

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7479784号
(P7479784)

(45)発行日 令和6年5月9日(2024.5.9)

(24)登録日 令和6年4月26日(2024.4.26)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	5/00 (2006.01)	G 0 2 B	5/00 Z
C 0 9 J	7/22 (2018.01)	C 0 9 J	7/22
C 0 9 J	201/00 (2006.01)	C 0 9 J	201/00
F 2 1 S	2/00 (2016.01)	F 2 1 S	2/00 4 3 3
G 0 2 B	6/00 (2006.01)	G 0 2 B	6/00 D
		請求項の数 10 (全27頁) 最終頁に続く	
(21)出願番号	特願2018-142100(P2018-142100)	(73)特許権者	000003964 日東電工株式会社 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(22)出願日	平成30年7月30日(2018.7.30)	(74)代理人	100122471 弁理士 初井 孝文
(65)公開番号	特開2019-194663(P2019-194663 A)	(72)発明者	杉野 晶子 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
(43)公開日	令和1年11月7日(2019.11.7)	(72)発明者	中村 恒三 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
審査請求日	令和3年6月8日(2021.6.8)	(72)発明者	服部 大輔 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
審判番号	不服2023-2670(P2023-2670/J1)	合議体	最終頁に続く
審判請求日	令和5年2月16日(2023.2.16)		
(31)優先権主張番号	特願2017-151389(P2017-151389)		
(32)優先日	平成29年8月4日(2017.8.4)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2018-88040(P2018-88040)		
(32)優先日	平成30年5月1日(2018.5.1)		
(33)優先権主張国・地域又は機関			
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 光取り出し部材

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

出射側の第1主面と該第1主面の反対側の第2主面とを有する導光部と、
該導光部の該第1主面に所定のパターンで設けられた出射制御層と、
該導光部の該第1主面側に設けられた光取り出し構造と、を備え、
該導光部の屈折率 n_1 と該出射制御層の屈折率 n_2 とが、 $n_1 > n_2$ の関係を満たし、
該出射制御層の屈折率 n_2 が1.01～1.30であり、
該光取り出し構造が複数の凸部を有し、
該複数の凸部のうち2つ以上が該出射制御層と該導光部の該第1主面との間にあり、所
定のパターンにしたがって該出射制御層で覆われており、
該複数の凸部のうち少なくとも1つが所定のパターンにしたがって該出射制御層で覆わ
れていない、光取り出し部材。

【請求項2】

前記出射制御層の前記導光部と反対側に、別の光取り出し構造がさらに設けられている
、請求項1に記載の光取り出し部材。

【請求項3】

出射側の最外層として粘着剤層をさらに有し、該粘着剤層の屈折率 n_5 、前記導光部の
屈折率 n_1 および前記出射制御層の屈折率 n_2 が
 $n_1 > n_2$ 、 $n_5 > n_2$ 、および、 $n_1 - n_2 > n_1 - n_5$
の関係を満たす、請求項1または2に記載の光取り出し部材。

【請求項 4】

前記粘着剤層が、前記出射制御層を覆うとともに前記導光部の第 1 主面に接して設けられている、請求項 3 に記載の光取り出し部材。

【請求項 5】

前記出射制御層のパターンを規定する開口部の分布が、光源側よりも光源から離れた側の方が密となるよう構成されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の光取り出し部材。

【請求項 6】

前記出射制御層が、微細な空隙構造を形成する一種類または複数種類の構成単位からなり、該構成単位同士が触媒作用を介して化学的に結合している、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光取り出し部材。

【請求項 7】

前記出射制御層の構成単位が、粒子状、繊維状、棒状、および平板状からなる群から選択される少なくとも一つの形状の構成単位である、請求項 6 に記載の光取り出し部材。

【請求項 8】

前記出射制御層の構成単位同士の結合が、水素結合または共有結合を含む、請求項 6 または 7 に記載の光取り出し部材。

【請求項 9】

前記出射制御層の構成単位が、無機物を含む、請求項 6 から 8 のいずれかに記載の光取り出し部材。

【請求項 10】

前記出射制御層の構成単位が粒子状であり、該粒子状の構成単位が、Si、Mg、Al、Ti、Zn および Zr からなる群から選択される少なくとも一つの元素を含有する微細孔粒子を含む、請求項 6 から 9 のいずれかに記載の光取り出し部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光取り出し部材に関する。

【背景技術】

【0002】

光取り出し部材は、照明装置および画像表示装置等への応用が期待されている。しかし、従来の光取り出し部材は、例えば非常に複雑な凹凸形状を表面に形成しなければならず、光取り出し機構の設計および構造が非常に複雑であるという問題がある。具体的には、導光板や照明器具において、所望の光取り出しパターン（面内均一取り出しも含む）を達成するためには、実際の導光板単位ごとに周期的な光取り出し機構のパターンを形成する必要があるため、連続シート様で形成する場合は、長尺方向および幅方向に所定の間隔でパターン形成する必要がある。さらに、そのような問題に付随して、従来の光取り出し部材は、他の部材との複合化が困難である、生産性がきわめて不十分である、非常に高価である、といった問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平 9 - 258031 号公報

【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、その主たる目的は、複雑な設計および構造を必要とすることなく所望の出射特性が得られ、さらに、他の部材との複合化が容易であり、生産性に優れ、取扱い性に優れ、適切なコストで実現可能な光取り出し部材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1つの実施形態による光取り出し部材は、出射側の第1主面と該第1主面の反対側の第2主面とを有する導光部と、該導光部の該第1主面に所定のパターンで設けられた出射制御層と、を備える。この光取り出し部材においては、該導光部の屈折率 n_1 と該出射制御層の屈折率 n_2 とが、 $n_1 > n_2$ の関係を満たし、該出射制御層の屈折率 n_2 が1.01～1.30である。

1つの実施形態においては、上記光取り出し部材は、上記導光部に、光取り出し構造がさらに設けられている。

1つの実施形態においては、上記光取り出し部材は、上記出射制御層の上記導光部と反対側に、光取り出し構造がさらに設けられている。

1つの実施形態においては、上記光取り出し部材は、出射側の最外層として粘着剤層をさらに有し、該粘着剤層の屈折率 n_5 、上記導光部の屈折率 n_1 および上記出射制御層の屈折率 n_2 が

$n_1 > n_2$ 、 $n_5 > n_2$ 、および、 $n_1 - n_2 > n_1 - n_5$ の関係を満たす。

1つの実施形態においては、上記粘着剤層は、上記出射制御層を覆うとともに上記導光部の第1主面に接して設けられている。

1つの実施形態においては、上記出射制御層のパターンを規定する開口部の分布は、光源側よりも光源から離れた側の方が密となるよう構成されている。

1つの実施形態においては、上記出射制御層は、微細な空隙構造を形成する一種類または複数種類の構成単位からなり、該構成単位同士が触媒作用を介して化学的に結合している。

1つの実施形態においては、上記出射制御層の構成単位は、粒子状、繊維状、棒状、および平板状からなる群から選択される少なくとも一つの形状の構成単位である。

1つの実施形態においては、上記出射制御層の構成単位同士の結合は、水素結合または共有結合を含む。

1つの実施形態においては、上記出射制御層の構成単位は、無機物を含む。

1つの実施形態においては、上記出射制御層の構成単位は粒子状であり、該粒子状の構成単位は、Si、Mg、Al、Ti、ZnおよびZrからなる群から選択される少なくとも一つの元素を含有する微細孔粒子を含む。

1つの実施形態においては、上記微細孔粒子は、ゲル状シリカ化合物の粉碎体を含む。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、導光部に所定パターンの出射制御層を塗布または印刷等により形成することにより、複雑な設計および構造を必要とすることなく所望の出射特性が得られ、さらに、他の部材との複合化が容易であり、生産性に優れ、取扱い性に優れ、適切なコストで実現可能な光取り出し部材を実現することができる。本発明においては、長尺状の導光部を形成できる場合には、当該長尺状の導光部においてすべて同じ光取り出し機構（構造）を設けた後（周期的な構造が不要なため凹凸形状の場合も連続形成が可能）、簡便な手法でパターン化された出射制御層を形成することができるので、出射制御層を長尺状の導光部に連続的に形成することができる。したがって、長尺状の導光部を形成できる場合には、長尺状の光取り出し部材を実現することができる。さらに、このような出射制御層は、その表面に任意の接着手段（代表的には、粘着剤層）を設けることが容易であるので、光取り出し部材は、他の部材（代表的には、光学部材）との複合化が容易である。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の1つの実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。

【図2A】本発明の実施形態による光取り出し部材における出射制御層のパターンのいくつかの例を示す模式平面図である。

【図2B】本発明の実施形態による光取り出し部材における出射制御層のパターンの別の

10

20

30

40

50

例を示す模式平面図である。

【図 3】本発明の別の実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。

【図 4】本発明のさらに別の実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。

【図 5】本発明のさらに別の実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施形態について説明するが、本発明はこれらの実施形態には限定されない。

【0009】

A. 光取り出し部材の全体構成

図 1 は、本発明の 1 つの実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。本実施形態の光取り出し部材 100 は、導光部 10 と出射制御層 20 とを有する。導光部 10 は、出射側の第 1 主面 11 と、第 1 主面 11 の反対側の第 2 主面 12 と、を有する。出射制御層 20 は、導光部 10 の第 1 主面 11 に所定のパターンで設けられている。出射制御層 20 は、第 1 主面 11 に加えて、第 2 主面 12 に設けられてもよい（図示せず）。第 2 主面に設けられる出射制御層は、所定のパターンで設けられてもよく、第 2 主面全面に設けられてもよい。必要に応じて、導光部 10 の第 2 主面 12 に反射層（図示せず）が設けられてもよい。光取り出し部材 100 は、代表的には、使用用途（例えば、照明装置、画像表示装置）において隣接する部材（図示せず）に粘着剤層 200 を介して積層され得る。すなわち、本発明の実施形態による光取り出し部材は、出射側の最外層として粘着剤層を含み得る。粘着剤層は、代表的には、出射側の全面に設けられ、出射制御層を覆うとともに出射制御層の開口部を介して導光部の第 1 主面に接している。

【0010】

導光部 10 の屈折率 n_1 と出射制御層 20 の屈折率 n_2 とは、好ましくは $n_1 > n_2$ の関係を満たす。その結果、出射制御層が設けられていない部分のみから光を出射させる（取り出す）ことができるので、出射制御層のパターンを調整することにより所望の部分のみから光を出射させる（取り出す）ことが可能となる。したがって、導光部の内部および／または表面に複雑な 3 次元構造を設計および形成することなく、目的に応じた所望の出射特性を実現することができる。

【0011】

導光部 10 の屈折率 n_1 は、好ましくは 1.47 以上であり、より好ましくは 1.47 ~ 1.60 であり、さらに好ましくは 1.47 ~ 1.55 である。出射制御層 20 の屈折率 n_2 は、好ましくは 1.30 以下であり、より好ましくは 1.20 以下であり、さらに好ましくは 1.15 以下である。屈折率 n_2 の下限は、例えば 1.01 である。屈折率 n_1 と屈折率 n_2 との差は、好ましくは 0.17 以上であり、より好ましくは 0.20 ~ 0.40 であり、さらに好ましくは 0.22 ~ 0.35 である。屈折率差と出射制御層のパターンとを組み合わせ調整することにより、より精密に出射特性を制御することができる。導光部の屈折率 n_1 は、導光部の構成材料を適切に選択することにより調整され得る。出射制御層の屈折率 n_2 は、構成材料、空隙率、空隙の構造・形状等を適切に選択することにより調整され得る。なお、導光部および出射制御層の詳細については後述する。

【0012】

出射制御層のパターンとしては、目的に応じて任意の適切なパターンを採用することができる。図 2 A および図 2 B は、出射制御層のパターンのいくつかの例を示す模式平面図である。パターンの代表例としては、図 2 A に示すようなストライプ状、格子状、市松状、ドット状、文字、および、図 2 A および図 2 B に示すような不規則形状が挙げられる。なお、図 2 A および図 2 B においては、黒い部分が出射制御層の開口部であり、当該開口部によりパターンが規定される。また、図 2 A および図 2 B においては、便宜上、下側を光源側としている。ストライプおよび格子の幅および／または間隔は、均一であってもよく、一部が異なってもよく、全部が異なってもよい。同様に、ドットの面積、形状および／または間隔も、すべてが同一であってもよく、一部が異なってもよく、全

10

20

30

40

50

部が異なってもよい。例えば、図示例では略円形状および同一面積のドットが等間隔で配置されているが、ドットの形状は、楕円形であってもよく、三角形であってもよく、矩形であってもよく、多角形であってもよく、不規則形状であってもよく；面積（大きさ）および間隔は一部または全部が異なってもよい。1つの実施形態においては図2Bに示すように、出射制御層の開口部の分布は、光源側よりも光源から離れた側の方が密である。このような構成であれば、優れた面内均一性を実現することができる。後述するように、出射制御層は、構成材料を塗布または印刷等することにより形成される。したがって、導光部の内部および／または表面に複雑な3次元構造を設計および形成する必要がない。結果として、本発明の実施形態による光取り出し部材は、他の部材との複合化が容易であり、生産性に優れ、取扱い性に優れ、かつ、安価である。

【0013】

ここで、図1を参照して、本発明の実施形態による光取り出し部材における光の伝播を説明する。光源（図面の左側：図示せず）から導光部に入射した光は、界面が空気（屈折率1.00）または必要に応じて設けられる反射層と接する第2主面で反射し、および、第1主面において出射制御層（導光部の屈折率 n_1 よりも小さい屈折率 n_2 を有する）が形成されている部分で反射しながら、導光部を図面の左から右に向けて伝播する。反射を繰り返しながら伝播する光は、第1主面の出射制御層が形成されていない部分では反射することなく粘着剤層に進み、これにより、光が出射される（取り出される）。すなわち、本発明の実施形態による光取り出し部材によれば、出射制御層が設けられていない部分のみから光を出射させることができるので、出射制御層のパターンを調整することにより所望の部分のみから光を出射させることが可能となる。その結果、目的に応じた所望の出射特性を実現することができる。これは、均一な光取り出しにおける取り出し効率の向上を主たる目的とする従来の光取り出し部材とは異なる技術的思想に基づくものである。さらに、本発明の実施形態による光取り出し部材によれば、上記のような出射制御層を1層のみ設けることにより、目的に応じた所望の出射特性を実現することができる。その結果、以下のような利点が得られ得る：（1）屈折率の異なる複数の層を設けてそれらの層の屈折率の関係を制御する技術に比べて、製造方法が格段に単純であり、その結果、本発明の光取り出し部材は、製造効率に優れかつ低コストである。本発明の実施形態によれば、複数の層の屈折率の関係を精密に制御する必要がなく、出射制御層の屈折率およびパターンのみを制御すればいいからである。（2）本発明の光取り出し部材は、光取り出し効率を高めるために出射側に反射ミラーを設ける技術に比べて格段に優れた外観を有する。反射ミラーが存在しないので視認側から見たときの反射率が低く、所望でないギラツキ等が生じないからである。（3）本発明の光取り出し部材は、上記（2）の反射ミラーを設ける技術に比べて光ロスが少ない。すなわち、光取り出し効率を高めるために反射ミラーを設けるよりも、結果として光取り出し効率にも優れることとなる。出射制御層のパターンを規定する開口部から抜けた光をそのまま取り出すことができるので、反射ミラーによる所望でない反射がなく、光ロスが少なくなるからである。

【0014】

粘着剤層200の屈折率 n_5 は、導光部10の屈折率 n_1 および出射制御層20の屈折率 n_2 との関係が下記式

$$n_1 > n_2, n_5 > n_2, \text{および}, n_1 - n_2 > n_1 - n_5$$

を満たす。粘着剤層の屈折率 n_5 、導光部の屈折率 n_1 および出射制御層の屈折率 n_2 が上記のような関係を満たすことにより、優れた面内均一性を有する光取り出し部材を実現することができる。好ましくは、 $n_1 \geq n_5 > n_2$ である。より詳細には、 $(n_1 - n_2)$ はできるだけ大きいことが好ましく、 $(n_1 - n_5)$ はできるだけ小さいことが好ましい。 $(n_1 - n_2)$ を大きくすることにより、光源からより離れたところまで光を伝播することができ、優れた面内均一性を実現することができる。 $(n_1 - n_5)$ を小さくすることにより、導光部と粘着剤層との界面での光の屈折を抑制することができ、粘着剤層を光導波路として良好に機能させることができる。粘着剤層の屈折率 n_5 は、好ましくは1.35～1.90であり、より好ましくは1.40～1.65である。さらに、粘着剤層

が上記のような屈折率を有し、かつ、上記のように導光部の第1主面に接していることにより、導光部と粘着剤層との間の空気層を排除することができる。その結果、導光部からの光が当該空気層で屈折および／または反射することを防止でき、導光部から取り出される光のロスを最大限に抑制することができる。

【0015】

図3は、本発明の別の実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。本実施形態の光取り出し部材102においては、導光部10に光取り出し構造がさらに設けられている。図示例の光取り出し構造は、導光部10の第1主面11に設けられた凹凸部である。図示例では、凹凸部は、凸部17を形成する結果として形成されている。凸部17は、代表的には光路変換機能を有する。凸部の形状（例えば、断面形状）および／または配置位置は、所望の光路変換機能に応じて適切に設定され得る。凹凸部は、例えば粗面化処理により形成された微細凹凸であってもよい。本実施形態においては、出射制御層は、凹凸部（図示例では凸部17）の形状に追従して設けられている。凹凸部（図示例では凸部17）と出射制御層20との位置関係、出射制御層のパターン、ならびに、凹凸部（図示例では凸部17）の形状を調整することにより、より精密に出射特性を制御することができる。

【0016】

図4は、本発明の別の実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。本実施形態の光取り出し部材103においては、出射制御層20の導光部10と反対側に、光取り出し構造がさらに設けられている。図示例の光取り出し構造は、光拡散層40である。光拡散層40は、接着層30を介して配置されている。接着層30は、任意の適切な接着剤または粘着剤で構成され得る。接着剤層を構成する接着剤としては、例えば、水性接着剤、溶剤型接着剤、エマルション系接着剤、無溶剤型接着剤、活性エネルギー線硬化型接着剤、熱硬化型接着剤が挙げられる。活性エネルギー線硬化型接着剤としては、電子線硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤、可視光線硬化型接着剤が挙げられる。粘着剤層を構成する粘着剤としては、例えば、アクリル系粘着剤、ゴム系粘着剤、ビニルアルキルエーテル系粘着剤、シリコン系粘着剤、ポリエステル系粘着剤、ポリアミド系粘着剤、ウレタン系粘着剤、フッ素系粘着剤、エポキシ系粘着剤、ポリエーテル系粘着剤が挙げられる。粘着剤は単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。粘着剤のヘイズは5%以下が好ましく、1%以下がより好ましい。透明性、加工性、耐久性などの点から、アクリル系粘着剤が好ましく用いられる。光拡散層40は、代表的には、樹脂成分および超微粒子成分を含むマトリクスと、マトリクス中に分散された光拡散性微粒子とを含む。好ましくは、マトリクスの樹脂成分および光拡散性微粒子は、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0.01~0.10であり、さらに好ましくは0.01~0.06であり、特に好ましくは0.02~0.06である。さらに、上記超微粒子成分は、その屈折率 n_B が下記式(2)を満たす：

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

$|n_p - n_B|$ は、好ましくは0.10~1.50であり、さらに好ましくは0.20~0.80である。なお、このような光拡散層の詳細な構成は、例えば特許第4756100号に光拡散素子の構成として記載されており、当該特許公報の記載は本明細書に参考として援用されている。

【0017】

導光部10の屈折率 n_1 と出射制御層20の屈折率 n_2 とは、上記のとおり、好ましくは $n_1 > n_2$ の関係を満たす。出射制御層20の屈折率 n_2 、接着層30の屈折率 n_3 、および光拡散層40の屈折率 n_4 は、好ましくは $n_3 > n_2$ 、 $n_4 > n_2$ の関係を満たす。 n_1 と n_3 は等しくてもよく、 n_1 が n_3 より大きいくともよく、 n_1 が n_3 より小さいくともよい。

【0018】

10

20

30

40

50

図5は、本発明のさらに別の実施形態による光取り出し部材の概略断面図である。本実施形態の光取り出し部材104においては、出射制御層20は、粘着剤層10'を介して導光部10上に形成されている。ここで、粘着剤層10'は、導光部10の一部として認識され得る。したがって、本明細書において「導光部の第1主面に設けられる」とは、第1主面に直接設けられる場合および粘着剤層を介して設けられる場合を包含する。さらに、本実施形態においては、別の出射制御層20'が導光部の第2主面に設けられている。図示例では、別の出射制御層20'は、導光部の第2主面全面に設けられているが、目的に応じた任意の適切なパターンで設けられてもよい。さらに、別の出射制御層20'の外側には、反射層または反射板が設けられてもよい（図示せず）。

【0019】

上記の実施形態は適切に組み合わせてもよく、上記の実施形態に業界で周知の改変を加えてもよく、上記の実施形態と光学的に等価な構成に置き換えてもよい。例えば、図3の導光部と図4の光拡散層とを組み合わせてもよく、図4の光拡散層の代わりにプリズムシートを用いてもよく、導光部の内部に任意の適切な光取り出し構造（例えば、所定の空隙部）を設けてもよく、このような改変を組み合わせてもよい。さらに、導光部の構成は図示例に限られず、目的に応じた任意の適切な光取り出し構造が第1主面、第2主面および／または内部に設けられてもよい。導光部の光取り出し構造の構成は、例えば、特開2013-190778号公報、特開2013-190779号公報に導光板の形状として記載されており、これらの記載は本明細書に参考として援用される。導光部の光取り出し構造の別の構成は、例えば、特表2013-524288号公報（特に、図11a～図11d）に記載されており、当該公報の記載もまた本明細書に参考として援用される。

【0020】

B. 導光部

導光部10は、代表的には、樹脂（好ましくは、透明樹脂）のフィルムまたは板状物で構成され得る。このような樹脂の代表例としては、熱可塑性樹脂、反応性樹脂（例えば、電離放射線硬化性樹脂）が挙げられる。熱可塑性樹脂の具体例としては、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）、ポリアクリロニトリル等の（メタ）アクリル系樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、PET等のポリエステル樹脂、トリアセチルセルロース（TAC）等のセルロース系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、スチレン系樹脂が挙げられる。電離放射線硬化性樹脂の具体例としては、エポキシアクリレート系樹脂、ウレタンアクリレート系樹脂が挙げられる。これらの樹脂は、単独で用いてもよく2種以上を併用してもよい。

【0021】

導光部の厚みは、例えば100 μ m～100mmであり得る。導光部の厚みは、好ましくは50mm以下であり、より好ましくは30mm以下であり、さらに好ましくは10mm以下である。

【0022】

導光部の屈折率 n_1 は、上記のとおり、好ましくは1.47以上であり、より好ましくは1.47～1.60であり、さらに好ましくは1.47～1.55である。このような範囲であれば、出射制御層の屈折率 n_2 との所望の屈折率差を実現することができる。

【0023】

C. 出射制御層

出射制御層の屈折率 n_2 は、好ましくは1.30以下であり、より好ましくは1.20以下であり、さらに好ましくは1.15以下である。屈折率 n_2 の下限は、例えば1.01である。このような範囲であれば、導光部の屈折率 n_1 との所望の屈折率差を実現することができる。

【0024】

出射制御層は、上記所望の屈折率を有し、および、塗布または印刷等により形成される限りにおいて、任意の適切な構成が採用され得る。出射制御層を構成する材料としては、例えば、国際公開第2004/113966号パンフレット、特開2013-254183号公報、および特開2012-189802号公報に記載の材料を採用し得る。具体的

10

20

30

40

50

には、例えば、シリカ系化合物；加水分解性シラン類、ならびにその部分加水分解物および脱水縮合物；有機ポリマー；シラノール基を含有するケイ素化合物；ケイ酸塩を酸やイオン交換樹脂に接触させることにより得られる活性シリカ；重合性モノマー（例えば、（メタ）アクリル系モノマー、およびスチレン系モノマー）；硬化性樹脂（例えば、（メタ）アクリル系樹脂、フッ素含有樹脂、およびウレタン樹脂）；およびこれらの組み合わせが挙げられる。

【0025】

出射制御層は、代表的には、内部に空隙を有する。出射制御層の空隙率は、例えば40%～90%であり、好ましくは50%～90%であり、より好ましくは55%～85%である。空隙率が上記範囲内であることにより、出射制御層の屈折率を適切な範囲とすることができる。

10

【0026】

出射制御層の膜密度は、例えば、 1 g/cm^3 以上であり、好ましくは 10 g/cm^3 以上であり、より好ましくは 15 g/cm^3 以上である。一方、膜密度は、例えば 50 g/cm^3 以下であり、好ましくは 40 g/cm^3 以下であり、より好ましくは 30 g/cm^3 以下であり、さらに好ましくは 2.1 g/cm^3 以下である。膜密度の範囲は、例えば $5\text{ g/cm}^3\sim 50\text{ g/cm}^3$ であり、好ましくは $10\text{ g/cm}^3\sim 40\text{ g/cm}^3$ であり、より好ましくは $15\text{ g/cm}^3\sim 30\text{ g/cm}^3$ である。あるいは、当該範囲は、例えば $1\text{ g/cm}^3\sim 2.1\text{ g/cm}^3$ である。出射制御層の膜密度に基づく空隙率は、例えば50%以上であり、好ましくは70%以上であり、より好ましくは85%以上である。一方、膜密度に基づく空隙率は、例えば90%以下であり、好ましくは85%以下である。

20

【0027】

膜密度は、例えば以下のような方法により測定でき、空隙率は、膜密度に基づいて、例えば以下のようにして算出できる。

基材（アクリルフィルム）上に空隙層（出射制御層）を形成した後、この積層体における空隙層について、X線回折装置（RIGAKU社製：RINT-2000）を用いて全反射領域のX線反射率を測定する。そして、Intensityと 2θ のフィッティングを行った後に、積層体（空隙層／基材）の全反射臨界角から膜密度（ g/cm^3 ）を算出し、さらに、空隙率（P%）を、以下の式より算出する。

$$\text{空隙率 (P\%)} = 45.48 \times \text{膜密度 (g/cm}^3\text{)} + 100 (\%)$$

30

【0028】

出射制御層における空隙（孔）のサイズは、空隙（孔）の長軸の直径および短軸の直径のうち、長軸の直径を指すものとする。空隙（孔）のサイズは、例えば、 $2\text{ nm}\sim 500\text{ nm}$ である。空隙（孔）のサイズは、例えば 2 nm 以上であり、好ましくは 5 nm 以上であり、より好ましくは 10 nm 以上であり、さらに好ましくは 20 nm 以上である。一方、空隙（孔）のサイズは、例えば 500 nm 以下であり、好ましくは 200 nm 以下であり、より好ましくは 100 nm 以下である。空隙（孔）のサイズの範囲は、例えば $2\text{ nm}\sim 500\text{ nm}$ であり、好ましくは $5\text{ nm}\sim 500\text{ nm}$ であり、より好ましくは $10\text{ nm}\sim 200\text{ nm}$ であり、さらに好ましくは $20\text{ nm}\sim 100\text{ nm}$ である。空隙（孔）のサイズは、目的および用途等に応じて、所望のサイズに調整することができる。

40

【0029】

空隙（孔）のサイズは、BET試験法により定量化できる。具体的には、比表面積測定装置（マイクロメリテック社製：ASAP2020）のキャピラリに、サンプル（形成された空隙層）を 0.1 g 投入した後、室温で24時間、減圧乾燥を行って、空隙構造内の気体を脱気する。そして、上記サンプルに窒素ガスを吸着させることで吸着等温線を描き、細孔分布を求める。これによって、空隙サイズが評価できる。

【0030】

出射制御層のヘイズは、例えば5%未満であり、好ましくは3%未満である。一方、ヘイズは、例えば 0.1% 以上であり、好ましくは 0.2% 以上である。ヘイズの範囲は、例えば 0.1% 以上5%未満であり、好ましくは 0.2% 以上3%未満である。ヘイズは

50

、例えば、以下のような方法により測定できる。なお、ヘイズは、出射制御層の透明性の指標である。

空隙層（出射制御層）を50mm×50mmのサイズにカットし、ヘイズメーター（村上色彩技術研究所社製：HM-150）にセットしてヘイズを測定する。ヘイズ値については、以下の式より算出する。

$$\text{ヘイズ (\%)} = [\text{拡散透過率 (\%)} / \text{全光線透過率 (\%)}] \times 100 (\%)$$

【0031】

上記内部に空隙を有する出射制御層としては、例えば、多孔質層、および／または空気層を少なくとも一部に有する出射制御層が挙げられる。多孔質層は、代表的には、エアロゲル、および／または粒子（例えば、中空微粒子および／または多孔質粒子）を含む。出射制御層は、好ましくはナノポーラス層（具体的には、90%以上の微細孔の直径が $10^{-1}\text{nm} \sim 10^3\text{nm}$ の範囲内の多孔質層）であり得る。

【0032】

上記粒子としては、任意の適切な粒子を採用し得る。粒子は、代表的には、シリカ系化合物からなる。粒子の形状としては、例えば、球状、板状、針状、ストリング状、およびブドウの房状が挙げられる。ストリング状の粒子としては、例えば、球状、板状、または針状の形状を有する複数の粒子が数珠状に連なった粒子、短繊維状の粒子（例えば、特開2001-188104号公報に記載の短繊維状の粒子）、およびこれらの組み合わせが挙げられる。ストリング状の粒子は、直鎖状であってもよく、分岐状であってもよい。ブドウの房状の粒子としては、例えば、球状、板状、および針状の粒子が複数凝集してブドウの房状になったものが挙げられる。粒子の形状は、例えば透過電子顕微鏡で観察することによって確認できる。粒子の平均粒子径は、例えば5nm～200nmであり、好ましくは10nm～200nmである。上記構成を有することにより、屈折率が十分に低い出射制御層を得ることができ、かつ出射制御層の透明性を維持することができる。なお、本明細書では、平均粒子径とは、窒素吸着法（BET法）により測定された比表面積（ m^2/g ）から、平均粒子径＝（2720／比表面積）の式によって与えられた値を意味するものとする（特開平1-317115号公報参照）。

【0033】

出射制御層の厚みは、好ましくは0.2μm～5μmであり、より好ましくは0.3μm～3μmである。出射制御層の厚みがこのような範囲であれば、導光部（実質的には、光取り出し部材）表面の凹凸が積層に影響を与えるほど大きくならないので、光取り出し部材の使用用途において他の部材との複合化または積層がきわめて容易となる。

【0034】

出射制御層は、例えば図1、図3または図4に示すように、上記の材料を含む組成物を導光部の第1主面の所定の位置に塗布または印刷することにより所定のパターンで形成され得る。塗布は、例えば所定のパターンを有するマスクを介して行われる。印刷は、任意の適切な方式が採用され得る。印刷方法は、具体的には、グラビア印刷、オフセット印刷、フレキソ印刷等の有版式の印刷方法であってもよく、インクジェット印刷、レーザー印刷、静電印刷等の無版式の印刷方法であってもよい。本発明の実施形態においては、このような単純および簡便な方法により出射制御層を形成することができる。したがって、複雑な3次元構造を設計する必要がなく、そのような構造を成形するための複雑な装置も加工手順も必要がない。その結果、本発明の実施形態による光取り出し部材は、生産性に優れ、かつ、安価である。あるいは、出射制御層は、例えば図5に示すように、粘着剤層を介して設けられてもよい。この場合、出射制御層は、粘着剤シート上に形成されて導光部に貼り合わせられてもよく、任意の適切な基材に形成された出射制御層を導光部／粘着剤層の積層体の粘着剤層に転写してもよい。いずれの場合であっても、導光部が長尺状である場合には、出射制御層は、例えばロールトゥロールにより連続的に設けられ得る。

【0035】

出射制御層は、1つの実施形態においては、上記のようにロール体として光取り出し部材に適用され得る。出射制御層は、樹脂フィルム（基材）との積層体のロール体として光

取り出し部材に適用されてもよい。樹脂フィルムは、複数用いられてもよい。樹脂フィルムとしては、例えば、合紙、離型フィルム、表面保護フィルムが挙げられる。

【0036】

以下、出射制御層の具体的な構成の一例について説明する。本実施形態の出射制御層は、微細な空隙構造を形成する一種類または複数種類の構成単位からなり、該構成単位同士が触媒作用を介して化学的に結合している。構成単位の形状としては、例えば、粒子状、繊維状、棒状、平板状が挙げられる。構成単位は、1つの形状のみを有していてもよく、2つ以上の形状を組み合わせで有していてもよい。以下においては、主として、出射制御層が上記微細孔粒子どうしが化学的に結合している多孔体の空隙層である場合について説明する。

【0037】

このような空隙層は、空隙層形成工程において、例えば微細孔粒子どうしを化学的に結合させることにより形成され得る。なお、本発明の実施形態において「粒子」（例えば、上記微細孔粒子）の形状は特に限定されず、例えば球状でもよく他の形状でもよい。また、本発明の実施形態において、上記微細孔粒子は、例えば、ゾルゲル数珠状粒子、ナノ粒子（中空ナノシリカ・ナノバルーン粒子）、ナノ繊維等であってもよい。微細孔粒子は、代表的には無機物を含む。無機物の具体例としては、ケイ素（Si）、マグネシウム（Mg）、アルミニウム（Al）、チタン（Ti）、亜鉛（Zn）、ジルコニウム（Zr）が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。1つの実施形態においては、上記微細孔粒子は、例えばケイ素化合物の微細孔粒子であり、上記多孔体は、例えばシリコン多孔体である。上記ケイ素化合物の微細孔粒子は、例えば、ゲル状シリカ化合物の粉碎体を含む。また、多孔質層および／または空気層を少なくとも一部に有する出射制御層の別形態としては、例えば、ナノファイバー等の繊維状物質からなり、該繊維状物質が絡まり合い空隙が形成されて層を成している空隙層がある。このような空隙層の製造方法は特に限定されず、例えば、上記微細孔粒子どうしが化学的に結合している多孔体の空隙層の場合と同様である。さらに別の形態としては、中空ナノ粒子やナノクレイを用いた空隙層、中空ナノバルーンやフッ化マグネシウムを用いて形成した空隙層が挙げられる。空隙層は、単一の構成物質からなる空隙層であってもよいし、複数の構成物質からなる空隙層であってもよい。空隙層は、単一の上記形態で構成されていてもよく、複数の上記形態を含んで構成されていてもよい。

【0038】

本実施形態においては、多孔体の多孔質構造は、例えば、孔構造が連続した連泡構造体であり得る。連泡構造体とは、例えば上記シリコン多孔体において、三次元的に孔構造が連なっていることを意味し、孔構造の内部空隙が連続している状態ともいえる。多孔質体が連泡構造を有することにより、空隙率を高めることが可能である。ただし、中空シリカのような独泡粒子（個々に孔構造を有する粒子）を使用する場合には、連泡構造を形成できない。一方、例えばシリカゾル粒子（ゾルを形成するゲル状ケイ素化合物の粉碎物）を使用する場合、当該粒子が三次元の樹状構造を有するために、塗工膜（ゲル状ケイ素化合物の粉碎物を含むゾルの塗工膜）中で当該樹状粒子が沈降および堆積することで、容易に連泡構造を形成することが可能である。出射制御層は、より好ましくは、連泡構造が複数の細孔分布を含むモノリス構造を有する。モノリス構造は、例えば、ナノサイズの微細な空隙が存在する構造と、同ナノ空隙が集合した連泡構造とを含む階層構造を意味する。モノリス構造を形成する場合、例えば、微細な空隙で膜強度を付与しつつ、粗大な連泡空隙で高い空隙率を付与し、膜強度と高空隙率とを両立することができる。このようなモノリス構造は、好ましくは、シリカゾル粒子に粉碎する前段階のゲル（ゲル状ケイ素化合物）において、生成する空隙構造の細孔分布を制御することにより形成され得る。また例えば、ゲル状ケイ素化合物を粉碎する際、粉碎後のシリカゾル粒子の粒度分布を所望のサイズに制御することにより、モノリス構造を形成することができる。

【0039】

出射制御層は、例えば上記のようにゲル状化合物の粉碎物を含み、当該粉碎物同士が化

10

20

30

40

50

学的に結合している。出射制御層における粉砕物同士の化学的な結合（化学結合）の形態は、特に制限されず、例えば架橋結合、共有結合、水素結合が挙げられる。

【0040】

ゲル状化合物のゲル形態は、特に制限されない。「ゲル」とは、一般に、溶質が相互作用のために独立した運動性を失って集合した構造を有し、固化した状態をいう。ゲル状化合物は、例えば、ウェットゲルでもよいし、キセロゲルでもよい。なお、一般に、ウェットゲルは、分散媒を含み、分散媒中で溶質が一様な構造をとるものをいい、キセロゲルは、溶媒が除去されて、溶質が空隙を持つ網目構造をとるものをいう。

【0041】

ゲル状化合物としては、例えば、モノマー化合物をゲル化したゲル化合物が挙げられる。具体的には、上記ゲル状ケイ素化合物としては、例えば、モノマーのケイ素化合物が互いに結合したゲル化合物、具体例として、モノマーのケイ素化合物が互いに共有結合、水素結合または分子間力結合したゲル化合物が挙げられる。共有結合としては、例えば脱水縮合による結合が挙げられる。

【0042】

出射制御層における上記粉砕物の体積平均粒子径は、例えば0.10 μm以上であり、好ましくは0.20 μm以上であり、より好ましくは0.40 μm以上である。一方、体積平均粒子径は、例えば2.00 μm以下であり、好ましくは1.50 μm以下であり、より好ましくは1.00 μm以下である。体積平均粒子径の範囲は、例えば0.10 μm～2.00 μmであり、好ましくは0.20 μm～1.50 μmであり、より好ましくは0.40 μm～1.00 μmである。粒度分布は、例えば、動的光散乱法、レーザー回折法等の粒度分布評価装置、および走査型電子顕微鏡（SEM）、透過型電子顕微鏡（TEM）等の電子顕微鏡等により測定することができる。なお、体積平均粒子径は、粉砕物の粒度のバラツキの指標である。

【0043】

粉砕物の粒度分布は、粒径0.4 μm～1 μmの粒子が例えば50重量%～99.9重量%、好ましくは80重量%～99.8重量%、より好ましくは90重量%～99.7重量%の割合で存在し得る。あるいは、粒径1 μm～2 μmの粒子が例えば0.1重量%～50重量%、好ましくは0.2重量%～20重量%、0.3重量%～10重量%の割合で存在し得る。粒度分布は、例えば、粒度分布評価装置または電子顕微鏡により測定することができる。粒度分布もまた、粉砕物の粒度のバラツキの指標である。

【0044】

ゲル状化合物の種類は、特に制限されない。ゲル状化合物としては、例えばゲル状ケイ素化合物が挙げられる。以下、ゲル状化合物がゲル状ケイ素化合物である場合を例として説明するが、本発明は、これには限定されない。

【0045】

上記架橋結合は、例えばシロキサン結合である。シロキサン結合としては、例えば以下に示すような、T2の結合、T3の結合、T4の結合が挙げられる。空隙層（出射制御層）がシロキサン結合を有する場合、いずれか一種の結合を有してもよいし、いずれか二種の結合を有してもよいし、三種全ての結合を有してもよい。シロキサン結合のうち、T2およびT3の比率が多いほど、可撓性に富み、ゲル本来の特性を期待できる。一方で、T4の比率が多いほど、膜強度が発現しやすい。したがって、目的、用途、所望の特性等に応じて、T2、T3およびT4の比率を変えることが好ましい。

【0046】

10

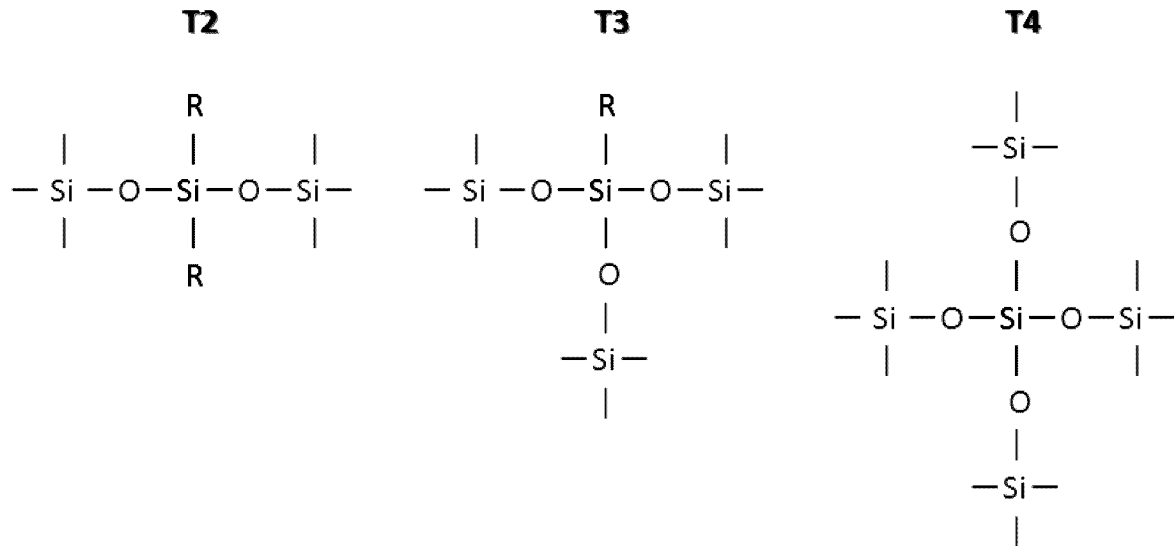
20

30

40

50

【化 1】



10

【0047】

T2、T3およびT4の比率は、例えばT2を「1」として相対的に表した場合、T2 : T3 : T4が1 : [1~100] : [0~50]、1 : [1~80] : [1~40]、あるいは1 : [5~60] : [1~30]であり得る。

20

【0048】

また、出射制御層（空隙層）においては、例えば、含まれるケイ素原子がシロキサン結合していることが好ましい。具体例として、空隙層に含まれる全ケイ素原子のうち、未結合のケイ素原子（つまり、残留シラノール）の割合は、例えば50%未満であり、好ましくは30%以下であり、より好ましくは15%以下である。

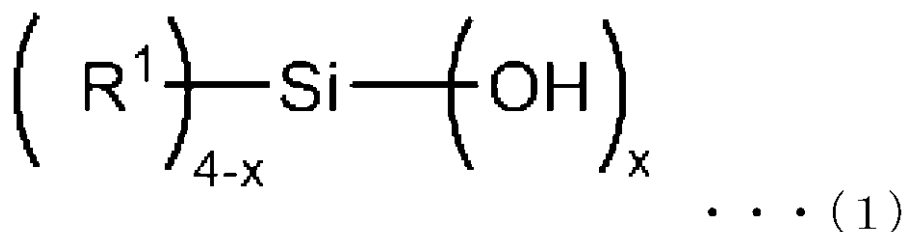
【0049】

ゲル状化合物がゲル状ケイ素化合物である場合、モノマーのケイ素化合物は、特に制限されない。モノマーのケイ素化合物としては、例えば、下記式（1）で表される化合物が挙げられる。ゲル状ケイ素化合物が、上記のように、モノマーのケイ素化合物が互いに水素結合または分子間力結合したゲル化物である場合、式（1）のモノマー間は、例えば、それぞれの水酸基を介して水素結合できる。

30

【0050】

【化 2】



40

【0051】

式（1）中、Xは、例えば2、3または4であり、好ましくは3または4である。R¹は、例えば直鎖もしくは分枝アルキル基である。R¹の炭素数は、例えば1~6であり、好ましくは1~4であり、より好ましくは1~2である。直鎖アルキル基としては、例え

50

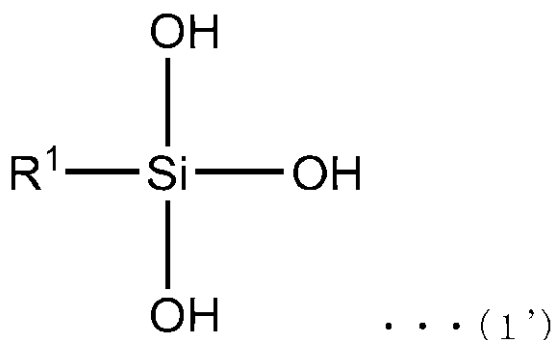
ば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基等が挙げられ、分枝アルキル基としては、例えば、イソプロピル基、イソブチル基等が挙げられる。

【0052】

式(1)で表されるケイ素化合物の具体例としては、例えば、Xが3である下記式(1')に示す化合物が挙げられる。下記式(1')において、R¹は、式(1)の場合と同様であり、例えばメチル基である。R¹がメチル基である場合、ケイ素化合物は、トリス(ヒドロキシ)メチルシランである。Xが3である場合、ケイ素化合物は、例えば、3つの官能基を有する3官能シランである。

【0053】

【化3】



10

20

【0054】

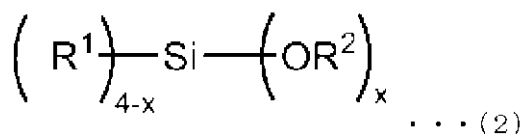
式(1)で表されるケイ素化合物の別の具体例としては、Xが4である化合物が挙げられる。この場合、ケイ素化合物は、例えば、4つの官能基を有する4官能シランである。

【0055】

モノマーのケイ素化合物は、例えば、ケイ素化合物前駆体の加水分解物でもよい。ケイ素化合物前駆体としては、例えば、加水分解によりケイ素化合物を生成できるものであればよく、具体例としては、下記式(2)で表される化合物が挙げられる。

【0056】

【化4】



30

【0057】

前記式(2)中、Xは、例えば2、3または4であり、
R¹およびR²は、それぞれ独立して、直鎖もしくは分枝アルキル基であり、
R¹およびR²は、同一でも異なってもよく、
R¹は、Xが2の場合、互いに同一でも異なってもよく、
R²は、互いに同一でも異なってもよい。

40

【0058】

XおよびR¹は、例えば、式(1)におけるXおよびR¹と同じである。R²は、例えば、式(1)におけるR¹の例示が援用できる。

【0059】

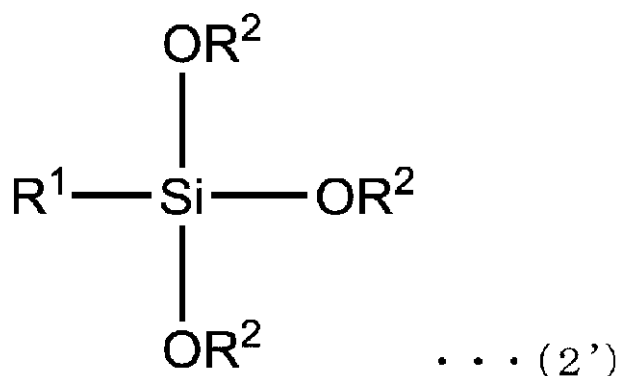
式(2)で表されるケイ素化合物前駆体の具体例としては、例えば、Xが3である下記

50

式（２'）に示す化合物が挙げられる。下記式（２'）において、 R^1 および R^2 は、それぞれ、式（２）の場合と同様である。 R^1 および R^2 がメチル基の場合、ケイ素化合物前駆体は、トリメトキシ（メチル）シラン（以下、「MTMS」ともいう）である。

【００６０】

【化５】



10

【００６１】

モノマーのケイ素化合物は、例えば低屈折率性に優れる点から、３官能シランが好ましい。また、モノマーのケイ素化合物は、例えば強度（例えば、耐擦傷性）に優れる点から、４官能シランが好ましい。モノマーのケイ素化合物は、一種類のみを使用してもよいし、二種類以上を併用してもよい。例えば、モノマーのケイ素化合物として、３官能シランのみを含んでもよいし、４官能シランのみを含んでもよいし、３官能シランと４官能シランの両方を含んでもよいし、その他のケイ素化合物をさらに含んでもよい。モノマーのケイ素化合物として二種類以上のケイ素化合物を使用する場合、その比率は特に制限されず、適宜設定できる。

20

【００６２】

以下、このような出射制御層の形成方法の一例について説明する。

30

【００６３】

当該方法は、代表的には、樹脂フィルム上に出射制御層（空隙層）の前駆体である空隙構造を形成する前駆体形成工程、および、前駆体形成工程後に当該前駆体内部で架橋反応を起こさせる架橋反応工程、を含む。当該方法は、微細孔粒子を含む含有液（以下、「微細孔粒子含有液」または単に「含有液」という場合がある。）を作製する含有液作製工程、および、当該含有液を乾燥させる乾燥工程をさらに含み、前駆体形成工程において、乾燥体中の微細孔粒子どうしを化学的に結合させて前駆体を形成する。含有液は、特に限定されず、例えば、微細孔粒子を含む懸濁液である。なお、以下においては、主として、微細孔粒子がゲル状化合物の粉碎物であり、空隙層がゲル状化合物の粉碎物を含む多孔体（好ましくはシリコン多孔体）である場合について説明する。ただし、出射制御層は、微細孔粒子がゲル状化合物の粉碎物以外である場合も、同様に形成することができる。

40

【００６４】

上記の方法によれば、例えば、非常に低い屈折率を有する出射制御層（空隙層）が形成される。その理由は、例えば以下のように推測される。ただし、当該推測は、本発明および出射制御層の形成方法を限定するものではない。

【００６５】

上記粉碎物は、ゲル状ケイ素化合物を粉碎したものであるため、粉碎前のゲル状ケイ素化合物の三次元構造が、三次元基本構造に分散された状態となっている。さらに、上記方法では、ゲル状ケイ素化合物の破砕物を樹脂フィルム上に塗工することで、三次元基本構造に基づく多孔性構造の前駆体が形成される。つまり、上記の方法によれば、ゲル状ケイ

50

素化合物の三次元構造とは異なる、粉碎物の塗工による新たな多孔構造（三次元基本構造）が形成される。このため、最終的に得られる空隙層においては、例えば空気層と同程度に機能する低屈折率を実現することができる。さらに、上記の方法においては、碎物同士を化学的に結合させるため、三次元基本構造が固定化される。このため、最終的に得られる空隙層は、空隙を有する構造であるにもかかわらず、十分な強度と可撓性を維持することができる。

【0066】

さらに、上記の方法は、上記前駆体形成工程と上記架橋反応工程とを別工程として行う。加えて、架橋反応工程を好ましくは多段階で行う。架橋反応工程を多段階で行うことにより、例えば、架橋反応工程を1段階で行うよりも前駆体の強度をさらに向上させ、高空隙率と強度が両立した出射制御層を得ることができる。このメカニズムは不明であるが、例えば、以下のように推測される。すなわち、上記のとおり、空隙層の形成と同時に触媒等により膜強度を向上させると、触媒反応の進行により、膜強度は向上するが空隙率が低下する問題がある。これは、例えば、触媒による微細孔粒子どうしの架橋反応の進行により、微細孔粒子どうしの架橋（化学的な結合）の数が増加することにより、結合は強固になるが空隙層全体が凝縮し空隙率が低下するためと考えられる。これに対し、前駆体形成工程と架橋反応工程とを別工程として行い、かつ、架橋反応工程を多段階で行うことにより、例えば、前駆体全体の形態をあまり変化させずに（例えば、全体の凝縮をあまり起こさずに）架橋（化学的な結合）の数を増加させることができると考えられる。ただし、これらは、推測可能なメカニズムの一例であり、本発明および出射制御層の形成方法を限定するものではない。

【0067】

前駆体形成工程においては、例えば、一定の形状を有する粒子を積層させ、空隙層の前駆体を形成する。この時点での前駆体の強度は非常に弱い。その後、例えば、光もしくは熱活性触媒反応により、微細孔粒子どうしを化学的に結合させ得る生成物（例えば、光塩基発生剤から発生した強塩基触媒等）を発生させる（架橋反応工程の1段階目）。効率よく短時間で反応を進めるためにさらに加熱エージング（架橋反応工程の2段階目）を行なうことにより、微細孔粒子どうしの化学的な結合（架橋反応）がさらに進み強度が向上すると考えられる。例えば、微細孔粒子がケイ素化合物の微細孔粒子（例えばゲル状シリカ化合物の粉碎体）であって、前駆体中に残留シラノール基（Si-OH基）が存在する場合、残留シラノール基どうしが架橋反応により化学的に結合すると考えられる。ただし、この説明も例示であり、本発明および出射制御層の形成方法を限定するものではない。

【0068】

上記の方法は、微細孔粒子を含む含有液を作製する含有液作製工程を有する。微細孔粒子がゲル状化合物の粉碎体である場合は、粉碎物は、例えばゲル状化合物を粉碎して得られる。ゲル状化合物の粉碎によって、上記のように、ゲル状化合物の三次元構造が破壊され三次元基本構造に分散される。粉碎物の調製の一例は以下のとおりである。

【0069】

モノマー化合物のゲル化は、例えば、モノマー化合物を、互いに水素結合させることまたは分子間力結合させることで行うことができる。モノマー化合物としては、例えば、上記式（1）で表されるケイ素化合物が挙げられる。式（1）のケイ素化合物は、水酸基を有するため、式（1）のモノマー間は、例えば、それぞれの水酸基を介して水素結合または分子間力結合が可能である。

【0070】

あるいは、ケイ素化合物は、上記ケイ素化合物前駆体の加水分解物でもよく、例えば、上記式（2）で表されるケイ素化合物前駆体を加水分解して生成してもよい。

【0071】

モノマー化合物前駆体の加水分解の方法は、特に制限されず、例えば、触媒存在下での化学反応により行うことができる。触媒としては、例えば、シュウ酸、酢酸等の酸等が挙げられる。加水分解反応は、例えば、シュウ酸の水溶液を、ケイ素化合物とジメチルスル

ホキシドとの混合液（例えば懸濁液）に、室温環境下でゆっくり滴下混合させた後に、そのまま30分程度攪拌することで行うことができる。ケイ素化合物前駆体を加水分解する際は、例えば、ケイ素化合物前駆体のアルコキシ基を完全に加水分解することで、その後のゲル化・熟成・空隙構造形成後の加熱・固定化を、さらに効率良く行うことができる。

【0072】

モノマー化合物のゲル化は、例えば、モノマー間の脱水縮合反応により行うことができる。脱水縮合反応は、例えば、触媒存在下で行うことが好ましく、触媒としては、例えば、塩酸、シュウ酸、硫酸等の酸触媒、およびアンモニア、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化アンモニウム等の塩基触媒等の、脱水縮合触媒が挙げられる。脱水縮合触媒としては、塩基触媒が好ましい。脱水縮合反応において、モノマー化合物に対する触媒の添加量は、特に制限されない。触媒は、例えば、モノマー化合物1モルに対して、好ましくは0.05モル～10モル、より好ましくは0.1モル～7モル、さらに好ましくは0.1モル～5モル添加され得る。

【0073】

モノマー化合物のゲル化は、例えば、溶媒中で行うことが好ましい。溶媒に対するモノマー化合物の割合は、特に制限されない。溶媒としては、例えば、ジメチルスルホキシド（DMSO）、N-メチルピロリドン（NMP）、N,N-ジメチルアセトアミド（DMAc）、ジメチルホルムアミド（DMF）、γ-ブチラクトン（GBL）、アセトニトリル（MeCN）、エチレングリコールエチルエーテル（EGEE）等が挙げられる。溶媒は、単独で用いてもよく2種類以上を併用してもよい。ゲル化に使用する溶媒を、以下、「ゲル化用溶媒」ともいう。

【0074】

ゲル化の条件は、特に制限されない。モノマー化合物を含む溶媒に対する処理温度は、例えば20℃～30℃であり、好ましくは22℃～28℃であり、より好ましくは24℃～26℃である。処理時間は、例えば1分～60分であり、好ましくは5分～40分であり、より好ましくは10分～30分である。脱水縮合反応を行う場合、その処理条件は、特に制限されず、これらの例示を援用できる。ゲル化を行うことで、例えば、シロキサン結合が成長し、シリカ一次粒子が形成され、さらに反応が進行することで、一次粒子同士が、数珠状に連なり三次元構造のゲルが生成される。

【0075】

ゲル化により得られるゲル状化合物は、ゲル化反応の後、熟成処理を施すことが好ましい。熟成処理により、例えば、ゲル化で得られた三次元構造を有するゲルの一次粒子をさらに成長させ、粒子自体のサイズを大きくすることが可能であり、結果的には、粒子同士が接触しているネック部分の接触状態を、点接触から面接触にする（接触面積を増やす）ことができる。熟成処理を行ったゲルは、例えば、ゲル自体の強度が増加し、結果的には、粉碎を行った後の三次元基本構造の強度を向上できる。これにより、例えば、粉碎物を塗工した後の乾燥工程において、三次元基本構造が堆積した空隙構造の細孔サイズが、乾燥過程の溶媒揮発に伴って収縮することを抑制できる。

【0076】

熟成処理は、例えば、所定の温度で所定の時間、ゲル状化合物をインキュベートすることにより行うことができる。熟成温度は、例えば30℃以上であり、好ましくは35℃以上であり、より好ましくは40℃以上である。一方、熟成温度は、例えば80℃以下であり、好ましくは75℃以下であり、より好ましくは70℃以下である。熟成温度の範囲は、例えば30℃～80℃であり、好ましくは35℃～75℃であり、より好ましくは40℃～70℃である。熟成時間は、例えば5時間以上であり、好ましくは10時間以上であり、より好ましくは15時間以上である。一方、熟成時間は、例えば50時間以下であり、好ましくは40時間以下であり、より好ましくは30時間以下である。熟成時間の範囲は、例えば5時間～50時間であり、好ましくは10時間～40時間であり、より好ましくは15時間～30時間である。なお、熟成条件については、例えば、シリカ一次粒子サイズの増大、およびネック部分の接触面積の増大が得られるよう最適化され得る。さらに

は、使用している溶媒の沸点を考慮することが好ましく、例えば、熟成温度が高すぎると、溶媒が過剰に揮発してしまい、塗工液（ゲル液）濃度の濃縮により三次元空隙構造の細孔が閉口する等の不具合が生じる可能性がある。一方で、例えば、熟成温度が低すぎる場合は、熟成による効果が十分に得られないばかりでなく、量産プロセスの経時での温度バラツキが増大することとなり、特性に劣る出射制御層ができる可能性がある。

【0077】

熟成処理は、例えばゲル化処理と同じ溶媒を使用できる。具体的には、ゲル処理後の反応物（つまり、ゲル状化合物を含む溶媒）に対して、そのまま熟成処理を施すことが好ましい。ゲル化後の熟成処理を終えたゲル（ゲル状化合物、例えば、ゲル状ケイ素化合物）に含まれる残留シラノール基のモル数は、例えば50%以下であり、好ましくは40%以下であり、より好ましくは30%以下である。一方、残留シラノール基のモル数は、例えば1%以上であり、好ましくは3%以上であり、より好ましくは5%以上である。残留シラノール基のモル数の範囲は、例えば1%～50%であり、好ましくは3%～40%であり、より好ましくは5%～30%である。ゲルの硬度を上げる目的では、例えば、残留シラノール基のモル数が低いほど好ましい。シラノール基のモル数が高すぎると、例えば、シリコン多孔体の前駆体が架橋されるまでに、空隙構造を保持できなくなる可能性がある。一方で、シラノール基のモル数が低すぎると、例えば、微細孔粒子含有液（例えば懸濁液）を作製する工程及び／又はその後の工程において、ゲル状化合物の粉碎物を架橋できなくなり、十分な膜強度を付与できなくなる可能性がある。なお、残留シラノール基のモル数は、例えば、原材料（例えば、モノマー化合物前駆体）のアルコキシ基のモル数を100とした場合の残留シラノール基の割合である。なお、上記はシラノール基の例であるが、例えば、モノマーのケイ素化合物を各種反応性官能基で修飾した場合は、各々の官能基に対しても同様の事項および条件等が適用され得る。

【0078】

モノマー化合物をゲル化用溶媒中でゲル化した後、得られたゲル状化合物を粉碎する。粉碎は、例えば、ゲル化用溶媒中のゲル状化合物に対して、そのまま粉碎処理を施してもよいし、ゲル化用溶媒を他の溶媒に置換してから、当該他の溶媒中のゲル状化合物に対して、粉碎処理を施してもよい。また例えば、ゲル化反応に用いた触媒および用いた溶媒が、熟成工程後も残存することで、液の経時ゲル化（ポットライフ）、乾燥工程時の乾燥効率低下を発生させる場合は、他の溶媒に置換することが好ましい。上記他の溶媒を、以下、「粉碎用溶媒」ともいう。

【0079】

粉碎用溶媒は、特に制限されず、例えば有機溶媒が使用できる。有機溶媒としては、沸点が例えば130℃以下、好ましくは100℃以下、より好ましくは85℃以下の溶媒が挙げられる。具体例としては、イソプロピルアルコール（IPA）、エタノール、メタノール、ブタノール、プロピレングリコールモノメチルエーテル（PGME）、メチルセロソルブ、アセトン、ジメチルホルムアミド（DMF）等が挙げられる。粉碎用溶媒は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0080】

ゲル化用溶媒と粉碎用溶媒との組合せは、特に制限されず、例えば、DMSOとIPA、DMSOとエタノール、DMSOとメタノール、DMSOとブタノールの組合せ等が挙げられる。このように、ゲル化用溶媒を破碎用溶媒に置換することで、例えば、後述する塗膜形成において、より均一な塗工膜を形成することができる。

【0081】

ゲル状化合物の粉碎方法は、特に制限されず、例えば、超音波ホモジナイザー、高速回転ホモジナイザー、その他のキャビテーション現象を用いる粉碎装置により行うことができる。ボールミル等のメディア粉碎を行う装置は、例えば、粉碎時にゲルの空隙構造を物理的に破壊するのに対し、ホモジナイザー等のキャビテーション方式粉碎装置は、例えば、メディアレス方式のため、ゲル三次元構造にすでに内包されている比較的弱い結合のシリカ粒子接合面を、高速のせん断力で剥離する。これにより、得られるゲル三次元構造は

、例えば、一定範囲の粒度分布をもつ空隙構造を保持することができ、塗工・乾燥時の堆積による空隙構造を再形成できる。粉碎の条件は、特に制限されず、例えば、瞬間的に高速の流れを与えることで、溶媒を揮発させることなくゲルを粉碎することができる。例えば、上記のような粒度バラツキ（例えば、体積平均粒子径または粒度分布）の粉碎物となるように粉碎することが好ましい。仮に粉碎時間・強度等の仕事量が不足した場合は、例えば、粗粒が残ることとなり緻密な細孔を形成できないばかりか外観欠点も増加し高い品質を得ることができない可能性がある。一方で、仕事量が過剰な場合は、例えば、所望の粒度分布よりも微細な粒子となり、塗工・乾燥後に堆積した空隙サイズが微細となり、所望の空隙率が得られない可能性がある。

【0082】

以上のようにして、微細孔粒子（ゲル状化合物の粉碎物）を含む液（例えば懸濁液）を作製することができる。さらに、微細孔粒子を含む液を作製した後に、または作製工程中に、微細孔粒子どうしを化学的に結合させる触媒を加えることにより、微細孔粒子および触媒を含む含有液を作製することができる。触媒は、例えば、微細孔粒子同士の架橋結合を促進する触媒であってもよい。微細孔粒子どうしを化学的に結合させる化学反応としては、シリカゾル分子に含まれる残留シラノール基の脱水縮合反応を利用することが好ましい。シラノール基の水酸基同士の反応を触媒で促進することで、短時間で空隙構造を硬化させる連続成膜が可能である。触媒としては、例えば、光活性触媒および熱活性触媒が挙げられる。光活性触媒によれば、例えば、前駆体形成工程において、加熱によらずに微細孔粒子どうしを化学的に結合（例えば架橋結合）させることができる。これによれば、例えば、前駆体形成工程において、前駆体全体の収縮が起りにくいため、より高い空隙率を維持できる。また、触媒に加え、またはこれに代えて、触媒を発生する物質（触媒発生剤）を用いてもよい。例えば、光活性触媒に加え、またはこれに代えて、光により触媒を発生する物質（光触媒発生剤）を用いてもよいし、熱活性触媒に加え、またはこれに代えて、熱により触媒を発生する物質（熱触媒発生剤）を用いてもよい。光触媒発生剤としては、例えば、光塩基発生剤（光照射により塩基性触媒を発生する物質）、光酸発生剤（光照射により酸性触媒を発生する物質）等が挙げられ、光塩基発生剤が好ましい。光塩基発生剤としては、例えば、9-アントリルメチル N, N-ジエチルカルバメート (9-anthrylmethyl N,N-diethylcarbamate、商品名WPBG-018)、(E)-1-[3-(2-hydroxyphenyl)-2-propenoyl]piperidine、商品名WPBG-027)、1-(アントラキノン-2-イル)エチル イミダゾールカルボキシレート (1-(anthraquinon-2-yl)ethyl imidazolecarboxylate、商品名WPBG-140)、2-ニトロフェニルメチル 4-メタクリロイルオキシピペリジン-1-カルボキシレート (商品名WPBG-165)、1,2-ジイソプロピル-3-[ビス(ジメチルアミノ)メチレン]グアニジウム 2-(3-ベンゾイルフェニル)プロピオナート (商品名WPBG-266)、1,2-ジシクロヘキシル-4,4,5,5-テトラメチルビグアニジウム n-ブチルトリフェニルボラート (商品名WPBG-300)、および2-(9-オキソキサンテン-2-イル)プロピオン酸1,5,7-トリアザビシクロ[4.4.0]デカ-5-エン (東京化成工業株式会社)、4-ピペリジンメタノールを含む化合物 (商品名HDPD-PB100:ヘレウス社製)等が挙げられる。なお、上記「WPBG」を含む商品名は、いずれも和光純薬工業株式会社の商品名である。光酸発生剤としては、例えば、芳香族スルホニウム塩 (商品名SP-170:ADEKA社)、トリアリールスルホニウム塩 (商品名CPI101A:サンプロ社)、芳香族ヨードニウム塩 (商品名Irgacure 250:チバ・ジャパン社)等が挙げられる。また、微細孔粒子どうしを化学的に結合させる触媒は、光活性触媒および光触媒発生剤に限定されず、例えば、熱活性触媒または尿素のような熱触媒発生剤でもよい。微細孔粒子どうしを化学的に結合させる触媒は、例えば、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化アンモニウム等の塩基触媒、塩酸、酢酸、シュウ酸等の酸触媒等が挙げられる。これらの中で、塩基触媒が好ましい。微細孔粒子どうしを化学的に結合させる触媒もしくは触媒発生剤は、例えば、粉碎物（微細孔粒子）を含むゾル粒子液（

10

20

30

40

50

例えば懸濁液)に、塗工直前に添加して使用する、または触媒もしくは触媒発生剤を溶媒に混合した混合液として使用することができる。混合液は、例えば、ゾル粒子液に直接添加して溶解した塗工液、触媒もしくは触媒発生剤を溶媒に溶解した溶液、または、触媒もしくは触媒発生剤を溶媒に分散した分散液でもよい。溶媒は、特に制限されず、例えば、水、緩衝液等が挙げられる。

【0083】

次に、例えば樹脂フィルム(以下「基材」という場合がある。)上もしくは導光部上に微細孔粒子を含む含有液(例えば懸濁液)を塗工する(塗工工程)。塗工は、例えば、後述する各種塗工方式を用いることができ、また、これらに限定されない。微細孔粒子(例えばゲル状シリカ化合物の粉碎物)を含む含有液を、樹脂フィルムもしくは導光部上に直接塗工することにより、微細孔粒子および触媒を含む塗工膜を形成することができる。塗工膜は、例えば、塗工層ということもできる。塗工膜を形成することにより、例えば、三次元構造が破壊された粉碎物が沈降・堆積することによって、新たな三次元構造が構築される。なお、例えば、微細孔粒子を含む含有液が、微細孔粒子どうしを化学的に結合させる触媒を含まなくてもよい。例えば、後述するように、塗工膜に、微細孔粒子どうしを化学的に結合させる触媒を吹き付けてから、または吹き付けながら前駆体形成工程を行っても良い。しかし、微細孔粒子を含む含有液が、微細孔粒子どうしを化学的に結合させる触媒を含み、塗工膜中に含まれる触媒の作用により、微細孔粒子どうしを化学的に結合させて多孔体の前駆体を形成してもよい。

【0084】

上記溶媒(以下、「塗工用溶媒」ともいう)は、特に制限されず、例えば、有機溶媒が使用できる。有機溶媒としては、例えば、沸点150℃以下の溶媒が挙げられる。具体例としては、例えば、IPA、エタノール、メタノール、n-ブタノール、2-ブタノール、イソブチルアルコール、ペンタノール等が挙げられ、また、粉碎用溶媒と同様のものを使用できる。出射制御層の形成方法が、ゲル状化合物を粉碎する工程を含む場合、塗工膜の形成工程においては、例えば、ゲル状化合物の粉碎物を含む粉碎用溶媒を、そのまま使用してもよい。

【0085】

塗工工程においては、例えば、溶媒に分散させたゾル状の粉碎物(以下、「ゾル粒子液」ともいう)を、基材上に塗工することが好ましい。ゾル粒子液は、例えば、基材上に塗工・乾燥した後に、前記化学架橋を行うことで、一定レベル以上の膜強度を有する空隙層を、連続成膜することが可能である。なお、本発明の実施形態における「ゾル」とは、ゲルの三次元構造を粉碎することで、空隙構造の一部を保持したナノ三次元構造のシリカゾル粒子が溶媒中に分散して流動性を示す状態をいう。

【0086】

塗工用溶媒における粉碎物の濃度は、特に制限されず、例えば0.3%(v/v)~50%(v/v)であり、好ましくは0.5%(v/v)~30%(v/v)であり、より好ましくは1.0%(v/v)~10%(v/v)である。粉碎物の濃度が高すぎると、例えば、ゾル粒子液の流動性が著しく低下し、塗工時の凝集物・塗工スジを発生させる可能性がある。粉碎物の濃度が低すぎると、例えば、ゾル粒子液の溶媒の乾燥に相当の時間がかかるだけでなく、乾燥直後の残留溶媒も高くなるために、空隙率が低下してしまう可能性がある。

【0087】

ゾルの物性は、特に制限されない。ゾルのせん断粘度は、10001/sのせん断速度において、例えば100cPa・s以下であり、好ましくは10cPa・s以下であり、より好ましくは1cPa・s以下である。せん断粘度が高すぎると、例えば、塗工スジが発生し、グラビア塗工の転写率の低下等の不具合が見られる可能性がある。逆に、せん断粘度が低すぎる場合は、例えば、塗工時のウェット塗布厚みを厚くすることができず、乾燥後に所望の厚みが得られない可能性がある。

【0088】

10

20

30

40

50

基材または導光部に対する粉砕物の塗工量は、特に制限されず、例えば、所望のシリコーン多孔体（結果として、出射制御層）の厚み等に応じて適宜設定できる。具体例として、厚み $0.1\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ のシリコーン多孔体を形成する場合、基材または導光部に対する粉砕物の塗工量は、基材または導光部の面積 1m^2 あたり、例えば $0.01\mu\text{g}\sim 60000\mu\text{g}$ であり、好ましくは $0.1\mu\text{g}\sim 5000\mu\text{g}$ であり、より好ましくは $1\mu\text{g}\sim 50\mu\text{g}$ である。ゾル粒子液の好ましい塗工量は、例えば、液の濃度や塗工方式等と関係するため、一義的に定義することは難しいが、生産性を考慮すると、できるだけ薄層で塗工することが好ましい。塗布量が多すぎると、例えば、溶媒が揮発する前に乾燥炉で乾燥される可能性が高くなる。これにより、溶媒中でナノ粉砕ゾル粒子が沈降・堆積し、空隙構造を形成する前に、溶媒が乾燥することで、空隙の形成が阻害されて空隙率が大きく低下する可能性がある。一方で、塗布量が薄過ぎると、基材または導光部の凹凸・親疎水性のバラツキ等により塗工ハジキが発生するリスクが高くなる可能性がある。

【0089】

さらに、出射制御層の形成方法は、例えば上記のように、樹脂フィルム（基材）または導光部上に、空隙層（出射制御層）の前駆体である空隙構造を形成する前駆体形成工程を有する。前駆体形成工程は、特に限定されないが、例えば、微細孔粒子含有液を塗工して作製された塗工膜を乾燥させる乾燥工程により、前駆体（空隙構造）を形成してもよい。乾燥工程における乾燥処理によって、例えば、上記の塗工膜中の溶媒（ゾル粒子液に含まれる溶媒）を除去するだけでなく、乾燥処理中に、ゾル粒子を沈降・堆積させ、空隙構造を形成することができる。乾燥処理の温度は、例えば $50^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ であり、好ましくは $60^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ であり、より好ましくは $70^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ である。乾燥処理の時間は、例えば $0.1\text{分}\sim 30\text{分}$ であり、好ましくは $0.2\text{分}\sim 10\text{分}$ であり、より好ましくは $0.3\text{分}\sim 3\text{分}$ である。乾燥処理温度および時間については、例えば、連続生産性や高い空隙率の発現の関連では、より低く短いほうが好ましい。条件が厳しすぎると、例えば、樹脂フィルムに塗工する場合、樹脂フィルムのガラス転移温度に近づくことで、樹脂フィルムが乾燥炉の中で伸展してしまい、塗工直後に、形成された空隙構造にクラック等の欠点が発生する可能性がある。一方で、条件が緩すぎる場合、例えば、乾燥炉を出たタイミングで残留溶媒を含むため、次工程でロールと擦れた際に、スクラッチ傷が入る等の外観上の不具合が発生する可能性がある。

【0090】

乾燥処理は、例えば、自然乾燥でもよいし、加熱乾燥でもよいし、減圧乾燥でもよい。中でも、工業的に連続生産することを前提とした場合は、加熱乾燥を用いることが好ましい。加熱乾燥の方法は、特に制限されず、例えば、一般的な加熱手段が使用できる。加熱手段としては、例えば、熱風器、加熱ロール、遠赤外線ヒーター等が挙げられる。また、使用される溶媒については、乾燥時の溶媒揮発に伴う収縮応力の発生、それによる空隙層（シリコーン多孔体）のクラック現象を抑える目的で、表面張力が低い溶媒が好ましい。溶媒としては、例えば、イソプロピルアルコール（IPA）に代表される低級アルコール、ヘキサン、ペルフルオロヘキサン等が挙げられる。また、上記IPA等にペルフルオロ系界面活性剤もしくはシリコーン系界面活性剤を少量添加し表面張力を低下させてもよい。

【0091】

さらに、出射制御層の形成方法は、上記のとおり、前駆体形成工程後に、前駆体内部で架橋反応を起こさせる架橋反応工程を含み、当該架橋反応工程において、光照射または加熱により塩基性物質を発生させ、かつ、架橋反応工程が多段階である。架橋反応工程の1段階目では、例えば、微細孔粒子どうしを触媒（塩基性物質）の作用により化学的に結合させる。これにより、例えば、塗工膜（前駆体）における粉砕物の三次元構造が、固定化される。従来の焼結による固定化を行う場合は、例えば、 200°C 以上の高温処理を行うことで、シラノール基の脱水縮合、シロキサン結合の形成を誘発する。本形成方法においては、上記の脱水縮合反応を触媒する各種添加剤を反応させることで、例えば、基材（樹脂フィルム）にダメージを起こすことなく、 100°C 前後の比較的低い乾燥温度、および数分未満の短い処理時間で、連続的に空隙構造を形成、固定化することができる。

【0092】

化学的に結合させる方法は、特に制限されず、例えば、ゲル状ケイ素化合物の種類に応じて、適宜決定できる。具体例として、化学的な結合は、例えば、粉碎物同士の化学的な架橋結合により行うことができ、その他にも、例えば、酸化チタン等の無機粒子等を粉碎物に添加した場合、無機粒子と粉碎物とを化学的に架橋結合させることも考えられる。また、酵素等の生体触媒を担持させる場合も、触媒活性点とは別の部位と粉碎物とを化学架橋結合させる場合もある。したがって、出射制御層の形成方法は、例えば、ゾル粒子同士で形成する空隙層（シリコン多孔体）だけでなく、有機無機ハイブリッド空隙層、ホストゲスト空隙層等の応用展開が考えられる。

【0093】

上記触媒存在下での化学反応は、出射制御層の形成方法におけるどの段階で行う（起こる）かは、特に限定されず、例えば、上記多段階の架橋反応工程における少なくとも一つの段階で行う。例えば、出射制御層の形成方法では、上記のとおり、乾燥工程が前駆体形成工程を兼ねていてもよい。また例えば、乾燥工程後に、多段階の架橋反応工程を行い、その少なくとも一つの段階で、微細孔粒子どうしを触媒の作用により化学的に結合させてもよい。例えば、上記のとおり触媒が光活性触媒である場合には、架橋反応工程において、光照射により、微細孔粒子どうしを化学的に結合させて多孔体の前駆体を形成してもよい。また、触媒が熱活性触媒である場合には、架橋反応工程において、加熱により微細孔粒子どうしを化学的に結合させて多孔体の前駆体を形成してもよい。

【0094】

上記化学反応は、例えば、事前にゾル粒子液（例えば懸濁液）に添加された触媒を含む塗工膜に対し光照射もしくは加熱、または、塗工膜に触媒を吹き付けてから光照射もしくは加熱、または、触媒を吹き付けながら光照射もしくは加熱することによって、行うことができる。光照射における積算光量は、特に限定されず、波長360nm換算で、例えば200mJ/cm²～800mJ/cm²であり、好ましくは250mJ/cm²～600mJ/cm²であり、より好ましくは300mJ/cm²～400mJ/cm²である。照射量が十分でなく触媒の光吸収による分解が進まず効果が不十分となることを防止する観点からは、200mJ/cm²以上の積算光量が好ましい。また、空隙層下の基材にダメージがかかることによる熱ジワが発生することを防止する観点からは、800mJ/cm²以下の積算光量が好ましい。加熱処理の条件は、特に制限されない。加熱温度は、例えば50℃～250℃であり、好ましくは60℃～150℃であり、より好ましくは70℃～130℃である。加熱時間は、例えば0.1分～30分であり、好ましくは0.2分～10分であり、より好ましくは0.3分～3分である。あるいは、上記のとおり塗工されたゾル粒子液（例えば懸濁液）を乾燥する工程が、触媒存在下での化学反応を行う工程を兼ねていてもよい。すなわち、塗工されたゾル粒子液（例えば懸濁液）を乾燥する工程において、触媒存在下での化学反応により、粉碎物（微細孔粒子）同士を化学的に結合させてもよい。この場合、乾燥工程後に塗工膜をさらに加熱することにより、粉碎物（微細孔粒子）同士をさらに強固に結合させてもよい。さらに、触媒存在下での化学反応は、微細孔粒子含有液（例えば懸濁液）を作製する工程、および、微細孔粒子含有液を塗工する工程においても起こる場合があると推測される。しかしながら、この推測は、本発明および出射制御層の形成方法を限定するものではない。また、使用される溶媒については、例えば、乾燥時の溶媒揮発に伴う収縮応力の発生、それによる空隙層のクラック現象を抑える目的で、表面張力が低い溶媒が好ましい。例えば、イソプロピルアルコール（IPA）に代表される低級アルコール、ヘキサン、ペルフルオロヘキサン等が挙げられる。

【0095】

出射制御層の形成方法においては、架橋反応工程が多段階であることにより、例えば、架橋反応工程が1段階の場合よりも、空隙層（出射制御層）の強度をさらに向上させることができる。以下、架橋反応工程の2段階目以降の工程を「エージング工程」という場合がある。エージング工程においては、例えば、前駆体を加熱することにより、前駆体内部で架橋反応をさらに促進させてもよい。架橋反応工程において起こる現象およびメカニズ

10

20

30

40

50

ムは不明であるが、例えば、上記のとおりである。例えば、エージング工程においては、加熱温度を低温にして、前駆体の収縮を抑制しながら架橋反応を起こさせることで強度を向上させ、高空隙率と強度の両立を達成できる。エージング工程における温度は、例えば40℃～70℃であり、好ましくは45℃～65℃であり、より好ましくは50℃～60℃である。エージング工程を行う時間は、例えば10hr～30hrであり、好ましくは13hr～25hrであり、より好ましくは15hr～20hrである。

【0096】

以上のようにして形成される出射制御層は、強度に優れるため、例えば、ロール状の多孔体とすることができ、製造効率が良い、取り扱いやすい等の利点がある。

【0097】

このようにして形成される出射制御層（空隙層）は、例えば、さらに他のフィルム（層）と積層して、多孔質構造を含む積層構造体としてもよい。この場合、積層構造体における各構成要素は、例えば、粘着剤または接着剤を介して積層させてもよい。各構成要素の積層は、例えば、効率的であることから、長尺フィルムを用いた連続処理（いわゆるロールトゥロール等）により積層を行ってもよく、基材が成形物・素子等の場合はバッチ処理を行ったものを積層してもよい。

【0098】

D．光取り出し部材の使用形態の例

以下、本発明の実施形態による光取り出し部材の使用形態の例を簡単に説明する。

【0099】

一例として、光取り出し部材は、画像表示装置の導光板として用いられ得る。光取り出し部材は、上記のとおり、出射制御層のパターン等を調整することにより出射特性を制御することができるので、画像表示装置の目的、特性等に応じた出射特性の最適化が容易となる。さらに、光取り出し部材は、上記のとおり、他の部材との複合化が容易であるので、画像表示装置においては、偏光板、位相差板、プリズムシート、光拡散素子等と複合化された光学部材として提供され得る。このような光取り出し部材、および光取り出し部材と他の部材とが複合化された光学部材は、照明装置にも用いられ得る。

【0100】

別の例として、光取り出し部材は、電子看板として用いられ得る。例えば、図2のような文字パターンで出射制御層を形成した光取り出し部材を蛍光体と積層し光源を点灯すると、文字以外の部分のみから光が出射されるので、文字以外が光る（すなわち、文字が抜けた）表示の電子看板が形成され得る。また例えば、企業ロゴや商品ロゴを抜いたパターンで出射制御層を形成した光取り出し部材を蛍光体と積層し光源を点灯すると、企業ロゴや商品ロゴが光る（すなわち、企業ロゴや商品ロゴが浮かび上がった）表示の電子看板が形成され得る。

【実施例】

【0101】

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。なお、各特性の測定方法は以下の通りである。

【0102】

（1）出射制御層の屈折率

アクリルフィルムに出射制御層を形成した後に、50mm×50mmのサイズにカットし、これを粘着層を介してガラス板（厚み：3mm）の表面に貼合した。上記ガラス板の裏面中央部（直径20mm程度）を黒マジックで塗りつぶして、該ガラス板の裏面で反射しないサンプルとした。エリブソメーター（J．A．Woollam Japan社製：VASE）に上記サンプルをセットし、500nmの波長、入射角50～80度の条件で、屈折率を測定した。

（2）光取り出しの効果

市販のサイドライト型LEDの光源を有するタブレット（Apple社製、商品名「iPad2」）を分解し、バックライトユニットを取り出した。次に、バックライトユニ

10

20

30

40

50

ットから反射シート以外を取り除き、実施例および比較例で得られた積層体を、バックライト部分に組み込み、光源を点灯させて目視にて光源の入射側から終端部側への光の明暗を確認した。

【0103】

〔製造例1〕出射制御層形成用塗工液の調製

（1）ケイ素化合物のゲル化

2. 2 gのジメチルスルホキシド（DMSO）に、ケイ素化合物の前駆体であるメチルトリメトキシシラン（MTMS）を0.95 g溶解させて混合液Aを調製した。この混合液Aに、0.01 mol/Lのシュウ酸水溶液を0.5 g添加し、室温で30分搅拌を行うことでMTMSを加水分解して、トリス（ヒドロキシ）メチルシランを含む混合液Bを生成した。

10

5. 5 gのDMSOに、28重量%のアンモニア水0.38 g、および純水0.2 gを添加した後、さらに、上記混合液Bを追添し、室温で15分搅拌することで、トリス（ヒドロキシ）メチルシランのゲル化を行い、ゲル状ケイ素化合物を含む混合液Cを得た。

（2）熟成処理

上記のように調製したゲル状ケイ素化合物を含む混合液Cを、そのまま、40℃で20時間インキュベートして、熟成処理を行った。

（3）粉碎処理

つぎに、上記のように熟成処理したゲル状ケイ素化合物を、スパチュラを用いて数mm～数cmサイズの顆粒状に砕いた。次いで、混合液Cにイソプロピルアルコール（IPA）を40 g添加し、軽く搅拌した後、室温で6時間静置して、ゲル中の溶媒および触媒をデカンテーションした。同様のデカンテーション処理を3回行うことにより、溶媒置換し、混合液Dを得た。次いで、混合液D中のゲル状ケイ素化合物を粉碎処理（高圧メディアレス粉碎）した。粉碎処理（高圧メディアレス粉碎）は、ホモジナイザー（エスエムテ社製、商品名「UH-50」）を使用し、5 ccのスクリュウ瓶に、混合液D中のゲル状化合物1.85 gおよびIPAを1.15 g秤量した後、50 W、20 kHzの条件で2分間の粉碎で行った。

20

この粉碎処理によって、上記混合液D中のゲル状ケイ素化合物が粉碎されたことにより、該混合液D'は、粉碎物のゾル液となった。混合液D'に含まれる粉碎物の粒度バラツキを示す体積平均粒子径を、動的光散乱式ナノトラック粒度分析計（日機装社製、UPA-EX150型）にて確認したところ、0.50～0.70であった。さらに、このゾル液（混合液C'）0.75 gに対し、光塩基発生剤（和光純薬工業株式会社：商品名WPBG266）の1.5重量%濃度MEK（メチルエチルケトン）溶液を0.062 g、ビス（トリメトキシシリル）エタンの5%濃度MEK溶液を0.036 gの比率で添加し、出射制御層形成用塗工液を得た。

30

【0104】

〔実施例1〕

製造例1で調製した出射制御層形成用塗工液を厚さ0.55 mmの亚克力板に塗布した。このとき、出射制御層は亚克力板の全面ではなく、端部から3 cm間隔で塗工される面およびされない面ができるよう（すなわち、幅3 cmのストライプ状となるように）、マスクを介して塗工を実施した。このとき、形成された塗布層のWet厚み（乾燥させる前の厚み）は約27 μmであった。該塗布層を、温度100℃で1分処理して乾燥し、さらに、乾燥後の塗工層に、波長360 nmの光を用いて300 mJ/cm²の光照射量（エネルギー）でUV照射し、亚克力板／出射制御層の構成を有する積層体を得た。この出射制御層の屈折率は1.15であった。

40

次に、該積層体に屈折率1.47の亚克力系粘着剤を貼り合わせ、さらにその粘着面に特許第4756100号を参考にして作成したヘイズ99%の光拡散層を貼り合わせた光学積層体Aを得た。

上記のようにして、特定部分に形成された出射制御層と光拡散層とを備える積層体A（光拡散層／粘着剤／出射制御層（全面ではなく一部）／亚克力板）を得た。得られた積

50

層体 A を上記評価（２）に供した。結果を表 1 に示す。

【０１０５】

〔比較例 1〕

出射制御層を形成しなかったこと以外は、実施例 1 と同様にして、積層体 B（光拡散層／粘着剤／アクリル板）を得た。得られた積層体 B を上記評価（２）に供した。結果を表 1 に示す。

【０１０６】

〔比較例 2〕

製造例 1 で調製した出射制御層形成用塗工液を用いて低屈折率層（W e t 厚み：約 2 7 μm ）をアクリル板の全面に形成したこと以外は、実施例 1 と同様にして、積層体 C（光拡散層／粘着剤／低屈折率層（全面）／アクリル板）を得た。得られた積層体 C を上記評価（２）に供した。結果を表 1 に示す。

【０１０７】

【表 1】

	出射制御層	形成領域	光取り出し効果	
実施例 1	有	パターン	○	必要な領域のみ良好に取り出される
比較例 1	無	—	×	入射側で光が使い切られる
比較例 2	全面に低屈折率層		×	光が良好に出射できない

【０１０８】

表 1 から明らかなように、本発明の実施例によれば、光取り出し機構を有する層（ここでは、アクリル板）に対して出射制御層をパターン化して配置することにより、目的に応じた所望の出射特性（光取り出し効果）を実現することができる。一方、比較例 1 においては、出射制御層が形成されていないことにより、粘着剤が出射面の全面を覆っている。その結果、出射面側に空気も出射制御層もないので、光が出射面側の界面で良好に反射せず、アクリル板内部を伝播できない。比較例 2 においては、出射面全面に低屈折率層が形成されていることにより、光が出射面から良好に出射できずにアクリル板内部を伝播し、入射面と反対側の端面に抜けてしまっている。

【０１０９】

さらに、上記の結果から理解されるように、本発明によれば、出射制御層のパターンを調整することにより、目的に応じた適切な出射特性を実現することができる。その結果、本発明は、目的に応じた任意の適切な導光部（例えば、任意の光取り出し構造が設けられた導光部、光導波路）に適用可能である。さらに、所望の出射特性は、複雑な光学設計も複雑な 3 次元構造も必要とすることなく得られるので、本発明の光取り出し部材は、他の部材との複合化が容易であり、生産性に優れ、安価であり、かつ、取扱い性にも優れる。

【産業上の利用可能性】

【０１１０】

本発明の光取り出し部材は、画像表示装置、照明装置、電子看板等に好適に用いられ得る。

【符号の説明】

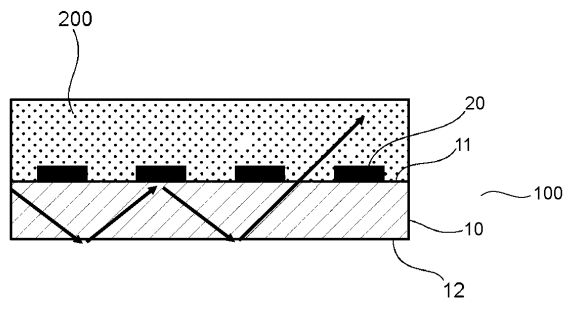
【０１１１】

- １０ 導光部
- １１ 第 1 主面
- １２ 第 2 主面
- ２０ 出射制御層
- ３０ 接着層
- １００ 光取り出し部材
- １０２ 光取り出し部材
- １０３ 光取り出し部材

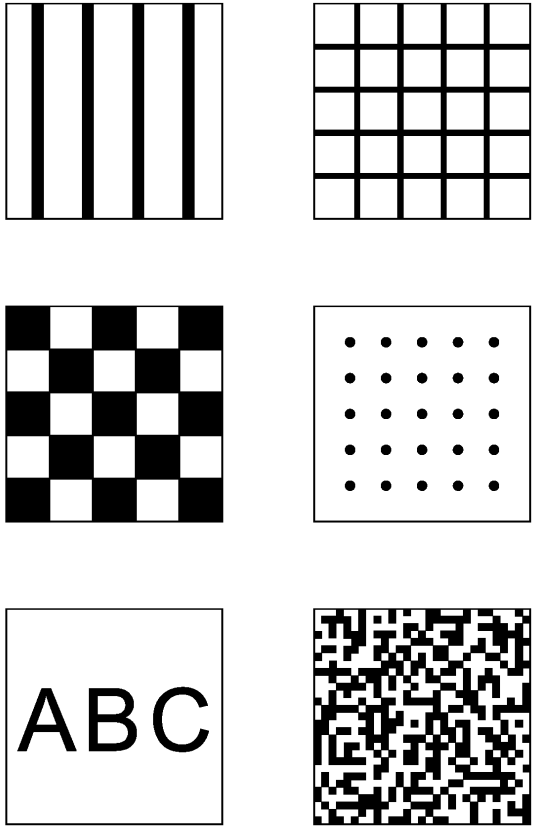
1 0 4 光取り出し部材

【図面】

【図 1】



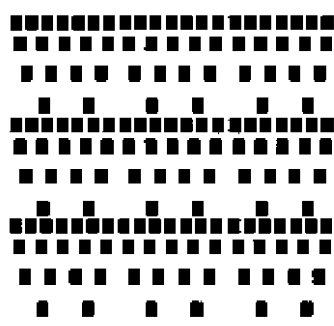
【図 2 A】



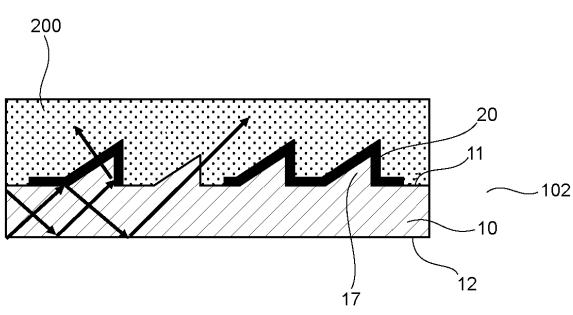
10

20

【図 2 B】



【図 3】

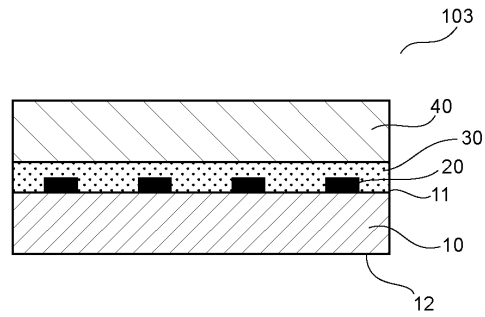


30

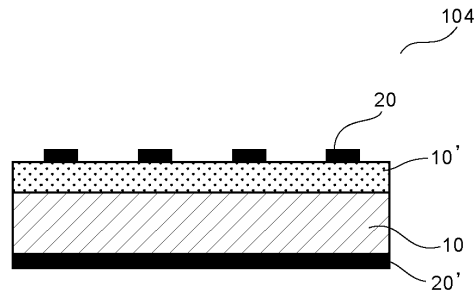
40

50

【図 4】



【図 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 6/00 3 3 1

日本国(JP)

審判長 里村 利光

審判官 本田 博幸

審判官 神谷 健一

(56)参考文献 特表 2 0 1 5 - 5 3 4 1 0 0 (J P , A)

特開 2 0 1 7 - 6 8 2 4 8 (J P , A)

特表 2 0 1 3 - 5 2 4 2 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

G02B5/00

F21V8/00

G02B6/00

G09F13/18