

(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 27 日 (27.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/108274 A1

(51) 国際特許分類:

G11B 7/135 (2006.01) G02F 1/1337 (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01) G02F 1/1347 (2006.01)
G02F 1/13363 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/053341

(22) 国際出願日: 2007 年 2 月 16 日 (16.02.2007)

(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2006-076556 2006 年 3 月 20 日 (20.03.2006) 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 1 2 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 仲秀治 (NAKA, Shuji) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号シチズン時計株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤慎也 (SATO, Shinya) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号シチズン時計株式会社内 Tokyo (JP).

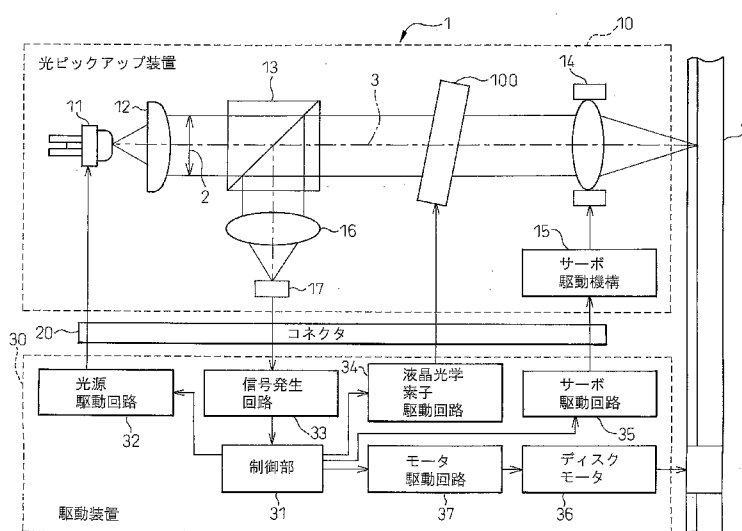
(74) 代理人: 青木篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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,

[続葉有]

(54) Title: LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶光学素子及び光ピックアップ装置



- 10 OPTICAL PICKUP DEVICE
15 SERVO-DRIVE MECHANISM
20 CONNECTOR
30 DRIVE
32 LIGHT SOURCE DRIVE CIRCUIT
33 SIGNAL GENERATING CIRCUIT
31 CONTROL SECTION
34 LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT DRIVE CIRCUIT
37 MOTOR DRIVE CIRCUIT
35 SERVO-DRIVE CIRCUIT
36 DISK MOTOR

(57) Abstract: An optical pickup device in which a liquid crystal optical element integrally composed of a liquid crystal panel for aberration correction and a liquid crystal panel for $n\lambda/4$ plate is disposed at a tilt angle. The liquid crystal optical element is characterized in that it has a first liquid crystal layer having a first rubbing direction and adapted for aberration correction, a second liquid crystal layer having a second rubbing direction and integrally jointed to the first liquid crystal layer, and a transparent electrode for bringing about a potential difference in the second liquid crystal layer so as to control the phase angle of the light beam passing through the second liquid crystal layer, and that the angle (Ψ) between the first and second rubbing directions is so determined that the liquid crystal panel functions as an $n\lambda/4$ plate depending on the tilt angle (α). An optical pickup device having such a liquid crystal optical element is also disclosed.

(57) 要約: 収差補正用の液晶パネルと $n\lambda/4$ 板用の液晶パネルとを一体化した液晶光学素子を傾けて配置した光ピックアップ装置を提供することを目的とする。第1のラビング方向を有し且つ収差補正を行うための第1液晶層と、第2のラビング方向を有し且つ第1液晶層と一体的に構成された第2液晶層と、第2液晶層を通過する前記光

ビームの位相量を制御するために第2液晶層に電位差を発

[続葉有]



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, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, 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.

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, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(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,

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。

生するための透明電極とを有し、第1のラビング方向と前記第2のラビング方向のなす角度 (ψ) が、傾き角度 (α) に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されていることを特徴とする液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を有する光ピックアップ装置。

明 細 書

液晶光学素子及び光ピックアップ装置

技術分野

本発明は、液晶光学素子及び光ピックアップ装置に関し、特に収差補正機能と $n\lambda/4$ 板としての機能を有する液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を有する光ピックアップ装置に関する。

背景技術

$1/4$ 波長板として作用する液晶パネルにおいて、液晶分子の長軸の方向とガラス基板とのなす角度（プレチルド角）だけ、液晶パネルを光軸に対して傾けて配置する構成が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このように、液晶パネルを傾けて配置すると、液晶分子の長軸方向が光軸と垂直に交わるようにすることができるので、完全な $1/4$ 波長板として機能させることができる。

3 枚のガラス基板で 2 つの液晶層を構成し、1 つの液晶層を収差補正用とし、他方の液晶層を $1/4$ 波長板用とした液晶パネルが知られている（例えば、特許文献 2 参照）。特許文献 2 には、収差補正用の液晶層のラビング方向に対して、 $1/4$ 波長板用の液晶層のラビング方向を 45 度傾けて配置した液晶パネルを、光軸に対して垂直に配置することが記載されている。

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

特許文献 2：特開 2 0 0 1 - 3 4 9 9 6 号公報（第 2 9 頁、第 2 1 図）

発明の開示

収差補正用の液晶パネルを光軸に対して垂直に配置すると、光源からの光が収差補正用の液晶パネル自体で光源側に反射し、光同士が干渉し合ってノイズが発生し、光源からの出射光の強度が一定にならなくなるという問題がある。したがって、収差補正用の液晶パネルは光軸に対して所定の角度を有して傾ける必要がある。また、収差補正用の液晶パネルを傾ける場合には、収差補正用の液晶パネルのラビング方向（液晶分子の長軸方向）と垂直な方向に傾ける必要がある。このような方向に傾けないと、収差補正用の液晶パネルが偏向方向を回転させてしまい、収差補正用の液晶パネルが有効光束中の光に対して同じように機能しなくなってしまう。

また、 $\lambda/4$ 板用の液晶パネルでは、液晶分子の長軸方向と、透明ガラス基板と平行な方向との間にプレチルト角が与えられている。そこで、プレチルト角を0度とするように $\lambda/4$ 板用の液晶パネルを傾けて使用しないと、入射角依存性によって、正確な $\lambda/4$ 板として機能しないという問題がある。

収差補正用の液晶パネルと、収差補正用の液晶パネルのラビング方向に対してラビング方向を45度傾けて配置した $\lambda/4$ 板用の液晶パネルと、を一体化させた液晶光学素子を傾けようとすれば、当然ながら、収差補正用の液晶パネルと $\lambda/4$ 板用の液晶パネルは同じ方向に傾くこととなる。しかしながら、収差補正用の液晶パネルのラビング方向と、 $\lambda/4$ 板用の液晶パネルのプレチルト角を0度とする方向は同一方向とはなりえない。したがって、収差補正用の液晶パネルと $\lambda/4$ 板用の液晶パネルとを一体化した液晶光学素子を光ピックアップ装置で傾けて利用することができなかった。なお、収差補正用の液晶パネルのラビング方向と、 $\lambda/4$ 板用の液晶パネルのラビング方向を45度に設定するのは、収差補正用の液晶パネルを通過した所定の直線偏光をほぼ完全な円偏光とするためであ

る。

そこで、本発明は、上記問題点を解消することを可能とする液晶光学素子及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、収差補正用の液晶パネルと $\lambda/4$ 板用の液晶パネルとを一体化した液晶光学素子を傾けて配置した光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

本願発明に係る光ピックアップ装置は、光ビームを出射する光源と、第1のラビング方向を有し収差補正を行うための第1液晶層及び第2のラビング方向を有する第2液晶層が一体的に構成され、光ビームの光軸に対して所定の傾き角度を持って配置される液晶光学素子と、第2液晶層を通過する光ビームの位相量を制御するために第2液晶層に電位差を発生させるための透明電極と、液晶光学素子を通過した光ビームを集光するための対物レンズとを有し、第1のラビング方向と第2のラビング方向のなす角度が傾き角度に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されていることを特徴とする。

また、本願発明に係る光ピックアップ装置では、第2の液晶層の第2のラビング方向が、液晶光学素子の傾き角度及び電位差に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されていることが好ましい。

さらに、本願発明に係る光ピックアップ装置は、第2の液晶層の第2のラビング方向が、液晶光学素子の傾き角度、電位差及び動作温度範囲に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されていることが好ましい。

本願発明に係る液晶光学素子は、第1のラビング方向を有し且つ収差補正を行うための第1液晶層と、第2のラビング方向を有し且つ第1液晶層と一体的に構成された第2液晶層と、第2液晶層を通

過する光ビームの位相量を制御するために第2液晶層に電位差を発生させるための透明電極とを有し、第1のラビング方向と第2のラビング方向のなす角度が、傾き角度に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されていることを特徴とする。

また、本願発明に係る液晶光学素子では、第1のラビング方向と第2のラビング方向のなす角度が、傾き角度及び電位差に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されていることが好ましい。

さらに、本願発明に係る光ピックアップ装置及び液晶光学素子では、第1液晶層は、コマ収差、球面収差又は非点収差の補正を行うことが好ましい。

さらに、本願発明に係る光ピックアップ装置及び液晶光学素子では、3枚の透明基板間に、第1液晶層及び第2液晶層が配置されていることが好ましい。

本発明によれば、収差補正用の液晶パネルと $n\lambda/4$ 板用の液晶パネルとを一体化させた液晶光学素子を用いることができるので、収差補正用の液晶パネルと $n\lambda/4$ 板用の液晶パネルとを設置する手間を1回ですますことが可能となった。

また、本発明によれば、収差補正用の液晶パネルと $n\lambda/4$ 板用の液晶パネルとを一体化させた液晶光学素子を用いて、収差補正用の液晶パネルによる反射を防止し且つ正確な $n\lambda/4$ 板用として機能させることが可能となった。

さらに、本発明によれば、傾き角度 α 等に基づいて、 $n\lambda/4$ 板用の液晶パネルが最適な動作を行えるような第1の液晶層のラビング方向と第2の液晶層のラビング方向のなす角度 ψ を決定することが可能となった。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係る光ピックアップ装置及び液晶光学素子を含む光学装置 1 の概略構成図である。

図 2 (a) は液晶光学素子 100 の断面図を示し、図 2 (b) は出射側から観察した液晶光学素子 100 の平面図である。

図 3 は、液晶光学素子 100 の構成を説明するための概略断面図である。

図 4 (a) は液晶光学素子 100 の Z 軸が光軸と平行に配置された場合（傾けない場合）を示し、図 4 (b) は液晶光学素子 100 を図 2 に示すように角度 α だけ傾けた場合を示す図である。

図 5 (a) は第 1 の透明電極 151 に形成される球面収差補正用の透明電極パターンを示し、図 5 (b) は第 1 の透明電極 151 の透明電極パターンに印加される電圧例を示し、図 5 (c) は第 1 の透明電極 151 の透明電極パターンによって改善される球面収差例を示す図である。

図 6 は、第 2 の透明電極の電極パターンの一例を示す図である。

図 7 は、電位差と楕円率との関係を示した図である。

図 8 は、角度 α が +0.5 度の場合の角度 ψ と楕円率との関係を示した図である。

図 9 は、角度 α が +1.0 度の場合の角度 ψ と楕円率との関係を示した図である。

図 10 は、角度 α が +1.5 度の場合の角度 ψ と楕円率との関係を示した図である。

図 11 は、角度 α が +2.0 度の場合の角度 ψ と楕円率との関係を示した図である。

図 12 は、角度 α が +2.5 度の場合の角度 ψ と楕円率との関係を示した図である。

図 13 は、角度 α が +3.0 度の場合の角度 ψ と楕円率との関係

を示した図である。

図 1 4 は、角度 ψ を決定する手順を示した図である。

図 1 5 (a) は第 1 の透明電極 1 5 1 に形成されるコマ収差補正用の透明電極パターンを示し、図 1 5 (b) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンに印加される電圧例を示し、図 1 5 (c) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンによって改善されるコマ収差例を示す図である。

図 1 6 (a) は第 1 の透明電極 1 5 1 に形成される非点収差補正用の透明電極パターンを示し、図 1 6 (b) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンの Y 軸方向に印加される電圧例を示し、図 1 6 (c) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンによって改善される Y 軸方向の非点収差例を示す図である。

図 1 7 (a) は第 1 の透明電極 1 5 1 に形成される非点収差補正用の透明電極パターンを示し、図 1 7 (b) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンの X 軸方向に印加される電圧例を示し、図 1 7 (c) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンによって改善される X 軸方向の非点収差例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下図面を参照して、本発明に係る光ピックアップ装置及び液晶光学素子について説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、特許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、本発明に係る液晶光学素子及び光ピックアップ装置を含む光学装置 1 の概略構成図である。

光学装置 1 は、光ピックアップ装置 1 0、コネクタ 2 0 及び駆動装置 3 0 から構成され、D V D 及び C D 等の記録媒体 4 との間でデ

ータの書き込み及び読み出しを行うための装置である。

光ピックアップ装置 10 において、半導体レーザ等から構成される光源 11 から出射された光ビーム (650 nm) は、コリメータレンズ 12 によって、ほぼ平行光に変換され、偏光ビームスプリッタ 13 を通過した後、液晶光学素子 100 に入射される。液晶光学素子 100 を通過した光は、対物レンズ 14 (開口率 NA = 0.65) により記録媒体 4 のトラック面上に集光される。なお、図 1 に示すように、光ビームは、有効径 2 及び光軸 3 を有している。また、対物レンズ 14 によって集光されたスポットが正確にトラック面上に位置するように、サーボ駆動機構 15 によって対物レンズ 14 のトラッキングサーボ制御がなされる。

記録媒体 4 のトラックから反射された光ビームは、再び対物レンズ 14、液晶光学素子 100 を通過し、偏光ビームスプリッタ 13 により光路を変更され、集光レンズ 16 を介して受光器 17 上に集光される。光ビームは、記録媒体 4 から反射される際に、記録媒体 4 のトラック面上に記録されている情報 (ピット) によって振幅変調されている。

駆動装置 30 は、光源 11 を駆動するための光源駆動回路 32、受光器 17 からの受光信号に基づいて光強度信号 (RF) を出力する信号発生回路 33、液晶光学素子 100 を駆動するための液晶光学素子駆動回路 34、サーボ駆動機構 15 を駆動するためのサーボ駆動回路 35、記録媒体 4 を回転させるためのディスクモータ 36、ディスクモータ 36 を駆動するためのモータ駆動回路 37、及び RAM、ROM 及び CPU 等を含み全体制御を行うための制御部 31 等を有している。

液晶光学素子 100 は、後述するように、収差補正板として機能する第 1 の液晶層 110 と $n\lambda/4$ 板として機能する第 2 の液晶層

１２０とが一体化した構成を有しており、液晶光学素子駆動回路３４から供給される供給電圧に応じて駆動される。なお、液晶光学素子駆動回路３４は、後述する液晶光学素子１００に配置されるようにしても良い。

制御部３１は、記録媒体４をディスクモータ３６によって回転させ、光源駆動回路３２及びサーボ駆動回路３５を制御しながら、信号発生回路３３が発生する光強度信号に基づいて、記録媒体４に記録されている情報の読み出しを行う。

また、制御部３１は、書込みを行うためのデータ信号に応じて光源１１から出射された光ビームの強度を変調し、変調された光ビームによって記録媒体４を照射する。書込みが行われる記録媒体４のトラック面上では、光ビームの強度に応じて、ディスクに挟まれた薄膜の屈折率や色が変化し、又はピットの起状が生じることで、データが書込まれる。なお、光ビームの強度変調は、光源駆動回路３２によって、光源１１に用いる半導体レーザ素子に流す電流を変調すること等によって行う。

なお、光ピックアップ装置１０と駆動装置３０とは、コネクタ２０によって接続されている。

図２は、液晶光学素子１００の概略構成を示す図である。

図２（ａ）は液晶光学素子１００の断面図を示し、図２（ｂ）は出射側から観察した液晶光学素子１００の平面図を示している。

図２（ａ）に示すように、液晶光学素子１００は、第１の透明基板１０１、第２の透明基板１０２及び第３の透明基板１０３を重ね合わせた構成を有している。また、液晶光学素子１００は、第１及び第２の透明基板１０１及び１０２間に配置された収差補正板として機能する第１の液晶層１１０と、第２及び第３の透明基板１０２及び１０３間に配置された $n\lambda/4$ 板として機能する第２の液晶層

1 2 0 とを有している。

また、第 1 の液晶層 1 1 0 及び第 2 の液晶層 1 2 0 には、フレキシブル基板 1 4 0 を通じて、個別に液晶光学素子駆動回路 3 4 からの所定の電圧が印加されるように構成されている。

第 1 の液晶層 1 1 0 は、シール材 1 3 0 及び封止材 1 3 2 によって、第 1 及び第 2 の透明基板 1 0 1 及び 1 0 2 間に封入されている。また、第 2 の液晶層 1 2 0 は、シール材 1 3 1 及び封止材 1 3 3 によって、第 2 及び第 3 の透明基板 1 0 2 及び 1 0 3 間に封入されている。

図 2 (b) に示すように、液晶光学素子 1 0 0 では、第 1 の液晶層 1 1 0 のラビング方向 1 1 1 と第 2 の液晶層 1 2 0 のラビング方向 1 2 1 とは、角度 ψ に設定されている。角度 ψ の決定方法等については後述する。

また、図 2 に示すように、液晶光学素子 1 0 0 を基準にして、説明のために、X 軸、Y 軸及び Z 軸を設定した。Z 軸は、第 1 の透明基板 1 0 1 の上面に対して垂直な方向を示している。本願発明における光ピックアップ装置では、光源 1 1 から出射された光ビームが、液晶光学素子 1 0 0 で光源 1 1 側に反射することを防止するために、液晶光学素子 1 0 0 を光軸 3 (入射光方向と同一方向) に対して角度 α だけ傾けて取り付けられた。また、液晶光学素子 1 0 0 を光ピックアップ装置 1 0 に取付ける角度 α は予め定められているものとする。

収差補正板として機能する第 1 の液晶層 1 1 0 を傾ける場合、そのラビング方向 1 1 1 と垂直方向に液晶層を傾けないと、収差補正用の液晶パネルに入射した直線偏光が楕円偏光となってしまう。したがって、本実施形態では、第 1 の液晶層 1 1 0 のラビング方向 1 1 1 を X 軸と平行とした場合、Y 軸を中心として X 軸を図中右に倒

すようにして液晶光学素子 1 0 0 を角度 α だけ傾けた。角度 α は、第 1 の液晶層 1 1 0 のプレチルト角と同じ角度くらい、例えば 3 度程度であり、その方向は第 1 の液晶層 1 1 0 のプレチルト角を打ち消す方向であることが好ましい。即ち、入射光と平行な光軸 3 と Z 軸とのなす角が、角度 α である。また、図 2 (a) の場合では、図中右側に液晶光学素子 1 0 0 を傾けたが、図中左側に傾けるようにしても良い。なお、便宜上、液晶光学素子 1 0 0 を図 2 (a) の右側に傾ける場合の角度を (+)、液晶光学素子 1 0 0 を図 2 (a) の左側に傾ける場合の角度を (-) とする。

図 3 は、液晶光学素子 1 0 0 の構成を説明するための概略断面図である。

図 3 における矢印の示す方向は、光源 1 1 から出射された光ビームの方向を示している。なお、説明の便宜上、各要素は誇張して図示されており、実際の厚さの比とは異なる。

第 1 の透明基板 1 0 1 の第 2 の透明基板 1 0 2 側には、第 1 の透明電極 1 5 1 及び第 1 の配向膜 1 5 2 が形成され、第 2 の透明基板 1 0 2 の第 1 の透明基板 1 0 1 側には、第 1 の透明対向電極 1 5 4 及び第 2 の配向膜 1 5 3 が形成されている。前述したように、第 1 の液晶層 1 1 0 はシール材 1 3 0 等によって第 1 及び第 2 の透明基板 1 0 1 及び 1 0 2 の間に封入されている。

第 2 の透明基板 1 0 2 の第 3 の透明基板 1 0 3 側には、第 2 の透明対向電極 1 5 5 及び第 3 の配向膜 1 5 6 が形成され、第 3 の透明基板 1 0 3 の第 2 の透明基板 1 0 2 側には、第 2 の透明電極 1 5 8 及び第 4 の配向膜 1 5 7 が形成されている。前述したように、第 2 の液晶層 1 2 0 はシール材 1 3 1 等によって第 2 及び第 3 の透明基板 1 0 2 及び 1 0 3 の間に封入されている。

第 1 の液晶層 1 1 0 及び第 2 の液晶層 1 2 0 は製造上、量産性が

向上することから、同じ液晶を同じ層厚で用いた。また、第1の液晶層110及び第2の液晶層120は、ホモジニアス配向（水平配向）とした。さらに、第1の液晶層110及び第2の液晶層120に用いた液晶材料は、ポジ型のネマチック液晶であり、 Δn は0.21、比誘電率は6.9、層厚は6.0 μm とした。

なお、第1の液晶層110が十分な位相量を得るためには液晶材料の屈折率は0.15以上であることが好ましく、屈折率の高いほど良いが、0.30以下であることが好ましい。収差補正と $n\lambda/4$ 板として機能するためには、所定の総位相量が必要だからである。また、第1の液晶層110及び第2の液晶層120の層厚を薄くしすぎると製造上問題が生じ易く、層厚を厚くしすぎると液晶の応答速度が遅くなる。そこで、第1液晶層110及び第2液晶層120の層厚は、3 μm 以上、7 μm 以下であることが好ましい。

図2及び図3では、液晶光学素子100は、3枚の透明ガラス基板間に2つの液晶層を形成するようにして構成した。しかしながら、液晶光学素子100は、2枚の透明ガラス基板間にそれぞれ液晶層を形成したものを接着剤等によって一体化させるようにして構成しても良い。

図4は、各液晶層のラビング方向と液晶光学素子の傾きとの関係を示す図である。

図4（a）は液晶光学素子100のZ軸が光軸と平行に配置された場合（傾けない場合）を示しており、図4（b）は液晶光学素子100を図2に示すように角度 α だけ傾けた場合を示している。

図4（a）において、400は、X-Y平面を示しており、401は、 $n\lambda/4$ 板として機能する第2の液晶層120における液晶分子の長軸方向を示している。角度 α は、液晶光学素子100の傾き角度を示している。角度 θ は、第2の液晶層120のプレチルト

角を示している。角度 ψ は、第1の液晶層110のラビング方向111と第2の液晶層120のラビング方向121とのなす角度を示している。

液晶光学素子100を角度 α だけ傾けた場合、第2の液晶層120のプレチルト角 θ と光軸3との関係は、図4(b)に示すようになる。

通常、光源11から出射され、偏光ビームスプリッタ13を通過した所定の直線偏光を、 $n\lambda/4$ 板として機能する第2の液晶層120ではほぼ完全な円偏光とするために、第1の液晶層110のラビング方向111と第2の液晶層120のラビング方向121とのなす角度 ψ は45度に設定される。

しかしながら、反射防止等のために、第1の液晶層110のラビング方向111と垂直方向に角度 α だけ液晶光学素子100を傾けると、第2の液晶層120のプレチルト角 θ は、図4(b)に示すように、傾き角度 α によって相殺されることはない。したがって、第1の液晶層110のラビング方向111と第2の液晶層120のラビング方向121のなす角度 ψ は、必ずしも45度ではなく、より好ましい結果を得られる角度に設定されるべきである。そこで、本発明に係る液晶光学素子100では、後述する方法により角度 ψ を決定した。

図5は、第1の透明電極の電極パターンの一例及び、その機能を説明するための図である。

図5(a)は第1の透明電極151に形成される球面収差補正用の透明電極パターンを示し、図5(b)は第1の透明電極151の透明電極パターンに印加される電圧例を示し、図5(c)は第1の透明電極151の透明電極パターンによって改善される球面収差例を示している。

ところで、記録媒体 4 のトラック面上の光透過保護層の厚みムラ等によって、対物レンズ 1 4 からトラック面までの距離が一定にならない、又は常に同じように光スポットを集光することができない場合がある。このような、対物レンズ 1 4 とトラック面との間の距離にムラが生じると、記録媒体 4 の基板内には、球面収差が生じ、記録媒体 4 からの反射光ビームに基づいて発生される光強度信号を劣化させる原因となる。対物レンズ 1 4 の入射瞳位置で換算した球面収差の一例は、図 5 (b) の 5 2 0 のようになる。

図 5 (a) では、有効径 2 の範囲内に 9 つの同心円状の電極パターン 5 0 1 ~ 5 0 9 が設けられている。各領域には、図 5 (b) に示すような電圧 5 1 0 が印加されている。図 5 (a) に示すような第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンに図 5 (b) に示すような電圧 5 1 0 が印加されると、第 1 の対向透明電極 1 5 4 との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を電位差に応じて進ませるような作用を受ける。これにより、記録媒体 4 の基板中に生じる球面収差 5 2 0 が、図 5 (c) に示す球面収差 5 3 0 のように補正される。なお、第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンへは、フレキシブル基板 1 4 0 を通じて電圧が印加される。

なお、本実施形態では、第 1 の液晶層 1 1 0 によって、球面収差を補正するように構成したが、球面収差以外には、後述するように、コマ収差又は非点収差を補正するように構成することもできる。

図 6 は、第 2 の透明電極の電極パターンの一例を示す図である。

円形の透明電極パターン 5 5 0 は、第 2 の透明電極 1 5 8 に形成されており、第 2 の透明対向電極 1 5 5 との間に電位差を生じさせることによって、第 2 の液晶層 1 2 0 を $n\lambda/4$ 板として機能させるためのものである。なお、透明電極パターン 5 5 0 は、光ビーム

の有効径 2 を含むような大きさであれば、形状は円形に限られない。また、第 2 の透明電極 1 5 8 の透明電極パターンへは、フレキシブル基板 1 4 0 を通じて電圧が印加される。

図 7 は、第 2 の液晶層の第 2 の透明電極 1 5 8 と第 2 の透明対向電極 1 5 5 との間に発生する電位差と、第 2 の液晶層を通過した光ビームの位相量との関係を示した図である。

図 7 は、650 nm の光源を利用し、ホモジニアス配向でポジ型のネマチック液晶 (Δn : 0.21、比誘電率: 6.9) を利用した厚さ 6.0 μm の第 2 の液晶層 1 2 0 を用いた場合の測定値である。図 7 において、曲線 L_1 は周囲温度が 25 $^{\circ}\text{C}$ の場合を示している。

曲線 L_1 が示すように、第 2 の液晶層 1 2 0 が所謂 $\lambda/4$ 板 (即ち、 $(1/2)\lambda \pm (n/4)\lambda$ 板) として機能するのは ($\lambda = 650 \text{ nm}$)、 $7\lambda/4$ 板として機能する電位差 V_1 、 $5\lambda/4$ 板として機能する電位差 V_2 、 $3\lambda/4$ 板として機能する電位差 V_3 となる。なお、第 2 の液晶層 1 2 0 への印加電圧を高くすれば、 $\lambda/4$ 板として機能する電位差も利用できる可能性がある。しかしながら、液晶光学素子 1 0 0 が携帯小型装置で利用される場合の最大の電位差は 5 V 程度と考えられるため、図 7 では電位差 5 V までの値を示した。

利用する光源波長と、第 2 の液晶層 1 2 0 の構成から、液晶光学素子 1 0 0 を動作させる諸条件に照らし合わせて、第 2 の液晶層をどの $n\lambda/4$ 板として機能させるかを決定することができる。

図 8 ~ 図 1 3 は、傾き角度 α を +0.5 度 ~ +3.0 度まで 0.5 度間隔で変化させた場合のそれぞれについて、角度 ψ と楕円率との関係を示した図である。

測定においては、図 7 の曲線 L_1 (周囲温度 25 $^{\circ}\text{C}$) を利用して

印加する電位差を決定し、第2の液晶層を $7\lambda/4$ 、 $5\lambda/4$ 及び $3\lambda/4$ 板として機能させ、角度 ψ を 41° から 49° まで、 1° 単位で変化させて、楕円率を測定した。楕円率の測定は、周囲温度 25°C において、回転検光子方式によって行った。即ち、液晶光学素子100を通過する光ビーム(650nm)を、偏光板を回転させながら光量計によって光量比を測定した。また、測定においては、特別に、第1の液晶層に対して第2の液晶層が回転可能に設けられている素子を作成して測定を行った。さらに、第1及び第2の液晶層として、ホモジニアス配向でポジ型のネマチック液晶($\Delta n: 0.21$ 、比誘電率: 6.9)を利用した厚さ $6.0\mu\text{m}$ の液晶層を用いた(図7における第2の液晶層と同じ構成)。

なお、 $n\lambda/4$ 板として良好に機能するためには、楕円率が 0.95 以上であることが望ましい。

図8は、角度 α が $+0.5^\circ$ の場合における、角度 ψ と楕円率を示した図である。

図8において、曲線 M_{10} は第2の液晶層120を $7\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{11} は第2の液晶層120を $5\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{12} は第2の液晶層120を $3\lambda/4$ として機能させた場合を示している。なお、角度 α のプラス及びマイナスは、図2(a)と同様の方向を示している。

図8に示すように、第2の液晶層120を $7\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 44° のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が $43^\circ\sim 45^\circ$ において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。また、第2の液晶層120を $5\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 44° のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が $43^\circ\sim 45^\circ$ において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板と

して機能することが理解できる。さらに、第2の液晶層120を $3\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が45度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が44～46において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。

図9は、角度 α が+1.0度の場合における、角度 ψ と楕円率を示した図である。

図9において、曲線 M_{20} は第2の液晶層120を $7\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{21} は第2の液晶層120を $5\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{22} は第2の液晶層120を $3\lambda/4$ として機能させた場合を示している。なお、角度 α のプラス及びマイナスは、図2(a)と同様の方向を示している。

図9に示すように、第2の液晶層120を $7\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が44度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が43～45において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。また、第2の液晶層120を $5\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が44度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が43～45において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。さらに、第2の液晶層120を $3\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が45度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が44～46において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。

図10は、角度 α が+1.5度の場合における、角度 ψ と楕円率を示した図である。

図10において、曲線 M_{30} は第2の液晶層120を $7\lambda/4$ とし

て機能させた場合、曲線 M_{31} は第 2 の液晶層 120 を $5\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{32} は第 2 の液晶層 120 を $3\lambda/4$ として機能させた場合を示している。なお、角度 α のプラス及びマイナスは、図 2 (a) と同様の方向を示している。

図 10 に示すように、第 2 の液晶層 120 を $7\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 44 度のとき、第 2 の液晶層 120 は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が 43 ~ 45 において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。また、第 2 の液晶層 120 を $5\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 44 度のとき、第 2 の液晶層 120 は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が 43 ~ 45 において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。さらに、第 2 の液晶層 120 を $3\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 46 度のとき、第 2 の液晶層 120 は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が 45 ~ 47 において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。

図 11 は、角度 α が +2.0 度の場合における、角度 ψ と楕円率を示した図である。

図 11 において、曲線 M_{40} は第 2 の液晶層 120 を $7\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{41} は第 2 の液晶層 120 を $5\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{42} は第 2 の液晶層 120 を $3\lambda/4$ として機能させた場合を示している。なお、角度 α のプラス及びマイナスは、図 2 (a) と同様の方向を示している。

図 11 に示すように、第 2 の液晶層 120 を $7\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 44 度のとき、第 2 の液晶層 120 は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が 43 ~ 45 において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。また、

第2の液晶層120を $5\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が44度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が43～45において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。さらに、第2の液晶層120を $3\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が46度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が45～47において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。

図12は、角度 α が+2.5度の場合における、角度 ψ と楕円率を示した図である。

図12において、曲線 M_{50} は第2の液晶層120を $7\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{51} は第2の液晶層120を $5\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{52} は第2の液晶層120を $3\lambda/4$ として機能させた場合を示している。なお、角度 α のプラス及びマイナスは、図2(a)と同様の方向を示している。

図12に示すように、第2の液晶層120を $7\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が44度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が43～45において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。また、第2の液晶層120を $5\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が43度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が42～44において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。さらに、第2の液晶層120を $3\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が47度のとき、第2の液晶層120は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が46～48において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。

図 1 3 は、角度 α が + 3 . 0 度の場合における、角度 ψ と楕円率を示した図である。

図 1 3 において、曲線 M_{60} は第 2 の液晶層 1 2 0 を $7\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{61} は第 2 の液晶層 1 2 0 を $5\lambda/4$ として機能させた場合、曲線 M_{62} は第 2 の液晶層 1 2 0 を $3\lambda/4$ として機能させた場合を示している。なお、角度 α のプラス及びマイナスは、図 2 (a) と同様の方向を示している。

図 1 3 に示すように、第 2 の液晶層 1 2 0 を $7\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 4 4 度するとき、第 2 の液晶層 1 2 0 は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が 4 3 ~ 4 5 において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。また、第 2 の液晶層 1 2 0 を $5\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 4 3 度するとき、第 2 の液晶層 1 2 0 は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が 4 2 ~ 4 4 において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。さらに、第 2 の液晶層 1 2 0 を $3\lambda/4$ 板として機能させた場合には、角度 ψ が 4 7 度するとき、第 2 の液晶層 1 2 0 は最も良好な所謂 $\lambda/4$ 板として機能し、角度 ψ が 4 6 ~ 4 8 において、良好に所謂 $\lambda/4$ 板として機能することが理解できる。

図 1 4 は、角度 ψ を決定する手順を示したフロー図である。

最初に、液晶光学素子 1 0 0 を光ピックアップ装置 1 0 に取付ける角度 α (図 2 及び図 4 参照) を設定する (S 1)。

次に、液晶光学素子 1 0 0 に供給可能な供給電圧の最大値、即ち第 2 の液晶層における第 2 の透明電極 1 5 8 と第 2 の透明対向電極 1 5 5 との間に発生可能な電位差の最大値を設定する (S 2)。

なお、角度 α 及び最大電位差は、液晶光学素子の仕様として予め設定されることとなる。

次に、S 2 で設定された、最大電位差に基づいて、 $n\lambda/4$ の n をどのように設定するかを決定する (S 3)。例えば、図 7 に示す例では、最大電位差が 2.5 [Vrms] の場合、 $n = 5$ 、即ち、第 2 の液晶層 120 を $5\lambda/4$ 板として機能させることに決定される。なお、最大電位差に基づいて、複数の n が選択されても良い。

次に、S 3 で決定された $n\lambda/4$ の n と、S 1 で設定されている角度 α から、角度 ψ を決定して (S 4)、一連の手順を終了する。例えば、角度 α が +1.5 度に設定されている場合、図 10 を利用して、 $5\lambda/4$ として機能するための最良の角度 ψ は、44 度となる。

図 14 の手順によって決定された角度 ψ (例えば、44 度) に合わせて、第 2 の液晶層 120 のラビング方向 121 を設定した液晶光学素子 100 を製造し、光ピックアップ装置 10 に角度 α (+1.5 度) だけ傾けて取付けた場合には、第 2 の液晶層 120 は、良好な、所謂 $\lambda/4$ 板として機能する。

なお、図 7 ~ 図 13 の例は、所定の光源波長の場合の、所定の液晶層について、電位差と楕円率、角度 α に対する角度 ψ と楕円率との関係をまとめたものである。実際に第 2 の液晶層を設計する場合には、製造する液晶層に対応した、電位差と楕円率、角度 ψ と楕円率との関係をまとめたデータに基づいて、図 14 に示す手順に従って、角度 α 及び最大電位差に応じて、最適な角度 ψ を求めることとなる。なお、上記の説明では、周囲温度 25℃ のときの液晶光学素子 100 の構成について説明した。しかしながら、本発明に係る液晶光学素子 100 において、温度が周囲温度 25℃ から変化したとしても、角度 α に基づき設定した角度は変わらず、温度変化に応じて第 1 及び第 2 の液晶層 110、120 の電圧制御を行えば、目的の $n\lambda/4$ 板として機能させることが可能である。

図 1 5 は、第 1 の透明電極の電極パターンの他の例及び、その機能を説明するための図である。

図 1 5 (a) は第 1 の透明電極 1 5 1 に形成されるコマ収差補正用の透明電極パターンを示し、図 1 5 (b) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンに印加される電圧例を示し、図 1 5 (c) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンによって改善されるコマ収差例を示している。

ところで、記録媒体 4 への読取り又は書込みを行う光ピックアップ装置 1 0 では、図 1 に示すように、光源 1 1 からの光ビームをコリメータレンズ 1 2 によってほぼ平行光に変換し、対物レンズ 1 4 によって記録媒体 4 へ集光させ、記録媒体 4 からの反射光ビームを受光して情報信号を発生させている。このような光ピックアップ装置では、記録媒体の読取り又は書込みを行う際には、対物レンズ 1 4 によって集光された光ビームを正確に記録媒体 4 のトラック上に追従させる必要がある。しかしながら、記録媒体 4 のそり又は曲がり、記録媒体 4 の駆動機構の欠陥等によって、記録媒体 4 に傾きが生じる場合がある。対物レンズ 1 4 によって集光された光ビームの光軸が記録媒体 4 のトラックに対して傾くことによって、記録媒体 4 の基板内には、コマ収差が生じるため、対物レンズ 1 4 の入射瞳位置で換算すると、図 1 5 (b) に示すようなコマ収差 6 2 0 を生じ、記録媒体 4 からの反射光ビームに基づいて発生される情報信号を劣化させる原因となる。

図 1 5 (a) では、有効径 2 の範囲内に図示するような電極パターン 6 0 1 ~ 6 0 5 が設けられている。各領域には、図 1 5 (b) に示すような電圧 6 1 0 が印加されている。図 1 5 (a) に示すような第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンに図 1 5 (b) に示すような電圧 6 1 0 が印加されると、第 1 の対向透明電極 1 5 4 と

の間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を電位差に応じて進ませるような作用を受ける。これにより、記録媒体 4 の基板中に生じるコマ収差 6 2 0 が、図 1 5 (c) に示すコマ収差 6 3 0 のように補正される。なお、第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンへは、フレキシブル基板 1 4 0 を通じて電圧が印加される。

上述した図 1 5 (a) に示す第 1 の透明電極 1 5 1 の他のパターンは、図 5 に示す透明電極パターンに代えて用いることが可能である。その場合、液晶光学素子 1 0 0 は、コマ収差補正を行うことが可能となる。

図 1 6 は、第 1 の透明電極の電極パターンの更に他の例及び、その機能を説明するための図である。

図 1 6 (a) は第 1 の透明電極 1 5 1 に形成される非点収差補正用の透明電極パターンを示し、図 1 6 (b) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンの Y 軸方向に印加される電圧例を示し、図 1 6 (c) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンによって改善される Y 軸方向の非点収差例を示している。また、図 1 7 (a) は図 1 6 (a) に示す透明電極パターンを 9 0 度回転させた場合を示し、図 1 7 (b) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンの X 軸方向に印加される電圧例を示し、図 1 7 (c) は第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンによって改善される X 軸方向の非点収差例を示している。

ところで、記録媒体 4 への読取り又は書込みを行う光ピックアップ装置 1 0 では、光源 1 1 からの光ビームには、半導体レーザ等の非点隔差の問題から、Y 軸方向では図 1 6 (b) に示すような非点収差 7 2 0 を生じ、X 軸方向では図 1 7 (b) に示すような非点収

差 7 2 2 を生じ、記録媒体 4 からの反射光ビームに基づいて発生される情報信号を劣化させる原因となる。

図 1 6 (a) 又は図 1 7 (a) では、有効径 2 の範囲内に図示するような電極パターン 7 0 1 ~ 7 0 9 が設けられている。各領域には、図 1 6 (b) に示すような電圧 7 1 0 及び図 1 7 (b) に示すような電圧 7 1 2 が印加されている。図 1 6 (a) 又は図 1 7 (a) に示すような第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンに図 1 6 (b) に示すような電圧 7 1 0 及び図 1 7 (b) に示す電圧 7 1 2 が印加されると、第 1 の対向透明電極 1 5 4 との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を電位差に応じて進ませるような作用を受ける。これにより、記録媒体 4 の基板中に生じる Y 軸方向の非点収差 7 2 0 及び X 軸方向の非点収差 7 2 2 が、図 1 6 (c) に示す非点収差 7 3 0 及び図 1 7 (c) に示す非点収差 7 3 2 のように補正される。なお、第 1 の透明電極 1 5 1 の透明電極パターンへは、フレキシブル基板 1 4 0 を通じて電圧が印加される。

上述した図 1 6 (a) 及び図 1 7 (a) に示す第 1 の透明電極 1 5 1 の更に他のパターンは、図 5 に示す透明電極パターンに代えて用いることが可能である。その場合、液晶光学素子 1 0 0 は、非点収差補正を行うことが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 光ビームを出射する光源と、

第1のラビング方向を有し収差補正を行うための第1液晶層及び第2のラビング方向を有する第2液晶層が一体的に構成され、前記光ビームの光軸に対して所定の傾き角度を持って配置される液晶光学素子と、

前記第2液晶層を通過する前記光ビームの位相量を制御するために、前記第2液晶層に電位差を発生させるための透明電極と、

前記液晶光学素子を通過した光ビームを集光するための対物レンズとを有し、

前記第1のラビング方向と前記第2のラビング方向のなす角度が、前記傾き角度に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されている、

ことを特徴とする光ピックアップ装置。

2. 前記透明電極が所定の電位差を発生するように電圧を供給する電圧供給部を更に有し、

前記第1のラビング方向と前記第2のラビング方向のなす角度が、前記傾き角度及び前記電位差に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されている、請求項1に記載の光ピックアップ装置。

3. 前記第1のラビング方向と前記第2のラビング方向のなす角度が、前記傾き角度、前記電位差及び動作温度範囲に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されている、請求項2に記載の光ピックアップ装置。

4. 前記第1液晶層は、コマ収差、球面収差又は非点収差の補正を行う、請求項1に記載の光ピックアップ装置。

5. 前記第1液晶層は、コマ収差、球面収差又は非点収差の補正

を行う、請求項 2 に記載の光ピックアップ装置。

6. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

7. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 2 に記載の光ピックアップ装置。

8. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 3 に記載の光ピックアップ装置。

9. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 4 に記載の光ピックアップ装置。

10. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 5 に記載の光ピックアップ装置。

11. 光軸に対して所定の傾き角度を持って配置される液晶光学素子であって、

第 1 のラビング方向を有し、収差補正を行うための第 1 液晶層と、

第 2 のラビング方向を有し、前記第 1 液晶層と一体的に構成された第 2 液晶層と、

前記第 2 液晶層を通過する前記光ビームの位相量を制御するために、前記第 2 液晶層に電位差を発生させるための透明電極とを有し、

前記第 1 のラビング方向と前記第 2 のラビング方向のなす角度が、前記傾き角度に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されている、

ことを特徴とする液晶光学素子。

12. 前記透明電極が所定の電位差を発生するように電圧を供給する電圧供給部を更に有し、

前記第 1 のラビング方向と前記第 2 のラビング方向のなす角度が

、前記傾き角度及び前記電位差に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されている、請求項 11 に記載の液晶光学素子。

13. 前記第 1 のラビング方向と前記第 2 のラビング方向のなす角度が、前記傾き角度、前記電位差及び動作温度範囲に応じて、 $n\lambda/4$ 板として機能するように決定されている、請求項 12 に記載の液晶光学素子。

14. 前記第 1 液晶層は、コマ収差、球面収差又は非点収差の補正を行う、請求項 11 に記載の液晶光学素子。

15. 前記第 1 液晶層は、コマ収差、球面収差又は非点収差の補正を行う、請求項 12 に記載の液晶光学素子。

16. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 11 に記載の液晶光学素子。

17. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 12 に記載の液晶光学素子。

18. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 13 に記載の液晶光学素子。

19. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 14 に記載の液晶光学素子。

20. 3 枚の透明基板間に、前記第 1 液晶層及び前記第 2 液晶層が配置されている、請求項 15 に記載の液晶光学素子。

Fig.1

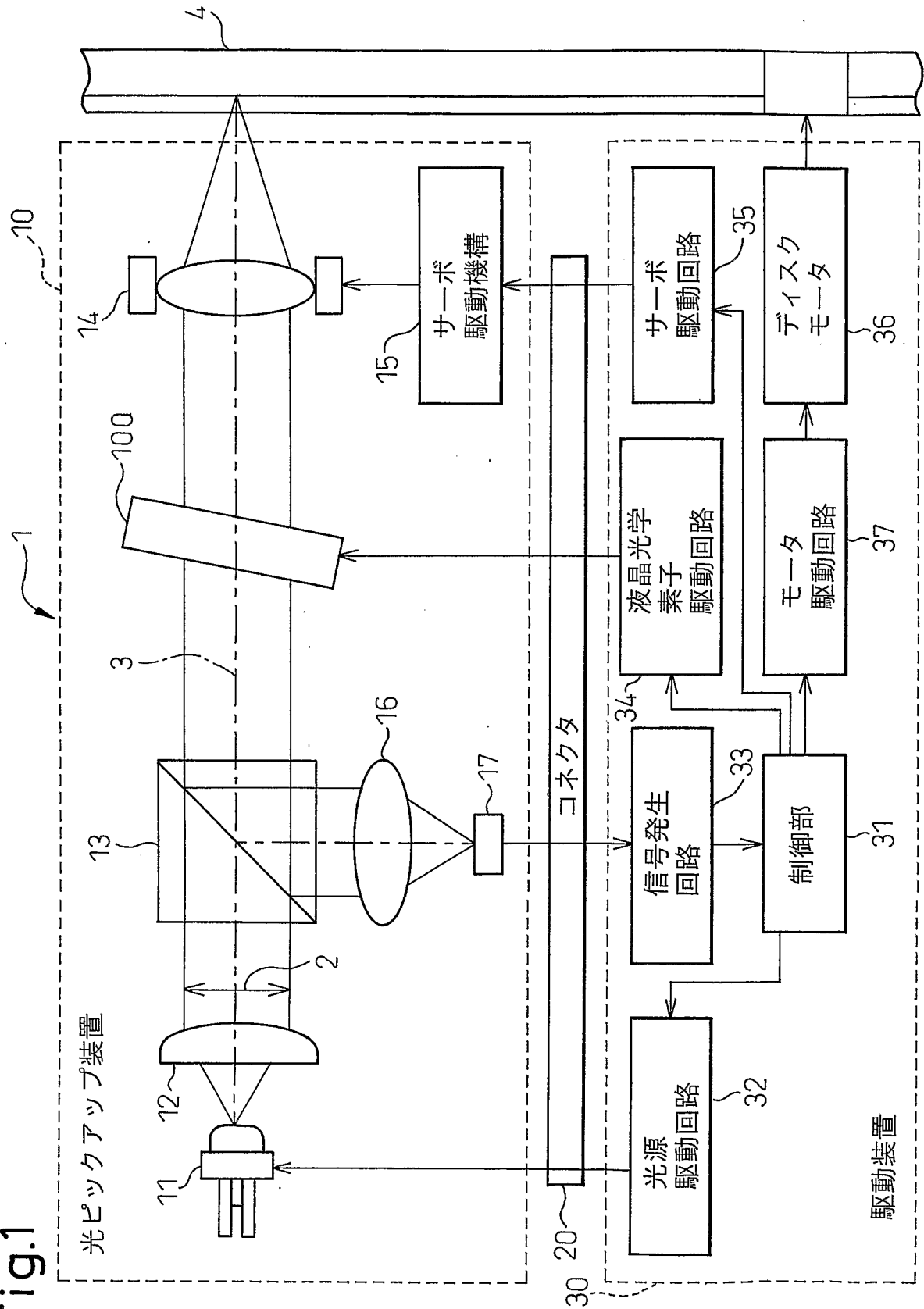


Fig.2(a)

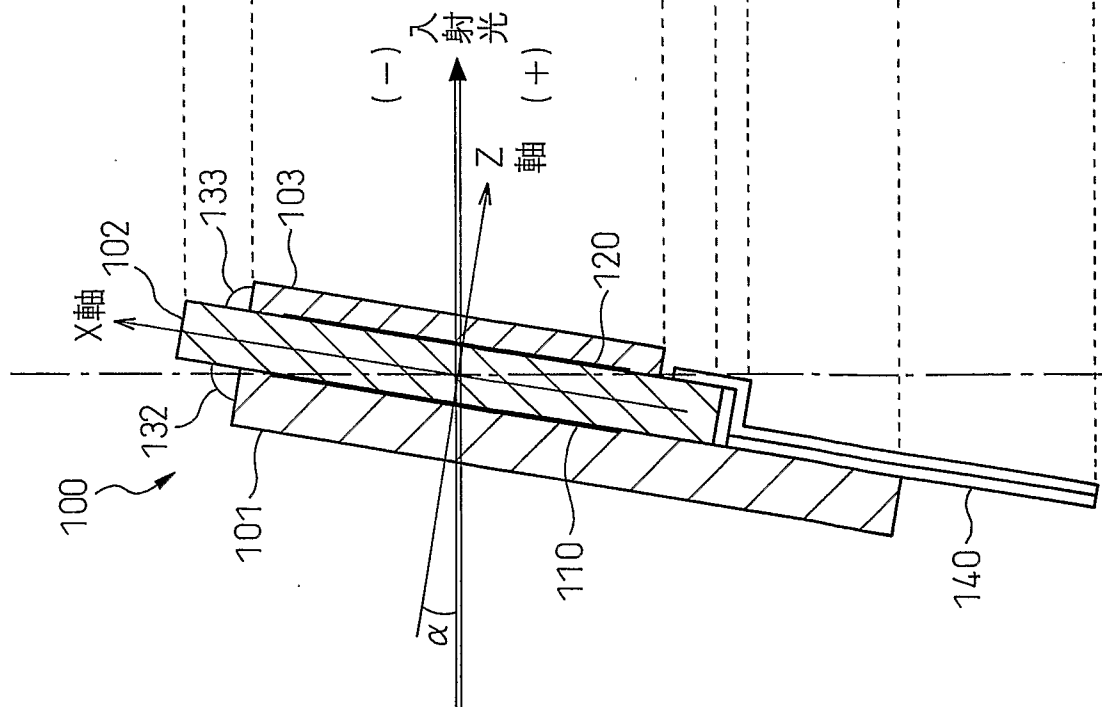


Fig.2(b)

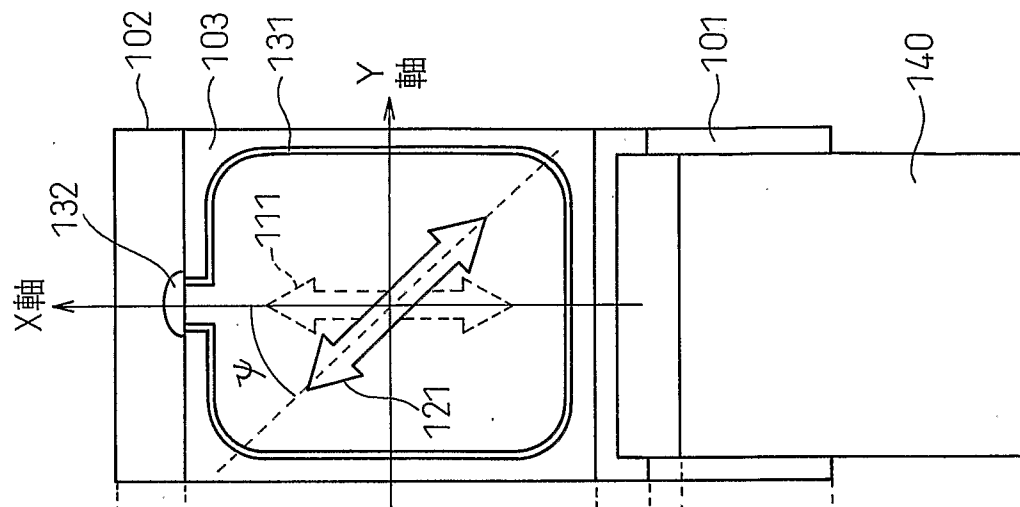


Fig.3

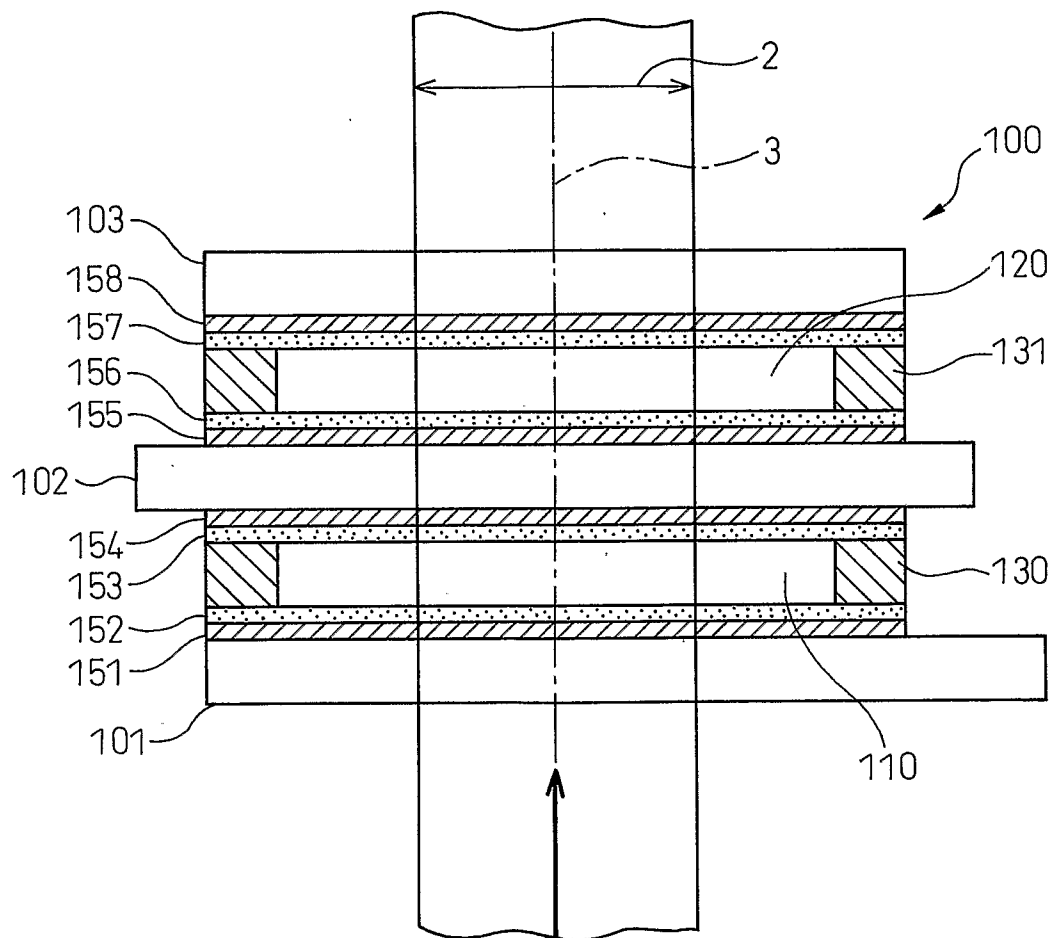


Fig.4(a)

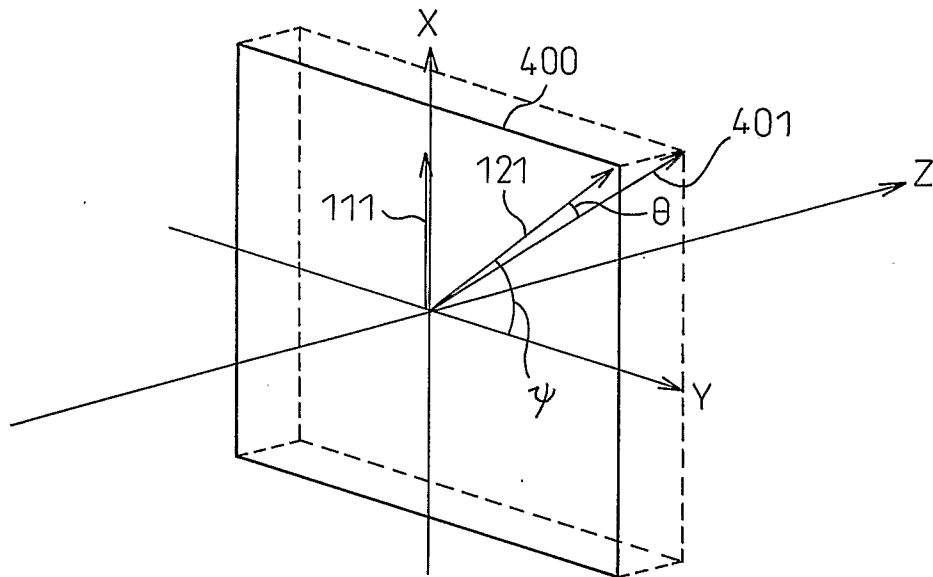


Fig.4(b)

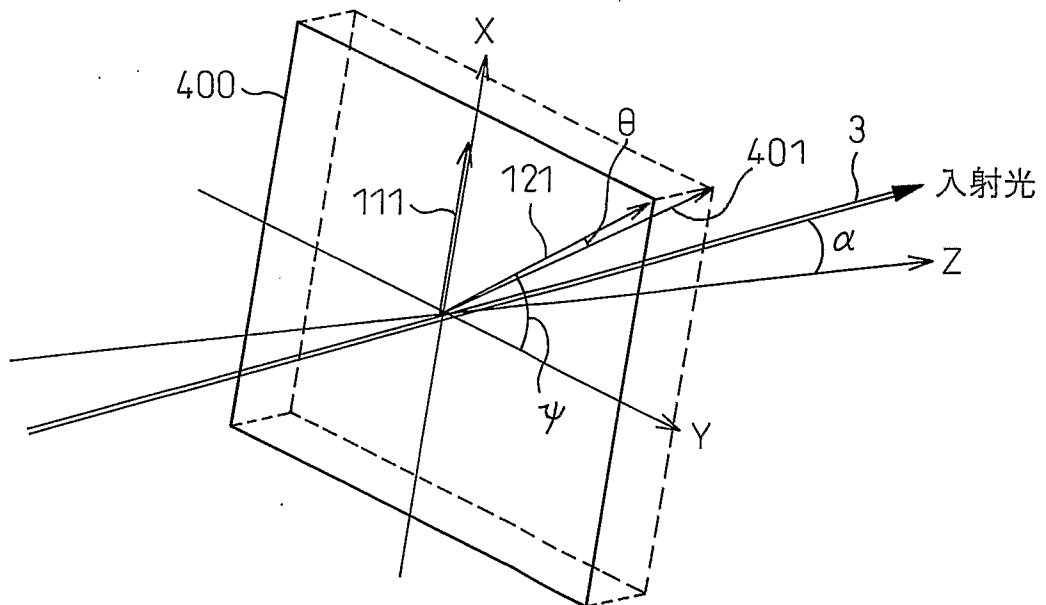


Fig.5(a)

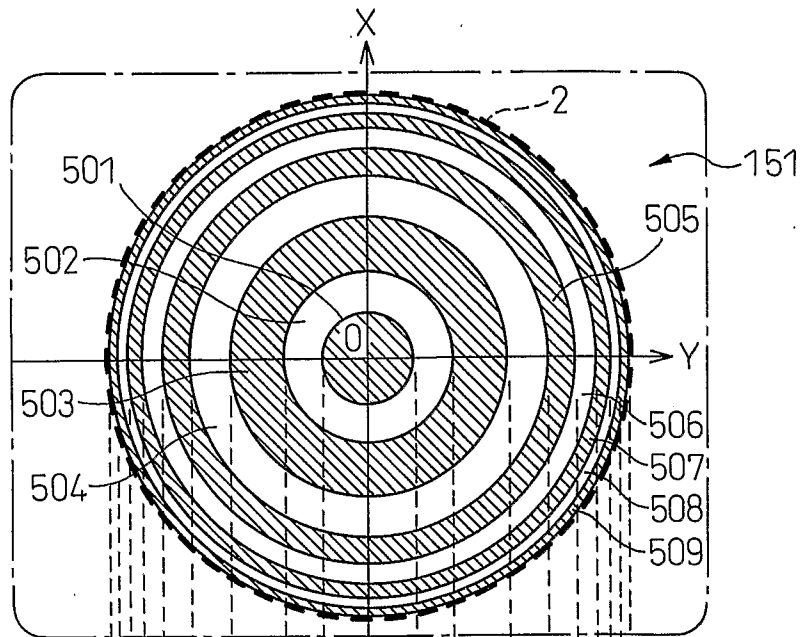


Fig.5(b)

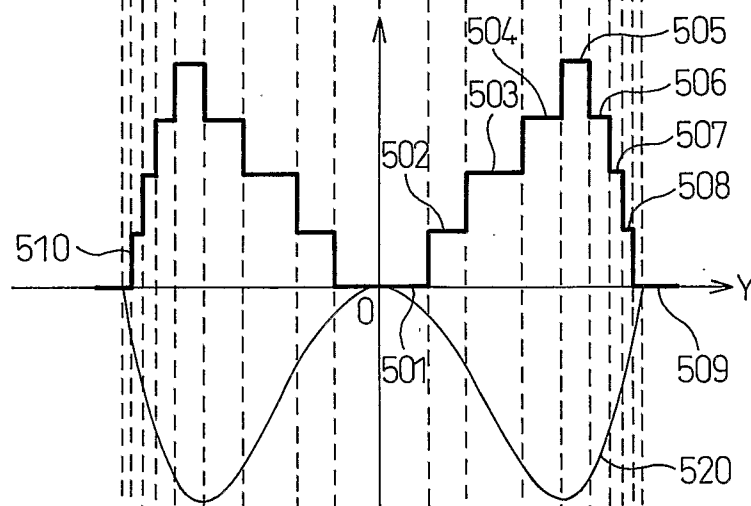


Fig.5(c)

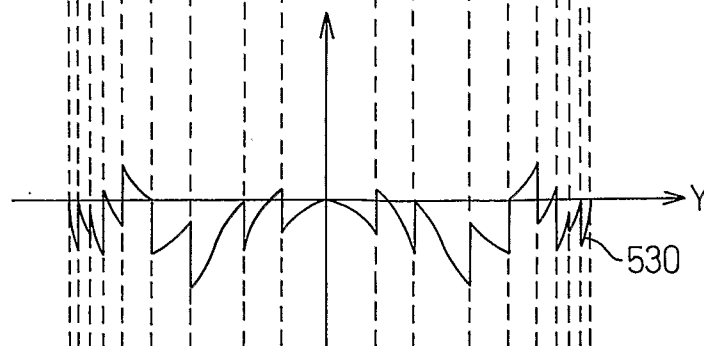


Fig.6

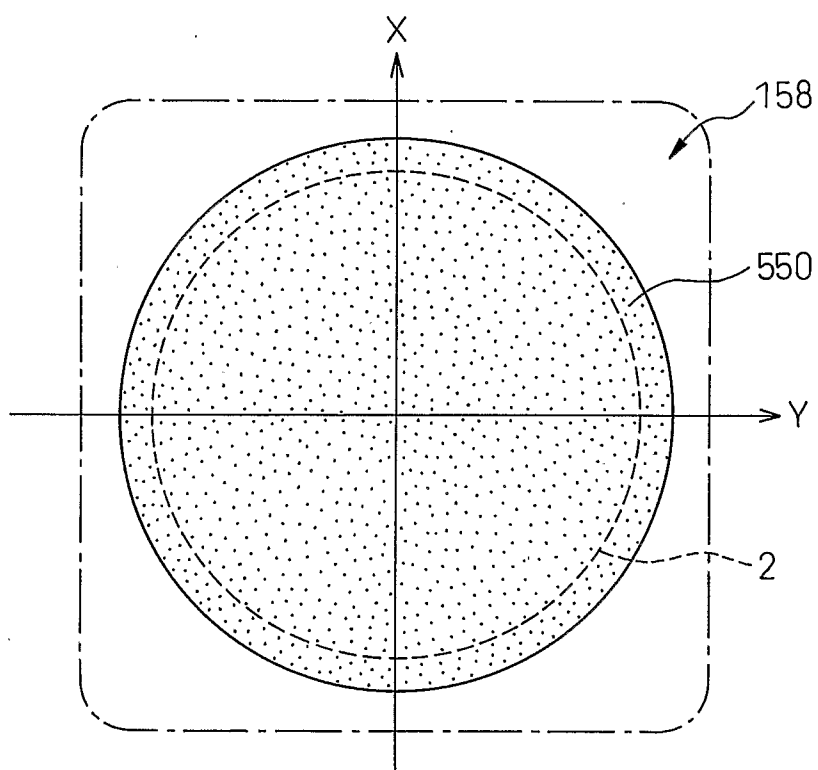


Fig.7

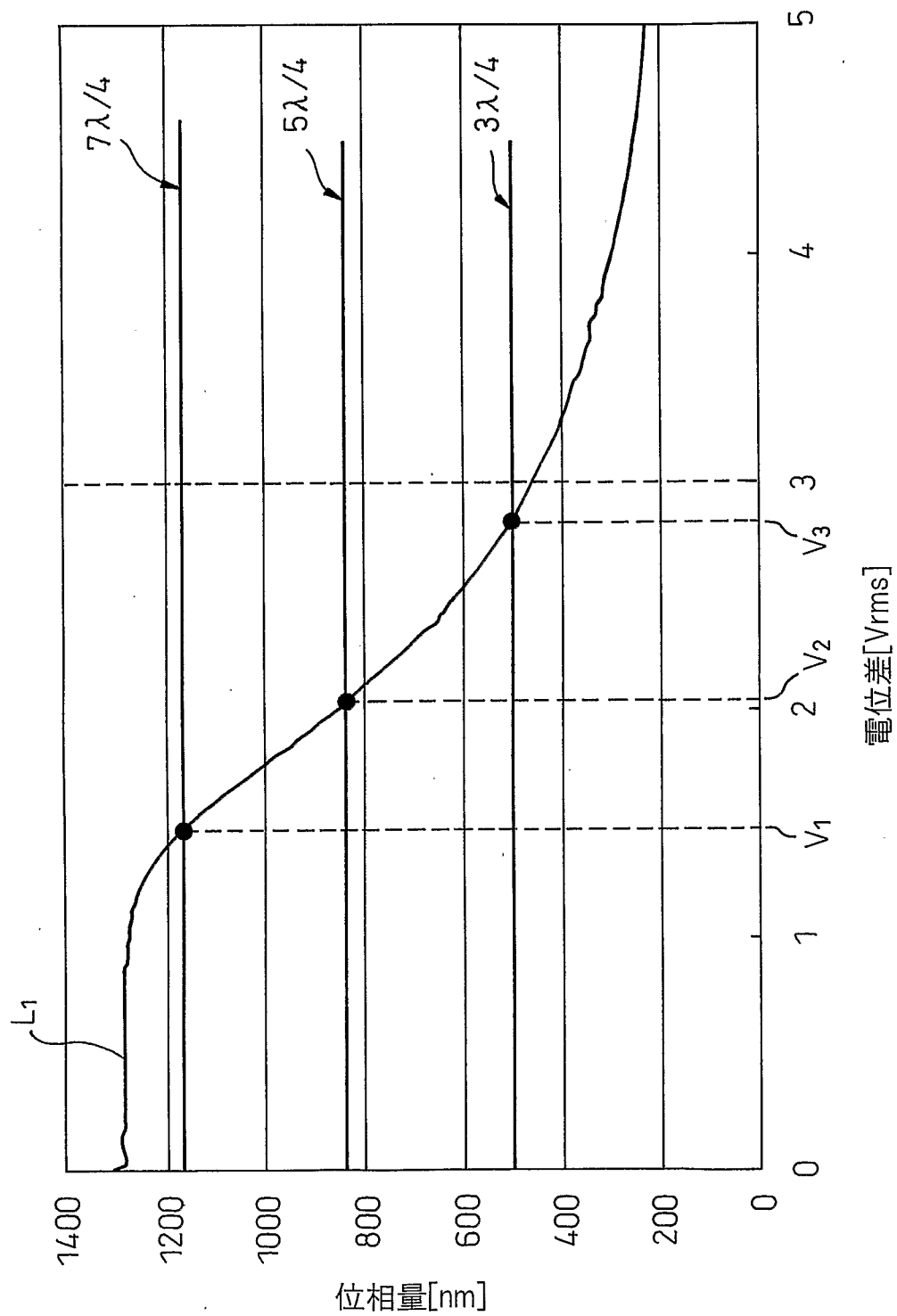


Fig.8

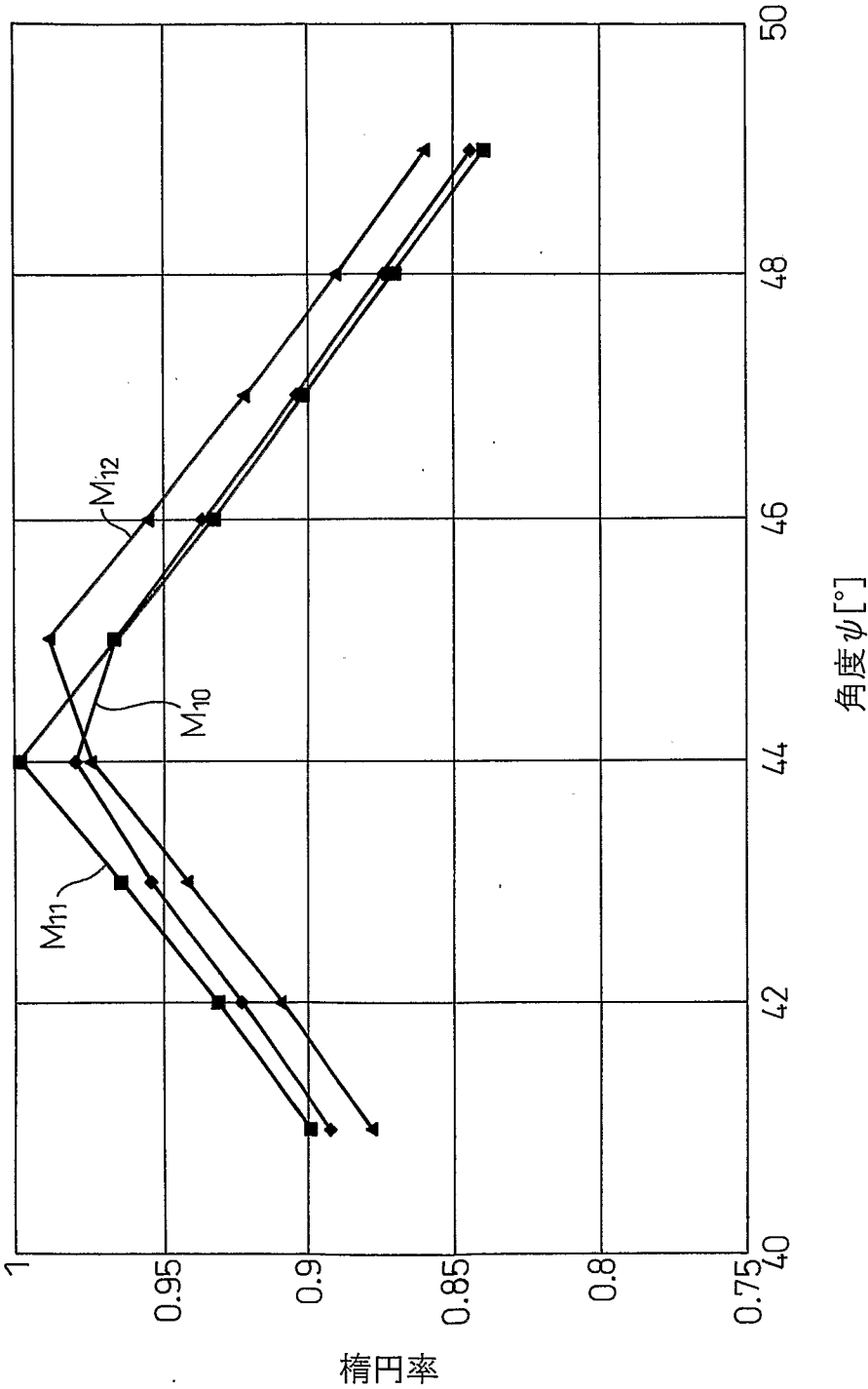


Fig.9

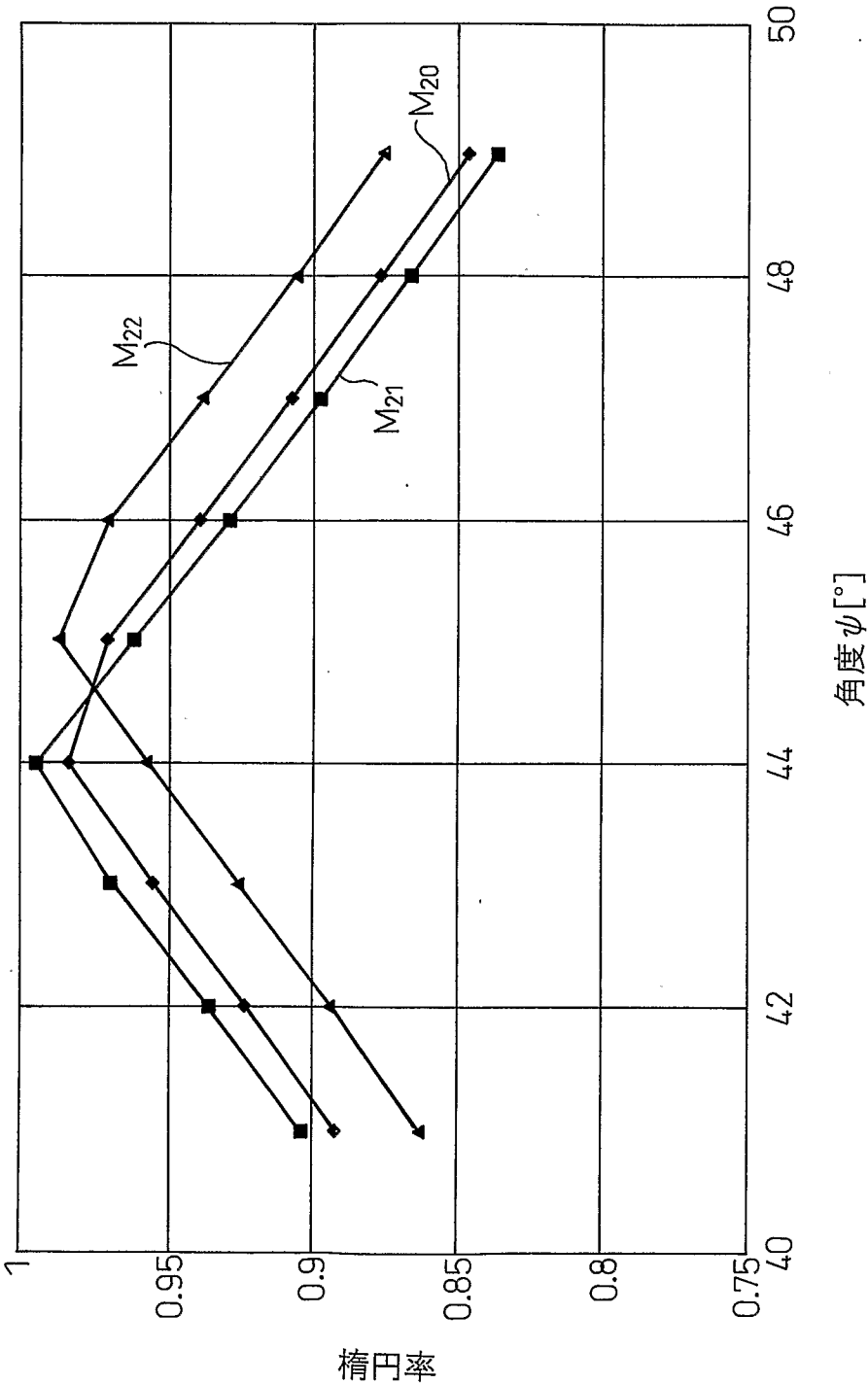


Fig.10

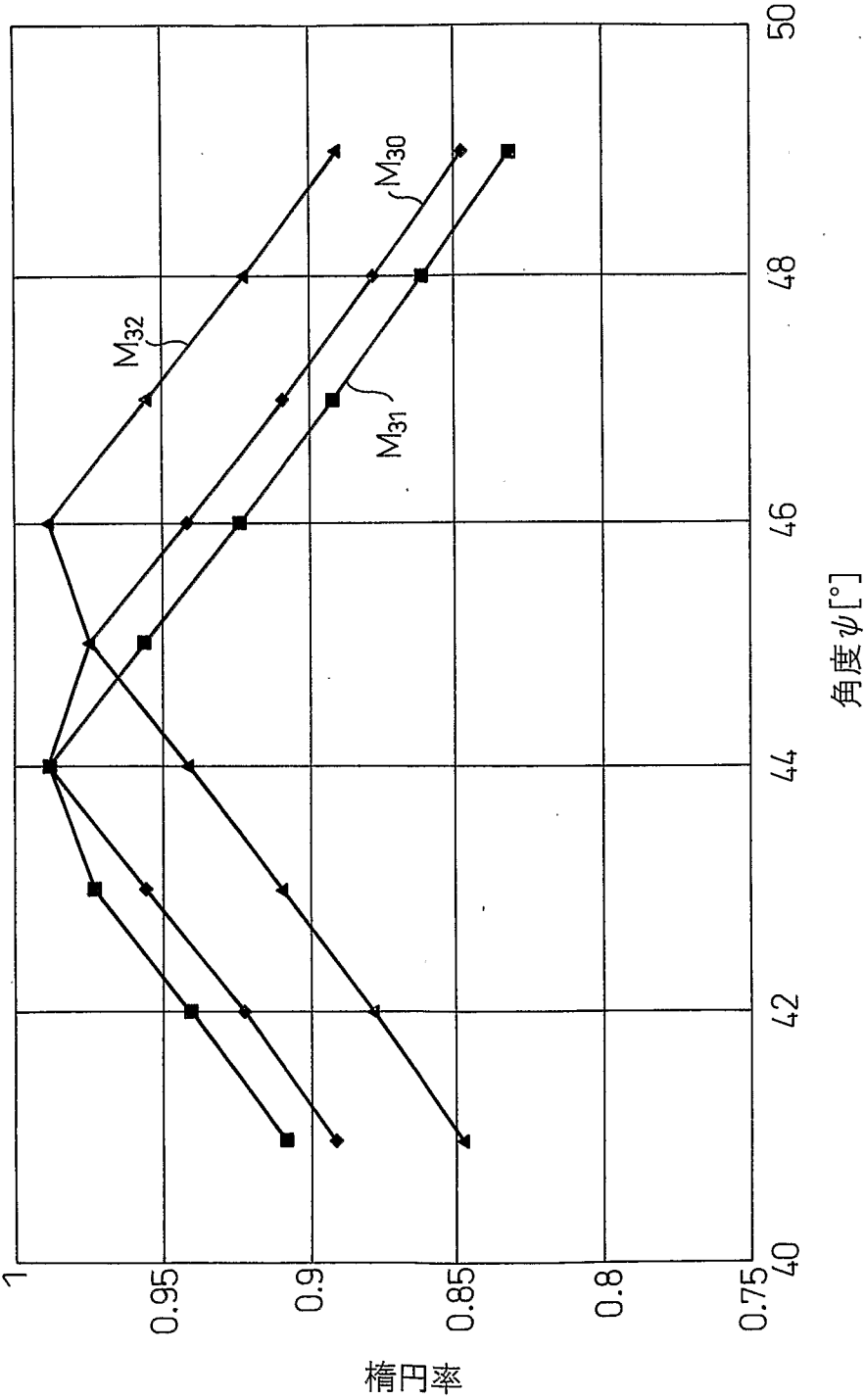


Fig.11

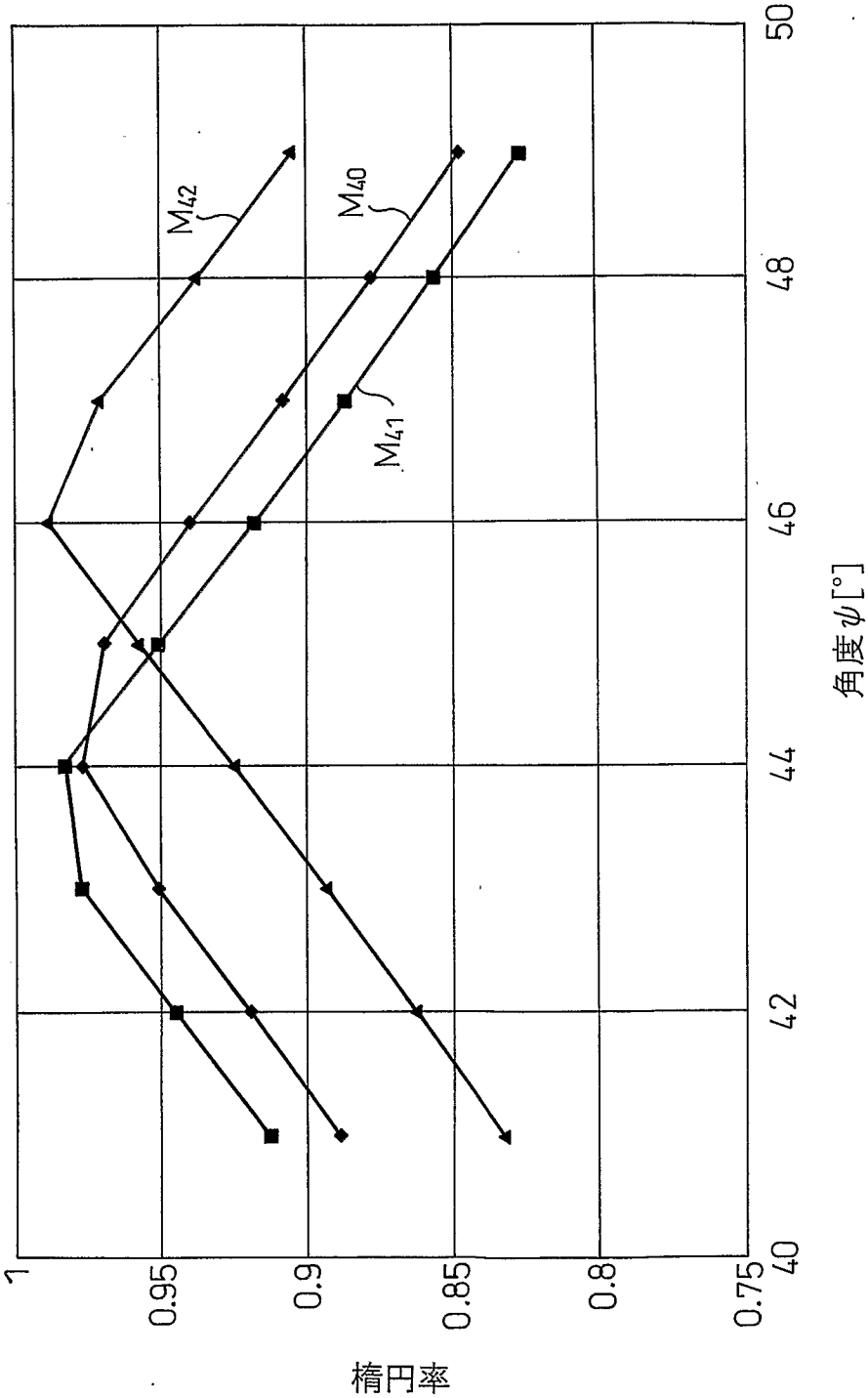


Fig.12

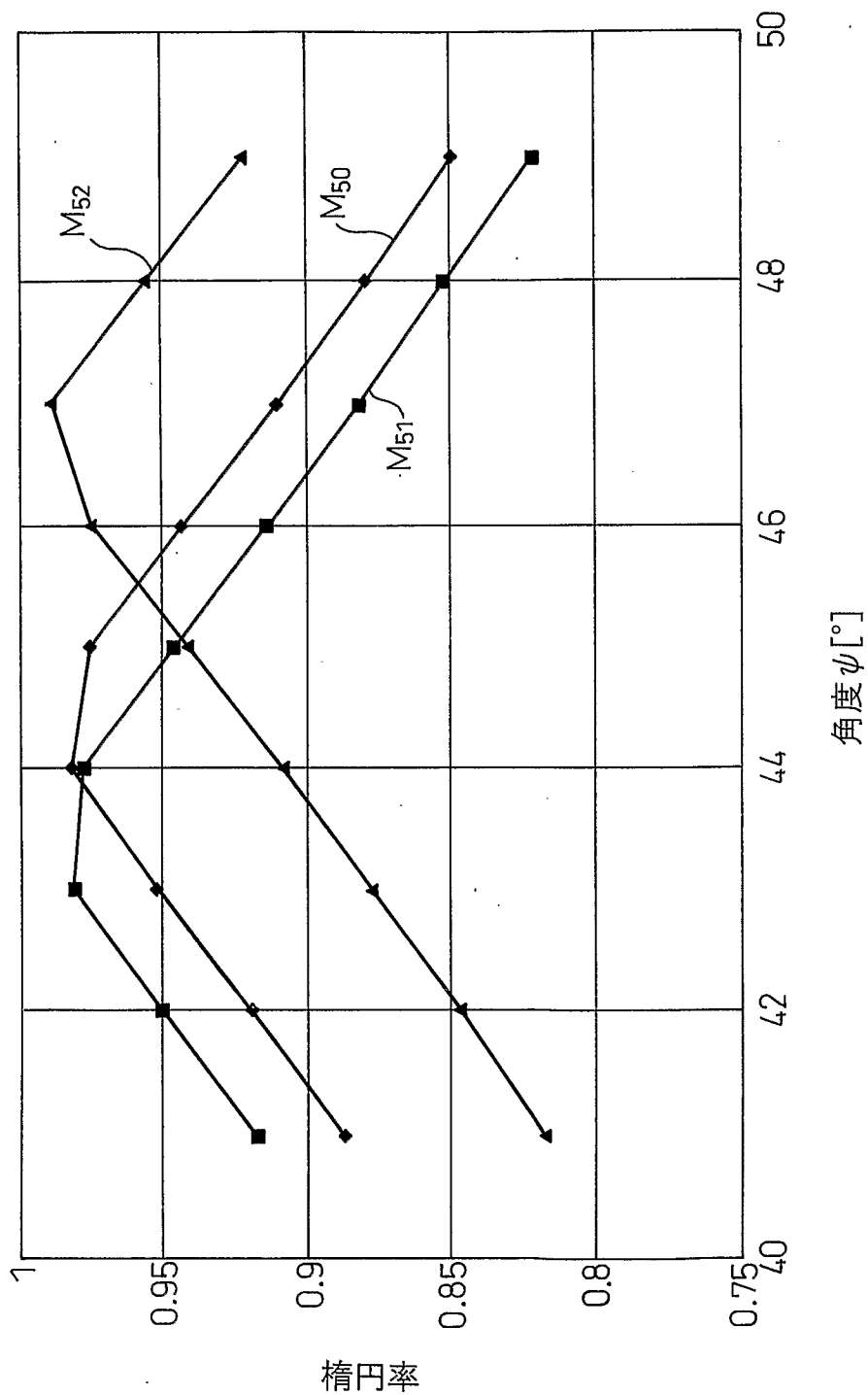


Fig.13

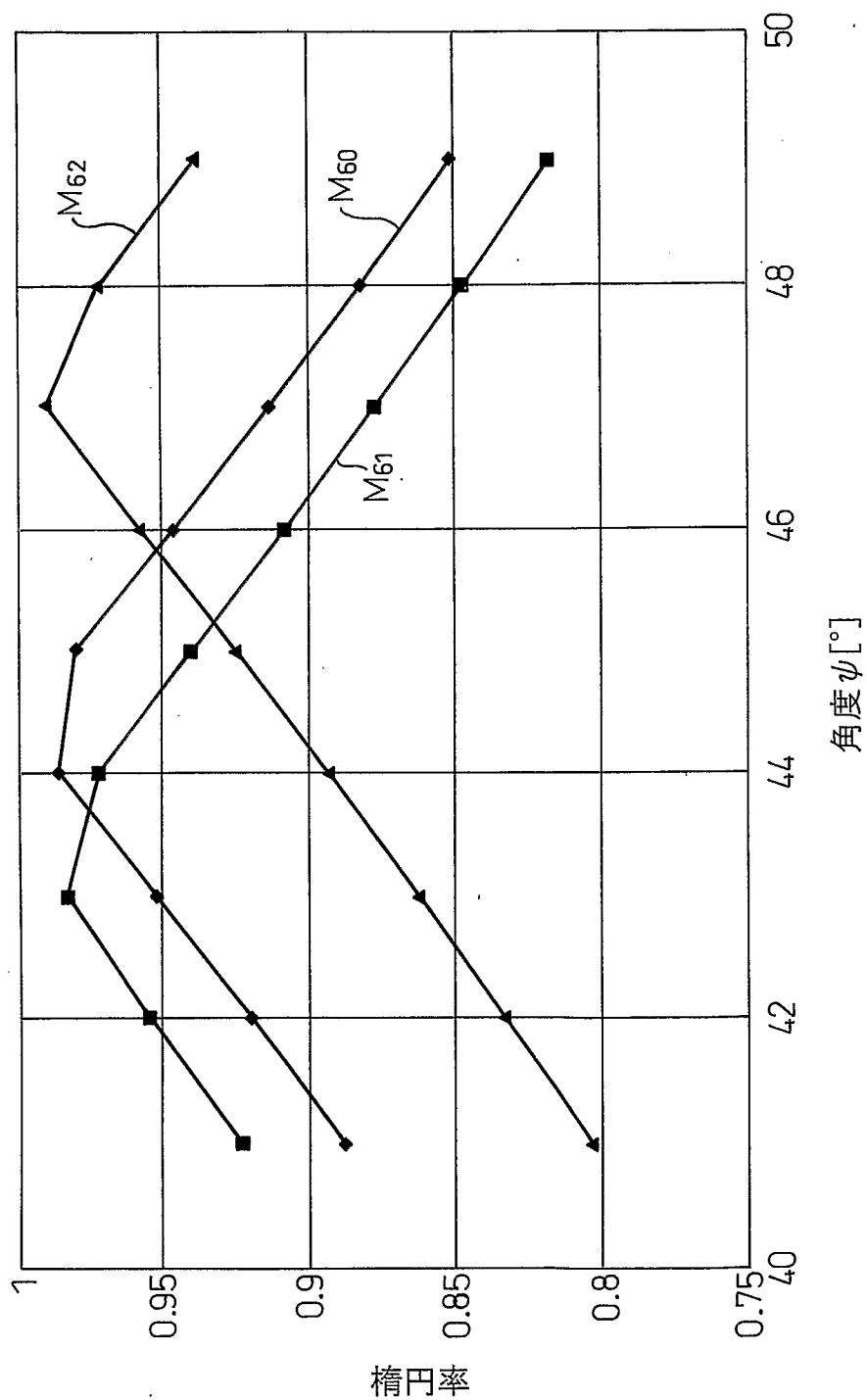


Fig.14

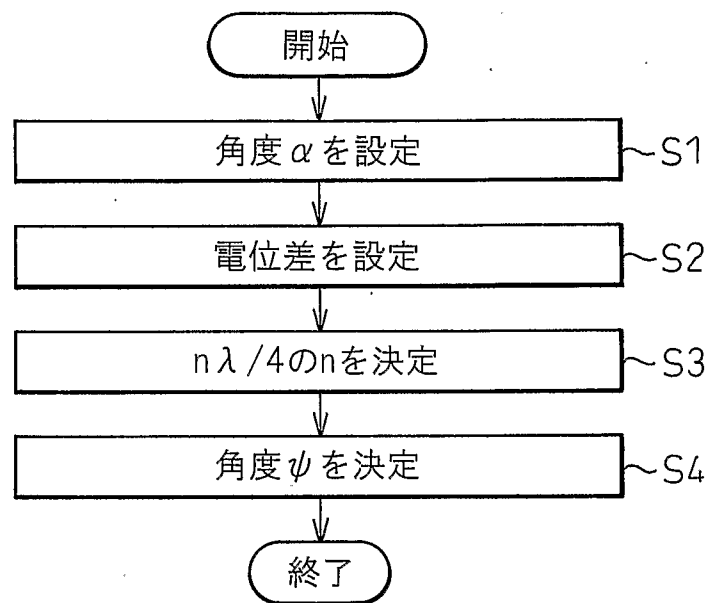


Fig.15(a)

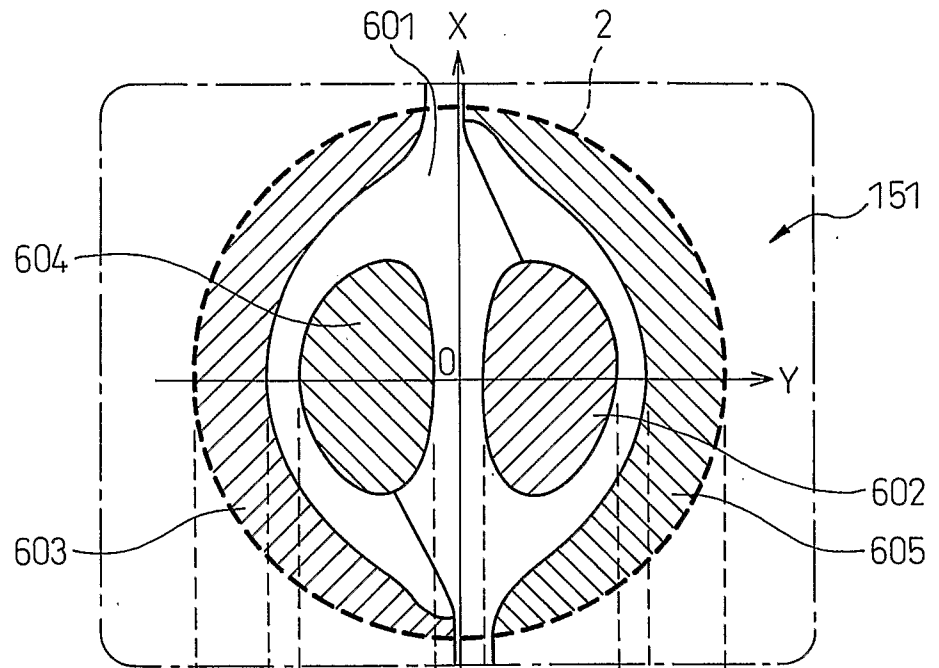


Fig.15(b)

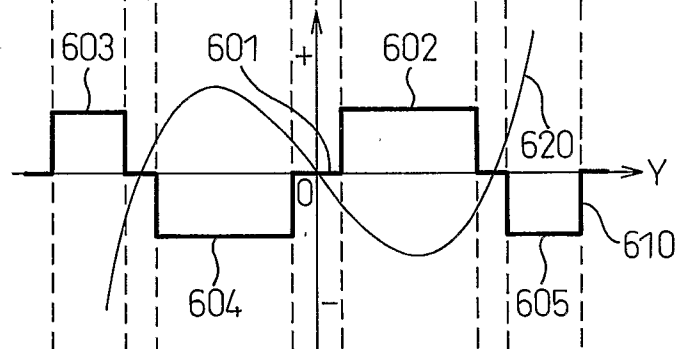


Fig.15(c)

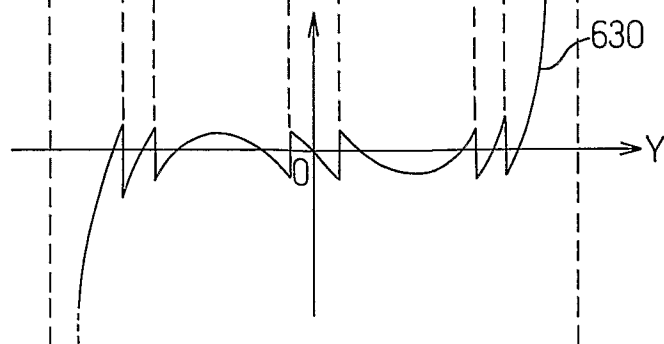


Fig.16(a)

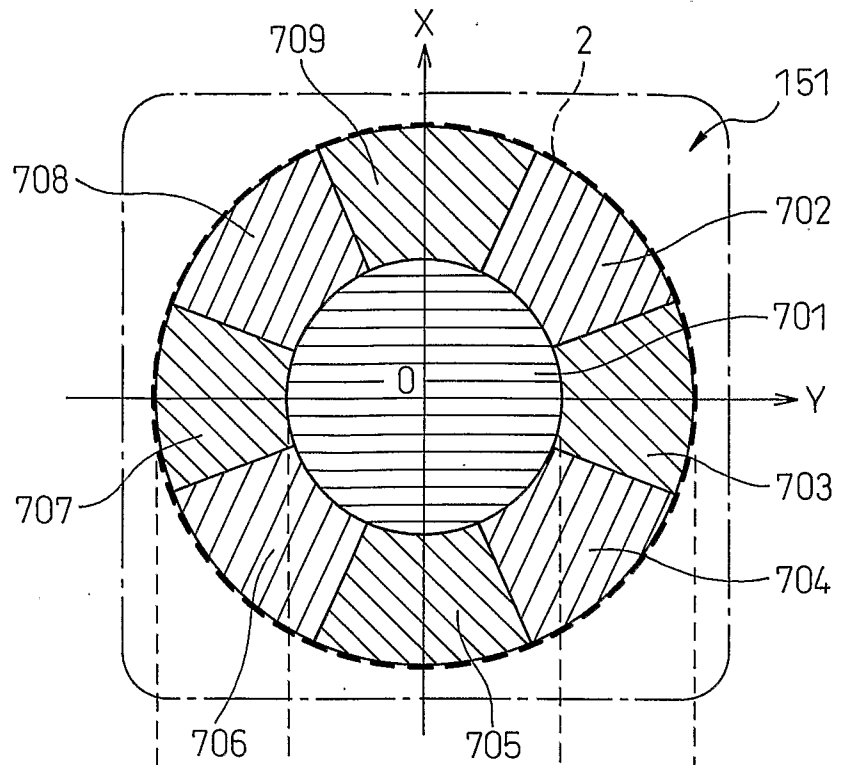


Fig.16(b)

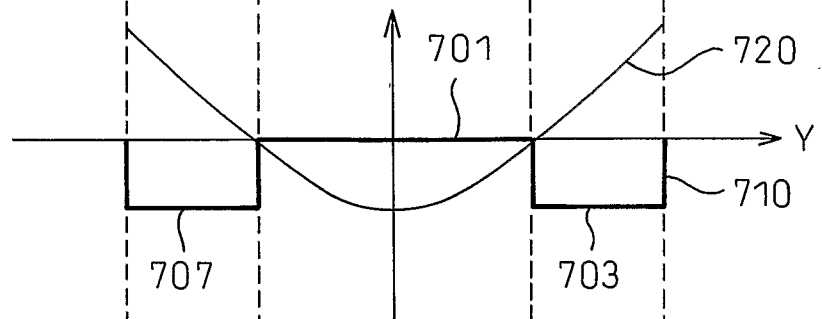


Fig.16(c)

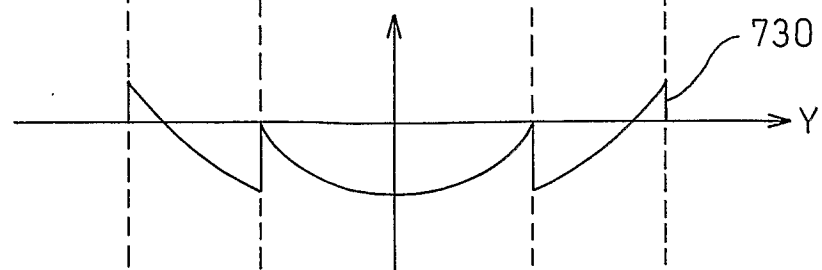


Fig.17(a)

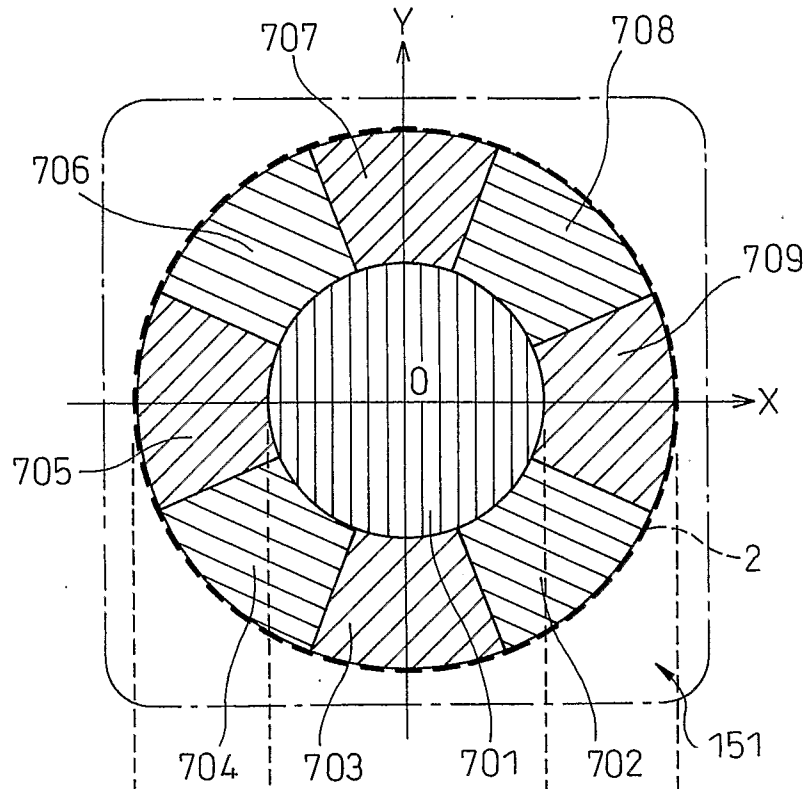


Fig.17(b)

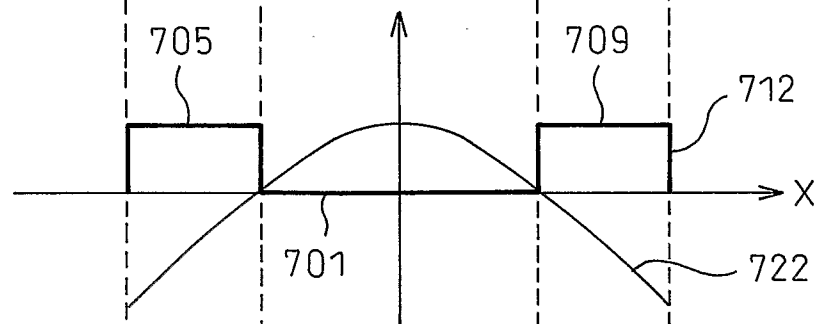
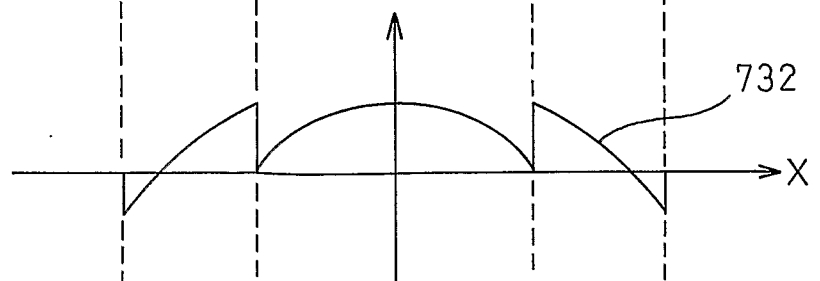


Fig.17(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/053341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/135(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G02F1/13363(2006.01)i,
G02F1/1337(2006.01)i, G02F1/1347(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)

G11B7/12-7/22, G02F1/13, G02F1/133-1/1341, G02F1/1347, G02F1/137-1/141

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 2005-141839 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 02 June, 2005 (02.06.05), Par. Nos. [0033] to [0036], [0052] to [0053]; Figs. 1 to 3B (Family: none)	1-20
A	JP 11-096574 A (Pioneer Electronic Corp.), 09 April, 1999 (09.04.99), Figs. 1, 6 to 7 (Family: none)	1-20

☐ 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
13 March, 2007 (13.03.07)

Date of mailing of the international search report
20 March, 2007 (20.03.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/135(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G02F1/13363(2006.01)i, G02F1/1337(2006.01)i,
G02F1/1347(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. G11B7/12-7/22, G02F1/13, G02F1/133-1/1341, G02F1/1347, G02F1/137-1/141

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 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

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 2005-141839 A (シチズン時計株式会社) 2005.06.02, 段落【0033】 - 【0036】、【0052】 - 【0053】、図 1-3B (ファミリーなし)	1-20
A	JP 11-096574 A (パイオニア株式会社) 1999.04.09, 図 1、6-7 (フ ァミリーなし)	1-20

☐ 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

1 3 . 0 3 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 3 . 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)

鈴木 肇

5 D

9 8 4 7

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