

(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
2014 年 10 月 16 日(16.10.2014)

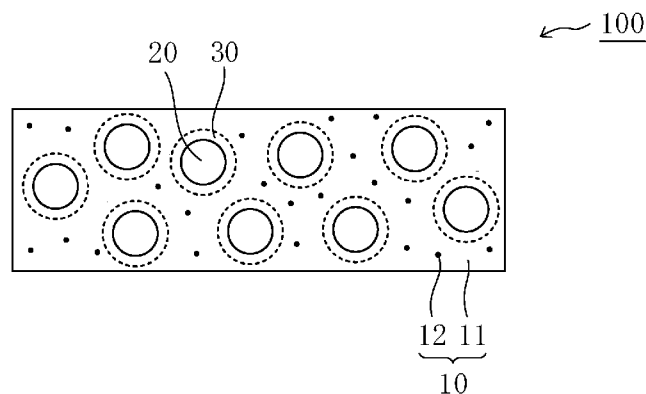


(10) 国際公開番号
WO 2014/167664 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/060803
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 10 日(10.04.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日東電工株式会社(NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 中村 恒三(NAKAMURA, Kozo); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 武本 博之(TAKEMOTO, Hiroyuki); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 梅本 清司(UMEMOTO, Seiji); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 艸井 孝文(MOMII, Takafumi); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜 1 丁目 4 番 4 号 アクア堂島東館 7 階 Osaka (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, BN, 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, PA, 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 (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: LIGHT-DIFFUSING ELEMENT AND METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT-DIFFUSING ELEMENT

(54) 発明の名称: 光拡散素子および光拡散素子の製造方法



(57) Abstract: To provide a strongly diffusing, high-haze light-diffusing element whereby backscatter is minimized and transmission of ballistic light is reduced. This light-diffusing element has the following: a matrix that contains a resin component and an ultrafine-particle component; and light-diffusing fine particles dispersed within said matrix. Outside each light-diffusing fine particle, in the vicinity of the surface thereof, an essentially spherical-shell-shaped modulated-concentration region in which the weight concentration of the ultrafine-particle component increases with increasing distance from that light-diffusing fine particle is formed. The mean separation (A) between the centers of the light-diffusing fine particles in this light-diffusing element and the mean diameter (B) of said light-diffusing fine particles satisfy the relation $0.90 < B/A$.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/167664 A1



ヘイズ値が高く、強い拡散性を有し、後方散乱が抑制され、かつ、直進光の透過が低減された光拡散素子を提供すること。本発明の光拡散素子は、樹脂成分および超微粒子成分を含むマトリクスと、該マトリクス中に分散された光拡散性微粒子とを有する光拡散素子であって、該光拡散性微粒子から遠ざかるにつれて該超微粒子成分の重量濃度が高くなる実質的に球殻状の濃度変調領域が、該光拡散性微粒子の表面近傍外部に形成され、該光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均中心間距離 A 、および該光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均粒子径 B が、 $0.90 < B/A$ の関係を有する。

明 細 書

発明の名称： 光拡散素子および光拡散素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光拡散素子および光拡散素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 光拡散素子は、照明カバー、プロジェクションテレビのスクリーン、面発光装置（例えば、液晶表示装置）などに広く利用されている。近年では、光拡散素子は、液晶表示装置などの表示品位の向上、視野角特性の改善等への利用が進んでいる。光拡散素子としては、樹脂成分および超微粒子成分を含むマトリクスと、該マトリクス中に分散された光拡散性微粒子とを有する光拡散素子が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この光拡散素子においては、マトリクスと光拡散性微粒子が屈折率差を有し、光拡散性微粒子の表面近傍に超微粒子成分の重量濃度が変調する領域（濃度変調領域）が形成されることにより、光拡散性を発現し、かつ、後方散乱が抑制される。しかし、上記光拡散素子は、上記のような効果を発現する一方で、入射光の一部が、光拡散性微粒子および濃度変調領域に影響されずに透過することにより、拡散せずに直進してしまうという点でいまだ改善の余地がある。直進光の量が多すぎると、液晶表示装置の表示品位、視野角特性等に悪影響を及ぼす。直進光を低減させる手段としては、光拡散素子を厚くする、微粒子数を増やす等が挙げられる。しかし、これらの手段を用いた場合、生産性が悪化する問題、および後方散乱が大きくなり明所におけるコントラストの低下を招くという問題が生じる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第04756099号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明は上記従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、ヘイズ値が高く、強い拡散性を有し、後方散乱が抑制され、かつ、直進光の透過が低減された光拡散素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の光拡散素子は、樹脂成分および超微粒子成分を含むマトリクスと、該マトリクス中に分散された光拡散性微粒子とを有する光拡散素子であって、該光拡散性微粒子から遠ざかるにつれて該超微粒子成分の重量濃度が高くなる実質的に球殻状の濃度変調領域が、該光拡散性微粒子の表面近傍外部に形成され、該光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均中心間距離 A 、および該光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均粒子径 B が、 $0.90 < B/A$ の関係を有する。

好ましい実施形態においては、前記平均中心間距離 A 、前記平均粒子径 B 、および前記濃度変調領域最外部と前記光拡散性微粒子の表面との平均距離 C が、 $0.91 < (B + 2 \times C) / A$ の関係を満たす。

好ましい実施形態においては、前記平均中心間距離 A 、前記平均粒子径 B 、および前記平均距離 C が、 $A - (B + 2 \times C) \leq 0.2 \mu\text{m}$ の関係を満たす。

好ましい実施形態においては、前記樹脂成分の一部が、前記光拡散性微粒子に含有されている。

本発明の別の局面によれば、上記光拡散素子の製造方法が提供される。この光拡散素子の製造方法は、マトリクスの樹脂成分の前駆体と超微粒子成分と光拡散性微粒子とを有機溶剤中に溶解または分散させた塗工液を基材に塗布する工程 A と、該基材に塗布された塗工液を乾燥させる工程 B と、上記前駆体を重合させる工程 C を含み、該工程 C の前に、該光拡散性微粒子を膨潤させる。

好ましい実施形態においては、前記光拡散性微粒子の配合量が、前記マトリクス 100 重量部に対して、 30 重量部以下である。

好ましい実施形態においては、前記有機溶剤の SP 値と前記光拡散性微粒

子のSP値との差が、0.2～0.8である。

好ましい実施形態においては、前記有機溶剤が、第1の有機溶剤と第2の有機溶剤との混合溶剤であり、該第1の有機溶剤は、該第2の有機溶剤よりも前記光拡散性微粒子に浸透しやすく、かつ、該第2の有機溶剤よりも揮発性が高い。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、光拡散性微粒子の表面近傍に、屈折率に変調する領域（超微粒子成分の濃度に変調する濃度変調領域）が形成されていることにより、マトリクスと光拡散性微粒子との界面の反射を抑えることができ、後方散乱を抑制することができる。さらに、超微粒子成分をマトリクスに含有させることにより、マトリクスと光拡散性微粒子との屈折率差を大きくすることができる。これらの相乗的な効果により、ヘイズ値が高く、強い拡散性を有し、かつ、後方散乱が抑制された光拡散素子を実現することができる。さらに、光拡散性微粒子の平均中心間距離Aに対する光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均粒子径Bの比率（ B/A ）を特定値以上とすることにより、平面視した場合に光拡散性微粒子が存在しない領域を低減でき、また、光拡散性微粒子の表面近傍に形成された上記濃度変調領域が占める体積割合も累積的に増大させることができる。そのため、入射光が拡散されずに直進してしまう領域（平面視した場合に、光拡散性微粒子が存在せず、かつ、濃度変調領域が形成されていない領域）を大幅に低減することができる。その結果、直進光の透過を大幅に抑制することができる。本発明によれば、光拡散性微粒子数を増やすことなく、後方散乱を抑制しつつ、直進光の透過を大幅に抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の好ましい実施形態による製造方法により得られる光拡散素子におけるマトリクスの樹脂成分および光拡散性微粒子の分散状態を説明するための模式図である。

[図2]本発明の光拡散素子における光拡散性微粒子近傍を拡大して説明する模

式図である。

[図3]マトリクス中の超微粒子成分の面積比率を説明するための透過型電子顕微鏡画像である。

[図4]本発明の光拡散素子における光拡散性微粒子中心部からマトリクスまでの屈折率変化を説明するための概念図である。

[図5] (a) は、本発明の光拡散素子を平面視した際の光拡散性微粒子の状態を示す模式図であり、(b) は、従来の光拡散素子を平面視した際の光拡散性微粒子の状態を示す模式図である。

[図6]直進光透過率を算出する方法を説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれらの具体的な実施形態には限定されない。

[0009] A. 光拡散素子

A-1. 全体構成

本発明の光拡散素子は、樹脂成分および超微粒子成分を含むマトリクスと、該マトリクス中に分散された光拡散性微粒子とを有する。本発明の光拡散素子は、マトリクスと光拡散性微粒子の屈折率差により、光拡散機能を発現する。図1は、本発明の好ましい実施形態による光拡散素子におけるマトリクスの樹脂成分および超微粒子成分、ならびに光拡散性微粒子の分散状態を説明するための模式図である。本発明の光拡散素子100は、樹脂成分11および超微粒子成分12を含むマトリクス10と、マトリクス10中に分散された光拡散性微粒子20とを有する。図1および図2に示すように、光拡散性微粒子20から遠ざかるにつれて該超微粒子成分の重量濃度が高くなる実質的に球殻状の濃度変調領域30が、該光拡散性微粒子の表面近傍外部に形成されている。したがって、マトリクスは、光拡散性微粒子との界面近傍の濃度変調領域30と、当該濃度変調領域30の外側（光拡散性微粒子から離れた側）の濃度一定領域とを有する。好ましくは、マトリクスにおける濃度変調領域30以外の部分は、実質的には濃度一定領域である。濃度変調領

域 30 においては、屈折率が実質的に連続的に変化する。濃度変調領域 30 は、境界に微細凹凸を有する球殻状であってもよい。また、濃度変調領域最内部は光拡散性微粒子の内部にあってもよい。本明細書において「光拡散性微粒子の表面近傍」とは、光拡散性微粒子表面、表面付近の外部および表面付近の内部を包含する。また、「光拡散性微粒子の表面近傍外部」とは、光拡散性微粒子表面、表面付近の外部を包含する。

[0010] 上記濃度変調領域 30 は、マトリクス 10 中の超微粒子成分 12 の分散濃度の実質的な勾配により形成されている。具体的には、濃度変調領域 30 においては、光拡散性微粒子 20 から遠ざかるにつれて、超微粒子成分 12 の分散濃度（代表的には、重量濃度で規定される）が高くなる（必然的に、樹脂成分 11 の重量濃度が低くなる）。言い換えれば、濃度変調領域 30 における光拡散性微粒子 20 の最近接領域には、超微粒子成分 12 が相対的に低濃度で分散しており、光拡散性微粒子 20 から遠ざかるにつれて超微粒子成分 12 の濃度が増大する。例えば、透過型電子顕微鏡（TEM）画像によるマトリクス 10 中の超微粒子成分 12 の面積比率は、光拡散性微粒子 20 に近接する側では小さく、マトリクス 10 に近接する側では大きく、当該面積比率は光拡散性微粒子側からマトリクス側（濃度一定領域側）に実質的な勾配を形成しながら変化する。その代表的な分散状態を表す TEM 画像を図 3 に示す。本明細書において、「透過型電子顕微鏡画像によるマトリクス中の超微粒子成分の面積比率」とは、光拡散性微粒子の直径を含む断面の透過型電子顕微鏡画像において、所定範囲（所定面積）のマトリクスに占める超微粒子成分の面積の比率をいう。当該面積比率は、超微粒子成分の 3 次元的な分散濃度（実際の分散濃度）に対応する。当該超微粒子成分の面積比率は、任意の適切な画像解析ソフトにより求めることができる。なお、上記面積比率は、代表的には、超微粒子成分の各粒子間の平均最短距離に対応する。具体的には、超微粒子成分の各粒子間の平均最短距離は、濃度変調領域においては光拡散性微粒子から遠ざかるにつれて短くなり、濃度一定領域において一定となる（例えば、平均最短距離は、光拡散性微粒子の最近接領域では 3

nm～100nm程度であり、濃度一定領域においては1nm～20nmである）。平均最短距離は、図3のような分散状態のTEM画像を二値化し、例えば画像解析ソフト「A像くん」（旭化成エンジニアリング社製）の重心間距離法を用いて算出することができる。以上のように、本発明の製造方法によれば、超微粒子成分12の分散濃度の実質的な勾配を利用して光拡散性微粒子の表面近傍に濃度変調領域30を形成することができるので、煩雑な製造方法でGRIN微粒子を製造して当該GRIN微粒子を分散させる場合に比べて、格段に簡便な手順で、かつ、格段に低コストで光拡散素子を製造することができる。さらに、超微粒子成分の分散濃度の実質的な勾配を利用して濃度変調領域を形成することにより、濃度変調領域30と濃度一定領域との境界において屈折率を滑らかに変化させることができる。さらに、樹脂成分および光拡散性微粒子と屈折率が大きく異なる超微粒子成分を用いることにより、光拡散性微粒子とマトリクス（実質的には、濃度一定領域）との屈折率差を大きく、かつ、濃度変調領域の屈折率勾配を急峻にすることができる。

[0011] 上記濃度変調領域は、マトリクスの樹脂成分および超微粒子成分ならびに光拡散性微粒子の構成材料、ならびに化学的および熱力学的特性を適切に選択することにより形成することができる。例えば、樹脂成分および光拡散性微粒子を同系の材料（例えば有機化合物同士）で構成し、超微粒子成分を樹脂成分および光拡散性微粒子とは異なる系の材料（例えば無機化合物）で構成することにより、濃度変調領域を良好に形成することができる。さらに、例えば、樹脂成分および光拡散性微粒子を同系材料の中でも相溶性の高い材料同士で構成することが好ましい。濃度変調領域の厚みおよび屈折率勾配は、マトリクスの樹脂成分および超微粒子成分ならびに光拡散性微粒子の化学的および熱力学的特性を調整することにより制御することができる。なお、本明細書において「同系」とは、化学構造や特性が同等または類似であることをいい、「異なる系」とは、同系以外のものをいう。同系か否かは、基準の選択の仕方によって異なり得る。例えば、有機か無機かを基準にした場合

、有機化合物同士は同系の化合物であり、有機化合物と無機化合物とは異なる系の化合物である。ポリマーの繰り返し単位を基準にした場合、例えばアクリル系ポリマーとエポキシ系ポリマーとは有機化合物同士であるにもかかわらず異なる系の化合物であり、周期律表を基準にした場合、アルカリ金属と遷移金属とは無機元素同士であるにもかかわらず異なる系の元素である。

[0012] 濃度変調領域30においては、上記のように、屈折率が実質的に連続的に変化する。好ましくは、これに加えて、上記濃度変調領域の最外部の屈折率と上記濃度一定領域の屈折率とが実質的に同一である。言い換えれば、上記光拡散素子においては、濃度変調領域から濃度一定領域にかけて屈折率が連続的に変化する、好ましくは光拡散性微粒子（より好ましくは、光拡散性微粒子の表面付近の内部）から濃度一定領域にかけて屈折率が連続的に変化する（図4）。好ましくは、当該屈折率変化は、図4に示すように滑らかである。すなわち、濃度変調領域と濃度一定領域との境界において、屈折率変化曲線に接線が引けるような形状で変化する。好ましくは、濃度変調領域において、屈折率変化の勾配は、上記光拡散性微粒子から遠ざかるにつれて大きくなる。本発明の光拡散素子によれば、光拡散性微粒子とマトリクスの樹脂成分と超微粒子成分とを適切に選択することにより、実質的に連続的な屈折率変化を実現することができる。その結果、マトリクス10（実質的には、濃度一定領域）と光拡散性微粒子20との屈折率差を大きくしても、マトリクス10と光拡散性微粒子20との界面の反射を抑えることができ、後方散乱を抑制することができる。さらに、濃度一定領域では、光拡散性微粒子20とは屈折率が大きく異なる超微粒子成分12の重量濃度が相対的に高くなるので、マトリクス10（実質的には、濃度一定領域）と光拡散性微粒子20との屈折率差を大きくすることができる。その結果、薄膜であっても高いヘイズ（強い拡散性）を実現することができる。本明細書において「屈折率が実質的に連続的に変化する」とは、濃度変調領域において少なくとも光拡散性微粒子から濃度一定領域まで屈折率が実質的に連続的に変化するればよいことを意味する。したがって、例えば、光拡散性微粒子と濃度変調領域との界

面、および／または、濃度変調領域と濃度一定領域との界面において所定の範囲内（例えば、屈折率差が0.05以下）の屈折率ギャップが存在しても、当該ギャップは許容され得る。

[0013] 上記濃度変調領域30の厚み（濃度変調領域最内部から濃度変調領域最外部までの距離）は、一定であってもよく（すなわち、濃度変調領域が光拡散性微粒子の周囲に同心球状に拡がってもよく）、光拡散性微粒子表面の位置によって厚みが異なってもよい（例えば、金平糖の外郭形状のようになってもよい）。

[0014] 上記濃度変調領域30の平均厚みLは、好ましくは0.01 μm ～0.6 μm であり、より好ましくは0.03 μm ～0.5 μm であり、さらに好ましくは0.04 μm ～0.4 μm であり、特に好ましくは0.05 μm ～0.4 μm である。上記平均厚みLは、濃度変調領域30の厚みが光拡散性微粒子表面の位置によって異なる場合の平均厚みであり、厚みが一定である場合にはその厚みである。

[0015] 上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離A、および上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径Bは、 $0.90 < B/A$ の関係を有し、好ましくは $0.93 \leq B/A$ の関係を有し、より好ましくは $0.95 \leq B/A$ の関係を有し、さらに好ましくは $0.97 \leq B/A$ の関係を有する。
（ B/A ）の上限は、好ましくは1である。このような関係を有していれば、平面視した場合に光拡散性微粒子が存在しない領域を低減でき、また、上記濃度変調領域が占める体積割合も累積的に増大させることができる。そのため、入射光が拡散されずに直進してしまう領域（平面視した場合に光拡散性微粒子が存在せず、かつ、濃度変調領域が形成されていない領域）を大幅に低減することができる。その結果、光拡散性微粒子および濃度変調領域の影響を受けずに透過する光を少なくすることができ、入射光が拡散されずに直進することを防止することができる。以下、本明細書において、拡散されずに直進する光を「直進光」と称する。

[0016] 上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離A、上記光拡散素子

中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B 、および上記濃度変調領域最外部と上記光拡散性微粒子の表面との平均距離 C は、好ましくは $0.91 < (B + 2 \times C) / A$ の関係を有し、より好ましくは $0.94 \leq (B + 2 \times C) / A$ の関係を有し、さらに好ましくは $0.96 \leq (B + 2 \times C) / A$ の関係を有し、特に好ましくは $0.98 \leq (B + 2 \times C) / A$ の関係を有する。このような関係を有していれば、光拡散性微粒子および濃度変調領域の影響を受けずに透過する光を少なくすることができ、直進光の透過を防止することができる。

[0017] 上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離 A 、上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B 、および上記濃度変調領域最外部と上記光拡散性微粒子の表面との平均距離 C は、好ましくは $A - (B + 2 \times C) \leq 0.2 \mu\text{m}$ の関係を有し、より好ましくは $A - (B + 2 \times C) \leq 0.15 \mu\text{m}$ の関係を有し、さらに好ましくは $A - (B + 2 \times C) \leq 0.02 \mu\text{m}$ の関係を有し、特に好ましくは $A - (B + 2 \times C) \leq 0 \mu\text{m}$ の関係を有する。このような関係を有していれば、光拡散性微粒子および濃度変調領域の影響を受けずに透過する光を少なくすることができ、直進光の透過を防止することができる。 $A - (B + 2 \times C) = 0$ の関係式は、光拡散性微粒子間において、濃度変調領域が実質的に接していることを意味する。また、光拡散性微粒子間において、光拡散性微粒子の外部に存在する濃度変調領域は、重なり合い得る。したがって、 $A - (B + 2 \times C)$ は、負の値をとり得る。 $A - (B + 2 \times C)$ の下限は、好ましくは、 $-2 \times C$ である。

[0018] 上記のような関係を有する光拡散性微粒子は、光拡散素子の製造時に、光拡散性微粒子を有機溶剤および樹脂成分の前駆体により十分に膨潤させた後に、マトリクス中の樹脂成分を重合することにより得ることができる。したがって、上記「光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離 A 」および「光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B 」とは、膨潤後の光拡散性微粒子、すなわち、仕込み時よりも粒子径が増大した光拡散性微粒子の平均中心間距離および平均粒子径を意味する。光拡散素子の製造方法の詳細は、

後述する。また、光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離 A 、上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B 、および上記濃度変調領域最外部と上記光拡散性微粒子の表面との平均距離 C の具体的な測定方法は、実施例において記載される通りである。

[0019] 上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離 A は、好ましくは $1.5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $2.5 \mu\text{m} \sim 8.0 \mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $3.0 \mu\text{m} \sim 5.0 \mu\text{m}$ である。

[0020] 上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B は、好ましくは $1.5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $2.5 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $3 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ である。光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B がこのような範囲であれば、光拡散性微粒子数を増やすことなく、平面視した場合に光拡散性微粒子が存在しない領域を低減でき、また、上記濃度変調領域が占める体積割合も累積的に増大させることができるため、後方散乱を抑制しつつ、直進光の透過を抑制することができる。光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B は、好ましくは、光拡散素子の厚みの $1/2$ 以下（例えば、 $1/2 \sim 1/20$ ）である。光拡散素子の厚みに対してこのような比率を有する平均粒子径であれば、光拡散性微粒子を光拡散素子の厚み方向に複数配列することができるので、入射光が光拡散素子を通過する間に当該光を多重に拡散させることができ、その結果、十分な光拡散性が得られ得る。

[0021] 上記濃度変調領域最外部と上記光拡散性微粒子の表面との平均距離 C は、好ましくは $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $0.03 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $0.04 \mu\text{m} \sim 0.4 \mu\text{m}$ であり、特に好ましくは $0.05 \mu\text{m} \sim 0.4 \mu\text{m}$ である。濃度変調領域最外部と光拡散性微粒子の表面との平均距離 C がこのような範囲であれば、直進光の透過を抑制することができる。

[0022] 図 5 (a) は、本発明の光拡散素子を平面視した際の光拡散性微粒子の状態を示す模式図であり、図 5 (b) は、従来の光拡散素子を平面視した際の

光拡散性微粒子の状態を示す模式図である。本発明の光拡散素子は、上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離 A 、上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B 、および上記濃度変調領域最外部と上記光拡散性微粒子の表面との平均距離 C が上記の関係を満足することにより、図 5 (a) に示すように、光拡散性微粒子は、隙間が小さい状態で存在し得る。また、光拡散性微粒子の粒径の増大に伴い、上記光拡散性微粒子の表面近傍外部に形成される濃度変調領域が占める体積割合を累積的に増大させることができる。その結果、直進光の透過が抑制された光拡散素子を得ることができる。また、光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径 B が上記範囲にあれば、直進光の透過の抑制を、少ない光拡散性微粒子数により実現することができる。その結果、後方散乱を抑制して光拡散性に優れる光拡散素子を得ることができる。

[0023] 上記光拡散素子は、ヘイズ値が高ければ高いほど好ましく、具体的には、好ましくは 70% 以上であり、より好ましくは 90% ~ 99.6% であり、さらに好ましくは 92% ~ 99.6% であり、さらに好ましくは 95% ~ 99.6% であり、さらに好ましくは 97% ~ 99.6% であり、特に好ましくは 98% ~ 99.6% であり、最も好ましくは 98.6% ~ 99.6% である。ヘイズ値が 70% 以上であることにより、コリメートバックライトフロント拡散システムにおけるフロント光拡散素子として好適に用いることができる。なお、コリメートバックライトフロント拡散システムとは、液晶表示装置において、コリメートバックライト光（一定方向に集光された、輝度半値幅の狭いバックライト光）を用い、上側偏光板の視認側にフロント光拡散素子を設けたシステムをいう。

[0024] 上記光拡散素子の拡散特性は、光拡散半値角で示すならば、好ましくは 10° ~ 150° （片側 5° ~ 75° ）であり、より好ましくは 10° ~ 100° （片側 5° ~ 50° ）であり、さらに好ましくは 30° ~ 80° （片側 15° ~ 40° ）である。

[0025] 上記光拡散素子に平行光線を垂直に入射させた際、入射方向に平行な光の

透過率（すなわち、直進光透過率）は、好ましくは２％以下であり、より好ましくは１％以下であり、さらに好ましくは０．５％以下、特に好ましくは０．２％以下である。なお、本明細書において、「直進光透過率」とは、全出射光（直進光＋拡散光）の光強度に対する、直進光の光強度の割合をいう。

[0026] 上記光拡散素子の厚みは、目的や所望の拡散特性に応じて適切に設定され得る。具体的には、上記光拡散素子の厚みは、好ましくは４μm～５０μm、より好ましくは４μm～２０μmである。本発明によれば、このように非常に薄い厚みにもかかわらず、上記のような非常に高いヘイズを有する光拡散素子が得られ得る。

[0027] 上記光拡散素子は、液晶表示装置に好適に用いられ、コリメートバックライトフロント拡散システムに特に好適に用いられる。上記光拡散素子は、単独でフィルム状または板状部材として提供してもよく、任意の適切な基材や偏光板に貼り付けて複合部材として提供してもよい。また、光拡散素子の上に反射防止層が積層されてもよい。

[0028] A－２．マトリクス

上記のとおり、マトリクス１０は、好ましくは樹脂成分１１および超微粒子成分１２を含む。上記のように、ならびに、図１および図２に示すように、超微粒子成分１２は、光拡散性微粒子２０の表面近傍に濃度変調領域３０を形成するようにして、樹脂成分１１に分散している。

[0029] A－２－１．樹脂成分

樹脂成分１１は、本発明の効果が得られる限りにおいて、任意の適切な材料で構成される。好ましくは、上記のように、樹脂成分１１は、光拡散性微粒子と同系の化合物であってかつ超微粒子成分とは異なる系の化合物で構成される。これにより、光拡散性微粒子の表面近傍に濃度変調領域を良好に形成することができる。さらに好ましくは、樹脂成分１１は、光拡散性微粒子と同系の中でも相溶性の高い化合物で構成される。これにより、所望の屈折率勾配を有する濃度変調領域を形成することができる。より詳細には、樹脂

成分は、光拡散性微粒子の近傍においては、局所的には、超微粒子成分と均一溶解もしくは分散している状態よりも、むしろ、樹脂成分のみで光拡散性微粒子を取り囲む方が、系全体のエネルギーが安定する場合が多い。その結果、樹脂成分の重量濃度は、光拡散性微粒子の最近接領域において、マトリクス全体における樹脂成分の平均重量濃度よりも高く、光拡散性微粒子から遠ざかるにつれて低くなる。したがって、光拡散性微粒子の表面近傍に濃度変調領域を良好に形成することができる。本発明においては、光拡散性微粒子中に有機溶剤を含ませ、光拡散性微粒子を膨潤させておくことにより、光拡散性微粒子と樹脂成分との親和性を高め、光拡散性微粒子の最近接領域における樹脂成分の重量濃度を高くすることができる。

[0030] 上記樹脂成分は、好ましくは有機化合物で構成され、より好ましくは電離線硬化型樹脂で構成される。電離線硬化型樹脂は、塗膜の硬度に優れている。電離線としては、例えば、紫外線、可視光、赤外線、電子線が挙げられる。好ましくは紫外線であり、したがって、樹脂成分は、特に好ましくは紫外線硬化型樹脂で構成される。紫外線硬化型樹脂としては、例えば、アクリレート樹脂（エポキシアクリレート、ポリエステルアクリレート、アクリルアクリレート、エーテルアクリレート）などのラジカル重合型モノマーおよび／またはオリゴマーから形成される樹脂が挙げられる。アクリレート樹脂を構成するモノマー成分（前駆体）の分子量は、好ましくは200～700である。アクリレート樹脂を構成するモノマー成分（前駆体）の具体例としては、ペンタエリスリトールトリアクリレート（PETA：分子量298）、ネオペンチルグリコールジアクリレート（NPGDA：分子量212）、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA：分子量632）、ジペンタエリスリトールペンタアクリレート（DPPA：分子量578）、トリメチロールプロパントリアクリレート（TMPTA：分子量296）が挙げられる。前駆体には、必要に応じて、開始剤を添加してもよい。開始剤としては、例えば、UVラジカル発生剤（BASFジャパン社製イルガキュア907、同127、同192など）、過酸化ベンゾイルが挙げられる。上記

樹脂成分は、上記電離線硬化型樹脂以外に別の樹脂成分を含んでいてもよい。別の樹脂成分は、電離線硬化型樹脂であってもよく、熱硬化性樹脂であってもよく、熱可塑性樹脂であってもよい。別の樹脂成分の代表例としては、脂肪族系（例えば、ポリオレフィン）樹脂、ウレタン系樹脂が挙げられる。別の樹脂成分を用いる場合、その種類や配合量は、上記濃度変調領域が良好に形成されるよう調整される。

[0031] 上記マトリクスの樹脂成分および光拡散性微粒子は、好ましくは、それらの屈折率が下記式（１）を満たす：

$$0 < |n_P - n_A| \cdots (1)$$

式（１）中、 n_A はマトリクスの樹脂成分の屈折率を表し、 n_P は光拡散性微粒子の屈折率を表す。 $|n_P - n_A|$ は、好ましくは $0.01 \sim 0.10$ であり、さらに好ましくは $0.01 \sim 0.06$ であり、特に好ましくは $0.02 \sim 0.06$ である。 $|n_P - n_A|$ が 0.01 未満であると、上記濃度変調領域が形成されない場合がある。 $|n_P - n_A|$ が 0.10 を超えると、後方散乱が増大するおそれがある。

上記マトリクスの樹脂成分、超微粒子成分および光拡散性微粒子は、好ましくは、その屈折率が下記式（２）を満たす：

$$0 < |n_P - n_A| < |n_P - n_B| \cdots (2)$$

式（２）において、 n_A および n_P は上記のとおりであり、 n_B は超微粒子成分の屈折率を表す。 $|n_P - n_B|$ は、好ましくは $0.10 \sim 1.50$ であり、さらに好ましくは $0.20 \sim 0.80$ である。 $|n_P - n_B|$ が 0.10 未満であると、ヘイズ値が 90% 以下となる場合が多く、その結果、液晶表示装置に組み込んだ場合に光源からの光を十分に拡散できず、視野角が狭くなるおそれがある。 $|n_P - n_B|$ が 1.50 を超えると、後方散乱が増大するおそれがある。

各成分の屈折率が上記（１）および（２）の関係にあれば、高いヘイズを維持しつつ、後方散乱が抑制された光拡散素子を得ることができる。

[0032] 樹脂成分の屈折率は、好ましくは $1.40 \sim 1.60$ である。

[0033] 上記樹脂成分の配合量は、マトリクス100重量部に対して、好ましくは10重量部～80重量部であり、より好ましくは20重量部～80重量部であり、さらに好ましくは20重量部～65重量部であり、特に好ましくは45重量部～65重量部である。

[0034] 上記樹脂成分は、上記電離線硬化型樹脂以外に別の樹脂成分を含んでいてもよい。別の樹脂成分は、電離線硬化型樹脂であってもよく、熱硬化性樹脂であってもよく、熱可塑性樹脂であってもよい。別の樹脂成分の代表例としては、脂肪族系（例えば、ポリオレフィン）樹脂、ウレタン系樹脂が挙げられる。別の樹脂成分を用いる場合、その種類や配合量は、上記濃度変調領域が良好に形成されるよう調整される。

[0035] A-2-2. 超微粒子成分

超微粒子成分12は、上記のように、好ましくは上記樹脂成分および後述の光拡散性微粒子とは異なる系の化合物で構成され、より好ましくは無機化合物で構成される。好ましい無機化合物としては、例えば、金属酸化物、金属フッ化物が挙げられる。金属酸化物の具体例としては、酸化ジルコニウム（ジルコニア）（屈折率：2.19）、酸化アルミニウム（屈折率：1.56～2.62）、酸化チタン（屈折率：2.49～2.74）、酸化ケイ素（屈折率：1.25～1.46）が挙げられる。金属フッ化物の具体例としては、フッ化マグネシウム（屈折率：1.37）、フッ化カルシウム（屈折率：1.40～1.43）が挙げられる。これらの金属酸化物および金属フッ化物は、光の吸収が少ない上に、電離線硬化型樹脂や熱可塑性樹脂などの有機化合物では発現が難しい屈折率を有しているので、光拡散性微粒子との界面から離れるにつれて超微粒子成分の重量濃度が相対的に高くなることにより、屈折率を大きく変調させることができる。光拡散性微粒子とマトリクスとの屈折率差を大きくすることにより、薄膜であっても高ヘイズ（高い光拡散性）を実現でき、かつ、濃度変調領域が形成されるので後方散乱防止の効果も大きい。特に好ましい無機化合物は、酸化ジルコニウムである。

[0036] 上記超微粒子成分もまた、上記式（1）および（2）を満足することが好ま

しい。上記超微粒子成分の屈折率は、好ましくは1.40以下または1.60以上であり、さらに好ましくは1.40以下または1.70～2.80であり、特に好ましくは1.40以下または2.00～2.80である。屈折率が1.40を超えまたは1.60未満であると、光拡散性微粒子とマトリクスとの屈折率差が不十分となり、十分な光拡散性が得られないおそれがあり、また、光拡散素子がコリメートバックライトフロント拡散システムを採用する液晶表示装置に用いられた場合に、コリメートバックライトからの光を十分に拡散できず視野角が狭くなるおそれがある。

[0037] 上記超微粒子成分の平均粒子径は、好ましくは1nm～100nmであり、より好ましくは10nm～80nmであり、さらに好ましくは20nm～70nmである。このように、光の波長より小さい平均粒子径の超微粒子成分を用いることにより、超微粒子成分と樹脂成分との間に幾何光学的な反射、屈折、散乱が生じず、光学的に均一なマトリクスを得ることができる。その結果、光学的に均一な光拡散素子を得ることができる。

[0038] 上記超微粒子成分は、上記樹脂成分との分散性が良好であることが好ましい。本明細書において「分散性が良好」とは、上記樹脂成分と超微粒子成分と（必要に応じて少量のUV開始剤と）有機溶剤とを混合して得られた塗工液を塗布し、溶剤を乾燥除去して得られた塗膜が透明であることをいう。

[0039] 好ましくは、上記超微粒子成分は、表面改質がなされている。表面改質を行うことにより、超微粒子成分を樹脂成分中に良好に分散させることができ、かつ、上記濃度変調領域を良好に形成することができる。表面改質手段としては、本発明の効果が得られる限りにおいて任意の適切な手段が採用され得る。代表的には、表面改質は、超微粒子成分の表面に表面改質剤を塗布して表面改質剤層を形成することにより行われる。好ましい表面改質剤の具体例としては、シラン系カップリング剤、チタネート系カップリング剤等のカップリング剤、脂肪酸系界面活性剤等の界面活性剤が挙げられる。このような表面改質剤を用いることにより、樹脂成分と超微粒子成分との濡れ性を向上させ、樹脂成分と超微粒子成分との界面を安定化させ、超微粒子成分を樹

脂成分中に良好に分散させ、かつ、濃度変調領域を良好に形成することができる。

[0040] 上記超微粒子成分の配合量は、形成されるマトリクス100重量部に対して、好ましくは10重量部～70重量部であり、より好ましくは30重量部～60重量部であり、さらに好ましくは35重量部～55重量部である。

[0041] A-3. 光拡散性微粒子

光拡散性微粒子20もまた、本発明の効果が得られる限りにおいて、任意の適切な材料で構成される。好ましくは、上記のように、光拡散性微粒子20は、上記マトリクスの樹脂成分と同系の化合物で構成される。例えば、マトリクスの樹脂成分を構成する電離線硬化型樹脂がアクリレート系樹脂である場合には、光拡散性微粒子もまたアクリレート系樹脂で構成されることが好ましい。より具体的には、マトリクスの樹脂成分を構成するアクリレート系樹脂のモノマー成分が例えば上記のようなPET A、NPGDA、DPH A、DPPAおよび／またはTMPTAである場合には、光拡散性微粒子を構成するアクリレート系樹脂は、好ましくは、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリメチルアクリレート（PMA）、およびこれらの共重合体、ならびにそれらの架橋物である。PMMAおよびPMAとの共重合成分としては、ポリウレタン、ポリスチレン（PS）、メラミン樹脂が挙げられる。特に好ましくは、光拡散性微粒子は、PMMAで構成される。マトリクスの樹脂成分および超微粒子成分との屈折率や熱力学的特性の関係が適切であるからである。さらに、好ましくは、光拡散性微粒子は、架橋構造（三次元網目構造）を有する。架橋構造の粗密（架橋度）を調整することにより、光拡散性微粒子表面において微粒子を構成するポリマー分子の自由度を制御することができるので、超微粒子成分の分散状態を制御することができ、結果として、所望の屈折率勾配を有する濃度変調領域を形成することができる。

[0042] 好ましくは、上記樹脂成分が光拡散性微粒子に浸透し、光拡散素子中において光拡散性微粒子中に樹脂成分が含まれている。光拡散性微粒子中に樹脂成分が浸透していれば、光拡散性微粒子の表面近傍内部に濃度変調領域を形

成させることができ、ヘイズ値が高く、強い拡散性を有し、かつ、後方散乱が抑制された光拡散素子を得ることができる。光拡散性微粒子中の上記前駆体の浸透範囲は、好ましくは10%以上であり、より好ましくは50%以上であり、さらに好ましくは80%~100%であり、特に好ましくは90%~100%である。このような範囲であれば、濃度変調領域が良好に形成されて、後方散乱を抑制することができる。浸透範囲は、樹脂成分および光拡散性微粒子の材料、光拡散性微粒子の架橋密度、製造時に使用する有機溶剤の種類、製造時における静置時間、静置温度等を調整することにより制御することができる。

[0043] 上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の重量平均粒子径分布の標準偏差は、好ましくは1.0 μm 以下であり、より好ましくは0.5 μm 以下であり、特に好ましくは0.1 μm 以下である。また、上記光拡散素子中の拡散性微粒子は単分散状態であることが好ましく、例えば、重量平均粒子径分布の変動係数（（粒子径の標準偏差） $\times$ 100 / （平均粒子径））が20%以下であることが好ましく、15%以下であることがより好ましい。重量平均粒子径に対して粒子径の小さい光拡散性微粒子が多数混在していると、拡散性が増大しすぎて後方散乱を良好に抑制できない場合がある。重量平均粒子径に対して粒子径の大きい光拡散性微粒子が多数混在していると、光拡散素子の厚み方向に複数配列することができず、多重拡散が得られない場合があり、その結果、光拡散性が不十分となる場合がある。

[0044] 上記光拡散性微粒子の形状としては、目的に応じて任意の適切な形状が採用され得る。具体例としては、真球状、鱗片状、板状、楕円球状、不定形が挙げられる。多くの場合、上記光拡散性微粒子として真球状微粒子が用いられ得る。

[0045] 上記光拡散性微粒子もまた、上記式（1）および（2）を満足することが好ましい。上記光拡散性微粒子の屈折率は、好ましくは1.30~1.70であり、より好ましくは1.40~1.60である。

[0046] A-4. 光拡散素子の製造方法

本発明の一つの実施形態による光拡散素子の製造方法は、マトリクスの樹脂成分の前駆体（モノマー）と超微粒子成分と光拡散性微粒子とを有機溶剤中に溶解または分散させた塗工液を基材に塗布する工程（工程Aとする）と、該基材に塗布された塗工液を乾燥させる工程（工程Bとする）と、上記前駆体を重合させる工程（工程Cとする）を含む。

[0047] 好ましくは、工程Cの前に、光拡散性微粒子を有機溶剤により膨潤させる。光拡散性微粒子を膨潤させることにより、第1には、光拡散性微粒子の粒子径を増大させることができる。光拡散素子中の光拡散性微粒子の粒子径が大きければ、光拡散性微粒子数を増やすことなく、光拡散性微粒子間の距離を短くすることができるため、後方散乱を抑制しつつ、直進光の透過を抑制することができる。第2には、光拡散性微粒子を膨潤させることにより、光拡散性微粒子が有機溶剤に覆われ、光拡散性微粒子と樹脂成分の前駆体との親和性を高くすることができる。その結果、光拡散性微粒子周囲において、樹脂成分の前駆体の濃度が高く、超微粒子成分の分散濃度が低くなり、厚い濃度変調領域を形成させることができる。このように、粒子径を増大させ、かつ、厚い濃度変調領域を形成させることにより、上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離A、上記光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径B、および上記濃度変調領域最外部と上記光拡散性微粒子の表面との平均距離Cが、上記のように、適切に調整された光拡散素子を得ることができる。

[0048] また、上記のように光拡散性微粒子を膨潤させることにより、樹脂成分の前駆体が光拡散性微粒子内部に浸透しやすくなる。樹脂成分の前駆体の浸透により、光拡散性微粒子は、さらに膨潤し、平均粒子径がさらに増大する。また、樹脂成分の前駆体が光拡散性微粒子内部に浸透していれば、光拡散性微粒子の表面近傍内部に濃度変調領域を形成させることができ、ヘイズ値が高く、強い拡散性を有し、かつ、後方散乱が抑制された光拡散素子を得ることができる。

[0049] 上記光拡散性微粒子を膨潤させ、粒子径を増大させる方法としては、例え

ば、有機溶剤として、溶解性パラメーター（SP値）が光拡散性微粒子のSP値と所定の差（例えば、0.2～0.8）を有する有機溶剤を用いる方法（方法1）、工程Aにおいて、あらかじめ有機溶剤中で光拡散性微粒子を混合して光拡散性微粒子を膨潤させた後、樹脂成分の前駆体および超微粒子成分を当該有機溶剤中に添加して、塗工液を調整する方法（方法2）等が挙げられる。これらの方法は、組み合わせて用いられ得る。

[0050] 上記光拡散性微粒子の膨潤度は、好ましくは105%～200%であり、より好ましくは110%～200%であり、さらに好ましくは115%～200%である。なお、本明細書において、「膨潤度」とは、膨潤前の粒子の平均粒子径に対する膨潤状態の粒子の平均粒子径（光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径）の比率をいう。工程Cの前における上記光拡散性微粒子の有機溶剤含有比率は、好ましくは10%～100%であり、より好ましくは70%～100%である。本明細書において、「光拡散性微粒子の有機溶剤含有比率」とは、光拡散性微粒子中で有機溶剤の含有が飽和状態となる場合の有機溶剤の含有量（最大含有量）に対する、光拡散性微粒子の有機溶剤含有比率を意味する。

[0051] （工程A）

樹脂成分の前駆体、超微粒子成分、および光拡散性微粒子については、それぞれ、上記A-2-1項、A-2-2項およびA-3項で説明したとおりである。代表的には、上記塗工液は前駆体および揮発性溶剤中に超微粒子成分および光拡散性微粒子が分散した分散体である。超微粒子成分および光拡散性微粒子を分散させる手段としては、任意の適切な手段（例えば、超音波処理、攪拌機による分散処理）が採用され得る。

[0052] 一つの実施形態においては、塗工液は、（方法2）として上記したように、あらかじめ有機溶剤中で光拡散性微粒子を混合して光拡散性微粒子を膨潤させた後、樹脂成分の前駆体および超微粒子成分を当該有機溶剤中に添加して、調整され得る。光拡散性微粒子と有機溶剤とを混合した後、所定時間経過させることにより、光拡散性微粒子を膨潤させることができる。例えば、

15分～90分経過させることにより、光拡散性微粒子を膨潤させることができる。混合液は、例えば、有機溶剤中で光拡散性微粒子を攪拌することにより、調製してもよい。このように、あらかじめ有機溶剤中で光拡散性微粒子を混合して光拡散性微粒子を膨潤させれば、塗工液調製後すぐに、すなわち静置することなく、後工程に供することができる。そのため、上記光拡散性微粒子および超微粒子成分が凝集することを防止することができ、平滑性に優れ、超微粒子成分の疎密がなく、かつ、後方散乱の少ない光拡散素子を得ることができる。

[0053] 上記有機溶剤の具体例としては、酢酸ブチル、メチルイソブチルケトン、酢酸エチル、酢酸イソプロピル、2-ブタノン（メチルエチルケトン）、シクロペンタノン、トルエン、イソプロピルアルコール、n-ブタノール、シクロペンタン、水が挙げられる。

[0054] 一つの実施形態においては、上記有機溶剤の沸点は、好ましくは70℃以上であり、より好ましくは100℃以上であり、特に好ましくは110℃以上であり、最も好ましくは120℃以上である。比較的揮発性の低い有機溶剤を用いることにより、有機溶剤を乾燥させる際に、急な揮発を防止することができ、平滑性に優れる光拡散素子を得ることができる。

[0055] 別の実施形態においては、上記有機溶剤として、混合溶剤が用いられる。混合溶剤としては、例えば、上記光拡散性微粒子に浸透しやすい（第1の有機溶剤）と、揮発性の低い有機溶剤（第2の有機溶剤）とを混合した溶剤が用いられる。好ましくは、上記第1の有機溶剤は、第2の有機溶剤よりも、光拡散性微粒子に浸透しやすく、かつ、揮発性が高い。好ましくは、上記第2の有機溶剤は、第1の有機溶剤よりも、光拡散性微粒子に浸透し難く、かつ、揮発性が低い。このような混合溶剤を用いれば、光拡散性微粒子の膨潤を促進し（すなわち、製造工程を短時間化し）、かつ、有機溶剤の急な揮発を防止して平滑性に優れる光拡散素子を得ることができる。上記第1の有機溶剤の沸点は、好ましくは80℃以下であり、より好ましくは70℃～80℃である。上記第2の有機溶剤の沸点は、好ましくは80℃より高く、より

好ましくは 100°C 以上であり、さらに好ましくは 110°C 以上であり、最も好ましくは 120°C 以上である。なお、有機溶剤の浸透しやすさは、例えば、光拡散性微粒子の当該有機溶剤に対する膨潤度により比較することができ、光拡散性微粒子をより高膨潤度で膨潤させる有機溶剤は光拡散性微粒子に浸透しやすい有機溶剤といえる。また、溶解性パラメータ（SP値）が、光拡散性微粒子のSP値に近い有機溶剤は、光拡散性微粒子に浸透しやすい傾向がある。上記第1の有機溶剤のSP値と光拡散性微粒子のSP値との差は、好ましくは0.5以下であり、より好ましくは0.4以下であり、さらに好ましくは0.1～0.4である。上記第2の有機溶剤のSP値と光拡散性微粒子のSP値との差は、好ましくは0.5より大きく、より好ましくは0.6以上であり、さらに好ましくは0.7～2.0である。また、分子量の低い有機溶剤は、光拡散性微粒子に浸透しやすい傾向がある。上記第1の有機溶剤の分子量は、好ましくは80以下であり、より好ましくは75以下であり、さらに好ましくは50～75である。上記第2の有機溶剤の分子量は、好ましくは80より高く、より好ましくは100以上であり、さらに好ましくは110～140である。

[0056] 有機溶剤としては、（方法1）として上記したように、溶解性パラメータ（SP値）が光拡散性微粒子のSP値と所定の差を有する有機溶剤が用いられ得る。有機溶剤のSP値と光拡散性微粒子のSP値との差の絶対値は、好ましくは0.2～0.8であり、より好ましくは0.2～0.7である。有機溶剤のSP値と光拡散性微粒子のSP値との差が小さい場合（0.2未満の場合）、時間経過とともに光拡散性微粒子の溶解が進みすぎて、凝集および／または小粒径化するおそれがある。有機溶剤のSP値と光拡散性微粒子のSP値との差が大きい場合（0.8を超える場合）、樹脂成分の前駆体が光拡散性微粒子に十分に浸透しないおそれがある。一方、有機溶剤のSP値と光拡散性微粒子のSP値との差の絶対値が上記の範囲にあれば、光拡散性微粒子の溶解を抑制して、徐々に光拡散性微粒子を膨潤させることができる。その結果、膨潤度が高く、粒子径の大きい光拡散性微粒子を得ることがで

き、かつ、厚い濃度変調領域を形成することができる。有機溶剤のSP値は、好ましくは8.4～9.0であり、より好ましくは8.5～8.7である。このようなSP値を有する有機溶剤の具体例としては、酢酸ブチル（SP値：8.7）、メチルイソブチルケトン（SP値：8.6）、およびこれらの溶剤と適切な他の溶剤（例えばメチルエチルケトン）との混合溶剤等が挙げられる。このようなSP値を有する有機溶剤を用いれば、光拡散性微粒子を構成する樹脂がPMMA（SP値：9.2）である場合に、膨潤度が高く、粒子径の大きい光拡散性微粒子を得ることができ、かつ、厚い濃度変調領域を形成することができる。

[0057] 上記塗工液は、目的に応じて任意の適切な添加剤をさらに含有し得る。例えば、超微粒子成分を良好に分散させるために、分散剤が好適に用いられ得る。添加剤の他の具体例としては、紫外線吸収剤、レベリング剤、消泡剤が挙げられる。

[0058] 上記塗工液における樹脂成分の前駆体の配合量は、A-2-1項で説明したとおりであり、超微粒子成分の配合量は、A-2-2項で説明したとおりである。光拡散性微粒子の配合量の上限は、マトリクス100重量部に対して、好ましくは30重量部であり、より好ましくは25重量部であり、さらに好ましくは20重量部である。本発明においては、上記のように、工程C（重合工程）の前に、光拡散性微粒子を膨潤させて粒子径を増大させるため、光拡散性微粒子の配合量を少なくしても、ヘイズ値が高く、強い拡散性を有し、かつ、直進光の透過が低減された光拡散素子を得ることができる。また、光拡散性微粒子の配合量が少ないため、後方散乱を抑制することができる。光拡散性微粒子の配合量の下限は、マトリクス100重量部に対して、好ましくは5重量部であり、より好ましくは10重量部であり、さらに好ましくは15重量部である。

[0059] 塗工液の固形分濃度は、好ましくは10重量%～70重量%程度となるように調整され得る。このような固形分濃度であれば、塗工容易な粘度を有する塗工液が得られ得る。

[0060] 上記基材としては、本発明の効果が得られる限りにおいて任意の適切なフィルムが採用され得る。具体例としては、トリアセチルセルロース（TAC）フィルム、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム、ポリプロピレン（PP）フィルム、ナイロンフィルム、アクリルフィルム、ラクトン変性アクリルフィルムなどが挙げられる。上記基材は、必要に応じて、易接着処理などの表面改質がなされていてもよく、滑剤、帯電防止剤、紫外線吸収剤などの添加剤が含まれていてもよい。

[0061] 上記塗工液の基材への塗布方法としては、任意の適切なコーターを用いた方法が採用され得る。コーターの具体例としては、バーコーター、リバースコーター、キスコーター、グラビアコーター、ダイコーター、コンマコーターが挙げられる。

[0062] （工程B）

上記塗工液の乾燥方法としては、任意の適切な方法が採用され得る。具体例としては、自然乾燥、加熱乾燥、減圧乾燥が挙げられる。好ましくは、加熱乾燥である。加熱温度は、例えば60℃～150℃であり、加熱時間は、例えば30秒～5分である。

[0063] （工程C）

重合方法は、樹脂成分（したがって、その前駆体）の種類に応じて任意の適切な方法が採用され得る。例えば、樹脂成分が電離線硬化型樹脂である場合には、電離線を照射することにより前駆体を重合する。電離線として紫外線を用いる場合には、その積算光量は、好ましくは50mJ/cm²～1000mJ/cm²であり、より好ましくは200mJ/cm²～400mJ/cm²である。電離線の光拡散性微粒子に対する透過率は、好ましくは70%以上であり、より好ましくは80%以上である。また例えば、樹脂成分が熱硬化型樹脂である場合には、加熱することにより前駆体を重合する。加熱温度および加熱時間は、樹脂成分の種類に応じて適切に設定され得る。好ましくは、重合は電離線を照射することにより行われる。電離線照射であれば、濃度変調領域を良好に保持したまま塗膜を硬化させることができるので、良好

な拡散特性の光拡散素子を作製することができる。前駆体を重合することにより、マトリクスが形成されると同時に、光拡散性微粒子の表面近傍に濃度変調領域が形成される。すなわち、本発明の製造方法によれば、光拡散性微粒子内部に浸透した前駆体と光拡散性微粒子に浸透しなかった前駆体とを同時に重合することにより、光拡散性微粒子の表面近傍に濃度変調領域を形成すると同時に、マトリクスを形成することができる。

[0064] 上記重合工程（工程C）は、上記乾燥工程（工程B）の前に行ってもよく、工程Bの後で行ってもよい。好ましくは、乾燥工程（工程B）は、重合工程（工程C）の前に行われる。加熱により、樹脂成分の前駆体の光拡散性微粒子への浸透を促進させることができるからである。

[0065] 本実施形態の光拡散素子の製造方法が、上記工程A～工程Cに加えて、任意の適切な時点で任意の適切な工程、処理および／または操作を含み得ることは言うまでもない。そのような工程等の種類およびそのような工程等が行われる時点は、目的に応じて適切に設定され得る。例えば、工程Aにおいて、上記（方法2）を採用しなかった場合、すなわち、各成分を同時に混合した場合、塗工液は、塗布前に所定時間静置され得る。所定時間静置することにより、光拡散性微粒子中に樹脂成分の前駆体を十分に浸透させることができる。静置時間としては、好ましくは1時間～48時間であり、より好ましくは2時間～40時間であり、さらに好ましくは3時間～35時間であり、特に好ましくは4時間～30時間である。

[0066] 以上のようにして、上記A-1項～A-3項で説明したような光拡散素子が基材上に形成される。

[0067] 以下、実施例によって本発明を具体的に説明するが、本発明はこれら実施例によって限定されるものではない。実施例における評価方法は下記の通りである。また、特に明記しない限り、実施例における「部」および「%」は重量基準である。

[0068] （1）光拡散素子の厚み

マイクロゲージ式厚み計（ミットヨ社製）にて基材と光拡散素子との合計

厚みを測定し、当該合計厚みから基材の厚みを差し引き、光拡散素子の厚みを算出した。

[0069] (2) 光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離Aおよび平均粒子径B、ならびに濃度変調領域最外部と光拡散性微粒子の表面との平均距離C

透過型電子顕微鏡 (TEM) (日立製作所社製、商品名「H-7650」、加速電圧100kV) を用いて、2次元および3次元の画像を観察した。2次元画像については、実施例および比較例で得られた光拡散素子と基材との積層体を液体窒素で冷却しながら、ミクロトームにて0.1 μmの厚さにスライスして測定試料とし、当該測定試料の光拡散素子部分の微粒子の状態および当該微粒子とマトリクスとの界面の状態を観察した。3次元画像については、上記で得られた測定試料に撮影位置補正用のマーカーとして直径5 nmの金粒子を付着させ、-60° から60° にわたって1° ごとに連続傾斜TEM画像 (121枚) を撮影した。この121枚のTEM画像について、Fiducial Marker法により位置補正を行い、3次元画像を再構成した。再構成ソフトとしてIMOD 3.9.3-1を、表示ソフトとしてMercury Computer Systems, Amiraを用いた。上記のようにして得られた3次元再構成像から、光拡散性微粒子とマトリクスとの界面 (実界面) を抽出し、光拡散素子中の光拡散性微粒子の中心間距離aおよび粒子径bを測定した。また、当該実界面に対して近似曲面によるフィッティングを行い、実界面において近似曲面から20 nm以上突出している凸部の平均高さを測定し、これを濃度変調領域最外部と光拡散性微粒子の表面との距離cとした。この測定を無作為で選択した5ヶ所で行い、a、bおよびcそれぞれについての平均を、光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均中心間距離Aおよび平均粒子径B、ならびに濃度変調領域最外部と光拡散性微粒子の表面との平均距離Cとした。なお、フィッティングの近似曲線には下記の式を用いた。

$$z = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + f$$

[0070] (3) 前駆体の浸透範囲

上記（２）に記載の手順で撮影されたTEM写真から無作為に１０個の光拡散性微粒子を選択した。選択された光拡散性微粒子のそれぞれについて、光拡散性微粒子の粒子径と光拡散性微粒子の前駆体が浸透していない部分（非浸透部）の粒子径とを測定し、下記の式で浸透範囲を算出した。１０個の光拡散性微粒子についての平均を浸透範囲とした。

$$\text{（浸透範囲）} = \{ 1 - (\text{非浸透部の粒子径} / \text{光拡散性微粒子の粒子径}) \} \times 100 (\%)$$

[0071] （４）ヘイズ値

JIS 7136で定める方法により、ヘイズメーター（村上色彩科学研究所社製、商品名「HN-150」）を用いて測定した。

[0072] （５）後方散乱率

実施例および比較例で得られた光拡散素子と基材との積層体を、透明粘着剤を介して黒アクリル板（住友化学社製、商品名「SUMIPLEX」（登録商標）、厚み2mm）の上に貼り合わせ、測定試料とした。この測定試料の積分反射率を分光光度計（日立計測器社製、商品名「U4100」）にて測定した。一方、上記光拡散素子用塗工液から微粒子を除去した塗工液を用いて、基材と透明塗工層との積層体を作製して対照試料とし、上記と同様に積分反射率（すなわち、表面反射率）を測定した。上記測定試料の積分反射率から上記対照試料の積分反射率（表面反射率）を差し引くことにより、光拡散素子の後方散乱率を算出した。

[0073] （６）直進光透過率

光拡散素子の正面からレーザー光を照射し、拡散した光の拡散角度に対する拡散輝度を、ゴニオフォトメーターで1°おきに測定した。測定結果から得られる図6に示すような直進透過光の光強度の、全出射光の光強度（入射光－反射光＝入射光×0.9）に対する割合を、直進光透過率とした。

[0074] （実施例１）

光拡散性微粒子としてのポリメタクリル酸メチル（PMMA）微粒子（積水化成工業社製、商品名「XX131AA」、平均粒子径2.5μm、屈

折率 1.49) 15 部と、有機溶剤としての酢酸ブチルおよび MEK の混合溶剤 (重量比 50/50) 15 部とを混合し、60 分間攪拌して、混合液を調製した。

次いで、得られた混合液に、超微粒子成分としてのジルコニアナノ粒子 (平均粒子径 60 nm、屈折率 2.19) を 62% 含有するハードコート用樹脂 (JSR 社製、商品名「オプスター KZ6661」(MEK/MIBK 含有)) 100 部、樹脂成分の前駆体としてのペンタエリスリトールトリアクリレート (大阪有機化学工業社製、商品名「ビスコート #300」、屈折率 1.52、分子量 298) の 50% 酢酸ブチル溶液を 11 部、光重合開始剤 (チバ・スペシャリティ・ケミカル社製、商品名「イルガキュア 907」) を 0.5 部およびレベリング剤 (DIC 社製、商品名「GRANDIC PC 4100」) を 0.5 部を添加し、ディスパーを用いて 15 分間攪拌して、塗工液を調製した。

当該塗工液を、バーコーターを用いて TAC フィルム (富士フィルム社製、商品名「フジタック」) 上に塗工し、60℃にて 1 分間加熱後、積算光量 300 mJ の紫外線を照射し、厚み 10 μ m の光拡散素子を得た。得られた光拡散素子を上記 (2) ~ (6) の評価に供した。結果を表 1 に示す。

[0075] (実施例 2)

光拡散性微粒子としてのポリメタクリル酸メチル (PMMA) 微粒子 (積水化成工業社製、商品名「XX131AA」、平均粒子径 2.5 μ m、屈折率 1.49) 15 部と、有機溶剤としての酢酸ブチルおよび MEK の混合溶剤 (重量比 50/50) 15 部とを混合し、45 分間攪拌して、混合液を調製した以外は、実施例 1 と同様にして光拡散素子を作製した。得られた光拡散素子を上記 (2) ~ (6) の評価に供した。結果を表 1 に示す。

[0076] (実施例 3)

超微粒子成分としてのジルコニアナノ粒子 (平均粒子径 60 nm、屈折率 2.19) を 62% 含有するハードコート用樹脂 (JSR 社製、商品名「オプスター KZ6661」(MEK/MIBK 含有)) 100 部に、樹脂成分

の前駆体としてのペンタエリスリトールトリアクリレート（大阪有機化学工業社製、商品名「ビスコート#300」、屈折率1.52）の50%メチルイソブチルケトン（MIBK）溶液を11部、光重合開始剤（チバ・スペシャリティ・ケミカル社製、商品名「イルガキュア907」）を0.5部、レベリング剤（DIC社製、商品名「GRANDIC PC 4100」）を0.5部、および、光拡散性微粒子としてのポリメタクリル酸メチル（PMMA）微粒子（積水化成工業社製、商品名「XX131AA」、平均粒子径 $2.5\mu\text{m}$ 、屈折率1.49）を15部添加した。この混合物を5分間超音波処理し、上記の各成分が均一に分散した塗工液を調製した。当該塗工液を72時間静置した後、バーコーターを用いてTACフィルム（富士フィルム社製、商品名「フジタック」）上に塗工し、 60°C にて1分間乾燥後、積算光量 300mJ の紫外線を照射し、厚み $10\mu\text{m}$ の光拡散素子を得た。得られた光拡散素子を上記（2）～（6）の評価に供した。結果を表1に示す。

[0077]（比較例1）

超微粒子成分としてのジルコニアナノ粒子（平均粒子径 60nm 、屈折率2.19）を62%含有するハードコート用樹脂（JSR社製、商品名「オプスターKZ6661」（MEK/MIBK含有））18.2部に、樹脂成分の前駆体としてのペンタエリスリトールトリアクリレート（大阪有機化学工業社製、商品名「ビスコート#300」、屈折率1.52）の50%メチルエチルケトン（MEK）溶液を6.8部、光重合開始剤（チバ・スペシャリティ・ケミカル社製、商品名「イルガキュア907」）を0.068部、レベリング剤（DIC社製、商品名「GRANDIC PC 4100」）を0.625部、および、光拡散性微粒子としてのポリメタクリル酸メチル（PMMA）微粒子（積水化成工業社製、商品名「XX131AA」、平均粒子径 $2.5\mu\text{m}$ 、屈折率1.49）を2.5部添加した。この混合物を5分間超音波処理し、上記の各成分が均一に分散した塗工液を調製した。当該塗工液を24時間静置した後、バーコーターを用いてTACフィルム（富

士フィルム社製、商品名「フジタック」) 上に塗工し、60℃にて1分間乾燥後、積算光量300mJの紫外線を照射し、厚み10 μ mの光拡散素子を得た。得られた光拡散素子を上記(2)～(6)の評価に供した。結果を表1に示す。

[0078] (比較例2)

光拡散性微粒子としてのPMMA微粒子を、根上工業社製、商品名「アートパールJ4P」(平均粒子径2.1 μ m、屈折率1.49)に変更した以外は比較例1と同様にして光拡散素子を得た。得られた光拡散素子を上記(2)～(6)の評価に供した。結果を表1に示す。

[0079] [表1]

	主溶媒	混合方法	静置時間 (時間)	平均中心 間距離A (μ m)	平均 粒子径B (μ m)	平均 距離C (μ m)	B/A	(B+2C)/A	A-(B+2C) (μ m)	前駆体 浸透率 (%)	ヘイズ (%)	後方散乱 (%)	直進光 透過率 (%)
実施例1	酢酸ブチル /MEK	逐次	0	3.1	3.0	0.05	0.97	1.00	0.00	100	99.1	0.29	0.4
実施例2	酢酸ブチル /MEK	逐次	0	3.0	2.8	0.04	0.93	0.96	0.12	80	99.0	0.26	1.2
実施例3	MIBK	同時	72	3.1	3.0	0.04	0.97	0.99	0.02	100	98.9	0.36	0.8
比較例1	MEK	同時	24	3.0	2.7	0.02	0.90	0.91	0.26	60	98.5	0.39	2.1
比較例2	MEK	同時	24	2.6	2.3	0.03	0.88	0.91	0.24	82	98.5	0.45	2.6

[0080] 表1から明らかなように、光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均中心間距離A、光拡散素子中の光拡散性微粒子の平均粒子径B、および該濃度変調領域最外部と該光拡散性微粒子の表面との平均距離Cの関係を適切に調整することにより、後方散乱および直進光の透過が抑制された高ヘイズな光拡散素子を得ることができる。このように光拡散性微粒子間の距離、および光拡散性微粒子近傍外部の厚みが調整された光拡散性は、例えば、適当なSP値を有する有機溶剤を用いること(実施例1～3)、および/または有機溶剤中で光拡散性微粒子を混合して光拡散性微粒子を膨潤させた後、樹脂成分の前駆体および超微粒子成分を当該有機溶剤中に添加して、塗工液を調整すること(実施例1および2)により得ることができる。

産業上の利用可能性

[0081] 本発明の製造方法により得られる光拡散素子は、液晶表示装置の視認側部材、液晶表示装置のバックライト用部材、照明器具（例えば、有機ＥＬ、ＬＥＤ）用拡散部材に好適に用いられ、コリメートバックライトフロント拡散システムのフロント拡散素子として特に好適に用いられ得る。

符号の説明

- [0082] １０ マトリクス
 １１ 樹脂成分
 １２ 超微粒子成分
 ２０ 光拡散性微粒子
 ３０ 濃度変調領域
 １００ 光拡散素子

請求の範囲

- [請求項1] 樹脂成分および超微粒子成分を含むマトリクスと、該マトリクス中に分散された光拡散性微粒子とを有する光拡散素子であって、
- 該光拡散性微粒子から遠ざかるにつれて該超微粒子成分の重量濃度が高くなる実質的に球殻状の濃度変調領域が、該光拡散性微粒子の表面近傍外部に形成され、
- 該光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均中心間距離 A 、および該光拡散素子中の該光拡散性微粒子の平均粒子径 B が、 $0.90 < B/A$ の関係を有する、光拡散素子。
- [請求項2] 前記平均中心間距離 A 、前記平均粒子径 B 、および前記濃度変調領域最外部と前記光拡散性微粒子の表面との平均距離 C が、 $0.91 < (B + 2 \times C) / A$ の関係を満たす、請求項1に記載の光拡散素子。
- [請求項3] 前記平均中心間距離 A 、前記平均粒子径 B 、および前記平均距離 C が、 $A - (B + 2 \times C) \leq 0.2 \mu\text{m}$ の関係を満たす、請求項1または2に記載の光拡散素子。
- [請求項4] 前記樹脂成分の一部が、前記光拡散性微粒子に含有されている、請求項1から3のいずれかに記載の光拡散素子。
- [請求項5] マトリクスの樹脂成分の前駆体と超微粒子成分と光拡散性微粒子とを有機溶剤中に溶解または分散させた塗工液を基材に塗布する工程 A と、該基材に塗布された塗工液を乾燥させる工程 B と、上記前駆体を重合させる工程 C を含み、
- 該工程 C の前に、該光拡散性微粒子を膨潤させる、
- 請求項1から4のいずれかに記載の光拡散素子の製造方法。
- [請求項6] 前記光拡散性微粒子の配合量が、前記マトリクス100重量部に対して、30重量部以下である、請求項5に記載の光拡散素子の製造方法。
- [請求項7] 前記有機溶剤の SP 値と前記光拡散性微粒子の SP 値との差が、 $0.2 \sim 0.8$ である、請求項5または6に記載の光拡散素子の製造方

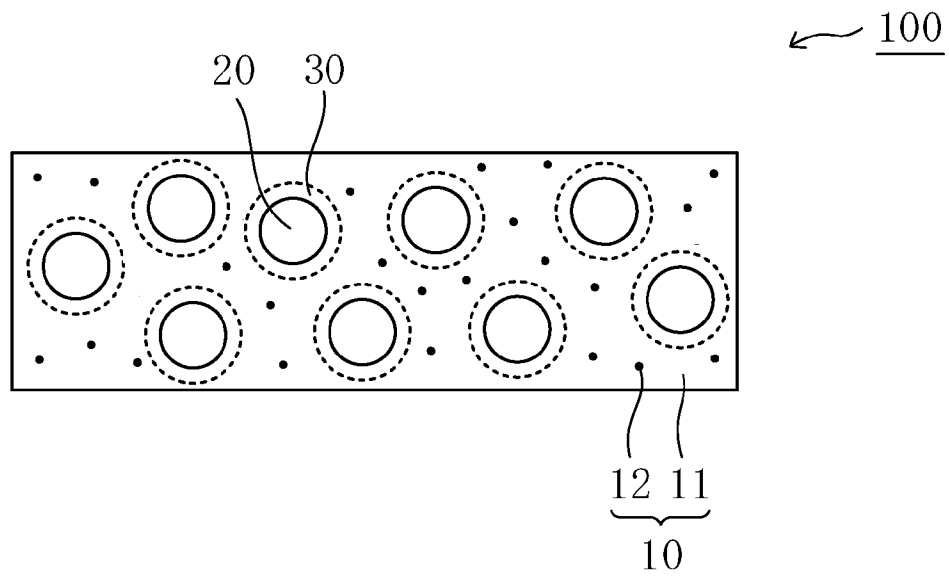
法。

[請求項8] 前記有機溶剤が、第1の有機溶剤と第2の有機溶剤との混合溶剤であり、

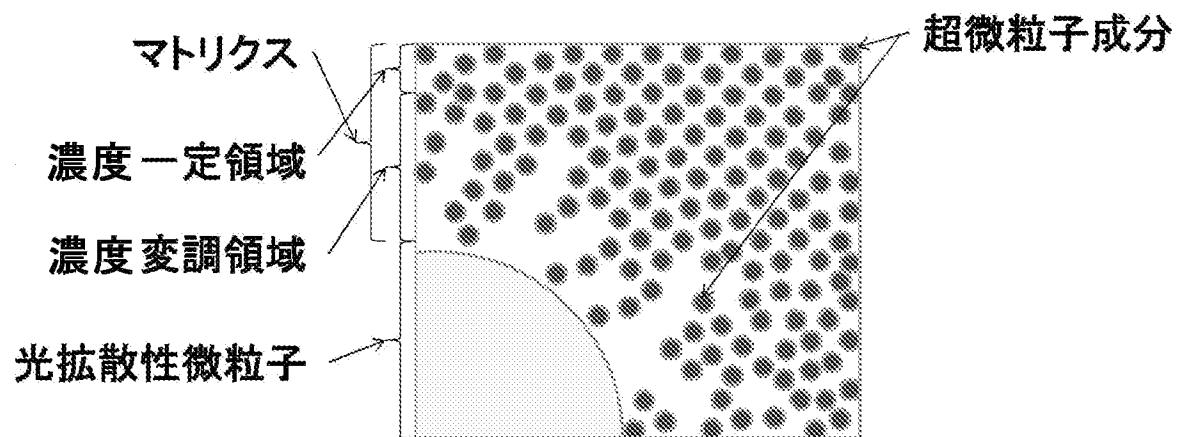
該第1の有機溶剤は、該第2の有機溶剤よりも前記光拡散性微粒子に浸透しやすく、かつ、該第2の有機溶剤よりも揮発性が高い、

請求項5から7のいずれかに記載の光拡散素子の製造方法。

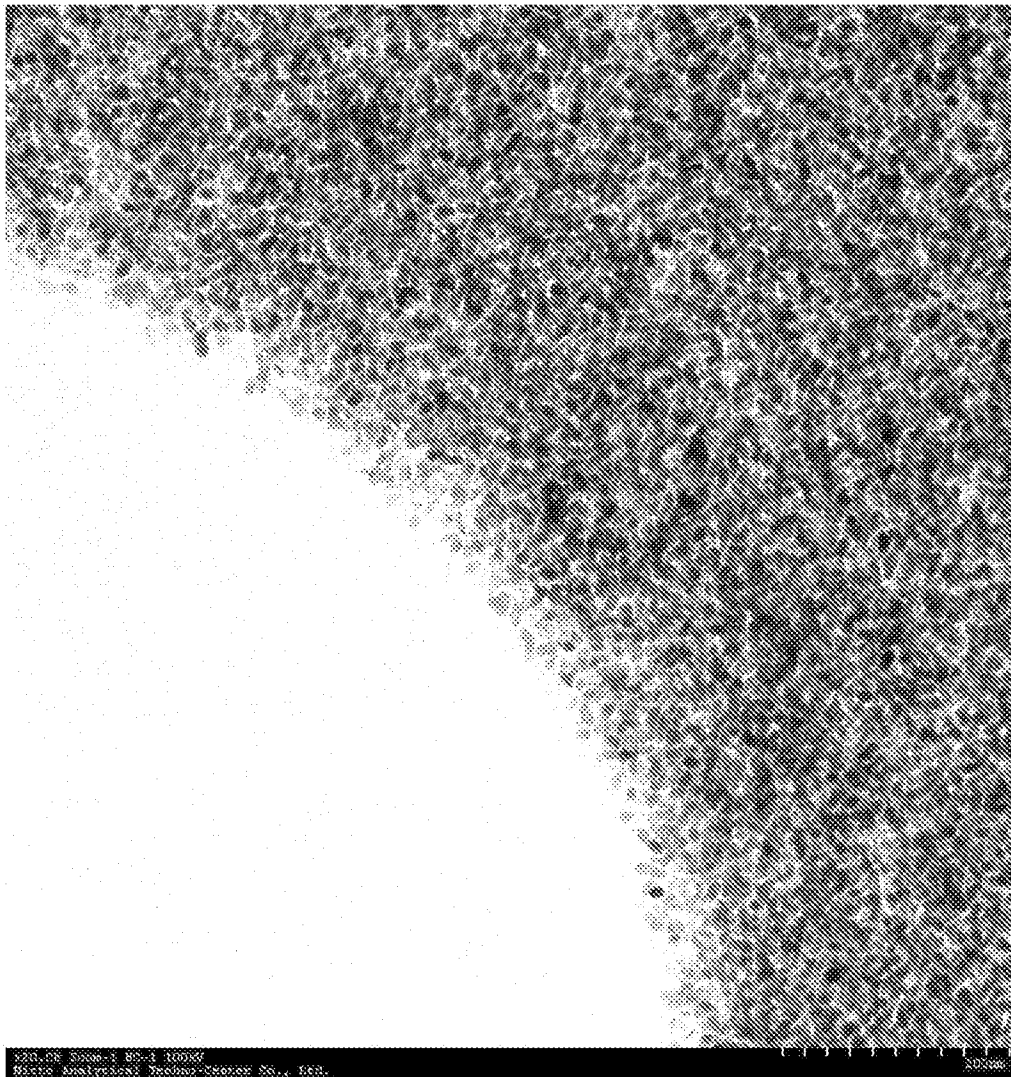
[図1]



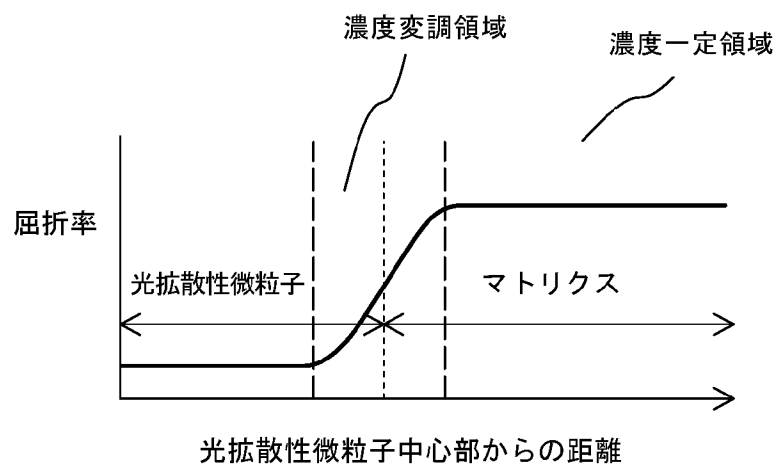
[図2]



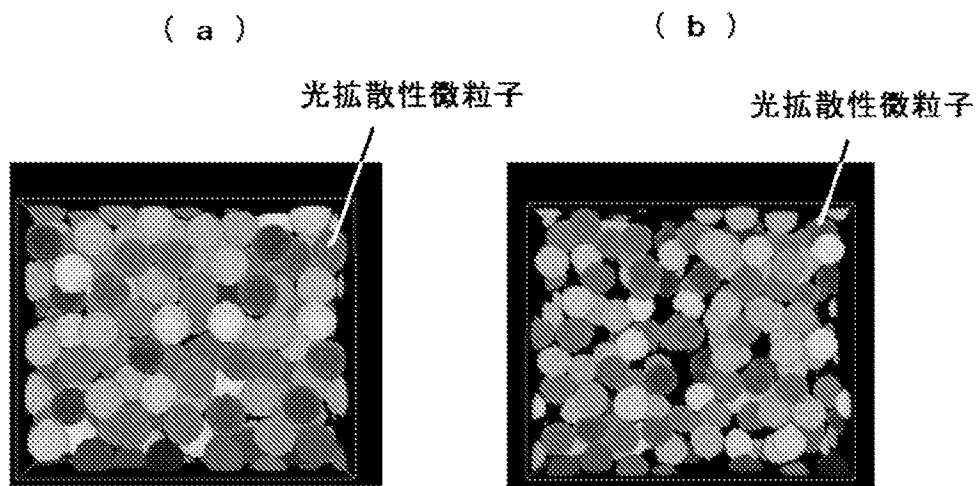
[図3]



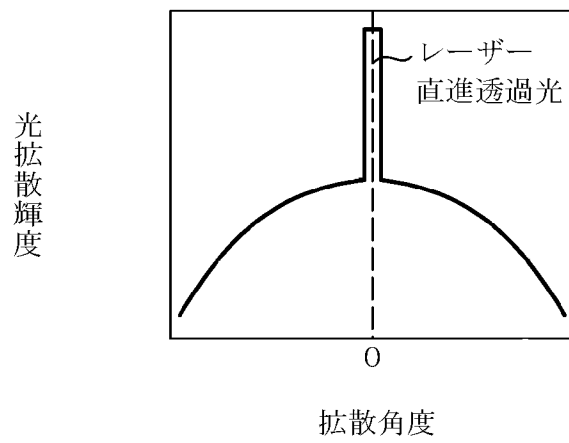
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060803

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/02 (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)

G02B5/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X Y	JP 2012-68273 A (Nitto Denko Corp.), 05 April 2012 (05.04.2012), claim 7; paragraphs [0055], [0076] (Family: none)	1-7 8
Y	WO 2012/046662 A1 (Dainippon Printing Co., Ltd.), 12 April 2012 (12.04.2012), paragraph [0079] & TW 201232053 A	8

☐ 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
08 July, 2013 (08.07.13)

Date of mailing of the international search report
16 July, 2013 (16.07.13)

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. G02B5/02(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. G02B5/02

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 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X	JP 2012-68273 A（日東電工株式会社）2012.04.05, 請求項7、段落 [0055][0076]（ファミリーなし）	1 - 7
Y		8
Y	WO 2012/046662 A1（大日本印刷株式会社）2012.04.12, 段落 [00 79] & TW 201232053 A	8

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

0 8 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 7 . 2 0 1 3

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）

藤岡 善行

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

20

9225