉

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 8 0 8 7 9 (J P , A)
特表 2 0 0 9 - 5 3 1 7 2 9 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 8 6 1 4 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F03G 7/06

G02B 7/04

7/08

H02N 10/00