

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-129098
(P2020-129098A)

(43) 公開日 令和2年8月27日(2020.8.27)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード (参考)
GO2F 1/13 (2006.01) GO2F 1/13 101 2H088

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2019-22561 (P2019-22561)
(22) 出願日 平成31年2月12日 (2019. 2. 12)

特許法第30条第2項適用申請有り 平成30年9月4日 2018年日本液晶学会討論会にて公開

(71) 出願人 501241645
学校法人 工学院大学
東京都新宿区西新宿1丁目24番2号
(74) 代理人 110001519
特許業務法人太陽国際特許事務所
(72) 発明者 高橋 泰樹
東京都新宿区西新宿1丁目24番2号 学校法人工学院大学内
(72) 発明者 工藤 幸寛
東京都新宿区西新宿1丁目24番2号 学校法人工学院大学内
Fターム(参考) 2H088 FA11 FA30 HA02 HA03 JA12

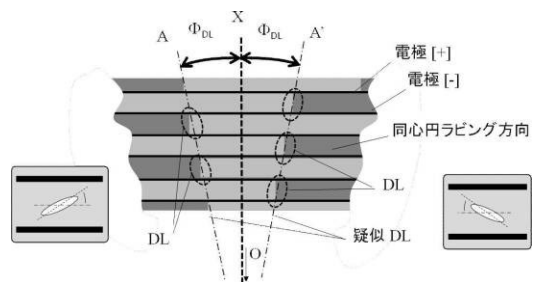
(54) 【発明の名称】フレクソ係数測定方法、フレクソ係数測定装置、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】液晶セルのフレクソ係数の差を計測することで、液晶材料のフレクソ効果をより正確に評価することができる。

【解決手段】対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、一対の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加する。前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線のなす角を測定する。前記なす角に基づいて、フレクソ係数の差を計測する。

【選択図】図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定方法であって、
対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、一对の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加するステップと、
前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される 2 本の直線のなす角を測定するステップと、
前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測するステップと、
を含むフレクソ係数測定方法。

10

【請求項 2】

前記同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理は、前記櫛歯電極による測定範囲の外部に中心点を取って施される請求項 1 に記載のフレクソ係数測定方法。

【請求項 3】

液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定方法であって、
対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に直線状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、同心円状の複数の櫛歯を有する一对の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加するステップと、
前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される 2 本の直線のなす角を測定するステップと、
前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測するステップと、
を含むフレクソ係数測定方法。

20

【請求項 4】

前記直流電圧を印加するステップの後に、前記櫛歯電極により交流電圧を印加するステップを更に含む請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のフレクソ係数測定方法。

【請求項 5】

液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定装置であって、
対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、一对の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加されているときに、前記液晶セル内を撮影する撮影部と、
撮影した前記液晶セル内の前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される 2 本の直線のなす角を測定し、測定した前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測する計測部と、
を含むフレクソ係数測定装置。

30

【請求項 6】

コンピュータを、液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定装置であって、
対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、一对の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加されているときに、前記液晶セル内を撮影する撮影部と、
撮影した前記液晶セル内の前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される 2 本の直線のなす角を測定し、測定した前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測する計測部と、
を含むフレクソ係数測定装置として機能させるためのプログラム。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

50

本発明は、フレクソ係数測定方法、フレクソ係数測定装置、及びプログラムに係り、特に、液晶分野のフレクソ係数を測定するためのフレクソ係数測定方法、フレクソ係数測定装置、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

液晶ディスプレイの高精細化に伴い画素の微細化が進んだことで、従来の大きな画素ピッチでは生じなかったような欠陥が生じ表示品質に影響を与えるようになってきている。例えば、近年の主流となっているLCDの表示モード（IPS：In plane switching、FFS：Fringe field switching）方式において、電極エッジ付近（画素エッジ、電極エッジは電極の境界であり、液晶分子配列のひずみが集中する部分）で表示ムラが生じる場合がある。表示ムラは、分子配向がこれまでとは異なるひずみが生じることが原因とも考えられている。このような画素エッジや電極エッジ付近での光漏れは、近年、高精細なLCDの開発において問題になっている。

10

【0003】

液晶分子は、印加電界の極性に応答することから、いわゆるフレクソエレクトリック効果が原因であると考えられている。そのため、より手軽でより正確なフレクソエレクトリック係数（以下、フレクソ係数とも記載する）の評価手法が要求されているが、評価手法が確立されていない。

【0004】

フレクソ係数は、一般にフレクソ係数の和または差で測定され、 $e_{11} + e_{33}$ または $e_{11} - e_{33}$ で表される。

20

【0005】

これまで、フレクソ係数の和によってフレクソ係数を評価する手法の研究が行われている（例えば、非特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】中村 柊介,工藤 幸寛,高橋 泰樹,"クロマト現象による不純物イオン除去の試みたVC特性によるフレクソ係数($e_{11} + e_{33}$)の測定",日本液晶学会,2015.

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

IPSモードやFFSモードでは、フレクソ係数の和($e_{11} + e_{33}$)よりも差($e_{11} - e_{33}$)の影響の方が大きい。

【0008】

そのため非特許文献1に記載のフレクソ係数の和による手法ではなく、フレクソ係数の差による評価手法が求められる。

【0009】

もっとも、フレクソ係数の差の評価では、IPS方式の電極で静電容量の変化からフレクソ係数を評価を検出することが考えられるが、静電容量の変化では検出が困難である。特にフレクソ効果による非対称変形の検出が困難である。

40

【0010】

また、静電容量での検出手法以外の手法としては光学特性の変化を利用することも考えられる。しかし、リタレーション変化を利用（電界制御複屈折の効果を直接利用する場合）した検出手法は、測定に誤差を含む要因が多い等の問題がある。

【0011】

本発明は、上記問題点を解決するために成されたものであり、液晶セルのフレクソ係数の差を計測することで、液晶材料のフレクソ効果をより正確に評価することができるフレクソ係数測定方法、フレクソ係数測定装置、及びプログラムを提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】**【0012】**

上記目的を達成するために、第1の発明に係るフレクソ係数測定方法は、液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定方法であって、対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、一對の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加するステップと、前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線のなす角を測定するステップと、前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測するステップと、を含んで実行することを特徴とする。

10

【0013】

第1の発明に係るフレクソ係数測定方法において、前記同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理は、前記櫛歯電極による測定範囲の外部に中心点を取って施されるようにしてもよい。

【0014】

第2の発明に係るフレクソ係数測定方法は、液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定方法であって、対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に直線状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、同心円状の複数の櫛歯を有する一對の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加するステップと、前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線のなす角を測定するステップと、前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測するステップと、を含んで実行することを特徴とする。

20

【0015】

第1及び第2の発明に係るフレクソ係数測定方法は、前記直流電圧を印加するステップの後に、前記櫛歯電極により交流電圧を印加するステップを更に含むようにしてもよい。

【0016】

第3の発明に係るフレクソ係数測定装置は、液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定装置であって、対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、一對の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加されているときに、前記液晶セル内を撮影する撮影部と、撮影した前記液晶セル内の前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線のなす角を測定し、測定した前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測する計測部と、を含んで構成されている。

30

【0017】

第4の発明に係るプログラムは、コンピュータを、液晶セルについてフレクソ係数を評価するフレクソ係数測定装置であって、対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理が施された液晶セル内に配置された、一對の櫛歯電極であって、かつ、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置された櫛歯電極により直流電圧を印加されているときに、前記液晶セル内を撮影する撮影部と、撮影した前記液晶セル内の前記基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線のなす角を測定し、測定した前記なす角に基づいて、前記フレクソ係数の差を計測する計測部と、を含むフレクソ係数測定装置として機能させるためのプログラムである。

40

【発明の効果】**【0018】**

本発明のフレクソ係数測定方法、フレクソ係数測定装置、及びプログラムによれば、液晶セルのフレクソ係数の差を計測することで、液晶材料のフレクソ効果をより正確に評価することができる、という効果が得られる。

50

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】上面から見た液晶セル内にある面内電極に配置された液晶分子を模式的に表した図の一例である。

【図2】液晶セル内を側面から見た場合であり、液晶セル内に配置した片基板及び対向基板、及び基板間の液晶分子を表した模式的な図の一例である。

【図3】上面から見た櫛歯電極付セル、及び1対の櫛歯電極間モデルの一例を示す図である。

【図4】ダイレクターの x, y 方向の分布(変位)は一様、 z 方向のみの変化の1次元モデルを表す一例を示す図である。

【図5】上面から見た櫛歯電極間モデルで面内プレチルト角 $\theta = 5^\circ$ として、電極に交互に電流を印加した場合の一例を示す図である。

【図6】ダイレクター方向がいずれのフレクソ係数で収束するかを測定した実験結果の一例を示す図である。

【図7】上面から見た櫛歯電極間モデルで、電圧無印加時(初期)から、ダイレクターの回転運動が飽和する程度の十分大きな電圧を印加した場合の各状態の一例を示す図である。

【図8】同心円状のラビングを施した基板と、液晶セル内の液晶分子との関係を模式的に表した図である。

【図9】ディスクリネーションライン(DL)が発生した液晶セルの一例を示す図である。

【図10】実際の擬似DLの観察例を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態のフレクソ係数の差の測定を実施するための構成の一例を示す図である。

【図12】側面から見た液晶セルの構成を示す図である。

【図13】上面から見た液晶セルであり、同心円状のラビングと櫛歯電極との関係を示す図である。

【図14】本発明の実施の形態のフレクソ係数の測定に係るフローチャートである。

【図15】同心円状のラビングの中心を液晶セルの外部とした場合の一例を示す図である。

【図16】直流で印加後に、DLが観測された段階で交流に切り替えたことを示す図である。

【図17】櫛歯電極を同心円状にし、水平又は垂直にラビングを施した場合の一例を示す図である。

【図18】同心円状の櫛歯電極の中心は液晶セル外部にした場合の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

まず、背景として、IPSモードの電極において静電容量の変化の検出、及び電気光学特性(リタデーション変化)の測定では、フレクソ係数の評価が困難である理由を説明する。

【0021】

静電容量の変化の検出の場合について説明する。図1は上面から見た液晶セル(以下、たんにセルとも記載する)内にある面内電極に配置された液晶分子を模式的に表した図の一例である。面内電極はエリア「A」、「B」が交互になるように格子状の櫛歯電極を用いる。もしフレクソ係数の検出用の液晶配向を施したセルに直流電圧を印加して、フレクソの影響でエリア「A」、「B」で異なる液晶分子の応答が出たとする。この場合、静電容量の変化を検出したくても、エリア「A」、「B」の平均値が測定されてしまうため、単独検出は困難である。また、1対の電極だけに限定すると、静電容量の変化が小さく、検出が困難である。また、光学特性の変化を検出したくても、電極間距離は数十マイクロメートルであるため「A」だけ、あるいは「B」だけのエリアを観測するのは困難である。また、

10

20

30

40

50

電極間の距離を広げることで対応は可能だが、印加電圧が数百ボルト（以上）になり、現実的ではない。

【 0 0 2 2 】

次に、液晶の電気光学特性を測定する場合について説明する。電気光学特性を測定する手法は、次のような多くの誤差を含む原因となる。測定光路のズレによる影響がある。また、偏光板と試料セルの設置角度のわずかなズレによる光学特性への影響がある。また、液晶の屈折率（ n_e 、 n_o ）の評価光波長に合った正確な値が必要である。また、電気光学特性の評価は、屈折率の評価波長に合った単色光源での測定が必要である。

【 0 0 2 3 】

以上のような背景を元に本発明の実施の形態の原理について説明する。

10

【 0 0 2 4 】

本発明の実施の形態では、実測値と理論計算値とのフィッティングを用いる。フィッティングにおける原理的な式については後述する。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の実施の形態では、セル内の液晶分子の液晶配向の不連続性（ディスクリネーションライン）を用いる。液晶配向の不連続性については後述する。なお、印加電界に対する透過率特性（リタレーションの変化）は使わない。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の実施の形態では、液晶の歪配向が必要なため、HAN（Hybrid Alignment Nematic）のセルを使用する。図2は、セル内を側面から見た場合であり、セル内に配置した片基板及び対向基板、及び基板間の液晶分子を表した模式的な図の一例である。基板には、ラビングを施すことで液晶分子に配向を生じさせる。本発明の実施の形態では、片基板面上でほぼ水平配向、対向基板上で垂直配向を用いる。ラビングの特徴については後述する。ラビングが、同心円状に液晶分子を並ばせるための配向処理の一例である。配向処理はラビング法に限らず、例えば光配向法、斜方蒸着法などの液晶を配向させる手法も含まれる。

20

【 0 0 2 7 】

また、本発明の実施の形態では、IPSモードの（櫛歯）電極を用いる。図3は、上面から見た櫛歯電極付セル、及び1対の櫛歯電極間モデルの一例を示す図である。電極はITOの透明な電極である。図示されていない基板は上下に配置されており、電極側に水平配向の基板がある。櫛歯電極間モデルでは、液晶分子（ダイレクターとも記載する）の基準角度に対する面内プレチルト角が検出できる。

30

【 0 0 2 8 】

次に、フィッティングにおける原理的な式について説明する。図4は、ダイレクターの x, y 方向の分布（変位）は一様、 z 方向のみの変化の1次元モデルを表す一例を示す図である。1次元モデルにおいて、セル内の電気力線のふくらみは無視するとする。1次元モデルにおいて、 Y 方向に電圧を印加したとき、セル内の自由エネルギーは以下の（1）式で表される。

【 0 0 2 9 】

【 数 1 】

$$F_{\text{total}} = \int_0^d F dz + W_0 + W_d$$

・・・（1）

40

【 0 0 3 0 】

F 、 W_0 、 W_d については、以下（2）式で表される。

【 0 0 3 1 】

【数 2】

$$F = f_{\text{elas}} + f_{\text{diel}} + f_{\text{flex}}$$

$$W_0 = W_{\theta 0} + W_{\phi 0}$$

$$W_d = W_{\theta d} + W_{\phi d}$$

・・・ (2)

【0032】

ただし、 W_0 、 W_d は以下である。

10

【0033】

$$W_{\theta 0} = \frac{1}{2} A_{\theta 0} \sin^2(\theta_{[0]} - \theta_0) = \frac{1}{2} A_{\theta 0} \sin^2(\Delta\theta_0)$$

$$W_{\theta d} = \frac{1}{2} A_{\theta d} \sin^2(\theta_{[d]} - \theta_d) = \frac{1}{2} A_{\theta d} \sin^2(\Delta\theta_d)$$

また、 f_{elas} 、 f_{diel} 、 f_{flex} は以下である。

20

【0034】

$$\begin{aligned} f_{\text{elas}} &= \frac{1}{2} K_{11} (\text{div } \vec{n})^2 + \frac{1}{2} K_{22} (\vec{n} \cdot \text{rot } \vec{n})^2 + \frac{1}{2} K_{33} (\vec{n} \times \text{rot } \vec{n})^2 \\ &= \frac{1}{2} \left\{ f(\theta) \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^2 + g(\theta) \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right\} \end{aligned}$$

$$f_{\text{diel}} = -\frac{1}{2} \{ \Delta \varepsilon \cos^2 \theta \sin^2 \phi + \varepsilon_n \} E_y^2$$

$$\begin{aligned} f_{\text{flex}} &= -\vec{P}_y \vec{E}_y \\ &= -\frac{1}{2} \left[\{ (e_{11} - e_{33}) + (e_{11} + e_{33}) \cos(2\theta) \} \sin \phi \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + e_{33} \sin(2\theta) \cos \phi \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right) \right] E_y \end{aligned}$$

【0035】

印加電界状態において、ダイレクター分布は F_{total} が極小値となるように決まる。極小値を求めるためには、(1)式が変分法による極値条件(オイラー・ラグランジュ方程式)を満たせばよい。オイラー・ラグランジュ方程式を適用後は、極角は以下(3)式、方位角は以下(4)式で表される。

【0036】

【数 3】

$$f'(\theta) \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^2 + 2f(\theta) \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) - g'(\theta) \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 - \Delta \varepsilon \sin(2\theta) \sin^2 \phi E_y^2$$

$$- 2(e_{11} - e_{33}) \cos^2 \theta \cos \phi \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right) E_y = 0$$

・・・(3)

10

$$2g'(\theta) \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right) + 2g(\theta) \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} \right) + \Delta \varepsilon \cos^2 \theta \sin(2\phi) E_y^2$$

$$+ 2(e_{11} - e_{33}) \cos^2 \theta \cos \phi \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right) E_y = 0$$

・・・(4)

【0037】

20

フレクソの項は、「 $+ 2(e_{11} - e_{33}) \cdot \cdot$ 」の項である。上記(3)式及び(4)式からフレクソの項において、ダイレクター分布に影響するのは、 $(e_{11} - e_{33})$ であることがわかる。

【0038】

印加電界時のダイレクターの回転について説明する。

【0039】

F_{die1} は、誘電分極によるダイレクターの回転力を示す。電界の二次に応答し、電界の極性に関係しない。 F_{die1} では、面内プレチルト角の方向に回転する力が発生する。

【0040】

30

F_{flex} は、「フレクソ分極によるダイレクターの回転力を示す。電界の一次に応答することから、電界の極性に応答する。 F_{flex} では、面内プレチルト角の方向に回転する力が発生するとは限らない。

【0041】

これらを考慮したとき、ダイレクターの回転方向は、電極間のエネルギー（弾性エネルギー、誘電エネルギー、及びフレクソエネルギー）のバランスで決まる。

【0042】

図5は、上面から見た櫛歯電極間モデルで面内プレチルト角 $\theta_0 = 5^\circ$ として、電極に交互に電流を印加した場合の一例を示す図である。

【0043】

40

図6は、 $\theta_0 = 5^\circ$ とした場合に、ダイレクター方向がいずれのフレクソ係数で収束するかを測定した実験結果の一例を示す図である。図6の例では、フレクソ係数が $(e_{11} - e_{33}) = p \text{ C} / \text{m}$ 以下になるとダイレクターが片方向に収束することがわかる。

【0044】

図7は、上面から見た櫛歯電極間モデルで、電圧無印加時（初期）から、ダイレクターの回転運動が飽和する程度の十分大きな電圧を印加した場合の各状態の一例を示す図である。[状態1]と[状態2]がセル内の同一箇所が発生すれば、セル内の境界部に配向の不連続部、つまり回位線（ディスクリネーションライン）が発生する。ダイレクターが、[状態1]と[状態2]のどちらの状態に収束するかは、フレクソ係数 $(e_{11} - e_{33})$

50

の大きさや面内プレチルト角などに依存する。

【 0 0 4 5 】

1つのセルの中にあらゆる面内プレチルト角を含むようなことが実現できれば、[状態1]と[状態2]との境界となる箇所がどこかに現れることになる。そこで境界部分を、実測値と理論計算値とで比較することで、フレクソ係数($e_{11} - e_{33}$)を評価する。

【 0 0 4 6 】

図8は、同心円状のラビングを施した基板と、セル内の液晶分子との関係を模式的に表した図である。

【 0 0 4 7 】

セル内では、面内プレチルト角が等しい全ての電極間で、ディスクリネーションライン(以下、DLとも表記する)が発生する。図9は、DLが発生したセルの一例を示す図である。DLの発生は、印加電界の極性に依存するため、線分OXに対し右側に発生するか左側に発生するかは電極1本おきに異なる。セル全体を見渡し巨視的に見ると各DLが見かけ上、線分OA、線分OA'の様に扇形に発生している様に見える。この扇形のそれぞれの辺は、線分OA、線分OA'は、DL全体で誤差が小さくなるように引いた直線であるが、この直線を疑似DLと呼ぶ。疑似DLの直線をそれぞれのDL位置の平均となるように引くことで、誤差を低減できる。直線は画像処理ソフト等を用いて引いてもよい。図10は、実際の疑似DLの観察例を示す図である。

【 0 0 4 8 】

疑似DLの扇形の開き角(角AOX、あるいは角A'OX)を測定し、開き角の測定値と、連続体理論を用いたダイレクターの理論計算値と比較することで、フレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$)の値を決定することができる。開き角として、角AOA'を測定し、その半分の値(平均値に相当)を用いることで、誤差を低減できる。

【 0 0 4 9 】

液晶材料としてメルク社のネマティック液晶ZLI-4792を用いたサンプルに対して、フレクソ係数の測定を行った場合を例に説明する。DL発現位置の平均OAとOA'を測定してDLを求め、角度 2° とする。この角度と、理論計算値とのフィッティングによりZLI-4792のフレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$) = -1.3 pC/m が暫定値として求まる。

【 0 0 5 0 】

フィッティングは、DLのなす角の実測値について、実測値に対応する理論計算値のフレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$)をテーブルデータとして予め求めておき、実測値に対応するフレクソ係数の差を求めるようにする。フィッティングは、このようにテーブルデータとして予め求めておくか、あるいは、他の手法を用いてもよい。例えば、実測によりDLを求め、数値シミュレーションにおいて実測のDLの値を面内プレチルト角として固定し、印加電圧を0ボルトから十分高い電圧まで変化させてダイレクター分布を求める。ダイレクター分布を求める際、それぞれフレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$)の値をパラメータとし変化させて計算する。図6に示した様に方位角方向のダイレクターの動き方向が反転するとき、その計算に用いたフレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$)の値が求めたい値となる。計算においてダイレクターの動き方向の反転が生じる条件の前後において、パラメータとしてのフレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$)を細かいステップで計算することで、フィッティング精度は向上する。

【 0 0 5 1 】

以上が、ネマティック液晶のフレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$)の測定手法の原理的な説明である。

【 0 0 5 2 】

フレクソ係数の差の測定手法の構成をまとめると次のようになる。HANのセルを使用する。片基板に同心円状のラビングを施す。櫛歯電極を用いて印加電界の極性に応答した液晶分子の面内プレチルト角を測定する。測定した液晶分子の面内プレチルト角の角DL

10

20

30

40

50

を結んだ線分である擬似DLのなす角を測定し、理論計算値と比較してフレクソ係数の差を求める。求めたフレクソ係数の差から、フレクソフレクソ効果の影響が確認できる。

【0053】

以下、本発明の実施の形態の構成及び作用を説明する。

【0054】

図11は、本発明の実施の形態のフレクソ係数の差の測定を実施するための構成の一例を示す図である。上述した測定を行う対象とするセルをセル30とし、セルの状態を計測装置40により撮影して擬似DLを計測し、フレクソ係数を評価する。計測装置40は、CPUと、RAMと、各種処理を実行するプログラムや各種データを記憶したROMと、を含むコンピュータで構成することが出来る。計測装置40は、セル内の液晶分子を撮影するカメラ等の撮影部42と、画像から擬似DLを測定して、フレクソ係数を評価する計測部44とを備えている。

10

【0055】

図12は、側面から見た液晶セル30（以下、セル30）の構成を示す図である。セル30は、対向する二対の基板32として片基板32Aと対向基板32Bとを備える。また、櫛歯電極36は、片基板32Aと水平配向の配向膜34Aとの間にある。配向膜34Aには、同心円状のラビングが施されている。また、対向基板32Bには垂直配向の配向膜34Bが張られている。図13は、上面から見たセル30であり、同心円状のラビングと櫛歯電極との関係を示す図である。配向膜34Aに対し、上面から見て同心円状にラビング38は施される。櫛歯電極36は、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置されている。

20

【0056】

フレクソ係数の測定では、まず、櫛歯電極36に直流電圧を印加した状態とする。次に、計測装置40の撮影部42で、セル30の画像を撮影する。計測部44で、測定した画像から、基板32の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線（擬似DL）のなす角を測定する。測定したなす角に基づいて当該なす角と理論計算値との所定のフィッティングを行い、フレクソ係数の差を計測する。

【0057】

次に、本発明の実施の形態のフレクソ係数の測定に係る作用について説明する。図14は、本発明の実施の形態のフレクソ係数の測定に係るフローチャートである。

【0058】

ステップS100では、測定者により、櫛歯電極36に直流電圧を印加する。なお、計測装置40を介して直流電圧を印加するようにしてもよい。

30

【0059】

ステップS102では、計測装置40の撮影部42が、セル30の画像を撮影する。

【0060】

ステップS104では、計測部44が、測定した画像から、基板32の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線（擬似DL）のなす角を測定する。

【0061】

ステップS106では、計測部44で、測定したなす角に基づいて当該なす角度と理論計算値との所定のフィッティングを行い、フレクソ係数の差を計測する。計測は上記で説明したフィッティングの手法を用いればよい。

40

【0062】

以上、説明したように、本発明の実施の形態に係る手法によれば、液晶セルのフレクソ係数の差を計測することで、液晶材料のフレクソ効果をより正確に評価することができる。

【0063】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や応用が可能である。

【0064】

50

例えば、上述した実施の形態では、同心円状のラビングの中心はセル内部に設ける場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。図15は、同心円状のラビングの中心をセルの外部とした場合の一例を示す図である。図15のように、同心円状のラビングを、櫛歯電極36による測定範囲の外部に中心点を取って施す。このように測定範囲の外部に中心点を取ることで、セル内部の測定範囲の円弧がなだらかになり、面内プレチルトの変化が緩やかになるので、液晶分子のより繊細な変化が検出できる。例えばフレクソ係数が小さく、疑似DLの開き角が小さい場合などに応用できる。また、半径が小さな同心円状のラビングによる粗等の影響を避けられることも考えられる。

【0065】

また、櫛歯電極36に直流電圧を印加するステップの後に、櫛歯電極36により交流電圧を印加するステップを更に含むようにしてもよい。直流電圧の印加によりDLが発生した後は、その後、交流電圧に切り替えてもDLの位置は動かないため、不純物イオンの影響を受けずに、時間的な制約を受けずに測定ができるという利点がある。図16は、直流で印加後に、DLが観測された段階で交流に切り替えたことを示す図である。例えば、撮影部42で画像を数秒等の間隔で撮影し、計測部44でDLの発生を検知したら交流に切り替えるように制御してもよい。

【0066】

また、上述した実施の形態では、配向膜34Aに同心円状のラビング38を施す場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、電極形状とラビング方向を入れ替えてもよい。図17は、櫛歯電極を同心円状にし、水平又は垂直にラビングを施した場合の一例を示す図である。

【0067】

この場合には、同心円状の複数の櫛歯を有する一对の櫛歯電極を、対向する基板のうちの一方の基板の配向膜に直線状のラビングが施された液晶セル内に配置する。櫛歯電極は、互いの櫛歯が交互に並ぶように配置する。フレクソ係数の測定のフローは同様である。櫛歯電極により直流電圧を印加するステップと、基板の法線方向から見た、櫛歯間の各々で発生する回位線の位置に基づいて規定される2本の直線のなす角を測定するステップと、なす角に基づいて、フレクソ係数の差を計測するステップと、によって、フレクソ係数を測定すればよい。

【0068】

また、櫛歯電極を同心円状にする場合も、同心円状の櫛歯電極の中心はセル内部にある必要はない。図18は、同心円状の櫛歯電極の中心はセル外部にした場合の一例を示す図である。

【0069】

また、本発明の実施の形態の手法は次のような効果的な特徴がある。

【0070】

ある程度の大きさの印加電界下で発生したDLは、電気二重層などにより実効的な印加電界が多少変動しても、DLの位置は動かない。つまり、不純物イオンの影響を受けにくい。

【0071】

DLが発生する部分では、面内プレチルト角を基準にそれぞれダイレクターは逆方向に回転するので、方位角アンカリングの効果は対称的に作用する。よって、数値計算においてシビアな問題とはならないことが考えられる。

【0072】

各櫛歯電極間に発生するDLの位置を平均的に見ていることになるので、実質、数十のサンプルセルを測定したのと同じ効果が期待できる。

【0073】

DLが発生している一对の電極間に注目したとき、電界の方向と面内プレチルト角の関係からフレクソ係数の差($e_{11} - e_{33}$)の極性(+/-)も判定できる。

【0074】

10

20

30

40

50

フレクソ係数の差 ($e_{11} - e_{33}$) の絶対値が必要なく液晶材料の係数の大きさを相対的に比較したいだけなら、液晶材料ごとにセルを作製し、疑似DLによる扇形の発生状態を比較すればよい。この場合は数値計算も必要がない。

【0075】

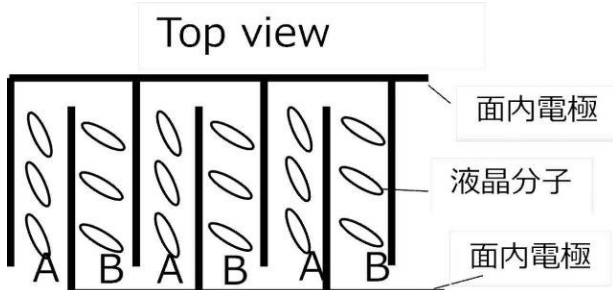
DLの位置さえ検出できれば良いので、液晶材料の屈折率 (n_e, n_o) の値、単色光での測定、シビアな偏光板配置 (光学系の調整) などはいずれも必要ない。

【符号の説明】

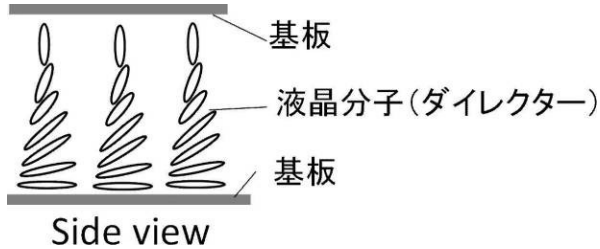
【0076】

- 30 液晶セル
- 32 (32A、32B) 基板
- 34 (32A、32B) 配向膜
- 36 櫛歯電極
- 38 ラビング
- 40 計測装置
- 42 撮影部
- 44 計測部

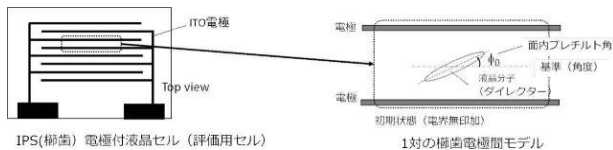
【図1】



【図2】



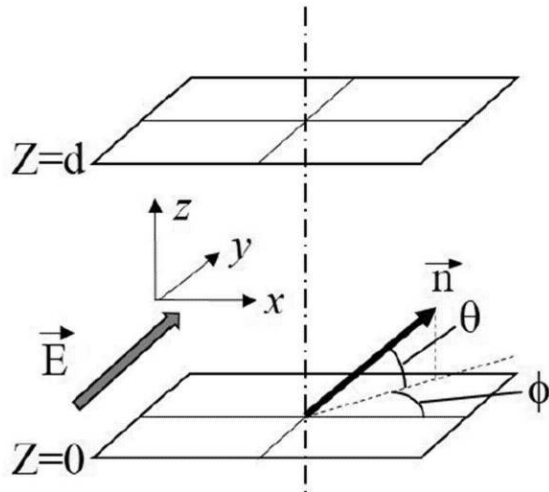
【図3】



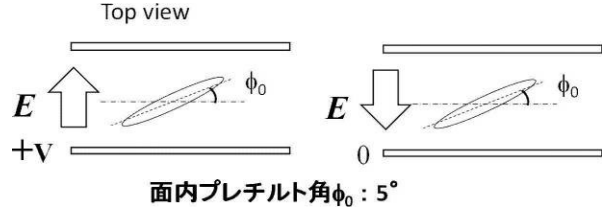
IPS(櫛歯)電極付液晶セル(評価用セル)

1対の櫛歯電極間モデル

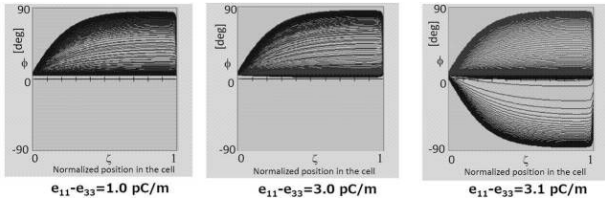
【図4】



【図5】

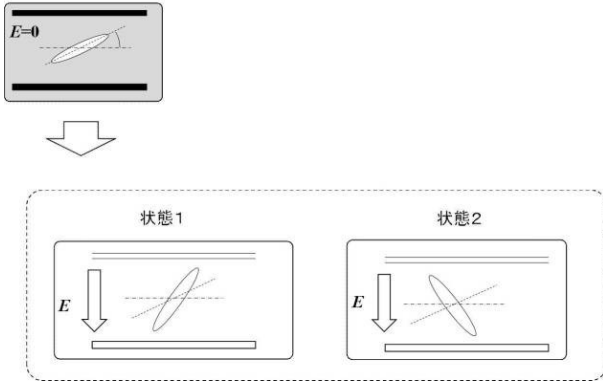


【図6】

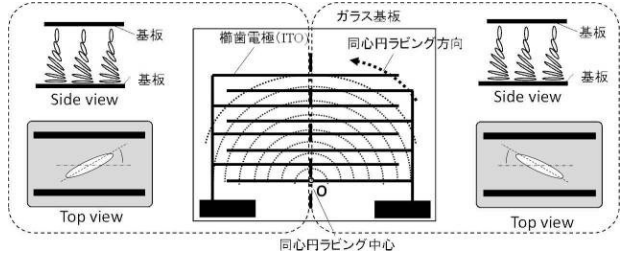


【図7】

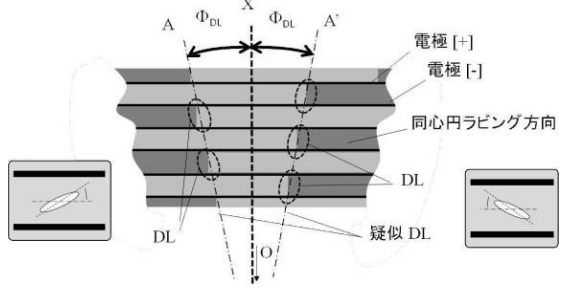
電圧無印加時(初期)



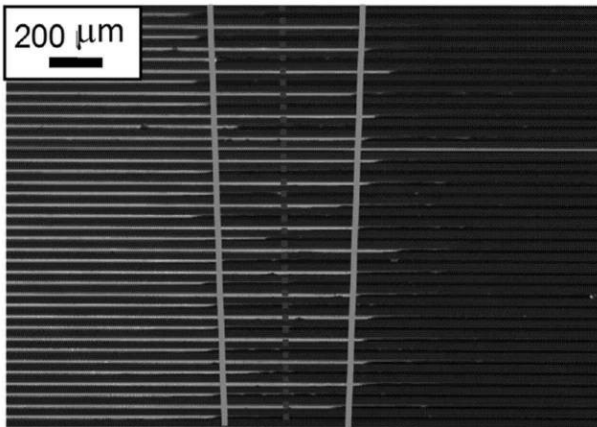
【図8】



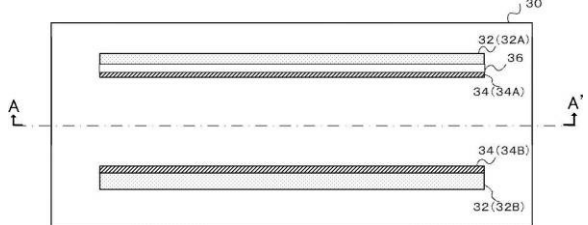
【図9】



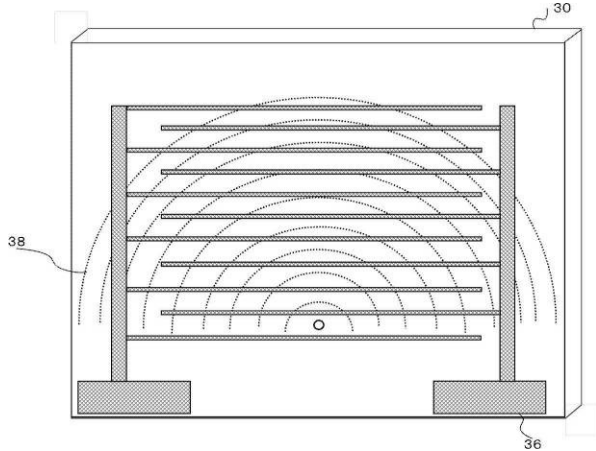
【図10】



【図12】



【図13】



【図11】

