

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年6月30日(30.06.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/078126 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/139 (2006.01) G02F 1/1337 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/072916
- (22) 国際出願日: 2010年12月20日(20.12.2010)
- (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 2009-294992 2009年12月25日(25.12.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 学校法人東京理科大学(TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE EDUCATIONAL FOUNDATION ADMINISTRATIVE ORGANIZATION) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高頭 孝毅 (TAKATO, Kohki) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 学校法人東京理科大学内 Tokyo (JP). 穂本 光弘(AKIMOTO, Mitsuhiro) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 学校法人東京理科大学内 Tokyo (JP). 篠原 和也 (SHINOHARA, Kazuya) [JP/JP]; 〒7470836 山口県防府市植松816-4 Yamaguchi (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之(SHOBAYASHI, Masayuki); 〒1700013 東京都豊島区東池袋1丁目25番8号 タカセビル本館 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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: TN LIQUID CRYSTAL ELEMENT, AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: TN型液晶素子及びその製造方法

(57) Abstract: Provided is a TN liquid crystal element which is stable as a TN liquid crystal, and which has a fast response speed when being switched off. Also provided is a method for producing said TN liquid crystal element. The TN liquid crystal element is provided with: a pair of substrates, at least one of which is transparent, and which are arranged approximately in parallel; a pair of alignment films, the surface of which is subjected to alignment processing so that the liquid crystal molecules within a liquid crystal material would face the same direction, and which are disposed on the opposing surface in relation to the pair of substrates; and a liquid crystal layer which is disposed between the pair of alignment films, and which contains a liquid crystal material and a chiral agent. An angle (α) formed by the alignment processing direction of the pair of alignment films is 70° to 110° , and said alignment processing direction is a direction which forms a uniformed twist structure when the liquid crystal layer is twisted as much as the abovementioned angle (α). Moreover, an STN liquid crystal having a stable torsion angle of $\alpha+180^\circ$ in an electroless state is polymer-stabilized as a TN liquid crystal having a torsion angle of α ($^\circ$).

(57) 要約: TN型液晶の状態で安定であり、かつ、立ち下がりの応答速度が高速化されたTN型液晶素子及びその製造方法を提供する。本発明に係るTN型液晶素子は、略平行に配置され、少なくとも一方が透明な1組の基板と、1組の基板の対向面に設けられ、液晶材料中の液晶分子が同一方向を向くように表面に配向処理が施された1組の配向膜と、1組の配向膜の間に配置された、液晶材料及びカイラル剤を含む液晶層と、を備え、1組の配向膜の配向処理方向のなす角 α は 70° ~ 110° 度であり、かつ、その配向処理方向は、液晶層が上記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向であり、無電界状態で安定なねじれ角 $\alpha+180^\circ$ (度)のSTN型液晶が、ねじれ角 α (度)のTN型液晶として高分子安定化されている。

WO 2011/078126 A1

明 細 書

発明の名称： TN型液晶素子及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、TN型液晶素子及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 液晶素子は、近年、携帯電話用途の小型のものから液晶テレビジョン用途の大型のものまで、その市場を拡大してきている。

この液晶素子は、上下基板の配向処理方向が90度ねじれた構造をもつ、いわゆるTN (Twisted Nematic) 型液晶素子を中心に発展してきたが、大型テレビジョン等の視野角が特に要求される分野では、MVA (Multi domain Vertical Aligned)、IPS (In Plane Switching) 等の方式が主流になりつつある。しかしながら、TN方式には他方式に比べてセル厚の変化に対して透過率の変化（ギャップムラ）が少ない等の利点があり、パーソナルコンピュータ用途など、特に視野角の要求が厳しくない用途に用いられている。

さらに近年、TN型液晶の視野角を拡大することのできるワイドビューフィルムと呼ばれる光学フィルムと組み合わせることにより、TN型液晶素子も26インチ程度までのテレビジョン用途に用いられるようになっており、26インチまでの大きさの液晶テレビジョンでは既に80%がTN型液晶になっている。

[0003] 一般に、テレビジョン用途の液晶素子には特に高速応答性が求められる。

TN型液晶の応答速度は下記式(1)、(2)で表される。

[0004] [数1]

$$\tau_{on} = \frac{\gamma_1 d^2}{\epsilon_0 \Delta \epsilon (V - V_{th})} \quad \dots (1)$$

$$\tau_{off} = \frac{\gamma_1 d^2}{K \pi^2} \quad \dots (2)$$

[0005] ここで、 τ_{on} は立ち上がり（電圧無印加状態から電圧印加状態への応答）

の応答時間を示し、 τ_{off} は立ち下がり（電圧印加状態から電圧無印加状態への応答）の応答時間を示す。

また、 γ_1 は液晶材料の回転粘性、 ϵ_0 は真空の誘電率、 $\Delta\epsilon$ は誘電率異方性、 d は液晶層の厚さ、 V は印加電圧、 V_{th} は閾値電圧、 K は液晶材料の弾性率をそれぞれ示す。TN型液晶では、 $K = K_{11} - 0.5K_{22} + 0.25K_{33}$ であり、 K_{11} 、 K_{22} 、 K_{33} はスプレイ変形、ツイスト変形、ベンド変形に関する弾性率をそれぞれ示す。

[0006] 上記式（1）から分かるように、立ち上がりの応答速度は印加電圧に依存するため、印加電圧の掛け方で高速化することができる。一方、立ち下がりの応答速度は印加電圧に依存しないため、信号電圧による高速化はできない。そのため、液晶素子には立ち上がりの応答速度よりも立ち下がりの応答速度を高速化することがより求められている。

[0007] 上記式（2）から、立ち下がりの応答速度を高速化するには、 γ_1 （回転粘性）を減少させる、 K （弾性率）を大きくする等の材料面からの改良、及び d （液晶層の厚さ）を薄くする等のデバイス面からの改良が考えられる。このうち液晶層の厚さに関しては、TN型液晶の場合、 $\Delta n \cdot d \geq 0.50$ （ μm ）（ Δn は液晶材料の屈折率異方性）を満たさなければならないことが知られている。この条件を満たさない場合、液晶素子の透過率が減少する。現行の液晶材料では $\Delta n = 0.25$ が限界と言われているため、 $d = 2$ （ μm ）が限界と考えられる。液晶材料に関しては、回転粘性、弾性率の改善に限界がある。このため、TN型液晶の立ち下がりの応答速度は、上記式（2）の関係からは大きな改善が難しい。

[0008] 上記式（1）、（2）には表現されない方法として、カイラル剤と呼ばれる光学活性物質を液晶材料中に添加すること等により、液晶材料のカイラルピッチ p と液晶層の厚さ d との比（ p/d ）を小さくし、立ち下がりの応答速度を向上させる方法が知られている。この方法に関してはこれまで下記の報告がある。

[0009] 特許文献1、2には、液晶層の厚さを $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$ とし、 p/d の値を

15未満にすることで、液晶素子を高速化する技術が開示されている。

特許文献3には、 $0.25 < d/p < 1$ （すなわち $1 < p/d < 4$ ）の範囲でTN型液晶を高速化する技術が開示されている。この特許文献3には、 $d/p = 0.04$ （ $p/d = 25$ ）から $d/p = 1$ （ $p/d = 1$ ）までの立ち下がりの応答速度のシミュレーションの値が記載されている。また、実際の実験データとしては、 $d/p = 0.51$ （ $p/d = 2.0$ ）のデータが記載されている。

特許文献4には、液晶材料のカイラルピッチを短くした場合、立ち下がりの応答速度が高速化することが記載されている。また、配向膜のプレチルト角を大きくすることにより、短ピッチの液晶材料を用いても90度のねじれ状態を安定化できることが記載されている。具体的には、プレチルト角を13.6度とすることにより、本来であれば液晶素子内で210度のねじれ状態となる液晶材料であっても、90度のねじれ状態を保つことができるとされている。なお、210度のねじれ状態とは $p/d = 1.7$ に相当する。

[0010] 非特許文献1には、 $12\mu\text{m}$ の厚さの液晶層において、液晶材料のカイラルピッチを $70\mu\text{m}$ （ $p/d = 5$ ）から $25\mu\text{m}$ （ $p/d = 2.1$ ）まで短くすることにより、立ち下がりの応答速度が 400ms から 200ms まで改善されたことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特開2007-193362号公報
特許文献2：特開2008-176343号公報
特許文献3：特開2003-161962号公報
特許文献4：特開2000-199901号公報

非特許文献

- [0012] 非特許文献1：S. Aftergut and H. S. Cole Jr., J. Appl. Phys. Lett., 30(8), p. 363, (1977)

非特許文献2：神崎・市村・船田・石井・松浦， シャープ技報， 39（35），（1988）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 上記のように、 p/d の値を小さくすることにより立ち下がりの応答速度を高速化することが可能である。しかし、液晶層のねじれ角が α （度）の場合、短ピッチ化するとねじれ角が $\alpha + 180$ （度）に転移することが知られている（非特許文献2参照）。このため、ねじれ角が90度であるTN型液晶の場合、短ピッチ化するとねじれ角が270度であるSTN（Super Twisted Nematic）型液晶が形成されてしまう。なお、非特許文献2では $p/d = 2$ が下限とされている。

[0014] 上記特許文献3には $1 < p/d < 4$ の範囲の液晶素子のシミュレーション結果が記載されているが、これはあくまでシミュレーション計算の結果であり、実際に測定されたものではない。実際に測定された値として最小のものは $p/d = 2.0$ である。

ここで、上記特許文献4に記載されているように、配向膜のプレチルト角を大きくすることにより、短ピッチの液晶材料を用いても90度のねじれ状態を安定化することが可能である。しかし、たとえプレチルト角を大きくしても実現可能な p/d の値には限界があり、特許文献4においても $p/d = 1.7$ が示されているだけである。また、このような状態のTN型液晶は不安定であることが予想され、一度形成されても、温度変化、応力の印加、振動等によりSTN型液晶に転移することが考えられる。

[0015] 本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、TN型液晶の状態が安定であり、かつ、立ち下がりの応答速度が高速化されたTN型液晶素子及びその製造方法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

[0016] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた。その結果、 p/d の値を小さくし、ねじれ角が α （度）であるTN型液晶よりもねじれ

角が $\alpha + 180$ （度）であるSTN型液晶の方が安定になった場合においても、STN型液晶がスプレイ構造をとるような条件では、電圧を印加するとスプレイ構造が解消され、一時的にねじれ角が α （度）の状態を保たれることを見出した。さらに、液晶材料中に光硬化性モノマーを添加し、一時的にねじれ角が α （度）となった状態で光硬化性モノマーを光硬化させることで、液晶層をねじれ角 α （度）で高分子安定化できることを見出した。本発明は、このような知見に基づいて完成されたものであり、より具体的には以下のとおりである。

- [0017] （１） 略平行に配置され、少なくとも一方が透明な１組の基板と、
上記１組の基板の対向面に設けられ、液晶材料中の液晶分子が同一方向を向くように表面に配向処理が施された１組の配向膜と、
上記１組の配向膜の間に配置された、液晶材料及びカイラル剤を含む液晶層と、を備え、
上記１組の配向膜の配向処理方向のなす角 α は $70 \sim 110$ 度であり、かつ、その配向処理方向は、上記液晶層が上記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向であり、
無電界状態で安定なねじれ角 $\alpha + 180$ （度）のSTN型液晶が、ねじれ角 α （度）のTN型液晶として高分子安定化されていることを特徴とするTN型液晶表示素子。
- [0018] （２） 同一の液晶表示素子においてねじれ角 $\alpha + 180$ （度）のSTN型液晶の自由エネルギーはねじれ角 α （度）のTN型液晶の自由エネルギーよりも低く、
上記液晶層はねじれ角 α （度）で高分子安定化されていることを特徴とする上記（１）記載のTN型液晶表示素子。
- [0019] （３） 上記液晶層の厚さを d 、上記液晶材料のカイラルピッチを p としたとき、 $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ であることを特徴とする上記（１）又は（２）記載のTN型液晶素子。
- [0020] （４） 上記配向膜のプレチルト角が 5 度以下であることを特徴とする上

記（１）から（３）のいずれか１項記載のＴＮ型液晶素子。

[0021] （５） 少なくとも一方が透明な１組の基板のそれぞれ一方の面に配向膜を形成する工程と、

液晶材料中の液晶分子が同一方向を向くように、１組の上記配向膜の表面に配向処理を施す工程と、

１組の上記配向膜が対向するように、上記１組の基板を配置する工程と、

１組の上記配向膜の間に、カイラル剤及び光硬化性モノマーを含む液晶材料を充填して液晶層を形成する工程と、

上記１組の基板の間に電圧を印加する工程と、

電圧の印加を停止し又は減少させた後、上記光硬化性モノマーを光硬化する工程と、を有し、

１組の上記配向膜の配向処理方向のなす角 α は $70 \sim 110$ 度であり、かつ、その配向処理方向は、上記液晶層が上記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向であり、

上記電圧を印加する工程では、電圧の印加により上記液晶層を垂直配向状態にした後、電圧の印加を停止し又は減少させることにより、上記液晶層を一時的にねじれ角 $\alpha + 180$ （度）のＳＴＮ型液晶からねじれ角 α （度）のＴＮ型液晶へと転移させ、

上記光硬化する工程では、上記光硬化性モノマーを光硬化することにより、上記液晶層をねじれ角 α （度）で高分子安定化することを特徴とするＴＮ型液晶素子の製造方法。

[0022] （６） 上記液晶層の厚さを d 、上記液晶材料のカイラルピッチを p としたとき、 $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ であることを特徴とする上記（５）記載のＴＮ型液晶素子の製造方法。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、ＴＮ型液晶の状態が安定であり、かつ、立ち下がりの応答速度が高速化されたＴＮ型液晶素子及びその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0024] [図1]本発明に係るTN型液晶素子の製造方法の一例を示す図である。
- [図2]配向処理の方向及び液晶分子の立ち上がり方向を概念的に示す図である。
- 。
- [図3]液晶分子が左回りにねじれて配列している様子を概念的に示す図である。
- 。
- [図4]液晶分子が右回りにねじれて配列している様子を概念的に示す図である。
- 。
- [図5]液晶材料のカイラルピッチを変化させたときの立ち下がりの応答時間 τ_{off} のシミュレーション結果を示す図である。
- [図6]実施例1における上下の配向膜の配向処理方向を示す図である。
- [図7]実施例1で作製した液晶素子に電圧を印加したときに観察される液晶層の変化を示す図である。
- [図8]実施例1で作製した5つのTN型液晶素子（素子1～5）について、25°CにおいてV10の電圧印加状態から電圧を切ったときの立ち下がりの応答時間 τ_{off} を測定した結果を示す箱ひげ図である。
- [図9]実施例1で作製した5つのTN型液晶素子（素子1～5）について、20msの時点でV50の電圧印加状態とし、520msの時点で電圧無印加状態としたときの透過率の時間変化を示す図である。
- [図10]図9の510msの時点から570msの時点までを拡大して示す図である。
- [図11]実施例1で作製した5つのTN型液晶素子（素子1～5）について、-20°CにおいてV10の電圧印加状態から電圧を切ったときの立ち下がりの応答時間 τ_{off} を測定した結果を示す箱ひげ図である。

発明を実施するための形態

- [0025] 以下、本発明の具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

以下ではまず、液晶層を構成する液晶材料について説明し、次いで、本発

明に係るTN型液晶素子の製造方法について説明し、最後に本発明に係るTN型液晶素子について説明する。

[0026] [液晶材料]

本発明において液晶層を構成する液晶材料は、カイラル剤及び光硬化性モノマーを含むものである。

液晶材料としてはネマティック液晶が用いられる。その種類は特に限定されないが、前述した立ち下がりの応答速度に関する式(2)を考慮すると、回転粘性がより低く、弾性率がより大きな液晶材料が好ましい。

[0027] カイラル剤としては、特に限定されるものではなく、従来公知のものを使用できる。一例としては、S—811、R811、CB—15、MLC6247、MLC6248、R1011、S1011（いずれもメルク社製）等が挙げられる。このカイラル剤の含有量を調整することにより、液晶材料のカイラルピッチを調整することができる。

[0028] 光硬化性モノマーとしては、特に限定されるものではない。一例としては、エチル（メタ）アクリレート、ブチル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、イソオクチル（メタ）アクリレート、ラウリル（メタ）アクリレート、ステアリル（メタ）アクリレート、イソミリスチル（メタ）アクリレート、イソステアリル（メタ）アクリレート、メトキシエチル（メタ）アクリレート、エトキシエチル（メタ）アクリレート、メチルカルビトール（メタ）アクリレート、エチルカルビトール（メタ）アクリレート、シクロヘキシル（メタ）アクリレート、イソボロニル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、フェノキシ（メタ）アクリレート、メトキシジプロピレングリコール（メタ）アクリレート、トリフルオロエチル（メタ）アクリレート、ジメチルアミノ（メタ）アクリレート、モルホリノエチル（メタ）アクリレート、ペルフルオロアルキル（メタ）アクリレート、ポリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ポリプロピレングリコールジ（メタ）アクリレート、ポリブチレングリコールジ（メタ）アクリレート、脂肪族ジ（メタ）アクリレート、エピクロルヒ

ドリン変性1, 6-ヘキサンジオールジ(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニルジ(メタ)アクリレート、ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、エピクロルヒドリン変性ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、エチレンオキサイド変性ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、プロピレンオキサイド変性ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、ブチレンオキサイド変性ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、3, 3-ジメチロールペンタンジ(メタ)アクリレート、3, 3-ジメチロールヘプタンジ(メタ)アクリレート、カプロラクトン変性ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ウレタン(メタ)アクリレート、N, N-ジメチルアクリルアミド、N, N-ジメチルアミノプロピルアクリルアミド等が挙げられる。

また、光硬化性モノマーとしては液晶性を示すものが好ましい。液晶性を示す光硬化性モノマーについては、例えば、特開平8-3111号公報、特開2000-178233号公報、特開2000-119222号公報、特開2000-327632号公報、特開2002-220421号公報、特開2003-55661号公報、特開2003-12762号公報等に記載されている。

光硬化性モノマーの含有量は、光硬化性モノマーの種類や配向膜のプレチルト角によっても異なるが、液晶材料に対して0.1~15質量%が好ましく、0.5~10質量%がより好ましい。含有量を0.1質量%以上とすることで、後述する高分子安定化の効果を十分に得ることができる。また、含有量を15質量%以下とすることで、液晶素子の駆動電圧が高くなったり、コントラストが低下したりすることを抑えることができる。

[0029] [TN型液晶素子の製造方法]

本発明に係るTN型液晶素子の製造方法は、少なくとも一方が透明な1組の基板のそれぞれ一方の面に配向膜を形成する工程と、液晶材料中の液晶分

子が同一方向を向くように、1組の上記配向膜の表面に配向処理を施す工程と、1組の上記配向膜が対向するように、上記1組の基板を配置する工程と、1組の上記配向膜の間に、カイラル剤及び光硬化性モノマーを含む液晶材料を充填して液晶層を形成する工程と、上記1組の基板の間に電圧を印加する工程と、電圧の印加を停止し又は減少させた後、上記光硬化性モノマーを光硬化する工程と、を有し、1組の上記配向膜の配向処理方向のなす角 α は70~110度であり、かつ、その配向処理方向は、上記液晶層が上記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向であり、上記電圧を印加する工程では、電圧の印加により上記液晶層を垂直配向状態にした後、電圧の印加を停止し又は減少させることにより、上記液晶層を一時的にねじれ角 $\alpha + 180$ （度）のSTN型液晶からねじれ角 α （度）のTN型液晶へと変化させ、上記光硬化する工程では、上記光硬化性モノマーを光硬化することにより、上記液晶層をねじれ角 α （度）で高分子安定化することを特徴とするものである。

[0030] 以下、本発明に係るTN型液晶素子の製造方法の一例について、図1を適宜参照しながら詳細に説明する。図1は、TN型液晶素子の製造プロセスを各ステップに分けて示したものである。

[0031] まず、少なくとも一方が透明な1組の基板の表面を洗浄し、乾燥する（ステップS10, S11）。次に、上記1組の基板のそれぞれ一方の面にポリイミドを塗布し、乾燥・焼成することにより配向膜（ポリイミド膜）を形成する（ステップS12, S13）。そして、液晶材料中の液晶分子が同一方向を向くように、各配向膜の表面にラビング処理（配向処理）を施す（ステップS14）。

[0032] 配向処理の方向と液晶分子の立ち上がり方向とを図2に概念的に示す。配向膜100の表面に配向処理が施されていると、配向膜表面の液晶分子101は、図中矢印で示す配向処理方向と配向膜100に垂直な方向とを含む面内で、その配向処理方向に対してある角度 θ で傾いて立ち上がる。この角 θ がプレチルト角と呼ばれる。

- [0033] 本発明における配向膜のプレチルト角は5度以下が好ましい。プレチルト角を5度以下とすることで、立ち下がりの応答速度をより高速化することができる。
- [0034] 次に、ラビング処理後の基板を洗浄・乾燥した後（ステップS15）、スペーサーを散布する（ステップS16）。そして、シール剤を基板の周縁に塗布し、乾燥させる（ステップS17）。このとき、シールには、液晶材料注入のための注入口及び排気口を形成しておく。
- [0035] 次に、上記1組の基板を組み立てた後（ステップS18）、シール剤を加熱硬化させ、液晶素子の外周部を封着する（ステップS19）。組み立ての際には、1組の上記配向膜が対向するように、上記1組の基板を配置する。ただし、両配向膜の配向処理方向のなす角 α は70～110度である。なす角 α が70度未満あるいは110度超の場合、黒表示の際に光漏れが起こり、コントラストが低くなる。また、黒表示の際に見る方向によっては光抜けが大きくなる。なお、なす角 α を80～100度とすることで、コントラスト・視野角依存性をさらに向上させることができる。
- [0036] また、両配向膜の配向処理方向は、液晶層が上記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向である。

ここで、配向処理方向のなす角 α が90度である1組の配向膜間に液晶材料を充填した状況を考える。図3において液晶分子112は、上の配向膜110及び下の配向膜111からプレチルト角 θ だけ傾いて立ち上がっている。そして、上下の配向膜間では、このプレチルト角 θ を保ったまま、上の配向膜110から下の配向膜111へと右回り（時計回り）に90度ねじれて配列している。

一方、図4において液晶分子122は、上の配向膜120及び下の配向膜121からプレチルト角 θ だけ傾いて立ち上がっている。そして、上下の配向膜間では、液晶分子の極角（液晶分子と配向膜とのなす角）がプレチルト角から連続的に変化しながら、上の配向膜で θ 、中央部で0度（基板と平行）となり、下の配向膜で θ となっている。基板と垂直方向にはこのようなね

じれを伴いつつ、上の配向膜 1 1 0 から下の配向膜 1 1 1 へと左回り（反時計回り）に 90 度ねじれて配列している。この図 4 のような構造をスプレイ構造と呼ぶ。

図 4 のようなスプレイ構造は、液晶分子が上下方向にもねじれているため自由エネルギーが高い。したがって、液晶材料がカイラル剤を含有せず固有のねじれを持たない場合には、液晶材料は自発的に右回りに 90 度ねじれる。なお、液晶材料に右回りのねじれを誘起するカイラル剤を添加した場合にも、図 3 のように右回りに 90 度ねじれる。

つまり、図 3 のような配向処理方向であれば、上記液晶材料が上記なす角 α だけねじれていた場合にスプレイ構造を形成せず、ユニフォームツイスト構造を形成する。これに対して、上下の配向膜の一方の配向処理方向が逆になった状況で上記と同じ液晶材料を用いた場合には、スプレイ構造を形成する。なお、図 3 の配向処理方向でも、左回りのねじれを誘起するカイラル剤を液晶材料に添加した場合にはスプレイ構造を形成する。

なお、図 3 のような配向処理方向では、右回りのねじれを誘起するカイラル剤の添加等により液晶材料のねじれ角が 270 度になるとスプレイ構造を形成する。

[0037] 次に、1組の上記配向膜の間に、上述したカイラル剤及び光硬化性モノマーを含む液晶材料を注入して液晶層を形成し（ステップ S 20）、注入口及び排気口を封口する（ステップ S 21）。上述したように、カイラル剤の含有量を調整することにより液晶材料のカイラルピッチを調整することができる。本発明においては、立ち下がりの応答速度を高速化するため、液晶材料のカイラルピッチ p と液晶層の厚さ d との比（ p/d ）を $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ とすることが好ましく、 $1.0 \leq p/d \leq 1.6$ とすることがより好ましい。

[0038] ここで、本発明においては、ねじれ角 $\alpha + 180$ （度）の STN 型液晶が無電界状態で安定になっている。すなわち、同一の液晶表示素子においてねじれ角 $\alpha + 180$ （度）の STN 型液晶の自由エネルギーがねじれ角 α （度）

) の TN 型液晶の自由エネルギーよりも低い状態とされている。

「同一の液晶表示素子」とは、液晶材料及びそのカイラルピッチ、液晶層の厚さ、あるいは配向膜の材料、ラビング方向、ラビング強度等の、液晶素子の性能に影響を及ぼす全ての要素が同一であるものを指す。

また、「ねじれ角 $\alpha + 180$ (度) の STN 型液晶の自由エネルギーがねじれ角 α (度) の TN 型液晶の自由エネルギーよりも低い」とは、ねじれ角 α (度) の TN 型液晶になる場合もねじれ角 $\alpha + 180$ (度) の STN 型液晶になる場合もあるが、ねじれ角 $\alpha + 180$ (度) の STN 型液晶の自由エネルギーの方が低いことを指す。ただし、厳密な意味での自由エネルギーを求めることは困難であるため、「STN 型液晶の自由エネルギーの方が低い」とは、具体的には室温で放置することで、経時 (数秒～数時間) により TN 型液晶から STN 型液晶へと転移するものを指すこととする。

[0039] 上述のように p/d の値を $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ の範囲とした場合、経時により TN 型液晶から STN 型液晶へと転移する (必要であれば非特許文献 2 参照)。これは、STN 型液晶の自由エネルギーが TN 型液晶の自由エネルギーよりも低いためである。つまり、 $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ の範囲は、「同一の液晶表示素子においてねじれ角 $\alpha + 180$ (度) の STN 型液晶の自由エネルギーがねじれ角 α (度) の TN 型液晶の自由エネルギーよりも低い」状態である。

[0040] 次に、基板間に電圧を印加する (ステップ S 2 2)。具体的には、電圧を印加して液晶層を垂直配向状態にした後、電圧の印加を停止し又は減少させることにより、液晶層を一時的にねじれ角 $\alpha + 180$ (度) の STN 型液晶からねじれ角 α (度) の TN 型液晶へと転移させる。なお、電圧を減少させる場合の減少程度は、液晶層を垂直配向状態からねじれ角 α (度) のねじれ状態へと変化させるのに十分な程度に低ければよい。

上述したように、本発明においては、同一の液晶表示素子においてねじれ角 $\alpha + 180$ (度) の STN 型液晶の自由エネルギーがねじれ角 α (度) の TN 型液晶の自由エネルギーよりも低い状態とされているため、経時により

TN型液晶からSTN型液晶へと転移する。しかし、飽和電圧よりも十分に高い電圧を印加することで、一時的にSTN型液晶からTN型液晶へと転移させることができる。これは、STN型液晶の状態では液晶層はスプレイ構造を形成しているが、飽和電圧よりも十分に高い電圧を印加することでスプレイ構造が解消され、均一なねじれ構造になるためと考えられる。

印加する電圧は液晶材料の種類等によっても異なるが、飽和電圧の1.5～5倍が好ましい。また、印加時間は数十秒間～数分間が好ましい。

[0041] 次に、液晶材料中の光硬化性モノマーに紫外線を照射して光硬化することにより、液晶層をねじれ角 α （度）で高分子安定化する（ステップS23）。このように高分子安定化することで、上述のように p/d の値を $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ の範囲とした場合であっても、TN型液晶からSTN型液晶へと転移することを抑えることができる。

なお、液晶層がねじれ角 α （度）のねじれ状態に保たれる時間は、液晶材料の種類や配向膜のプレチルト角によっても異なる。プレチルト角が大きくなるとねじれ角 α （度）のTN型液晶がより安定となるため、ねじれ角 α （度）のねじれ状態に保たれる時間が長くなる。

[0042] [TN型液晶素子]

本発明に係るTN型液晶素子は、略平行に配置され、少なくとも一方が透明な1組の基板と、上記1組の基板の対向面に設けられ、液晶材料中の液晶分子が同一方向を向くように表面に配向処理が施された1組の配向膜と、上記1組の配向膜の間に配置された、液晶材料及びカイラル剤を含む液晶層と、を備え、上記1組の配向膜の配向処理方向のなす角 α は70～110度であり、かつ、その配向処理方向は、上記液晶層が上記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向であり、無電界状態で安定なねじれ角 $\alpha + 180$ （度）のSTN型液晶が、ねじれ角 α （度）のTN型液晶として高分子安定化されていることを特徴とするものである。

[0043] このTN型液晶素子は、上述したTN型液晶素子の製造方法によって製造されるものであるため、詳細な説明を省略する。

[0044] このようなTN型液晶素子は p/d の値を $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ の範囲とすることが可能であるため、通常のTN型液晶素子よりも立ち下がりの応答速度を高速化することができる。

ここで、液晶分子配列シミュレーターLCDマスター（シンテック社製）を用いたシミュレーション結果を図5に示す。図5は、液晶材料ZL1-4792（メルク社製）のパラメータを用い、配向膜のプレチルト角を20度、配向膜間の距離（すなわち液晶層の厚さ）を $5\mu\text{m}$ として、液晶材料のカイラルピッチを変化させたときの立ち下がりの応答時間 τ_{ff} の変化を示したものである。この τ_{ff} は、電圧無印加時の透過率に対して50%の透過率となる電圧を印加した状態から電圧を0Vとし、電圧無印加時の透過率を100、透過率50%を0としたとき、透過率が10から90へと変化するのに要する時間である。図5から分かるように、液晶材料のカイラルピッチが小さくなるほど立ち下がりの応答時間 τ_{ff} が短くなっている。このことから、 p/d の値を従来困難であった $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ の範囲とすることにより、液晶素子の立ち下がりの応答速度が従来よりも高速化され、動画特性が向上することが理解される。

実施例

[0045] 以下、本発明の実施例を説明するが、本発明の範囲はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0046] [実施例1、比較例1]

$2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 1.1\text{cm}$ の大きさのガラス基板の上に、 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ の透明電極及び電極を外部に取り出すための電極部分を形成した。このように準備したガラス基板に、チソ石油化学社製の液晶配向膜用ポリイミドであるPIA-x768-01xとPIA-x359-01xとを45:55の割合で混合したものを約 $0.1\mu\text{m}$ の厚さで塗布し、配向膜を形成した。この配向膜に対して、木綿製のベルベット布を用いてラビング処理を施した。ラビング処理の方向（配向処理方向）は図6に示すとおりである。なお、配向膜のプレチルト角は21度であった。

次いで、一方の配向膜上に直径 $5 \mu\text{m}$ のシリカ製スペーサー（ハイフシカ UF 5 ミクロン、宇部日東化成社製）を散布した後、エポキシ系シール剤を周縁に塗布し、 150°C で1時間加熱して硬化させた。シールには液晶材料注入のための注入口及び排気口の2つの穴を作った。

[0047] 次いで、エポキシ系シール剤でシールされた空間に液晶材料を注入した。液晶材料は、カイラル剤の添加によってカイラルピッチを左巻き、 $7.5 \mu\text{m}$ に調整した ZLI-4792US123（メルク社製） 475mg に対して、光硬化性モノマー UCL-003（DIC社製） 27mg を加え、 100°C のホットプレート上で3分間加熱して調製した。この液晶材料は左巻きの $7.5 \mu\text{m}$ のピッチ長を持つ。すなわち $p/d = 1.5$ である。この液晶材料を注入口に付け、毛細管現象を用いて液晶素子全面に液晶材料を注入した。

液晶材料の注入後、徐冷して液晶の配向状態を偏光顕微鏡で観察したところ、液晶の配向は全面均一であった。2枚の偏光板を吸収軸が直交する、いわゆるクロスニコルに組み、偏光板の透過軸とラビング方向とが平行になるように液晶素子を2枚の偏光板の間に配置して観察したところ、全面が青色に着色していた。液晶層が基板間で 90 度ねじれている場合、このような観察において着色は発生せず白色の状態となるはずである。このため、この状態は液晶層が基板間で 270 度ねじれた状態と考えることができる。

[0048] 次いで、液晶素子の電極に 20V の矩形波を印加して液晶層を垂直配向状態にし、5分間その状態を保持した。この間の変化を偏光顕微鏡で観察したところ、均一な状態（図7（a））から徐々に異なる液晶配列が点状に現れた（図7（b））。そして、その液晶配列が徐々に広がり（図7（c）、（d））、最終的には新しく生じた液晶配列が全面均一に形成された（図7（e））。この変化は、ねじれ角 270 度の STN 型液晶状態に、ねじれ角 90 度の TN 型液晶状態が出現したものと考えられる。

このことを確認するため、2枚の偏光板をクロスニコルに組み、偏光板の透過軸とラビング方向とが平行になるように液晶素子を2枚の偏光板の間に

配置して観察したところ、電圧印加前には全面が青色に着色していたのに対して、電圧印加により生じた液晶配列では着色は観察されなかった。このことから、電圧印加前の液晶配列がねじれ角270度のSTN型液晶に対応し、電圧印加により生じた液晶配列がねじれ角90度のTN型液晶に対応することが確認された。

[0049] 電圧の印加を停止してすぐに、Longlife（登録商標）フィルタ（スペクトロライン社製）を介して365nmの波長の紫外線を5分間照射し、光硬化性モノマーを光硬化した。紫外線照射後、そのままの状態でも30日間放置したが、ねじれ角90度のTN型液晶状態は保持された。なお、具体的なデータは示さないが、電圧の印加を停止した後、紫外線を照射しなくても、数分間～数時間であればねじれ角90度のTN型液晶状態が保持された。

上記の方法により、実施例1の5つのTN型液晶素子を作製した。

[0050] また、液晶材料にカイラル剤及び光硬化性モノマーを添加しないほかは、実施例1と同様にして比較例1の5つのTN型液晶素子を作製した。

[0051] 作製した実施例1、比較例1の各5つのTN型液晶素子について、液晶素子電気光学特性測定装置LCD5200（大塚電子社製）を用いて、25℃における立ち下りの応答時間を求めた。具体的には、電圧無印加状態を100%とし、クロスニコルの偏光板の透過率を0%としたとき、50%、10%の透過率が得られる印加電圧V50、V10について、V50、V10の電圧印加状態から電圧を切ったときの応答時間（ τ_{off} ）を測定した。この τ_{off} は、電圧無印加時の透過率を100%、各電圧印加時の透過率を0%としたとき、透過率が10%から90%へと変化するのに要する時間である。各5つのTN型液晶素子の測定値の平均値及び2 σ の値を下記の表1に示す。また、印加電圧V10の場合の測定値を図8の箱ひげ図に示す。

[0052] [表1]

	25℃における立ち下り時間 (ms)	
	印加電圧V50	印加電圧V10
実施例1	9.29 ± 1.90	11.00 ± 1.90
比較例1	35.00 ± 2.00	33.00 ± 2.00

[0053] 表 1 及び図 8 から分かるように、カイラル剤を添加して $p/d = 1.5$ とするとともに、ねじれ角 90 度の TN 型液晶状態で高分子安定化した実施例 1 の TN 型液晶素子は、カイラル剤及び光硬化性モノマーを添加していない比較例 1 の TN 型液晶素子よりも、立ち下がりの応答速度が顕著に高速化していた。

[0054] 実施例 1 で作製した 5 つの TN 型液晶素子（素子 1 ~ 5）について、 20 ms の時点で $V50$ の電圧印加状態とし、 520 ms の時点で電圧無印加状態としたときの、 25 °C における透過率の時間変化を図 9 に示す。また、図 9 の立ち下がり部分（ 510 ms の時点から 570 ms の時点まで）を拡大して図 10 に示す。

図 9、10 から分かるように、立ち上がり、立ち下がりの応答特性には再現性があった。また、応答速度が高速であることから TN 型液晶状態が固定されていることが分かる。

[0055] また、作製した実施例 1、比較例 1 の各 5 つの TN 型液晶素子について、液晶素子電気光学特性測定装置 LCD 5200（大塚電子社製）を用いて、 -20 °C における立ち下がりの応答時間を求めた。具体的には、 $V10$ の電圧印加状態から電圧を切ったときの応答時間（ τ_{off} ）を測定した。各 5 つの TN 型液晶素子の測定値の平均値及び 2σ の値を下記の表 2 に示す。また、印加電圧 $V10$ の場合の測定値を図 11 の箱ひげ図に示す。

[0056] [表 2]

	-20 °C における立ち下がり時間 (ms)
	印加電圧 V10
実施例 1	125.04 ± 18.14
比較例 1	460.95 ± 126.54

[0057] 表 2 及び図 11 から分かるように、カイラル剤を添加して $p/d = 1.5$ とするとともに、ねじれ角 90 度の TN 型液晶状態で高分子安定化した実施例 1 の TN 型液晶素子は、 -20 °C の低温においても、カイラル剤及び光硬化性モノマーを添加していない比較例 1 の TN 型液晶素子よりも、立ち下がりの応答速度が顕著に高速化していた。

[0058] [実施例 2]

配向膜のプレチルト角を3度とし、光硬化性モノマーUCL-003（DIC社製）の添加量を52.8mgとしたほかは、実施例1と同様にして実施例2の5つのTN型液晶素子を作製した。

この5つのTN型液晶素子について、液晶素子電気光学特性測定装置LCD5200（大塚電子社製）を用いて、25℃における立ち下がりの応答時間を求めた。具体的には、V50、V10の電圧印加状態から電圧を切ったときの応答時間（ τ_{off} ）を測定した。5つのTN型液晶素子の測定値の平均値及び2 σ の値を下記の表3に示す。なお、表3には参考のため、実施例1の5つのTN型液晶素子の測定値についても併せて示す。

[0059] [表3]

	25℃における立ち下がり時間（ms）	
	印加電圧V50	印加電圧V10
実施例2	5.23 ± 1.50	9.40 ± 1.49
実施例1	9.29 ± 1.90	11.00 ± 1.90

[0060] 表3から分かるように、プレチルト角が3度である実施例2のTN型液晶素子は、プレチルト角が21度である実施例1のTN型液晶素子よりも、立ち下がりの応答速度が顕著に高速化していた。

[0061] [実施例 3]

カイラル剤の添加によってカイラルピッチを左巻き、5.0 μ mに調整したZLI-4792US184（メルク社製）475mgに対して、光硬化性モノマーUCL-003（DIC社製）57mgを加えた液晶材料を用いたほかは、実施例1と同様にして実施例3の4つのTN型液晶素子を作製した（ $p/d=1.0$ ）。

この4つのTN型液晶素子について、液晶素子電気光学特性測定装置LCD5200（大塚電子社製）を用いて、25℃における立ち下がりの応答時間を求めた。具体的には、V50の電圧印加状態から電圧を切ったときの応答時間（ τ_{off} ）を測定した。4つのTN型液晶素子の測定値の平均値及び2 σ の値を下記の表4に示す。なお、表4には参考のため、実施例1の5つの

TN型液晶素子の測定値についても併せて示す。

[0062] [表4]

	25℃における立ち下がり時間 (ms)	
	印加電圧V50	
実施例3	0.98 ± 0.14	
実施例1	9.29 ± 1.90	

[0063] 表4から分かるように、 $p/d = 1.0$ である実施例3のTN型液晶素子は、 $p/d = 1.5$ である実施例1のTN型液晶素子よりも、立ち下がりの応答速度が顕著に高速化していた。

[0064] [参考例1, 2]

液晶材料に光硬化性モノマーを添加しないほかは、実施例1と同様にして参考例1の5つのTN型液晶素子を作製した ($p/d = 1.5$)。また、液晶材料に光硬化性モノマーを添加せず、かつ、カイラル剤の量を変更して液晶材料のピッチ長を $10\mu\text{m}$ としたほかは、実施例1と同様にして参考例2の5つのTN型液晶素子を作製した ($p/d = 2.0$)。そして、ねじれ角90度のTN型液晶からねじれ角270度のSTN型液晶へと転移するまでの間に、実施例1と同様にして25℃における立ち下がりの応答時間を求めた。各5つのTN型液晶素子の測定値の平均値及び 2σ の値を下記の表5に示す。

[0065] [表5]

	25℃における立ち下がり時間 (ms)	
	印加電圧V50	印加電圧V10
参考例1	11.7 ± 1.90	13.7 ± 3.50
参考例2	17.3 ± 3.10	19.2 ± 3.30

[0066] 表5の参考例1から分かるように、光硬化性モノマーを添加しない場合であっても、TN型液晶からSTN型液晶へと転移するまでの間であれば比較例1よりも立ち下がりの応答速度は高速化した。しかし、実施例1よりも応答速度は遅くなっているため、高分子安定化によっても立ち下がりの応答速度は高速化することが分かる。また、参考例1, 2から、液晶材料を短ピッチ化することにより立ち下がりの応答速度が高速化することが確認された。

符号の説明

[0067] 100 配向膜、 101 液晶分子、 110 上の配向膜、 111 下の配向膜、 112 液晶分子、 120 上の配向膜、 121 下の配向膜、 122 液晶分子

請求の範囲

- [請求項1] 略平行に配置され、少なくとも一方が透明な1組の基板と、
前記1組の基板の対向面に設けられ、液晶材料中の液晶分子が同一方向を向くように表面に配向処理が施された1組の配向膜と、
前記1組の配向膜の間に配置された、液晶材料及びカイラル剤を含む液晶層と、を備え、
前記1組の配向膜の配向処理方向のなす角 α は70°～110度であり、かつ、その配向処理方向は、前記液晶層が前記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向であり、
無電界状態で安定なねじれ角 $\alpha + 180$ (度)のSTN型液晶が、ねじれ角 α (度)のTN型液晶として高分子安定化されていることを特徴とするTN型液晶表示素子。
- [請求項2] 同一の液晶表示素子においてねじれ角 $\alpha + 180$ (度)のSTN型液晶の自由エネルギーはねじれ角 α (度)のTN型液晶の自由エネルギーよりも低く、
前記液晶層はねじれ角 α (度)で高分子安定化されていることを特徴とする請求項1記載のTN型液晶表示素子。
- [請求項3] 前記液晶層の厚さを d 、前記液晶材料のカイラルピッチを p としたとき、 $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ であることを特徴とする請求項1又は2記載のTN型液晶素子。
- [請求項4] 前記配向膜のプレチルト角が5度以下であることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載のTN型液晶素子。
- [請求項5] 少なくとも一方が透明な1組の基板のそれぞれ一方の面に配向膜を形成する工程と、
液晶材料中の液晶分子が同一方向を向くように、1組の前記配向膜の表面に配向処理を施す工程と、
1組の前記配向膜が対向するように、前記1組の基板を配置する工程と、

1組の前記配向膜の間に、カイラル剤及び光硬化性モノマーを含む液晶材料を充填して液晶層を形成する工程と、

前記1組の基板の間に電圧を印加する工程と、

電圧の印加を停止し又は減少させた後、前記光硬化性モノマーを光硬化する工程と、を有し、

1組の前記配向膜の配向処理方向のなす角 α は70~110度であり、かつ、その配向処理方向は、前記液晶層が前記なす角 α だけねじれていた場合にユニフォームツイスト構造を形成する方向であり、

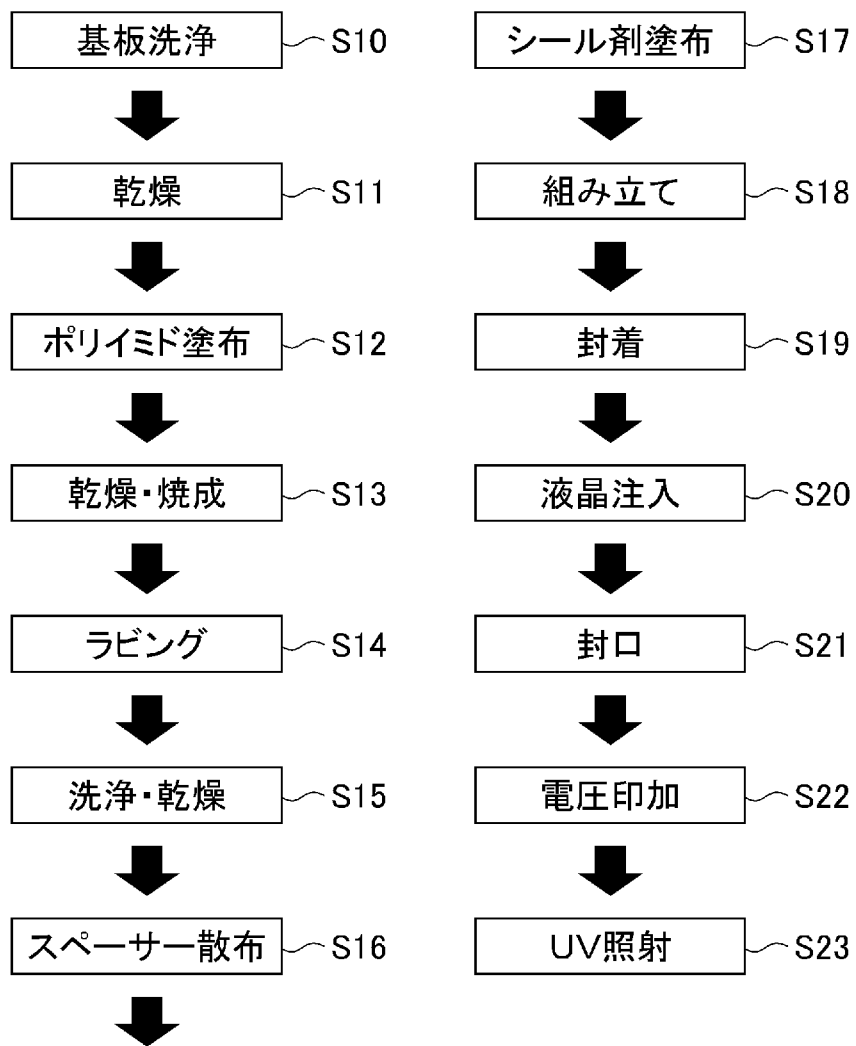
前記電圧を印加する工程では、電圧の印加により前記液晶層を垂直配向状態にした後、電圧の印加を停止し又は減少させることにより、前記液晶層を一時的にねじれ角 $\alpha + 180$ （度）のSTN型液晶からねじれ角 α （度）のTN型液晶へと転移させ、

前記光硬化する工程では、前記光硬化性モノマーを光硬化することにより、前記液晶層をねじれ角 α （度）で高分子安定化することを特徴とするTN型液晶素子の製造方法。

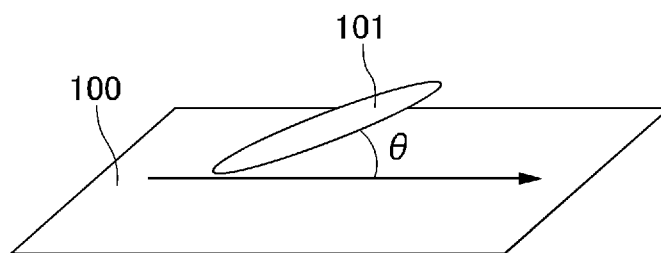
[請求項6]

前記液晶層の厚さを d 、前記液晶材料のカイラルピッチを p としたとき、 $0.5 \leq p/d \leq 1.6$ であることを特徴とする請求項5記載のTN型液晶素子の製造方法。

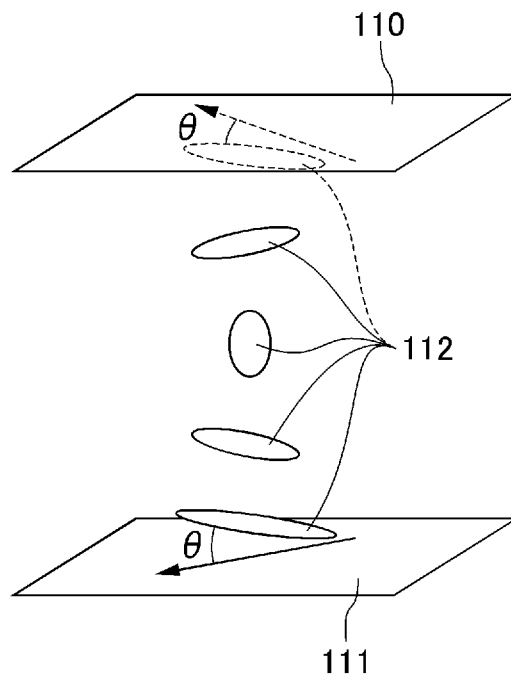
[図1]



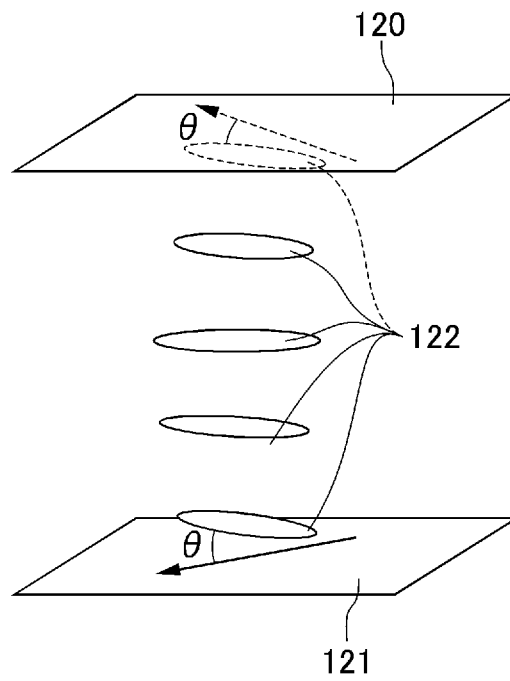
[図2]



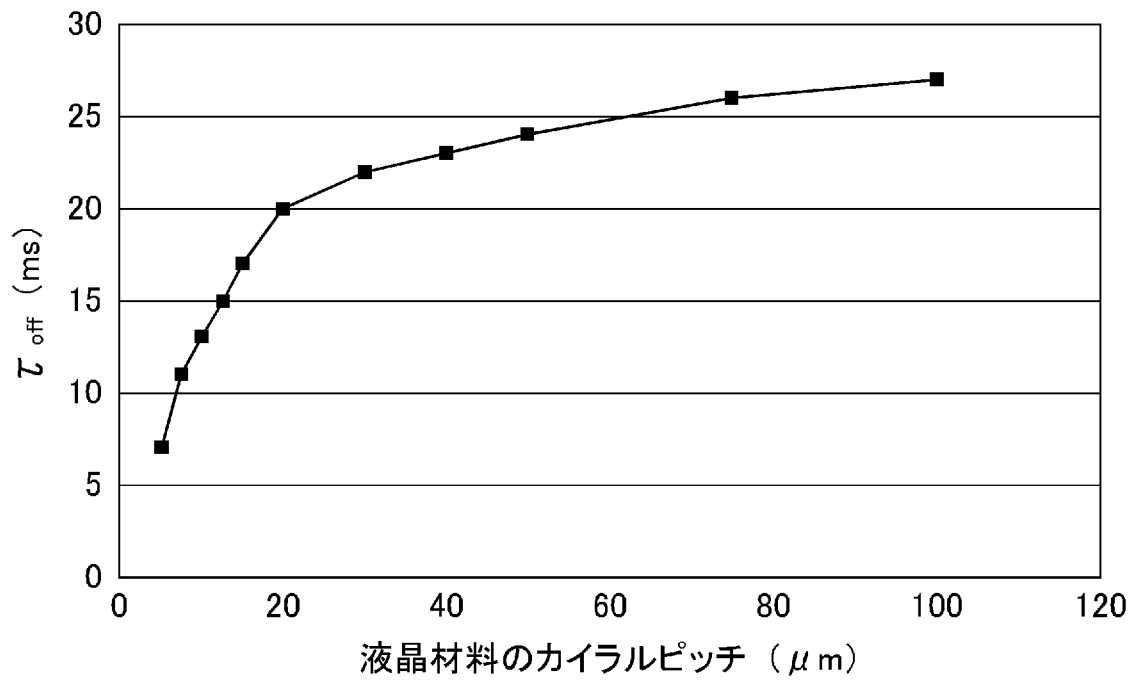
[図3]



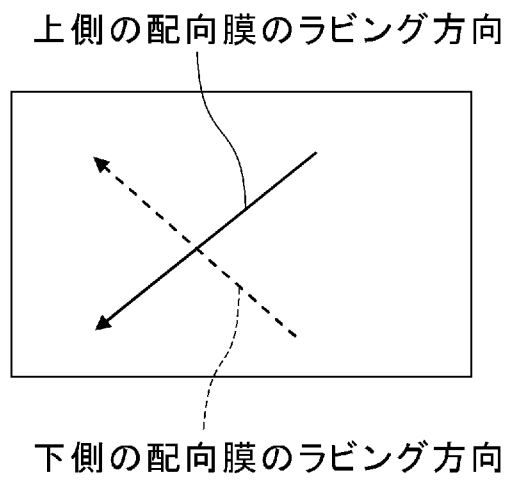
[図4]



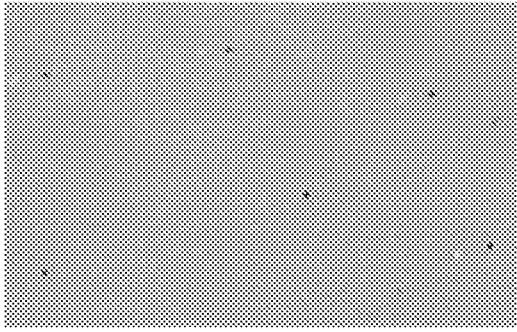
[図5]



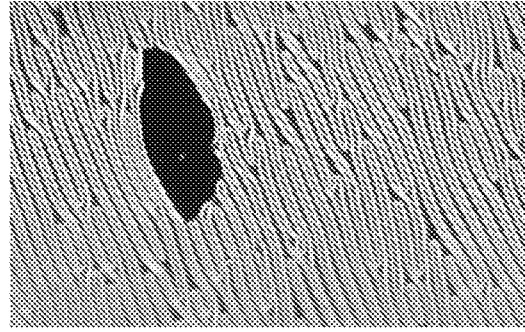
[図6]



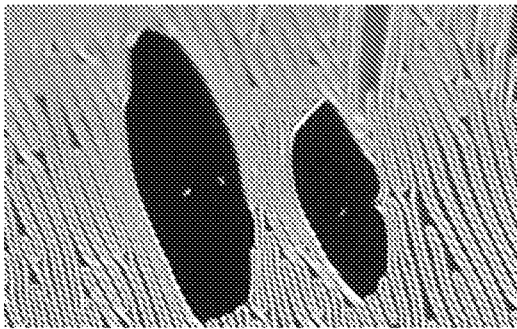
[図7]



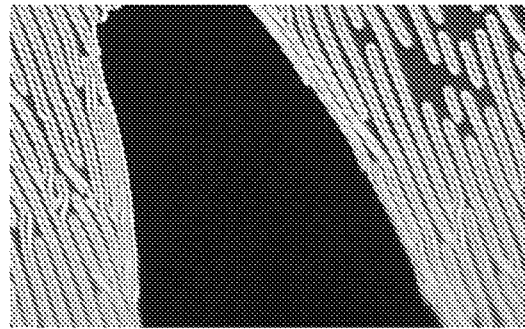
(a)



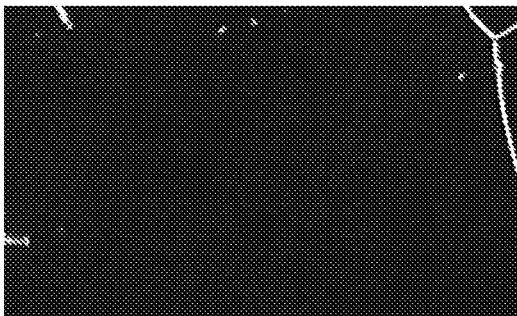
(b)



(c)

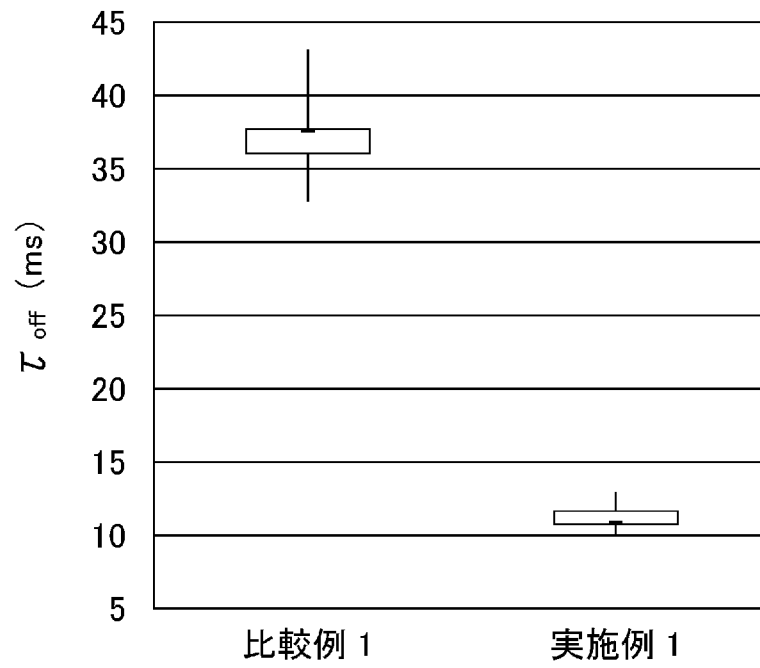


(d)

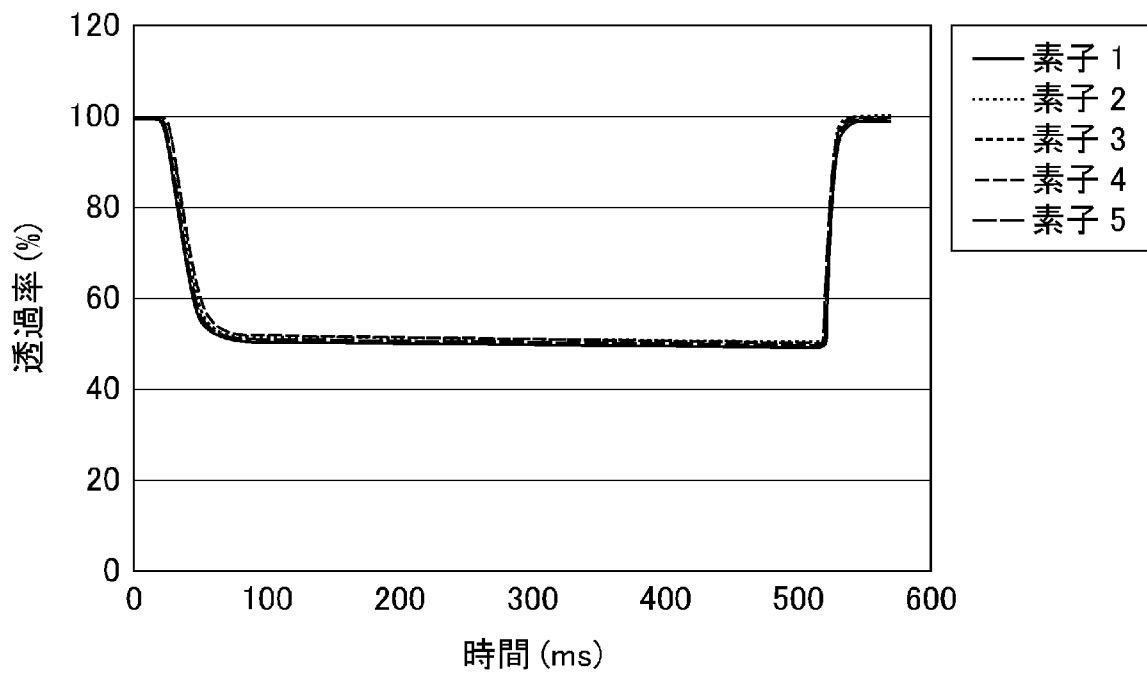


(e)

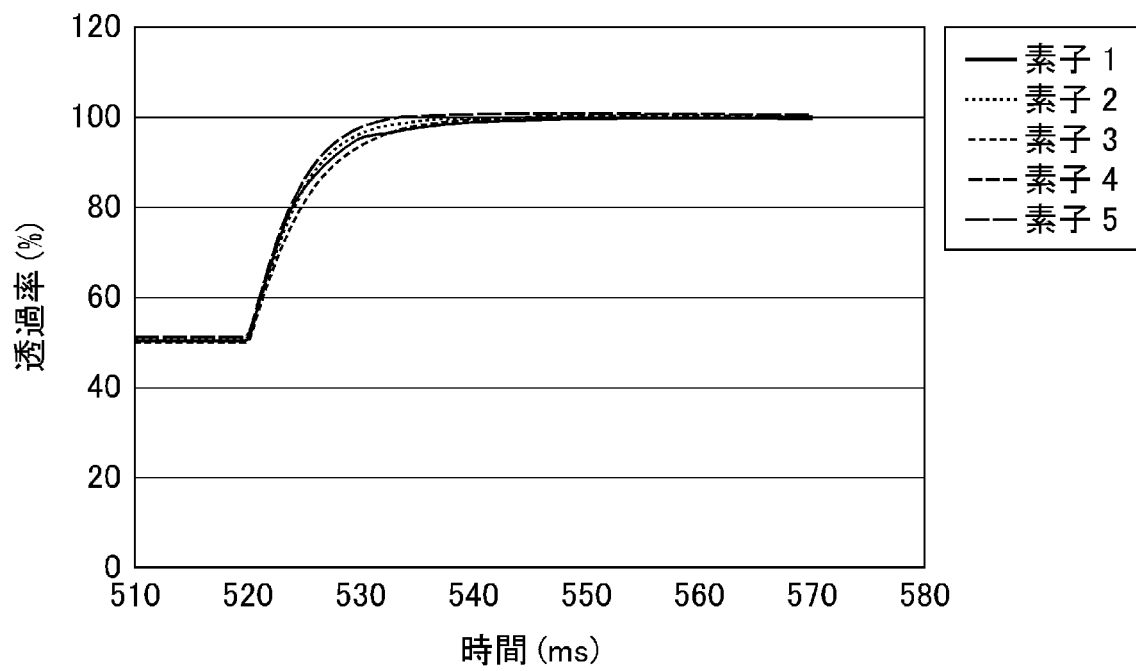
[図8]



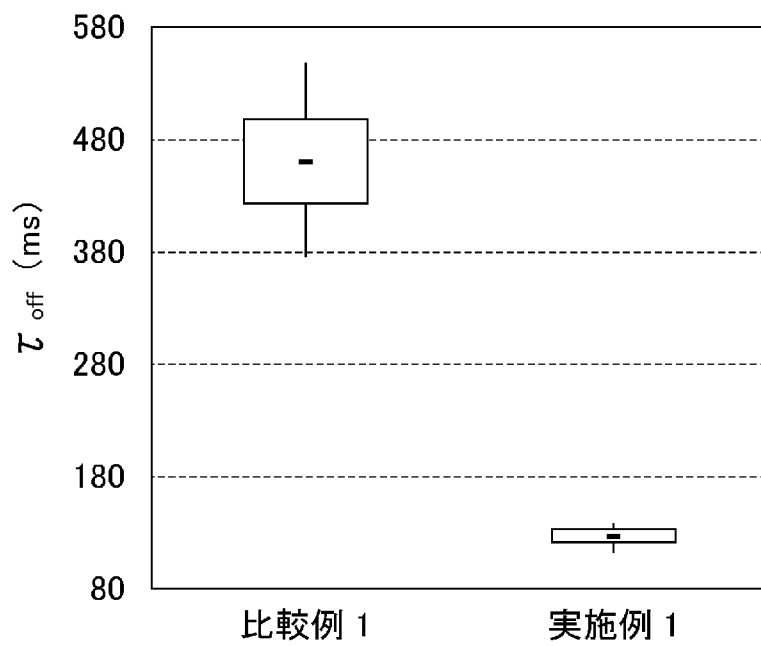
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/139(2006.01) i, G02F1/1337(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)

G02F1/139, G02F1/1337

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-160814 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 07 June 1994 (07.06.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2005-010202 A (NEC Corp.), 13 January 2005 (13.01.2005), entire text; all drawings & US 2004/0252272 A1 & CN 1573432 A	1-6
A	JP 2000-347175 A (Seiko Epson Corp.), 15 December 2000 (15.12.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

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
31 January, 2011 (31.01.11)

Date of mailing of the international search report
08 February, 2011 (08.02.11)

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 (IPC))
 Int.Cl. G02F1/139(2006.01)i, G02F1/1337(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. G02F1/139, G02F1/1337

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 1971-2011年
 日本国実用新案登録公報 1996-2011年
 日本国登録実用新案公報 1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 6-160814 A (旭硝子株式会社) 1994.06.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2005-010202 A (日本電気株式会社) 2005.01.13, 全文、全図 & US 2004/0252272 A1 & CN 1573432 A	1-6
A	JP 2000-347175 A (セイコーエプソン株式会社) 2000.12.15, 全文、全図 (ファミリーなし)	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。

<p>* 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</p>	<p>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</p>
---	---

国際調査を完了した日 31.01.2011	国際調査報告の発送日 08.02.2011
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 福田 知喜 電話番号 03-3581-1101 内線 3255