(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
2012 年 12 月 6 日(06.12.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/165445 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/063816

(22) 国際出願日: 2012 年 5 月 29 日(29.05.2012)

(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 2011-124065 2011 年 6 月 2 日(02.06.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭硝子株式会社(**Asahi Glass Company, Limited**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小野 元司(**ONO Motoshi**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 渡邉 満(**WATANABE Mitsuru**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 濱田 百合子, 外(**HAMADA Yuriko** et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング１０階 栄光特許事務所 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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

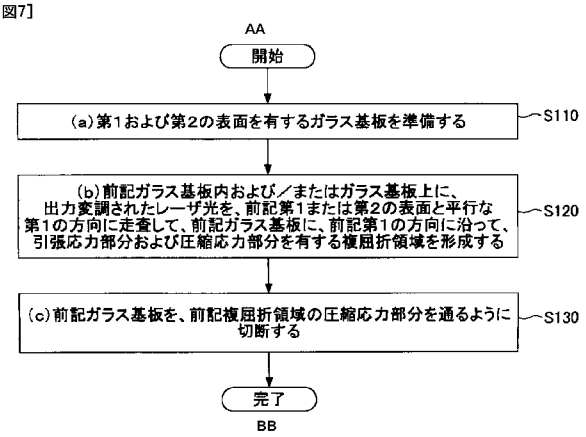
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) **Title**: PHASE DIFFERENCE PLATE FABRICATION METHOD AND PHASE DIFFERENCE PLATE

(54) 発明の名称 : 位相差板の製造方法および位相差板

[図7]



S110 (a) Prepare a glass substrate having first and second surfaces
S120 (b) Scan an output modulated laser beam in the glass substrate and/or on the surface of the glass substrate in the first direction parallel to the first and second surfaces to form double refraction regions having areas of tensile stress and compressive stress in the glass substrate along the first direction
S130 (c) Cut the glass substrate through the area of compressive stress in the double refraction regions
AA Start
BB End

(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide a method for fabricating a phase difference plate in which the cut sections are resistant to cracking or breaking when fabricating phase difference plate chips by dicing or scribe-cutting a glass substrate. The method for fabricating a phase difference plate having regions of double refraction within the glass substrate and/or on the surface of the glass substrate is characterized by the following: (a) preparing a glass substrate having first and second surfaces; (b) scanning an output modulated laser beam in the glass substrate and/or on the surface of the glass substrate in a first direction parallel to the first or second surfaces to form double refraction regions having areas of tensile stress and compressive stress in the glass substrate along the first direction; and (c) cutting the glass substrate through the area of compressive stress in the double refraction regions.

(57) 要約: ガラス基板をダイシングやスクライブ割断してチップ化された位相差板を得る際に、切断部分に割れやクラックが発生し難い位相差板の製造方法を提供することを目的とする。 ガラス基板内および／またはガラス基板上に複屈折領域を有する位相差板の製造方法であって、（ａ）第１および第２の表面を有するガラス基板を準備し、（ｂ）前記ガラス基板内および／またはガラス基板上に、出力変調されたレーザ光を、前記第１または第２の表面と平行な第１の方向に走査して、前記ガラス基板に、前記第１の方向に沿って、引張応力部分および圧縮応力部分を有する複屈折領域を形成し、（ｃ）前記ガラス基板を、前記複屈折領域の圧縮応力部分を通るように切断することを特徴とする位相差板の製造方法。

WO 2012/165445 A1

(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)）

明　細　書

発明の名称 ： 位相差板の製造方法および位相差板

技術分野

[0001] 本発明は、位相差板の製造方法および位相差板に関する。

背景技術

[0002] 光の位相や偏光を制御することが可能な位相差板（例えば、１／２波長板または１／４波長板など）は、ブルーレイ光ピックアップ装置を含む、様々な光学機器等に使用されている。

[0003] これまでこのような位相差板には、屈折率異方性、すなわち複屈折を有する有機高分子フィルムや一軸性結晶である水晶等が使用されてきた。

[0004] しかしながら、有機高分子フィルムは、耐湿性や高温安定性に劣る。また、水晶は材料自体が高価な上、正確な厚みへの切り出しや研磨等の加工コストが高い。そのため、耐湿性および高温安定性、低コスト性に優れるガラス基板を用いて、位相差板を製造する方法が提案されている。例えば、特許文献１には、レーザ光を使用して、ガラス基板内に、帯状の複屈折領域を形成する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第２００８／１２６８２８号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 前述の特許文献１の方法では、レーザ光をガラス基板に照射し、これを走査することにより、ガラス基板内に、帯状の複屈折領域を形成することができる。

[0007] しかしながら、このような複屈折領域を有するガラス基板を、実際に位相差板の製品として提供するためには、帯状の複屈折領域を横断するようにガラス基板を切断（ダイシングやスクライブ割断）して、ガラス基板をチップ

化する必要がある。

[0008] ここで、前述の特許文献１の方法で得られたガラス基板の場合、帯状の複屈折領域は、レーザ光照射の熱影響による引張応力により発生したものであるため、そのようなガラス基板の帯状複屈折領域を横断するようにしてガラス基板を切断した場合、切断部分にクラックが発生したり、ガラス基板が割れてしまう可能性がある。

[0009] 本発明は、ガラス基板をダイシングやスクライブ割断してチップ化された位相差板を得る際に、切断部分に割れやクラックが発生し難い位相差板の製造方法を提供することを目的とする。また、切断部分の強度が向上された位相差板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明では、

ガラス基板内および／またはガラス基板上に複屈折領域を有する位相差板の製造方法であって、

（ａ）第１および第２の表面を有するガラス基板を準備し、

（ｂ）前記ガラス基板内および／またはガラス基板上に、出力変調されたレーザ光を、前記第１または第２の表面と平行な第１の方向に走査して、前記ガラス基板に、前記第１の方向に沿って、引張応力部分および圧縮応力部分を有する複屈折領域を形成し、

（ｃ）前記ガラス基板を、前記複屈折領域の圧縮応力部分を通るように切断することを特徴とする位相差板の製造方法が提供される。

[0011] ここで、本発明による製造方法において、

前記（ｂ）において、前記複屈折領域の圧縮応力部分は、前記第１の方向に沿って、第１の圧縮応力部分および第２の圧縮応力部分を有し、前記複屈折領域の引張応力部分は前記第１及び２の圧縮応力部分の間の引張応力部分を有し、

前記（ｃ）において、前記ガラス基板は、第１の切断位置および第２の切断位置で切断され、前記第１の切断位置として、前記第１の圧縮応力部分が

選定され、第２の切断位置として、前記第２の圧縮応力部分が選定されても良い。

[0012] また、本発明による製造方法において、

前記出力変調されたレーザ光は、時間に対して、レーザ出力がステップ状に増加する部分、および／またはレーザ出力がステップ状に減少する部分を有し、

前記第１の圧縮応力部分は、前記レーザ出力がステップ状に増加するレーザ光を照射することにより発生し、および／または

前記第２の圧縮応力部分は、前記レーザ出力がステップ状に減少するレーザ光を照射することにより発生しても良い。

[0013] また、本発明による製造方法において、

前記出力変調されたレーザ光は、周期τの繰り返し波形を有しても良い。

[0014] また、本発明による製造方法において、

前記出力変調されたレーザ光は、レーザ出力の最小値および最大値を含み、

前記出力変調されたレーザ光の１周期τは、前記最小値の時間に対する平坦部、および／または前記最大値の時間に対する平坦部を有しても良い。

[0015] また、本発明による製造方法において、前記最小値は、０以外の値であっても良い。

[0016] また、本発明による製造方法において、前記レーザ光は、各焦点が一列に配列された２本以上のレーザ光で構成されても良い。

[0017] さらに、本発明では、

ガラス基板内および／またはガラス基板上に複屈折領域を有する位相差板であって、

前記複屈折領域は、第１の方向に沿って、前記ガラス基板の第１の端面から第２の端面まで延伸されており、

前記複屈折領域は、前記第１の方向に沿った５００μｍの長さの領域でのリタデーション分布の変動が±５％以内であることを特徴とする位相差板が

提供される。

[0018] ここで、本発明による位相差板において、前記複屈折領域は、前記第１の方向に垂直な第２の方向に沿った５００μｍの長さの領域でのリタデーション分布の変動が±５％以内であっても良い。

発明の効果

[0019] 本発明では、ガラス基板をダイシングやスクライブ割断してチップ化された位相差板を得る際に、切断部分に割れやクラックが発生し難い位相差板の製造方法を提供することができる。また、切断部分の強度が向上された位相差板を提供できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]従来技術のガラス基板に複屈折領域を製造する方法を概略的に示した図である。

[図2]出力変調されたレーザ光を、ガラス基板上に走査した際に得られる複素屈折領域の応力分布形態の一例を、レーザ光の出力波形およびガラス基板のレーザ光走査位置と対応させて模式的に示した図である。

[図3]出力変調されたレーザ光を、ガラス基板上に走査した際に得られる複素屈折領域の応力分布形態の別の一例を、レーザ光の出力波形およびガラス基板のレーザ光走査位置と対応させて模式的に示した図である。

[図4]レーザ光の出力波形の別の一例を概略的に示したグラフである。

[図5]レーザ光の出力波形のさらに別の一例を概略的に示したグラフである。

[図6]レーザ光の出力波形のさらに別の一例を概略的に示したグラフである。

[図7]本発明による位相差板を製造する方法の一例を概略的に示したフロー図である。

[図8]本発明による位相差板を製造する際に使用される装置の一例を概略的に示した図である。

[図9]本発明による位相差板の概略的な上面図（ａ）および位相差板の複屈折領域における概略的な応力分布図（ｂ）である。

[図10]光ピックアップ装置の構成の一例を概略的に示した図である。

[図11]実施例１のガラス基板（切断前）のレーザ光の走査方向における複屈折領域パターンのリタデーション分布を示したグラフである。

[図12]実施例１のガラス基板（切断前）のレーザ光の走査方向に垂直な方向における複屈折領域パターンのリタデーション分布を示したグラフである。

[図13]実施例１の位相差板のレーザ光の走査方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

[図14]実施例１の位相差板のレーザ光の走査方向に垂直な方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

[図15]図１３における平坦部分Ｑ２の部分の拡大図である。

[図16]図１４における平坦部分Ｑ５の部分の拡大図である。

[図17]実施例２の位相差板のレーザ光の走査方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

[図18]実施例２の位相差板のレーザ光の走査方向に垂直な方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

[図19]実施例３の位相差板のレーザ光の走査方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

[図20]実施例３の位相差板のレーザ光の走査方向に垂直な方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

[図21]実施例４の位相差板のレーザ光の走査方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

[図22]実施例４の位相差板のレーザ光の走査方向に垂直な方向における複屈折領域のリタデーション分布を示したグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明について説明する。

[0022] まず、本発明の特徴をより良く理解するため、特許文献１に記載された従来技術の位相差板の製造方法について、簡単に説明する。

[0023] 図１には、特許文献１に記載された位相差板の製造方法の概念図を示す。

[0024] 図１に示すように、この方法では、レンズ３を介して、ガラス基板１にレ

ーザ光２が照射される。レーザ光２を図１のＹ方向に沿って走査させることにより、ガラス基板１内に、帯状の複屈折領域４を形成することができる。

[0025] このような複屈折領域４を有するガラス基板１を、実際に位相差板製品として提供するためには、帯状の複屈折領域４を横断するように（例えば図１のＸ方向に沿って）ガラス基板１を切断（ダイシングやスクライブ割断）して、ガラス基板１をチップ化する必要がある。

[0026] しかしながら、ガラス基板１において、帯状の複屈折領域４は、レーザ光２の照射の熱影響による引張応力により発生したものであるため、ガラス基板１の帯状複屈折領域を横断するようにしてガラス基板１を切断した場合、切断部分にクラックが発生したり、ガラス基板１が割れてしまう可能性がある。

[0027] このようなクラックや割れを防ぐため、予めガラス基板に照射するレーザ光の出力をオン／オフ変調させておくことが考えられる。この場合、複屈折領域は、レーザ光の走査方向（Ｙ方向）に沿って、断続的に形成されるようになる。また、複屈折領域同士の間には、非複屈折領域が形成される。従って、位相差板の製品を切り出す際には、非複屈折領域を通るようにして、ガラス基板をダイシングやスクライブ割断することにより、前述のようなクラックや割れが軽減されると考えられる。

[0028] ただし、このような方法では、レーザ光の出力がオフとなる時間を十分に長くして、複屈折領域同士の間に、比較的長いレーザ光未照射領域を形成する必要がある。これは、レーザ光の出力がオンからオフに切り替わった後も、ある期間までは、ガラス基板の温度が上昇し続けるためである。逆に、レーザ光の出力がオフとなる時間が不十分な場合、レーザ光未照射領域においても、熱影響部分が発生してしまい、非熱影響部分を十分に確保することができなくなる。

[0029] 製品となる位相差板は、レーザ光未照射領域の非熱影響部分（すなわち非複屈折領域）同士の間で切断して製造する必要がある。従って、このような方法では、製品の寸法が大きくなってしまい、製品の小型化が難しくなって

しまう。

[0030] 本願発明者らは、レーザ光の出力波形とこれによって生じる複屈折領域の形態との間の関係について、様々な検討を行ってきた。その結果、出力が変調されたレーザ光を使用した場合、形成される複屈折領域には、レーザ光の走査方向に沿って、引張応力部分と圧縮応力部分とが存在することを見出し、本発明に至った。

[0031] すなわち、本発明では、

ガラス基板内および／またはガラス基板上に複屈折領域を有する位相差板の製造方法であって、

（ａ）第１および第２の表面を有するガラス基板を準備し、

（ｂ）前記ガラス基板内および／またはガラス基板上に、出力変調されたレーザ光を、前記第１または第２の表面と平行な第１の方向に走査して、前記ガラス基板に、前記第１の方向に沿って、引張応力部分および圧縮応力部分を有する複屈折領域を形成し、

（ｃ）前記ガラス基板を、前記複屈折領域の圧縮応力部分を通るように切断することを特徴とする位相差板の製造方法が提供される。

[0032] 図２には、出力変調されたレーザ光を、ガラス基板上に走査した際に得られる複素屈折領域の応力分布形態の一例を、レーザ光の出力波形およびガラス基板のレーザ光走査位置と対応させて模式的に示す。

[0033] 図２の例では、図の最上部に示すように、レーザ光の出力波形１２５Ａは、周期τの繰り返し波形で構成され、縦軸のレーザ出力は、横軸の時間に対して、ステップ状の増減を繰り返す。この１周期τは、出力が最小値P_{min}となる期間t_1と、出力が最大値P_{max}となる期間t_2とで構成される。なお、最小値P_{min}は、０（ゼロ）よりも大きな値であり、かつ照射部の温度がガラスの歪点以上になる値である。また、縦軸のレーザ出力は、最大値P_{max}が１００％となるように規格化して示している。

[0034] ここで、図２の出力波形１２５Ａにおいて、最大値P_{max}と最小値P_{min}の関係は、特に限られない。例えば、最小値P_{min}は、最大値P_{max}の５０％～

７５％の範囲であっても良い。

[0035] また、図２の例では、最小値P_{min}の期間t_1と最大値P_{max}の期間t_2は、等しくなっているが、最小値P_{min}と最大値P_{max}の期間は、異なっていても良い。

[0036] このような出力波形１２５Ａを有するレーザ光を用いた場合、図２の中段に示すように、ガラス基板１１０上には、走査方向（Ｙ方向）に沿って、複屈折領域のパターン１５０が形成される。

[0037] ここで、この例では、レーザ光は、常に最小値P_{min}以上の出力で走査され、この値はゼロ以外の、照射部の温度がガラスの歪点以上になる値であるため、走査位置に非複屈折領域は形成されず、走査位置には、複屈折領域のみからなる直線状のパターン１５０が形成される。

[0038] また、このパターン１５０の破線Ｌ１に沿った各位置での応力絶対値は、図２の最下部に示すような応力分布を示すようになる。すなわち、応力分布として、第１の引張応力の平坦部分Ｂ１、第１の圧縮応力のピークＰ１、第２の引張応力の平坦部分Ｂ２、および第２の圧縮応力のピークＰ２を繰り返した応力分布が生じる。

[0039] なお、このような応力分布は、偏光顕微鏡による複屈折測定から得られるリタデーション分布、進相軸方向分布、ガラスの光弾性定数および複屈折領域厚さから得られる。

[0040] ここで、第１の圧縮応力ピークＰ１は、レーザ光の出力波形１２５Ａにおいて、出力がP_{min}からP_{max}に急上昇する部分１２６Ａに対応して発生し、第２の圧縮応力ピークＰ２は、レーザ光の出力波形１２５Ａにおいて、出力がP_{max}からP_{min}に急降下する部分１２６Ｂに対応して発生する。一方、第１の引張応力の平坦部分Ｂ１は、出力がP_{min}となる時間に対応するガラス基板１１０の領域に生じる。また、第２の引張応力の平坦部分Ｂ２は、ピークＰ１とＰ２の間の、出力がP_{max}となる時間に対応するガラス基板１１０の領域に生じる。通常の場合、第２の引張応力の平坦部分Ｂ２は、第１の引張応力の平坦部分Ｂ１に比べて大きな応力値を有する。

[0041] なお、図２において、レーザ光の出力波形１２５Ａ、複屈折領域のパターン１５０、および応力分布の相互の位置関係は、明確化のため、近似的に示されていることに留意する必要がある。

[0042] 例えば、実際には、レーザ光の入熱の遅れがあるため、複屈折領域のパターン１５０の第１の圧縮応力ピークＰ１は、厳密には、レーザ光の出力波形１２５Ａの急上昇部分１２６Ａよりも時間的に遅れた位置に（図２のより右側に）形成され、応力分布における第２の圧縮応力のピークＰ２も、厳密には、レーザ光の出力波形１２５Ａの急降下部分１２６Ｂよりも時間的に遅れた位置に（図２のより右側に）形成される。引張応力の平坦部分Ｂ１およびＢ２についても同様である。

[0043] 出力変調されたレーザ光を使用した場合に得られる複屈折領域のパターン１５０は、ほとんどの場合、図２のような応力分布を示すことが、本願発明者らによって見出されている。

[0044] 従って、ガラス基板１１０をダイシングやスクライブ割断して位相差板を製造する際には、複屈折領域のパターン１５０内の圧縮応力が残留する部分でガラス基板１１０を切断することにより、切断の際に、切断部分に割れやクラックが生じることを有意に抑制できる。

[0045] 例えば、図２の例では、第１の切断部Ｃ１として、第１の圧縮応力ピークＰ１の近傍（領域Ｒ１内のいずれかの位置）を選定し、第２の切断部Ｃ２として、第２の圧縮応力ピークＰ２の近傍（領域Ｒ２内のいずれかの位置）を選定すれば良い。これにより、切断部分に割れやクラックが生じることを有意に抑制することができる。特に、第１の切断部Ｃ１として、領域Ｒ１内でかつ圧縮応力ピークＰ１の頂上位置よりも時間的に早い位置（図２の左側）を選定し、第２の切断部Ｃ２として、Ｒ２内でかつ圧縮応力ピークＰ２の頂点位置よりも時間的に遅れた位置（図２の右側）を選定することは、切断時の割れやクラック抑制の点から特に好ましい。

[0046] ここで、領域Ｒ１は、複屈折領域のパターン１５０において、時間的に「先に」形成された引張応力の平坦部分Ｂ１と、これに最近接の、時間的に「

後から」形成された引張応力の平坦部分Ｂ２の間の領域として定められ、領域Ｒ２は、複屈折領域のパターン１５０において、時間的に「先に」形成された引張応力の平坦部分Ｂ２と、これに最近接の、時間的に「後から」形成された引張応力の平坦部分Ｂ１の間の領域として定められる。

[0047] さらに、製品の切断面には、圧縮応力が残留しているため、本発明による製造方法では、切断面が有意に高い強度を有する位相差板を提供することが可能となる。

[0048] また、本発明の製造方法の場合、ガラス基板を、レーザ光の熱影響を受けていない非複屈折領域の部分で切断する方法とは異なり、位相差板の製品寸法が大きくなることが回避されるため、位相差板を小型化することも可能になる。

[0049] ここで、複屈折領域のパターン１５０の応力分布がこのような態様を示す理由については、必ずしも明確ではない。ただし、応力分布は、レーザ光の入熱量と密接に関係しており、レーザ光の単位時間当たりの入熱量がほぼ一定の領域では、引張応力が発生し、レーザ光の単位時間当たりの入熱量が急激に変化する領域では、圧縮応力が発生する傾向にあることから、このような傾向の結果として、図２に示すような応力分布が得られるものと推定される。

[0050] 以上、図２を参照して、本発明による位相差板の製造方法の概念を説明した。しかしながら、図２に示したレーザ光の出力波形１２５Ａは、単なる一例に過ぎず、本発明において、その他の出力波形を有する変調レーザ光を使用しても良い。

[0051] 図３には、図２に示した出力波形１２５Ａとは異なる出力波形１２５Ｂを有するレーザ光を使用した際に得られる複屈折領域の応力分布形態を、レーザ光の出力波形およびガラス基板のレーザ光走査位置と対応させて模式的に示す。

[0052] 図３の例では、図の最上部に示すように、レーザ光は、オン／オフを繰り返す出力波形１２５Ｂを有し、横軸の時間に対して、縦軸のレーザ出力がス

テップ状に増減する。出力波形１２５Ｂの１周期τは、出力が０になる期間ｔ$_1$と、出力が１００％となる期間ｔ$_2$とで構成される。なお、縦軸のレーザ出力は、最大出力値が１００％となるように規格化して示している。

[0053] ここで、図３の出力波形１２５Ｂでは、出力が０になる期間ｔ$_1$と、出力が１００％となる期間ｔ$_2$とは、等しくなっているが、両者の期間は、異なっていても良い。

[0054] このような繰り返し波形１２５Ｂを有するレーザ光を用いた場合、図３の中段に示すように、ガラス基板１１０上には、走査方向（Ｙ方向）に沿って、複屈折領域１４５と、非複屈折領域１４７の繰り返しパターン１５０が形成される。

[0055] また、繰り返しパターン１５０の破線Ｌ１に沿った各位置での応力絶対値は、図３の最下部に示すような応力分布を示すようになる。すなわち、一つの複屈折領域１４５内には、第１および第２の圧縮応力ピークＰ１およびＰ２と、引張応力の平坦部分Ｂ２とが現れる。

[0056] ここで、第１の圧縮応力ピークＰ１は、レーザ光の出力波形１２５Ｂにおいて、出力が急上昇する部分１２６Ａに対応して発生し、第２の圧縮応力ピークＰ２は、レーザ光の出力波形１２５Ｂにおいて、出力が急降下する部分１２６Ｂに対応して発生する。別の言い方をすれば、圧縮応力ピークＰ１は、レーザ光の走査方向に沿って見たとき、複屈折領域１４５の前端部１４８の近傍に生じ、圧縮応力ピークＰ２は、複屈折領域１４５の後端部１４９の近傍に生じる。また、引張応力の平坦部分Ｂ２は、ピークＰ１とＰ２の間に生じる。換言すれば、引張応力の平坦部分Ｂ２は、複屈折領域１４５の略中央部分に生じる。

[0057] なお、図３においても、図２の場合と同様、レーザ光の出力波形１２５Ｂ、複屈折領域のパターン１５０、および応力分布の相互の位置関係は、明確化のため、近似的に示されていることに留意する必要がある。

[0058] 例えば、実際には、レーザ光の入熱の遅れがあるため、複屈折領域のパターン１５０の第１の圧縮応力ピークＰ１は、厳密には、レーザ光の出力波形

１２５Ｂの急上昇部分１２６Ａよりも時間的に遅れた位置に（図３のより右側に）形成され、応力分布における第２の圧縮応力のピークＰ２も、厳密には、レーザ光の出力波形１２５Ｂの急降下部分１２６Ｂよりも時間的に遅れた位置に（図３のより右側に）形成される。引張応力の平坦部分Ｂ２についても同様である。

[0059] 同様に、実際には、レーザ光の入熱の遅れがあるため、複屈折領域のパターン１５０の複屈折領域１４５の前端部１４８は、厳密には、レーザ光の出力波形１２５Ｂの急上昇部分１２６Ａよりも時間的に遅れた位置に（図３のより右側に）存在し、複屈折領域のパターン１５０の複屈折領域１４５の後端部１４９は、レーザ光の出力波形１２５Ｂの急降下部分１２６Ｂよりも時間的に遅れた位置に（図３のより右側に）存在する。

[0060] この図３の例でも、ガラス基板１１０をダイシングやスクライブ割断して位相差板を製造する際には、ガラス基板１１０は、複屈折領域のパターン１５０内の圧縮応力が残留する部分で切断される。すなわち、第１の切断部Ｃ１として、第１の圧縮応力ピークＰ１の近傍（領域Ｒ３内のいずれかの位置）が選定され、第２の切断部Ｃ２として、第２の圧縮応力ピークＰ２の近傍（領域Ｒ４内のいずれかの位置）が選定される。これにより、切断の際に、切断部分に割れやクラックが生じることを有意に抑制することができる。

[0061] ここで、領域Ｒ３は、複屈折領域のパターン１５０において、時間的に「先に」存在する残留応力がゼロの領域と、これに最近接の、時間的に「後に」形成された引張応力の平坦部分Ｂ２の間の領域として定められ、領域Ｒ４は、複屈折領域のパターン１５０において、時間的に「先に」形成された引張応力の平坦部分Ｂ２と、これに最近接の、時間的に「後に」存在する残留応力がゼロとなる領域の間の領域として定められる。

[0062] なお、図３に示したレーザ光の出力波形１２５Ｂにおいて、出力が０になる期間t_1が短くなると、複屈折領域のパターン１５０に、非複屈折領域１４７（すなわち、残留応力がゼロとなる領域）が形成されなくなる場合が生じ得る。このような場合、領域Ｒ３およびＲ４は、それぞれ、前述の図２に示

した領域Ｒ１およびＲ２の判定方法に基づいて定めれば良い。

[0063] 図４～図６には、本発明に使用され得るレーザ光の出力波形のさらに別の一例を示す。

[0064] 図４では、レーザ光の出力波形１２５Ｃにおいて、１周期τは、時間０～T_1までの期間（t_1）における一定最小値P_{min}と、時間T_1～T_2までの期間（t_2）におけるレーザ出力が最大値P_{max}からP_Aまで単調減少する波形とで構成される。（その後、時間T_2において、出力は、P_{min}に戻る。）

ここで、最小値P_{min}は、最大値P_{max}の５０％の出力と仮定している。

[0065] なお、図４の例では、P_Aは、P_{max}の７５％となっているが、P_Aは、P_{max}からP_{min}の間のいかなる値であっても良い。P_A＝P_{max}の場合、繰り返し波形１２５Ｃは、図２の繰り返し波形１２５Ａと等しくなる。P_{min}＝０であっても良い。また、図４では、期間t_1およびt_2は、等しくなっているが、期間t_1およびt_2は、異なっていても良い。

[0066] 図５には、本発明に使用され得るレーザ光の出力波形のさらに別の一例を示す。この出力波形１２５Ｄにおいて、１周期τは、時間０～T_1までの期間（t_1）における一定最小値P_{min}と、時間T_1～T_2までの期間（t_2）における一定最大値P_{max}と、時間T_2～T_3までの期間（t_3）におけるレーザ出力が最大値P_{max}からP_Aまで単調減少する波形とで構成される。

[0067] ここで、最小値P_{min}は、最大値P_{max}の５０％の出力と仮定している。

[0068] なお、図５の例では、P_Aは、P_{max}の７５％となっているが、P_Aは、P_{max}からP_{min}の間のいかなる値であっても良い。P_A＝P_{max}の場合、出力波形１２５Ｄは、図２の出力波形１２５Ａと等しくなる。P_{min}＝０であっても良い。また、図５では、期間t_1、t_2、およびt_3は、等しくなっているが、期間t_1、t_2、およびt_3は、これに限られない。例えば、期間t_1、t_2、およびt_3は、異なっていても良い。

[0069] 図６には、本発明に使用され得る出力波形のさらに別の一例を示す。この出力波形１２５Ｅにおいて、１周期τは、時間０～T_1までの期間（t_1）における一定最小値P_{min}と、時間T_1～T_2までの期間（t_2）におけるレーザ

出力がP_AからP_{max}まで単調増加する部分と、時間T_2～T_3までの期間（t_3）におけるレーザ出力が一定最大値P_{max}となる部分と、時間T_3～T_4までの期間（t_4）におけるレーザ出力が最大値P_{max}からP_Bまで単調減少する波形とで構成される。

[0070] ここで、最小値P_{min}は、最大値P_{max}の５０％の出力と仮定している。

[0071] なお、図６の例では、P_Aは、P_{max}の８０％となっているが、P_Aは、P_{max}からP_{min}の間のいかなる値であっても良い。また、P_Bは、P_{max}の６０％となっているが、P_Bは、P_{max}からP_{min}の間のいかなる値であっても良い。$P_A=P_{max}$であり、$P_B=P_{max}$である場合、出力波形１２５Ｅは、図２の出力波形１２５Ａと等しくなる。また、$P_A=P_{max}$である場合、出力波形１２５Ｅは、図５の出力波形１２５Ｄと等しくなる。$P_{min}=0$であっても良い。また、図６では、期間t_1、t_2、t_3およびt_4は、全て等しくなっているが、期間t_1、t_2、t_3およびt_4は、これに限らない。例えば、期間t_1、t_2、t_3およびt_4は、異なっていても良い。

[0072] この他にも、様々な出力波形が考えられる。例えば、前述の図２～図６の出力波形１２５Ａ～１２５Ｅの少なくとも２つ以上を組み合わせて、別の繰り返し波形を形成しても良い。

[0073] なお、レーザ光の出力波形において、図４～図６のように、出力が最大値P_{max}となる期間（または瞬間）の直後に、出力が最小値P_{min}と最大値P_{max}の間となる期間（例えば図４の期間t_2、図５の期間t_3、および図６の期間t_4）を設けた場合、複屈折領域内のリタデーション分布の均一性が向上する。さらに、図６のように、出力が最大値P_{max}となる期間（または瞬間）の直前に、出力が最小値P_{min}と最大値P_{max}の間となる期間（図６の期間t_2）を設けた場合、複屈折領域内のリタデーション分布の均一性は、よりいっそう向上する。これは、レーザ光の走査の際に、ガラス基板の局所的な温度上昇がある程度抑制され、温度が一定となる領域が生じやすくなるためである。

[0074] 例えば図４～図６に示したような出力波形１２５Ｃ、１２５Ｄ、１２５Ｅ

を有するレーザ光を使用した場合、複屈折領域内の走査方向に沿ったリタデーション分布の変動は、±５％以内とすることができる。同様に、複屈折領域内の走査方向に垂直な方向におけるリタデーション分布の変動を、±５％以内とすることも可能となる。

[0075] 複屈折領域がそのような均一なリタデーション分布を有する位相差板は、高性能な光ピックアップ装置用の素子として使用することができる。

[0076] （本発明による位相差板の製造方法）

以下、図７および図８を参照して、本発明による位相差板の製造方法について、より詳しく説明する。

[0077] 図７には、本発明による位相差板の製造方法の一例の概略的なフロー図を示す。また、図８には、本発明による位相差板の製造方法に利用される装置の一例を示す。

[0078] 図７に示すように、本発明による位相差板の製造方法は、

（ａ）第１および第２の表面を有するガラス基板を準備する工程（ステップＳ１１０）と、

（ｂ）前記ガラス基板内および／またはガラス基板上に、出力変調されたレーザ光を、前記第１または第２の表面と平行な第１の方向に走査して、前記ガラス基板に、前記第１の方向に沿って、引張応力部分および圧縮応力部分を有する複屈折領域を形成する工程（ステップＳ１２０）と、

（ｃ）前記ガラス基板を、前記複屈折領域の圧縮応力部分を通るように切断する工程（ステップＳ１３０）と、

を有する。

[0079] 図８には、本発明による位相差板の製造方法に利用される装置の一例を示す。

[0080] 図８に示すように、本発明による位相差板の製造方法に利用される装置２００は、レーザ光源（図示されていない）から放射されたレーザ光２２０と、該レーザ光２２０を複数の分岐レーザ光２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃに分岐する回折光学素子２５０と、各分岐レーザ光２６０Ａ、２６０Ｂ、２６

０Ｃをガラス基板２１０の所望の位置に収束させるレンズ２３０とを備える。

[0081] レーザ光源は、特に限られないが、エキシマレーザ光源（ＸｅＣｌ：波長３０８ｎｍ、ＫｒＦ：波長２４８ｎｍ、ＡｒＦ：波長１９３ｎｍ）、ＹＡＧレーザ光源（波長１０６４ｎｍ）、ＹＶＯ４レーザ光源（波長１０６４ｎｍ）、チタンサファイアレーザ光源（波長８００ｎｍ）、または炭酸ガスレーザ光源（波長１０．６μｍ）等であっても良い。ＹＡＧレーザ光源およびＹＶＯ４レーザ光源は、前述の基本波の他に、例えば、２倍波または３倍波のレーザ源であっても良い。例えば、２倍波のＹＡＧレーザは、５３２ｎｍの波長を有し、３倍波のＹＡＧレーザは、３５５ｎｍの波長を有する。

[0082] レーザ光源のパワーは、特に限られないが、レーザ光源のパワーが大きいほど、一度に多くの分岐レーザ光を得ることができ、複屈折領域幅の拡大に有利である。

[0083] 回折光学素子２５０は、一つのレーザ光２２０を複数の分岐レーザ光２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃに分割することができる素子であれば、いかなる素子であっても良く、例えば、回折光学素子の代わりにビームスプリッタ等を使用しても良い。

[0084] 以下、図８の装置２００の動作と関連付けて、本発明による製造方法の各工程を詳しく説明する。

[0085] （ステップＳ１１０）

まず、位相差板を構成するためのガラス基板２１０が準備される。

[0086] ガラス基板２１０は、第１および第２の表面を有する。ガラス基板２１０の組成は、特に限られない。ガラス基板２１０は、例えば、ソーダライムガラス、ホウケイ酸ガラス、およびシリカガラス等であっても良い。また、本発明では、使用するレーザ光２２０の波長における吸収係数を高めるため、遷移金属などがドープされたガラスをガラス基板２１０として使用しても良い。

[0087] ガラス基板の厚さは、特に限られない。ガラス基板の厚さは、例えば、０

．１ｍｍ～３ｍｍの範囲であっても良い。

[0088] （ステップＳ１２０）

次に、レーザ光源から、ガラス基板２１０に向かってレーザ光２２０が放射される。レーザ光２２０は、回折光学素子２５０において、例えば、３つ以上の分岐ビーム２６０（２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃ）に分岐される。

[0089] 各分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃは、レンズ２３０によって収束され、ガラス基板２１０の内部または表面に、それぞれ、焦点２７０Ａ、２７０Ｂ、２７０Ｃを形成する。各焦点２７０Ａ、２７０Ｂ、２７０Ｃは、一直線状に配置される。

[0090] 各焦点２７０Ａ、２７０Ｂ、および２７０Ｃのスポット直径は、レンズ２３０等の性能等によっても異なるが、例えば、０．１μｍ～１００μｍ程度であっても良い。

[0091] 各焦点２７０Ａ、２７０Ｂ、および２７０Ｃの間隔は、特に限られないが、装置構成上の制約から、現実的な間隔は、２０μｍ～４００μｍの範囲であり、５０μｍ～２５０μｍの範囲であることが好ましい。

[0092] 次に、一連の分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃは、第１の方向（図２の例ではＹ方向）に走査される。

[0093] 各分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃの走査速度は、各焦点２７０Ａ、２７０Ｂ、２７０Ｃの間の距離によっても変化するが、例えば、０．１ｍｍ／秒～５０ｍｍ／秒の範囲である。

[0094] これにより、分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃが走査された領域には、走査方向に平行な引張応力が発生し、これにより、ロッド状の複屈折領域パターン２９０Ａ、２９０Ｂ、２９０Ｃが形成される。ここで、各焦点２７０Ａ、２７０Ｂおよび２７０Ｃの間隔や各分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃの強度および走査速度を調整すると、分岐ビーム間も熱伝導により加熱され、ガラス基板２１０上または内部に、走査方向に垂直な方向に連続的で比較的広い面積を有する一軸性複屈折領域パターン２９０を形成することができる。

[0095] ここで、前述のように、本発明では、各分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃは、出力変調されている。

[0096] 従って、分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃを、ガラス基板２１０に走査した場合、それぞれの走査領域には、走査方向に沿って、例えば図２または図３に示したような応力分布を有する複屈折領域パターン２９０Ａ、２９０Ｂ、２９０Ｃが形成される。

[0097] なお、図８の例では、回折光学素子２５０によって、一つのレーザ光２２０は、３つの分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃに分割されている。しかしながら、一つのレーザ光２２０は、回折光学素子２５０によって、２つまたは４つ以上の分岐ビームに分割されても良い。あるいは、装置２００は、回折光学素子２５０を有さなくても良い。この場合、一つのレーザ光２２０が分岐されずに、そのまま走査用のレーザ光として使用される。

[0098] すなわち、本発明において、使用される分岐数は、いかなる本数であっても良い。分岐の数は、例えば、レーザ光の走査方向に対して垂直な方向（図８のＸ方向）における複屈折領域パターン２９０の必要幅、あるいは製作時間等を考慮して、適宜選定される。

[0099] 例えば、最終的に得られる位相差板を、例えば光ピックアップ装置用の１／４波長板または１／２波長板などに適用する場合、複屈折領域として、少なくとも直径５００μｍφの領域が必要となる。この場合、例えば６つに分岐され各焦点間隔が１００μｍのレーザビームを使用すれば良い。または、ステップＳ１２０は、必要な回数だけ、繰り返し実施しても良い。

[0100] 例えば、３本の分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃを走査した際に、一度に形成される複屈折領域パターン２９０の幅（走査方向に対して垂直な方向（Ｘ方向）の長さ）が、２００μｍの場合、走査の度に、分岐ビーム２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃの走査始点をＸ方向に２００μｍずらして、前述の走査を３回以上繰り返すことにより、５００μｍ以上の幅を有する複屈折領域を形成することができる。これにより、最終的に、少なくとも直径５００μｍφの領域に複屈折領域パターンを有する位相差板を製造すること

ができる。

[0101] また、一度の走査で幅１００μｍの複屈折領域を形成することができる１本のレーザ光を使用する場合、前述の走査を５回繰り返すことにより、直径５００μｍφの領域に複屈折領域パターンを有する位相差板を製造することができる。

[0102] なお、前述のように、レーザ光の出力波形として、図４乃至図６に示したような出力波形１２５Ｃ、１２５Ｄ、１２５Ｅを使用した場合、複屈折領域内の走査方向に沿ったリタデーション分布の変動を、±５％以内とすることができる。また、複屈折領域において、走査方向と垂直な方向のリタデーション分布は、各分岐ビームの焦点間の距離を制御することにより、比較的容易に抑制することができる。従って、本発明では、複屈折領域の延伸方向および垂直方向に沿って、均一なリタデーション分布を有する位相差板を製造することができる。

[0103] （ステップＳ１３０）

次に、ガラス基板２１０が切断（ダイシング）され、位相差板が製造される。前述のように、この際には、複屈折領域パターン内の圧縮応力が残留する部分を通るようにして、ガラス基板２１０を切断することにより、切断の際に、切断部分に割れやクラックが生じることを有意に抑制することができる。

[0104] 以上の工程により、切断面に割れやクラックのない、チップ化された小型の位相差板を製造することができる。

[0105] 図９（ａ）には、本発明による方法により製造された位相差板９００の概略的な上面図を示す。また、図９（ｂ）には、この位相差板９００の、破線Ｌ２に沿った領域での概略的な応力分布を示す。

[0106] 図９（ａ）に示すように、この位相差板９００は、一つの方向（Ｙ方向）に沿ってガラス基板９１０の一つの端面９２５Ａから他の端面９２５Ｂまで、連続的に延伸する複屈折領域９３０を有する。

[0107] ここで、前述のように、本発明では、複屈折領域９３０を形成するための

レーザ光として、出力変調されたレーザ光が使用される。また、複屈折領域パターンは、圧縮応力部分を横断するようにして切断される。

[0108] このため、図９（ｂ）に示すように、得られた位相差板９００の端面９２５Ａおよび端面９２５Ｂの、複屈折領域９３０に相当する部分９３１Ａ、９３１Ｂには、残留圧縮応力が存在しており、比較的高い強度を有する位相差板９００が得られる。

[0109] また、得られた位相差板９００において、複屈折領域９３０は、比較的均一なリタデーション分布を有し得る。

[0110] 例えば、本発明の方法によって製造された位相差板９００では、位相差板９００の中心９０１Ｃを中心として、複屈折領域９３０の延伸方向（Ｙ方向）に沿った±２５０μｍの領域（すなわちトータル５００μｍの長さの領域）において、リタデーション分布の変動を±５％以内に抑制することができる。また、複屈折領域９３０の延伸方向に対して垂直な方向（Ｘ方向）に沿った±２５０μｍの領域（すなわちトータル５００μｍの長さの領域）においても、リタデーション分布の変動を±５％以内に抑制することができる。

[0111] このような位相差板９００は、光ピックアップ装置の１／４波長板または１／２波長板等として利用することができる。

[0112] （本発明による位相差板の適用例）

前述の方法で製造された位相差板は、光ピックアップ装置用の１／４波長板および／または１／２波長板として利用することができる。

[0113] 図１０には、そのような光ピックアップ装置の概略図を示す。

[0114] 図１０において、光ピックアップ装置１０００は、例えば青色ＬＤ（波長４０５ｎｍ）のようなレーザ光源１０１０と、１／２波長板１０２０と、偏光ビームスプリッタ１０３０と、１／４波長板１０５０と、ブルーレイディスクのような光記録媒体１０７０と、フォトダイオード１０９０とを備える。

[0115] なお、光記録媒体１０７０は、ＣＤまたはＤＶＤのような光記録媒体であっても良い。この場合、レーザ光源１０１０は、波長７８０ｎｍ（ＣＤの場

合）または波長６５０ｎｍ（ＤＶＤの場合）の光源であっても良い。

[0116] １／２波長板１０２０は、特定波長（例えば、青色レーザ光の場合４０５ｎｍ）の直交する２つの偏光成分の間に、λ／２の光路差（ すなわちπの位相差）を与えるための部材である。１／４波長板１０５０は、特定波長（例えば、青色レーザ光の場合４０５ｎｍ）の直交する２つの偏光成分の間に、λ／４の光路差（ すなわちπ／２の位相差）を与えるための部材である。

[0117] 光ピックアップ装置１０００において、レーザ光源１０１０から放射された直線偏光（紙面平行）の光１０１２は、１／２波長板１０２０を通り、ここで直線偏光の偏光面が回転される。光１０１２は、さらに、偏光ビームスプリッタ１０３０およびコリメートレンズ１０４０を通り、１／４波長板１０５０の方に誘導される。

[0118] １／４波長板１０５０を通過した光１０１２は、ここで直線偏光から円偏光に偏光された後、対物レンズ１０６０により光記録媒体１０７０に照射される。

[0119] 次に、光記録媒体１０７０から反射された光１０１３は、同じ光路を通り、１／４波長板１０５０の方に誘導される。ここで光１０１３は、直線偏光（紙面垂直）に偏光され、その後、偏光ビームスプリッタ１０３０に照射され、レンズ１０８０を介してフォトダイオード１０９０に誘導される。フォトダイオード１０９０により、光記録媒体１０７０の情報が読み取られる。

[0120] ここで、１／２波長板１０２０および／または１／４波長板１０５０は、本発明による方法で製造された位相差板で構成されている。すなわち、１／２波長板１０２０および／または１／４波長板１０５０は、複屈折領域のリタデーション分布が有意に抑制されている。このため、この光ピックアップ装置１０００では、１／２波長板１０２０および／または１／４波長板１０５０から出射される光を、所望の偏光状態に調整することが可能となり、波面収差を抑制できる。

実施例

[0121] 次に、本発明による実施例について説明する。

[0122] （実施例１）

図８に示したような装置を用いて、以下の手順で位相差板を製作した。

[0123] まず、板厚が１ｍｍのガラス基板（ボロシリケートガラス）を準備した。

[0124] 次に、このガラス基板の上部から、レンズ（ＮＡ＝０．６）を介して、一連のレーザ光を照射後、第１の方向に走査して、ガラス基板内に複屈折領域を形成した。走査速度は、２ｍｍ／秒とした。

[0125] レーザ光源には、波長が３５５ｎｍのコヒレント製ＡＶＩＡ－Ｘを使用した。なお、レーザビームは、回折光学素子により、５つのレーザ光に分岐させた。各レーザ光は、レンズによりガラス基板内で集光された（理論スポット直径０．５μｍ）。各レーザ光の焦点は、ガラス基板内で直線状に配置され、ガラス基板内での各焦点同士の間隔は、１５０μｍであった。

[0126] 各レーザ光の出力波形は、図５に示す形態とした。ここで、レーザ光の出力最小値P_{min}は、ゼロとし、期間t_1は、１ｓｅｃとした。また、レーザ光の出力最大値P_{max}は、１４Ｗとし、期間t_2は、１ｓｅｃとした。さらに、出力値P_Aは、１０．５Ｗとし、その期間t_3は、１ｓｅｃとした。

[0127] なお、レーザ光の走査は、１回のみとした。

[0128] これにより、ガラス基板内に複屈折領域のパターンが形成された。

[0129] 図１１には、レーザ光の走査方向における複屈折領域パターン（１周期分）のリタデーション分布の測定結果の一部を示す。また、図１２には、参考のため、レーザ光の走査方向に垂直な方向（以下、「（レーザ光の）幅方向」と称する）における複屈折領域パターンのリタデーション分布の測定結果の一例を示す。

[0130] このリタデーションの測定には、Ｃｒｉ社製の複屈折イメージングシステムＡｂｒｉｏを使用した。この方法では、サンプルの前方に光源と円偏光フィルタとを配置し、サンプルの後方に楕円偏光解析器とＣＣＤカメラとを配置した構成が使用される。この構成において、楕円偏光解析器内の液晶光学素子の状態を変化させ、楕円偏光解析器を通過した複数の画像をＣＣＤカメラで取得し、これらの画像を比較計算することにより、発生したリタデーシ

ョンを定量化することができる。

[0131] 図１１から明らかなように、複屈折領域パターンには、第１のリタデーションのピークＱ１（約８００μｍの位置）、リタデーションの平坦部分Ｑ２（約２０００μｍ～約４５００μｍの位置）および第２のリタデーションのピークＱ３（約５０００μｍの位置）が認められる。これらは、それぞれ、前述の第１の圧縮応力のピークＰ１、第２の引張応力の平坦部分Ｂ２、および第２の圧縮応力のピークＰ２に相当する。

[0132] なお、図１２から明らかなように、レーザ光の幅方向においても、複屈折領域パターンには、第１のリタデーションのピークＱ４（約１７００μｍの位置）、リタデーションの平坦部分Ｑ５（約２１００μｍ～約２９００μｍの位置）および第２のリタデーションのピークＱ６（約３２００μｍの位置）が認められる。

[0133] 次に、このガラス基板をレーザ光の走査方向および幅方向に沿って切断した。走査方向におけるガラス基板の切断箇所は、図１１において、矢印Ｓ１およびＳ２で示した位置とした。また、幅方向おけるガラス基板の切断箇所は、図１２において、矢印Ｓ３およびＳ４で示した位置とした。

[0134] これにより、縦（走査方向）約５ｍｍ、横（幅方向）約５ｍｍの寸法の位相差板が得られた。なお、位相差板の切断面には、特にワレやクラック等は認められず、健全な状態であった。

[0135] 図１３には、得られた位相差板の走査方向における、複屈折領域内のリタデーション分布の測定結果を示す。また、図１４には、得られた位相差板の幅方向における、複屈折領域内のリタデーション分布の測定結果を示す。図１３および図１４において、矢印の位置が位相差板の端面を示している。

[0136] 図１３から、複屈折領域は、走査方向において、第１のリタデーションのピークＱ１および第２のリタデーションのピークＱ３の位置で切断されており、位相差板の端面には、圧縮応力が生じていることがわかる。同様に、図１４から、複屈折領域は、幅方向においても、圧縮応力部分で切断されており、位相差板の端面には、圧縮応力が生じていることがわかる。

[0137] 図１５には、図１３における平坦部分Ｑ２の部分の拡大図を示す。また、図１６には、図１４における平坦部分Ｑ５の部分の拡大図を示す。

[0138] 図１５から、位相差板は、走査方向において、５００μｍの長さの広い領域にわたって、リタデーション分布の変動が±５％以内に抑えられていることがわかる。同様に、図１６から、位相差板は、幅方向において、５００μｍの長さの広い領域にわたって、リタデーション分布の変動が±５％以内に抑えられていることがわかる。

[0139] このように、本発明による方法で得られた位相差板では、複屈折領域に、縦横５００μｍのの長さの広い範囲にわたって、比較的均一なリタデーション分布が得られることがわかった。

[0140] （実施例２）

実施例１と同様の方法により、位相差板を作製した。

[0141] ただし、この実施例２では、各レーザ光のレーザ出力波形において、レーザ光の出力最小値P_{min}を７Ｗとした。

[0142] その他の条件は、実施例１のものと同様である。

[0143] 位相差板の切断面には、特にワレやクラック等は認められず、健全な状態であった。

[0144] 図１７には、ガラス基板を切断した後の、レーザ光の走査方向における複屈折領域のリタデーション分布の測定結果を示す。また、図１８には、ガラス基板を切断した後の、レーザ光の幅方向における複屈折領域のリタデーション分布の測定結果を示す。図１７および図１８において、矢印の位置が位相差板の端面を示している。

[0145] これらの結果から、実施例２の位相差板においても、複屈折領域の各端面には、圧縮応力が生じていることがわかる。

[0146] （実施例３）

実施例１と同様の方法により、位相差板を作製した。

[0147] ただし、この実施例３では、各レーザ光のレーザ出力波形は、図３に示す形態とした。なお、レーザ光の出力最大値P_{max}は、１４Ｗとし、各時間t_1

およびt_2は、いずれも２ｓｅｃとした。

[0148] その他の条件は、実施例１のものと同様である。

[0149] 位相差板の切断面には、特にワレやクラック等は認められず、健全な状態であった。

[0150] 図１９には、ガラス基板を切断した後の、レーザ光の走査方向における複屈折領域のリタデーション分布の測定結果を示す。また、図２０には、ガラス基板を切断した後の、レーザ光の幅方向における複屈折領域のリタデーション分布の測定結果を示す。図１９および図２０において、矢印の位置が位相差板の端面を示している。

[0151] これらの結果から、実施例３の位相差板においても、複屈折領域の各端面には、圧縮応力が生じていることがわかる。

[0152] （実施例４）

実施例１と同様の方法により、位相差板を作製した。

[0153] ただし、この実施例４では、各レーザ光のレーザ出力波形は、図２に示す形態とした。レーザ光の出力最大値P_{max}は、１４Ｗとし、レーザ光の出力最小値P_{min}は、７Ｗとし、各時間t_1およびt_2は、いずれも２ｓｅｃとした。

[0154] その他の条件は、実施例１のものと同様である。

[0155] 位相差板の切断面には、特にワレやクラック等は認められず、健全な状態であった。

[0156] 図２１には、ガラス基板を切断した後の、レーザ光の走査方向における複屈折領域のリタデーション分布の測定結果を示す。また、図２２には、ガラス基板を切断した後の、レーザ光の幅方向における複屈折領域のリタデーション分布の測定結果を示す。図２１および図２２において、矢印の位置が位相差板の端面を示している。

[0157] これらの結果から、実施例４の位相差板においても、複屈折領域の各端面には、圧縮応力が生じていることがわかる。

[0158] このように、本発明による位相差板の製造方法では、ガラス基板を切断する際に、切断部分に割れやクラックが生じ難いことが確認された。また、本

発明による方法で製造された位相差板は、複屈折領域に圧縮応力が残存しており、高強度であるとともに、比較的均一なリタデーション分布を有することが確認された。

産業上の利用可能性

[0159] 本発明は、位相差板、１／２波長板、１／４波長板、光ピックアップ素子、およびアイソレータ等の光学部品に適用することができる。

[0160] 本出願を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、２０１１年６月２日出願の日本特許出願（特願２０１１−１２４０６５）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

[0161] １ ガラス基板

２ レーザ光

３ レンズ

４ 複屈折領域

１１０ ガラス基板

１２５Ａ、１２５Ｂ、１２５Ｃ、１２５Ｄ、１２５Ｅ レーザ光の出力波形

１４５ 複屈折領域

１４７ 非複屈折領域

１４８ 前端部

１４９ 後端部

１５０ 複屈折領域のパターン

２００ 装置

２１０ ガラス基板

２２０ レーザ光

２３０ レンズ

２５０　回折光学素子

２６０Ａ、２６０Ｂ、２６０Ｃ　分岐レーザ光

２７０Ａ、２７０Ｂ、２７０Ｃ　焦点

２９０、２９０Ａ、２９０Ｂ、２９０Ｃ　複屈折領域パターン

９００　位相差板

９０１Ｃ　中心

９２５Ａ、９２５Ｂ　端面

９３０　複屈折領域

９３１Ａ、９３１Ｂ　部分

１０００　光ピックアップ装置

１０１０　レーザ光源

１０１２、１０１３　光

１０２０　１／２波長板

１０３０　偏光ビームスプリッタ

１０５０　１／４波長板

１０７０　光記録媒体

１０９０　フォトダイオード

Ｂ１　第１の引張応力の平坦部分

Ｂ２　第２の引張応力の平坦部分

Ｐ１　第１の圧縮応力のピーク

Ｐ２　第２の圧縮応力のピーク

請求の範囲

[請求項1] ガラス基板内および／またはガラス基板上に複屈折領域を有する位相差板の製造方法であって、

（ａ）第１および第２の表面を有するガラス基板を準備し、

（ｂ）前記ガラス基板内および／またはガラス基板上に、出力変調されたレーザ光を、前記第１または第２の表面と平行な第１の方向に走査して、前記ガラス基板に、前記第１の方向に沿って、引張応力部分および圧縮応力部分を有する複屈折領域を形成し、

（ｃ）前記ガラス基板を、前記複屈折領域の圧縮応力部分を通るように切断することを特徴とする位相差板の製造方法。

[請求項2] 前記（ｂ）において、前記複屈折領域の圧縮応力部分は、前記第１の方向に沿って、第１の圧縮応力部分および第２の圧縮応力部分を有し、前記複屈折領域の引張応力部分は前記第１及び２の圧縮応力部分の間の引張応力部分を有し、

前記（ｃ）において、前記ガラス基板は、第１の切断位置および第２の切断位置で切断され、前記第１の切断位置として、前記第１の圧縮応力部分が選定され、第２の切断位置として、前記第２の圧縮応力部分が選定される請求項１に記載の位相差板の製造方法。

[請求項3] 前記出力変調されたレーザ光は、時間に対して、レーザ出力がステップ状に増加する部分、および／またはレーザ出力がステップ状に減少する部分を有し、

前記第１の圧縮応力部分は、前記レーザ出力がステップ状に増加するレーザ光を照射することにより発生し、および／または

前記第２の圧縮応力部分は、前記レーザ出力がステップ状に減少するレーザ光を照射することにより発生する請求項２に記載の位相差板の製造方法。

[請求項4] 前記出力変調されたレーザ光は、周期τの繰り返し波形を有する請求項１乃至３のいずれか一つに記載の位相差板の製造方法。

[請求項5] 前記出力変調されたレーザ光は、レーザ出力の最小値および最大値を含み、

前記出力変調されたレーザ光の１周期τは、前記最小値の時間に対する平坦部、および／または前記最大値の時間に対する平坦部を有する請求項４に記載の位相差板の製造方法。

[請求項6] 前記最小値は、０以外の値である請求項５に記載の位相差板の製造方法。

[請求項7] 前記レーザ光は、各焦点が一列に配列された２本以上のレーザ光で構成される請求項１乃至６のいずれか一つに記載の位相差板の製造方法。

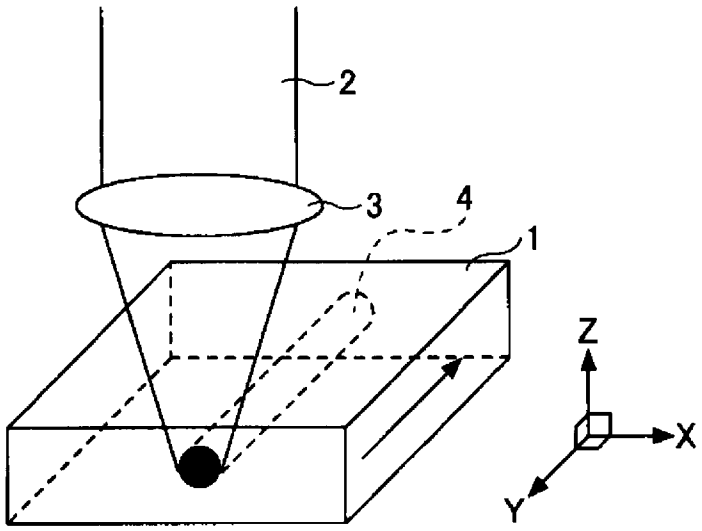
[請求項8] ガラス基板内および／またはガラス基板上に複屈折領域を有する位相差板であって、

前記複屈折領域は、第１の方向に沿って、前記ガラス基板の第１の端面から第２の端面まで延伸されており、

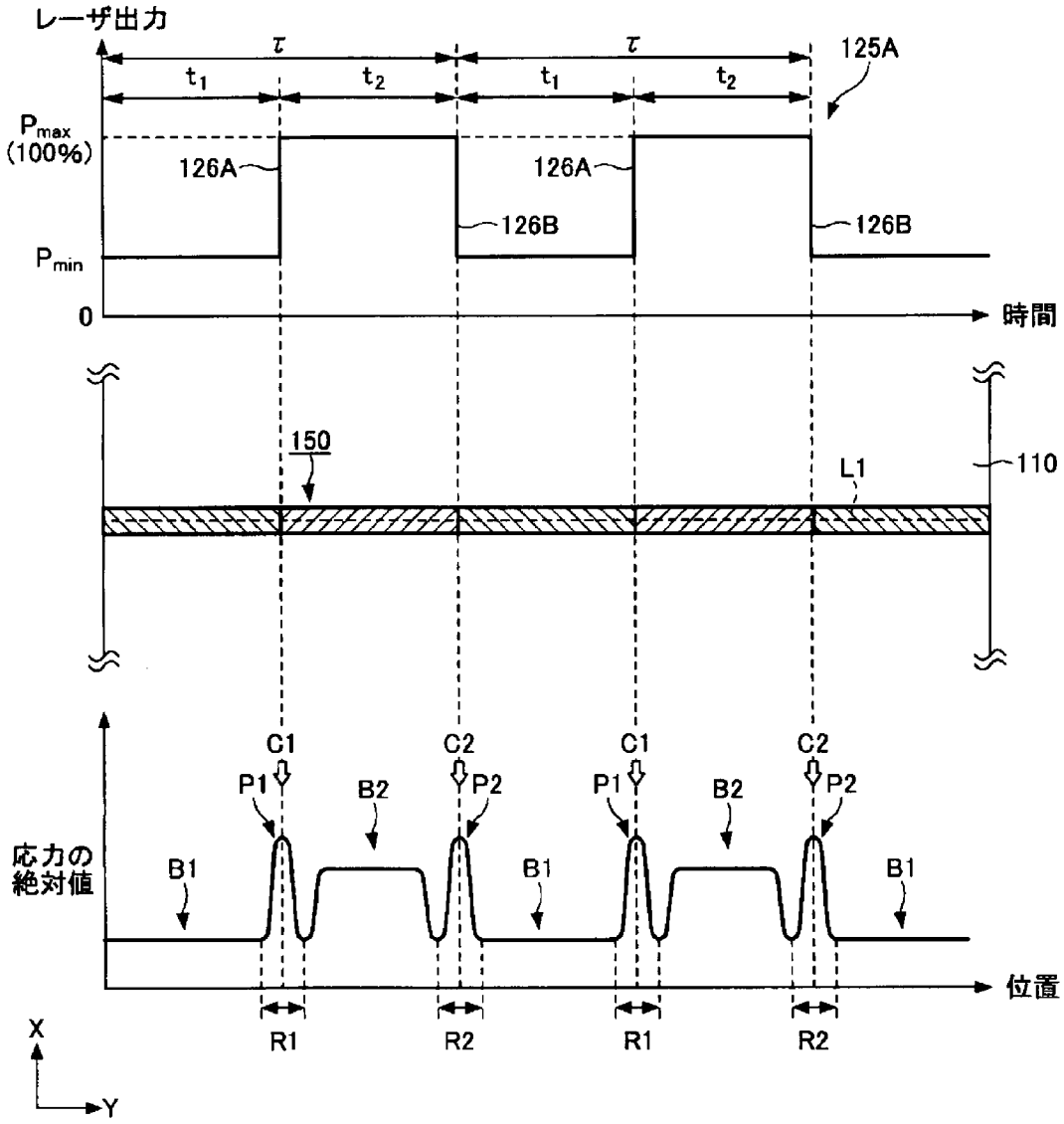
前記複屈折領域は、前記第１の方向に沿った５００μｍの長さの領域でのリタデーション分布の変動が±５％以内であることを特徴とする位相差板。

[請求項9] 前記複屈折領域は、前記第１の方向に垂直な第２の方向に沿った５００μｍの長さの領域でのリタデーション分布の変動が±５％以内である請求項８に記載の位相差板。

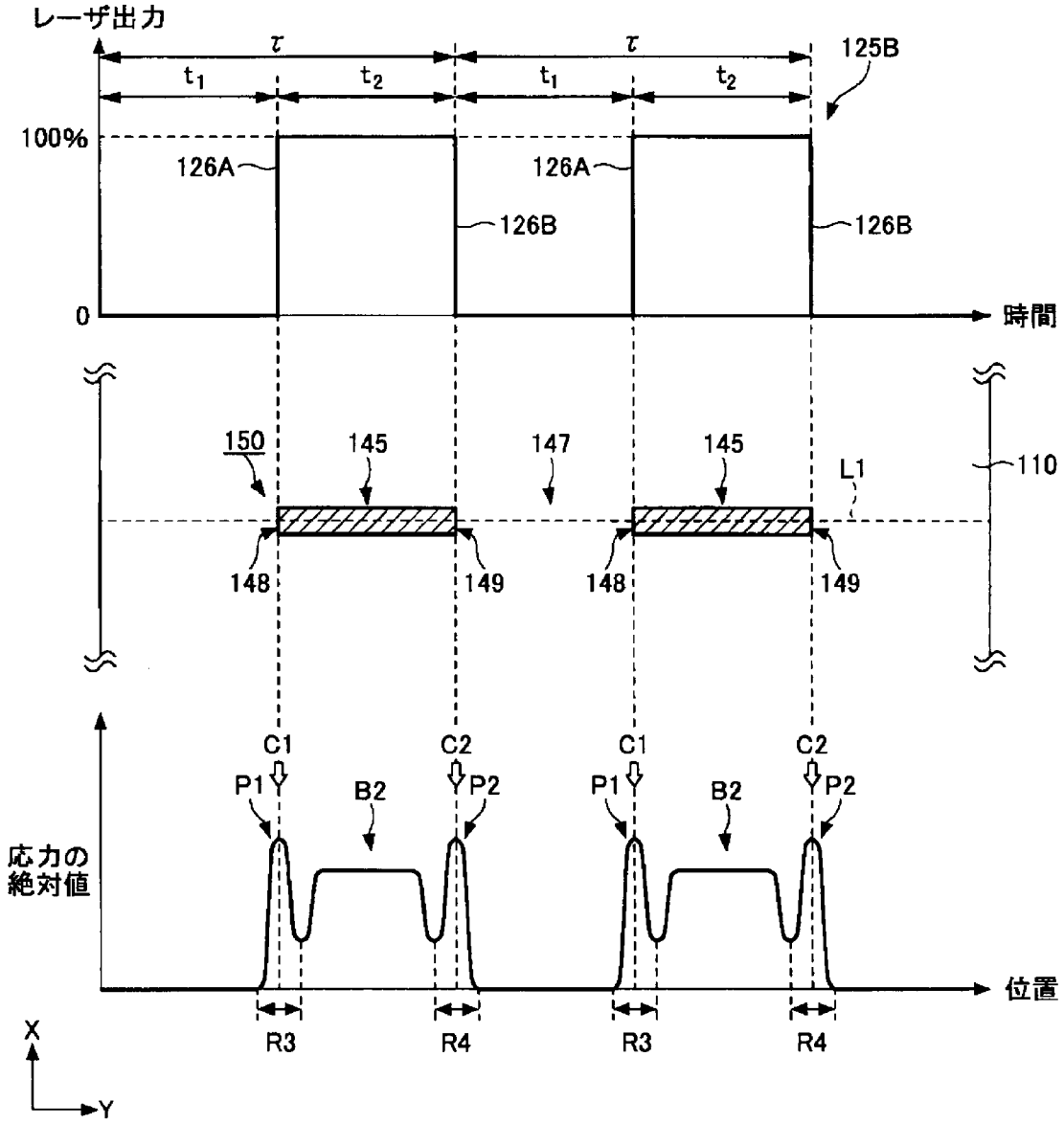
[図1]



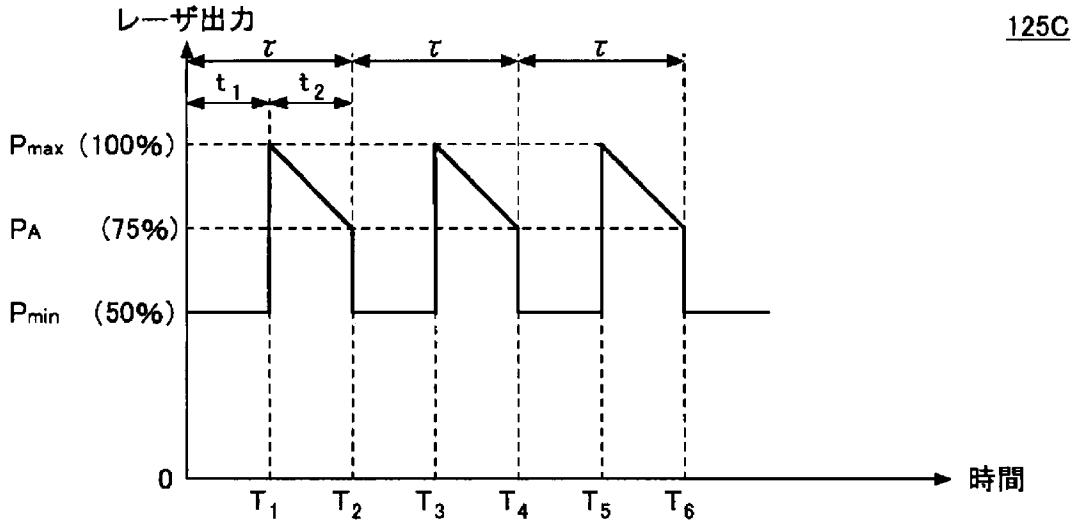
[図2]


レーザ出力
τ
τ
125A
t1
t2
t1
t2
Pmax
(100%)
126A
126A
126B
126B
Pmin
0
時間
150
L1
110
C1
C2
C1
C2
P1
P2
P1
P2
B2
B2
応力の
絶対値
B1
B1
B1
位置
R1
R2
R1
R2
X
Y

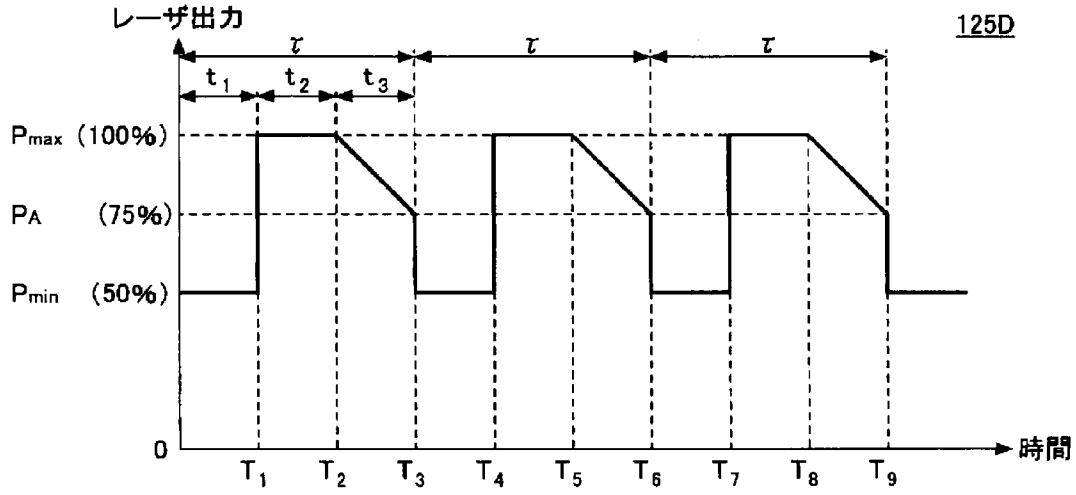
[図3]


レーザ出力
τ
τ
125B
t1
t2
t1
t2
100%
126A
126A
126B
126B
0
時間
150
145
147
145
L1
110
148
149
148
149
C1
C2
C1
C2
P1
B2
P2
P1
B2
P2
応力の
絶対値
位置
R3
R4
R3
R4
X
Y

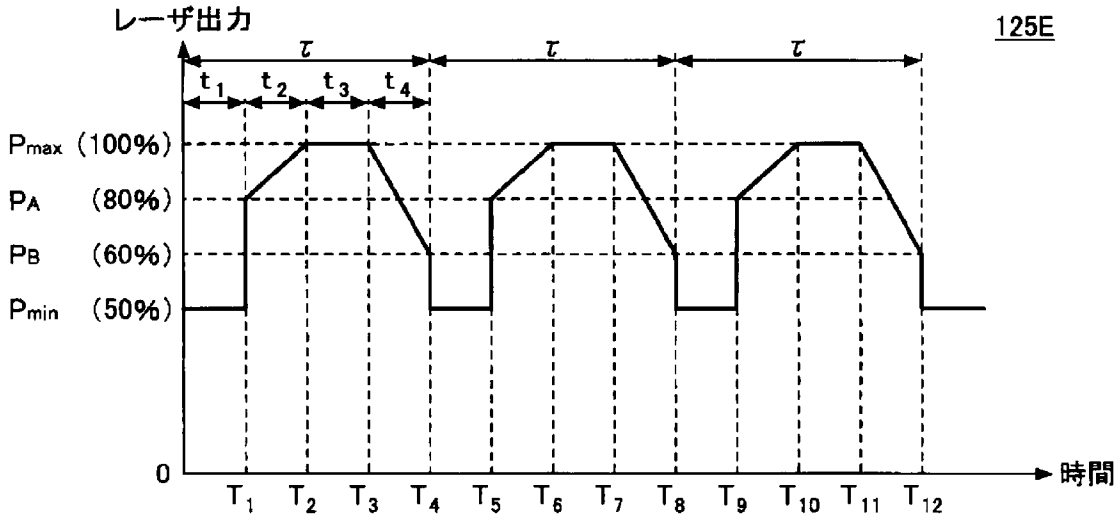
[図4]


レーザ出力
125C
τ
τ
τ
t1
t2
Pmax (100%)
PA (75%)
Pmin (50%)
0
T1
T2
T3
T4
T5
T6
時間

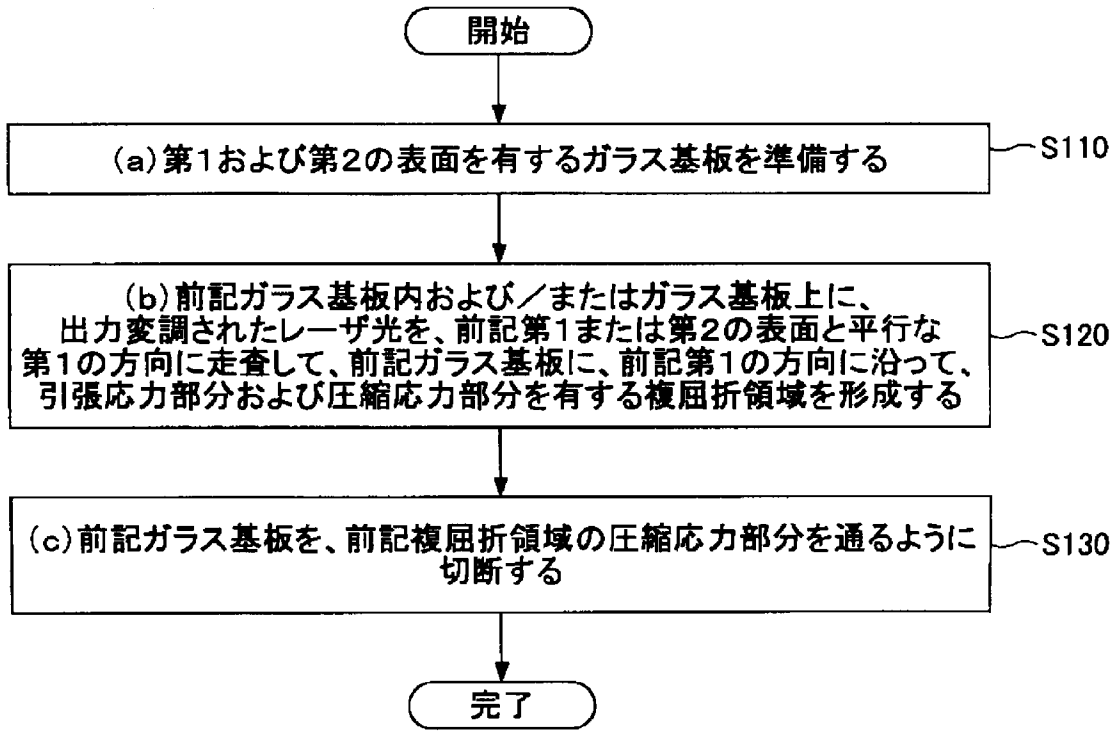
[図5]


レーザ出力
125D
τ
τ
τ
t1
t2
t3
Pmax (100%)
PA (75%)
Pmin (50%)
0
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
時間

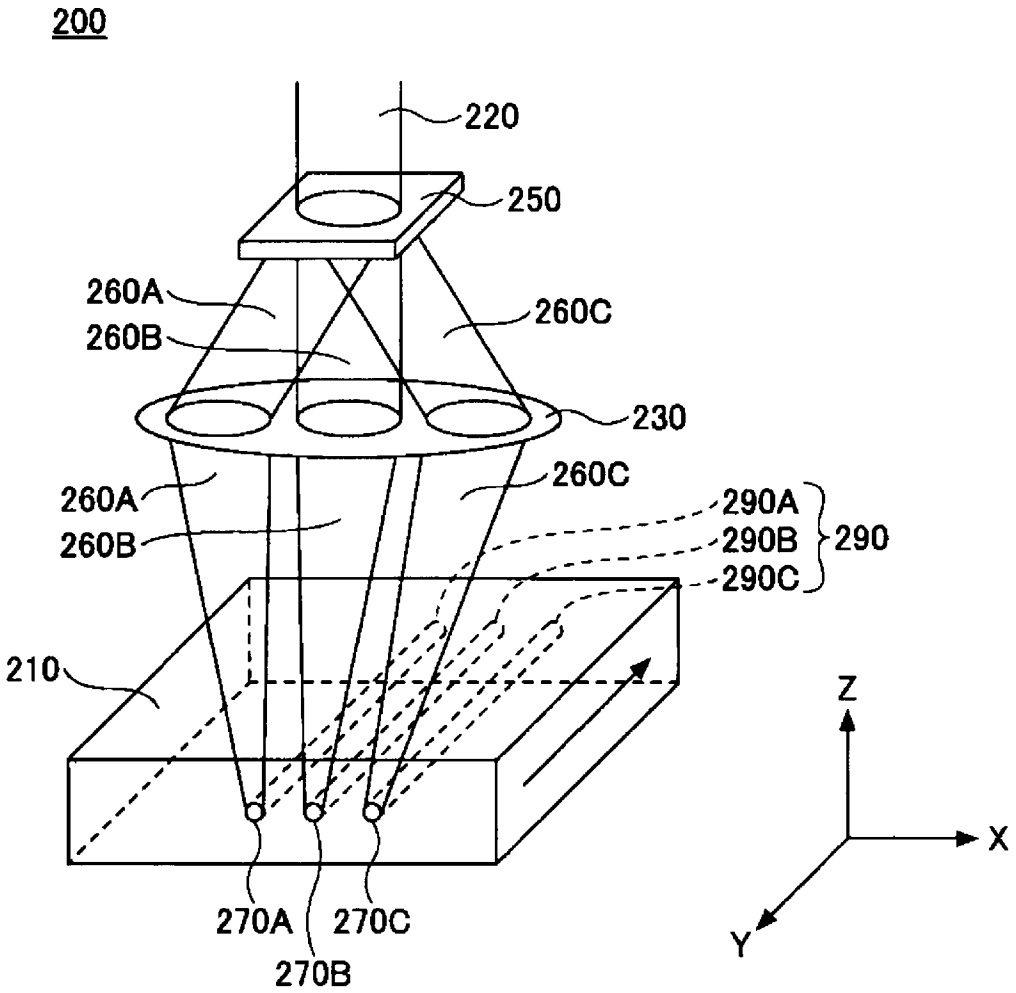
[図6]


レーザ出力
125E
τ
τ
τ
t1
t2
t3
t4
Pmax (100%)
PA (80%)
PB (60%)
Pmin (50%)
0
時間
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12

[図7]

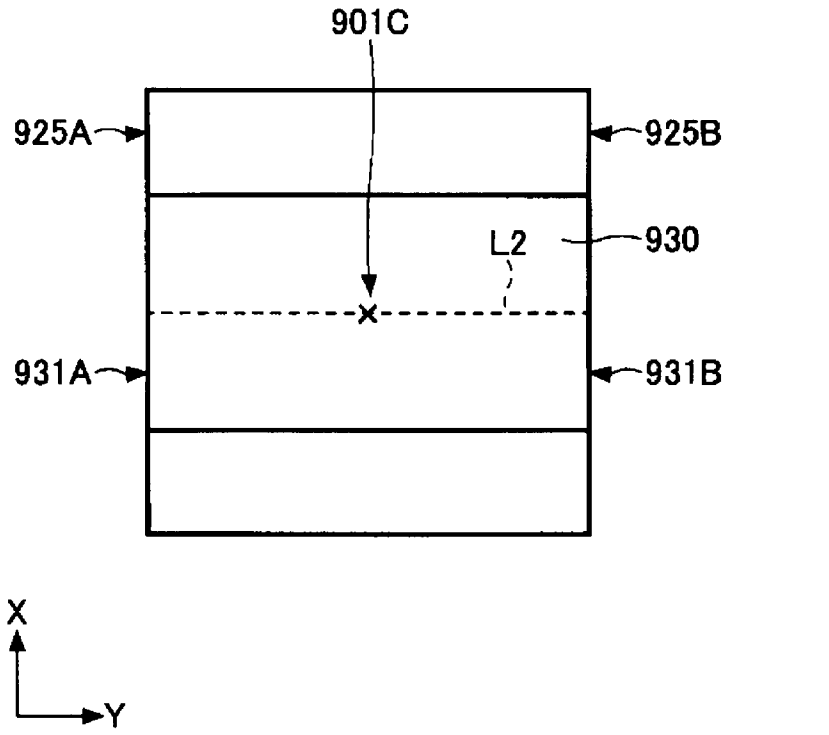

開始
(a)第1および第2の表面を有するガラス基板を準備する
S110
(b)前記ガラス基板内および／またはガラス基板上に、出力変調されたレーザ光を、前記第1または第2の表面と平行な第1の方向に走査して、前記ガラス基板に、前記第1の方向に沿って、引張応力部分および圧縮応力部分を有する複屈折領域を形成する
S120
(c)前記ガラス基板を、前記複屈折領域の圧縮応力部分を通るように切断する
S130
完了

[図8]

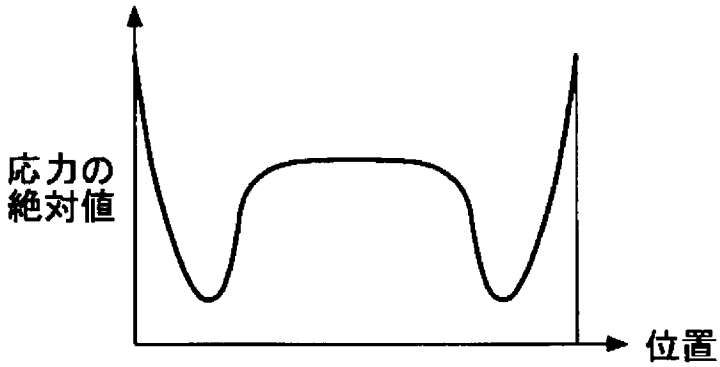

200
220
250
260A
260B
260C
230
260A
260B
260C
290A
290B
290C
290
210
Z
X
Y
270A
270C
270B

[図9]

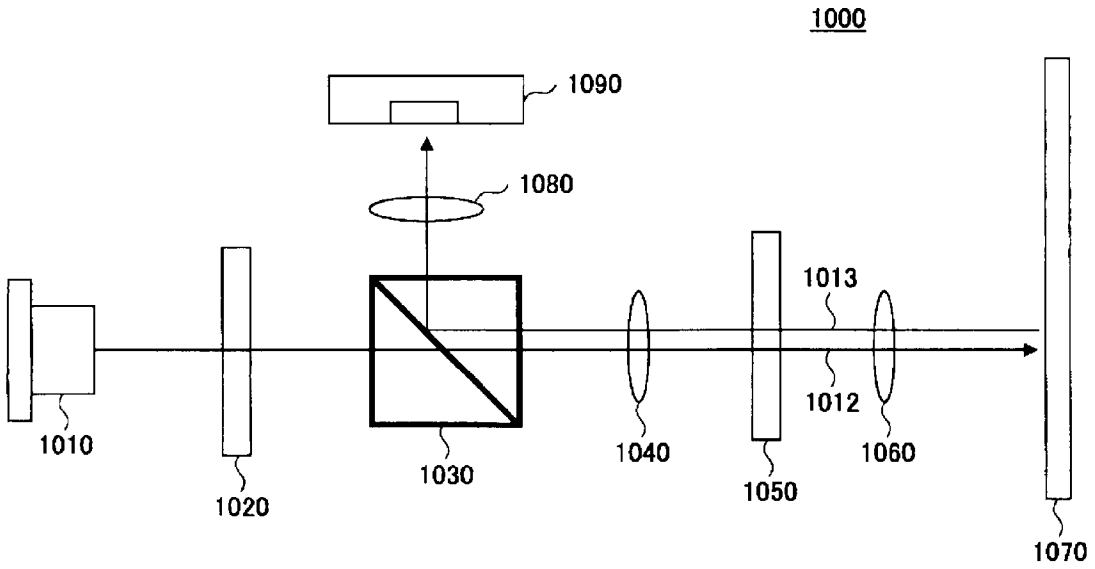
(a)



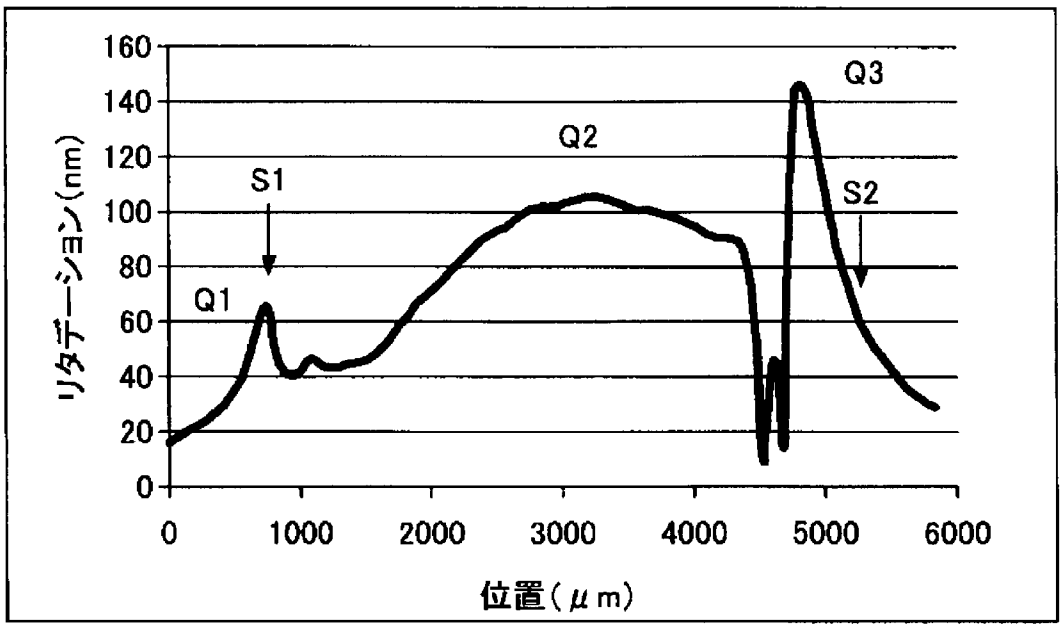
(b)



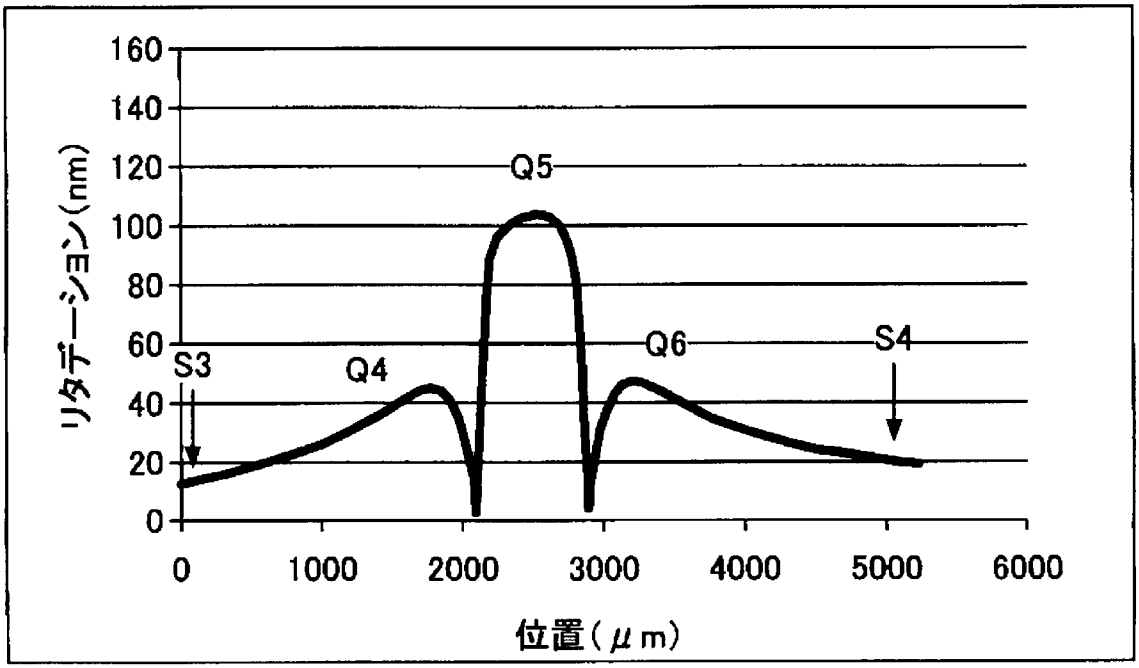
[図10]


1000
1090
1080
1013
1012
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070

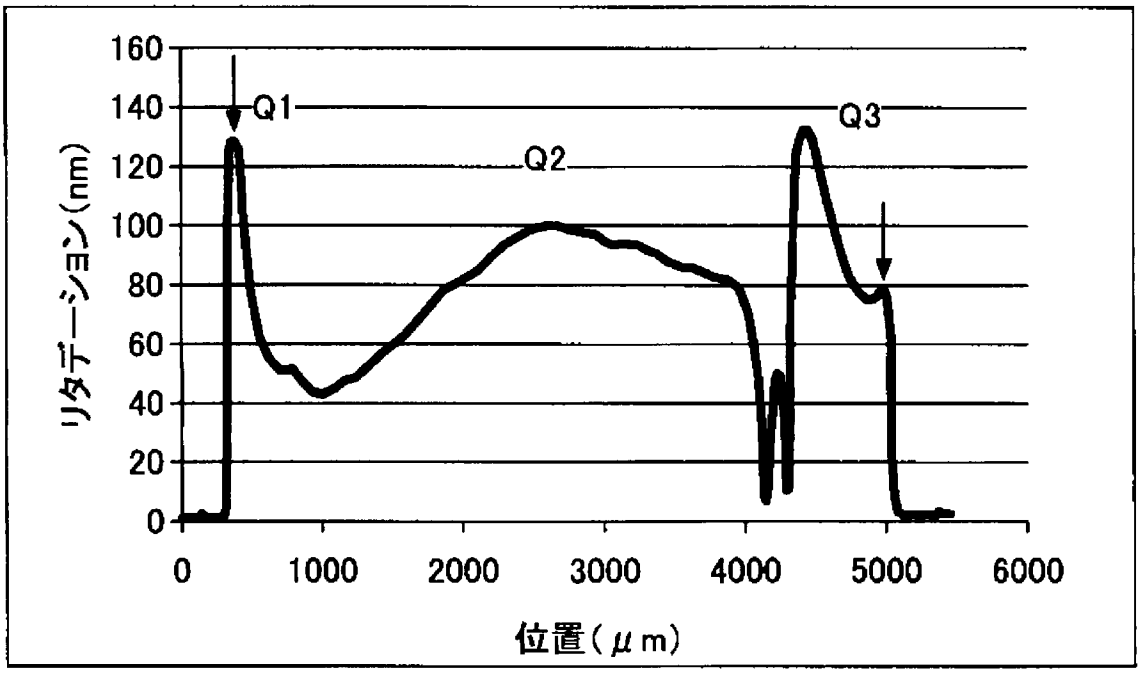
[図11]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
Q1
S1
Q2
Q3
S2
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
位置(μm)

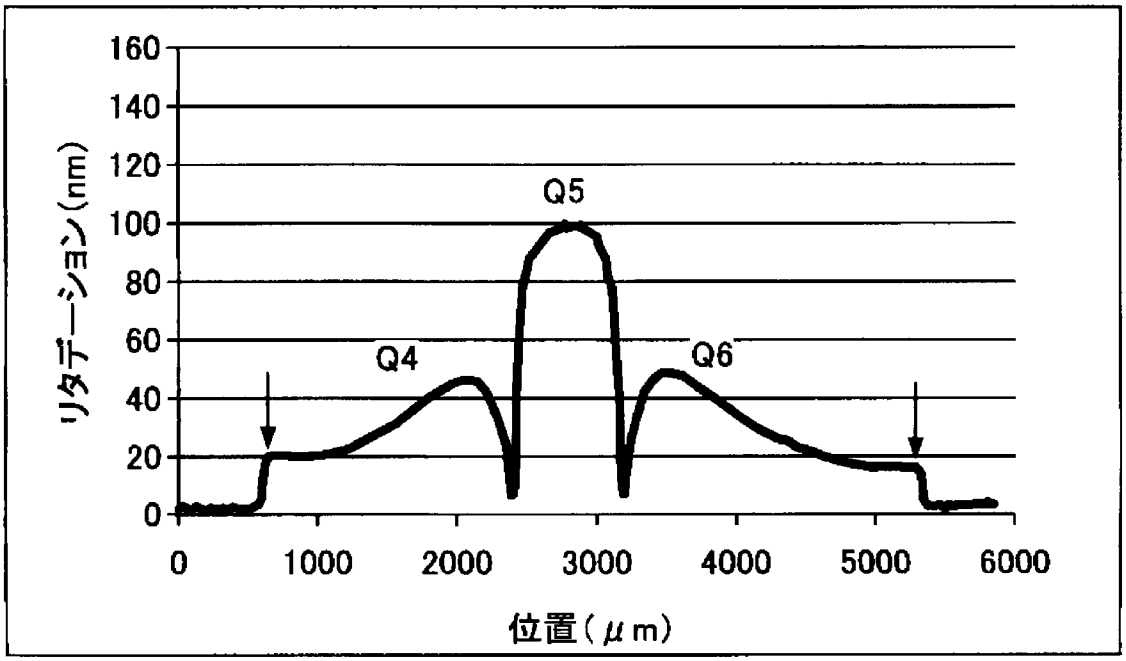
[図12]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
Q5
S3
Q4
Q6
S4
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
位置(μm)

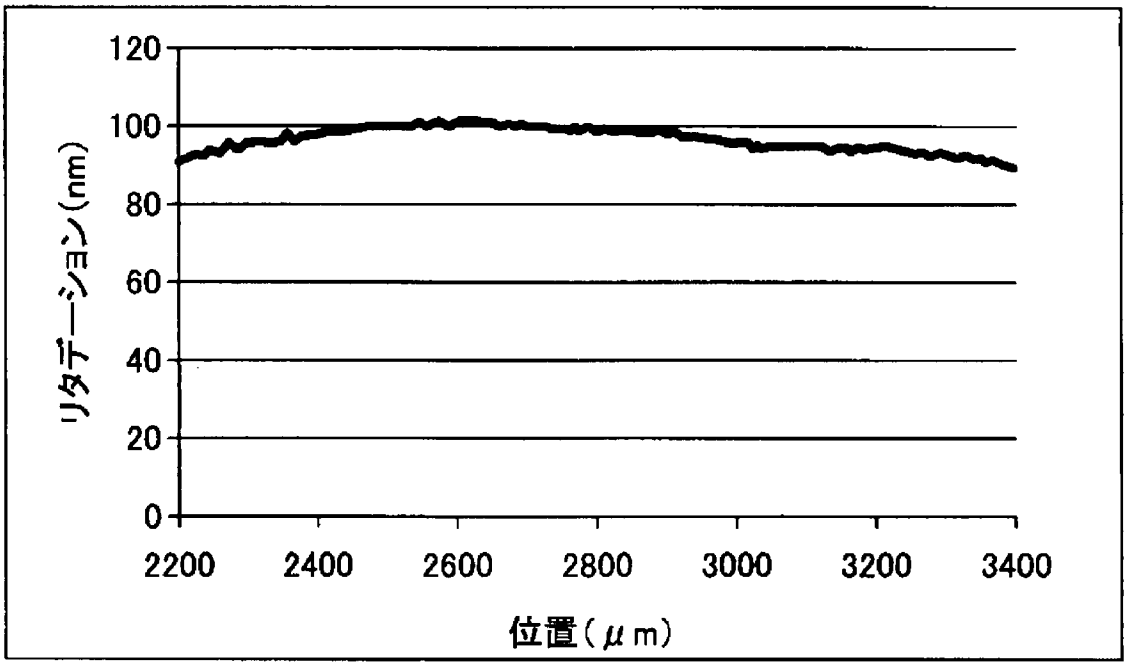
[図13]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
Q1
Q2
Q3
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
位置(μm)

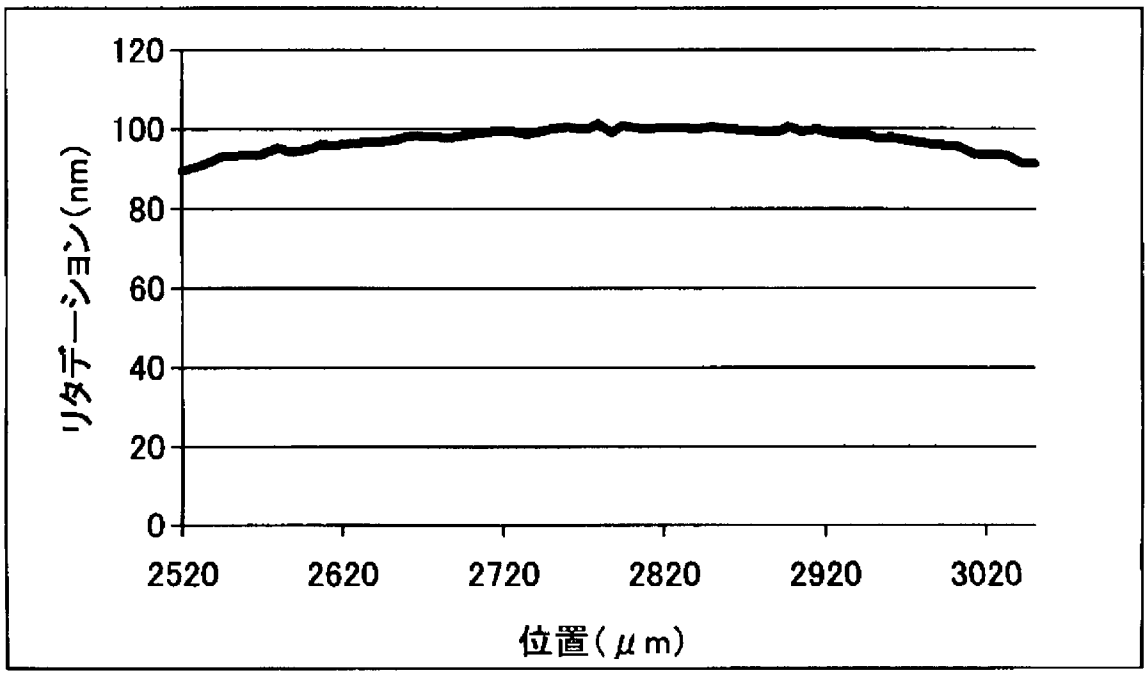
[図14]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
Q4
Q5
Q6
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
位置(μm)

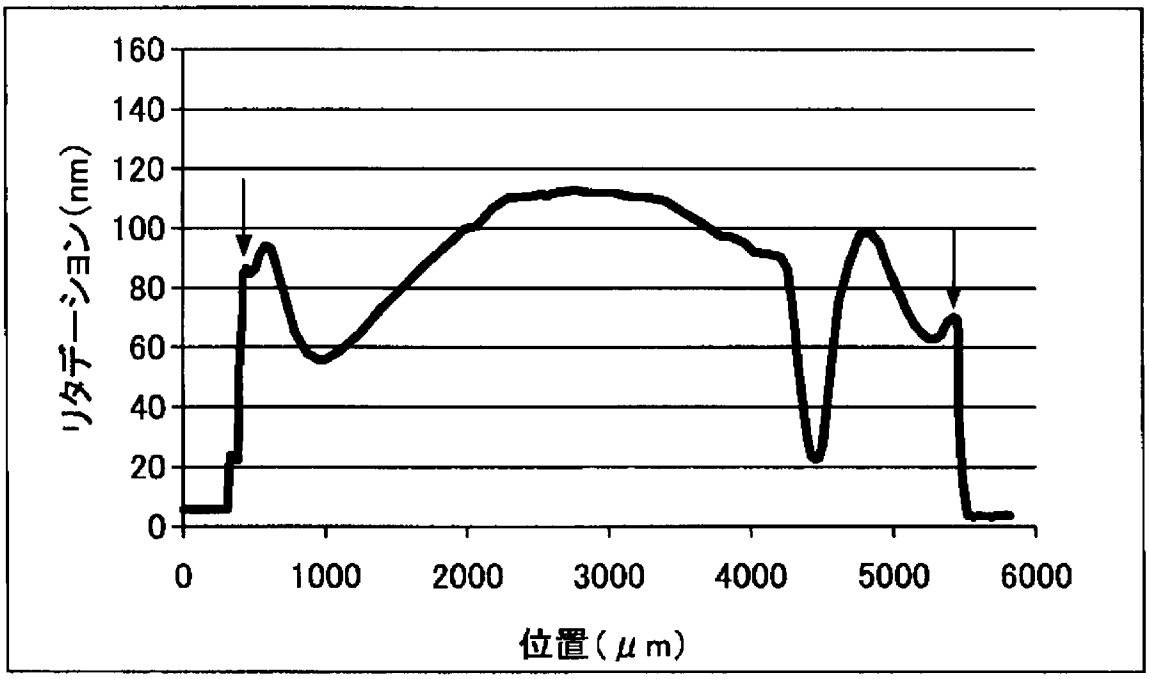
[図15]


120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
2200
2400
2600
2800
3000
3200
3400
位置(μm)

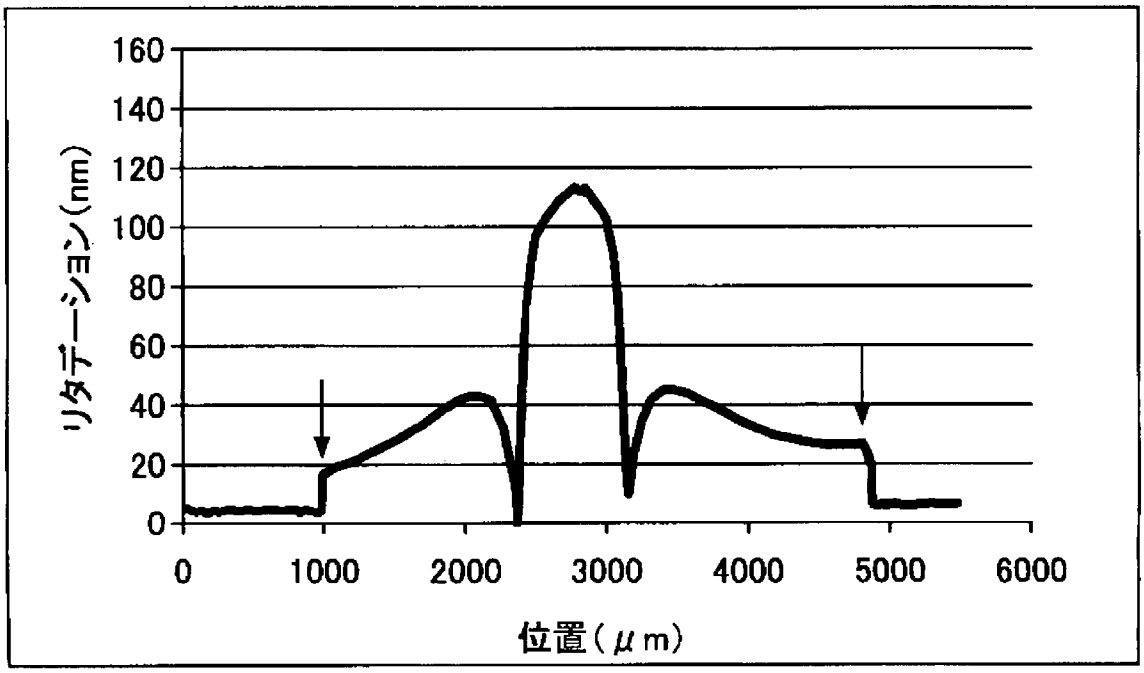
[図16]


120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
2520
2620
2720
2820
2920
3020
位置(μm)

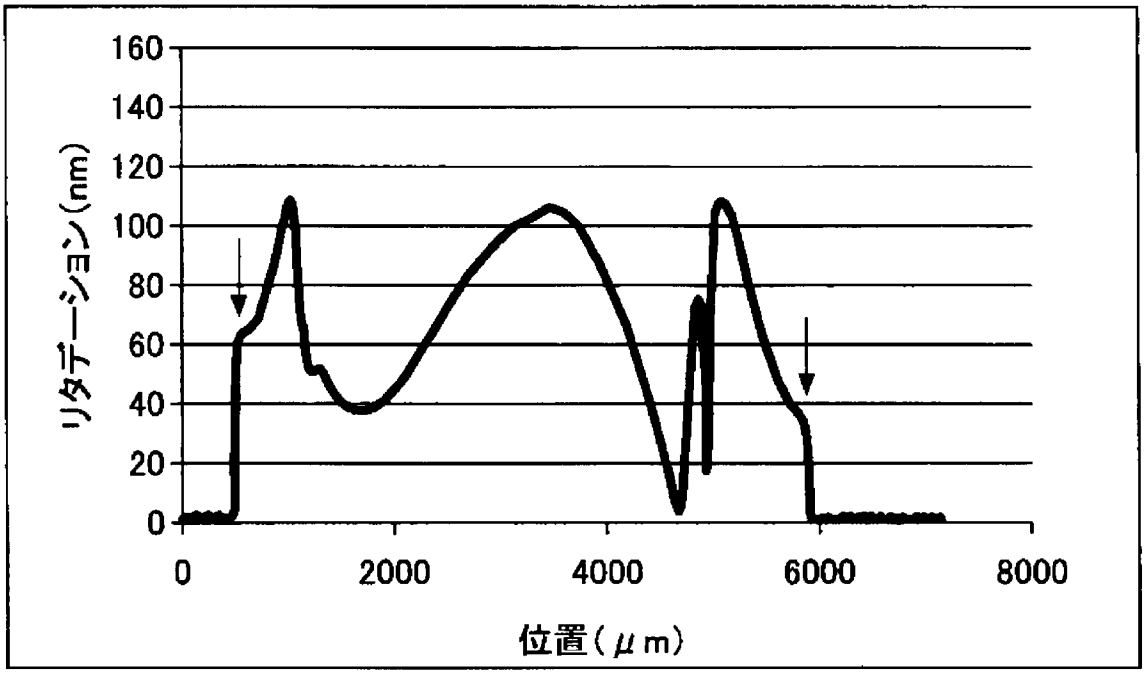
[図17]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
位置(μm)

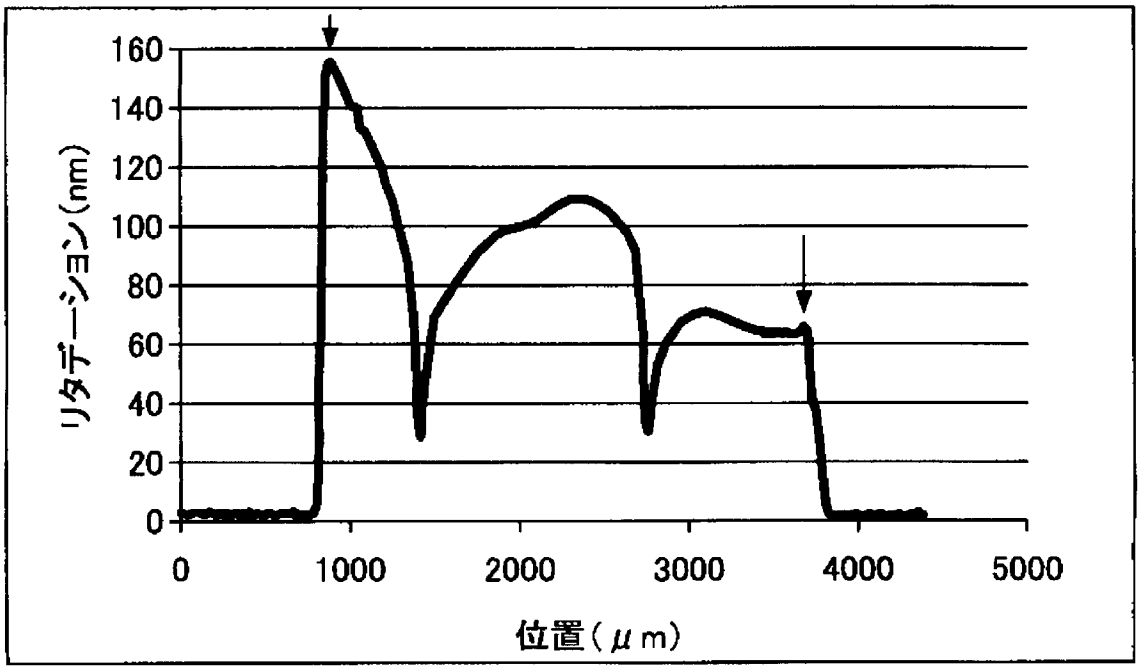
[図18]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
位置(μm)

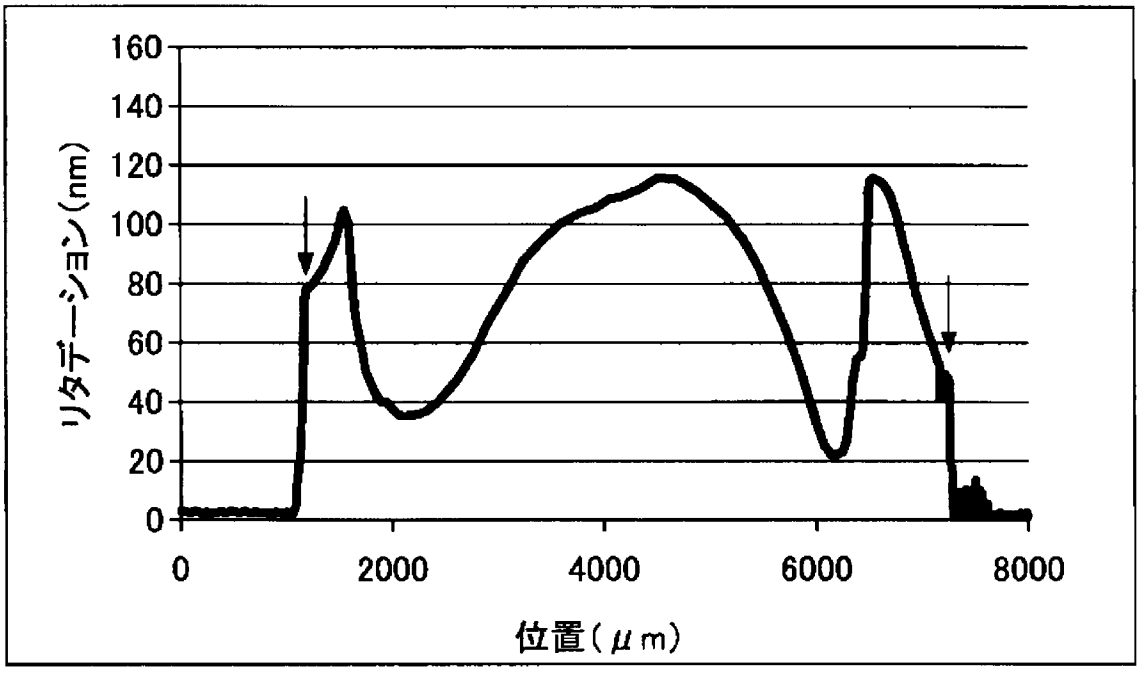
[図19]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
0
2000
4000
6000
8000
位置(μm)

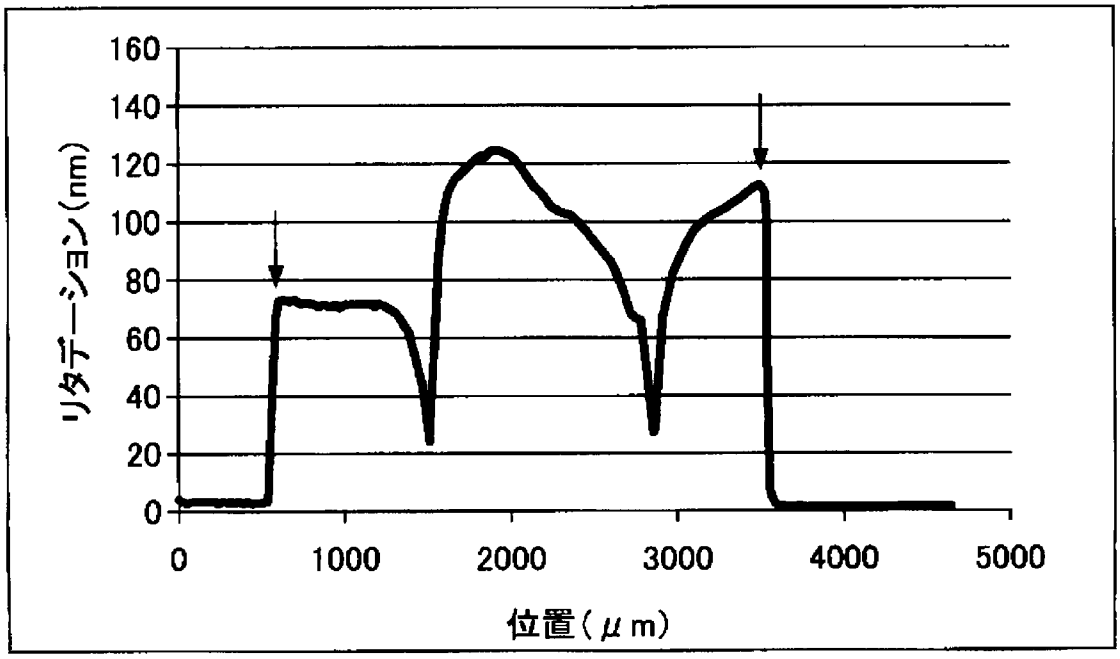
[図20]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
0
1000
2000
3000
4000
5000
位置(μm)

[図21]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
0
2000
4000
6000
8000
位置(μm)

[図22]


160
140
120
100
80
60
40
20
0
リタデーション(nm)
0
1000
2000
3000
4000
5000
位置(μm)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/063816

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B5/30(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)
G02B5/30

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 X	JP 2007-238342 A (Okamoto Glass Co., Ltd.), 20 September 2007 (20.09.2007), claims; paragraphs [0032] to [0036] (Family: none)	1-7 8,9
A	JP 2001-108832 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.), 20 April 2001 (20.04.2001), claim 11 (Family: none)	1-9
A	JP 2002-116336 A (Japan Science and Technology Corp.), 19 April 2002 (19.04.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☐ 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	Date of mailing of the international search report
14 August, 2012 (14.08.12)	28 August, 2012 (28.08.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０６３８１６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B5/30(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B5/30

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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 X	JP 2007-238342 A（岡本硝子株式会社）2007.09.20，特許請求の範囲、【００３２】－【００３６】（ファミリーなし）	1-7 8,9
A	JP 2001-108832 A（リコー光学株式会社）2001.04.20，請求項１１（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2002-116336 A（科学技術振興事業団）2002.04.19，全文全図（ファミリーなし）	1-9

☐　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 １４．０８．２０１２	国際調査報告の発送日 ２８．０８．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　２Ｏ　９１２７ 井上　博之 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１