

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年9月20日 (20.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/105804 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 7/28 (2006.01) G03B 13/36 (2006.01)
G02B 7/36 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01)

(KAGEYAMA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西
東京市田無町六丁目1番12号 シチズン時計株式
会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/055301

(22) 国際出願日: 2007年3月9日 (09.03.2007)

(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2006-067377 2006年3月13日 (13.03.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シチズ
ンホールディングス株式会社 (CITIZEN HOLDINGS
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町
六丁目1番12号 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 青木篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423
東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビ
ル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

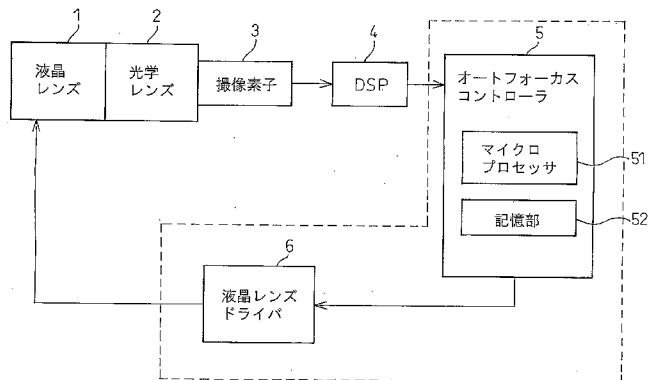
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護
が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

[続葉有]

(54) Title: AUTOMATIC FOCUSING APPARATUS AND OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 自動合焦点装置及び光学素子



1 LIQUID CRYSTAL LENS
2 OPTICAL LENS
3 IMAGING ELEMENT
5 AUTOFOCUS CONTROLLER

51 MICROPROCESSOR
52 STORAGE SECTION
6 LIQUID CRYSTAL LENS DRIVER

(57) **Abstract:** Provided is an automatic focusing apparatus by which a focal point can be detected at a sufficiently high speed for practical use and a lens status for excellent imaging performance can be obtained. The automatic focusing apparatus is provided with a liquid crystal lens which forms diffractive index distribution; a photoelectric conversion section which converts an optical image formed through the liquid crystal lens into an electric signal and outputs an image signal; a focal point signal extracting section, which changes the diffractive index distribution by applying a voltage in a first range to the liquid crystal lens and extracts a plurality of focal point signals based on the image signal; a focal point judging section for judging the focal point signal corresponding to the focal point from the extracted focal point signals; and a focal point adjusting section which provides the diffractive index distribution corresponding to the focal point signal judged by the focal point judging section and adjusts the focal point by applying a second voltage to the liquid crystal lens. The second voltage is lower than the voltage which is in the first range and is applied to the liquid crystal lens for obtaining the focal point signal judged by the focal point judging section.

[続葉有]

WO 2007/105804 A1



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 実用にあたって十分な速さで合焦点を検出することができ、かつ、結像性能が良好なレンズ状態を得ることができる自動合焦点装置を提供することを目的とする。本発明に係る自動合焦点装置は、屈折率分布を形成する液晶レンズと、液晶レンズを通して結像する光学像を電気信号に変換して画像信号を出力する光電変換部と、液晶レンズに第1の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ且つ画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出する焦点信号抽出部と、抽出された複数の焦点信号から合焦点に対応した焦点信号を判定する合焦点判定部と、合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ且つ合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために液晶レンズに印加された第1の範囲の電圧よりも小さな第2の電圧を液晶レンズに印加して合焦点の調整を行う合焦点調整部を有することを特徴とする。

明 細 書

自動合焦点装置及び光学素子

技術分野

本発明は、自動合焦点装置及び光学素子に関する。特に、本発明は、焦点距離の調整用に液晶レンズを用い、その液晶レンズを通して結像する光学像より得られた画像信号から、焦点整合度に対応した複数の焦点信号を抽出し、それら焦点信号のピーク値を検出することによって合焦点を検出する自動合焦点装置及び光学素子に関する。

背景技術

光学系の焦点距離または焦点位置を変化させる合焦点機構として、レンズを移動させることにより焦点を合わせる方式が広く用いられている。しかし、この方式では、レンズ駆動機構が必要であるため、機構が複雑になるという欠点や、レンズ駆動用モータに比較的多くの電力を要するという欠点がある。また、一般に耐衝撃性が低いという欠点もある。そこで、レンズ駆動機構が不要な合焦点機構として、液晶レンズの屈折率を変化させることにより焦点を合わせる方式が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

また、ビデオカメラのオートフォーカス（自動合焦）システムとして、撮影映像信号から直接画像のボケに対応する情報を抽出し、このボケを最小化するようにレンズを山登り制御する輪郭検出方式が知られている。この様な、山登り制御方式を用いた種々のオートフォーカス装置等が提案されている（例えば、特許文献2、特許文献3、特許文献4、特許文献5参照。）。

特許文献 1 : 特許第 3 0 4 7 0 8 2 号公報 (第 3 - 5 頁、第 1 - 4 図)

特許文献 2 : 実公平 2 - 4 4 2 4 8 号公報 (第 4 - 1 0 頁、第 7 - 1 1 図)

特許文献 3 : 特許第 2 7 4 2 7 4 1 号公報 (第 1 - 2 頁、第 5 - 7 図)

特許文献 4 : 特公平 1 - 1 5 1 8 8 号公報 (第 1 - 3 頁、第 1 - 5 図)

特許文献 5 特公平 2 - 1 1 0 6 8 号公報 (第 3 - 5 頁、第 1 - 3 図)

発明の開示

しかしながら、液晶の応答速度が遅いため、合焦点を検出するために、長時間を要してしまうという問題がある。

一方、液晶の特性として、液晶に高電圧を印加すれば応答速度が速くなり、短時間で合焦点の検出を行うことができるようになる。しかしながら、高電圧を印加した状態では、液晶レンズを通した画像の結像性能が劣化してしまうという問題がある。

本発明は、上述した従来技術による問題点を解消する自動合焦装置及び光学素子を提供することを目的とする。

また、本発明は、焦点整合度に対応した複数の焦点信号を抽出する際の液晶レンズへの印加電圧に対して、合焦点調整時の液晶レンズの印加電圧を小さくすることによって、十分な速さで合焦点を検出することができ、かつ、結像性能が良好なレンズ状態を得ることができる自動合焦点装置及び光学素子を提供することを目的とする。

本発明に係る自動合焦点装置は、屈折率分布を形成する液晶レン

ズと、液晶レンズを通して結像する光学像を電気信号に変換して画像信号を出力する光電変換部と、液晶レンズに第1の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ且つ画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出する焦点信号抽出部と、抽出された複数の焦点信号から合焦点に対応した焦点信号を判定する合焦点判定部と、合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ且つ合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために液晶レンズに印加された第1の範囲の電圧よりも小さな第2の電圧を液晶レンズに印加して合焦点の調整を行う合焦点調整部を有することを特徴とする。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、第1の範囲の電圧と、第1の範囲の電圧のそれぞれに対応した第2の電圧とを、対応させて記憶する記憶部を、更に有することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、第1の範囲の電圧は、予め設定された焦点距離毎に用意された複数の電圧を含むことが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、焦点信号抽出部は、予め設定された焦点距離の全てにおける焦点信号を求めることが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、焦点信号抽出部は、前回検出した第1の焦点距離における焦点信号と、今回検出した第2の焦点距離における焦点信号の増減を逐次比較しながら、次の第3の焦点距離における焦点信号を抽出し、合焦点判定部にて合焦点に対応した焦点信号が判定されたら、焦点信号の抽出を中止することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、第2の電圧を印加する前に、液晶レンズに、第2の電圧よりも電位差の大きい切替電圧

を印加する切替電圧印加部を、更に有することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、記憶部は、第1の範囲の電圧と、第1の範囲の電圧のそれぞれに対応した第2の電圧と、第1の範囲の電圧と第2の電圧にそれぞれ対応した切替電圧を、対応させて記憶することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、液晶レンズの近傍の温度を検出するための温度検出部を更に有することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、

焦点信号抽出部は、温度検出部が検出した温度に基づいて、液晶レンズに第1の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ、画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出し、

合焦点調整部は、温度検出部が検出した温度に基づいて、合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ、合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために液晶レンズに印加された第1の範囲の電圧よりも小さな第2の電圧を液晶レンズに印加する、ことが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、記憶部は、第1の範囲の電圧と、第1の範囲の電圧のそれぞれに対応した第2の電圧とを、温度毎にそれぞれ対応させて記憶することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、

焦点信号抽出部は、温度検出部が検出した温度に基づいて、液晶レンズに第1の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ、画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出し、

合焦点調整部は、温度検出部が検出した温度に基づいて、合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ、合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために液晶レンズに印加された第1の範囲の電圧よりも小さな第2の電圧を液

晶レンズに印加し、

切替電圧印加部は、温度検出部が検出した温度に基づいて、第2の電圧を印加する前に、液晶レンズに、第2の電圧よりも電位差の大きい切替電圧を印加する、ことが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、記憶部は、第1の範囲の電圧と、第1の範囲の電圧のそれぞれに対応した第2の電圧と、第1の範囲の電圧と第2の電圧にそれぞれ対応した切替電圧を、温度毎に対応させて記憶することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、液晶レンズは、複数の輪帯及び液晶層を有することが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、液晶レンズと協働する光学レンズを、更に有することが好ましい。

本発明に係る光学素子は、屈折率分布を形成する液晶レンズと、液晶レンズに第1の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ且つ画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出する焦点信号抽出部と、抽出された複数の焦点信号から合焦点に対応した焦点信号を判定する合焦点判定部と、合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ且つ合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために液晶レンズに印加された第1の範囲の電圧よりも小さな第2の電圧を液晶レンズに印加して合焦点の調整を行う合焦点調整部を有することを特徴とする。

また、本発明に係る自動合焦点装置は、液晶レンズを含む光学レンズ手段と、光学レンズ手段を通して結像する光学像を電気信号に変換して画像信号を出力する光電変換手段と、画像信号から焦点整合度に対応した焦点信号を抽出し、その焦点信号が最大となるように液晶レンズの駆動条件を制御する液晶レンズ制御部とを有する自動合焦点装置であって、液晶レンズ制御部は、液晶レンズに第1の

電圧を印加して屈折率分布を変化させて、所定の周期でサンプリングすることにより複数の焦点信号を抽出する焦点信号抽出部と、焦点信号抽出部より抽出された複数の焦点信号から焦点信号の最大値を判定する合焦点判定部と、合焦点判定部により最大値と判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができる、第1の電圧よりも小さな第2の電圧を液晶レンズに印加して、合焦点の調整を行う合焦点調整部と有することを特徴とする。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、前述した合焦点判定部で決定する第2の電圧が、予め記憶部に記憶された第1の電圧と第2の電圧との対応テーブルに基づいて決められることが好ましい。

さらに、本発明に係る自動合焦点装置では、前述した記憶部における対応テーブルが、予め設定された焦点距離毎に用意されていることが好ましい。

本発明によれば、焦点整合度に対応した複数の焦点信号の抽出時の液晶レンズへの印加電圧に対して、合焦点調整時の液晶レンズへの印加電圧を小さくすることにより、実用にあたって十分な速さで合焦点を検出することができ、かつ、結像性能が良好なレンズ状態を得ることができる自動合焦点装置及び光学素子が得られるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る自動合焦点装置の概略構成を示すブロック図である。

図2は、液晶レンズの構成を示す正面図である。

図3は、液晶レンズの構成を示す断面図である。

図4は、パターン電極の構成を示す正面図である。

図 5 (a) はスキャン方式の自動合焦動作を模式的に示す図であり、図 5 (b) は山登り方式の自動合焦動作を模式的に示す図である。

図 6 は、液晶レンズへの印加電圧とリタデーションの関係を示す図である。

図 7 (a) は R e 1 の範囲における M T F 値を示す図であり、図 7 (b) は R e 2 の範囲における M T F 値を示す図である。

図 8 は、自動合焦動作の処理フローの一例を示す図である。

図 9 は、図 8 に示したフローにおいて、各輪帯に印加される電圧の変化を示した図である。

図 10 は、自動合焦動作の処理フローの他の例を示す図である。

図 11 は、図 10 に示したフローにおいて、各輪帯に印加される電圧の変化を示した図である。

図 12 は、各輪帯に印加される電圧の変化の他の例を示した図である。

図 13 は、本発明に係る自動合焦点装置の他の概略構成を示すブロック図である。

図 14 は、図 13 に示す自動合焦点装置における自動合焦動作の処理フローの一例を示す図である。

図 15 は、図 14 に示したフローにおいて、各輪帯に印加される電圧の変化を示した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に基づき本発明に係る自動合焦点装置の好適な実施形態を詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、請求の範囲に記載された発明とその均等物に及ぶ点に留意されたい。

図 1 は、本発明に係る自動合焦点装置の概略構成を示すブロック

図である。

図 1 に示すように、本発明の自動合焦点装置は、液晶レンズ 1、光学レンズ 2、撮像素子 3、DSP（デジタルシグナルプロセッサ）4、オートフォーカスコントローラ 5 及び液晶レンズドライバ 6 等を有している。液晶レンズ 1 は、P 波用液晶レンズと S 波用液晶レンズを組み合わせた構成を有する。光学レンズ 2 は、絞り、パンフォーカス組レンズ及び赤外線カットフィルタを有する。撮像素子 3 は、CCD や CMOS 等の固体撮像素子よりなるイメージセンサとアナログーデジタル変換器を有する。

液晶レンズ 1 及び光学レンズ 2 を通過して結像した光学像は、撮像素子 3 のイメージセンサにより電気信号に変換される。イメージセンサから出力された電気信号は、アナログーデジタル変換器によりデジタル信号に変換される。DSP 4 は、アナログーデジタル変換器から出力されたデジタル信号に対して画像処理を行う。オートフォーカスコントローラ 5 は、DSP 4 から出力された画像信号を所定の周期でサンプリングすることにより、焦点整合度に対応した複数の焦点信号を抽出する。そして、オートフォーカスコントローラ 5 は、抽出された複数の焦点信号に基づいて、焦点信号が最大となるかを判定し、その判定結果に基づいて、液晶レンズドライバ 6 を介して液晶レンズ 1 の駆動制御を行う。

オートフォーカスコントローラ 5 は、上述した一連の制御を行うマイクロプロセッサ 5 1 と記憶部 5 2 等を有する。記憶部 5 2 は、マイクロプロセッサ 5 1 が実行するプログラムや最適な駆動電圧を求めるために必要な種々の関係などを格納した読み出し専用メモリ部（ROM 部）と、マイクロプロセッサ 5 1 が作業領域として使用する書き込み可能なメモリ部（RAM 部）を有する。液晶レンズドライバ 6 は、オートフォーカスコントローラ 5 から出力された制御

信号に基づいて液晶レンズ 1 に電圧を印加する。

液晶レンズ 1 及び液晶レンズ 1 と協働する光学レンズ 2 は、光学レンズ手段に相当する。撮像素子 3 及び D・S・P 4 は、光電変換手段に相当する。オートフォーカスコントローラ 5 及び液晶レンズドライバ 6 は、液晶レンズ制御部、又は、後段で詳細に説明する、焦点信号抽出部、合焦点判定部、合焦点調整部、及び切替電圧印加部等に相当する。

次に、液晶レンズの構成について説明をする。図 2 及び図 3 は、それぞれ液晶レンズのセル構成を示す正面図及び断面図である。

液晶レンズ 1 は、液晶パネル 10 等から構成される。液晶パネル 10 では、一対の対向するガラス基板 11、12 の内側にパターン電極 13 と共通電極 14 が対向して配置されている。パターン電極 13 及び共通電極 14 の内側には、配向膜 15、16 が対向して配置されている。配向膜 15、16 の間には、ホモジニアス配向の液晶層 17 が封入されているが、他の種類の液晶層を用いることも可能である。

P 波用液晶レンズと S 波用液晶レンズの構成は同じであるが、液晶層 17 の配向方向が 90° 異なる。これは、P 波用液晶レンズの屈折率分布を変化させた場合、P 波用液晶レンズの配向方向と同じ方向の偏光面を有する光は、屈折率分布の変化の影響を受けるが、P 波用液晶レンズの配向方向に対して直交する方向の偏光面を有する光は、屈折率分布の変化の影響を受けないからである。S 波用液晶レンズについても同様である。

従って、配向方向が 90° 異なる 2 枚の液晶レンズ、すなわち P 波用液晶レンズと S 波用液晶レンズが必要となる。P 波用液晶レンズと S 波用液晶レンズは、同じ波形の駆動電圧によって駆動される。駆動電圧は、例えばパルス高さ変調 (PHM) またはパルス幅変

調（P W M）された交流電圧である。

液晶レンズ 1 の中央部には、印加電圧に応じて屈折率が変化するレンズ部 1 8 が設けられている。また、液晶レンズ 1 の周縁部は、シール部材 1 9 により封止されている。液晶層 1 7 の厚さは、スペーサ部材 2 0 により一定に保たれている。パターン電極 1 3 の電極取り出し部 2 1 には、フレキシブルプリント配線板（F P C） 2 2 が異方性導電膜を用いて接続されている。電極取り出し部 2 1 の一部は、パターン電極 1 3 から絶縁されており、共通電極 1 4 に接続されている。

特に限定しないが、一例として液晶レンズ 1 の寸法を示す。ガラス基板 1 1、1 2 の一辺の長さは 1 0 m m であるが、数 m m から十数 m m 程度とすることができる。ただし、パターン電極 1 3 側のガラス基板 1 1 については、パターン電極 1 3 の電極取り出し部 2 1 を被う部分を除いた寸法である。ガラス基板 1 1、1 2 の厚さは 3 0 0 μ m であるが、数百 μ m 程度とすることができる。液晶層 1 7 の厚さは 2 3 μ m であるが、十数 μ m から数十 μ m 程度とすることができる。レンズ部 1 8 の直径は 2 . 4 m m であるが、数 m m 程度とすることができる。

図 4 は、パターン電極 1 3 の概略構成を示す正面図である。

図 4 に示すように、パターン電極 1 3 は、円形状の中心部電極 2 3 の回りに、半径の異なる複数の同心円の円周に沿って複数の C 字状の輪帯電極 2 4 が配置されたパターンを有する。中心部電極 2 3 と最も内側の輪帯電極 2 4 の間、及び隣り合う輪帯電極 2 4 の間は絶縁されている。なお、図 4 に示す輪帯電極 2 4 の個数は、表示上の問題から実際の数と異なる。

中心部電極 2 3、及び、複数の輪帯電極 2 4 からは、それぞれが絶縁された状態で複数の引き出し電極 2 5 が外側まで伸びている。

パターン電極 1 3 の図 4 に示すパターンは、レンズ部 1 8（図 2 参照）に重なるように配置される。

複数の引き出し電極 2 5 のそれぞれに異なる電圧を印加すると、共通電極 1 4 に対する中心部電極 2 3、各輪帯電極 2 4 のそれぞれの電圧値が異なる状態となり、レンズ部 1 8 に電圧分布が生じる。この電圧分布を変化させることによって、液晶レンズ 1 の屈折率の分布が変化し、液晶レンズ 1 を凸レンズの状態にしたり、平行ガラスの状態にしたり、凹レンズの状態にすることができる。

特に限定しないが、本実施形態におけるパターン電極 1 3 の各部の寸法を示す。中心部電極 2 3、輪帯電極 2 4 の総数は 2 0 である。また、中心部電極 2 3 を $n = 1$ として、各輪帯電極 2 4 の内側から、 $n = 2$ から $n = 20$ とした場合における中心からの中心部電極 2 3 及び各輪帯電極 2 4 の外周までの距離を考える。中心から各電極までの距離を r_n とした場合に、 $n = A r_n^2$ （ A ：定数）の関係が成り立つように、パターン電極 1 3 を形成する。本実施形態において用いた寸法を以下の表 1 に示す。また、中心部電極 2 3、輪帯電極 2 4 の隣り合うもの同士の間にある空間の幅は、 $3 \mu\text{m}$ とした。なお、表 1 に示す寸法及び中心部電極 2 3、輪帯電極 2 4 の隣り合うもの同士の間にある空間の幅は一例であって、これに限定されるものではない。

表 1

	n	距離 (μm)
中心部電極	1	268
輪帯電極	2	379
	3	464
	4	536
	5	600
	6	657
	7	709
	8	758
	9	804
	10	848
	11	889
	12	929
	13	967
	14	1003
	15	1039
	16	1073
	17	1106
	18	1138
	19	1169
	20	1200

次に、液晶レンズ制御部、又は、焦点信号抽出部、合焦点判定部、及び合焦点調整部について説明する。

最初に、本発明に係る自動合焦点装置における焦点信号抽出部及び合焦点判定部におけるオートフォーカスコントローラ 5 の自動合焦点処理について説明する。

図 5 (a) は自動合焦制御の動作（スキャン方式）を模式的に示す図であり、図 5 (b) は自動合焦制御の動作（山登り方式）を模式的に示す図である。なお、図 5 (a) 及び図 5 (b) において、縦軸は焦点信号レベルを示し、横軸はレンズレベルを示している。ここで、レンズレベルとは、後述するように、予め決められた所望の焦点距離を得るために、焦点信号抽出部及び合焦点調整部により

液晶レンズ 1 を制御して得られるレンズ状態（焦点距離に対応したレンズ状態）の設定値のことを指す。

スキャン方式の場合、焦点信号抽出部は、図 5（a）に示す様に、全レンズレベル（0～8）の焦点信号レベル（ $f_0 \sim f_8$ ）を求めてから、合焦点判定部で最も合焦点状態に近いレンズレベル（ここでは、焦点信号レベルが最大値となるもの）を求める。このスキャン方式においては、全レンズレベルにおける焦点信号レベルを求める処理が焦点信号抽出処理に相当し、求めた焦点信号レベルから最も焦点信号レベルが大きくなるレンズレベルを求める処理が合焦点判定処理に相当する。尚、このスキャン方式は、液晶レンズ 1 における中心部電極 2 3 及び複数個の輪帯電極 2 4 に所定電圧を印加して、液晶分子の動きが安定状態になってから順次焦点信号レベルをサンプリングする方式と、液晶レンズ 1 における中心部電極 2 3 及び各輪帯電極 2 4 に所定電圧を印加して、液晶分子が安定した状態となるまでの過渡応答動作中に、複数個の焦点信号をサンプリングする方式がある。

山登り方式の場合、図 5（b）に示す様に、前回検出した第 1 のレンズレベル（例えば、レンズレベル 0）における焦点信号レベル（ f_0 ）と、今回検出した第 1 のレンズレベルとは異なる第 2 のレンズレベル（例えば、レンズレベル 1）における焦点信号レベル（ f_1 ）の増減を逐次比較しながら、次の第 3 のレンズレベル（例えば、レンズレベル 2）における焦点信号レベル（ f_2 ）を抽出する。そして、合焦点判定部にて最大値となるレンズレベル（例えば、レンズレベル 4）における焦点信号レベル（ f_4 ）を検出したら、この焦点信号抽出部を中止する。この山登り方式においては、あるレンズレベルでの焦点信号とその前に得た焦点信号の増減を逐次比較しながら次のレンズレベルに設定する繰り返しの処理が焦点信号抽

出処理に相当し、前後のレンズレベルよりも現在のレンズレベルでの焦点信号が大きいと判断する処理が合焦点判定処理に相当する。

本実施形態においては、スキャン方式に基づいて以下説明を行う。ここで、上述した液晶レンズ1におけるレンズレベルについて説明する。本実施形態においては、液晶レンズ1の焦点距離に対応するレンズレベルを定義し、レンズレベルを設定することにより、所望の焦点距離を得ることができる。表2に、レンズレベルと焦点距離との関係を示した。なお、表2に示すレンズレベルの段階数及び数値は一例であって、これに限定されるものではない。

表 2

レンズレベル	焦点距離 : f [mm]
0	273
1	365
2	547
3	1095
4	∞
5	-1095
6	-547
7	-365
8	-273

尚、本実施形態では、説明の便宜上、液晶レンズ1が凸レンズの状態であるときの焦点距離 f を正の数値で表し、液晶レンズ1が凹レンズの状態であるときの焦点距離 f を負の数値で表している。このように表すと、液晶レンズ1の焦点距離 f が正または負の無限大であるとき、液晶レンズ1は平行ガラスの状態となる。

表2に示すように、本実施形態においては、焦点距離 273 mm となるレンズレベルを”0”として、同様に、焦点距離 365 mm を”1”、焦点距離 547 mm を”2”、焦点距離 1095 mm を”3”、焦点距離 ∞ を”4”、焦点距離 -1095 mm を”5”、焦点距離 -547 mm を”6”、焦点距離 -365 mm を”7”、

焦点距離 -273 mm を “ 8 ” として定義している。

次に、本発明に係る自動合焦点装置における合焦点調整部について、焦点信号抽出部での中心部電極 23 及び各輪帯電極 24 への印加電圧と比較しながら説明する。

図 6 は、本実施形態における液晶への印加電圧とリタデーション値の関係を示す図である。図 6 の縦軸は液晶レンズ 1 のリタデーション (nm) を示し、横軸は実効値電圧 (V_{rms}) を示している。

中心部電極 23 と各輪帯電極 24 のそれぞれに異なる電圧を印加することにより、各電極間での屈折率分布が得られる。ここで、図 6 の “ V_1 の範囲の ” 電圧、及び “ V_2 の範囲 ” の電圧を印加する場合を考える。図 6 の “ V_1 の範囲の ” 電圧を印加する場合に中心部電極 23 や各輪帯電極 24 上で得られるリタデーション値は、図 6 の “ Re_1 の範囲 ” の値となる。また、図 6 の “ V_2 の範囲の ” 電圧を印加する場合に中心部電極 23 各輪帯電極 24 上で得られるリタデーションは、図 6 の “ Re_2 の範囲 ” の値となる。それぞれの場合において、中心部電極 23 及び各輪帯電極 24 におけるリタデーション値の絶対値は異なる。しかし、中心部電極 23 に対する各輪帯電極 24 でのリタデーション値の差という点では同じにすることができる。リタデーション値の差を同じ状態にすることにより、レンズ部 18 においては同じ屈折率分布を得ることができる。 “ Re_1 の範囲 ” でも “ Re_2 の範囲 ” でも、屈折率分布が同じであれば、液晶レンズ 1 の焦点距離は同じとなる。一方、後述するように、 “ Re_1 の範囲 ” で得られるレンズ状態よりも、 “ Re_2 の範囲 ” で得られるレンズ状態の方が、結像性能が良好であることが分かっている。

本発明に係る自動合焦装置では、図 6 の “ V_1 の範囲の ” 電圧を

印加して焦点信号抽出部における処理を行っている。一方、合焦点調整部における処理では、” V 1 の範囲の ” 電圧よりも低い電圧の ” V 2 の範囲の ” 電圧を印加して、合焦点判定部で求めたレンズレベルに設定している。

ここで、一例として本実施形態におけるレンズレベル 2（例えば、図 5（a）参照）の状態にするための印加電圧を説明する。表 3 は、レンズレベル 2 における焦点信号抽出部における各電極への印加電圧と合焦点調整処理時における各電極への印加電圧を示している。なお、表 3 に示す印加電圧値は一例であって、これに限定されるものではない。

表 3

	n	V 1 : 焦点信号抽出時 [V]	V 2 : 合焦点調整時 [V]
中心部電極	1	3.06	2.09
輪帯電極	2	3.14	2.12
	3	3.22	2.15
	4	3.30	2.18
	5	3.40	2.21
	6	3.50	2.24
	7	3.62	2.27
	8	3.75	2.30
	9	3.90	2.33
	10	4.06	2.37
	11	4.26	2.41
	12	4.49	2.44
	13	4.75	2.48
	14	5.06	2.52
	15	5.40	2.56
	16	5.79	2.61
	17	6.23	2.65
	18	6.74	2.70
	19	7.41	2.75
	20	8.40	2.80

表 3 に示すように、焦点信号抽出部での印加電圧（” V 1 の範囲” の電圧）に対して、合焦点調整部での印加電圧（” V 2 の範囲” の電圧）の方が低いことが分かる。ここでは一例としてレンズレベル 2 の場合を示したが、全レンズレベルにおいて焦点信号抽出部での印加電圧（” V 1 の範囲” の電圧）よりも合焦点抽出手段での印加電圧（” V 2 の範囲” の電圧）の方が低くなっている。

つぎに、本実施形態における焦点信号抽出処理に要する時間について説明する。液晶レンズ 1 のレンズレベルが変化する際の応答時

間について説明する。表 4 に、 25°C において、“V 1 の範囲”の電圧と“V 2 の範囲”の電圧におけるレンズレベルを変更した場合の液晶レンズ 1 が安定するまでの時間の一例を示した。

表 4

レンズレベル	V 1 : 焦点信号抽出時 [ms]	V 2 : 合焦点調整時 [ms]
0 → 1	200	600
1 → 2	100	500
2 → 3	80	300
3 → 4	60	150
4 → 5	120	250
5 → 6	150	350
6 → 7	200	500
7 → 8	300	700
計	1210	3350

本実施形態においては、図 5 (a) に示したスキャン方式により焦点信号抽出処理が行われるため、まず、レンズレベル 0 から焦点信号の抽出処理を開始して、レンズレベル 1、2、3、4、5、6、7、8 の順に焦点信号を抽出する。すなわち、焦点信号抽出処理には、表 4 の“計”欄に示す時間が必要となる。表 4 に示したデータから、“V 2 の範囲”の電圧での焦点信号抽出処理では、3 秒以上もかかってしまうため、実用的とは言えない。一方、“V 1 の範囲”の電圧では、1 秒強で焦点信号抽出処理が終了し、実用的なものとなることが分かる。

つぎに、上述した図 6 における“Re 1 の範囲”の屈折率分布で得られるレンズ状態と、“Re 2 の範囲”の屈折率分布で得られるレンズ状態における結像性能について説明する。

図 7 は、レンズレベル 2 となる屈折率分布で得られるレンズ状態における M T F を示す図である。ここで、図 7 (a) は、” R e 1 の範囲” の屈折率分布で得られるレンズレベル 2 の状態における M T F を示し、図 7 (b) は、” R e 2 の範囲” の屈折率分布で得られるレンズレベル 2 の状態における M T F を示す図である。図 7 (a) 及び図 7 (b) において、横軸は空間周波数 (c y c l e / m m : 1 m m 当たりのラインペア) を示し、縦軸は像面上での光学的コントラスト (M T F : Modulation Transfer Function) を示している。なお、図 7 (a) に示す 3 1 及び図 7 (b) に示す 3 3 は、像高 0 % における M T F であり、図 7 (a) に示す 3 2 及び図 7 (b) に示す 3 4 は像高 4 0 % における M T F である。ここで、像高とは、M T F を測定するポイントの画角中央から画角端までを 1 0 0 % とした場合の割合のことを言う。

図 7 に示すように、像高 0 % の場合においては、” V 1 の範囲” の印加電圧に対応した” R e 1 の範囲” の場合の M T F 3 1 及び” V 2 の範囲” の印加電圧に対応した” R e 2 の範囲” の場合の M T F 3 3 もほぼ同じである。しかしながら、像高 4 0 % の場合においては、” R e 1 の範囲” の場合の M T F 3 2 と比べて、” R e 2 の範囲” の場合の M T F 3 4 が高くなることが分かる。これは、” V 2 の範囲” の印加電圧に対応した” R e 2 の範囲” での屈折率分布により得られるレンズ状態の方が、結像性能が優れていることを意味する。

以上のような理由から、本実施形態において、焦点信号抽出処理時には液晶レンズ 1 に対して” V 1 の範囲” の電圧を印加し、合焦点調整処理時には液晶レンズ 1 に対して” V 2 の範囲” の電圧を印加している。

図 8 は、自動合焦処理のフローの一例を示す図である。

図 8 に示すフローは、マイクロプロセッサ 51 が、予め記憶部 52 に記憶されたプログラムに従い、本発明に係る自動合焦装置の各要素と協働しながら実行する。また、以下のフローは、前述したスキャン方式に基づくものである。

最初に、マイクロプロセッサ 51 は、 $N = 0$ と設定する (S1)

次に、マイクロプロセッサ 51 は、レンズレベル 0 に対応した (“V1 の範囲” の) 電圧を、LC レンズドライバ 6 から中心部電極 23 及び各輪帯電極 24 ($R1 \sim R20$) へ印加するように制御し (S2)、そのときの焦点信号レベルを撮像素子 3 から抽出する (S3)。次に、マイクロプロセッサ 51 は、 $N = N + 1$ と設定し (S4)、 N が 8 より大きいかな否かの判断を行う (S5)。このようにして、マイクロプロセッサ 51 は、ステップ S1 ~ S5 によって、全てのレンズレベル 0 ~ 8 についての焦点信号レベルを抽出する (焦点信号抽出処理)。例えば、レンズレベル 2 における、中心部電極 23 及び各輪帯電極 24 ($R1 \sim R20$) へ印加される (“V1 の範囲” の) 電圧例は、表 3 に示されている。なお、レンズレベルの設定数は一例であって、9 段階に限定されるものではない。

次に、マイクロプロセッサ 51 は、抽出した焦点信号レベルが最大となるレンズレベルを判定する (合焦点判定処理) (S6)。図 5 (a) の例では、レンズレベル 4 において、抽出した焦点信号レベルが最大となる。

次に、マイクロプロセッサ 51 は、判定レンズレベルに対応した (“V2 の範囲” の) 電圧を、LC レンズドライバ 6 から中心部電極 23 及び各輪帯電極 24 ($R1 \sim R20$) へ印加するように制御して (S7)、自動合焦動作を終了する。例えば、レンズレベル 2 における、中心部電極 23 及び各輪帯電極 24 ($R1 \sim R20$) へ

印加される（” V 2 の範囲” の）電圧例は、表 3 に示されている。

図 9 は、図 8 に示したフローにおいて、各輪帯電極に印加される電圧の変化を示した図である。図 9 において、縦軸は印加電圧を示し、横軸は各輪帯電極の位置を示している。ここで、R 1 は最も内側の輪帯電極を示し、R 2 0 は最も外側の輪帯電極を示している。図 9 に示される曲線 1 0 0 及び 1 1 0 は、各輪帯電極（1 ～ 2 0）へ印加される電圧をプロットし、各プロットを結んで曲線として示したものである。

図 9 において、曲線 1 0 0 は、スキャン方式において最後のレンズレベルを測定した時に、各輪帯に印加された” V 1 の範囲” の電圧に相当する（図 5（a）のレンズレベル 8 参照）。

また、図 9 において、曲線 1 1 0 は、図 8 の S 6 で判定された焦点信号レベルが最大となるレンズレベルに対応する” V 2 の範囲” の電圧に相当する。例えば、図 8 の S 6 において、レンズレベル 2 が焦点信号レベルを最大とすると判定された場合には、表 3 に示される” V 2 の範囲” の電圧に対応する。

即ち、図 8 の S 7 では、マイクロプロセッサ 5 1 の制御によって、L C レンズドライバ 6 は、各輪帯電極への印加電圧を、曲線 1 0 0 に示す状態から曲線 1 1 0 に示す状態に変更することとなる（矢印 A 参照）。

ところで、全てのレンズレベルを求めるための各輪帯電極に印加される” V 1 の範囲” の電圧及び” V 2 の範囲” の電圧は、予め記憶部 5 2 に記憶されているものとする。例えば、レンズレベルが 9 段階の場合（レンズレベル 0 ～ 8）、各輪帯電極（例えば、1 ～ 2 0）について $9 \times 2 = 18$ 通りの印加電圧が記憶されていることとなる。

以上のように、焦点信号抽出処理では、液晶の動作速度が速い（

” V 1 の範囲 ” の) 電圧を利用し、合焦点判定処理で焦点信号最大となるレンズレベルを判定した後は、結像性能を損なわない (” V 2 の範囲 ” の) 電圧を利用している。したがって、本実施形態では、合焦時の結像性能を損なわずに、かつ、高速に自動合焦処理を行うことができる。

図 10 は、自動合焦処理のフローの他の例を示す図である。

図 10 に示すフローは、マイクロプロセッサ 51 が、予め記憶部 52 に記憶されたプログラムに従い、本発明に係る自動合焦装置の各要素と協働しながら実行する。また、以下のフローは、前述したスキャン方式に基づくものである。

図 8 に示す処理フローでは、スキャン方式において最後のレンズレベルを測定した時の ” V 1 の範囲 ” の電圧 (図 9 の曲線 100) から、図 8 の S 6 で判定された焦点信号レベルが最大となるレンズレベルに対応する ” V 2 の範囲 ” の電圧 (図 9 の曲線 110) に変更する。しかしながら、図 8 の S 6 で判定された焦点信号レベルが最大となるレンズレベルに対応する ” V 2 の範囲 ” の電圧 (図 9 の曲線 110) が印加されても、液晶分子はすぐに印加電圧に対応した安定した状態に変化することができない。したがって、タイムラグが生じる。そこで、図 10 の処理フローでは、タイムラグを減少させるために、判定された焦点信号レベルが最大となるレンズレベルに対応する ” V 2 の範囲 ” の電圧 (図 9 の曲線 110) を印加する前に、切替電圧を印加するように構成した。

図 10 において、図 8 と同じステップには同じ番号を付して説明を省略する。即ち、図 10 の処理フローでは、図 8 の S 6 と S 7 との間に、新たに S 10 を設けた点のみが新しい。

図 11 は、図 10 に示したフローにおいて、各輪帯電極に印加される電圧の変化を示した図である。図 11 において、縦軸は印加電

圧を示し、横軸は各輪帯電極の位置を示している。ここで、R 1 は最も内側の輪帯電極を示し、R 2 0 は最も外側の輪帯電極を示している。図 1 1 に示される曲線 1 0 0、1 1 0 及び 1 2 0 は、各輪帯電極（1 ～ 2 0）へ印加される電圧をプロットし、各プロットを結んで曲線として示したものである。

図 1 1 において、曲線 1 0 0 及び 1 1 0 は、図 9 に示したものと同様である。また、図 1 1 において、曲線 1 2 0 は、図 1 0 の S 1 0 で印加される切替電圧である。

曲線 1 2 0 として示された切替電圧は、過渡応答動作の原理を応用したものであって、目標電圧（曲線 1 1 0）よりも電位差の大きい電圧を一旦印加し、液晶分子がより早く目標電圧（曲線 1 1 0）に対応した安定した状態に変化するように促す役目を果たす。

図 1 0 の S 1 0 では、マイクロプロセッサ 5 1 の制御によって、LC レンズドライバ 6 は、各輪帯電極への印加電圧を、一旦曲線 1 0 0 に示す状態から曲線 1 2 0 に示す状態に変更する（矢印 B 参照）。即ち、オートフォーカスコントローラ 5 及び液晶レンズドライバ 6 が、切替電圧印加部として機能することとなる。

次に、図 1 0 の S 7 では、マイクロプロセッサ 5 1 の制御によって、LC レンズドライバ 6 は、各輪帯電極への印加電圧を、曲線 1 2 0 に示す状態から曲線 1 1 0 に示す状態に変更する（矢印 C 参照）。

このように、図 1 0 に示す処理フローでは、開始電圧（曲線 1 0 0）に対して、目標電圧（曲線 1 1 0）より電位差が大きい切替電圧（曲線 1 2 0）を印加後、目標電圧（1 1 0）を印加するように構成したので、液晶分子が印加電圧に対応した安定した状態に変化するまでのタイムラグを減少させることが可能となった。

なお、切替電圧（曲線 1 2 0）は、切替電圧（曲線 1 2 0）から

目標電圧（曲線 1 1 0）へ切替えた場合に、全ての輪帯電極（例えば 1 ～ 2 0）がほぼ同様にタイムラグを減少させられるように設定された値であるので、開始電圧（曲線 1 0 0）と目標電圧（曲線 1 1 0）の組み合わせの個数だけ予め用意されていることが好ましい。

例えば、レンズレベルが 9 段階の場合（レンズレベル 0 ～ 8）、スキャン方式であれば、開始電圧（曲線 1 0 0）は 1 通り、目標電圧（曲線 1 1 0）は 9 通りであるので、 $1 \times 9 = 9$ 通りの切替電圧（曲線 1 2 0）を予め用意して、記憶部 5 1 に記憶させておく必要がある。また、山登り方式であれば、開始電圧（曲線 1 0 0）は 9 通り、目標電圧（曲線 1 1 0）は 9 通りであるので、 $9 \times 9 = 81$ 通りの切替電圧（曲線 1 2 0）を予め用意して、記憶部 5 1 に記憶させておく必要がある。

ところで、切替電圧として GND 電圧を利用することも可能である。しかしながら、GND 電圧を利用すると、目標電圧に切り替えた場合に、液晶分子が目標電圧に対応した状態で安定するまでの時間が輪帯電極毎に異なってしまう。そこで、輪帯電極毎に切替電圧から目標電圧に切替えるタイミングをずらせるようにして、液晶分子が目標電圧に対応した状態で安定するまでの時間を短くすることもできる。

図 1 2 は、上記のように調整した場合における各輪帯電極に印加される電圧の変化を示した図である。図 1 2 において、縦軸は印加電圧を示し、横軸は各輪帯電極の位置を示している。ここで、R 1 は最も内側の輪帯電極を示し、R 2 0 は最も外側の輪帯電極を示している。図 1 2 に示される曲線 1 0 0、1 1 0 及び 1 3 0（切替電圧として利用される GND 電圧）は、各輪帯電極（1 ～ 2 0）へ印加される電圧をプロットし、各プロットを結んで曲線（又は直線）

として示したものである。

即ち、図 1 2 に示す様に、R 1（最も内側の輪帯電極）についての GND 電圧から目標電圧に切替タイミング（矢印 D 参照）と、R 2 0（最も外側の輪帯電極）についての GND 電圧から目標電圧に切替タイミング（矢印 E 参照）とを異ならせるように制御する。

図 1 3 は、本発明に係る他の自動合焦点装置の概略構成を示すブロック図である。図 1 に示す自動合焦点装置との相違点は、温度センサ 7 を有している点のみである。他の構成は図 1 に示す自動合焦点装置と同様であるので、説明を省略する。

温度センサ 7 は、液晶レンズ 1 近傍の温度を検出し、検出信号をマイクロプロセッサ 5 1 へ送信する。したがって、マイクロプロセッサ 5 1 では、液晶レンズ 1 近傍の温度を判別することが可能となる。

図 1 4 は、図 1 3 に示す自動合焦点装置における自動合焦処理のフローの一例を示す図である。

図 1 4 に示すフローは、マイクロプロセッサ 5 1 が、予め記憶部 5 2 に記憶されたプログラムに従い、本発明に係る自動合焦点装置の各要素と協働しながら実行する。また、以下のフローは、前述したスキャン方式に基づくものである。

図 1 4 に示す処理フローと図 1 0 に示す前述した処理フローとの相違点は、全てのレンズレベルにおける焦点信号レベルを取得する前に、液晶レンズ 1 の近傍の温度検出を行い、温度情報を取得する点のみである。

ただし、S 2 で印加する焦点信号レベルの抽出時に印加する”V 1 の範囲”の電圧、S 1 0 で印加する切替電圧、及び S 7 で印加する判定レンズレベルに対応した”V 2 の範囲”の電圧は、全て S 1 1 で取得した温度に対応したものが採用される。具体的には、- 2

0℃から60℃までの範囲内で5℃単位毎に温度に対応した各輪帯電極（1～20）への電圧を予め記憶部52へ記憶させておく。

図14に示す自動合焦点装置では、液晶層の屈折率は温度依存性があり、また液晶分子が印加電圧に対応した安定状態になるまでの時間も温度依存性があるので、液晶レンズ1近傍の温度を検出し、環境温度に応じて液晶層への印加電圧を調整している。

図15は、図14に示したフローにおいて、各輪帯電極に印加される電圧の変化を示した図である。図14において、縦軸は印加電圧を示し、横軸は各輪帯電極の位置を示している。ここで、R1は最も内側の輪帯電極を示し、R20は最も外側の輪帯電極を示している。図15に示される曲線は、各輪帯電極（1～20）へ印加される電圧をプロットし、各プロットを結んで曲線として示したものである。

図15において、曲線100は25℃における開始電圧（スキャン方式によって最後のレンズレベルに対応した焦点信号レベルを測定した時に印加された”V1の範囲”の電圧）であり、曲線101は-20℃における開始電圧である。同様に、曲線110は25℃における目標電圧（判定レンズレベルに対応した”V2の範囲”の電圧）であり、曲線111は-20℃における目標電圧である。さらに、曲線120は曲線100及び110に対応した切替電圧であり、曲線121は曲線101及び111に対応した切替電圧である。なおここでは、-20℃での応答速度が25℃の応答速度に比べて遅いために、-20℃での切替電圧を、25℃での切替電圧より低くすることで、この応答速度の遅れを改善している。

図14及び図15に示す場合であっても、マイクロプロセッサ51の制御によって、LCレンズドライバ6は、各輪帯電極への印加電圧を、一旦開始電圧から切替電圧に変更した後に、切替電圧から

目標電圧に変更する。このように、図 1 4 に示す処理フローでも、開始電圧に対して、目標電圧より電位差が大きい切替電圧を印加後、目標電圧を印加するように構成したので、液晶分子が印加電圧に対応した安定した状態に変化するまでのタイムラグを減少させることが可能となった。

例えば、レンズレベルが 9 段階（レンズレベル 0 ～ 8）で温度レベルが 1 7 段階（ -20°C ～ 60°C の範囲で 5°C 単位）の場合、スキャン方式であれば、開始電圧（曲線 1 0 0 等）は $1 \times 17 = 17$ 通り、目標電圧（曲線 1 1 0 等）は $9 \times 17 = 153$ 通り、切替電圧（曲線 1 2 0 等）は $17 \times 153 = 2601$ 通りを予め用意して、記憶部 5 1 に記憶させておく必要がある。また、山登り方式であれば、開始電圧（曲線 1 0 0 等）は $9 \times 17 = 153$ 通り、目標電圧（曲線 1 1 0 等）は $9 \times 17 = 153$ 通り、切替電圧（曲線 1 2 0 等）は $153 \times 153 = 23409$ 通りを予め用意して、記憶部 5 1 に記憶させておく必要がある。

図 1 及び 1 3 に示した自動合焦点装置においては、液晶レンズ 1 と別体のオートフォーカスコントローラ 5 及び液晶レンズドライバ 6 が、焦点信号抽出部、合焦点判定部、合焦点調整部、及び／又は切替電圧印加部として機能した。しかしながら、液晶レンズドライバ 6 に ROM 等の記憶部を保持させ、液晶レンズドライバ 6 のみを焦点信号抽出部、合焦点判定部、合焦点調整部、及び／又は切替電圧印加部として機能させるようにしても良い。また、その場合に、液晶レンズ 1 と液晶レンズドライバ 6 を一体的に構成した光学素子とし、光学素子とは別体の撮像素子 3 からの画像信号が直接液晶レンズドライバ 6 へ入力されるように構成しても良い。

図 1 及び 1 3 に示した自動合焦点装置においては、液晶レンズ 1 と協働する光学レンズ 2 を設けたが、光学レンズ 2 は必須な構成で

はなく、状況に応じて省略することも可能である。

本発明に係る自動合焦点装置は、オートフォーカス機能を有する装置に有用であり、特に、カメラ、デジタルカメラ、ムービーカメラ、カメラ付き携帯電話のカメラ部、車等に搭載されて後方確認用モニタなどに用いられるカメラ、内視鏡のカメラ部、レンズの度を変化させる機能を有する眼鏡などのオートフォーカス機能に適している。

請 求 の 範 囲

1. 屈折率分布を形成する液晶レンズと、

前記液晶レンズを通して結像する光学像を電気信号に変換して画像信号を出力する光電変換部と、

前記液晶レンズに第1の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ、前記画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出する焦点信号抽出部と、

抽出された前記複数の焦点信号から合焦点に対応した焦点信号を判定する合焦点判定部と、

前記合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ、前記合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために前記液晶レンズに印加された前記第1の範囲の電圧よりも小さな第2の電圧を、前記液晶レンズに印加して合焦点の調整を行う合焦点調整部と、

を有することを特徴とする自動合焦点装置。

2. 前記第1の範囲の電圧と、前記第1の範囲の電圧のそれぞれに対応した前記第2の電圧とを、対応させて記憶する記憶部を、更に有する請求項1に記載の自動合焦点装置。

3. 前記第1の範囲の電圧は、予め設定された焦点距離毎に用意された複数の電圧を含む、請求項1に記載の自動合焦点装置。

4. 前記焦点信号抽出部は、予め設定された焦点距離の全てにおける前記焦点信号を求める、請求項3に記載の自動合焦点装置。

5. 前記焦点信号抽出部は、前回検出した第1の焦点距離における焦点信号と、今回検出した第2の焦点距離における焦点信号の増減を逐次比較しながら、次の第3の焦点距離における焦点信号を抽出し、前記合焦点判定部にて合焦点に対応した焦点信号が判定され

たら、前記焦点信号の抽出を中止する、請求項 3 に記載の自動合焦点装置。

6. 前記第 2 の電圧を印加する前に、前記液晶レンズに、前記第 1 の範囲の電圧に対して、前記第 2 の電圧よりも電位差の大きい切替電圧を印加する切替電圧印加部を、更に有する請求項 1 に記載の自動合焦点装置。

7. 前記記憶部は、前記第 1 の範囲の電圧と、前記第 1 の範囲の電圧のそれぞれに対応した前記第 2 の電圧と、前記第 1 の範囲の電圧と前記第 2 の電圧にそれぞれ対応した切替電圧を、対応させて記憶する、請求項 6 に記載の自動合焦点装置。

8. 前記液晶レンズの近傍の温度を検出するための温度検出部を更に有する、請求項 1 に記載の自動合焦点装置。

9. 前記焦点信号抽出部は、前記温度検出部が検出した温度に基づいて、前記液晶レンズに第 1 の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ、前記画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出し、

前記合焦点調整部は、前記温度検出部が検出した温度に基づいて、前記合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ、前記合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために前記液晶レンズに印加された前記第 1 の範囲の電圧よりも小さな第 2 の電圧を前記液晶レンズに印加する、
請求項 8 に記載の自動合焦点装置。

10. 前記記憶部は、前記第 1 の範囲の電圧と、前記第 1 の範囲の電圧のそれぞれに対応した前記第 2 の電圧とを、温度毎にそれぞれ対応させて記憶する、請求項 9 に記載の自動合焦点装置。

11. 前記液晶レンズの近傍の温度を検出するための温度検出部を更に有する、請求項 6 に記載の自動合焦点装置。

12. 前記焦点信号抽出部は、前記温度検出部が検出した温度に

基づいて、前記液晶レンズに第１の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ、前記画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出し、

前記合焦点調整部は、前記温度検出部が検出した温度に基づいて、前記合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分布を得ることができ、前記合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために前記液晶レンズに印加された前記第１の範囲の電圧よりも小さな第２の電圧を前記液晶レンズに印加し、

前記切替電圧印加部は、前記温度検出部が検出した温度に基づいて、前記第２の電圧を印加する前に、前記液晶レンズに、前記第１の範囲の電圧に対して、前記第２の電圧よりも電位差の大きい切替電圧を印加する、

請求項１１に記載の自動合焦点装置。

１３．前記記憶部は、前記第１の範囲の電圧と、前記第１の範囲の電圧のそれぞれに対応した前記第２の電圧と、前記第１の範囲の電圧と前記第２の電圧にそれぞれ対応した切替電圧を、温度毎に対応させて記憶する、請求項１２に記載の自動合焦点装置。

１４．前記液晶レンズは、複数の輪帯及び液晶層を有する、請求項１に記載の自動合焦点装置。

１５．前記液晶レンズと協働する光学レンズを、更に有する請求項１に記載の自動合焦点装置。

１６．屈折率分布を形成する液晶レンズと、

前記液晶レンズに第１の範囲の電圧を印加して屈折率分布を変化させ、前記画像信号に基づいて複数の焦点信号を抽出する焦点信号抽出部と、

抽出された前記複数の焦点信号から合焦点に対応した焦点信号を判定する合焦点判定部と、

前記合焦点判定部により判定された焦点信号に対応する屈折率分

布を得ることができ、前記合焦点判定部により判定された焦点信号を得るために前記液晶レンズに印加された前記第 1 の範囲の電圧よりも小さな第 2 の電圧を、前記液晶レンズに印加して合焦点の調整を行う合焦点調整部と、
を有することを特徴とする光学素子。

Fig.1

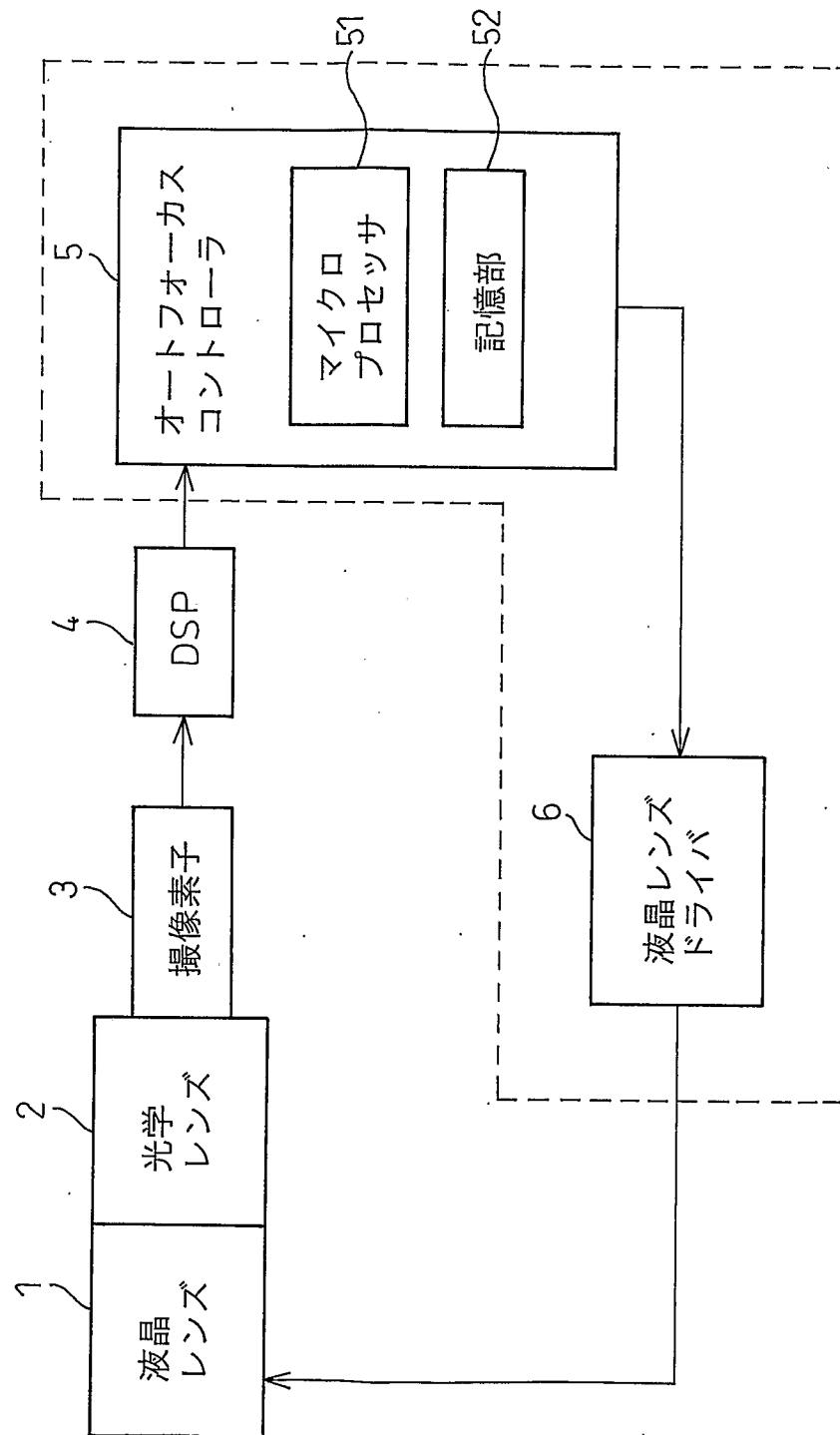


Fig.2

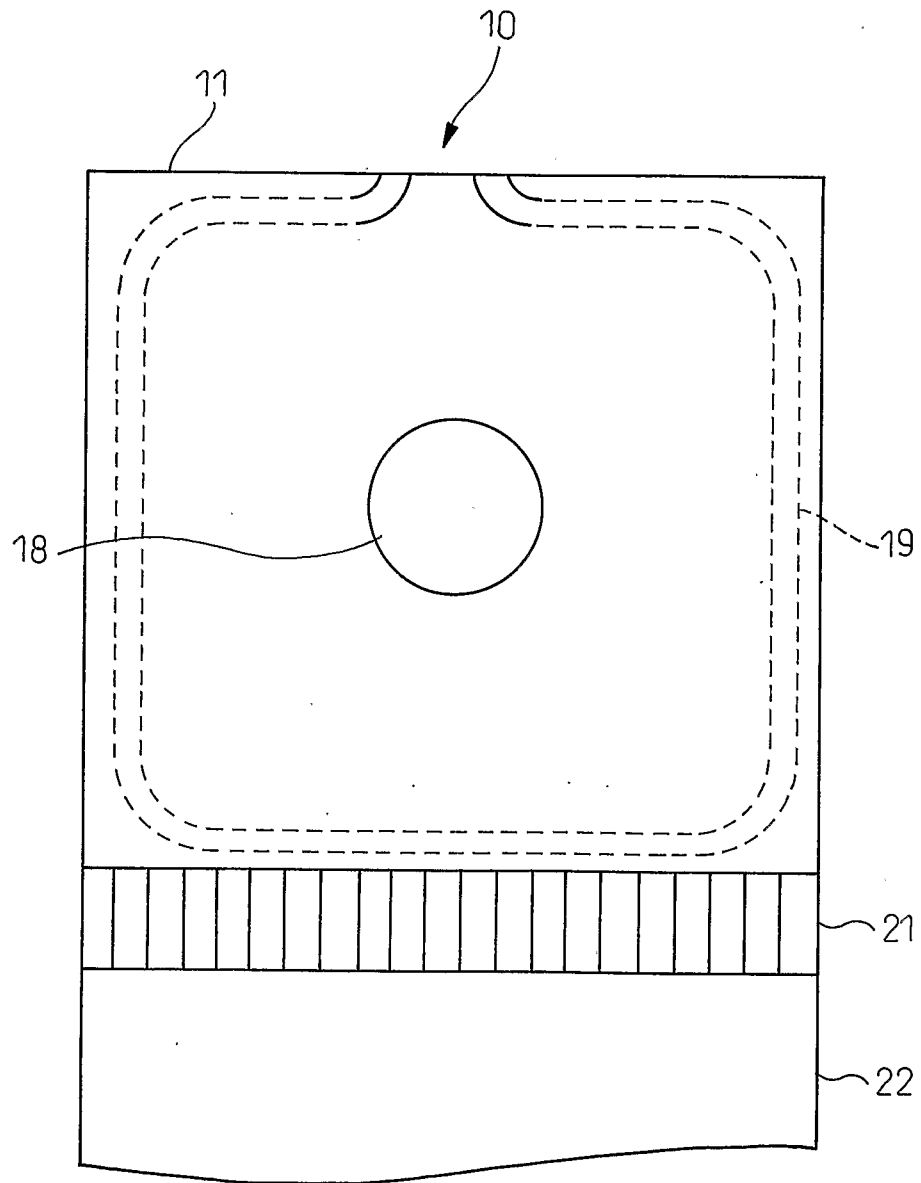


Fig.3

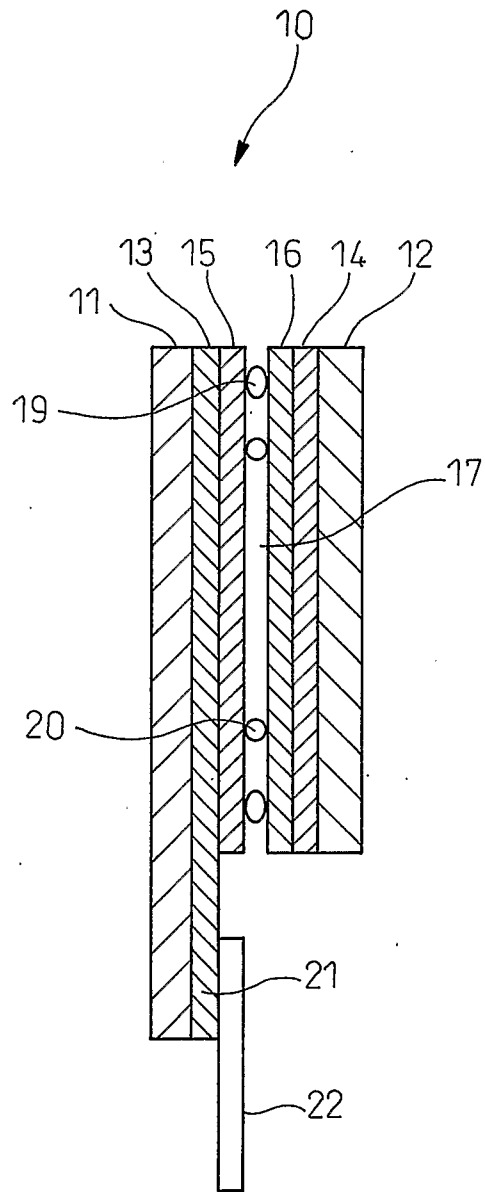


Fig.4

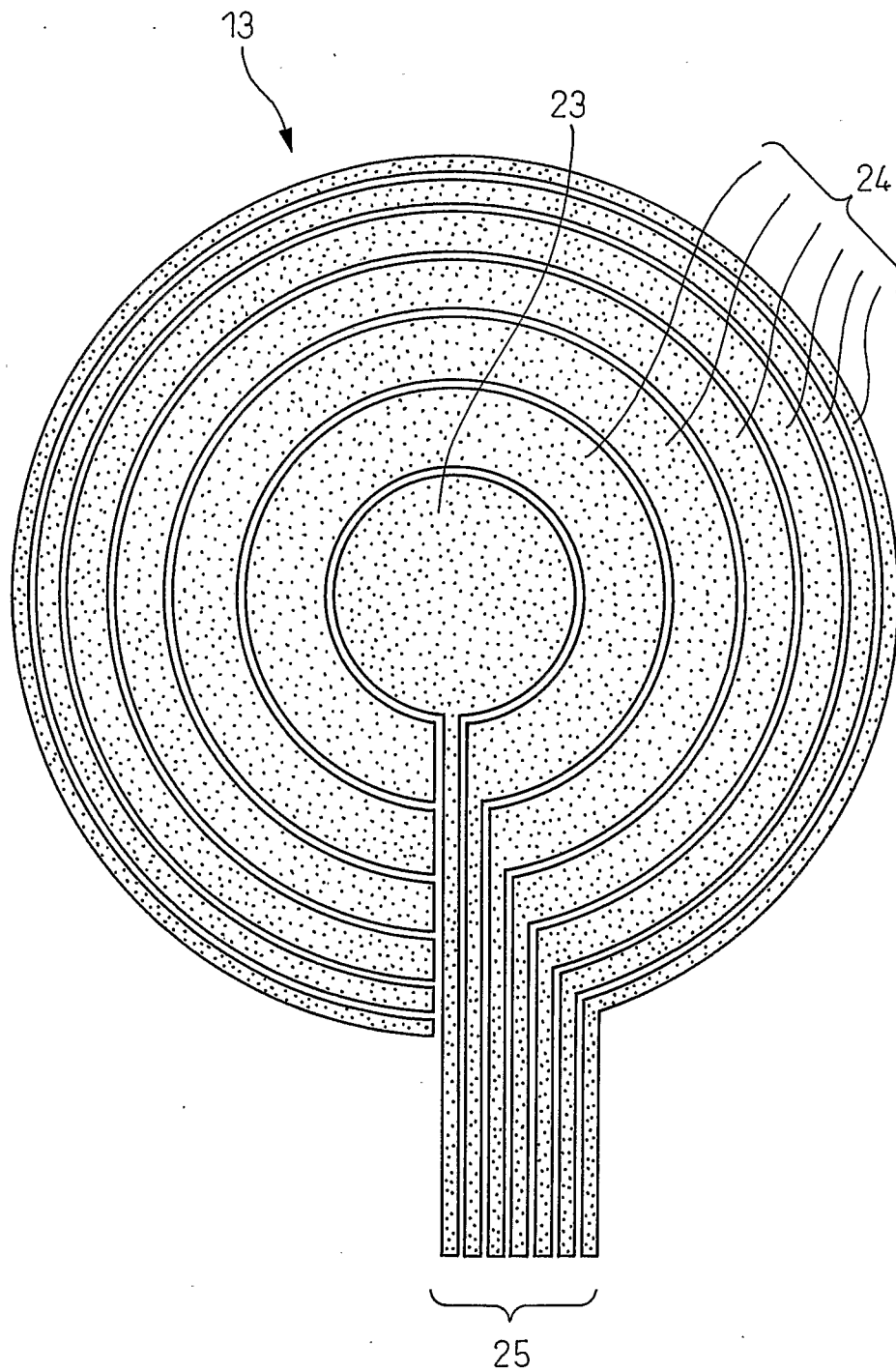


Fig.5(a)

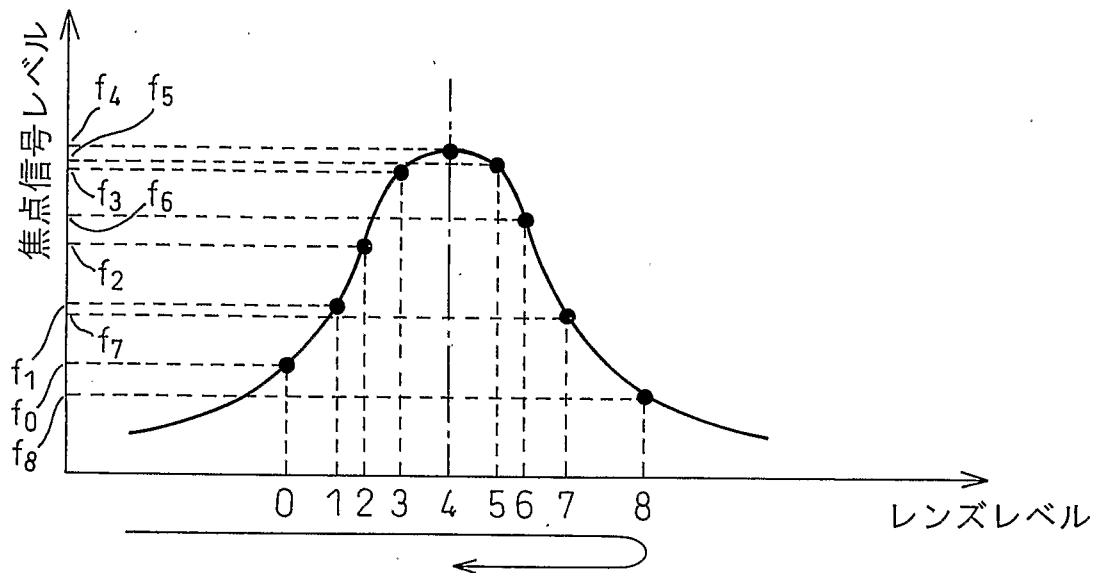


Fig.5(b)

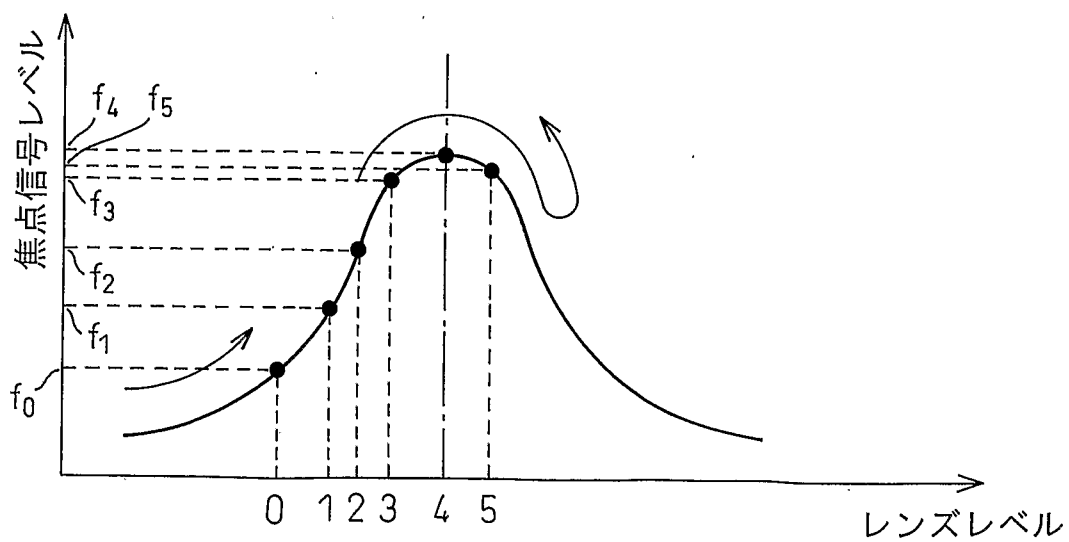


Fig.6

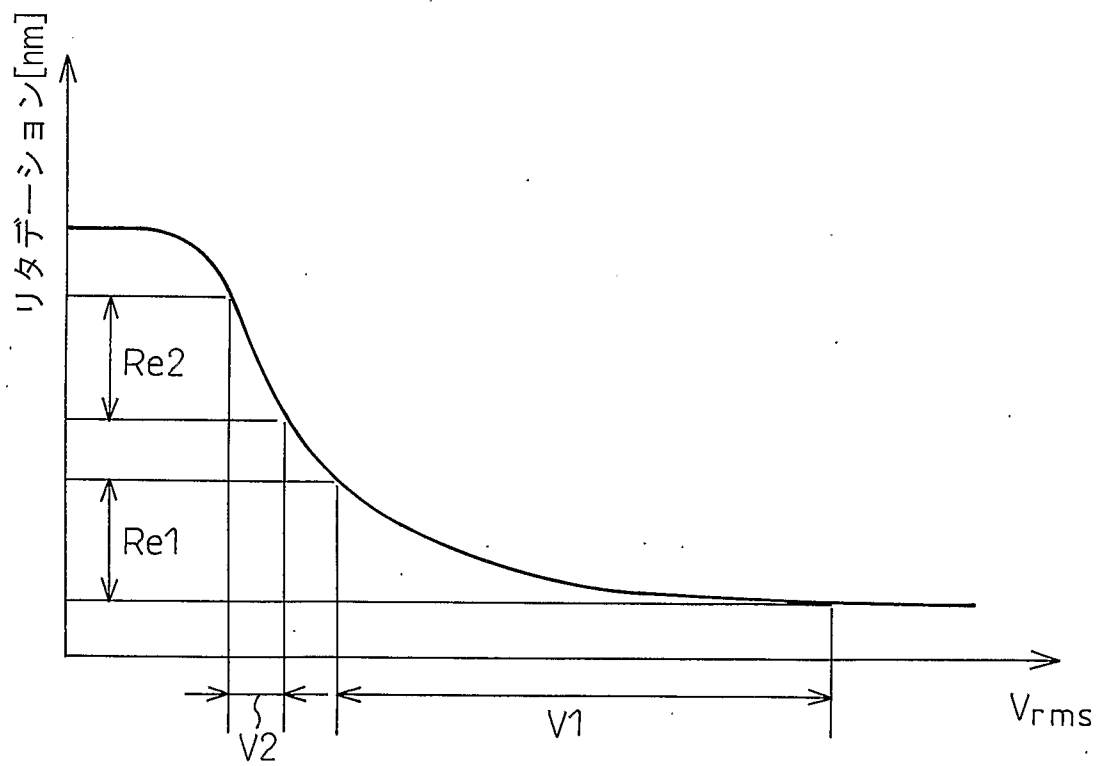


Fig.7(a)

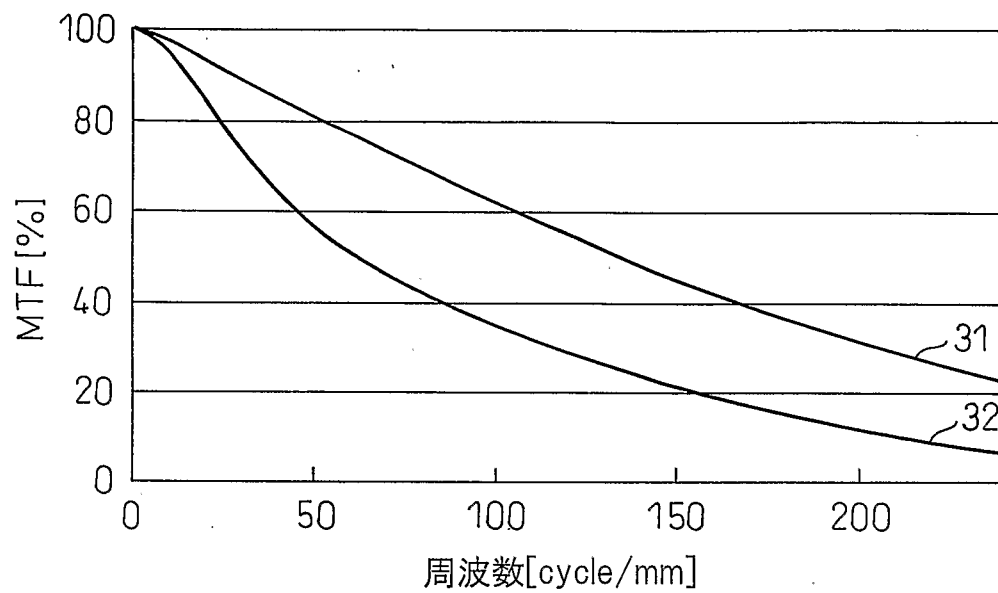


Fig.7(b)

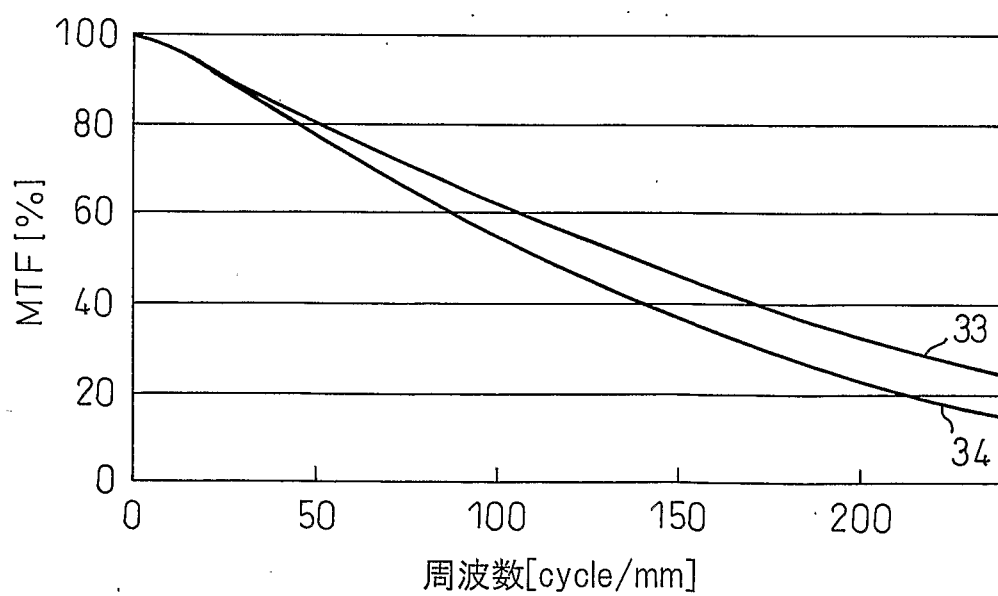


Fig.8

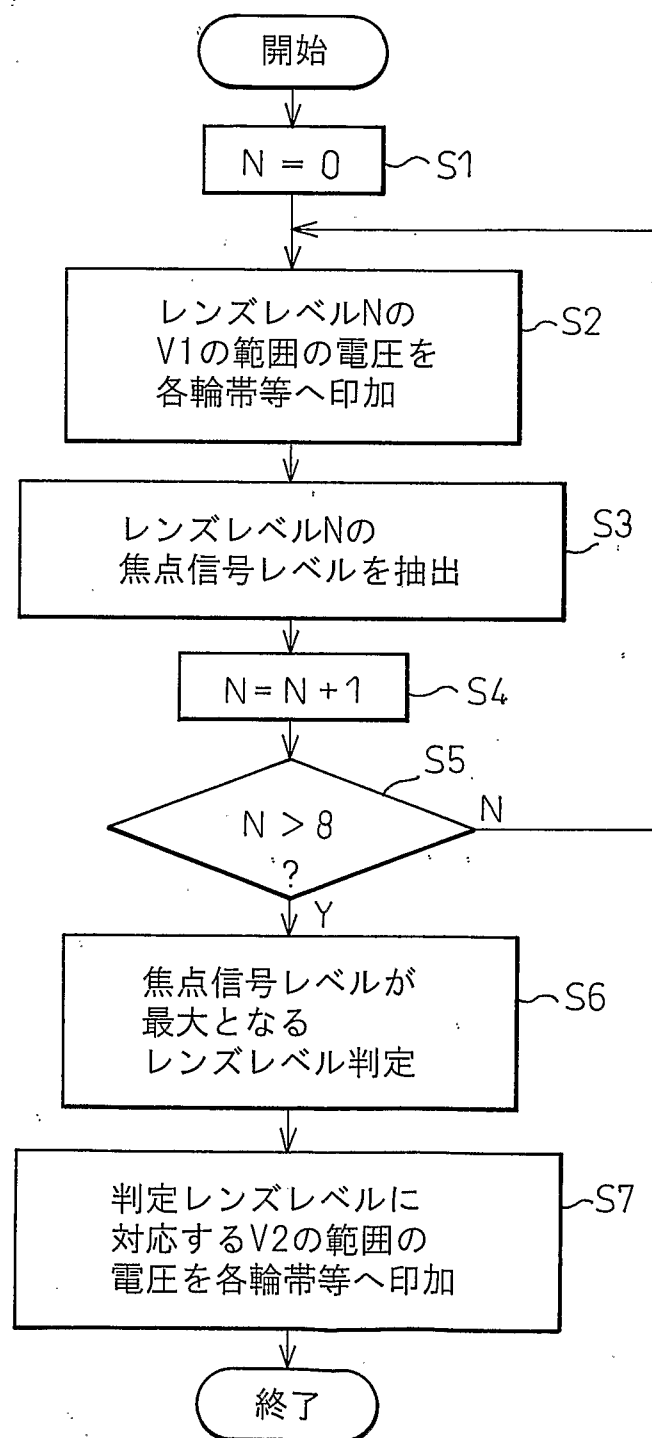


Fig.9

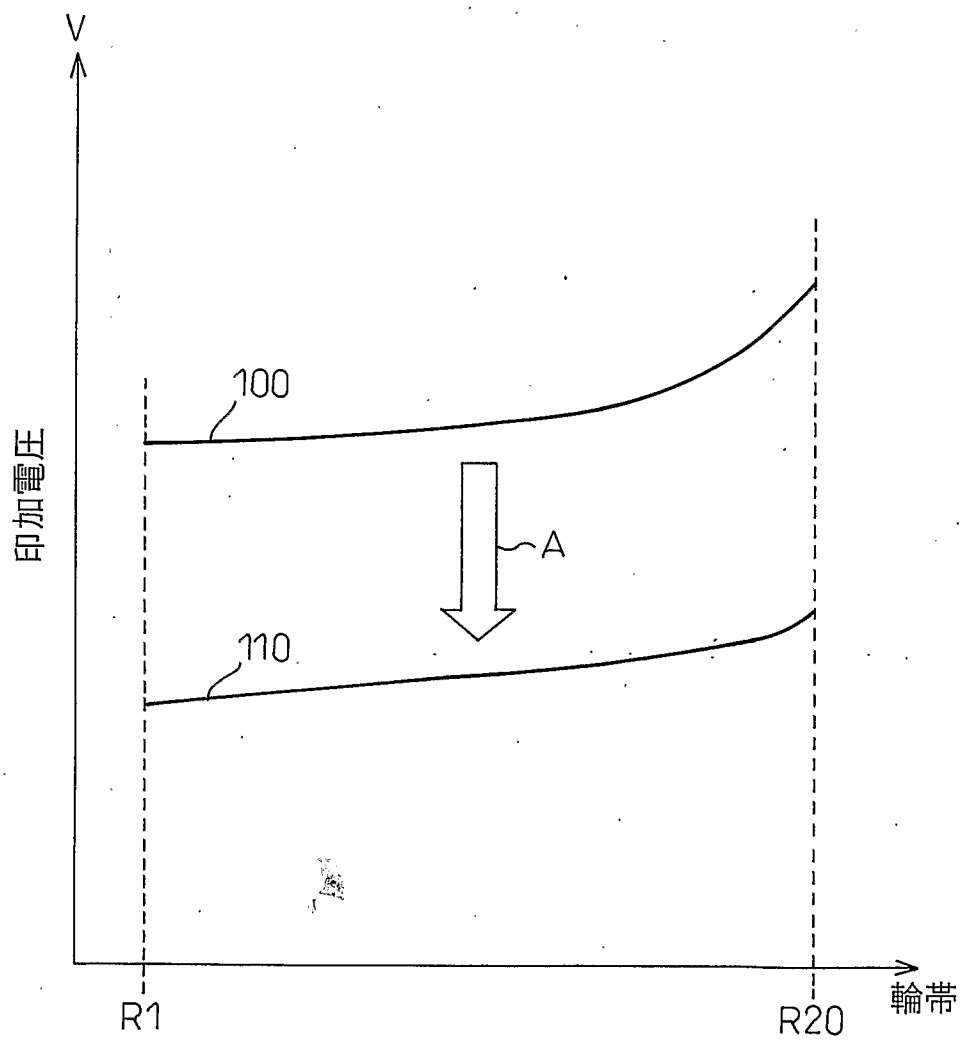


Fig.10

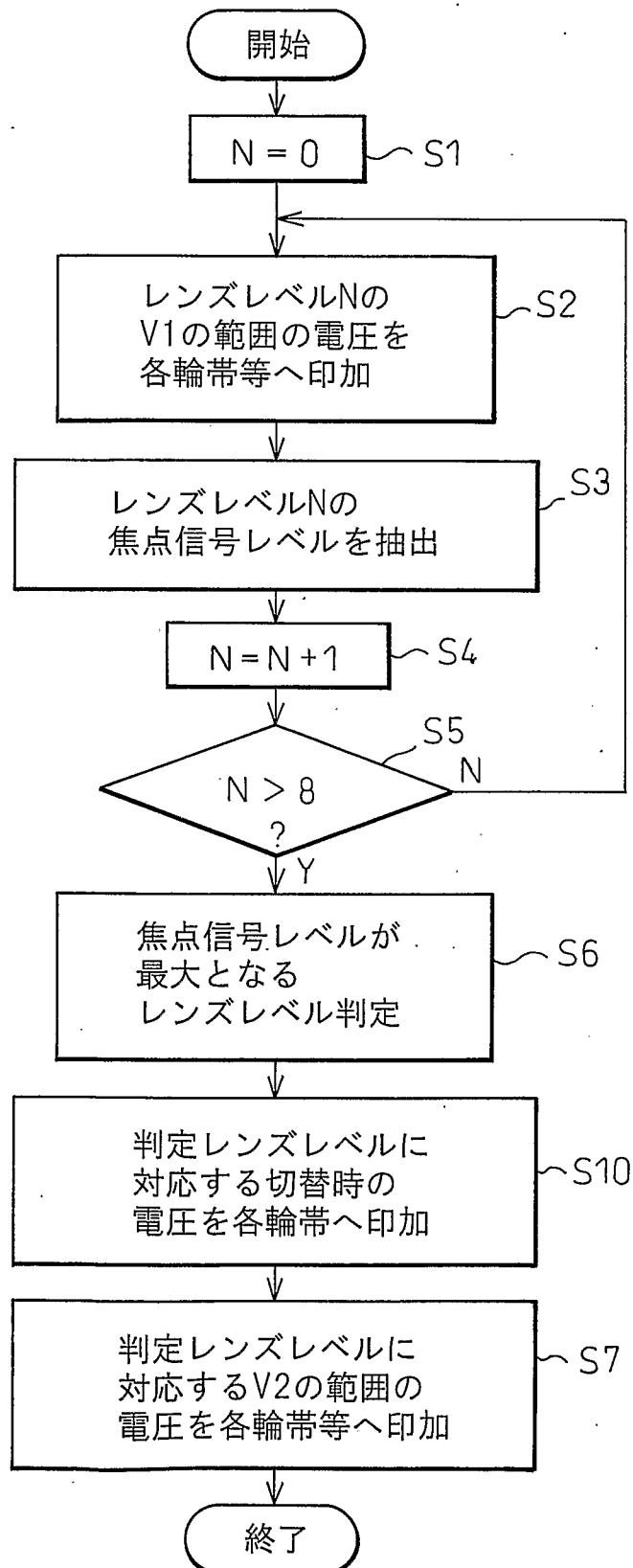


Fig.11

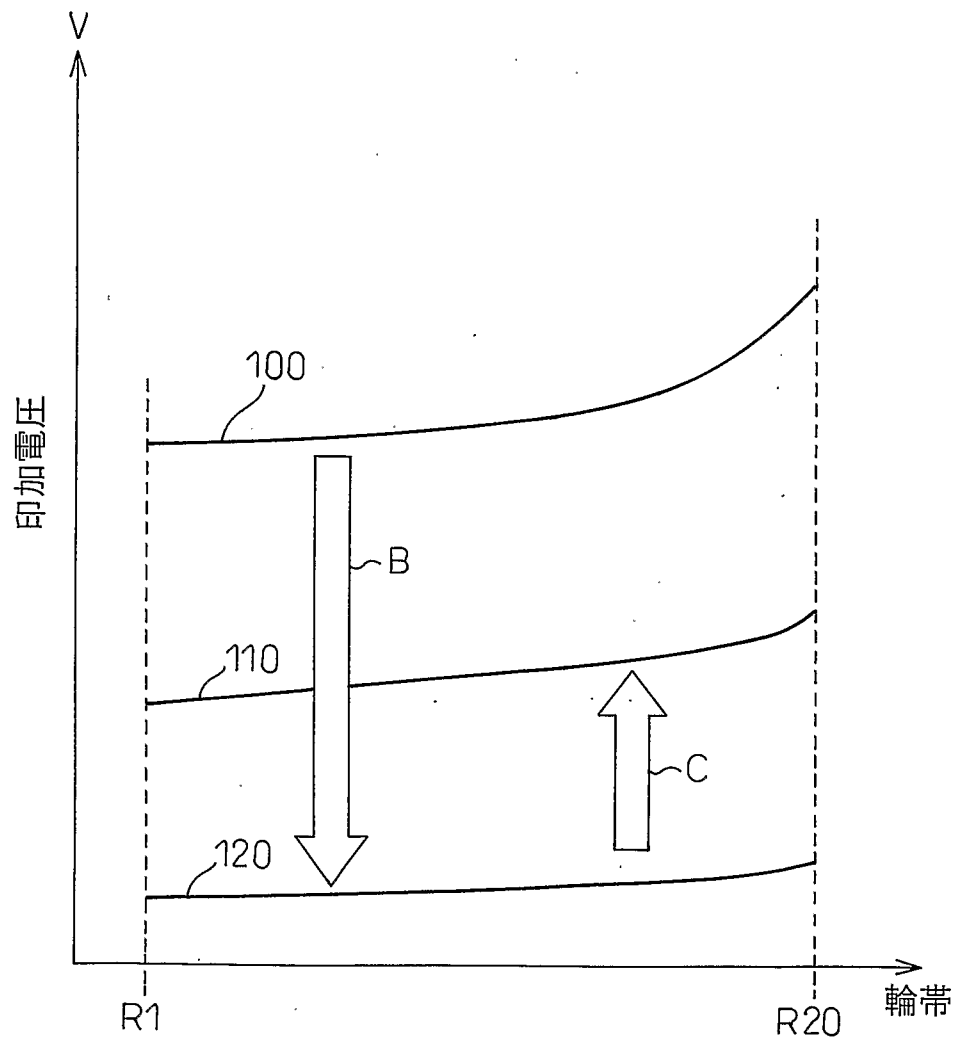


Fig.12

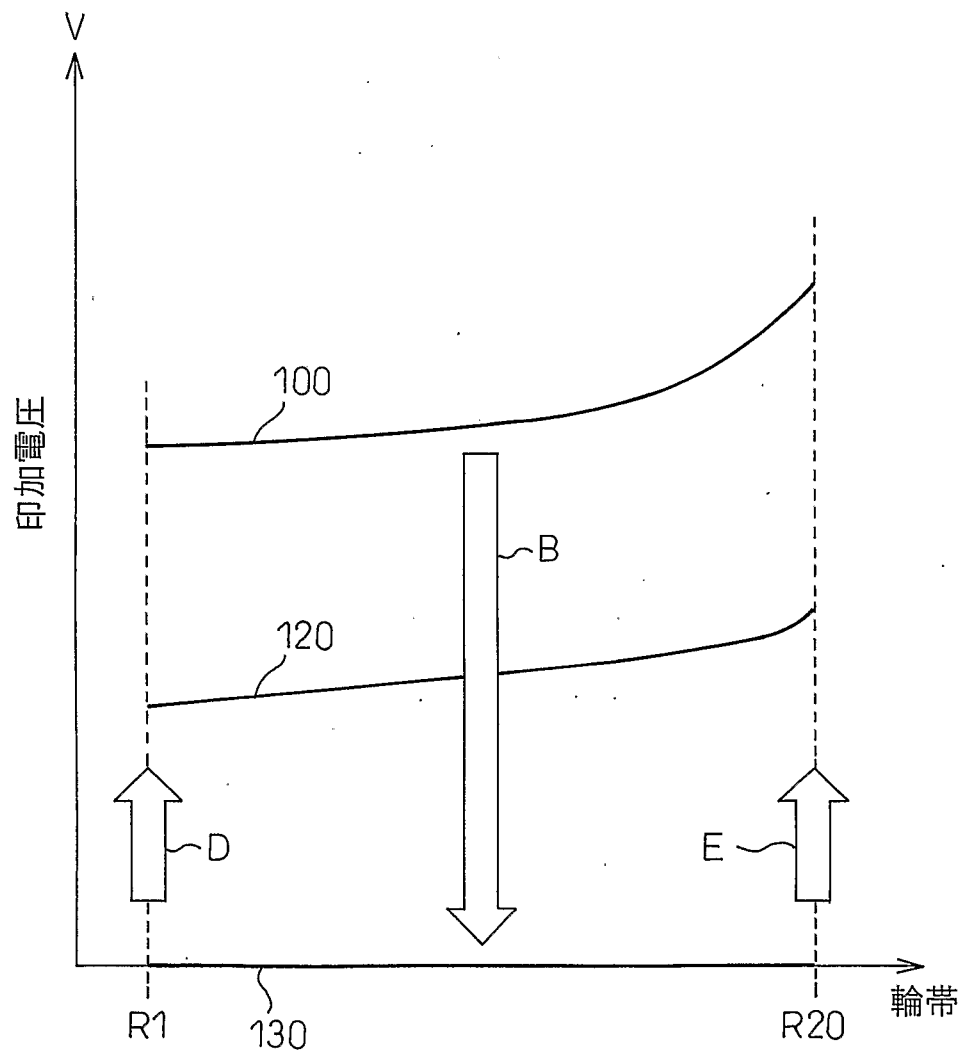


Fig.13

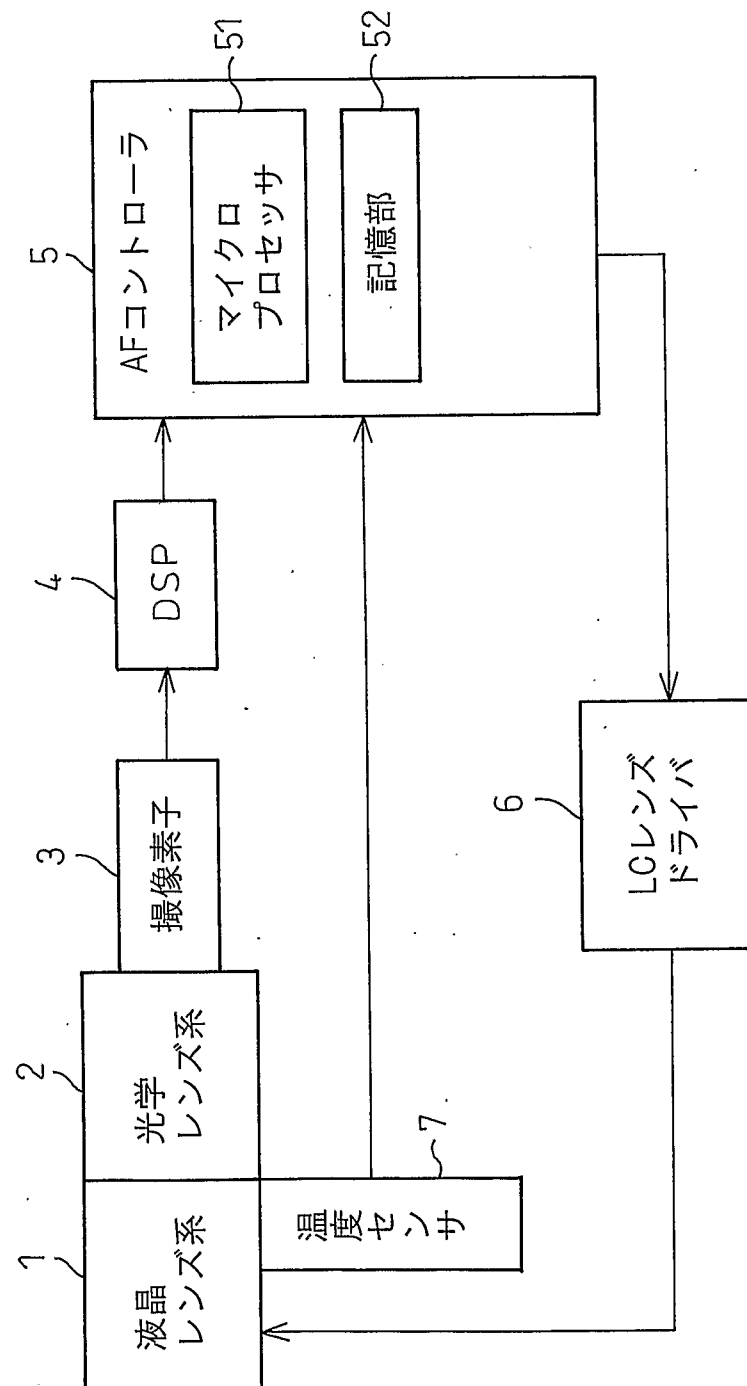


Fig.14

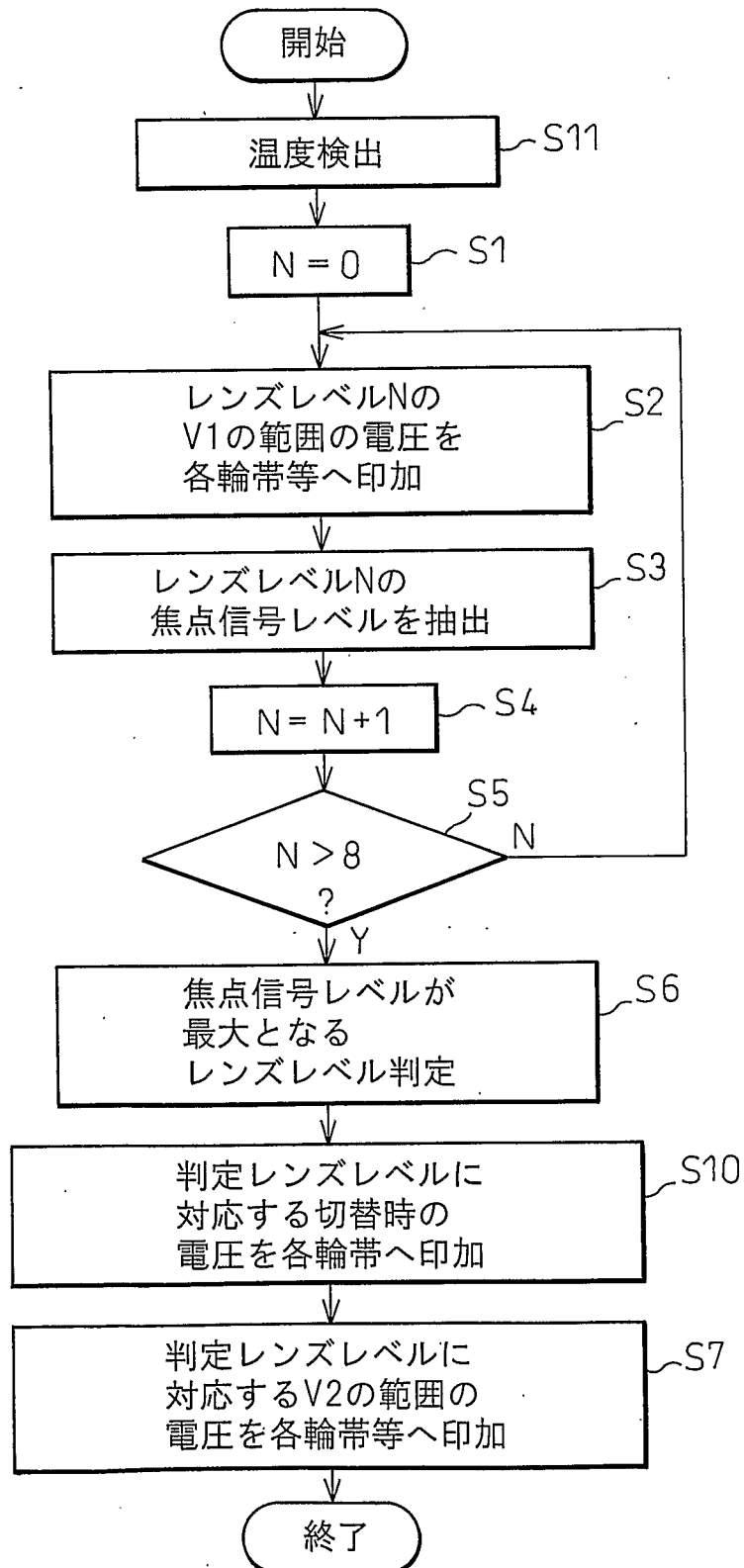
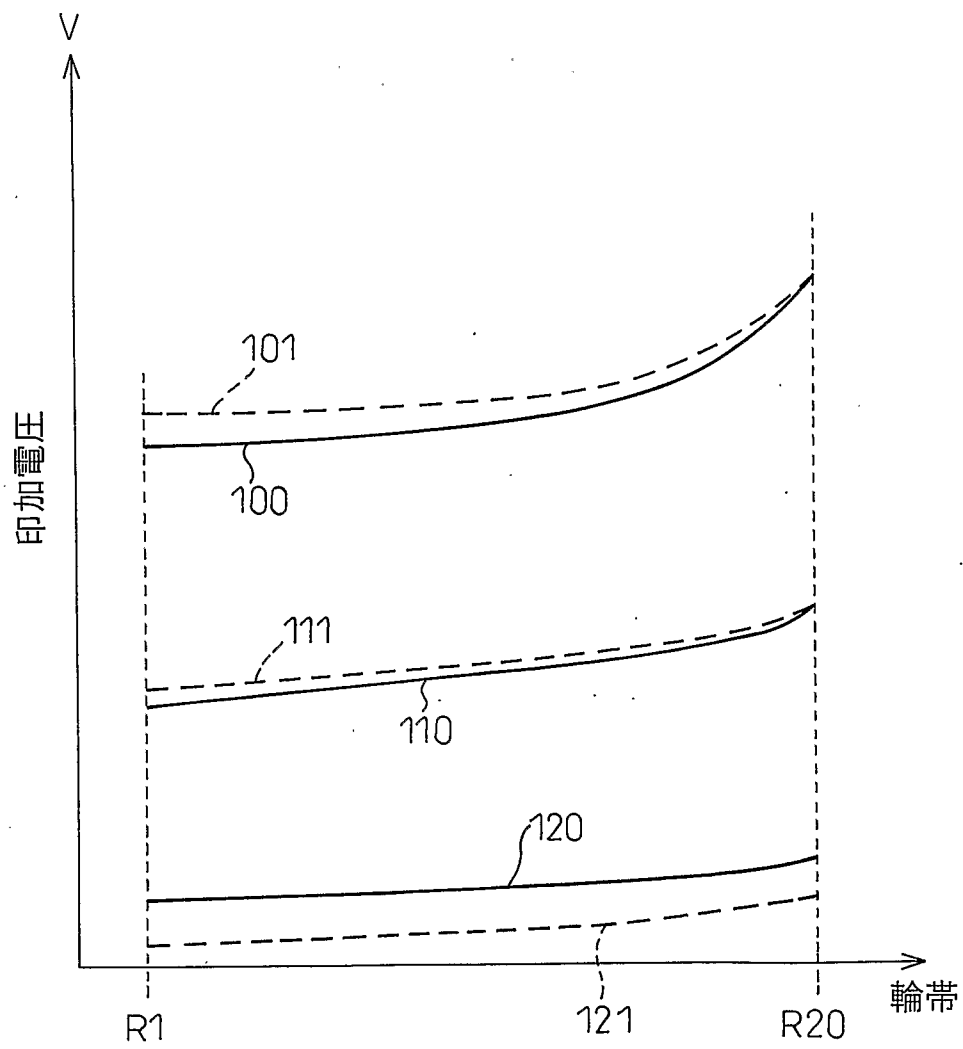


Fig.15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/055301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B7/28(2006.01)i, G02B7/36(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(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)

G02B7/28, G02B7/36, G02F1/13, G03B13/36, H04N5/232

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 61-140908 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 28 June, 1986 (28.06.86), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 05-053089 A (Hitachi, Ltd.), 05 March, 1993 (05.03.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2000-081562 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 21 March, 2000 (21.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-16

☒ 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
07 June, 2007 (07.06.07)

Date of mailing of the international search report
19 June, 2007 (19.06.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/055301

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-154085 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 08 June, 2001 (08.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 62-036632 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 February, 1987 (17.02.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 61-156228 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 15 July, 1986 (15.07.86), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2002-122784 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 26 April, 2002 (26.04.02), Full text; all drawings & US 2002/0041445 A1 & EP 1197767 A2	1-16
A	JP 2004-191893 A (Canon Inc.), 08 July, 2004 (08.07.04), Full text; all drawings & US 2004/0125230 A1	1-16
A	JP 2002-228816 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 14 August, 2002 (14.08.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2005-345520 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 December, 2005 (15.12.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2005-092009 A (Japan Science and Technology Agency), 07 April, 2005 (07.04.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
P, A A	WO 2006/054562 A1 (Citizen Watch Co., Ltd.), 26 May, 2006 (26.05.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 14-16 6-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02B7/28(2006.01)i, G02B7/36(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(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. G02B7/28, G02B7/36, G02F1/13, G03B13/36, H04N5/232															
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1 9 2 2－1 9 9 6年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1 9 7 1－2 0 0 7年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1 9 9 6－2 0 0 7年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1 9 9 4－2 0 0 7年</td> </tr> </table>				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 0 7年	日本国実用新案登録公報	1 9 9 6－2 0 0 7年	日本国登録実用新案公報	1 9 9 4－2 0 0 7年				
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 0 7年														
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6－2 0 0 7年														
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4－2 0 0 7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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>J P 6 1－1 4 0 9 0 8 A（オリンパス光学工業株式会社） 1 9 8 6. 0 6. 2 8 全文全図（ファミリーなし）</td> <td>1－1 6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>J P 0 5－0 5 3 0 8 9 A（株式会社日立製作所） 1 9 9 3. 0 3. 0 5 全文全図（ファミリーなし）</td> <td>1－1 6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>J P 2 0 0 0－0 8 1 5 6 2 A（オリンパス光学工業株式会社） 2 0 0 0. 0 3. 2 1 全文全図（ファミリーなし）</td> <td>1－1 6</td> </tr> </tbody> </table>				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 請求の範囲の番号	A	J P 6 1－1 4 0 9 0 8 A（オリンパス光学工業株式会社） 1 9 8 6. 0 6. 2 8 全文全図（ファミリーなし）	1－1 6	A	J P 0 5－0 5 3 0 8 9 A（株式会社日立製作所） 1 9 9 3. 0 3. 0 5 全文全図（ファミリーなし）	1－1 6	A	J P 2 0 0 0－0 8 1 5 6 2 A（オリンパス光学工業株式会社） 2 0 0 0. 0 3. 2 1 全文全図（ファミリーなし）	1－1 6
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 請求の範囲の番号													
A	J P 6 1－1 4 0 9 0 8 A（オリンパス光学工業株式会社） 1 9 8 6. 0 6. 2 8 全文全図（ファミリーなし）	1－1 6													
A	J P 0 5－0 5 3 0 8 9 A（株式会社日立製作所） 1 9 9 3. 0 3. 0 5 全文全図（ファミリーなし）	1－1 6													
A	J P 2 0 0 0－0 8 1 5 6 2 A（オリンパス光学工業株式会社） 2 0 0 0. 0 3. 2 1 全文全図（ファミリーなし）	1－1 6													
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。															
* 引用文献のカテゴリー <table border="0"> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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）</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				「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	「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	「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	「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	「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）	「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	「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献	「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
「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	「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														
「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	「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														
「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）	「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														
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献														
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願															
国際調査を完了した日 0 7. 0 6. 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 1 9. 0 6. 2 0 0 7													
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） 登丸 久寿 電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 2 7 1	2 V 3 7 2 2												

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 請求の範囲の番号
A	JP 2001-154085 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001. 06. 08 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 62-036632 A (松下電器産業株式会社) 1987. 02. 17 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 61-156228 A (オリンパス光学工業株式会社) 1986. 07. 15 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2002-122784 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002. 04. 26 全文全図 & US 2002/0041445 A1 & EP 1197767 A2	1-16
A	JP 2004-191893 A (キヤノン株式会社) 2004. 07. 08 全文全図 & US 2004/0125230 A1	1-16
A	JP 2002-228816 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002. 08. 14 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2005-345520 A (松下電器産業株式会社) 2005. 12. 15 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2005-092009 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2005. 04. 07 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
PA	WO 2006/054562 A1 (シチズン時計株式会社) 2006. 05. 26 全文全図 (ファミリーなし)	1-5, 14 -16
A		6-13