

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年9月9日(09.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/108209 A1

- (51) 国際特許分類:
F03G 7/06 (2006.01) G02B 7/08 (2006.01)
G02B 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/000910
- (22) 国際出願日: 2011年2月18日(18.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-048819 2010年3月5日(05.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社(KONICA MINOLTA OPTO, INC.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本多 泰啓 (HONDA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1918511 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (JP).

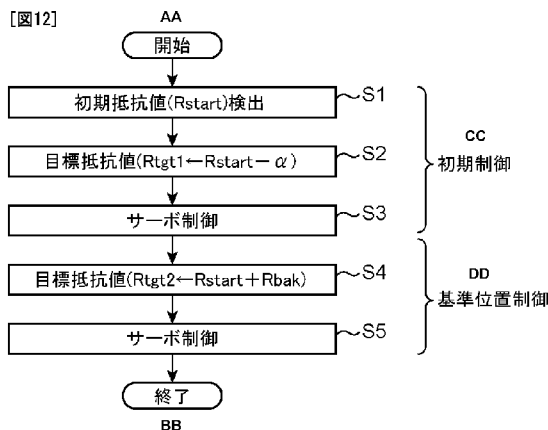
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: POSITION CONTROL DEVICE, POSITION CONTROL METHOD, DRIVING DEVICE AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 位置制御装置、位置制御方法、駆動装置および撮像装置



AA START
S1 DETECT INITIAL RESISTANCE VALUE (Rstart)
S2 TARGET RESISTANCE VALUE (Rtgt1 ← Rstart - α)
S3 SERVO CONTROL
S4 TARGET RESISTANCE VALUE (Rtgt2 ← Rstart + Rbak)
S5 SERVO CONTROL
BB END
CC INITIAL CONTROL
DD STANDARD POSITION CONTROL

(57) Abstract: Disclosed are a position control device, a position control method, a driving device and an imaging device in which the position of a movable part displaced by use of a shape memory alloy is controlled. The standard operation for controlling the position of said movable part involves detecting as the initial resistance value the resistance value of the aforementioned shape memory alloy (S1), and setting the target resistance value corresponding to the target displacement position of the aforementioned movable part to a value less than the aforementioned initial resistance value (S2). Consequently, the position control device, position control method, driving device and imaging device are capable of controlling the position of a movable part on the basis of the resistance value of a shape memory alloy by a simple configuration.

(57) 要約: 本発明にかかる位置制御装置および位置制御方法ならびに駆動装置および撮像装置では、形状記憶合金を用いることによって移動される可動部の位置が制御される。その可動部の位置を制御する準備動作として、前記形状記憶合金の抵抗値が初期抵抗値として検出され (S1)、前記可動部の目標変位位置に対応した目標抵抗値が前記初期抵抗値より小さい値に設定される (S2)。このため、このような位置制御装置および位置制御

方法ならびに駆動装置および撮像装置は、より簡易な構成で形状記憶合金の抵抗値に基づいて可動部の位置を制御することができる。

明 細 書

発明の名称：

位置制御装置、位置制御方法、駆動装置および撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えばバイアス付与方式で形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータに好適に使用され、この可動部の位置を制御する位置制御装置および位置制御方法に関する。そして、この位置制御装置を備える駆動装置および撮像装置に関する。

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の、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。より具体的には、固定焦点式であったものがオートフォーカス式に高性能化が要求され、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、かかるアクチュエータとして、形状記憶合金（Shape Memory Alloy、以下、「SMA」という場合がある）を用いたものが知られている。この形状記憶合金は、変態温度よりも高温側では、オーステナイト相（高温相）と呼ばれる結晶構造になっており、低温側では、マルテンサイト相（低温相）と呼ばれる結晶構造になっている。一般の金属材料は、所定の外力が加えられると変形前の形に戻らないが、SMAは、マルテンサイト相の状態で所定の外力が加えられて変形しても、変態温度以上になると、マルテンサイト相からオーステナイト相へ相変態し、変形前の元の形にその形状が回復する。

[0004] より具体的には、バイアス付与方式において、SMAは、その温度の上昇に従って、抵抗値も上昇し、所定温度 T_{Rmax} で抵抗値が最大抵抗値 R_m

$a_{\max}$ となり、その後、降下に転じて抵抗値が降下し、所定温度 $T_{R_{\min}}$ で抵抗値が最小抵抗値 $R_{\min}$ となり、その後、再び上昇に転じて抵抗値が上昇する特性を有している ($T_{R_{\max}} < T_{R_{\min}}$ 、 $R_{\max} > R_{\min}$)。特に、最大抵抗値 $R_{\max}$ から最小抵抗値 $R_{\min}$ までの範囲では、SMA の抵抗値は、その温度に略比例している。

[0005] SMA を用いたアクチュエータ（形状記憶合金アクチュエータ）は、この特性を利用することによって、被駆動体を駆動するものである。SMA を用いたバイアス付与方式のアクチュエータは、SMA を通電加熱する等によって緊縮力を発生させ、該緊縮力をレンズの駆動力として用いるものであって、一般に、小型化および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をもつ。例えば、線状に加工した SMA 線材の電気抵抗値が、所定温度 $T_{R_{\min}}$ から所定温度 $T_{R_{\max}}$ までの温度範囲では、SMA 線材の長さに略比例することから、抵抗値を制御することで、SMA 線材の長さを変化させて、位置センサ等を必要とせずに、レンズなどの被駆動体の位置制御を行うことができる。

[0006] しかしながら、上述のように、SMA の結晶相が変態する所定温度 $T_{R_{\max}}$ から所定温度 $T_{R_{\min}}$ までの領域と、その他の領域（所定温度 $T_{R_{\min}}$ より高い温度領域、または、所定温度 $T_{R_{\max}}$ より低い温度領域）とで、SMA の抵抗値の温度に対する変化方向が異なるため、単純なアルゴリズムでは位置制御を行うことができない。このような事情に鑑みて、例えば、特許文献 1 および特許文献 2 に記載の技術が提案されている。

[0007] 特許文献 1 に開示の位置制御装置は、形状記憶合金体の変位に基づいて動作するアクチュエータと、前記形状記憶合金体を加熱冷却する駆動手段と、前記アクチュエータの変位と変位の目標値との偏差に基づき前記駆動手段を作動させる比較手段と、前記形状記憶合金体の抵抗値 R を検出する抵抗検出手段と、位置制御開始前に前記形状記憶合金体の最大抵抗値 $R_{\max}$ および最小抵抗値 $R_{\min}$ を求め記憶する記憶手段と、前記抵抗検出手段の出力と前記記憶手段に記憶された情報とにより前記アクチュエータの変位を算出す

る変位算出手段とを備えて構成されている。この構成によって、形状記憶合金の抵抗値が最大抵抗値 R_{max} と最小抵抗値 R_{min} との間の値をとるように制御することができる。

[0008] そして、特許文献2には、SMAの最大抵抗値 R_{max} を検出し、SMAの抵抗値を最大抵抗値 R_{max} から目標とする抵抗値まで減少させることで、SMAアクチュエータを制御する技術が開示されている。

[0009] しかしながら、特許文献1および特許文献2に記載の形状記憶合金アクチュエータの制御装置では、最大抵抗値 R_{max} や最小抵抗値 R_{min} を検出するための検出回路、判定アルゴリズムおよび誤検出回避回路等で、制御系の構成が複雑になるという虞がある。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特許第2769351号公報

特許文献2：国際公開第2008/099156号パンフレット

発明の概要

[0011] 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、より簡易な構成でSMAの抵抗値に基づいて位置制御が可能な位置制御装置および位置制御方法を提供することである。本発明の他の目的は、これら位置制御装置とこの形状記憶合金アクチュエータとを備える駆動装置および撮像装置を提供することである。

[0012] 本発明にかかる位置制御装置および位置制御方法ならびに駆動装置および撮像装置では、形状記憶合金を用いることによって移動される可動部の位置が制御される。その可動部の位置を制御する準備動作として、前記形状記憶合金の抵抗値が初期抵抗値として検出され、前記可動部の目標変位位置に対応した目標抵抗値が前記初期抵抗値より小さい値に設定される。このため、このような位置制御装置および位置制御方法ならびに駆動装置および撮像装置は、より簡易な構成で形状記憶合金の抵抗値に基づいて可動部の位置を制御することができる。

[0013] 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明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態にかか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の動作を説明するための側面図である。

[図3]実施形態にかかる駆動装置の電氣的構成を示すブロック図である。

[図4]SMAの温度—抵抗値特性を示すグラフである。

[図5]実施形態にかかるSMAアクチュエータにおける、SMAの温度—抵抗値特性を示すグラフである。

[図6]実施の形態にかかるSMAアクチュエータにおける、SMAの変位—抵抗値特性を示すグラフである。

[図7]従来の位置制御装置による制御を説明するためのグラフである。

[図8]実施形態にかかる位置制御装置による制御を説明するためのグラフである。

[図9]実施形態にかかる位置制御装置による初期制御を説明するためのグラフである。

[図10]実施形態にかかる位置制御装置による基準位置制御を説明するためのグラフである。

[図11]実施形態にかかる位置制御装置による初期制御と基準位置制御とを説明するためのグラフである。

[図12]実施形態にかかる位置制御装置による初期制御と基準位置制御とを説明するためのフローチャートである。

[図13]SMAの周囲温度—抵抗値特性を示すグラフである。

[図14]高温環境下での、実施形態にかかる位置制御装置による初期制御を説明するためのグラフである。

[図15]高温環境下での、実施形態にかかる位置制御装置による基準位置制御を説明するためのグラフである。

[図16]高温環境下での、実施形態にかかる位置制御装置による初期制御と基準位置制御とを説明するためのグラフである。

発明を実施するための形態

- [0015] 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。また、本明細書において、総称する場合には添え字を省略した参照符号で示し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。
- [0016] 図1は、実施の一形態にかか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）である。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、SMAが伸長している場合、図2（B）は、SMAが収縮している場合を示す。
- [0017] 図1および図2において、本実施形態にかかる撮像装置は、形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータ11と、可動部の移動に応じて移動するレンズ2と、可動部の位置を制御する位置制御装置31（図3参照）と、位置制御装置31と接続し、レンズを含む撮像光学系によって結像された被写体の光学像を撮像する画像センサ25（撮像素子）（図3参照）とを備える。
- [0018] 実施の一形態にかかる撮像装置におけるオートフォーカスレンズの駆動機構1は、レンズ2を、その軸線AX方向（前後方向）に変位させることで、フォーカス合せを行う。レンズ2は、レンズ駆動枠3に取付けられて、鏡筒4を構成している。鏡筒4の外周面において、前端には径方向に突出した一対の突出部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（レンズ2）が軸線AX方向（前後方向）に変位される。
- [0019] 鏡筒4は、ベース部6上に搭載され、レンズ駆動枠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、図示しない横面外壁を介してベース部6と一体化している上ベース8とに支持され、軸線AX方向に、平行状

態で変位可能となっている。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。

[0020] 形状記憶合金（SMA）アクチュエータ 11 は、アーム部 12、レバー 13 および支持脚 14 と、形状記憶合金（SMA）の線材から成る SMA 15 とを備える。本実施形態では、アーム部 12、レバー 13 および支持脚 14 が可動部の一例に相当する。アーム部 12 は、正面（レンズ開口）側から見て、略“く”字状（略“C”字状、略“V”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、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、他端には、切欠き 13a が形成され、その切欠き 13a に SMA 15 が巻掛けられている。このように切欠き 13a に SMA 15 が巻掛けられることで、鏡筒 4 の軸線 AX 方向の変位に対しても、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。SMA 15 は、バイアスばね 10 の付勢力による、適切なバイアス力によって記憶形状よりも引っ張り変形を与えた状態で架設されている。

[0021] したがって、電極 16 間に通電されていない間は、SMA 15 は、周囲に自然放熱して伸長し、マルテンサイト相（低温相）となって該 SMA 15 の張力が低下し、バイアスばね 10 の弾発力によって、図 2（A）で示すように、鏡筒 4 に設けられたレンズ 2 は、ベース部 6 に押付けられたホームポジション（無限端）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、通電がパルスで行われ、そのデューティが高くなる（通電量が多くなる）程、SMA 15 は、ジュール熱を発して収縮し、該 SMA 15 に張力が発生し、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 が矢符 18 方向に揺動し、アーム部 12 および突出部 5 を介して、鏡筒 4 に設けられたレンズ 2 は、矢符 19 の前カバー 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 は、オーステナイト相（高温相）となって、レンズ 2 の最大繰り出し位置である掃引端（

マクロ端)に到達する。温度を上昇させると、SMA 15の結晶相変態により、SMA 15は、収縮方向に変形するとともに、その抵抗値が減少する。鏡筒4は、収縮によるSMA 15の応力が増加しバイアスばねによる応力を超えた時点で、無限端から動き出す。

[0022] 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とで、SMA 15の変位を拡大して鏡筒4を変位させることができる。

[0023] 図3は、実施形態にかかる位置制御装置の電氣的構成を示すブロック図である。図3において、位置制御装置31は、SMA 15に通電を行う駆動回路27と、SMA 15の抵抗値を検出する抵抗値検出部32と、可動部(アーム部12、レバー13および支持脚14)の目標変位位置に対応した目標抵抗値を設定し、抵抗値が目標抵抗値に一致するように、駆動回路27による形状記憶合金への通電量(例えば、通電電流値)を制御する制御部21とを備える。位置制御装置31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、SMA 15の抵抗値を用いる。

[0024] 制御部21は、起動時に、抵抗値検出部32にSMA 15の抵抗値を初期抵抗値として検出させ、目標抵抗値を初期抵抗値より小さい値に設定することで、SMA 15に対する通電電流値を制御して、SMA 15を低温相から高温相へと変態開始させる第一制御(初期制御)を行う。前記起動時は、この位置制御装置31を備えた電子機器の電源を投入した機器起動時や、この位置制御装置31によりレンズ2を駆動する撮像装置を備えた電子機器において撮影モードを選択したモード起動時や、前記撮影モードでのズーム動作やオートフォーカス動作におけるレンズを駆動する直前のレンズ起動時等である。したがって、起動時は、前記可動部の位置を制御する準備動作を行う場合の一例であり、前記第一制御は、位置制御装置31のSMA 15に通電

して実際の目標位置に前記可動部を移動させる前の準備動作としての制御である。

[0025] 制御部 21 は、初期制御後に、予め記憶した最適な差分抵抗値を初期抵抗値に加算した値を目標抵抗値に設定し、SMA 15 に対する通電電流値を制御して、可動部を起動時の基準位置（無限端）に移動させる第二制御（基準位置制御）を行う。

[0026] 制御部 21 は、より具体的には、目標抵抗値を設定するコントローラ 34 と、抵抗値検出部 32 で検出された SMA 15 の電極 16 間の抵抗値（検出抵抗値）とコントローラ 34 で設定された目標抵抗値とを比較し、比較結果に対応して駆動電流値を設定する比較部 33 と、比較部 33 で設定された駆動電流値を駆動信号として駆動回路 27 に出力する駆動制御演算部 26 とを備える。

[0027] コントローラ 34 にはまた、画像センサ 25 の検出結果が入力されており、該コントローラ 34 は、画像センサ 25 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、このコントローラ 34 は、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でもある。

[0028] SMA 15 の電極 16 間の抵抗値が抵抗値検出部 32 で検出され、その検出結果と、コントローラ 34 から与えられる目標抵抗値とが比較部 33 で比較され、その比較結果に対応して駆動電流値が設定され、駆動電流値が駆動制御演算部 26 へ出力される。

[0029] より具体的には、比較部 33 は、検出した抵抗値 > 目標抵抗値と判断した場合、駆動電流値を増加させ（温度を上昇させ）、検出した抵抗値 < 目標抵抗値と判断した場合、駆動電流値を減少させ（温度を低下させ）、検出抵抗値 = 目標抵抗値であると判断した場合、駆動電流値を変化させない（温度を維持する）。本実施の形態では、SMA 15 の線形特性の範囲を利用することで、このような簡単なアルゴリズムによって、制御部 21 は、SMA 15 の抵抗値を目標抵抗値に一致するように制御する。

- [0030] さらに、コントローラ 34 は、記憶部を内蔵する。この記憶部は、初期制御および基準位置制御で用いられる定数、および、図 6 に示すような、レンズの変位が無限端からマクロ端までの範囲で、SMA 15 の抵抗値がレンズの変位に略比例する関係式を、予め記憶する。
- [0031] 駆動制御演算部 26 は、駆動電流値に対応したデューティの駆動信号を作成し、SMA 15 に通電する駆動回路 27 を介して SMA 15 への通電電流値を制御する。駆動回路 27 は、例えばトランジスタ等のスイッチング素子を備え、その制御端子に駆動制御演算部 26 から駆動信号が入力されることで、そのスイッチングが動作され、駆動回路 27 から SMA 15 に流れる駆動電流は、目標位置に応じて、デューティが変化される。このため、抵抗値検出部 32 は、ON デューティの期間の既知の定電流値と、SMA 15 の電極 16 間の電圧とから、抵抗値を求めることができる。或いは、駆動回路 27 が OFF して駆動電流が流れていない OFF デューティの期間に、該抵抗値検出部 32 自身が既知の探索電流を流し、それによる SMA 15 の電極 16 間の電圧から、抵抗値を求めることができる。
- [0032] 以上まとめると、位置制御装置 31 のサーボ制御は、以下の通りである。
- [0033] <サーボ制御>
- 検出抵抗値 > 目標値の場合、SMA 15 への通電量増加（温度上昇）
- 検出抵抗値 < 目標値の場合、SMA 15 への通電量減少（温度低下）
- 検出抵抗値 = 目標値の場合、SMA 15 へ通電量変化せず（温度維持）
- [0034] 以下、図 4 ないし図 16 を用いて、位置制御装置 31 の動作に関して説明する。
- [0035] 位置制御装置 31 が起動される（例えば電源投入後等の通電開始時）と、抵抗値検出部 32 が初期抵抗値 R_{start} を検出し、コントローラ 34 が、初期抵抗値 R_{start} から予め記憶された第一所定値を減算した値を初期制御での目標抵抗値（以下、第一目標値 R_{tgt1} ）として設定し、位置制御装置 31 は、第一制御（以下、初期制御）を開始する。
- [0036] このような構成によれば、可動部の位置を制御する準備動作として、目標

抵抗値 R_{tgt1} が初期抵抗値 R_{start} より小さい値に設定され、SMA15を低温相から高温相に変態開始させるので、位置制御装置31は、SMA15の最大抵抗値 R_{max} を検出することなく、SMA15の抵抗値がその変位に対し線形的に変化する性質を利用し、SMA15の位置制御を行うことができる。

[0037] 図4は、SMAの温度—抵抗値特性を示すグラフである。横軸は、SMAの温度を示し、その縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。この例は、Ni—TiまたはNi—Ti—Cuである。

[0038] 図4の実線で示すように、本実施の形態で用いられるSMA15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。温度を上げてゆくと、ヒステリシスループの一方を辿り、特定の温度（ A_s 点）から急に収縮をしてゆき、収縮方向の変位量に応じて抵抗値が減少する。特定の温度（ A_f 点）よりも温度を上げると線材の収縮は、終わり、オーステナイト相（高温相）と呼ばれる結晶相になる（温度上昇過程）。この状態から温度を下げてゆくと、ヒステリシスループの他方を辿り、特定の温度（ M_s 点）から急に伸長してゆき、収縮方向の変位量が減少する。特定の温度（ M_f 点）よりも温度を下げると伸長は、終わり、マルテンサイト相に戻る（温度低下過程）。そして、SMA15は、一般に温度—抵抗値特性にこれらの図4で示すようなヒステリシスを有し、 M_f 点 $<$ A_s 点、 M_s 点 $<$ A_f 点の関係がある。

[0039] 図5は、実施形態にかかるSMAアクチュエータにおける、SMAの温度—抵抗値特性を示すグラフである。横軸は、SMAの温度を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。

[0040] そして、本実施の形態では、SMA15は、その抵抗値が通電開始における初期抵抗値 R_{start} から、通電による温度の上昇によって、 A_s 点で最大抵抗値 R_{max} となり、レンズ2が無限端からマクロ端へ動き出す時点での抵抗値（以下、無限端抵抗値 R_{inf} ）を経て、レンズ2がマクロ端にある場合の抵抗値（以下、マクロ抵抗値 R_{mc} ）まで変化する範囲で使用

されている。図 1 および図 2 に示す機構により、レンズ 2 がマクロ端以上に繰り出されないので、図 5 では図 4 の曲線を無限端からマクロ端までのレンズ 2 の動作として示している。

[0041] 図 6 は、実施形態にかかる SMA アクチュエータにおける、SMA の変位—抵抗値特性を示すグラフである。横軸は、レンズの変位を示し、その縦軸は、SMA の抵抗値を示す。

[0042] 図 5 の動作を変位と抵抗値との関係で示すと、図 6 に示すように、温度上昇過程では、抵抗値が初期抵抗値 R_{start} ~ 最大抵抗値 R_{max} ~ 無限端抵抗値 R_{inf} と順に変化する過程では、レンズ 2 の変位は、変位ゼロで（鏡筒 4 は動かない）、無限端抵抗値 R_{inf} ~ マクロ抵抗値 R_{mc} と順に変化する過程では、抵抗値の減少に伴ってレンズ 2 の変位は、増加する（鏡筒 4 はマクロ端方向へと動く）。温度低下過程では、マクロ抵抗値 R_{mc} ~ 無限端抵抗値 R_{inf} と順に変化する過程で、レンズ 2 の変位は、減少し（鏡筒 4 は無限端方向へと動く）、無限端抵抗値 R_{inf} ~ 最大抵抗値 R_{max} ~ 初期抵抗値 R_{start} と順に変化する過程で、レンズ 2 の変位はゼロである。なお、図 6 のレンズ 2 の変位—抵抗値特性曲線では、温度上昇過程と温度低下過程のヒステリシスがほぼないと仮定している。これは、Ni—Ti—Cu の SMA 15 に適切な処理をすることにより、ヒステリシスが非常に小さくなり、ヒステリシスを無視できることによる。このように、SMA 15 に適切な処理をすることによって、抵抗値を指標とした変位制御の性能を向上させることができる。さらに、SMA 15 の使用温度範囲の上限値に対して、 A_s 点の温度が十分に高い線材を使用すれば、周囲温度に対し、SMA 15 は、低温相から変態することはない。したがって、ヒステリシスを考慮する必要はない。

[0043] 図 7 は、従来の位置制御装置による制御を説明するためのグラフである。図 7 (A) は、SMA の温度変化に伴う電気抵抗の変化について説明する模式的なグラフである。横軸は SMA の温度を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。図 7 (B) は、SMA の電気抵抗とレンズの変位との関係について

て説明する模式的なグラフである。横軸は、SMAの温度を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。

[0044] ここで、従来の位置制御について説明する。初期抵抗値 R_{start} が第一目標値 R_{tgt1} より小さい値であれば、SMA15の最大抵抗値 R_{max} を検出することなく、SMA15の抵抗値がその変位に線形的に変化する性質を利用することはできない。以下にその理由を述べる。たとえば、第一目標値 R_{tgt1} が無限端抵抗値 R_{inf} とする。この場合、起動時には、SMA15は、図7の状態P0（初期抵抗値 R_{start} ）にあり、初期抵抗値 $R_{start} < \text{第一目標値 } R_{tgt1}$ であるので、位置制御装置は、通電量を減少してSMA15の温度を低下させようとするが、通電開始時は、またSMA15を温度上昇させていない（完全に自然放熱された状態である）ので、さらに温度低下することはない、状態P0から動かないという動作不良が発生する。このように、起動時の初期抵抗値 R_{start} が第一目標値 R_{tgt1} より小さい値である場合では、SMA15が起動時の状態から動かないという動作不良が発生する。

[0045] そこで、本実施の形態では、第一目標値 R_{tgt1} を、初期抵抗値 R_{start} より小さい値と設定することで、以下に説明するように動作し、このような動作不良が発生しないようにしている。

[0046] 図8は、実施形態にかかる位置制御装置による制御を説明するためのグラフである。図8（A）は、SMAの温度変化に伴う電気抵抗の変化について説明する模式的なグラフである。横軸は、SMAの温度を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。図8（B）は、SMAの電気抵抗とレンズの変位との関係について説明する模式的なグラフである。横軸は、レンズの変位を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。

[0047] 本実施の形態において、起動時には、初期抵抗値 R_{start} よりも小さい抵抗値を、第一目標値 R_{tgt1} として設定し初期制御を開始する。この設定によれば、初期抵抗値 $R_{start} > \text{第一目標値 } R_{tgt1}$ であるから、SMA15への通電量が増加し、SMA15の温度上昇が開始する。した

がって、図 8 (A) および図 8 (B) に破線矢印で示した経路に沿って、SMA 15 は、状態 P 0 から状態 P 1 まで温度上昇し、SMA 15 の変位は、無限端から変位 X 1 まで変化する。

[0048] 図 9 は、実施形態にかかる位置制御装置による初期制御を説明するためのグラフである。図 9 (A) は、本実施形態にかかる SMA の動作の一例を示す模式的なグラフである。横軸は、時間を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。図 9 (B) は、本実施形態にかかるレンズの変位を示す模式的なグラフである。横軸は、レンズの変位を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。

[0049] コントローラ 34 は、起動時（以下、時刻 t_0 ）に検出した初期抵抗値 R_{start} に基づいて、第一目標値 R_{tgt1} を設定する。本実施の形態によれば、初期抵抗値 $R_{start} > \text{第一目標値 } R_{tgt1}$ であるので、SMA 15 への通電量を増加して温度を上昇させる。温度の上昇に伴って、SMA 15 の抵抗値は、最大抵抗値 R_{max} まで増加し、最大抵抗値 R_{max} から減少する。SMA 15 の抵抗値は、時刻 t_{inf} にて無限端抵抗値 R_{inf} となり、鏡筒 4 は、無限端から動き始め、変位は、増加する。時刻 t_{inf} からさらに抵抗値が第一目標値 R_{tgt1} になるまで SMA 15 を温度上昇させ、時刻 t_1 で図 8 の状態 P 1 になり、変位は、X 1 となる。そして状態 P 1 になった後は、位置制御装置 31 は、SMA 15 への通電量を維持する。

[0050] 図 10 は、本実施形態にかかる位置制御装置による基準位置制御を説明するためのグラフである。図 10 (A) は、SMA の温度変化に伴う電気抵抗の変化について説明する模式的なグラフである。横軸は、SMA の温度を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。図 10 (B) は、SMA の電気抵抗とレンズの変位との関係について説明する模式的なグラフである。横軸は、レンズの変位を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。状態 P 1' は、基準位置制御開始時の状態であるが、初期制御後の状態を維持していれば、状態 P 1 と同じ状態である。

- [0051] 本実施の形態において、基準位置制御での目標抵抗値（以下、第二目標値 R_{tgt2} ）が、第一目標値 R_{tgt1} （状態 $P1'$ ）より大きい値であるので、初期制御後に、レンズ2の位置が、目標変位位置に移動するため待機すべき基準位置である無限端を行き過ぎていても、レンズ2を基準位置（無限端）に移動させることができる。
- [0052] 第二目標値 R_{tgt2} は、初期抵抗値 R_{start} に予め記憶した差分抵抗値 R_{bak} を加算した値である。また、無限端抵抗値 $R_{inf} <$ 第二目標値 $R_{tgt2} <$ 最大抵抗値 R_{max} の関係にあるとする。図10に示すように、状態 $P1'$ では検出抵抗値が第一目標値 R_{tgt1} であるので、検出抵抗値 $<$ 第二目標値 R_{tgt2} となり、SMA15への通電量を減少して温度低下が開始される。従って図10の波線矢印で示した経路で、状態 $P1'$ から状態 $P2$ までSMA15は温度低下し、レンズ2の変位は状態 $P2$ で無限端になる。
- [0053] このような構成によれば、初期制御後に、レンズ2の位置が、目標変位位置に移動するため待機すべき位置である基準位置を行き過ぎていても、レンズ2を基準位置に移動させることができる。
- [0054] 図11は、本実施形態にかかる位置制御装置による初期制御と基準位置制御とを説明するためのグラフである。図11（A）は、本実施形態にかかるSMAの動作の一例を示す模式的なグラフである。横軸は、時間を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。図11（B）は、本実施形態にかかるレンズの動作を示す模式的なグラフである。横軸は、時間、を示し、縦軸は、レンズの変位を示す。
- [0055] 位置制御装置31は、時刻 $t1'$ から第二目標値 R_{tgt2} を設定してサーボ制御を開始し、状態 $P1'$ で抵抗値を検出する。検出した抵抗値は、第二目標値 R_{tgt2} より小さいので、通電量を減少して温度低下させ（抵抗値が増加）、時刻 t_{inf} にて無限端抵抗値 R_{inf} に達して、レンズ2の変位は、無限端となり、レンズ2は、停止する。さらに抵抗値が第二目標値 R_{tgt2} に増加するまで温度低下させ、時刻 $t2$ で図10の状態 $P2$ にな

るが、状態P2での変位は、無限端である。そして状態P2になった後はその状態を維持する。以上が、状態P1'から基準位置制御の終了状態P2までの制御動作である。

[0056] 状態P2では、無限端よりも大きな抵抗値となるので、その後目標抵抗値を段階的に小さくしていけば、変位が無限端からマクロ端方向に段階的に増大する動作となる。このように動作させながら、画像センサ25から入力される画像のコントラストを順次評価していくことで、いわゆるオートフォーカスの走査動作を行わせることができる。

[0057] 図12は、本実施形態にかかる位置制御装置による初期制御と基準位置制御とを説明するためのフローチャートである。位置制御装置31の起動時にフローは、実行され、ステップS1～ステップS3が初期制御であり、ステップS4～ステップS5が基準位置制御である。

[0058] ステップS1で抵抗値検出部32は、初期抵抗値 R_{start} を検出し、ステップS2でコントローラ24は、第一目標値 R_{tgt1} を初期抵抗値 R_{start} から予め記憶された値 α を減算した値に設定する。所定値 α は、抵抗値の検出誤差よりも大きい値であればよく、非常に小さい値でかまわない。ステップS3で制御部21は、サーボ制御を開始させ、第一目標値 R_{tgt1} が“初期抵抗値 $R_{start} - \alpha$ ”に達するとサーボ制御を終了する。

[0059] 続いて、ステップS4で、コントローラ24は、第二目標値 R_{tgt2} を初期抵抗値 R_{start} に予め記憶された差分抵抗値 R_{bak} を加算した値に設定する。差分抵抗値 R_{bak} の選択方法については後述する。ステップS5で制御部21は、サーボ制御を開始させ、第二目標値 R_{tgt2} が“初期抵抗値 $R_{start} + 差分抵抗値R_{bak}$ ”に達するとサーボ制御を終了する。

[0060] 以下、差分抵抗値 R_{bak} の選択方法について述べる。図13は、SMAの周囲温度—抵抗値特性を示すグラフである。横軸は、SMAの周囲温度を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。図中で、 T_{min} 、 T_{max} 、 T

$i n f$ は、それぞれ使用温度範囲の下限温度、上限温度、無限端温度であり、これに対応するSMAの下限抵抗値、上限抵抗値、無限端抵抗値は、それぞれ $R(T_{min})$ 、 $R(T_{max})$ 、 R_{inf} である。したがって、初期抵抗値 R_{start} は、下限温度抵抗値 $R(T_{min}) < \text{初期抵抗値 } R_{start} < \text{上限温度抵抗値 } R(T_{max})$ である。

[0061] 差分抵抗値 R_{bak} は、以下の条件を共に満たすものを選択すればよい。

[0062] 差分抵抗値 $R_{bak} > \text{無限端抵抗値 } R_{inf} - R(T_{min}) \quad \cdots (1)$

差分抵抗値 $R_{bak} < \text{最大抵抗値 } R_{max} - \text{無限端抵抗値 } R_{inf} \quad \cdots (2)$

[0063] (1) 式は、差分抵抗値 R_{bak} の温度範囲の下限で、レンズの変位が無限端に戻ることを保証する条件である。より具体的には、下限温度抵抗値 $R(T_{min}) < \text{初期抵抗値 } R_{start}$ 、および、第二目標値 $R_{tgt2} = \text{初期抵抗値 } R_{start} + \text{差分抵抗値 } R_{bak}$ を用いて式変形することにより、(1) 式は、第二目標値 $R_{tgt2} > \text{無限端抵抗値 } R_{inf} - \text{下限温度抵抗値 } R(T_{min}) + \text{初期抵抗値 } R_{start}$ 、つまり第二目標値 $R_{tgt2} > \text{無限端抵抗値 } R_{inf}$ となる。すなわち、(1) 式を満たすような差分抵抗値 R_{bak} を選択することによって、レンズの変位が無限端に戻ることが保証される。

[0064] (2) 式は、差分抵抗値 R_{bak} の温度範囲上限で、SMA 15 が低温相に戻らないことを保証する条件である。より具体的には、第二目標値 $R_{tgt2} = \text{初期抵抗値 } R_{start} + \text{差分抵抗値 } R_{bak}$ を用いて式変形することにより、(2) 式は、第二目標値 $R_{tgt2} < \text{最大抵抗値 } R_{max} + \text{初期抵抗値 } R_{start} - \text{無限端抵抗値 } R_{inf}$ となる。周囲温度が下限温度 T_{min} から無限端の抵抗値と同じになる温度 T_{inf} までの範囲では、初期抵抗値 $R_{start} < \text{無限端抵抗値 } R_{inf}$ である。すなわち、(2) 式を満たすような差分抵抗値 R_{bak} を選択することによって、第二目標値 R_{tgt2} が最大抵抗値 R_{max} を超えないので、SMA 15 が低温相に戻らな

いことが保証される。一方、周囲温度が無限端の抵抗値と同じになる温度 T_{inf} より大きい温度範囲（高温環境下）では、初期抵抗値 $R_{start} >$ 無限端抵抗値 R_{inf} であり、後述するように SMA 15 は、初期の状態 P0 に戻ることから、無限端からオートフォーカスレンズの走査は可能であるので、動作不良の問題は発生しない。

[0065] 実際の設計では、差分抵抗値 R_{bak} 値は、無限端抵抗値 $R_{inf} - R(T_{min})$ 、最大抵抗値 $R_{max} -$ 無限端抵抗値 R_{inf} の固体バラツキを考慮して、十分にマージンのある設定値である。また、差分抵抗値 R_{bak} 値は、抵抗値の検出誤差について考慮した値であればよい。

[0066] 以下、図 14 ないし図 16 を用いて、高温環境下での、位置制御装置 31 による初期制御と基準位置制御とを説明する。

[0067] 図 14 は、高温環境下での、本実施形態にかかる位置制御装置による初期制御を説明するためのグラフである。図 14 (A) は、SMA の温度変化に伴う電気抵抗の変化について説明する模式的なグラフである。横軸は、SMA の温度を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。図 14 (B) は、SMA の電気抵抗とレンズの変位との関係について説明する模式的なグラフである。横軸は、レンズの変位を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。

[0068] 上述のように、初期抵抗値 $R_{start} >$ 無限端抵抗値 R_{inf} である。よって、初期制御の第一目標値 R_{tgt1} は、初期抵抗値 R_{start} より小さいが、無限端抵抗値 R_{inf} よりも大きい。初期制御によって、図中の破線矢印で示す経路で、SMA 15 は、初期状態 P0 から状態 P1 に変化する。しかしながら、状態 P1 ではレンズ 2 の変位は、無限端のままであり、レンズ 2 は、動き出さない。

[0069] 図 15 は、高温環境下での、本実施の形態にかかる位置制御装置による基準位置制御を説明するためのグラフである。図 15 (A) は、SMA の温度変化に伴う電気抵抗の変化について説明する模式的なグラフである。横軸は、SMA の温度を示し、縦軸は、SMA の電気抵抗を示す。図 15 (B) は、SMA の電気抵抗とレンズの変位との関係について説明する模式的なグラ

フである。横軸は、レンズの変位を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。状態P1'は、基準位置制御開始時の状態であるが、初期制御の終了状態を維持していれば、P1と同じ状態になっている。

[0070] 基準位置制御では、コントローラ34は、第二目標値 R_{tgt2} を設定する。第二目標値 R_{tgt2} =初期抵抗値 R_{start} +差分抵抗値 R_{bak} である。また、初期抵抗値 R_{start} <最大抵抗値 R_{max} <第二目標値 R_{tgt2} の関係にあるとする。

[0071] 状態P1'では、検出抵抗値<第二目標値 R_{tgt2} であるので、通電量を減少して温度低下が開始される。したがって図中の破線矢印で示した経路で、状態P1'から状態P2まで温度低下し、初期のP0近くに戻る。レンズ2の変位は、無限端のままである。

[0072] 図16は、高温環境下での、本実施形態にかかる位置制御装置による初期制御と基準位置制御とを説明するためのグラフである。図16(A)は、本発明の実施の形態にかかるSMAの動作の一例を示す模式的なグラフである。横軸は、時間を示し、縦軸は、SMAの電気抵抗を示す。図16(B)は、本発明の実施の形態にかかるレンズの動作を示す模式的なグラフである。横軸は、時間を示し、縦軸は、レンズの変位を示す。

[0073] 位置制御装置31が時刻 t_0 で第一目標値 R_{tgt1} を設定してサーボ制御を開始すると、SMA15は、通電増加による温度上昇により、最大抵抗値 R_{max} を経て時刻 t_1 で第一目標値 R_{tgt1} に達する。なお、時刻 t_1 は、状態P1の状態に対応する。次に位置制御装置が時刻 t_1' で第二目標値 R_{tgt2} を設定してサーボ制御を開始し、通電減少による温度低下により、再び最大抵抗値 R_{max} を経て時刻 t_2 で初期抵抗値 R_{start} に達する。時刻 t_2 は、状態P2に対応する。この過程を通して、レンズ2の変位は、無限端のままで、レンズ2は、無限端から動いていない。

[0074] 状態P2では、無限端よりも大きな抵抗値となるので、その後目標値を段階的に小さくし、初期抵抗値 R_{start} より小さくなれば、通電増加により検出抵抗値が目標値になるようにサーボ制御される。時刻 t_2 では、まだ

無限端まで達していないので、変位は、0のままである。さらに、目標抵抗値を段階的に小さくしていけば、変位が無限端からマクロ端方向に段階的に増大する動作となる。

[0075] このように、周囲温度にかかわらず、(1)式および(2)式をみたすような差分抵抗値 R_{bak} を選択することで、基準位置制御後にはレンズ2の変位が無限端にあるので、オートフォーカス動作が可能になる。

[0076] この他の実施の形態において、コントローラ34は、図13に示すような初期抵抗値 R_{start} と周囲温度との関係、および、周囲温度と差分抵抗値 R_{bak} との関係をさらに記憶し、SMA15の抵抗値と周囲温度との関係に基づいて、初期抵抗値 R_{start} から周囲温度を求め、求めた周囲温度と差分抵抗値 R_{bak} との関係とに基づいて、差分抵抗値 R_{bak} を求め、求めた差分抵抗値 R_{bak} を用いて基準位置制御を行ってもよい。

[0077] このような構成によれば、この求めたSMA15の周囲温度によって、差分抵抗値 R_{bak} の値を変えることが可能となり、オートフォーカス走査動作における動き始めの遅延がより少ない。なお、周囲温度と差分抵抗値 R_{bak} との関係は、以下の通りである。周囲温度が無限端の抵抗値と同じになる温度 T_{inf} より大きい温度範囲（高温環境下）では、差分抵抗値 R_{bak} は、抵抗値の検出誤差より大きい値であればよい。周囲温度が無限端の抵抗値と同じになる温度 T_{inf} より小さい温度範囲では、(1)式および(2)式を満たすような差分抵抗値であればよい。

[0078] さらに、この他の実施の形態において、図3の破線に示すように、SMA15の周囲温度を検出する温度検出部23をさらに備え、コントローラ34は、周囲温度と差分抵抗値 R_{bak} との関係を予め記憶し、温度検出部23が検出した周囲温度から、周囲温度と差分抵抗値 R_{bak} との前記関係に基づいて、差分抵抗値 R_{bak} を求め、求めた差分抵抗値 R_{bak} で基準位置制御を行う。

[0079] 温度検出部23は、サーミスタ、熱電対および薄膜抵抗等の温度センサを備え、たとえばレバー13において、このSMA15が巻掛けられる切欠き

13aの部分に設けられる。

[0080] このような構成によれば、検出したSMA15の周囲温度によって、差分抵抗値Rbakの値を変えることが可能となり、オートフォーカス走査動作における動き始めの遅延がより少ない。

[0081] 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。

[0082] 一態様にかかる位置制御装置は、形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータに使用され、前記可動部の位置を制御する位置制御装置であって、前記形状記憶合金に通電を行う駆動部と、前記形状記憶合金の抵抗値を検出する抵抗値検出部と、前記可動部の目標変位位置に対応した目標抵抗値を設定し、前記抵抗値が前記目標抵抗値に一致するように、前記駆動部による前記形状記憶合金への通電量を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記可動部の位置を制御する準備動作として、前記抵抗値検出部に前記形状記憶合金の抵抗値を初期抵抗値として検出させ、前記目標抵抗値を前記初期抵抗値より小さい値に設定することで、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御して、前記形状記憶合金を低温相から高温相へと変態開始させる第一制御を行う。

[0083] この構成によれば、可動部の位置を制御する準備動作として、目標抵抗値が初期抵抗値より小さい値に設定され、形状記憶合金が低温相から高温相に変態開始されるので、位置制御装置は、形状記憶合金の最大抵抗値Rmaxを検出することなく、形状記憶合金の抵抗値がその変位に線形的に変化する性質を利用し、形状記憶合金の位置制御を行うことができる。

[0084] また、他の一態様では、上述の位置制御装置において、好ましくは、予め定めた所定の差分抵抗値を記憶する記憶部がさらに備えられ、前記制御部は、前記第一制御後に、前記目標抵抗値を、前記初期抵抗値に前記差分抵抗値を加算した値に設定し、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御する第二制御を行うことで、前記可動部を基準位置に移動させる。

[0085] この構成によれば、位置制御装置は、第一制御後に、可動部の位置が、目

標変位位置に移動するため待機すべき位置である基準位置を行き過ぎていても、可動部を基準位置に移動させることができる。

[0086] また、他の一態様では、上述の位置制御装置において、好ましくは、前記形状記憶合金アクチュエータの周囲温度を検出する温度検出部がさらに備えられ、前記記憶部は、前記周囲温度と前記差分抵抗値との関係をさらに記憶し、前記制御部は、前記温度検出部が検出した前記周囲温度から、前記周囲温度と前記差分抵抗値との前記関係に基づいて、前記差分抵抗値を求め、求めた前記差分抵抗値で第二制御を行う。

[0087] この構成によれば、周囲温度に対応した最適な差分抵抗値を設定することができるので、位置制御装置は、より短時間で可動部を目標変位位置に移動させることができる。

[0088] また、他の一態様では、上述の位置制御装置において、好ましくは、前記記憶部は、前記形状記憶合金アクチュエータの抵抗値と周囲温度との関係、および、前記周囲温度と前記差分抵抗値との関係をさらに記憶し、前記制御部は、前記形状記憶合金の抵抗値と周囲温度との関係に基づいて、前記初期抵抗値から周囲温度を求め、求めた前記周囲温度から、前記周囲温度と前記差分抵抗値との関係とに基づいて、前記差分抵抗値を求め、求めた前記差分抵抗値で第二制御を行う。

[0089] この構成によれば、温度検出部を備えることなく、推定された周囲温度に対応した最適な差分抵抗値を設定することができるので、位置制御装置は、より短時間で可動部を目標変位位置に移動させることができる。

[0090] また、他の一態様にかかる位置制御方法は、形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータに使用され、前記可動部の位置を制御する位置制御方法であって、前記可動部の位置を制御する準備として、前記形状記憶合金の抵抗値を初期抵抗値として検出する工程と、前記可動部の目標変位位置に対応した前記目標抵抗値を前記初期抵抗値より小さい値と設定する工程と、この設定された前記目標抵抗値で、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御して、前記形状記憶合金を低温相から高温相へと変態開

始させる工程とを備える。

[0091] この構成によれば、可動部の位置を制御する準備動作として、目標抵抗値が初期抵抗値より小さい値に設定され、形状記憶合金が低温相から高温相に変態開始されるので、位置制御装置は、形状記憶合金の最大抵抗値 R_{max} を検出することなく、形状記憶合金の抵抗値がその変位に線形的に変化する性質を利用し、形状記憶合金の位置制御を行うことができる。

[0092] また、他の一態様では、上述の位置制御方法において、好ましくは、予め定めた所定の差分抵抗値を記憶する工程と、前記変態開始させる工程後に、前記目標抵抗値を、前記初期抵抗値に前記差分抵抗値を加算した値に設定する工程と、この設定された前記目標抵抗値で、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御して、前記可動部を起動時の基準位置に移動させる工程とをさらに備える。

[0093] この構成によれば、位置制御方法は、前記変態開始させる工程後に、可動部の位置が、目標変位位置に移動するため待機すべき位置である基準位置を行き過ぎていても、可動部を基準位置に移動させることができる。

[0094] また、他の一態様にかかる駆動装置は、形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータと、前記可動部の位置を制御する位置制御装置とを備え、前記位置制御装置は、上述のいずれかの位置制御装置である。

[0095] この構成によれば、これら上述のいずれかの位置制御装置を備える駆動装置が提供され、位置センサを備えることなく形状記憶合金の抵抗値に基づいて可動部の位置制御が可能な駆動装置が提供される。

[0096] また、他の一態様にかかる撮像装置は、形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータと、前記可動部の移動に応じて移動するレンズと、前記レンズを含む撮像光学系によって結像された被写体の光学像を撮像する撮像素子と、前記可動部の位置を制御する位置制御装置とを備え、前記位置制御装置は、これら上述の位置制御装置のいずれかであり、前記レンズを移動する準備動作として前記第一制御を行う。

[0097] このような構成によれば、これら上述のいずれかの位置制御装置を備える撮像装置が提供され、位置センサを備えることなく形状記憶合金の抵抗値に基づいてレンズの位置制御が可能な撮像装置が提供される。

[0098] この出願は、2010年3月5日に提出された日本国特許出願特願2010-48819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。

[0099] 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

[0100] 本発明によれば、位置制御装置、位置制御方法、駆動装置および撮像装置を提供することができる。

請求の範囲

[請求項1]

形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータに使用され、前記可動部の位置を制御する位置制御装置において、
前記形状記憶合金に通電を行う駆動部と、
前記形状記憶合金の抵抗値を検出する抵抗値検出部と、
前記可動部の目標変位位置に対応した目標抵抗値を設定し、前記抵抗値が前記目標抵抗値に一致するように、前記駆動部による前記形状記憶合金への通電量を制御する制御部とを備え、
前記制御部は、前記可動部の位置を制御する準備動作として、前記抵抗値検出部に前記形状記憶合金の抵抗値を初期抵抗値として検出させ、前記目標抵抗値を前記初期抵抗値より小さい値に設定することで、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御して、前記形状記憶合金を低温相から高温相へと変態開始させる第一制御を行うことを特徴とする位置制御装置。

[請求項2]

予め定めた所定の差分抵抗値を記憶する記憶部をさらに備え、
前記制御部は、前記第一制御後に、前記目標抵抗値を、前記初期抵抗値に前記差分抵抗値を加算した値に設定し、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御する第二制御を行うことで、前記可動部を基準位置に移動させることを特徴とする請求項1に記載の位置制御装置。

[請求項3]

前記形状記憶合金アクチュエータの周囲温度を検出する温度検出部をさらに備え、
前記記憶部は、前記周囲温度と前記差分抵抗値との関係をさらに記憶し、
前記制御部は、前記温度検出部によって検出された前記周囲温度から、前記周囲温度と前記差分抵抗値との前記関係に基づいて、前記差分抵抗値を求め、この求めた前記差分抵抗値で第二制御を行うことを特徴とする請求項2に記載の位置制御装置。

[請求項4] 前記記憶部は、前記形状記憶合金アクチュエータの抵抗値と周囲温度との関係、および、前記周囲温度と前記差分抵抗値との関係をさらに記憶し、

前記制御部は、前記形状記憶合金の抵抗値と周囲温度との関係に基づいて、前記初期抵抗値から周囲温度を求め、この求めた前記周囲温度から、前記周囲温度と前記差分抵抗値との関係とに基づいて、前記差分抵抗値を求め、この求めた前記差分抵抗値で第二制御を行うことを特徴とする請求項2に記載の位置制御装置。

[請求項5] 形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータに使用され、前記可動部の位置を制御する位置制御方法において、

前記可動部の位置を制御する準備として、前記形状記憶合金の抵抗値を初期抵抗値として検出する工程と、前記可動部の目標変位位置に対応した前記目標抵抗値を前記初期抵抗値より小さい値と設定する工程と、この設定された前記目標抵抗値で、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御して、前記形状記憶合金を低温相から高温相へと変態開始させる工程とを備えること

を特徴とする位置制御方法。

[請求項6] 予め定めた所定の差分抵抗値を記憶する工程と、

前記変態開始させる工程後に、前記目標抵抗値を、前記初期抵抗値に前記差分抵抗値を加算した値と設定する工程と、この設定された前記目標抵抗値で、前記形状記憶合金に対する前記通電量を制御して、前記可動部を基準位置に移動させる工程とをさらに備えること

を特徴とする請求項5に記載の位置制御方法。

[請求項7] 形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータと、

前記可動部の位置を制御する位置制御装置とを備え、

前記位置制御装置は、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の位置制御装置であること

を特徴とする駆動装置。

[請求項8]

形状記憶合金を用いて可動部を移動する形状記憶合金アクチュエータと、

前記可動部の移動に応じて移動するレンズと、

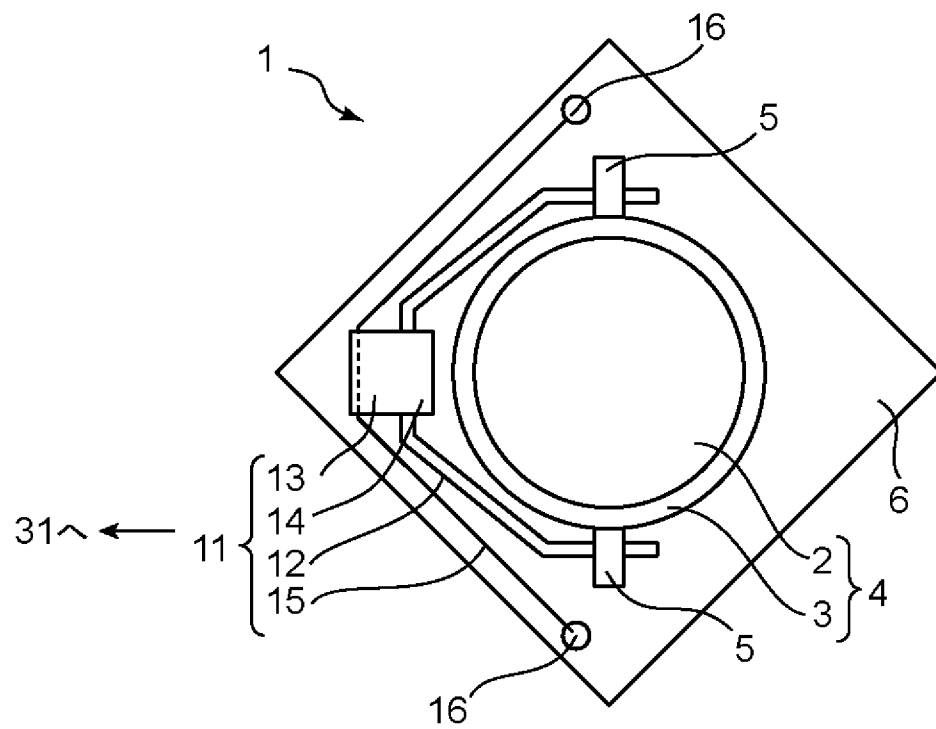
前記レンズを含む撮像光学系によって結像された被写体の光学像を撮像する撮像素子と、

前記可動部の位置を制御する位置制御装置とを備え、

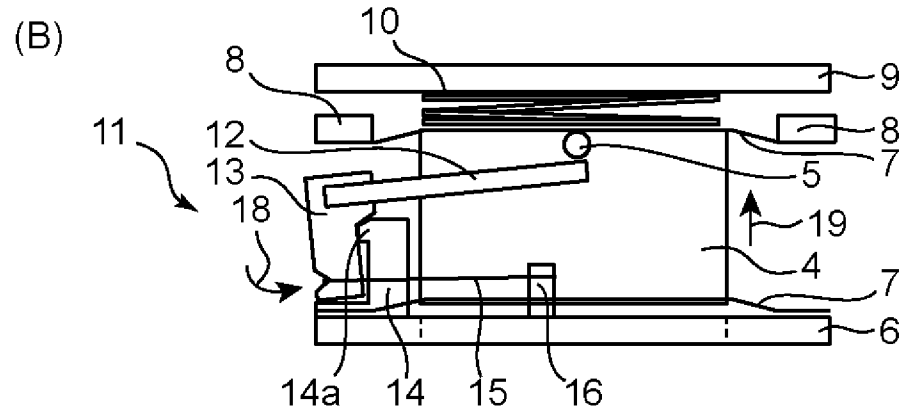
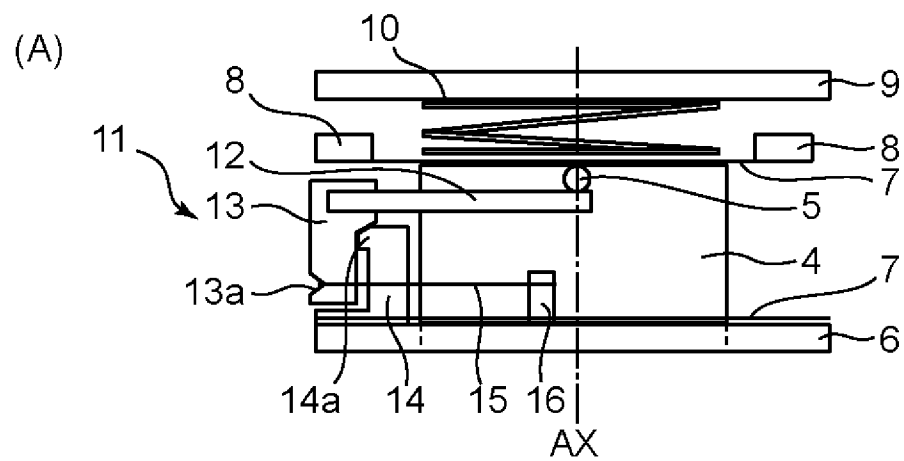
前記位置制御装置は、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の位置制御装置であり、前記レンズを移動する準備動作として前記第一制御を行うこと

を特徴とする撮像装置。

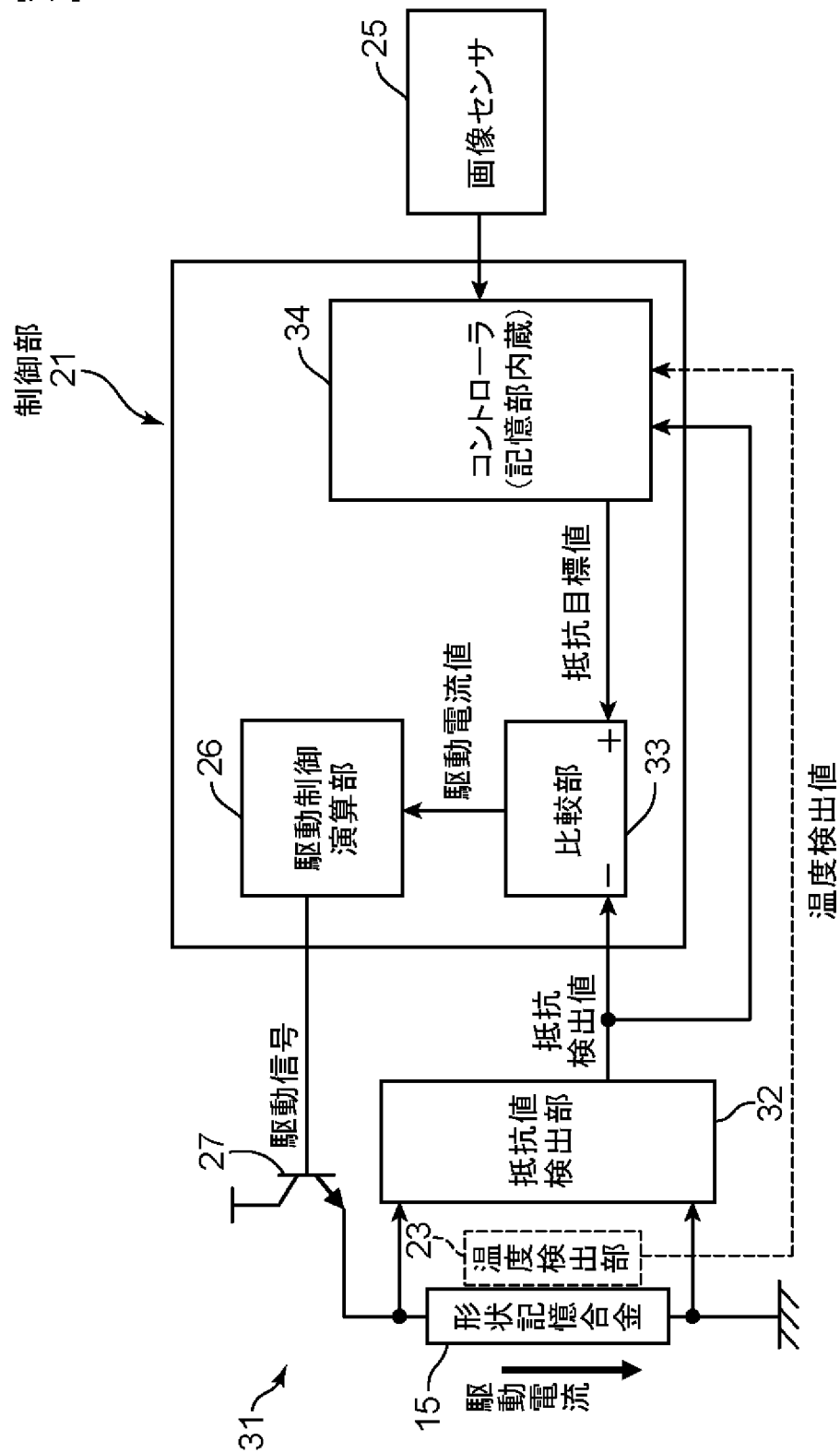
[図1]



[図2]

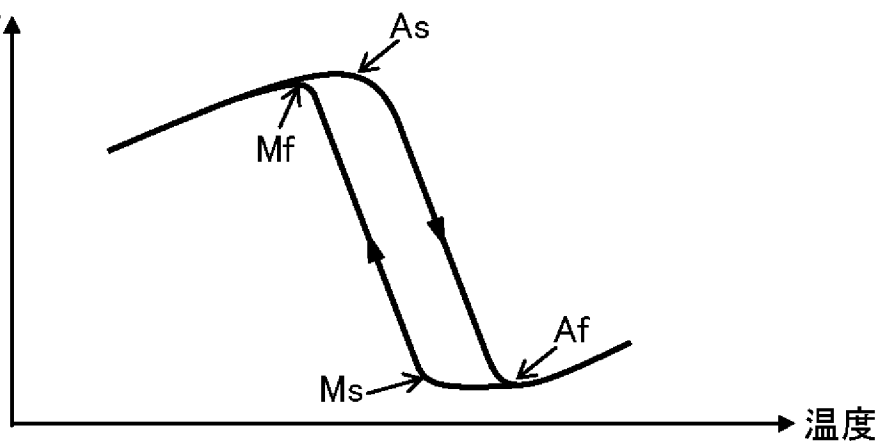


[図3]



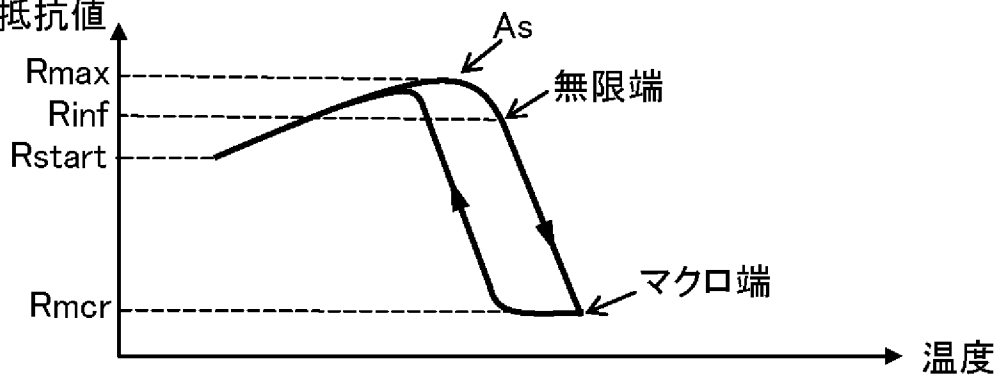
[図4]

抵抗値



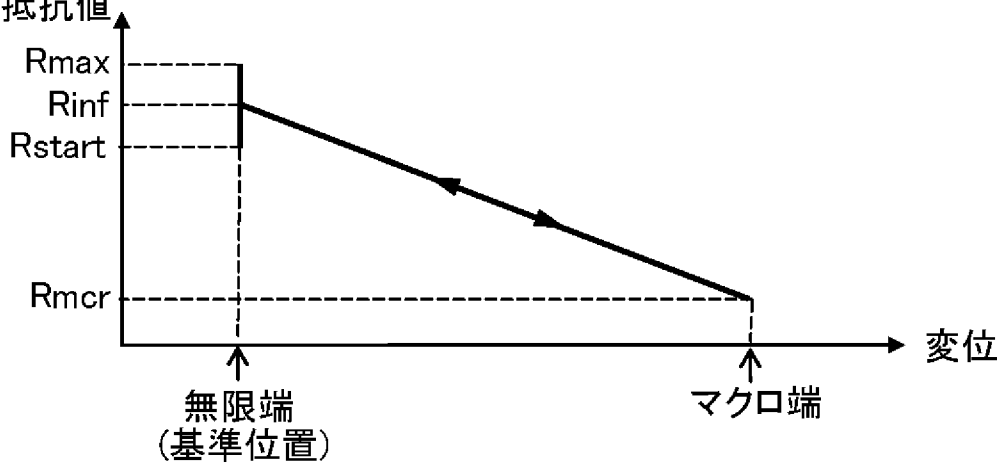
[図5]

抵抗値

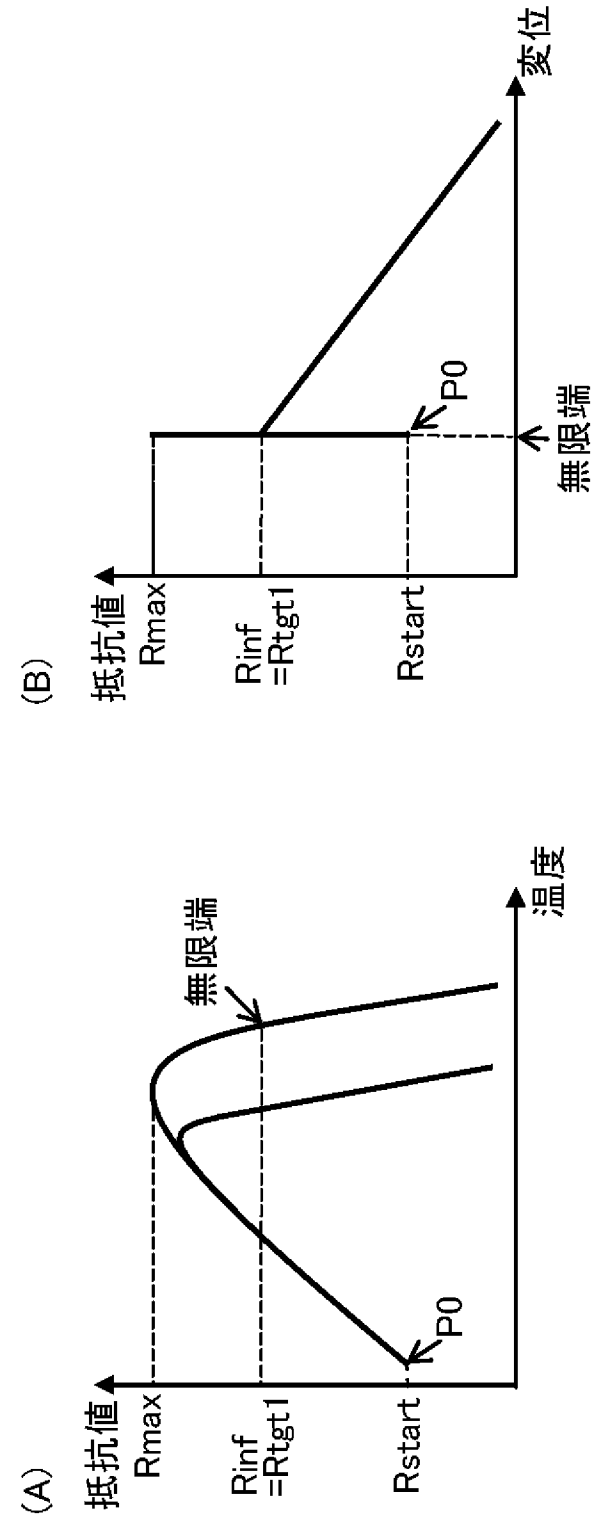


[図6]

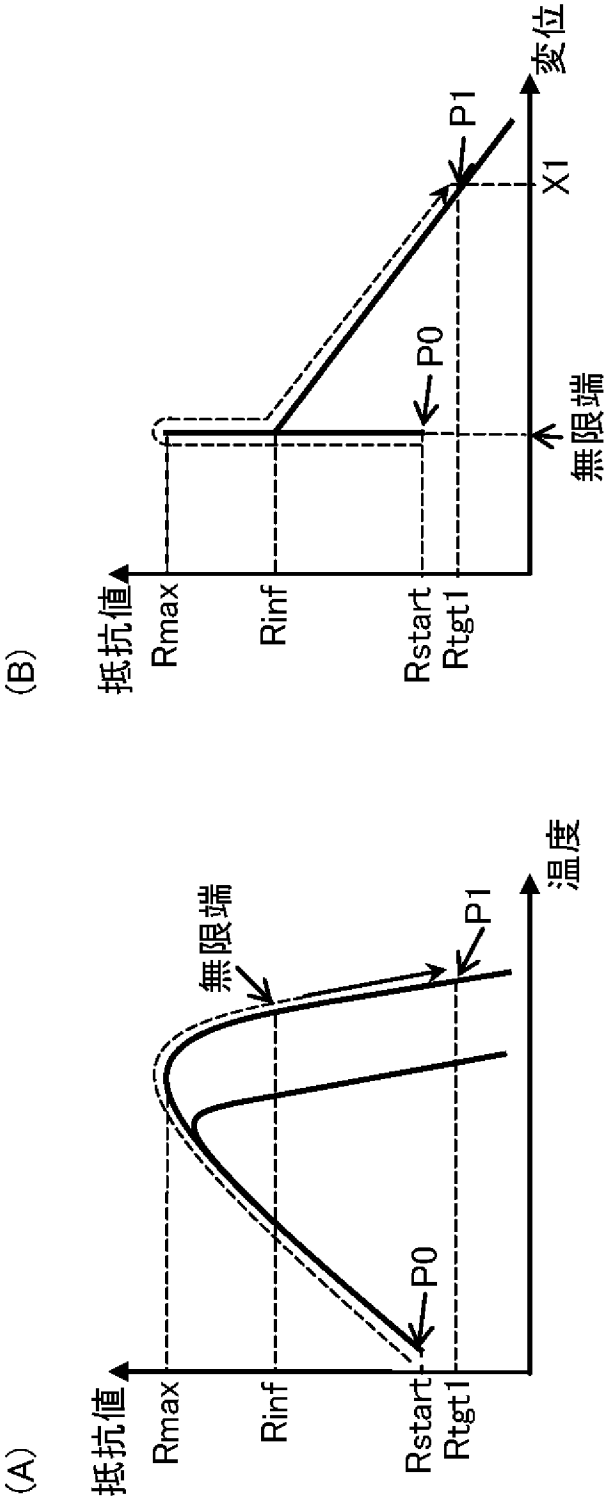
抵抗値



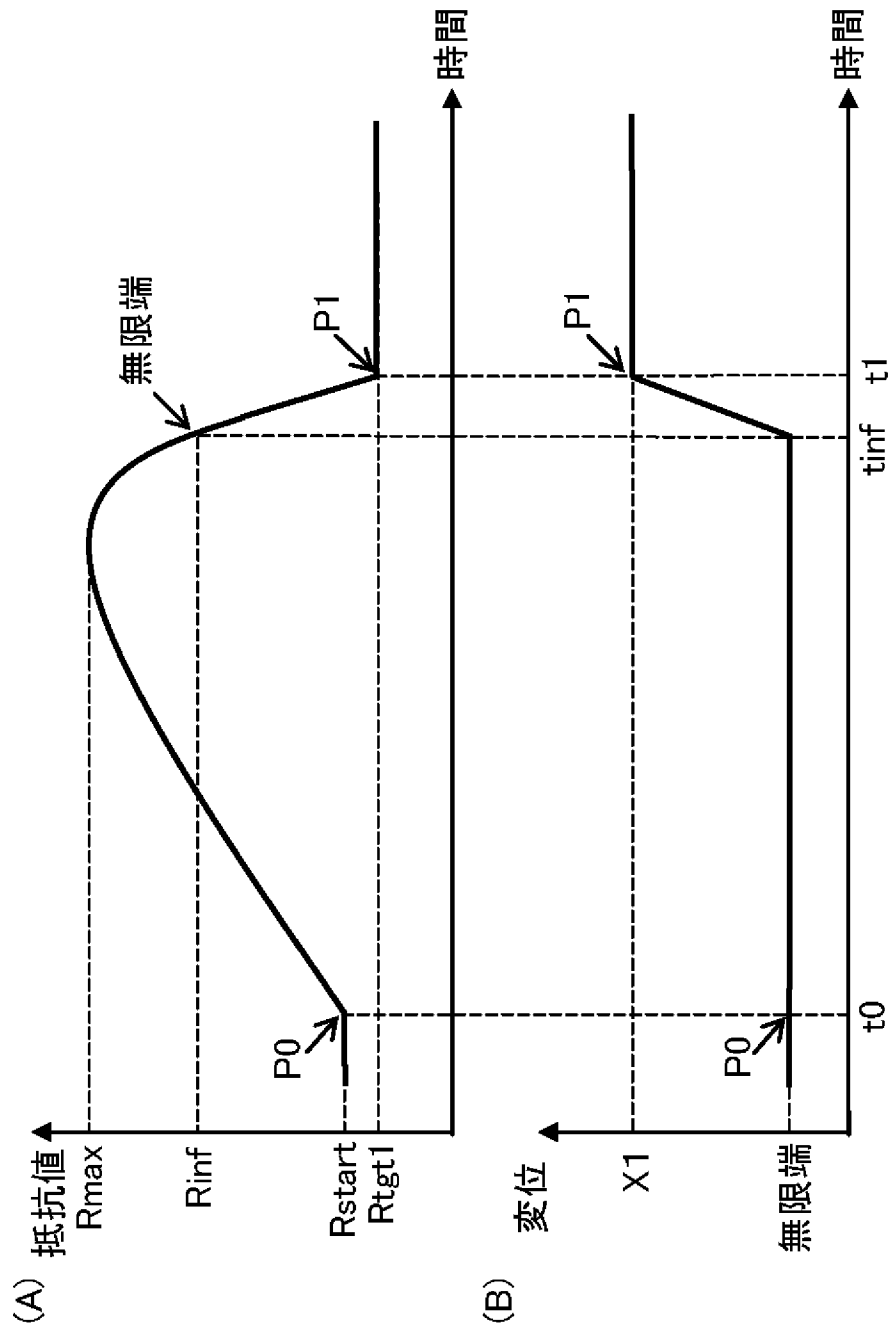
[図7]



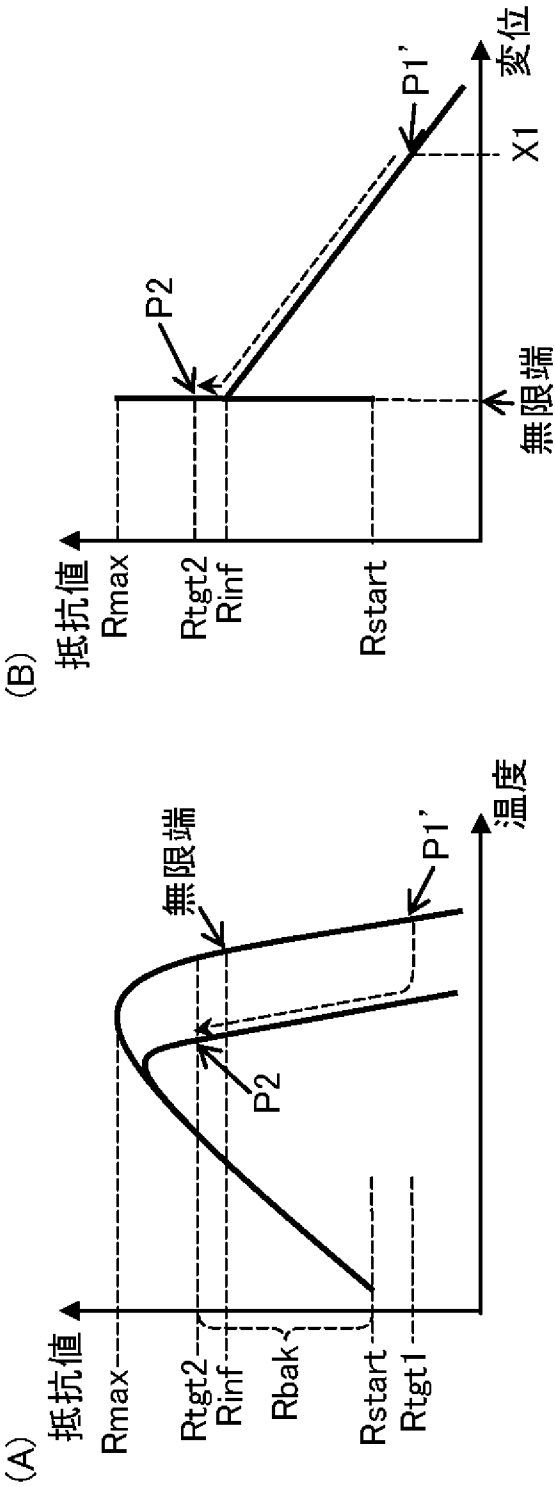
[図8]



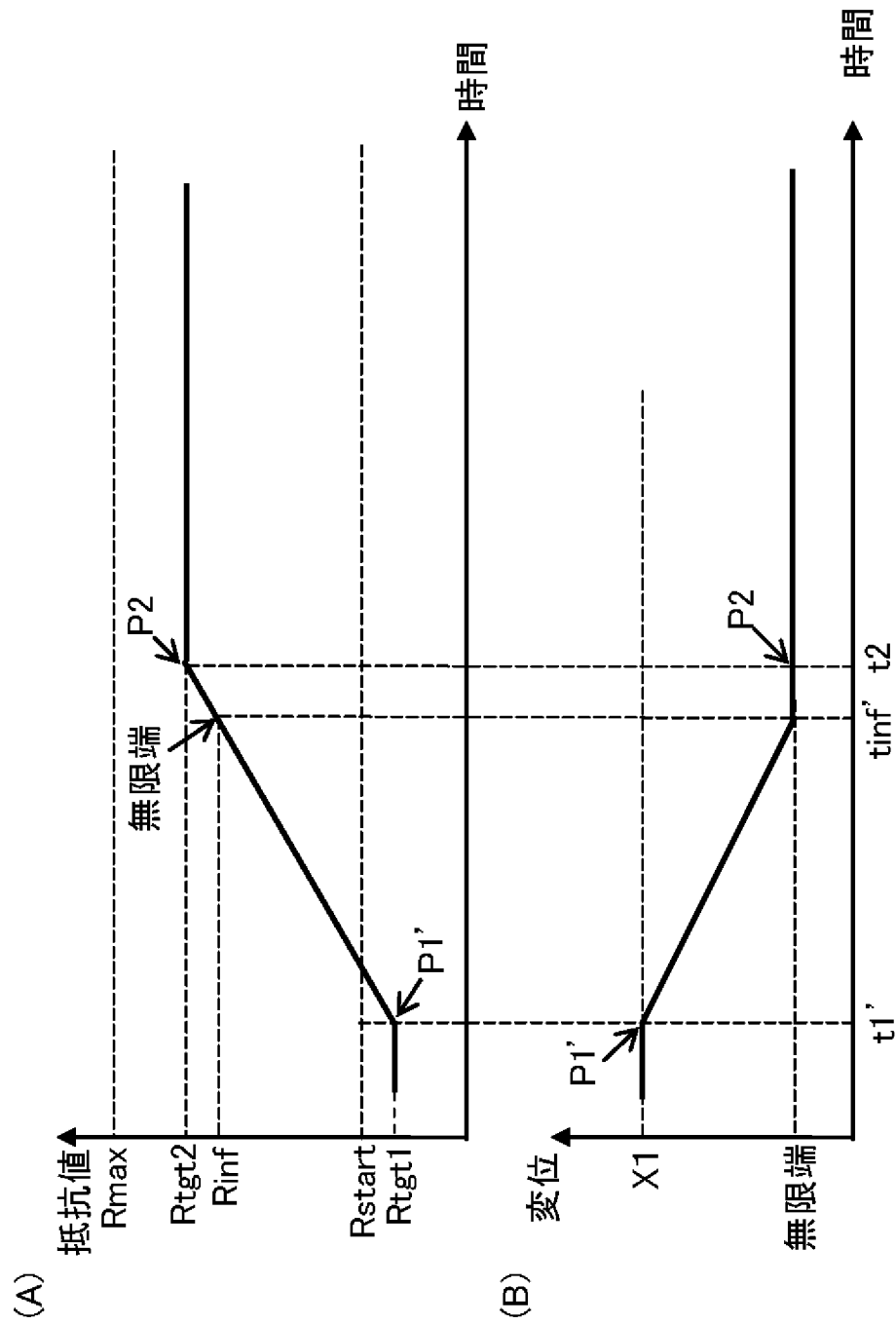
[図9]



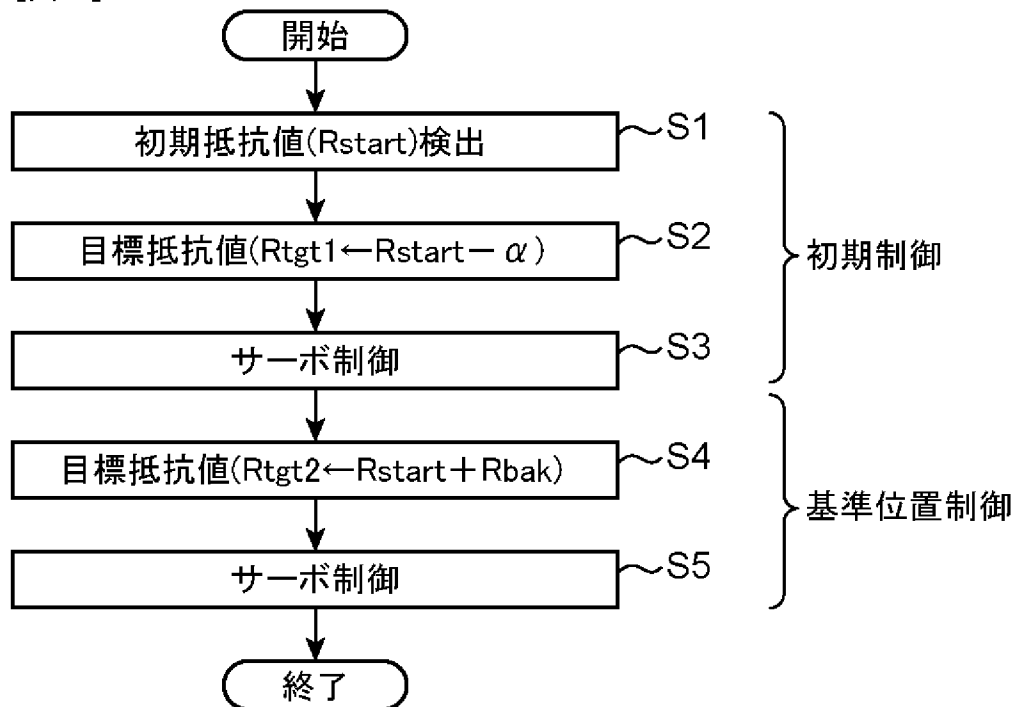
[図10]



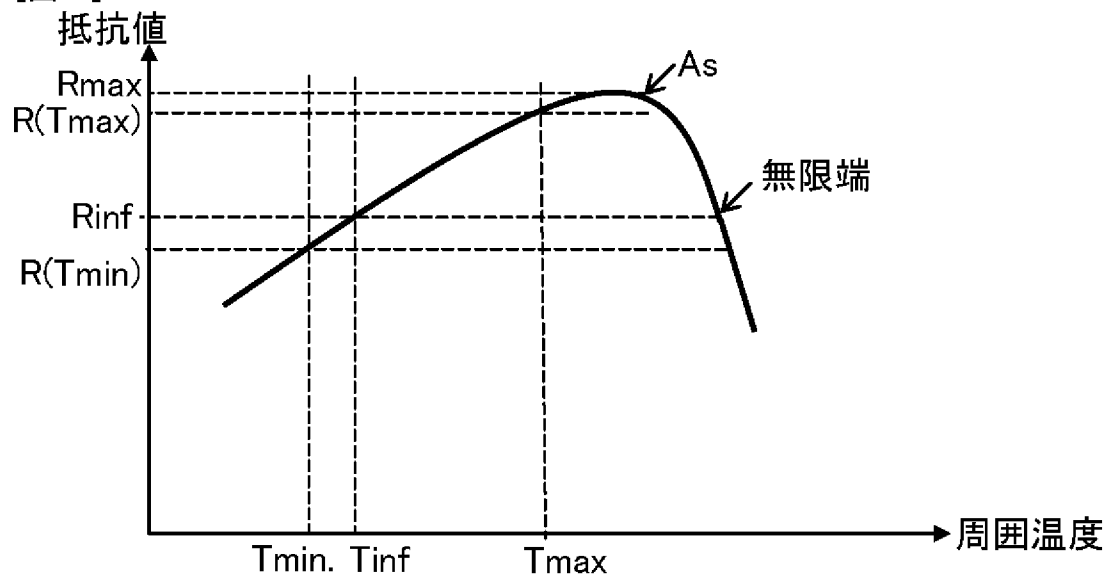
[図11]



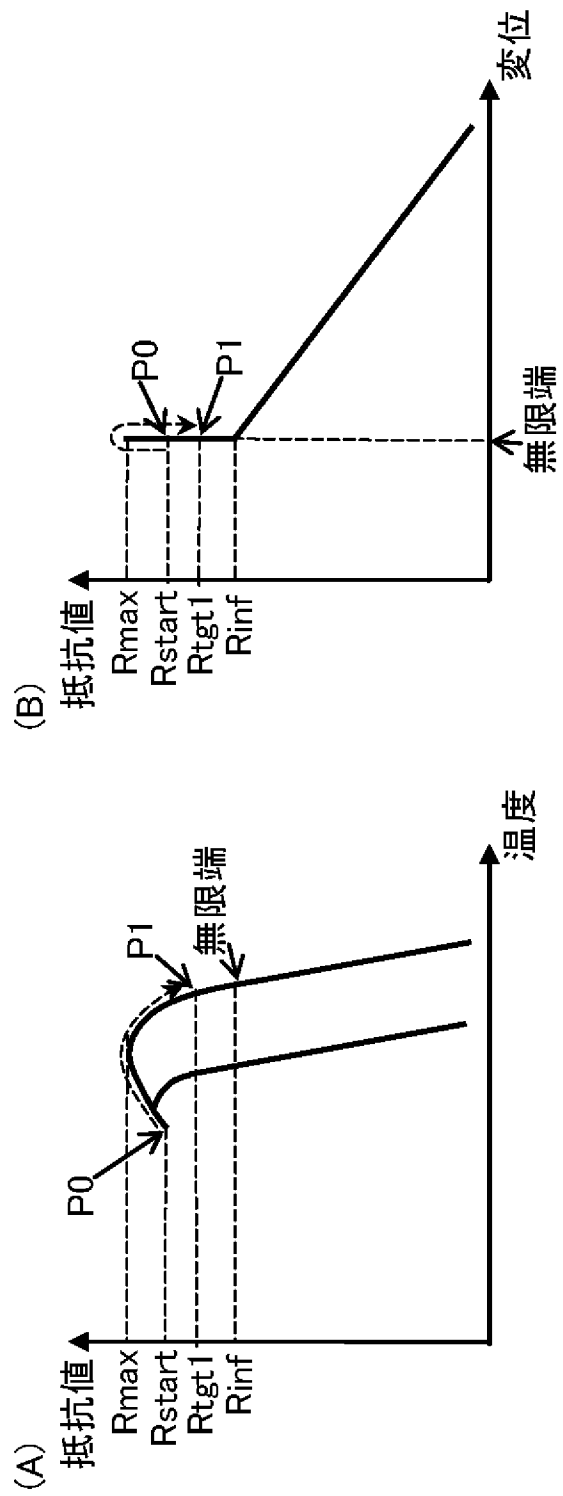
[図12]



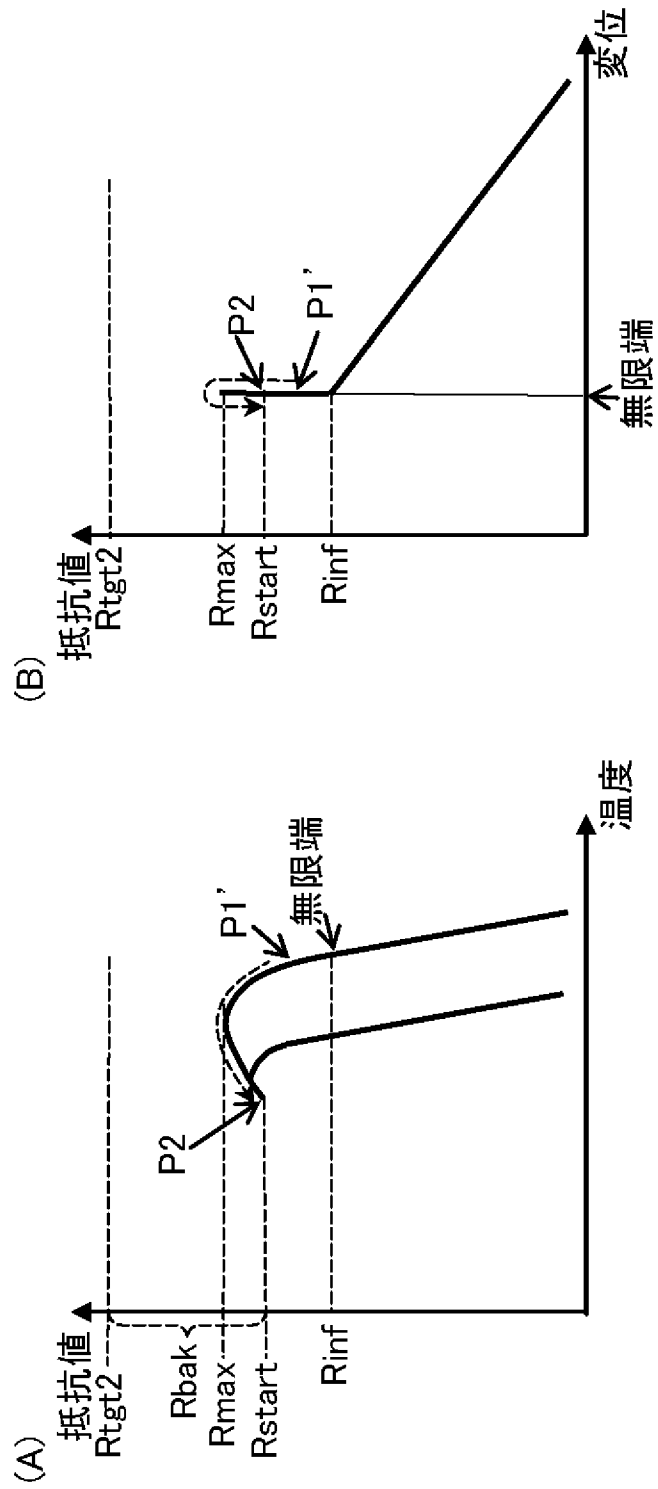
[図13]



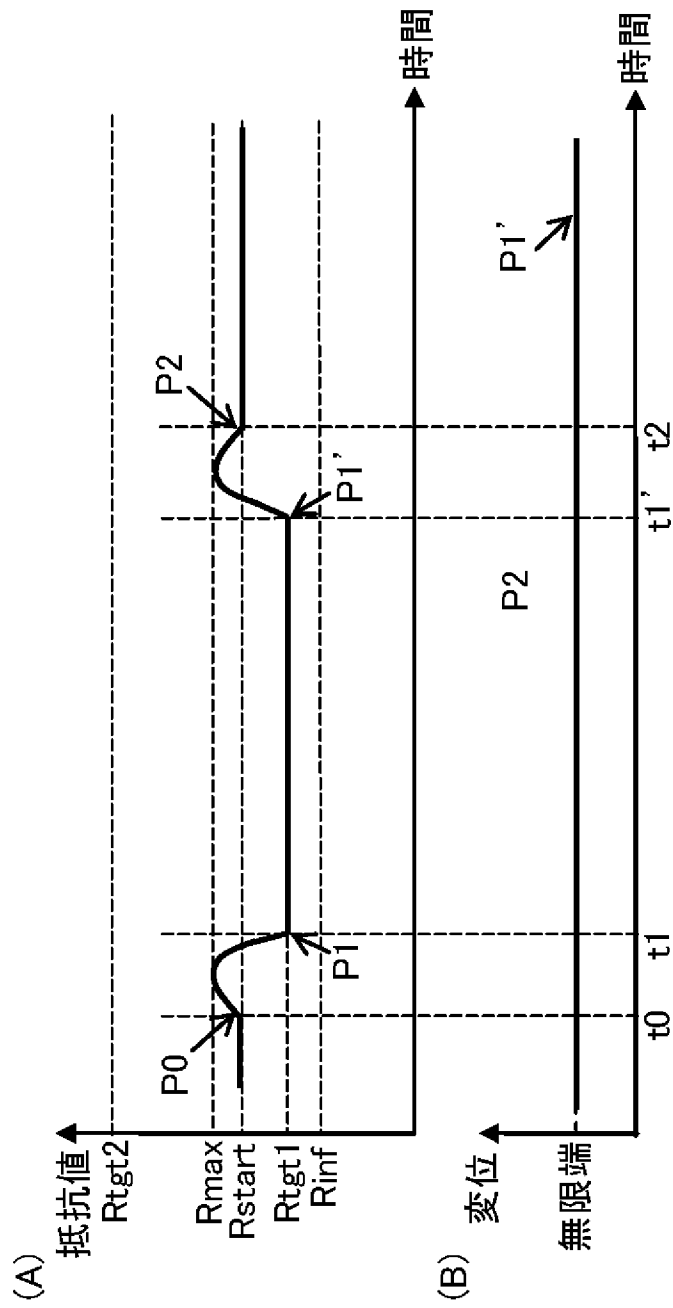
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000910

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03G7/06(2006.01)i, G02B7/04(2006.01)i, G02B7/08(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)

F03G7/06, G02B7/04, G02B7/08

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-127578 A (Seiko Instruments Inc.), 11 June 2009 (11.06.2009), paragraph [0023]; fig. 3(b) (Family: none)	1, 5
A	JP 07-274561 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 20 October 1995 (20.10.1995), paragraph [0029]; fig. 3 (Family: none)	1, 5
A	WO 2009/090958 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 23 July 2009 (23.07.2009), paragraphs [0003], [0048] (Family: none)	1, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 April, 2011 (05.04.11)

Date of mailing of the international search report
12 April, 2011 (12.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000910

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/093645 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 30 July 2009 (30.07.2009), paragraph [0014] & EP 2246564 A1 & WO 2009/093645 A1	3, 4
A	JP 2769351 B2 (Olympus Optical Co., Ltd.), 25 June 1998 (25.06.1998), fig. 10 & US 4977886 A	1, 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F03G7/06(2006.01)i, G02B7/04(2006.01)i, G02B7/08(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. F03G7/06, G02B7/04, G02B7/08

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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)

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 2009-127578 A (セイコーインスツル株式会社) 2009.06.11, 段落【0023】, 【図3】(b) (ファミリーなし)	1, 5
A	JP 07-274561 A (オリンパス光学工業株式会社) 1995.10.20, 段落【0029】, 【図3】 (ファミリーなし)	1, 5
A	WO 2009/090958 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2009.07.23, 段落[0003], [0048] (ファミリーなし)	1, 5

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的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

0 5 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 4 . 2 0 1 1

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

前崎 渉

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

3 T

3 8 2 0

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	WO 2009/093645 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2009. 07. 30, 段落[0014] & EP 2246564 A1 & WO 2009/093645 A1	3, 4
A	JP 2769351 B2 (オリンパス光学工業株式会社) 1998. 06. 25, 【図 10】 & US 4977886 A	1, 5