

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-517528

(P2013-517528A)

(43) 公表日 平成25年5月16日 (2013.5.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 5/04 (2006.01)</b>	G02B 5/04 A	2H042
<b>B32B 7/02 (2006.01)</b>	B32B 7/02 103	2H088
<b>G02F 1/1335 (2006.01)</b>	G02F 1/1335	2H191
<b>G02F 1/13 (2006.01)</b>	G02F 1/13 505	3K244
<b>F21S 2/00 (2006.01)</b>	F21S 2/00 431	4F100
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 44 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-548978 (P2012-548978)  
 (86) (22) 出願日 平成23年1月7日 (2011.1.7)  
 (85) 翻訳文提出日 平成24年7月12日 (2012.7.12)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/020443  
 (87) 国際公開番号 W02011/087958  
 (87) 国際公開日 平成23年7月21日 (2011.7.21)  
 (31) 優先権主張番号 12/908,801  
 (32) 優先日 平成22年10月20日 (2010.10.20)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/294,610  
 (32) 優先日 平成22年1月13日 (2010.1.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/294,600  
 (32) 優先日 平成22年1月13日 (2010.1.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133  
 -3427, セント ポール, ポスト オ  
 フィス ボックス 33427, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100123582  
 弁理士 三橋 真二  
 (74) 代理人 100157211  
 弁理士 前島 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動立体ディスプレイ構成要素への取り付け用微細複製フィルム

## (57) 【要約】

自動立体ディスプレイ及びバックライトで用いるのに好適な微細複製光方向変換フィルムを製造し、ナノ空隙層と別の層との境界面が光方向変換フィルムの埋め込み構造化表面を形成する、少なくとも1つのナノ空隙層を組み込む。このナノ空隙層は、ポリマー結合剤と、任意のナノ粒子とを備え、1.35又は1.3未満の屈折率を有してよい。光方向変換フィルムは、自動立体ディスプレイの1つ以上の他の構成要素、例えば、ディスプレイパネル及び/又はバックライトの光ガイドへの取り付けに適し得る。

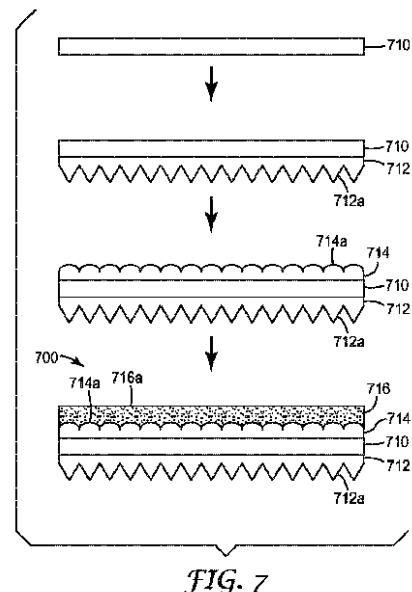


FIG. 7

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光方向変換フィルムであって、  
レンズ状機構を形成するよう微細構造化される第 1 主面と、  
プリズム状機構を形成するよう微細構造化される第 2 主面と、を含み、  
前記第 1 及び第 2 主面のうちの一方が、第 1 高屈折率層と第 1 低屈折率層との間の第 1 境界面であり、  
前記第 1 低屈折率層が第 1 ナノ空隙化形態を有しかつ第 1 ポリマー結合剤を含む、フィルム。

**【請求項 2】**

前記第 1 低屈折率層が第 1 の複数の粒子も含む、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 3】**

前記第 1 低屈折率層が、可視波長において 1 . 3 以下の屈折率を有する、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 4】**

前記第 1 高屈折率層が、可視波長において少なくとも 1 . 4 の屈折率を有する、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 5】**

第 2 高屈折率層、を更に含み、

前記第 2 高屈折率層が前記第 1 主面と前記第 2 主面との間に配置される、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 6】**

前記第 2 高屈折率層が、ロールツーロール加工において自立支持フィルムとして好適になる物理的特性を有する、請求項 5 に記載のフィルム。

**【請求項 7】**

前記フィルムが、前記第 1 主面と前記第 2 主面との間に、ロールツーロール加工において自立支持フィルムとして好適にする物理的特性を有する層を含まない、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 8】**

前記レンズ状機構のそれぞれが、前記第 2 主面に向かって湾曲する曲面を備える、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 9】**

前記レンズ状機構のそれぞれが、前記第 2 主面から離れて湾曲する曲面を備える、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 10】**

前記フィルムが介在空隙のない状態で剛性支持体に取り付けられている、剛性支持体と組み合わせた請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 11】**

前記剛性支持体が光透過性プレートを含む、請求項 10 に記載の組み合わせ。

**【請求項 12】**

前記第 1 主面が前記第 1 境界面である、請求項 1 に記載のフィルム。

**【請求項 13】**

前記第 1 高屈折率層が前記第 1 主面と前記第 2 主面との間に配置される、請求項 12 に記載のフィルム。

**【請求項 14】**

前記第 1 低屈折率層が前記第 1 主面と前記第 2 主面との間に配置される、請求項 12 に記載のフィルム。

**【請求項 15】**

前記フィルムが介在空隙のない状態でディスプレイパネルに取り付けられている、ディスプレイパネルと組み合わせた請求項 12 に記載のフィルム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 16】

前記第2主面が空気に露出されている、請求項12に記載のフィルム。

## 【請求項 17】

第2高屈折率層と、

第2ナノ空隙化形態を有しかつ第2ポリマー結合剤を含む第2低屈折率層と、を更に含み、

前記第2主面が、前記第2高屈折率層と前記第2低屈折率層との間の第2境界面である、請求項12に記載のフィルム。

## 【請求項 18】

前記フィルムが介在空隙のない状態で光ガイドに取り付けられている、光ガイドと組み合わせた請求項17に記載のフィルム。

## 【請求項 19】

前記フィルムが介在空隙のない状態でディスプレイパネルに取り付けられている、ディスプレイパネルと更に組み合わせた請求項18に記載の組み合わせ。

## 【請求項 20】

前記第2主面が第1境界面である、請求項1に記載のフィルム。

## 【請求項 21】

前記第1高屈折率層が第1主面と第2主面との間に配置される、請求項20に記載のフィルム。

## 【請求項 22】

前記第1低屈折率層が第1主面と第2主面との間に配置される、請求項20に記載のフィルム。

## 【請求項 23】

前記フィルムが介在空隙のない状態で光ガイドに取り付けられている、光ガイドと組み合わせた請求項20に記載のフィルム。

## 【請求項 24】

前記第1主面が空気に露出されている、請求項20に記載のフィルム。

## 【請求項 25】

前記フィルムの第1側に配置される第1接着剤層と、第1剥離ライナーと、を更に含む、請求項1に記載のフィルム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、係属中の米国特許仮出願第61/294,577号「Microstructured Low Refractive Index Article Process」、同第61/294,600号「Microstructured Low Refractive Index Articles」、及び同第61/294,610号「Microstructured Low Refractive Index Viscoelastic Articles」(全て2010年1月13日出願)の利益を主張するものであり、これらの開示は全て参照することにより本明細書に組み込まれる。

## 【0002】

(技術分野)

本発明は概して、バックライト付きディスプレイであって、異なる左眼用及び右眼用画像を提示して立体視を可能にするものに特に応用されるディスプレイ、及びそのディスプレイ用のバックライト、並びにかかるディスプレイ又はバックライトに使用できる光学フィルム及びその他構成要素に関する。本発明はまた、それに関連する物品、システム、及び方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

自動立体ディスプレイは、通常、右眼用と左眼用の個々の視点からの視差を有する画像を観察者に示す。観察者の両眼に視差画像を提供し、立体視体験をもたらす技術はいくつかある。第1の技術では、観察者は、左眼用/右眼用の画像ディスプレイと交互に同期して、視聴者の目に光を伝える又はブロックする一対のシャッター、つまり3次元(「3D」)用眼鏡を利用する。第2の技術では、右眼用画像及び左眼用画像が観察者のそれぞれの眼に対して別の方法として表示され、向けられるが、3D眼鏡の利用を伴わない。この第2の技術は自動立体と呼ばれ、観察者があらゆるタイプの特殊眼鏡をかける必要がないため、3D観察において有利である。

#### 【0004】

自動立体ディスプレイは、典型的には、ディスプレイパネル、特別に設計されたバックライト、及びバックライトとディスプレイパネルとの間に配置される特別に設計された光方向変換フィルムを備える。バックライトは、公称寸法がディスプレイパネルと同一の光出力領域を有する光ガイドを提供する。光ガイドの反対側縁部に沿って配置される光源は別の方法として通電され、光ガイドの出力領域に、2つの異なる高度に傾斜した角度で別の方法として光を放射させる。この光ガイドにより放射される光は、光方向変換フィルム(本明細書では3Dフィルムと称することもある)により遮られ、2つの異なるタイプの放射光を交互の光線に変換し、このうち1つは観察者の右眼に向けられ、もう一方は観察者の左眼に向けられる。光方向変換フィルムと観察者との間にLCDパネルなどの電子的にアドレス可能なディスプレイパネルを配置し、このLCDパネルを制御して、交互の光線と同期して右眼用及び左眼用画像を交互に提示することにより、観察者が3次元画像を認知できる。

#### 【0005】

光方向変換フィルムは、典型的にはディスプレイパネル及び光ガイドの出力表面と同じ公称寸法に切断され、ディスプレイパネルと光ガイドとの間に保持されて、そのどちらにも実際には取り付けられない。得られる光方向変換フィルムの位置移動又は位置移行能により、自動立体ディスプレイの耐用期間中にフィルムがゆがむ及び摩耗する可能性がある。

#### 【発明の概要】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

本発明者らは、自動立体ディスプレイ及びバックライトで用いるのに好適な新しいタイプの光方向変換フィルムであって、ナノ空隙層と別の層との境界面が光方向変換フィルムの埋め込み構造化表面を形成する、少なくとも1つのナノ空隙層を組み込む光方向変換フィルムを開発した。このナノ空隙層は、可視波長において、例えば1.35若しくは1.3未満、又は例えば1.15~1.35、若しくは1.15~1.3の範囲の非常に低い屈折率を有し得る。開示される光方向変換フィルムは、自動立体ディスプレイの1つ以上の別の構成要素、例えば、ディスプレイパネル及び/又はバックライトの光ガイドへの取り付けに適し得る。これらのその他構成要素(その一部は機械的に剛性又は硬い場合がある)への光方向変換フィルムの取り付けは、その場合によってはフィルムの移動又は移行に関連する問題の解決に役立つ。ディスプレイパネル、光ガイド、又はその両方と組み合わせるこのような導光フィルムも開示する。

#### 【0007】

したがって、本出願はとりわけ、レンズ状機構を形成するよう微細構造化される第1主面と、プリズム状機構を形成するよう微細構造化される第2主面と、を備える光方向変換フィルムを開示する。第1及び第2主面の一方は、第1高屈折率層と第1低屈折率層との間の第1境界面であり、第1低屈折率層は第1ナノ空隙化形態を有し、第1ポリマー結合剤を含む。

#### 【0008】

一部の場合では、第1低屈折率層は、第1の複数の粒子も含んでよい。一部の場合では、第1低屈折率層は、可視波長において1.35以下、又は1.3以下の屈折率を有して

よい。一部の場合では、第 1 高屈折率層は、可視波長において少なくとも 1 . 4 の屈折率を有してよい。一部の場合では、フィルムは第 2 高屈折率層も備えてよく、この第 2 高屈折率層は第 1 主面と第 2 主面との間に配置されてよい。一部の場合では、第 2 高屈折率層は、ロールツーロール加工において自立支持フィルムとして好適になる物理的特性を有してよい。一部の場合では、フィルムは、第 1 主面と第 2 主面との間に、ロールツーロール加工において自立支持フィルムとして好適にする物理的特性を有する層を含まなくてよい。一部の場合では、各レンズ状機構は、第 2 主面に向けて湾曲する曲面を備えてよい。一部の場合では、各レンズ状機構は、第 2 主面から離れるように湾曲する曲面を備えてよい。一部の場合では、フィルムは剛性支持体と結合され、フィルムは介在空隙のない状態で剛性支持体に取り付けられてよい。一部の場合では、剛性支持体は、光透過性プレート

10

【 0 0 0 9 】

一部の場合では、第 1 主面は、第 1 境界面であってよい。一部の場合では、第 1 高屈折率層は、第 1 主面と第 2 主面との間に配置されてよい。一部の場合では、第 1 低屈折率層は、第 1 主面と第 2 主面との間に配置されてよい。一部の場合では、フィルムはディスプレイパネルと結合されてよく、このフィルムは介在空隙のない状態でディスプレイパネルに取り付けられている。一部の場合では、第 2 主面は空気に曝されてよい。一部の場合では、フィルムは、第 2 高屈折率層と、第 2 ナノ空隙化形態を有し第 2 ポリマー結合剤を含む第 2 低屈折率層と、を備えてもよく、第 2 主面は第 2 高屈折率層と第 2 低屈折率層との間の第 2 境界面であってよい。一部の場合では、フィルムは光ガイドと結合されてよく、このフィルムは介在空隙のない状態で光ガイドに取り付けられている。一部の場合では、この組み合わせは更にディスプレイパネルを備えてよく、このフィルムは介在空隙のない状態でディスプレイパネルに取り付けられている。

20

【 0 0 1 0 】

一部の場合では、フィルムの第 2 主面は、第 1 境界面であってよい。一部の場合では、第 1 高屈折率層は、第 1 主面と第 2 主面との間に配置されてよい。一部の場合では、第 1 低屈折率層は、第 1 主面と第 2 主面との間に配置されてよい。一部の場合では、フィルムは光ガイドと結合されてよく、このフィルムは介在空隙のない状態で光ガイドに取り付けられている。一部の場合では、フィルムの第 1 主面は空気に曝されてよい。

【 0 0 1 1 】

30

一部の場合では、フィルムは、フィルムの第 1 側に配置される第 1 接着剤層と、第 1 剥離ライナーと、を更に備えてよい。

【 0 0 1 2 】

関連する方法、システム、及び物品も述べられる。

【 0 0 1 3 】

本願のこれらの態様及び他の態様は、以下の詳細な説明から明らかとなる。しかし、決して、上記「課題を解決するための手段」は、請求された主題に関する限定として解釈されるべきでなく、主題は、手続処理の間補正することができるような添付の「特許請求の範囲」によってのみ規定される。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 1 4 】

【図 1 a】ディスプレイ装置が左眼に異なる画像を提示することができる、バックライトを備える 3 D 自動立体ディスプレイ装置の概略的側面図。

【図 1 b】ディスプレイ装置が左眼に異なる画像を提示することができる、バックライトを備える 3 D 自動立体ディスプレイ装置の概略的側面図。

【図 2】例示的な自動立体ディスプレイ装置の概略的側面図。

【図 3】光ガイドの 2 つの主面上の代表的な表面構造が誇張して示されている、光ガイドの概略的斜視図。

【図 3 a】図 3 の光ガイドの概略的側面図。

【図 3 b】図 3 の光ガイドの概略的側面図。

50

- 【図 4 a】別の光方向変換フィルムの概略的断面図。
- 【図 4 b】別の光方向変換フィルムの概略的断面図。
- 【図 5】埋め戻されたナノ空隙微細構造化物品を形成する例示的プロセスの概略図。
- 【図 6】ナノ空隙微細構造化層の一部の概略的立面図。
- 【図 6 a】第 2 層の第 1 層との相互貫入を示している、第 1 ナノ空隙層と第 2 層との間の境界面の一部の概略断面図。
- 【図 7】中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示す、埋め込み構造化表面を有する代表的な光方向変換フィルムの概略断面図。
- 【図 8】別の光方向変換フィルム構成体に関する、図 7 に類似した図。
- 【図 9】別の光方向変換フィルム構成体に関する、図 7 に類似した図。 10
- 【図 10】別の光方向変換フィルム構成体に関する、図 7 に類似した図。
- 【図 11】別の光方向変換フィルム構成体に関する、図 7 に類似した図。
- 【図 12】別の光方向変換フィルム構成体に関する、図 7 に類似した図。
- 【図 13】別の光方向変換フィルム構成体に関する、図 7 に類似した図。
- 【図 14】別の代表的な光方向変換フィルムの概略断面図。
- 【図 15】別の代表的な光方向変換フィルムの概略断面図。
- 【図 16】代表的な光方向変換フィルムが、ディスプレイパネル及び光ガイドなど他の光学構成要素に取り付けられている、光学装置の概略断面図。
- 【図 17】代表的な光方向変換フィルムがディスプレイパネル及び光ガイドに取り付けられている、別の光学装置の概略断面図。 20
- 【図 18】代表的な光方向変換フィルム、代表的な光ガイド、並びに、光方向変換フィルム及び光ガイドを組み込んで製造された代表的な光学装置の概略断面図。
- 【図 19】代表的な光方向変換フィルム、構造化基材、並びに、光方向変換フィルム及び基材が組み込まれる光学装置の、概略断面図。
- 【図 20 a】外側構造化表面が空気に曝されていた光方向変換フィルム（取り付けられていない）を用いた自動立体対応バックライトにおける、測定された光の強度対観測角のグラフ。
- 【図 20 b】レンズ状構造化表面がナノ空隙材料層で平坦化された光方向変換フィルムを用いた自動立体対応バックライトにおける、測定された光の強度対観測角のグラフ。
- 【図 20 c】レンズ状構造化表面がナノ空隙材料層で平坦化された光方向変換フィルムを用いた自動立体対応バックライトにおける、測定された光の強度対観測角のグラフ。 30
- 【図 21 a】図 20 a のバックライトにおける視野自由度に関する図。
- 【図 21 b】それぞれ図 20 b 及び 20 c のバックライトにおける視野自由度に関する図。
- 【図 21 c】それぞれ図 20 b 及び 20 c のバックライトにおける視野自由度に関する図。
- 【図 21 d】図 21 a ~ c において、これらの図で用いた様々な記号を示す凡例又は略号。
- 【図 22】レンズ状構造化表面が超低屈折率材料の層で平坦化されている、2 つの異なる光方向変換フィルムの顕微鏡写真。 40
- 【図 23】光方向変換フィルムが超低屈折率ナノ空隙材料の層で光ガイドに取り付けられるディスプレイを一部含む、様々なモデルの自動立体ディスプレイにおけるクロストークのグラフ。
- 【0015】  
 図中、同様の参照数字は同様の構成要素を示す。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0016】  
 図 1 a 及び 1 b では、バックライト付き自動立体 3 D ディスプレイ 110 のいくつかの典型的な構成要素、並びに基本動作を表しているのがわかる。要するに、左眼 L E 及び右眼 R E を有する観察者がディスプレイ 110 を見て、その構成及び動作により 3 次元画像 50

を認知する。説明を容易にするために、ディスプレイはデカルト  $x - y - z$  座標系上で表されるが、これにより、例えば、名目上平面的なディスプレイ、バックライト、又は光ガイドに本開示が制限されないことが理解されるであろう。

【0017】

ディスプレイ 110 は、パネルの動作又は動作範囲を画定するマトリックス中に配置される個々のピクセルを有する液晶パネル 112 を備え、このピクセルは制御装置（図示せず）により個々にアドレス可能である。制御装置は、パネル 112 に制御信号を送り、好ましくは色付きの、つまり RGB（赤 - 緑 - 青）サブピクセルフォーマットで、パネル 112 の動作範囲に任意の所望の画像を形成する。ディスプレイ 110 は、一般には 114 の位置に見られるバックライトと共に提供され、観察者に対して画像が目立つようにする。バックライト 114 は、偏光器 116、3D 光方向変換フィルム 118、光ガイド 120、第 1 光源アセンブリ 122 及び第 2 光源アセンブリ 124、及び背面反射体 126、を備えるが考慮される。これらの構成要素の一部、例えば背面反射体 126 及び / 又は偏光器 116 は、システム要件及び設計詳細に応じて省略されてよく、他の光管理フィルム又は構成要素、例えば偏光フィルム（反射偏光フィルムを含む）、ミラーフィルム、拡散フィルム、多層光学フィルム、窓用フィルム、リターダーフィルム、プリズム状輝度向上フィルム、及びその他微細構造化又は非微細構造化フィルムを、システム設計者が適切と見なすようにシステムに追加してよい。更に、いくつかの構成要素、例えば偏光器 116 及び / 又は方向変換フィルム 118 は、バックライト 114 の一部としてよりもパネル 112 の一部であると見なしてよく、又はバックライト 114 若しくはパネル 112 の一部ではないと見なしてもよい。

【0018】

光ガイド 120 は、バックライト 114 の重要部分である。光ガイドは、示されるように、第 1 及び第 2 主面 120a、120b、及び第 1 及び第 2 側面 120c、120d を有する。光ガイドは、光源アセンブリ 122、124 から側面 120c、120d を介して、好ましくは連続又は交互方式で受光し、これらのアセンブリのそれぞれから、少なくともパネル 112 の動作範囲に相当する光ガイドが広がる領域全体に、多重反射により光を発散させる。所定の光源アセンブリからの光は光ガイドの長さを横断するため、光ガイドの前面又は上面（主面 120a）から光の一部が抽出される。この抽出光は、典型的には大きく傾いており、例えば、空气中で測定するとき、垂直方向（ $z$  軸）から約 70 度で輝度がピークとなり、又は 50 ~ 80 度超、若しくは 60 ~ 80 度超の典型的範囲においてピーク輝度を有する。この大きく傾いた光は、光ガイド 120 を出射する大きく傾いた光を方向変換するように微細構造化される方向変換フィルム 118 により遮断され、システムの光軸に近づく、すなわち  $z$  軸に近づく方向に向けられる。

【0019】

光ガイド 120 の設計によって、アセンブリ 124 から発せられる光は、図 1a 及び 1b の透視図より、左方向（ $+y$  方向に近づく）に大きく傾いた角度で光ガイドの表面 120a を出射し、一方アセンブリ 122 から発せられる光は、同じ透視図より、右方向（ $-y$  方向に近づく）に大きく傾いた角度で表面 120a を出射する。方向変換フィルム 118 は、アセンブリ 124 から発せられる斜光を、一般に光線 130a に相当する方向、すなわち、観察者の右眼 RE の方向に方向変換するように設計される。方向変換フィルム 118 は同様に、アセンブリ 122 から発せられる斜光を、一般に光線 132a に相当する方向、すなわち、観察者の左眼 LE の方向に方向変換する。

【0020】

図 1a 及び 1b は、2つの異なる時点におけるディスプレイ 110 を表す。図 1a では、光源アセンブリ 124 は通電されており（スイッチ「オン」）、光源アセンブリ 122 は通電されておらず（すなわち、スイッチ「オフ」）、図 1b では、光源アセンブリ 122 が通電されており、光源アセンブリ 124 は通電されていない。ディスプレイは、好ましくは制御され、これらの 2つの照明状態を交互に発生させる。この交互照明に同調して、制御装置は、アセンブリ 124 が通電されると右眼用画像を、アセンブリ 122 が通電

されると左眼用画像をパネル 1 1 2 に表示させる。右眼用画像（及びアセンブリ 1 2 4）と左眼用画像（及びアセンブリ 1 2 2）との間の迅速な同期切り替え、例えば、少なくとも 90 Hz、又は 100 Hz、又は 110 Hz、又は 120 Hz 以上の切り替え周期により、いずれの特殊眼鏡の装着を観察者に要求せずに、観察者が安定した 3D ビデオ画像を認知できる。

#### 【0021】

ディスプレイ 1 1 0 の動作時は、右眼用画像が表示されているときにバックライトからの光が左眼 LE に到達すると、及び / 又は左眼用画像が表示されているときにバックライトからの光が右眼 RE に到達すると、クロストークが起こる。3D 観察体験を低下させるこのようなクロストークは、図 1 a の光線 1 3 0 b、及び図 1 b の光線 1 3 2 b で表される。

10

#### 【0022】

代表的な光ガイドは、ポリマー又はガラスなどの好適な光透過性材料からなる。光ガイドは比較的剛性又は可撓性であってよく、比較的薄く（例えばフィルムの形状）又は厚くてよい。図に示されるように、光ガイドは、平面図内で実質的に長方形の形状を有してよいが、非長方形の形状も用いてよい。光ガイドの後部、つまり背部主面（図 1 a 及び 1 b の表面 1 2 0 b 参照）は、好ましくは成形されて複数の抽出要素を含み、線状レンズ状機構又は線状プリズム機構などの機構が有用である。各線状プリズムは、側面 1 2 0 c、1 2 0 d に対して平行、すなわち、図中に示される x 軸に対して平行方向に延在してよい。線状プリズム機構は、後部主面（表面 1 2 0 b 参照）に実質的に光を方向変換（例えば、反射、抽出など）させ、一方、前部主面（表面 1 2 0 a 参照）に実質的に光を透過させる。一部の場合では、後部主面上又は後部主面に隣接する高反射表面が、バックライトから出射して前部主面を通過する光の方向変換を助ける。前部主面は実質的に平面であってよいが、好ましくは、光を発散させる要素、例えばレンズ状、プリズム状、又は垂直方向、すなわち、図 2 の x - z 平面に光を発散させる同様の機構により構造化される。自動立体バックライトで使用するのに好適な光ガイドに関する更なる設計詳細は、米国特許第 7, 210, 836 号（Sasagawara）、及び米国特許出願公開第 US 2009/0316058 号（Huizinga）に見出すことができる。米国特許出願公開第 2008/0084519 号（Brigham）も参照される。

20

#### 【0023】

代表的な方向変換フィルムは、フィルムの両主面上に機構が構造化、つまり刻まれている。観察者に面する前部主面は、線状レンズ状機構を備えてよい。光ガイドに面する後部主面は、線状プリズム状機構を備えてよい。線状プリズム状機構は、好ましくは互いに平行であり、フィルムの前面上の線状レンズ状機構に対して平行である。更に、方向変換フィルムは、方向変換フィルムの線状レンズ状機構及びプリズム状機構が、光ガイドの後部主面上のプリズム状機構に対して平行になるように、好ましくは配向される。方向変換フィルムのレンズ状機構及びプリズム状機構は、光ガイドの前部主面から放射される大きく傾いた光が、観察者が表示された画像の奥行きを認知できるような適切な角度で放射される、より軸方向に向けられた光に変換されるように、設計される。代表的な方向変換フィルムの更なる設計詳細は、米国特許 7, 210, 836 号（Sasagawara）、並びに米国特許出願公開第 2005/0052750 号（King）、同第 2008/0084519 号（Brigham）、及び同第 2009/0316058 号（Huizinga）のうちの 1 つ以上に見出すことができる。

30

40

#### 【0024】

別の自動立体ディスプレイ 200 を図 1 A に示す。このディスプレイ 200 は、ディスプレイパネル 220、例えば液晶ディスプレイ（LCD）パネル、及び液晶ディスプレイパネル 220 に光を供給するように配置されたバックライト 230 を含む。ディスプレイパネル 220 は、2 枚のパネル又はプレート 220 a、220 c の間に挟まれる液晶材料の内部ピクセル化層 220 b を含むようにして示される。バックライト 230 は、1 つ以上の光ガイド 250、1 つ以上の右眼用画像の光源 232、例えば固体光源、及び 1 つ以

50

上の左眼用画像の光源 234、例えば固体光源を備える。第 1 及び第 2 光源 232、234 はそれぞれ、オフ状態（光源 232、234 が光出力を生成しないか、非常に小さい光出力を生成する間）とオン状態（光源 232、234 が著しい光出力を生成する間）との間を、人間の目に見えない速度、例えば少なくとも片目あたり 30 Hz、好ましくは少なくとも片目あたり 60 Hz で、繰り返し移行することができる。

#### 【0025】

光源 232、234 は無機固体光源、例えば発光ダイオード（LED）又は半導体レーザーであってよく、及び / 又は有機発光ダイオード（OLED）であってよい。光抽出機構 299、例えばプリズム、レンズ状機構、白色ドット、ヘイズコーティング、及び / 又はその他の機構は、光ガイド 250 の一方又は両方の表面 251、252 上に配置されてよい。本明細書に更に詳細に記載されるように、両面光方向変換光学フィルム 240 は、液晶ディスプレイパネル 220 とバックライト 230 との間に配置される。両面光学フィルム 240 は、光ガイド 250 から離れる方向に向けられる光学フィルム 240 の表面上にレンズ 242 を備える。各レンズ 242 は、光ガイド 250 に向かう方向に向けられる光学フィルム 240 の表面上の対応するプリズム 241 に位置合わせされる。一般に、レンズ及びプリズムのピッチ寸法は、例えば、ディスプレイ 200 内のモアレパターンの排除又は低減をもたらす得るピッチを選択することにより、決定できる。レンズ及びプリズムピッチは、製造可能性に基づいても決定され得る。LCD パネルが異なるピクセルピッチで製造されるとき、光学フィルムのピッチを変更し、LCD パネルの異なるピクセルピッチに対応させることが望ましい。自動立体光学フィルム 240 において有用なピッチ範囲は、例えば約 10 マイクロメートル～約 140 マイクロメートルである。

#### 【0026】

ディスプレイ 200 は、任意の有用な形状又は構成を有することができる。多くの実施形態では、液晶ディスプレイパネル 220 及び / 又は光ガイド 250 は、正方形又は長方形の形状を有する。しかし、いくつかの実施形態では、液晶ディスプレイパネル 220 及び / 又は光ガイド 250 は、4 辺を超える形状を有してよく、及び / 又は曲線形状を有してよい。光ガイド 250 の表面 251、252 は実質的に平行であってよく、又は光ガイド 250 はくさび状であってよい。一部の場合では、対応する光源を有する 2 つのくさび状の光ガイドを用いてよい。

#### 【0027】

同期駆動素子 260 は、右眼用画像及び左眼用画像の光源 232、234、並びに液晶ディスプレイパネル 220 と電気的に接続される。同期駆動素子 260 は、画像フレームが液晶ディスプレイパネル 220 に供給され画像を生成するとき、右眼用画像の光源 232 及び左眼用画像の光源 234 の作動及び停止を同期させる。画像は、例えば静止画像のシーケンス、ビデオストリーム、及び / 又はレンダリングされたコンピュータグラフィックスであってよい。画像ソース 270 は、同期駆動素子 260 に接続され、画像フレーム（例えば、右眼用画像及び左眼用画像）を液晶ディスプレイパネル 220 に供給する。

#### 【0028】

液晶ディスプレイパネル 220 は、任意の有用な透過性の液晶ディスプレイパネルであることができる。多くの実施形態では、液晶ディスプレイパネル 220 は、16 ミリ秒未満、又は 10 ミリ秒未満、又は 5 ミリ秒未満、又は 3 ミリ秒未満のフレーム応答時間を有する。適切なフレーム応答時間を有する市販の透過性液晶ディスプレイパネルとしては、例えば、Toshiba Matsushita Display (TMD) の光学補償バンド（OCB）モードパネル LTA090A220F（Toshiba Matsushita Display Technology Co., Ltd. (Japan)）が挙げられる。

#### 【0029】

光ガイド 250 は、右眼用画像の光源 232 に隣接する第 1 光入力側面 231、及び左眼用画像の光源 234 に隣接する反対側の第 2 光入力側面 233 を備える。第 1 光ガイド表面 251 は、第 1 側面 231 と第 2 側面 233 との間に延在する。第 2 光ガイド表面 2

5 2 は、第 1 表面 2 5 1 の反対側にあり、第 1 側面 2 3 1 と第 2 側面 2 3 3 との間に延在する。光は、光ガイド 2 5 0 の表面 2 5 1、2 5 2 のいずれからとも反射、又は放射されてよいが、一般には、光は、表面 2 5 2 から放射され、表面 2 5 1 から反射される。多数の実施形態において、高反射表面は、第 1 表面 2 5 1 に接するか又は隣接しており、第 2 表面 2 5 2 を介して光を方向転換させるのに役立つ。

【0030】

いくつかの実施形態では、第 1 光ガイド表面 2 5 1 は、プリズム、レンズ状機構、白色ドット、ヘイズコーティング、及び / 又はその他機構など、複数の抽出要素 2 9 9 を備える。抽出機構の長手方向軸は、第 1 側面 2 3 1 及び第 2 側面 2 3 3 に対して実質的に平行方向に、又は両面光学フィルム 2 4 0 のプリズム及びレンズに対して実質的に平行方向に延びてよく、又は抽出機構は別の角度で配置されてよい。

10

【0031】

光源 2 3 2、2 3 4 は任意の有用な光源であってよく、各光源 2 3 2、2 3 4 の光出力を、例えば少なくとも片目あたり 3 0 H z、好ましくは片目あたり 6 0 H z 以上の速度で、オン（比較的高い光出力）からオフ（光出力がない又はごくわずか）へ変調させてよい。多くの実施形態では、光源 2 3 2、2 3 4 は、Nichia NSSW020B（Nichia Chemical Industries, Ltd.（Japan））などの複数の LED である。いくつかの実施形態では、光源 2 3 2、2 3 4 は、複数の半導体レーザ又は OLED を備える。光源 2 3 2、2 3 4 は、赤、青、及び / 若しくは緑などの多数の可視光線の任意の波長、又は波長の範囲若しくは組み合わせを放射し、例えば白色光を生成することができる。

20

【0032】

光ガイド 2 5 0 は、光ガイド 2 5 0 の両側面に隣接する光源を伴う光学的に透明な材料の単一層、又は、各層に対する光源により所望の方向に優先的に光を抽出する光学的に透明な材料の 2 つ（又はそれ以上の）層であってよい。

【0033】

画像ソース 2 7 0 は、例えば、ビデオソース又はコンピュータでレンダリングされたグラフィックソースなど、画像フレーム（例えば、右眼用画像及び左眼用画像）を供給することが可能な任意の有用な画像ソースであることができる。多くの実施形態では、ビデオソースは、5 0 ~ 6 0 ヘルツ、又は 1 0 0 ~ 1 2 0 ヘルツ、又はそれ以上の画像フレームを供給することができる。

30

【0034】

コンピュータでレンダリングされたグラフィックソースは、ゲームコンテンツ、医用画像（medical imaging）コンテンツ、コンピュータ支援設計コンテンツなどを供給することができる。コンピュータでレンダリングされたグラフィックソースは、例えば、エヌビディア FX 5 2 0 0（Nvidia FX5200）グラフィックスカード、エヌビディアジーフォース 9 7 5 0 GTX（Nvidia GeForce 9750 GTX）グラフィックスカード、又はノートパソコンなどの携帯型ソリューションにはエヌビディアジーフォース GO 7 9 0 0 GS（Nvidia GeForce GO 7900 GS）グラフィックスカードなどの、グラフィックス処理ユニットを含むことができる。コンピュータでレンダリングされたグラフィックソースはまた、例えば、オープン GL（OpenGL）、ディレクト X（DirectX）、又はエヌビディアが所有権を有する 3 D ステレオドライバなどの、適切なステレオドライバソフトウェアを組み込むこともできる。

40

【0035】

画像ソース 2 7 0 は、ビデオコンテンツを供給することができる。画像ソースは、例えば、Nvidia Quadro FX 1 4 0 0 グラフィックスカードなどのグラフィックス処理ユニットを含むことができる。ビデオソースはまた、例えば、オープン GL（OpenGL）、ディレクト X（DirectX）、又はエヌビディアの所有物である 3 D ステレオドライバなどの、適切なステレオドライバソフトウェアを組み込むこともできる。

【0036】

50

同期駆動素子 260 は、右眼用画像の光源 232 及び左眼用画像の光源 234 の作動及び停止（すなわち、光出力変調）を、例えば 30 Hz、又は好ましくは 60 ヘルツ以上の速度で、液晶ディスプレイパネル 220 に供給される画像フレームと同期させて、ビデオ又はレンダリングされたコンピュータグラフィックスを生成する任意の有用な駆動要素を含むことができる。同期駆動素子 260 は、例えば特注の光源駆動電子部品に結合された Westar VP-7 ビデオアダプタ（Westar Display Technologies, Inc. (St. Charles, Missouri)）などのビデオインターフェイスを有することができる。

#### 【0037】

図 3 は、開示されるバックライトで用いるのに好適な代表的な光ガイド 312 の概略的斜視図を示し、光ガイドの 2 つの主面上の代表的な表面構造が誇張して示されている。光ガイドの概略的側面図は、図 3 a 及び 3 b に示される。光ガイド 312 は、ディスプレイパネル及び / 又は観察者に向かって光が抽出される第 1 主面 312 a と、第 1 主面の反対側の第 2 主面 312 b と、本明細書の他の部分で記載するような、部分的にコリメートされた左ビーム放射及び右ビーム放射光源に対する光入射面の役割ができる側面 312 c、312 d と、を備える。例えば、光源アセンブリを側面 312 c に沿って配置し、光ガイド 312 から放射される左眼用ビームを供給してよく、同様のアセンブリを側面 312 d に沿って配置し、光ガイド 312 から放射される右眼用ビームを供給してよい。

#### 【0038】

光ガイドの背面主面 312 b を、好ましくは機械加工、成型、ないしは別の方法で形成し、図 3 a に一番よく示されるプリズム構造体 310 の線状アレイを提供する。これらのプリズム構造体は、光ガイドの長さに沿って伝搬する光の適切な部分を反射するように設計され、プリズム状光方向変換フィルムなどの 1 つ以上の介在光管理フィルムにより、反射光が前部主面 312 a から空气中（又は以下で更に説明する低屈折率ナノ空隙材料中）へディスプレイパネル及び / 又は観察者まで屈折でき、このような反射光は、比較的均一に光ガイドの長さに沿う前部主面から抽出される。表面 312 b をアルミニウムなどの反射フィルムでコーティングしてよく、又はこのような反射コーティングを有さなくてもよい。このような反射コーティングがない場合、光が反射されて光ガイド内に戻るように、別の背面反射体を表面 312 b に隣接して設置し、光ガイドを通過する任意の下向き伝搬光を反射してよい。好ましくは、プリズム構造体は、光ガイドの全厚と比較して浅い奥行き 311、及び光ガイドの長さと比較して短い幅 313 を有する。光ガイドは、任意の透明な光学材料、好ましくはアクリルポリマー、例えば Spartech Polycast 材などの散乱性が低い材料で製造され得る。1 つの代表的な実施形態では、光ガイドは、セルキャストアクリルなどのアクリル材料で製造され得、1.4 mm の全厚及び y 軸に沿って 140 mm の長さを有してよく、プリズムは、約 17.2 度のプリズム頂角に相当する、2.9 マイクロメートルの奥行き 311 及び 81.6 マイクロメートルの幅 313 を有してよい。

#### 【0039】

光ガイドの前部主面 312 a は、好ましくは機械加工、成型、ないしは別の方法で形成され、互いに平行であり、かつプリズム構造体 310 が沿って延びる第 1 軸（例えば x 軸）とは異なる第 2 軸（例えば y 軸）に平行であるレンズ状構造体 320 の線状アレイを提供する。レンズ状構造体を成形して、光ガイドから出て前部主面を通過する光の x 軸に沿った角度の広がりを強めるように、並びに、必要に応じて前部主面からの反射により、光ガイド内に留まる光の x 軸に沿った空間の広がりを制限するように、配向してよい。一部の場合では、レンズ状構造体 320 は、光ガイドの全厚と比較して浅い奥行き 321、及び光ガイドの幅と比較して狭い幅 323 を有してよい。一部の場合では、レンズ状構造体は、図 3 b に示すように比較的強く湾曲してよいが、別の場合では、より弱く湾曲してもよい。一実施形態では、光ガイドは、セルキャストアクリルで製造されてよく、0.76 mm の全厚、y 軸に沿って 141 mm の長さ、及び x 軸に沿って 66 mm の幅を有してよく、レンズ状構造体 320 は、例えば、35.6 マイクロメートルの半径、32.8 マイ

クロメートルの奥行き 321、及び 72.6 mm の幅 323 を有してよい。本実施形態では、プリズム構造体 310 は、2.9 マイクロメートルの奥行き 311、81.6 マイクロメートルの幅 313、及び約 172 度のプリズム頂角を有してよい。

【0040】

図 4a では、自動立体ディスプレイシステムで用いる代表的な 3D 光方向変換フィルム 400 が示される。フィルム 400 は、対向する第 1 及び第 2 表面 420、430 を有するウェブ 410 基材を備える。第 1 及び第 2 表面 420、430 は、それぞれ第 1 及び第 2 微細複製構造体 425、435 を備える。第 1 微細複製構造体 425 は複数の弓状機構 426 を備え、示される実施形態では、約 142 マイクロメートルの有効直径を有する円筒レンズであるが、別の直径も用いてよい。第 2 微細複製構造体 435 は複数の鋸歯状、つまり角錐プリズム状機構 436 を備える。

10

【0041】

示される例では、第 1 及び第 2 機構 426、436 は同じピッチ、つまり反復周期 P を有し、例えば、第 1 機構の周期は約 150 マイクロメートルであってよく、第 2 機構の反復周期は同じであってよい。典型的には、第 1 機構及び第 2 機構の周期の比は整数比（又は逆数）であるが、別の組み合わせは許容できる。示される機構は、ダウンウェブ方向に不定長である。

【0042】

示される例では、対向する微細複製機構 426、436 は協働し、複数のレンズ状機構 440 を形成する。示される例示的实施形態では、レンズ状機構 440 はレンズ形のレンズである。各レンズ状機構 440 の性能は、各レンズを形成している対向する機構 429、439 の整列（alignment）に応じるため、レンズ状機構の精密な整列、つまり位置合わせが好ましい場合がある。

20

【0043】

所望により、フィルム 400 はまた、第 1 及び第 2 「ランド」領域 427、437 を備えてよい。「ランド」領域は、基材表面 420、430 と、対応する各機構、すなわち谷部分 428、438 の底部との間の材料として定義される。第 1 ランド領域 428 は、レンズ側で少なくとも約 10 マイクロメートルであってよく、第 2 ランド領域 438 は、プリズム側で少なくとも約 25 マイクロメートルであってよい。ランド領域は、機構がウェブに対して良好な接着性を有するのを助け、複製忠実性にも役立つ。

30

【0044】

フィルム 400 は、対向するウェブ表面上に精密に整列した微細複製構造体を生産する装置及び方法を用いて作製でき、この装置及び方法は、米国特許第 7,224,529 号（King ら）に詳細に記載されている。フィルム 400 の一実施形態は、厚さ 0.0049 インチ（124.5 マイクロメートル）のポリエチレンテレフタレート（PET）で作製されたウェブを用いて製造した。別のウェブ材料、例えばポリカーボネートも使用できる。

【0045】

図 4b では、自動立体ディスプレイシステムで用いるのに好適な別の 3D 光方向変換フィルム 450 が示される。円筒レンズ 454 の群はフィルム 450 の片側に形成され、三角状プリズム 452 の群はもう一方の側に形成される。本実施形態では、各プリズムの頂点から対応する各円筒レンズの中心に引かれた中心線 456 が、フィルム 450 上部の特定領域に集まる、つまり交差するように、プリズム 452 の中心間隔、つまりピッチが意図的に円筒レンズのピッチよりも大きくなるように作製される。例えば、特定領域は、フィルム 450 又は付随のディスプレイの中央部より 20 ~ 100 cm 上方又は前方の領域であってよい。図 4a に示されるような光方向変換フィルムの更なる詳細は、日本特許 JP 2005-266293 号（Akimas ら）に見出すことができる。

40

【0046】

更に別の 3D 光方向変換フィルムの設計は、2009 年 12 月 21 日に出願された同一出願人による米国特許出願第 12/643,503 号「Optical Films E

50

nabling Autostereoscopy」に記載される。本出願は、特に、光学フィルムの第1表面に配置される円筒レンズ(a-cylindrical lenses)と、光学フィルムの第2表面に配置されるプリズムとを備え、第1表面上の各レンズが第2表面上のプリズムに位置合わせされる両面光学フィルムを開示する。この出願はまた、光学フィルムの第1表面に配置されるレンズと、光学フィルムの第2表面に配置されるプリズムとを備え、第1表面上のレンズの回転が第1表面上の位置に伴って変化し、第1表面上の各レンズが第2表面上のプリズムに位置合わせされる、両面光学フィルムも開示する。

#### 【0047】

本明細書に開示される代表的な3D光方向変換フィルムは、少なくとも1つのナノ空隙層を組み込む。ナノ空隙層は、複数の相互に連結された空隙又は結合剤中に分散した空隙の網状組織を含む。複数の空隙又は空隙の網状組織のうち少なくとも一部は、空隙を有するトンネル又は空隙を有するトンネル様通路を介して相互に連結している。空隙は、好ましくは層の体積の十分に大きい部分を占めるが、個々の寸法は、ナノ空隙層が非常に屈折率の低い、例えば1.35未満、又は1.3未満の材料のように光学的に機能するように十分小さい。このような層は、以下で更に十分に論証するように、光方向変換フィルムで用いるのに特に有利である。一部の場合では、ナノ空隙層は、例えば1.15~1.35、又は1.15~1.3の範囲の屈折率を示し得る。ナノ空隙層は、好ましくは、微細構造化される、すなわち、1ミリメートル未満の少なくとも1つの寸法、及び一部の場合では50ナノメートル~500マイクロメートルの範囲であってよい少なくとも1つの寸法を有するレリーフ機構を伴う非円滑又は非平面表面を有するように意図的に合わせられる、少なくとも1つの主面を有する。

#### 【0048】

図5及び6に関連して、ナノ空隙層を製作する代表的な方法、並びにこのような層が呈し得る機構及び特性について記載する。好適なナノ空隙層及びその製造に関しての更なる詳細は、本明細書と同一日に開示される同一出願人による米国特許出願XXX(代理人整理番号66015US005)、表題「Optical Films With Microstructured Low Refractive Index Nanovoided Layers and Methods Therefor」に見出すことができる。

#### 【0049】

まず図5に戻ると、ここには、埋め戻されたナノ空隙微細構造化物品550を形成する代表的なプロセス520、及びこのような物品を製造するための対応するシステムが示される。プロセス520は、基材516上にコーティング溶液515を配置する工程を含む。基材516は、好ましくは、ポリマー及び/又は他の好適な材料で作られる可撓性フィルムであり、このフィルムは、図5に示されるようなロールツーロール加工システムにおいて、自立支持フィルム又はキャリアフィルムとして用いるのに好適にする厚さ、組成物、及びその他物理的特性を有している。典型的には、このような基材、つまりキャリアフィルムは、従来の光透過性ポリマー材料で作られる場合、意図しない過度の延伸、巻き上がり、又はゆがみがない状態で、巻き戻され、ロールツーロール加工システムで処理され、及び再度巻き取られるのに、又は1つ以上の加工操作(例えばスリット付け、又は個々のシート若しくは片への分離)にかけられるのに十分な強度を有するために、少なくとも約0.002インチ(50マイクロメートル)の物理的厚さを有する。

#### 【0050】

一部の場合では、例えばスロットコーターダイなどのダイ514を用いて、コーティング溶液515を塗布できる。コーティング溶液515は、重合性材料及び溶媒を含む。次に、プロセス520は、コーティング溶液515が微細複製ツール512に接触している間に重合性材料を重合し、微細構造化層530を形成する工程を含む。続いて、例えばオープン535により、微細構造化層530から溶媒が除去され、ナノ空隙微細構造化物品540を形成する。次に、プロセス520は、ナノ空隙微細構造化物品540上にポリマー材料545を配置し、埋め戻されたナノ空隙微細構造化物品550を形成する工程を含

む。例えばスロットコーターダイなどのダイ 5 4 4 を用いて、又は別の好適な手段により、ポリマー材料 5 4 5 を塗布できる。別の方法として、ポリマー材料 5 4 5 をナノ空隙微細構造化物品 5 4 0 上に積層し、ナノ空隙微細構造化物品 5 5 0 を形成してよい。

#### 【0051】

微細複製ツール 5 1 2 は、任意の有用な微細複製ツールであってよい。微細複製ツール 5 1 2 は、微細複製表面がロールの外表面にあるロールとして図示される。微細複製装置は円滑なロールを含んでよく、微細複製ツールが、コーティング溶液 5 1 5 に接触する基材 5 1 6 の構造化表面であることも想到される。図示される微細複製ツール 5 1 2 は、ニップロール 5 2 1 及び引き取りロール 5 2 2 を備える。紫外線バンクなどの硬化源 5 2 5 は、コーティング溶液 5 1 5 が微細複製ツール 5 1 2 と接触して微細構造化層 5 3 0 を形成する間、基材 5 1 6 及びコーティング溶液 5 1 5 に向いているように図示されている。いくつかの実施形態では、基材 5 1 6 は、コーティング溶液 5 1 5 まで硬化光を透過し、コーティング溶液 5 1 5 を硬化して微細構造化層 5 3 0 を形成することができる。別の実施形態では、硬化源 5 2 5 は熱源であり、コーティング溶液 5 1 5 は熱硬化材料を含む。硬化源 5 2 5 は、図示されるように、又は微細複製ツール 5 1 2 内部に配置されてよい。硬化源 5 2 5 が微細複製ツール 5 1 2 内部に配置されるとき、微細複製ツール 5 1 2 は光をコーティング溶液 5 1 5 まで透過し、コーティング溶液 5 1 5 を硬化して微細構造化層 5 3 0 を形成することができる。

#### 【0052】

ナノ空隙微細構造化物品を形成するプロセスは、例えば硬化後工程又は更なる重合工程などの、追加の加工工程を含んでよい。一部の場合では、溶媒除去工程に続いて、硬化後工程がナノ空隙微細構造化物品に適用される。いくつかの実施形態では、これらの方法は、ウェブベースの材料の製造にとって一般的な追加の処理装置、例えば、アイドラロール、引張りローラー、操縦機構、コロナ又は火炎処理装置などの表面処理装置、積層ローラーなどを含むことができる。一部の場合では、これらの方法は、異なるウェブ経路、コーティング技術、重合装置、重合装置の位置、乾燥オープン、調整セクション等を利用することができる。記載されたセクションのいくつかは任意であってよい。一部の場合では、プロセスの 1 つ、一部、又は全部の工程を「ロールツーロール」プロセスとして実施してよく、少なくとも 1 つの基材ロールが実質的に連続プロセスを通過し、別のロールで終わる、又はシート化、積層、スリット付けなどを介して変形される。

#### 【0053】

ここで図 6 に戻ると、ここではナノ空隙微細構造化層 6 0 0 の一部の概略的立面図が示される。このナノ空隙微細構造化層 6 0 0 は 2 つの平面的な外側表面 6 3 0、6 3 2 を有するように図示されているが、外側表面 6 3 0、6 3 2 のうち少なくとも 1 つが微細構造化され、本明細書の他の部分に記載するような 3 D 光方向変換フィルムで使用するのに好適な機構を形成すると理解される。

#### 【0054】

代表的なナノ空隙微細構造化層 6 0 0 は、結合剤 6 1 0 中に分散した、複数の相互に連結された空隙又は空隙 6 2 0 の網状組織を含む。複数の空隙又は空隙の網状組織のうち少なくとも一部は、空隙を有するトンネル又は空隙を有するトンネル様通路を介して相互に連結している。相互に連結された空隙は、元々コーティングされたフィルムの一部を形成し、重合性材料の硬化後、オープン又は他の手段によってフィルムから追い出された溶媒の相互に連結された塊の名残であり得る。空隙 6 2 0 の網状組織は、図 6 に示すように、相互に連結された空隙又は孔 6 2 0 A ~ 6 2 0 C を含むと考えられる。空隙は、物質及び/又は微粒子を必ずしも持たないわけではない。例えば、一部の場合では、空隙は、例えば結合剤及び/又はナノ粒子を含む、1 つ以上の小さな繊維様物体又はひも様物体を含み得る。一部の開示されるナノ空隙微細構造化層は、多数の組の相互に連結された空隙又は多数の空隙の網状組織を含み、各組又は網状組織中の空隙は相互に連結されている。一部の場合では、多数又は多数の組の互いに連結された空隙に加えて、空隙微細構造化層は、複数の閉鎖された、又は連結されていない空隙、つまり空隙がトンネルを介して他の空隙

に連結されていない空隙も含んでよい。空隙 620 の網状組織が、ナノ空隙層 600 の第 1 主面 630 から対向する第 2 主面 632 まで延びる 1 つ以上の通路を形成する場合、層 600 は多孔質層であると説明されてよい。

#### 【0055】

一部の空隙は、ナノ空隙微細構造化層の表面に存在し、又はこの表面を遮ることができ、表面空隙であると考えることができる。例えば、代表的なナノ空隙微細構造化層 600 では、空隙 620 D 及び 620 E はナノ空隙微細構造化層の第 2 主面 632 に存在し、表面空隙 620 D 及び 620 E と見なすことができ、空隙 620 F 及び 620 G はナノ空隙微細構造化層の第 1 主面 630 に存在し、表面空隙 620 F 及び 620 G と見なすことができる。空隙 620 B 及び 620 C などのいくつかの空隙は、光学フィルムの内部に配置され、光学フィルム外面からは離れており、したがって内部空隙が 1 つ以上の他の空隙を介して主面に連結され得るとしても、内部空隙 620 B 及び 620 C として見なされ得る。

10

#### 【0056】

空隙 620 は寸法 d1 を有し、好適な組成物及び製造（コーティング、乾燥及び硬化条件など）を選択することによって寸法 d1 を一般に制御することができる。一般に、d1 は、任意の望ましい数値範囲内にある任意の望ましい値であり得る。例えば、一部の 경우에는、少なくとも大多数の空隙、例えば空隙の少なくとも 60% 又は 70% 又は 80% 又は 90% 又は 95% が、望ましい範囲内にある寸法を有する。例えば、一部の 場合には、少なくとも大多数の空隙、例えば空隙の少なくとも 60% 又は 70% 又は 80% 又は 90% 又は 95% が、約 10 マイクロメートル以下、又は約 7、又は 5、又は 4、又は 3、又は 2、又は 1、又は 0.7、又は 0.5 マイクロメートル以下の寸法を有する。

20

#### 【0057】

一部の 場合には、複数の相互に連結された空隙 620 は、約 5 マイクロメートル以下、又は約 4 マイクロメートル以下、又は約 3 マイクロメートル以下、又は約 2 マイクロメートル以下、又は約 1 マイクロメートル以下、又は約 0.7 マイクロメートル以下、又は約 0.5 マイクロメートル以下の平均空隙、つまり孔径を有する。

#### 【0058】

一部の 場合には、一部の空隙は、その主要な光学的効果が有効屈折率を低下させることであるように十分に小さくてよく、一部の他の空隙は有効屈折率を低減し、光を散乱させることができ、尚且つ一部の他の空隙は、その主要な光学的効果が光を散乱させるように十分に大きくてよい。

30

#### 【0059】

ナノ空隙微細構造化層 600 は、任意の有用な厚さ t1（第 1 主面 630 と第 2 主面 632 との間の直線距離）を有してよい。多くの実施形態では、ナノ空隙微細構造化層は、約 100 nm 以上、若しくは約 500 nm 以上、若しくは約 1,000 nm 以上、又は 0.1 ~ 10 マイクロメートルの範囲、若しくは 1 ~ 100 マイクロメートルの範囲である厚さ t1 を有してよい。

#### 【0060】

一部の 場合には、ナノ空隙微細構造化層が、空隙及び結合剤の屈折率の観点で表され得る有効屈折率、並びに空隙又は孔の体積分率、つまり多孔性を合理的に有することができるように、ナノ空隙微細構造化層は十分に厚くてよい。そのような場合には、ナノ空隙微細構造化層の厚さは、例えば約 500 nm 以上、若しくは約 1,000 nm 以上、又は 1 ~ 10 マイクロメートルの範囲、若しくは 500 nm ~ 100 マイクロメートルの範囲である。

40

#### 【0061】

開示されるナノ空隙微細構造化層中の空隙が十分に小さく、かつナノ空隙微細構造化層が十分に厚いとき、ナノ空隙微細構造化層は、以下の式で表すことができる有効誘電率  $\epsilon_{eff}$  を有する。

#### 【0062】

50

## 【数 1】

$$\epsilon_{eff} = (f)\epsilon_v + (1-f)\epsilon_b \quad (1)$$

## 【0063】

式中、 $\epsilon_v$  及び  $\epsilon_b$  は、それぞれ空隙及び結合剤の誘電率であり、 $f$  はナノ空隙微細構造化層中の空隙の体積分率である。そのような場合には、ナノ空隙微細構造化層の有効屈折率  $n_{eff}$  は、以下の式で表すことができる。

## 【0064】

## 【数 2】

$$n_{eff}^2 = (f)n_v^2 + (1-f)n_b^2 \quad (2)$$

10

## 【0065】

式中、 $n_v$  及び  $n_b$  は、それぞれ空隙及び結合剤の屈折率である。空隙の屈折率と結合剤の屈折率との差が十分に小さいなど、一部の 경우에는、ナノ空隙微細構造化層の有効屈折率は次の式で近似され得る。

## 【0066】

## 【数 3】

$$n_{eff} \approx (f)n_v + (1-f)n_b \quad (3)$$

## 【0067】

20

そのような場合には、ナノ空隙微細構造化層の有効屈折率は、空隙と結合剤の屈折率の容積重み付き平均となる。例えば、50%の空隙体積分率を有し、屈折率が1.5の結合剤を有するナノ空隙微細構造化層は、式(3)で計算するとき約1.25の有効屈折率を有し、より正確な式(2)で計算するとき約1.27の屈折率を有する。いくつかの代表的な実施形態では、ナノ空隙微細構造化層は、1.15~1.35、又は1.15~1.3の範囲の有効屈折率を有し得るが、これらの範囲外の値も想到される。

## 【0068】

図6のナノ空隙層600は、結合剤610中に分散した、複数の相互に連結された空隙、又は空隙620の網状組織に加え、結合剤610内部に実質的に均一に分散した任意の複数のナノ粒子640を含むことも示している。

30

## 【0069】

ナノ粒子640は、任意の所望の値範囲内にある任意の所望の値であり得るサイズ $d_2$ を有する。例えば、一部の 場合には、粒子の少なくとも60%又は70%又は80%又は90%又は95%など、粒子の少なくとも大部分が、望ましい範囲内の寸法を有する。例えば、一部の 場合には、粒子の少なくとも60%又は70%又は80%又は90%又は95%など、粒子の少なくとも大部分が、約1マイクロメートル以下、又は約700、又は500、又は200、又は100、又は50ナノメートル以下の寸法を有する。一部の 場合には、複数のナノ粒子640は、約1マイクロメートル以下、又は約700、又は500、又は200、又は100、又は50ナノメートル以下の平均粒子サイズを有してよい。

40

## 【0070】

一部の 場合には、一部のナノ粒子は十分に小さいため、主に有効屈折率に影響をもたらすことができ、一方、別の一部のナノ粒子は、有効屈折率及び散乱光に影響をもたらすことができ、一方、更に別の一部の粒子は十分に大きいため、その主な光学的効果は光を散乱させることである。

## 【0071】

ナノ粒子640は、官能化されてもよく、官能化されなくてもよい。一部の 場合には、一部、大部分、又は実質的に全てのナノ粒子640、例えばナノ粒子640Bは官能化されていない。一部の 場合には、凝集がない、又は非常に少ない状態で所望の溶媒又は結合剤610中に分散できるように、一部、大部分、又は実質的に全てのナノ粒子640が官

50

能化又は表面処理される。いくつかの実施形態では、ナノ粒子 640 は更に官能化されて結合剤 610 に化学結合することができる。例えば、ナノ粒子 640 A などのナノ粒子を表面修飾又は表面処理し、結合剤 610 に化学結合するための反応性官能基、又は基 660 を有してよい。所望に応じて、ナノ粒子を複数の化学的性質で官能化できる。そのような場合には、ナノ粒子 640 A の少なくともかなりの割合は、結合剤に化学結合する。一部の場合では、ナノ粒子 640 は、結合剤 610 に化学結合するための反応性のある官能基を有さない。そのような場合には、ナノ粒子 640 は結合剤 610 に物理的に結合させることができる。

#### 【0072】

一部の場合では、ナノ粒子の一部は反応性基を有し、他のナノ粒子は反応性基を有さない。ナノ粒子の集合は、大きさが混在したもの、反応性及び非反応性の粒子、異なるタイプの粒子（例えばシリカと酸化ジルコニウム）を含み得る。一部の場合では、ナノ粒子は表面処理化シリカナノ粒子を含んでよい。

10

#### 【0073】

ナノ粒子は、無機ナノ粒子、有機（例えば、ポリマー）ナノ粒子、又は有機ナノ粒子と無機ナノ粒子の組み合わせであってよい。更に、ナノ粒子は、多孔質粒子、中空粒子、固体粒子、又はこれらの組み合わせであってよい。好適な無機ナノ粒子の例としては、ジルコニア、チタニア、セリア、アルミナ、酸化鉄、ヴァナディア（vanadia）、酸化アンチモン、酸化スズ、アルミナ/シリカ、及びこれらの組み合わせを含む、シリカ及び金属酸化物ナノ粒子が挙げられる。ナノ粒子は、約 1000 nm 未満、又は約 100 又は 50 nm 未満の平均粒子直径を有してよく、あるいは平均が約 3 ~ 50 nm、又は約 3 ~ 35 nm、又は約 5 ~ 25 nm の範囲であってよい。ナノ粒子が凝集している場合、凝集した粒子の断面寸法は、こうした範囲のいずれかが以内であってよく、また、約 100 nm を超えることも可能である。いくつかの実施形態では、Cabot Co.（Boston, MA）から入手できる CAB-O-SPERSE（登録商標）PG 002 ヒュームドシリカ、CAB-O-SPERSE（登録商標）2017A ヒュームドシリカ、及び CAB-O-SPERSE（登録商標）PG 003 ヒュームドアルミナなどの、主たる寸法が約 50 nm 未満のシリカ及びアルミナなどの「ヒュームド」ナノ粒子も含まれる。

20

#### 【0074】

ナノ粒子は、疎水基、親水基、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される表面基を含んでよい。あるいは、ナノ粒子は、シラン、有機酸、有機塩基、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される剤由来の表面基を含んでよい。他の実施形態では、ナノ粒子は、アルキルシラン、アリールシラン、アルコキシシラン、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される薬剤から誘導されたオルガノシリル表面基を含む。

30

#### 【0075】

用語「表面修飾ナノ粒子」は、粒子の表面に付着した表面基を含む粒子を指す。表面基は、粒子の性質を変更する。用語「粒子直径」及び「粒径」は、粒子の最大断面寸法を指す。粒子が凝集体の形態で存在する場合、用語「粒子直径」及び「粒径」は、凝集体の最大断面寸法を指す。一部の場合では、粒子は、ヒュームドシリカ粒子などのナノ粒子の高アスペクト比の凝集体であってよい。

40

#### 【0076】

表面修飾ナノ粒子は、ナノ粒子の溶解度特性を修飾する表面基を有する。表面基は、一般に、粒子をコーティング溶液と相溶にするように選択される。一実施形態では、表面基は、コーティング溶液の少なくとも 1 つの成分と結合する又は反応するように選択され、重合したネットワークの化学的結合部分となる。

#### 【0077】

ナノ粒子の表面を修飾するには、例えば、ナノ粒子に表面修飾剤（例えば、粉末又はコロイド分散の形態で）を加えて、表面修飾剤をナノ粒子と反応させるなどの多くの方法がある。他の有用な表面修飾方法は、例えば、米国特許第 2,801,185 号（Iler）及び同第 4,522,958 号（Dasら）に記載されている。

50

## 【0078】

ナノ粒子は、コロイド分散物の形態で提供されてもよい。有用な市販の未修飾シリカ出発物質の例としては、製品名NALCO 1040、1050、1060、2326、2327、及び2329コロイド状シリカでNalco Chemical Co. (Naperville, IL) から入手可能なナノサイズのコロイド状シリカ；製品名IPA-ST-MS、IPA-ST-L、IPA-ST、IPA-ST-UP、MA-ST-M、及びMA-STゾルでNissan Chemical America Co. (Houston, TX) から、及びSnowTex (登録商標) ST-40、ST-50、ST-20L、ST-C、ST-N、ST-O、ST-OL、ST-ZL、ST-UP、及びST-OUPで同じくNissan Chemical America Co. (Houston, TX) から入手可能なオルガノシリカが挙げられる。重合性材料対ナノ粒子の重量比は約30:70、40:60、50:50、55:45、60:40、70:30、80:20、又は90:10以上の範囲であってよい。ナノ粒子の重量%の好ましい範囲は、約10重量%～約60重量%であり、使用するナノ粒子の密度及び寸法によって決定することができる。

10

## 【0079】

一部の場合では、ナノ空隙微細構造化層600は、低い光学ヘイズ値を有してよい。そのような場合には、ナノ空隙微細構造化層の光学ヘイズは、約5%以下、又は約4、3、5、3、2、5、2、1、5、若しくは1%以下であってよい。ナノ空隙微細構造化層600に垂直に入射する光について、「光学ヘイズ」は、(指示がない限り)垂直方向から4度を超えて偏向している透過光と全透過光との比と呼んでよい。開示されるフィルム及び層の屈折率値は、任意の好適な手段により、例えば、Metricon Corp. (Pennington, NJ) から入手可能なMetricon Model 2010 Prism Couplerを用いて測定できる。開示されるフィルム及び層の光学的透過性、透明度、及びヘイズ値はまた、任意の好適な手段により、例えば、BYK Gardiner (Silver Springs, MD) から入手可能なHaze-Gard Plusヘイズメーターを用いて測定することもできる。

20

## 【0080】

一部の場合では、ナノ空隙微細構造化層600は、高い光学ヘイズを有してよい。そのような場合には、ナノ空隙微細構造化層600のヘイズは、少なくとも約40%、又は少なくとも約50、60、70、80、90、若しくは95%である。

30

## 【0081】

一般に、ナノ空隙微細構造化層600は、ある用途に所望され得る任意の多孔性又は空隙体積分率を有することができる。一部の場合では、ナノ空隙微細構造化層600中の複数の空隙620の体積分率は、少なくとも約10%、又は少なくとも約20、30、40、50、60、70、80、若しくは90%である。

## 【0082】

バインダー610は、用途に望ましい可能性がある任意の材料であり得、又はそのような材料を含み得る。例えば、結合剤610は、架橋ポリマーなどのポリマーを形成する光硬化性材料であってよい。一般に、結合剤610は任意の重合可能な材料、例えば放射線硬化性の重合性材料であり得る。いくつかの実施形態では、結合剤610は、熱硬化性の重合性材料など、任意の重合性材料であってよい。

40

## 【0083】

重合性材料610は、化学的であり得る、熱的であり得る、又は化学線を開始され得る様々な従来のアニオン重合、カチオン重合、フリーラジカル重合、又はその他重合技術により重合できる任意の重合性材料であってよく、例えば、他の手段の中でも化学線を用いるプロセスは、例えば、可視光及び紫外線光、電子線照射、並びにこれらの組み合わせを含む。重合を実施できる媒体としては、例えば、溶媒重合、乳化重合、懸濁重合、バルク重合、その他同種のものなどが挙げられる。

## 【0084】

50

化学線硬化性材料としては、モノマー、及び反応性オリゴマー、及びアクリレートのポリマー、メタクリレート、ウレタン、エポキシ等が挙げられる。本開示の実施に際して好適なエネルギー硬化性基の代表的な例として、エポキシ基、(メタ)アクリレート基などのエチレン性不飽和基、オレフィン炭素炭素二重結合、アリルオキシ基、 $\alpha$ -メチルスチレン基、(メタ)アクリルアミド基、シアノエステル基、ビニルエーテル基、これらの組み合わせ、及びその他同種のもものが挙げられる。フリーラジカル的に重合可能な基が好ましい。いくつかの実施形態では、代表的な材料としてアクリレート及びメタクリレート官能モノマー、オリゴマー、及びポリマーが挙げられ、具体的には、当該技術分野において既知の、重合により架橋ネットワークを形成できる多官能性モノマーを使用できる。重合性材料は、モノマー、オリゴマー、及びポリマーの任意の混合物を含むことができるが、これらの材料は、少なくとも1つの溶媒に少なくとも部分的に可溶性でなければならない。いくつかの実施形態では、物質は溶媒/モノマー混合物に可溶性である必要がある。

10

20

30

40

50

#### 【0085】

溶媒は、所望の重合性物質と共に溶液を形成する任意の溶媒であってよい。溶媒は、極性又は非極性溶媒、高沸点溶媒又は低沸点溶媒であってよく、いくつかの実施形態では、これらの溶媒はいくつかの溶媒の混合液を含む。溶媒又は溶媒混合液を、形成される微細構造化層530が、溶媒(又は溶媒混合液中の少なくとも1つの溶媒)に少なくとも部分的に不溶性であるように選択することができる。いくつかの実施形態では、溶媒混合物は、重合性物質のための溶媒と非溶媒の混合物であってよい。ある特定の実施形態では、不溶性ポリマーマトリックスは、三次元構造をもたらしポリマー鎖連結を有する三次元ポリマーマトリックスであってよい。ポリマー鎖連結は、溶媒の除去後に微細構造化層530の変形を防ぐことができる。

#### 【0086】

一部の場合では、例えば、不溶性ポリマーマトリックス、又は基材516の熱分解温度を超えない温度で乾燥させることによって、溶媒を含む微細構造化層530から溶媒を容易に除去できる。ある特定の実施形態では、乾燥中の温度は、基材が変形を起こしやすい温度未満、例えば、基材のゆがみ温度又はガラス転移温度未満に維持される。例示的な溶媒としては、線状、分枝状、及び環状炭化水素、アルコール、ケトン、及びエーテル、例えば、DOWANOL(商標)PMプロピレングリコールメチルエーテルなどのプロピレングリコールエーテルなど、イソプロピルアルコール、エタノール、トルエン、酢酸エチル、2-ブタノン、酢酸ブチル、メチルイソブチルケトン、水、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、アセトン、芳香族炭化水素、イソホロン、ブチロラクトン、N-メチルピロリドン、テトラヒドロフラン、エステル(例えば、ラクテート、アセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PMアセテート)、ジエチレングリコールエチルエーテルアセテート(DEアセテート)、エチレングリコールブチルエーテルアセテート(EBアセテート)、ジプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(DPMアセテート)、イソ-アルキルエステル、イソヘキシルアセテート、イソヘプチルアセテート、イソオクチルアセテート、イソノニルアセテート、イソデシルアセテート、イソドデシルアセテート、イソトリデシルアセテート、又はその他のイソ-アルキルエステルなど)、これらの組み合わせなどが挙げられる。

#### 【0087】

コーティング溶液515は、その他の成分、例えば、反応開始剤、硬化剤、硬化促進剤、触媒、架橋剤、粘着付与剤、可塑剤、染料、界面活性剤、難燃剤、結合剤、顔料、熱可塑性又は熱硬化性樹脂ポリマーなどの衝撃改質剤、流れ調整剤、発泡剤、充填剤、ガラス及び高分子微小球及び微小粒子、導電性粒子、熱伝導性粒子などのその他の粒子、繊維、帯電防止剤、酸化防止剤、りん光体などの光学的ダウンコンバーター、紫外線吸収剤なども含むこともできる。

#### 【0088】

光開始剤などの反応開始剤は、コーティング溶液中に存在するモノマーの重合を促進するのに有効な量でを使用することができる。光開始剤の量は、例えば、反応開始剤の種類、

反応開始剤の分子量、得られる微細構造化層の対象とする用途、重合方法（例えば、用いられる処理温度、化学線の波長など）に応じて様々であってよい。有用な光開始剤としては、例えば、C i b a S p e c i a l t y C h e m i c a l s から商品名「I R G A C U R E（商標）」及び「D A R O C U R E（商標）」（I R G A C U R E（商標）1 8 4 及び I R G A C U R E（商標）8 1 9 など）で入手可能なものが挙げられる。

#### 【0089】

微細構造化層530を架橋し、より強固なポリマーネットワークを提供してよい。架橋は、ガンマ線又は電子線照射のような高エネルギー放射線の使用によって、架橋剤を用いて又は用いずに達成され得る。いくつかの実施形態では、架橋剤又は架橋剤の組み合わせを、重合性モノマー、オリゴマー、又はポリマーの混合物に添加することができる。架橋は、他の箇所に記載される化学線源のいずれかを使用したポリマーネットワークの重合中に起こり得る。

10

#### 【0090】

有用な放射線硬化架橋剤としては、米国特許第4,379,201号（H e i l m a n n ら）に開示されるものなどの多官能性アクリレート及びメタクリレートが挙げられ、1,6-ヘキサンジオールジ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、1,2-エチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ/テトラ（メタ）アクリレート、トリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、グリセロールトリ（メタ）アクリレート、ネオペンチルグリコールジ（メタ）アクリレート、テトラエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、1,12-ドデカノールジ（メタ）アクリレート、米国特許第4,737,559号（K e l l e n ら）に開示されるものなどの共重合可能な芳香族ケトンモノマー、及び同種のもの、並びにこれらの組み合わせを含む。

20

#### 【0091】

コーティング溶液515はまた、連鎖移動剤を含んでもよい。連鎖移動剤は、重合前のモノマー混合物に可溶性であるのが好ましい。好適な連鎖移動剤の例としては、トリエチルシラン及びメルカプタンが挙げられる。いくつかの実施形態では、連鎖移動は溶媒にも生じる可能性があるが、これは好ましいメカニズムではない。

#### 【0092】

重合工程は、好ましくは、低酸素濃度を有する雰囲気中で放射線源を使用することを含む。酸素は、フリーラジカル重合を抑え、その結果硬化の程度が低下することで知られる。重合及び/又は架橋させるために使用される放射線源は、化学線（例えば、スペクトルの紫外線又は可視光領域に波長を有する放射線）、加速粒子（例えば、電子線照射）、熱（例えば、加熱又は赤外線）などであってよい。いくつかの実施形態では、好ましいエネルギーは、重合及び/又は架橋の開始及び速度の制御を行う上で優れている化学線又は加速粒子である。加えて、化学線及び加速粒子は、比較的低い温度の硬化にも使用できる。このことは、熱硬化技術を用いる場合にエネルギー硬化性基の重合及び/又は架橋を開始するのに必要とされる比較的高温に対して感受性がある成分を、分解又は蒸発させるのを防ぐ。好適な硬化エネルギー源としては、UV LED、可視LED、レーザ、電子線、水銀ランプ、キセノンランプ、カーボンアークランプ、タングステンランプ、閃光ランプ、太陽光、低強度の紫外線（ブラックライト）等が挙げられる。

30

40

#### 【0093】

いくつかの実施形態では、結合剤610は、多官能性アクリレート及びポリウレタンを含む。この結合剤610は、光開始剤、多官能性アクリレート、及びポリウレタンオリゴマーの重合生成物であってよい。多官能性アクリレート及びポリウレタンオリゴマーの組み合わせは、より耐久性のあるナノ空隙微細構造化層600を生成することができる。ポリウレタンオリゴマーはエチレン性不飽和である。いくつかの実施形態では、ポリウレタン又はポリウレタンオリゴマーは、アクリレートと反応できる、又は、本明細書に記載する重合反応において他のアクリレートと反応できるアクリレートで「末端保護」される。

#### 【0094】

50

上記図5で説明される1つの例示のプロセスでは、溶媒に溶解した複数のナノ粒子（任意）及び重合性材料を含む溶液を調製し、ここで、重合性材料は例えば、1つ以上のタイプのモノマーを含んでよい。重合性材料を基材上にコーティングし、例えば、熱又は光の適用により重合性材料が重合されている間、ツールをそのコーティングに適用し、溶媒中に不溶性ポリマーマトリックスを形成する。場合によっては、重合工程の後、まだ重合性材料の一部が溶媒に低濃度ながら残っていることがある。次に、溶液を乾燥又は蒸発させることによって溶媒を除去し、ポリマー結合剤610中に分散した網状組織又は複数の空隙620を含むナノ空隙微細構造化層600がもたらされる。ナノ空隙微細構造化層600は、ポリマー結合剤中に分散した任意の複数のナノ粒子640を含む。このナノ粒子は結合剤に結合されており、この結合は物理的又は化学的であり得る。

10

#### 【0095】

本明細書に記載のプロセスを用いる本明細書に記載のナノ空隙微細構造化層600及び微細構造化物品の製造を、有機物、樹脂、フィルム、及び支持体の使用に適合可能な温度範囲で実施してよい。多くの実施形態では、ピークプロセス温度（ナノ空隙微細構造化層600及び微細構造化物品表面を対象として光学温度計で決定するとき）は200以下、又は150以下、又は100以下である。

#### 【0096】

概して、ナノ空隙微細構造化層600は、結合剤610と複数のナノ粒子640の任意の重量比において望ましい多孔性を有することができる。したがって、重量比は概して、用途に望ましい可能性がある任意の値であり得る。一部の場合では、結合剤610と複数のナノ粒子640の重量比は、少なくとも約1:2.5、又は少なくとも約1:2.3、又は1:2、又は1:1、又は1.5:1、又は2:1、又は2.5:1、又は3:1、又は3.5:1、又は4:1、又は5:1である。一部の場合では、この重量比は約1:2.3~約4:1の範囲内である。

20

#### 【0097】

ここで図6aに関連して、(a)最初に微細構造化表面を有するナノ空隙層を形成し、次に従来の（非ナノ空隙化）材料、例えば従来のポリマー材料で微細構造化表面を埋め戻すことにより製造される物品と、(b)最初に従来の材料層に微細構造化表面を形成し、次にナノ空隙材料層を有する微細構造化表面を埋め戻すことにより製造される物品との間に、いくつかの構造的差異があるかどうかをあらためて検討する。両方の場合において、得られる物品は、埋め込み境界面、すなわち微細構造化表面を有し、その片側はナノ空隙材料層であり、反対側は従来の材料層である。

30

#### 【0098】

2つの物品間には、少なくとも1つの構造的差異が起こり得、その構造的差異は相互貫入のメカニズムに関連することが見出された。(b)の場合の物品では、微細構造化表面をナノ空隙材料で埋め戻す前に従来の材料層が微細構造化されるとき、ナノ空隙材料は典型的には従来の材料層内には移動しない。これは、この層が、ナノ空隙材料が超えて貫入できない微細構造化表面の各小面及び各部分において、典型的には実質的に固体の非多孔質バリアを呈するためである。反対に(a)の場合の物品は、従来の材料（又はかかる材料の前駆体、例えば未硬化の液体ポリマー樹脂）をナノ空隙層の微細構造化表面に適用する時点で、微細構造化表面の小面又は部分が、例えばくぼみ、ポケット、又はトンネル形状の表面空隙を含むことができ、その空隙の内部に、表面空隙の特性、従来の材料の特性、及びプロセス条件、例えば未硬化状態の従来の材料の滞留時間に応じて、従来の材料が移動できるような方法で作製される。図6aに模式的に示されるように、好適な材料特性及びプロセス条件により、従来の材料層はナノ空隙層に相互貫入できる。

40

#### 【0099】

図6aは、第1ナノ空隙層672と従来の材料である第2層670との間の境界面の一部の概略的断面図を示す。境界面部分は、例えば2つの層間に画定される構造化表面の微細部分であってよい。ナノ空隙層672は、浅い表面空隙、又は凹部674A、並びに深い方の表面空隙674Bを有するように示される。表面空隙674Bは、第1横断寸法S

50

1 が第 2 横断寸法 S 2 よりも境界面に近く、深い位置の寸法 S 2 が浅い位置の寸法 S 1 より大きいことを特徴とする。層 6 7 0 が層 6 7 2 の全般形状（例えば凹部 6 7 4 A）にぴったり一致する場合だけではなく、層 6 7 0 の材料が少なくとも一部の深い表面空隙、例えば、境界面により近い空隙の横断寸法が境界面からより遠い横断寸法よりも小さい空隙 6 7 4 a などの中に移動、又はその中を実質的に充填する場合も、層 6 7 0 が層 6 7 2 に相互貫入していると特徴付けられる。このような相互貫入は、本明細書に記載されるナノ空隙材料で達成できる。

#### 【0100】

ナノ空隙層を伴う従来の層の相互貫入深さを特徴付ける第 1 の方法では、従来の層の材料が境界平均表面を（平均表面に直行する方向又は測定軸に沿って）超えて進んだ量を決定でき、平均寸法の空隙の直径に対してこの量を特徴化できる。

10

#### 【0101】

相互貫入深さを特徴付ける第 2 の方法では、従来の層の材料が平均表面を超えて進んだ量を再度測定でき、続いて単純にこの量を距離の標準単位、例えばマイクロメートル又はナノメートルによって報告する。

#### 【0102】

相互貫入深さを特徴付ける第 3 の方法では、従来の層の材料が平均表面を超えて進んだ量を再度測定できるが、続いてこの量を当該構造化表面の機構高さに対して特徴付ける。

#### 【0103】

代表的な実施形態では、相互貫入深さは、例えば、第 1 の方法について、平均空隙直径 1 ~ 10 の範囲内であり、第 2 の方法について、1、10、100、又は 500 マイクロメートル以下であり、第 3 の方法について、機構高さの少なくとも 5 %、又は機構高さの少なくとも 10 %、若しくは少なくとも 50 %、若しくは少なくとも 95 %、若しくは少なくとも 100 %、若しくは 5 % 以下、若しくは 10 % 以下、若しくは 25 % 以下、若しくは 5 ~ 25 % の範囲内であってよい。しかしこれらの代表的な範囲は、限定的に解釈されてはならない。

20

#### 【0104】

相互貫入に関する更なる議論は、本明細書の他の部分で参照される同一出願人による米国特許出願 XXX（代理人整理番号 66015US005）、表題「Optical Films With Microstructured Low Refractive Index Nanovoiced Layers and Methods Therefor」に見出すことができる。

30

#### 【0105】

今、自動立体バックライト及びディスプレイパネルと用いるのに好適な代表的な 3D 光方向変換フィルム、並びに非常に低い屈折率を示すことができる代表的なナノ空隙材料層について記載したが、ここで、これらの要素をどのように組み合わせ、新しいタイプの光学フィルム及び物品を提供するかについて説明する。新しい物品は、既存の自動立体システムと同じ全般的な目的、つまり、1つの光源からディスプレイパネルを通して観察者の一方の眼に光を向かわせ、別の光源からディスプレイパネルを通して観察者のもう一方の眼に光を向かわせることを達成する。しかし新しい物品は、この目的を特定の機構によって実施し、現行システムに比べてかなりの利点をもたらす。上記の 3D 光方向変換フィルムの基本設計の機構、例えば、プリズム状要素を伴うレンズ状要素の位置合わせ、又は物品面上部の精密な位置合わせからの意図的逸脱、又はランド部分の使用などは、以下に記載する実施形態に対しても同様に適用されると理解すべきである。

40

#### 【0106】

一般に、新しい物品は、低屈折率を有する少なくとも 1 つのナノ空隙層を含む。このナノ空隙層は、典型的にはナノ空隙化されておらずナノ空隙層より実質的に高い屈折率を有する別の層と接合し、埋め込み構造化表面境界面を形成する。埋め込み構造化表面は、例えば（a）3D 光方向変換フィルムのプリズム側、（b）3D 光方向変換フィルムのレンズ状又はレンズ側、（c）フレネルレンズ、（d）光ガイドのレンズ状側、（e）光ガイ

50

ドのプリズム側、又はこれらの組み合わせに対応してよい。既知の構成要素に対するある構造化表面（すなわち、空気媒体中で使用するために設計された構造化表面）は、空気がナノ空隙材料で置き換えられる埋め込み構造化表面として用いる場合は、機能的又は最適ではない場合があることがわかった。代わりに、埋め込み構造化表面は、最適に機能させるために空気界面構造化表面と比べて設計の修正が必要となり得る。例えば、レンズ状機構の湾曲を調整してよく、及び／又は、光方向変換フィルム中のレンズ状機構と対応するプリズム状機構との間の軸方向距離を調整してよい。

#### 【0107】

図7は、埋め込み構造化表面714aを有する代表的な光方向変換フィルム700の概略断面図を示しており、この図は中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示している。詳細には、キャリアフィルム710が最初に提供される。フィルム710は、工業用連続鋳造及び硬化（3C）プロセス又は他の連続ロールツーロールプロセス（例えば、連続エンボス加工プロセス）などの製造工程にかけるのに十分な強度及びその他の材料特性を有する自立フィルムであり得る。代わりに、フィルム710をバッチ処理してもよい。いずれの場合でも、層712をキャリアフィルム710に適用し、プリズム状機構の構造化表面712aを伴う層を提供する。この層712は、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。別の層714をキャリアフィルム710の対向する主面に適用し、湾曲した、つまりレンズ状機構である構造化表面714aを伴うこの層を提供する。層714も、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。以下に記載する、構造化表面714aがナノ空隙材料に対して埋め込まれるようになる製造工程を考慮して、構造化表面714aのレンズ状機構は、最適な光学的性能を確実にするために、空気への暴露を対象とした同種の構造化表面とは異なる、湾曲又は他のデザインの特徴を有して設計されてよい。最終プロセス工程では、構造化表面714aはナノ空隙層716で埋め戻され、構造化表面714aは埋め込まれるようになる。本実施形態では、構造化表面714aの個々のレンズ状機構は、一般に構造化表面712aに向かって湾曲する曲面を有する。

#### 【0108】

層710、712、714、716は全て、これらの間に著しい空隙又は空気ポケットを伴わずに、好ましくは互いに結合される。更に、意図する用途においていくらかの吸収が所望されない限り、吸収の損失を最小限に抑えつつ、例えば表面712aから表面716aへ光がフィルム700を通過できるように、これらの層は全て、目的の波長範囲内、例えば可視波長範囲にわたって好ましくは光透過性である。フィルム700の層中でヘイズを排除する、又は最小限にすることが望ましい場合があるが、一部の 경우에는、これらの層の1つ、一部、又は全部において低度から中等度の量のヘイズを許容でき、及び／又は特定の用途では望ましい。ナノ空隙層716は、好ましくは本明細書の他の場所で記載するナノ空隙材料からなり、好ましくは、例えば構成体の他の任意の材料層よりも低い、又は例えば1.35未満、又は1.3未満、又は1.15～1.35、若しくは1.15～1.3の範囲内である比較的低い屈折率を有する。構成体の他の層は、任意の好適な光透過性材料、例えば、好適な有機又は無機材料、ポリマー又は非ポリマー、粘弾性材料、接着剤（感圧性接着剤を含む）などで作製されてよい。キャリアフィルム710で使用するのに代表的な材料として、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、及びこれらのコポリマーが挙げられるが、他の好適なポリマー又は非ポリマー材料も使用できる。

#### 【0109】

構造化表面714aを鋳造及び硬化技術で、又は層714、716間に所望の光学的機構を作製できる任意のその他好適な技術で製作してよい。例えば、圧痕形成、エンボス加工、及び射出成形も、いくつかの場合では構造化表面714aの形成に用いてよい。層714、716が、図5と同様のプロセスを用いて作製される場合、ナノ空隙層716は、層714及び構造化表面714aの形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。このよ

うな場合、層 7 1 6 は典型的には層 7 1 4 に相互貫入しない。

【 0 1 1 0 】

光方向変換フィルム 7 0 0、及び本明細書で論じられる他の光方向変換フィルムは、それぞれの図で表される層に加えて別の層と、具体的に記載されるものに加えて別の機構又は特性とを備えてよい。例えば、所望の散乱度を提供する、又は光をフィルタリングする、カラーシフトさせる若しくは偏光させる材料を、フィルム内に組み込んでよい。表面コーティング又は構造体、例えば機能層を、光抽出フィルムの機能性及びおそらく価値を更に増加させるために、外部露出面の片面又は両面に適用することができる。かかる表面コーティングは、例えば光学的、機械的、化学的又は電気的機能を有することができる。かかるコーティング又は構造体の実施例は以下の機能又は特性：防曇、帯電防止、感光防止、反射防止、耐摩耗（耐引掻）、防汚、疎水性、親水性、接着促進、屈折要素、カラーフィルタ、紫外線（UV）フィルタ、スペクトルフィルタ、色ずれ、色修正、偏光修正（線形若しくは円形）、光再指向、拡散又は光学回転、を有するものが挙げられる。取り外し可能な（Removeable）剥離ライナーを、開示されるフィルム及び物品の片面又は両面に提供してもよい。

【 0 1 1 1 】

図 8 は、埋め込み構造化表面 8 1 2 a を有する別の代表的な光方向変換フィルム 8 0 0 の概略断面図を示しており、この図は中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示している。詳細には、キャリアフィルム 8 1 0 が最初に提供される。フィルム 8 1 0 は、工業用連続鋳造及び硬化（3C）プロセス又は他の連続ロールツーロールプロセス（例えば、連続エンボス加工プロセス）などの製造工程にかけるのに十分な強度及びその他の材料特性を有する自立フィルムであり得る。代わりに、フィルム 8 1 0 をパッチ処理してもよい。いずれの場合でも、層 8 1 2 をキャリアフィルム 8 1 0 に適用し、レンズ状機構の構造化表面 8 1 2 a を伴う層を提供する。この層 8 1 2 は、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。構造化表面 8 1 2 a はナノ空隙層 8 1 4 で埋め戻され、構造化表面 8 1 2 a は埋め込まれるようになる。示される実施形態では、ナノ空隙層 8 1 4 はまた、層 8 1 2 の平坦化も行う。構造化表面 8 1 2 a が埋め込まれているため、構造化表面 8 1 2 a のレンズ状機構は、最適な光学的性能を確実にするために、空気への暴露を対象とした同種の構造化表面とは異なる、湾曲又は他のデザインの特徴を有して設計されてよい。最終プロセス工程では、別の層 8 1 6 を構造化表面 8 1 4 上に提供し、プリズム状機構である構造化表面 8 1 6 a をこの層の露出主面上に提供する。

【 0 1 1 2 】

この光抽出フィルム 8 0 0 と上記フィルム 7 0 0 との間には様々な相違点がある。フィルム 8 0 0 では、構造化表面 8 1 2 a の個々のレンズ状機構は、一般にプリズム状構造化表面 8 1 6 a に向かってではなく、離れる方向に湾曲する曲面を有する。またフィルム 8 0 0 では、構造化表面 8 1 2 a、8 1 6 a の両方がキャリアフィルム 8 1 0 の対向する側ではなく、同じ側に形成される。これにより、他の方法よりも構造化表面が互いにより近く配置されることを可能にする。例えば、層 8 1 4、8 1 6 は個々に、及び組み合わせて実質的にキャリアフィルム 8 1 0 より薄くなり得、例えば、表面 8 1 2 a から表面 8 1 6 a までの最大又は最小軸方向距離は、50、又は25、又は10マイクロメートル未満であってよい。フィルム 8 0 0 は、構造化表面 8 1 2 a と 8 1 6 a との間に、ロールツーロール加工において自立支持フィルムとして好適にする物理的特性を有する層を含まなくてよい。

【 0 1 1 3 】

層 8 1 0、8 1 2、8 1 4、8 1 6 は全て、これらの間に著しい空隙又は空気ポケットを伴わずに、好ましくは互いに結合される。更に、これらの層の1つ、一部、又は全部において低度から中等度の量のヘイズは許容でき、及び/又は特定の用途では望ましいものの、これらの層は全て、図7に関連して上述したように、目的の波長範囲内において好ましくは光透過性である。ナノ空隙層及び他の層の組成物は、図7に関連して上述したもの

であってよい。

【0114】

上述のように、構造化表面812aを鋳造及び硬化技術で、又は層812、814間に所望の光学的機構を作製できる任意のその他好適な技術で製作してよい。層812、814が、図5と同様のプロセスを用いて作製される場合、ナノ空隙層814は、層812及び構造化表面812aの形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。このような場合、層814は典型的には層812に相互貫入しない。

【0115】

図9は、埋め込み構造化表面914aを有する別の代表的な光方向変換フィルム900の概略断面図を示しており、この図は中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示している。詳細には、キャリアフィルム910が最初に提供される。フィルム910は、工業用連続鋳造及び硬化(3C)プロセス又は他の連続ロールツーロールプロセス(例えば、連続エンボス加工プロセス)などの製造工程にけるのに十分な強度及びその他の材料特性を有する自立フィルムであり得る。代わりに、フィルム910をバッチ処理してもよい。いずれの場合でも、層912をキャリアフィルム910に適用し、プリズム状機構の構造化表面912aを伴う層を提供する。この層912は、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。ナノ空隙層914をキャリアフィルム910の対向する主面に適用し、湾曲した、或いはレンズ状機構である構造化表面914aを伴うこの層を提供する。ナノ空隙層914も、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。最終プロセス工程では、構造化表面914aは別の(非ナノ空隙化)層916で埋め戻され、構造化表面914aは埋め込まれるようになる。本実施形態では、構造化表面914aの個々のレンズ状機構は、一般に構造化表面912aから離れる方向に湾曲する曲面を有する。

【0116】

この光抽出フィルム900と上記フィルム700、800との間には様々な相違点及び類似点がある。フィルム900では、構造化表面914aの個々のレンズ状機構は、一般にプリズム状構造化表面816aから離れる方向に湾曲する曲面を有する。これはフィルム800と類似し、フィルム700とは異なる。またフィルム900では、構造化表面912a、914aはキャリアフィルム910の対向する側上に形成される。これはフィルム700と類似し、フィルム800とは異なる。

【0117】

層910、912、914、916は全て、これらの間に著しい空隙又は空気ポケットを伴わずに、好ましくは互いに結合される。更に、これらの層の1つ、一部、又は全部において低度から中等度の量のヘイズは許容でき、及び/又は特定の用途では望ましいものの、これらの層は全て、図7に関連して上述したように、目的の波長範囲内において好ましくは光透過性である。ナノ空隙層及び他の層の組成物は、図7に関連して上述したものであってよい。代表的な実施形態では、層916は、高屈折率光学接着剤、例えば、高屈折率ナノ粒子充填接着剤であってよく、又はこれを含んでよい。

【0118】

上述のように、構造化表面912aを鋳造及び硬化技術で、又は層914、916間に所望の光学的機構を作製できる任意のその他好適な技術で製作してよい。層914、916が、図5と同様のプロセスを用いて作製される場合、層916は、ナノ空隙層914及び構造化表面914aの形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。その結果、図6aに関連して説明したように、材料選択及びプロセス条件に応じて、層916はナノ空隙層914に相互貫入できる。これはフィルム700及び800とは異なる。

【0119】

図10は、埋め込み構造化表面1012aを有する別の代表的な光方向変換フィルム1000の概略断面図を示しており、この図は中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示している。詳細には、キャリアフィルム1010が

最初に提供される。フィルム 1010 は、工業用連続鋳造及び硬化（3C）プロセス又は他の連続ロールツーロールプロセス（例えば、連続エンボス加工プロセス）などの製造工程にかけるのに十分な強度及びその他の材料特性を有する自立フィルムであり得る。代わりに、フィルム 1010 をバッチ処理してもよい。いずれの場合でも、ナノ空隙層 1012 をキャリアフィルム 1010 に適用し、レンズ状機構の構造化表面 1012a を伴うナノ空隙層を提供する。このナノ空隙層 1012 は、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。次に構造化表面 1012a を別の（非ナノ空隙化）層 1014 で埋め戻す。示されるように、層 1014 はまた、ナノ空隙層 1012 の平坦化も行う。最終プロセス工程では、別の（非ナノ空隙化）層 1016 を層 1014 上に提供し、プリズム状要素である露出された構造化表面 1016a を伴う層 1016 を提供する。一部の 경우에는、層 1014 及び 1016 を同時に形成できる。例えば、構造化表面 1012a を埋め戻す同じプロセス工程はまた、層 1016 を複製し、構造化表面 1016a を提供することもできる。

10

#### 【0120】

この光抽出フィルム 1000 と上記フィルム 700、800、900 との間には様々な相違点及び類似点がある。フィルム 1000 では、構造化表面 1012a の個々のレンズ状機構は、一般にプリズム状構造化表面 1016a に向かって湾曲する曲面を有する。これはフィルム 700 と類似し、フィルム 800 及び 900 とは異なる。またフィルム 1000 では、構造化表面 1012a、1016a はキャリアフィルム 1010 の同一側上に形成される。これはフィルム 800 と類似し、フィルム 700 及び 900 とは異なる。

20

#### 【0121】

層 1010、1012、1014、1016 は全て、これらの間に著しい空隙又は空気ポケットを伴わずに、好ましくは互いに結合される。更に、これらの層の 1 つ、一部、又は全部において低度から中等度の量のヘイズは許容でき、及び / 又は特定の用途では望ましいものの、これらの層は全て、図 7 に関連して上述したように、目的の波長範囲内において好ましくは光透過性である。ナノ空隙層及び他の層の組成物は、図 7 に関連して上述したものであってよい。

#### 【0122】

上述のように、構造化表面 1012a を鋳造及び硬化技術で、又は層 1012、1014 間に所望の光学的機構を作製できる任意のその他好適な技術で製作してよい。層 1012、1014 が、図 5 と同様のプロセスを用いて作製される場合、層 1014 は、ナノ空隙層 1012 及び構造化表面 1012a の形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。その結果、図 6a に関連して説明したように、材料選択及びプロセス条件に応じて、層 1014 はナノ空隙層 1012 に相互貫入できる。これはフィルム 900 と類似し、フィルム 700 及び 800 とは異なる。

30

#### 【0123】

図 11 は、2 つの埋め込み構造化表面 1114a、1116a を有する代表的な光方向変換フィルム 1100 の概略断面図を示しており、この図は中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示している。詳細には、キャリアフィルム 1110 が最初に提供される。フィルム 1110 は、工業用連続鋳造及び硬化（3C）プロセス又は他の連続ロールツーロールプロセス（例えば、連続エンボス加工プロセス）などの製造工程にかけるのに十分な強度及びその他の材料特性を有する自立フィルムであり得る。代わりに、フィルム 1110 をバッチ処理してもよい。いずれの場合でも、層 1112 をキャリアフィルム 1110 に適用し、プリズム状機構の構造化表面 1112a を伴う層 1112 を提供する。この層 1112 は、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。次いで、別の層 1114 をキャリアフィルム 1110 の対向側に追加し、レンズ状要素である構造化表面 1114a を伴う層 1114 を提供する。層 1114 も、鋳造及び硬化プロセス、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。次に、構造化表面 1114a をナノ空隙層 1116 で埋め戻し、ナノ空隙層の外部主面上に別の構造化表面 1116a を提供する。構造

40

50

化表面 1 1 1 6 a は、フレネルレンズと呼ばれることもあるセグメント化レンズを形成する小面を伴って提供されてよい。ここでも、構造化表面 1 1 1 4 a を埋め戻す同じプロセス工程はまた、層 1 1 1 6 を複製し、構造化表面 1 1 1 6 a を提供することもできることに留意されたい。フレネルレンズは、観察者に向かって光線を屈折させることにより、ディスプレイの水平縁部における画像忠実性の改善に役立てることができ、より大面積の自動立体バックライト及びディスプレイの構成体を潜在的に可能にする。最終工程では、構造化表面 1 1 1 6 a を別の（非ナノ空隙化）層 1 1 1 8 で埋め戻す。示されるように、層 1 1 1 8 はまた、ナノ空隙層 1 1 1 6 の平坦化も行う。

#### 【0124】

この光抽出フィルム 1 1 0 0 と上記フィルム 7 0 0、8 0 0、9 0 0、1 0 0 0 との間には様々な相違点及び類似点がある。フィルム 1 1 0 0 では、構造化表面 1 1 1 4 a の個々のレンズ状機構は、一般にプリズム状構造化表面 1 1 1 2 a に向かって湾曲する曲面を有する。これはフィルム 7 0 0 及び 1 0 0 0 と類似し、フィルム 8 0 0 及び 9 0 0 とは異なる。またフィルム 1 1 0 0 では、構造化表面 1 1 1 2 a、1 1 1 4 a がキャリアフィルム 1 1 1 0 の対向する側に形成される（ただし構造化表面 1 1 1 4 a、1 1 1 6 a はキャリアフィルムの同じ側に形成される）。これはフィルム 7 0 0 及び 9 0 0 と類似し、フィルム 8 0 0 及び 1 0 0 0 とは異なる。フィルム 7 0 0 ~ 1 0 0 0 の全てとは異なり、フィルム 1 1 0 0 は、1 つだけではなく 2 つの埋め込み構造化表面を含む。

#### 【0125】

層 1 1 1 0、1 1 1 2、1 1 1 4、1 1 1 6、及び 1 1 1 8 は全て、これらの間に著しい空隙又は空気ポケットを伴わずに、好ましくは互いに結合される。更に、これらの層の 1 つ、一部、又は全部において低度から中等度の量のヘイズは許容でき、及び / 又は特定の用途では望ましいものの、これらの層は全て、図 7 に関連して上述したように、目的の波長範囲内において好ましくは光透過性である。ナノ空隙層及び他の層の組成物は、図 7 に関連して上述したものであってよい。

#### 【0126】

上述のように、構造化表面 1 1 1 2 a を鋳造及び硬化技術で、又は層 1 1 1 4、1 1 1 6 間に所望の光学的機構を作製できる任意のその他好適な技術で製作してよい。層 1 1 1 4、1 1 1 6 が、図 5 と同様のプロセスを用いて作製される場合、ナノ空隙層 1 1 1 6 は、層 1 1 1 4 及び構造化表面 1 1 1 4 a の形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。このような場合、層 1 1 1 6 は典型的には層 1 1 1 4 に相互貫入しない。これはフィルム 7 0 0 及び 8 0 0 と類似し、フィルム 9 0 0 及び 1 0 0 0 とは異なる。一方、層 1 1 1 6、1 1 1 8 が、図 5 と同様のプロセスを用いて作製される場合、層 1 1 1 8 は、ナノ空隙層 1 1 1 6 及び構造化表面 1 1 1 6 a の形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。その結果、図 6 a に関連して説明したように、材料選択及びプロセス条件に応じて、層 1 1 1 8 はナノ空隙層 1 1 1 6 に相互貫入できる。

#### 【0127】

図 1 2 は、2 つの埋め込み構造化表面 1 2 1 4 a、1 2 2 2 a をも有する代表的な光方向変換フィルム 1 2 0 0 の概略断面図を示しており、この図は中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示している。詳細には、2 枚のキャリアフィルム 1 2 1 0、1 2 2 0 が最初に提供される。これらのフィルムは、工業用連続鋳造及び硬化（3 C）プロセス又は他の連続ロールツーロールプロセス（例えば、連続エンボス加工プロセス）などの製造工程にかけるのに十分な強度及びその他の材料特性を有する自立フィルムであり得る。代わりに、フィルム 1 2 1 0、1 2 2 0 の片方又は両方をバッチ処理してもよい。

#### 【0128】

いずれの場合でも、第 1 の手順では、層 1 2 1 2 をキャリアフィルム 1 1 1 0 に適用し、プリズム状機構の構造化表面 1 2 1 2 a を伴う層 1 1 1 2 を提供する。この層 1 2 1 2 は、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。次いで、別の層 1 2 1 4 をキャリアフィルム 1 2 1 0 の対向側に追

加し、レンズ状要素である構造化表面 1 2 1 4 a を伴う層 1 2 1 4 を提供する。層 1 2 1 4 も、鑄造及び硬化プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。次に構造化表面 1 2 1 4 a をナノ空隙層 1 2 1 6 で埋め戻す。示されるように、ナノ空隙層 1 2 1 6 はまた、層 1 2 1 4 の平坦化も行う。これらの手順により、中間品 1 2 0 2 が形成される。

#### 【0129】

別の手順では、層 1 2 2 2 をキャリアフィルム 1 2 2 0 に適用し、構造化表面 1 2 2 2 a を伴う層 1 2 2 2 を提供する。構造化表面 1 2 2 2 a は、フレネルレンズと呼ばれることもあるセグメント化レンズを形成する小面を伴って提供されてよい。フレネルレンズは、上述のように、観察者に向かって光線を屈折させることによりディスプレイの水平縁部における画像忠実性の改善に役立てることができる。その後、構造化表面 1 2 2 2 a をナノ空隙層 1 2 2 4 で平坦化できる。これらの手順により、中間品 1 2 0 4 が形成される。

#### 【0130】

最終工程では、中間品 1 2 0 2、1 2 0 4 を、接着剤層 1 2 3 0 又はその他好適な結合層を用い、物品 1 2 0 4 の外側表面 1 2 2 4 a を物品 1 2 0 2 の外側表面 1 2 1 6 a に接着することにより結合してよく、それにより最終光方向変換フィルム 1 2 0 0 を形成する。

#### 【0131】

この光抽出フィルム 1 1 0 0 と上記フィルム 7 0 0、8 0 0、9 0 0、1 0 0 0、1 1 0 0 との間には様々な相違点及び類似点がある。フィルム 1 2 0 0 では、構造化表面 1 2 1 4 a の個々のレンズ状機構は、一般にプリズム状構造化表面 1 2 1 2 a に向かって湾曲する曲面を有する。これはフィルム 7 0 0、1 0 0 0、及び 1 1 0 0 と類似し、フィルム 8 0 0 及び 9 0 0 とは異なる。またフィルム 1 2 0 0 では、構造化表面 1 2 1 2 a、1 2 1 4 a がキャリアフィルム 1 2 1 0 の対向する側に形成される（ただし構造化表面 1 2 1 4 a、1 2 2 2 a はキャリアフィルムの同じ側に形成される）。これはフィルム 7 0 0、9 0 0、及び 1 1 0 0 と類似し、フィルム 8 0 0 及び 1 0 0 0 とは異なる。フィルム 7 0 0 ~ 1 0 0 0 とは異なるが、フィルム 1 1 0 0 とは同様に、フィルム 1 2 0 0 は、1 つだけではなく 2 つの埋め込み構造化表面を含む。

#### 【0132】

層 1 2 1 0、1 2 1 2、1 2 1 4、1 2 1 6、1 2 2 0、1 2 2 2、1 2 2 4、及び 1 2 3 0 は全て、これらの間に著しい空隙又は空気ポケットを伴わずに、好ましくは互いに結合される。更に、これらの層の 1 つ、一部、又は全部において低度から中等度の量のヘイズは許容でき、及び / 又は特定の用途では望ましいものの、これらの層は全て、図 7 に関連して上述したように、目的の波長範囲内において好ましくは光透過性である。ナノ空隙層及び他の層の組成物は、図 7 に関連して上述したものであってよい。ナノ空隙層 1 2 1 6、1 2 2 4 は、同じ組成物、又は異なる組成物を有してよい。

#### 【0133】

上述のように、構造化表面 1 2 1 4 a を鑄造及び硬化技術で、又は層 1 2 1 4、1 2 1 6 間に所望の光学的機構を作製できる任意のその他好適な技術で製作してよい。層 1 2 1 4、1 2 1 6 が、図 5 と同様のプロセスを用いて作製される場合、ナノ空隙層 1 2 1 6 は、層 1 2 1 4 及び構造化表面 1 2 1 4 a の形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。このような場合、層 1 2 1 6 は典型的には層 1 2 1 4 に相互貫入しない。これはフィルム 7 0 0、8 0 0、及び 1 1 0 0 と類似し、フィルム 9 0 0 及び 1 0 0 0 とは異なる。同様に、層 1 2 2 2、1 2 2 4 が、図 5 と同様のプロセスを用いて作製される場合、ナノ空隙層 1 2 2 4 は、層 1 2 2 2 及び構造化表面 1 2 2 2 a の形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。このような場合、層 1 2 2 4 は典型的には層 1 2 2 2 に相互貫入しない。

#### 【0134】

光方向変換フィルム 7 0 0 ~ 1 2 0 0 は全て、埋め込まれた（つまり内面の）構造化表面と露出された（つまり外面の）構造化表面を組み込み、ここで埋め込み構造化表面はレンズ状要素を備え、露出構造化表面はプリズム状要素を備える。プリズム状構造化表面が

埋め込み表面であり、レンズ状構造化表面が露出表面である実施形態、並びにプリズム状構造化表面及びレンズ状構造化表面の両方が埋め込み表面である実施形態も想到される。これらの構成体は、新しいタイプの単一フィルムアセンブリ型積層多成分光学物品を表す。

#### 【0135】

図13は、埋め込み構造化表面1312aを有する別の代表的な光方向変換フィルム1300の概略断面図を示しており、この図は中間体又は前駆体物品も示し、光方向変換フィルムが製造され得る一つの方法を示している。詳細には、キャリアフィルム1310が最初に提供される。フィルム1310は、工業用連続鋳造及び硬化(3C)プロセス又は他の連続ロールツーロールプロセス(例えば、連続エンボス加工プロセス)などの製造工程にかけるのに十分な強度及びその他の材料特性を有する自立フィルムであり得る。代わりに、フィルム1310をバッチ処理してもよい。いずれの場合でも、層1312をキャリアフィルム1310に適用し、プリズム状機構の構造化表面1312aを伴う層を提供する。この層1312は、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。別の層1314をキャリアフィルム1310の対向する主面に適用し、湾曲した、つまりレンズ状機構である構造化表面1314aを伴うこの層を提供する。層1314も、鋳造及び硬化プロセスで、エンボス加工プロセスで、又は任意のその他好適なプロセスで製造されてよい。最終プロセス工程では、構造化表面1312aはナノ空隙層1316で埋め戻され、構造化表面1312aは埋め込まれるようになる。示されるように、ナノ空隙層1316はまた、層1312の平坦化も行う。

10

20

#### 【0136】

この光抽出フィルム1300と上記フィルム700~1200との間には様々な相違点及び類似点がある。フィルム1300では、構造化表面1314aの個々のレンズ状機構は、一般にプリズム状構造化表面1312aに向かって湾曲する曲面を有する。これはフィルム700、1000、1100、1200と類似し、フィルム800及び900とは異なる。またフィルム1300では、構造化表面1312a、1314aはキャリアフィルム1310の対向する側上に形成される。これはフィルム700、900、1100、1200と類似し、フィルム800及び1000とは異なる。

#### 【0137】

層1310、1312、1314、1316は全て、これらの間に著しい空隙又は空気ポケットを伴わずに、好ましくは互いに結合される。更に、これらの層の1つ、一部、又は全部において低度から中等度の量のヘイズは許容でき、及び/又は特定の用途では望ましいものの、これらの層は全て、図7に関連して上述したように、目的の波長範囲内において好ましくは光透過性である。ナノ空隙層及び他の層の組成物は、図7に関連して上述したものであってよい。

30

#### 【0138】

上述のように、構造化表面1312aを鋳造及び硬化技術で、又は層1312、1316間に所望の光学的機構を作製できる任意のその他好適な技術で製作してよい。層1312、1316が、図5と同様のプロセスを用いて作製される場合、ナノ空隙層1316は、層1312及び構造化表面1312aの形成後に生成された埋め戻し層を構成し得る。このような場合、層1316は典型的には層1312に相互貫入しない。

40

#### 【0139】

図14及び15は、プリズム状構造化表面及びレンズ状構造化表面の両方が埋め込まれた、別の代表的な光方向変換フィルムの概略断面図である。図14では、光方向変換フィルム1400は、その対向側が適用されているキャリアフィルム1410と、プリズム状機構である構造化表面1412aを伴って提供される層1412と、レンズ状機構である構造化表面1414aを伴って提供される層1414と、を備える。構造化表面1412aは、ナノ空隙層1416で埋め戻され、これは層1412の平坦化も行う。構造化表面1414aは、別のナノ空隙層1418で埋め戻され、これは層1414の平坦化を行う。

50

。ナノ空隙層 1 4 1 6、1 4 1 8 は、所望通りに同じ組成物、又は異なる組成物を有してよい。フィルム 1 4 0 0 は、他の構成要素、例えば自動立体ディスプレイシステムの他の構成要素への取り付けが便利な、2 つの平面的外側表面、1 4 1 6 a 及び 1 4 1 8 a を提供する。

#### 【0 1 4 0】

図 1 5 は、図 1 4 のフィルムと類似するが、他の構成要素への取り付けが便利な剥離ライナーで覆われた透明な接着剤層を更に含む、光方向変換フィルム 1 5 0 0 を示す。フィルム 1 5 0 0 は、その対向側が適用されているキャリアフィルム 1 5 1 0 と、プリズム状機構である構造化表面 1 5 1 2 a を伴って提供される層 1 5 1 2 と、レンズ状機構である構造化表面 1 5 1 4 a を伴って提供される層 1 5 1 4 と、を備える。構造化表面 1 5 1 2 a は、ナノ空隙層 1 5 1 6 で埋め戻され、これは層 1 5 1 2 の平坦化も行う。構造化表面 1 5 1 4 a は、別のナノ空隙層 1 5 1 8 で埋め戻され、これは層 1 5 1 4 の平坦化を行う。ナノ空隙層 1 5 1 6、1 5 1 8 は、所望通りに同じ組成物、又は異なる組成物を有してよい。2 つの追加層 1 5 2 0、1 5 2 2 は、好ましくは接着剤（例えば透明な感圧性接着剤）層であり、それぞれ層 1 5 1 6、1 5 1 8 に適用される。取り外し可能な剥離ライナー 1 5 2 4、1 5 2 6 は、フィルム 1 5 0 0 の外部に提供され、示されるように、他の構成要素への取り付けが差し迫るまで接着剤層を保護する。フィルム 1 5 0 0 は、他の構成要素、例えば自動立体ディスプレイシステムの他の構成要素への取り付けが便利な、2 つの平面的表面、1 5 2 0 a 及び 1 5 2 2 a を提供する。

#### 【0 1 4 1】

図 1 6 は、図 1 4 又は 1 5 と同様に、代表的な光方向変換フィルムが、ディスプレイパネル 1 6 2 6 及び光ガイド 1 6 2 4 など他の光学的構成要素に取り付けられている、光学装置 1 6 0 0 の概略断面図である。光方向変換フィルムは、その対向側が適用されているキャリアフィルム 1 6 1 0 と、プリズム状機構である構造化表面 1 6 1 2 a を伴って提供される層 1 6 1 2 と、レンズ状機構である構造化表面 1 6 1 4 a を伴って提供される層 1 6 1 4 と、を備える。構造化表面 1 6 1 2 a は、ナノ空隙層 1 6 1 6 で埋め戻され、これは層 1 6 1 2 の平坦化も行う。構造化表面 1 6 1 4 a は、別のナノ空隙層 1 6 1 8 で埋め戻され、これは層 1 6 1 4 の平坦化を行う。ナノ空隙層 1 6 1 6、1 6 1 8 は、所望通りに同じ組成物、又は異なる組成物を有してよい。2 つの追加層 1 6 2 0、1 6 2 2 は、好ましくは接着剤（例えば透明な感圧性接着剤）層であり、それぞれ層 1 6 1 6、1 6 1 8 に適用される。これらの接着剤層を用いて、光方向変換フィルムをディスプレイパネル 1 6 2 6 に、また光ガイド 1 6 2 4 に取り付けできる。ディスプレイパネル及び光ガイドは、自動立体ディスプレイシステムに適した種類であってよい。

#### 【0 1 4 2】

一部の場合では、光方向変換フィルムを、光ガイド又はディスプレイパネル以外の光透過性部材に取り付けることが望ましい場合があり、ここでこの部材は、機械的剛性又は安定性を提供する、例えば、光方向変換フィルムがゆがむ、ないしは別の方法により変形することを防ぐように構成される。したがって、例えば、ディスプレイパネル 1 6 2 6 及び光ガイド 1 6 2 4 の片方又は両方を、比較的堅い又は剛性の基材、例えば透明なガラス若しくはプラスチックの硬い部分、又は透明なプレート、又はその他透明な支持体で置き換えてよい。一実施形態では、ディスプレイパネル 1 6 2 6 をそのような基材で置き換えてよく、層 1 6 1 6、1 6 2 0、及び 1 6 2 4 を省略してよい。別の実施形態では、光ガイド 1 6 2 4 をそのような基材で置き換えてよく、層 1 6 1 8、1 6 2 2、及び 1 6 2 6 を省略してよい。更に別の実施形態では、ディスプレイパネル 1 6 2 6 及び光ガイド 1 6 2 4 の両方をそのような基材で置き換えてよい。

#### 【0 1 4 3】

図 1 6 の装置と類似する装置 1 7 0 0 を、更なる詳細と共に図 1 7 に示す。装置 1 7 0 0 でも同様に、光ガイド、光方向変換フィルム、及びディスプレイパネルは全て、層間に空隙又は空気ポケットを含まず、共に組み合わせられ単一のユニットになる。光方向変換フィルムは、その対向側が適用されているキャリアフィルム 1 7 1 0 と、プリズム状機構

0

## 20

図 17 の一態様が説明に値する。領域 1701 を除き、この図はデカルト  $y - z$  平面の概略断面図として示される。しかし領域 1701 は、直行する  $x - z$  平面の概略断面図である。構造化表面 1712 a、1714 a、及び 1724 a の機構が沿って延在する軸に垂直な軸に、沿って延在する構造化表面 1716 a のレンズ状構造体が容易に認識できるように、便宜上この独特な図を提供する。

【 0 1 4 5 】

30

【 0 1 4 6 】

50

同様に、領域 1901 が、図の残りの部分に対して垂直の面の装置の図を示すという意味で、図 19 は分割されている。) 別々に、浅いプリズム状機構を画定する構造化表面 1922a を有するナノ空隙層 1922 を伴う、基材 1920 を提供する。ナノ空隙層 1916、1922 は、同じ組成物、又は異なる組成物を有してよい。最終装置 1900 を形成するため、光方向変換フィルム 1902 の構造化表面 1916a、及び基材 1904 の構造化表面 1922a を、厚い透明な材料層 1930 により結合し、その厚さ、その屈折率特性(その屈折率は、実質的に隣接するナノ空隙層 1916、1922 より高く、例えば少なくとも 0.2、0.3、0.4、又は 0.5 高い)、及びその外側表面の構造化特性に基づいて、光ガイドを形成するように構成される。層 1930 として用いるのに好適な材料には、光学的に透明な接着剤及び高粘性樹脂が挙げられる。好適な材料についての更なる詳細は、2010 年 1 月 13 日に出願された同一出願人による米国特許出願 61/294,671 号に見出すことができる。基材 1920 は、光ガイド 1930 の表面 1922 を逃れる光を反射して光ガイド内に戻すために、好ましくは高度に反射する。したがって基材は、例えば、反射性金属コーティング、及び/又は、Vikuiti (商標) Enhanced Specular Reflector (ESR) フィルムなどの反射性多層光学フィルムを備えてよい。

10

#### 【実施例】

#### 【0147】

プリズム状機構を含む底部、つまり背面構造化表面と、レンズ状機構を含む上部、つまり前側構造化表面とを備える、自動立体ディスプレイで用いるのに好適な 3D 光方向変換フィルムを製作した。前側構造化表面を、ナノ空隙化超低屈折率(ULI)材料層で埋め戻し、平坦化した。したがって、平坦化された光方向変換フィルム(この段階では埋め込み構造化レンズ状表面を有する)は、ナノ空隙層の平面的表面を剛性基材に取り付けることにより、剛性の透明基材(LCD パネルの裏側を模した基材)に積層できる形態であった。この試験の 1 つの目的は、導光フィルムが、埋め込まれたレンズ状表面により、十分な光学的性能を提供できるかどうかを判定することとした。

20

#### 【0148】

3D 光方向変換フィルムで製造した自動立体ディスプレイは、典型的にはフィルム又は任意のかなりの程度まで光を拡散する他の構成要素を組み込まないため、3D 光方向変換フィルムにおける 1 つの設計上の検討事項は、モアレパターンの回避である。3D 光方向変換フィルムのプリズム状機構及びレンズ状機構のピッチを最適化し、特定の LCD パネルについてモアレ効果を低減した。最適化により、レンズ状機構に対して 46.000 マイクロメートル、及びプリズム状機構に対して 46.009 マイクロメートルのピッチが得られた。この最適化ピッチは、同様に、フィルム厚さが、あるプリズム状機構と、その対応するレンズ状機構との間の距離を制御するため、どのフィルム厚さを用いるかについて影響する。

30

#### 【0149】

従来の 3D 光方向変換フィルムが製造され、従来の自動立体ディスプレイ内に設置された後、光方向変換フィルムと隣接する構成要素との間のくずによる摩耗、LCD パネルに対する光方向変換フィルムの前側のレンズ状機構の湿潤、及び、装置の加熱及び冷却、並びにフィルムの材料特性に起因するゆがみなど、有害な環境条件に曝される。フィルムのゆがみに関する問題は、光方向変換フィルムの製造に用いたフィルムの厚さに関連するが、モアレ効果に対するフィルム厚さの関係により、ゆがみを低減しようとする試みでフィルム厚さを単純に増加させることはできない。

40

#### 【0150】

3D 光方向変換フィルムの前側レンズ状構造化表面の、ナノ空隙化低屈折率材料による埋め戻し、及び平坦化を考慮するとき、空気をナノ空隙材料で置き換えると、光方向変換フィルムにおける光学的設計に関する問題が持ち上がる。一部の場合では、低屈折率ナノ空隙材料の導入により、フィルム厚さの変更(すなわち、プリズム状構造化表面からレンズ状構造化表面までの軸方向距離の変更)を必要とする場合がある。ナノ空隙材料の存在

50

にフィルムを適合させる別の潜在的な方法としては、図 2 2 の構造化表面 2 2 6 2 に示されるように、プリズム状構造化表面上の平面プリズム小面をわずかに湾曲した小面と置き換えること、及び / 又は、フィルム厚さの変化があるとき、若しくはないときの収差を補正するために、湾曲したレンズ状表面の形状を、例えば非球面表面に変更すること、が挙げられる。

#### 【 0 1 5 1 】

3 種の異なる 3 D 光方向変換フィルムを作製し、検査した。ナノ空隙層を全く組み込まなかった第 1 のフィルムを作製した。このフィルムは、ナノ空隙層を含めなかった以外は、図 7 のフィルム 7 0 0 に類似する構成を有した。この実施形態においてキャリアフィルム（図 7 のフィルム 7 1 0 参照）は、厚さ 2 ミル（5 0 . 8 マイクロメートル）の P E T 10 とした。レンズ状機構（図 7 の構造化表面 7 1 4 a 参照）は、4 4 . 0 0 0 マイクロメートルのピッチ、及び 3 6 . 5 マイクロメートルの単純な湾曲（円筒状に成形された）を有し、1 . 5 0 0 の屈折率を有するブレンドアクリレート樹脂からなっていた。プリズム機構（図 7 の構造化表面 7 1 2 a 参照）は、4 4 . 0 0 8 マイクロメートルのピッチ、及び 6 0 度のプリズム頂角を有し、屈折率 1 . 5 0 0 の同じブレンドアクリレート樹脂からなっていた。この第 1 のフィルムのレンズ状構造化表面及びプリズム状構造化表面の両方を、空気に露出した。フィルムは概して、長さ 8 8 m m、及び幅 1 1 8 m m の方形状であった。

#### 【 0 1 5 2 】

フィルムのレンズ状微細構造化表面を平坦化したナノ空隙層を含み、図 7 のフィルム 7 0 0 と類似する構成を有する、第 2 及び第 3 の 3 D 光方向変換フィルムを作製した。これらの 3 D フィルムは、それぞれ長さ 6 5 m m 及び幅 8 8 m m を有し、ナノ空隙層の存在、及びレンズ状構造化表面の埋め込み特性を補うように、第 1 の 3 D フィルムと比べて幾つかの修正点を組み込んだ。第 2 の 3 D フィルムについて、修正点は、レンズ状構造化表面の形状の、非球面形状、つまりより正確には、各レンズ状機構の上端部から縁部に変化した曲率を有することにより、湾曲した拡大表面が直円柱から外れている形状への変更とした。約 1 . 2 の屈折率、並びに、レンズ状機構の上端部で約 3 マイクロメートルの、及び 20 レンズ状機構の縁部で 1 5 マイクロメートルの厚さを有するナノ空隙材料の層で、レンズ状構造化表面を平坦化した。キャリアフィルムの厚さなど、その他の設計詳細は、第 1 の 3 D フィルムと同じとした。第 3 の 3 D フィルムについて、修正点は、レンズ状構造化表面の形状の変更（第 2 の 3 D フィルムで用いた形状と同じ）、及び、プリズム状構造化表面の小面の形状の変更（平面的小面ではなく、頂点におけるプリズム頂角が約 6 8 . 6 度 30 となるように、小面を若干湾曲させ、わずかに凸状とした）（図 7 の構造化表面 7 1 2 a 参照）とした。ナノ空隙材料によるレンズ状構造化表面の平坦化など、その他の設計詳細は、第 2 の 3 D フィルムと同じとした。

#### 【 0 1 5 3 】

記載されるように、第 1、第 2、及び第 3 の 3 D フィルムは代わりに、3 D フィルムと光ガイドとの間に空隙を伴って標準的な自動立体光ガイド（例えば図 3 参照）の前側に置かれ、3 D フィルムから放射された光の角度分布を A u t r o n i c のコノスコープで測定した。図 2 0 a は、第 1 の 3 D フィルムの角度出力を示す。曲線 2 0 1 0 は、光ガイドの一方の縁部の光源が通電されたときの、放射された左眼用光線を表し、曲線 2 0 1 2 は、光ガイドの他方の縁部の光源が通電されたときの、放射された右眼用光線を表す。これらの曲線は、標準的な自動立体バックライト（光ガイド / 3 D フィルムの組み合わせ）に典型的である。図 2 0 b は、第 2 の 3 D フィルムの角度出力を示す。曲線 2 0 2 0 は、放射された左眼用光線を表し、曲線 2 0 2 2 は、放射された右眼用光線を表す。図 2 0 c は、第 3 の 3 D フィルムの角度出力を示す。曲線 2 0 3 0 は、放射された左眼用光線を表し、曲線 2 0 3 2 は、放射された右眼用光線を表す。各図において、左及び右の光分布の交差する位置は、3 D フィルム上のレンズ状機構のプリズム状機構との整列に関連する。図 2 0 b 及び 2 0 c における光分布の形状が、図 2 0 a のものとほぼ同じ又は類似することは、埋め込み構造化表面及びナノ空隙材料層を有する 3 D 光方向変換フィルムを作製し、 40 50

標準的な 3 D 光方向変換フィルムと同じ又は類似するように機能することができたことを示す。

【 0 1 5 4 】

光方向変換フィルムの出力表面の異なる部分について更にコノスコープ測定を実施し、上記 3 種の製作した 3 D フィルムそれぞれについて結果を解析した。データ解析には、視野自由度に関する主要パラメーター、例えば交差点予測、右眼視野ローブ、及び左眼視野ローブの決定を含み、これらは観察者が位置することができ、依然として画像を立体的に観察できる空間領域に関連する。製作した第 1、第 2、及び第 3 の 3 D フィルムについて、それぞれ図 2 1 a、b、及び c に視野自由度の結果をプロットし、図 2 1 d には、これらの図で用いる様々な記号を示す図 2 1 a ~ c の凡例又は略号を提供する。各点における左及び右の光分布の交差点を算出した。交差点の予測を空間に外挿し、これを各図 2 1 a ~ c 中に線 2 1 2 0 (図 2 1 d) により示す。算出及び測定の両方により各眼の視野自由度も決定した。パターン 2 1 2 2 a は算出されたように最大右眼視野ローブを表し、パターン 2 1 2 2 b は測定されたように右眼用視野ローブを表し、パターン 2 1 2 4 a は算出されたように最大左眼視野ローブを表し、パターン 2 1 2 4 b は測定されたように左眼用視野ローブを表す。

10

【 0 1 5 5 】

図 2 1 a ~ c の視野自由度のプロットは、記載される 3 D フィルムで作製されたそれぞれの立体バックライト全体におけるコノスコープ測定に基づき、各 3 D 光方向変換フィルムの性能が類似していることを示す。フィルムが類似性能を提供することがわかり、いずれの場合にも、左眼及び右眼に対して算出された視野ローブが、対応する最大視野ローブにほぼ完全に重なる。第 2 及び第 3 の 3 D フィルムの性能が平坦化ナノ空隙層の存在により不十分であった場合、測定された視野ローブは最大視野ローブよりも実質的に小さくなっているだろう。

20

【 0 1 5 6 】

図 2 2 は、製作した、上記第 2 の 3 D 光方向変換フィルム 2 2 0 0 及び第 3 の 3 D 光方向変換フィルム 2 2 5 0 の断面図の顕微鏡写真である。フィルム 2 2 0 0 は、P E T キャリアフィルム、つまり基材 2 2 1 0 を備え、プリズム状構造化表面 2 2 1 2 a を有する第 1 ポリマー層 2 2 1 2、及びレンズ状構造化表面 2 2 1 4 a を有する第 2 ポリマー層 2 2 1 4 が適用されている。低屈折率ナノ空隙材料の層 2 2 1 6 は、構造化表面 2 2 1 4 a を平坦化する。フィルム 2 2 5 0 は、P E T キャリアフィルム、つまり基材 2 2 6 0 を備え、プリズム状構造化表面 2 2 6 2 a を有する第 1 ポリマー層 2 2 6 2、及びレンズ状構造化表面 2 2 6 4 a を有する第 2 ポリマー層 2 2 6 4 が適用されている。低屈折率ナノ空隙材料の層 2 2 6 6 は、構造化表面 2 2 6 4 a を平坦化する。上記のように、表面 2 2 1 4 a、2 2 6 4 a のレンズ状要素は、各レンズ状要素の上端部から縁部にかけて様々な曲率を有し、プリズム状構造化表面 2 2 6 2 a の小面は平面というよりはわずかに湾曲している。

30

【 0 1 5 7 】

上部レンズ状構造化表面がナノ空隙層に没入された平坦化 3 D 光方向変換フィルムの製作に加え、光方向変換フィルム、光ガイド、及び背面反射体を含む構成体の挙動についてもモデリングし、ここでは光方向変換フィルムのレンズ状構造化表面 (例えば図 1 7 の構造化表面 1 7 1 4 a 参照) が全ての場合において空気に露出され、構成体中の様々な他の構造化表面 (詳細には、( 1 ) 光ガイドの前側のレンズ状構造化表面 (例えば図 1 7 の表面 1 7 1 6 a 参照)、( 2 ) 光ガイドの後側の浅いプリズム状構造化表面 (例えば図 1 7 の表面 1 7 2 4 a 参照)、及び( 3 ) 光方向変換フィルムの後側のプリズム状構造化表面 (例えば図 1 7 の表面 1 7 1 2 a 参照)) が、平坦化ナノ空隙化低屈折率層を伴って選択的に提供された。光ガイドの寸法は 7 2 mm × 4 8 mm (面内又は横断寸法) × 0 . 8 mm (軸方向又は厚さ寸法) であり、3 D 光方向変換フィルムのレンズ状及びプリズム状構造化表面は 4 0 0 mm の公称視距離を提供するように設計されたと仮定し、このモデリングを行った。モデリングにおいて、光を光ガイドに放射し、ディスプレイから 4 0 0 mm

40

50

【 0 1 5 8 】

(2) 光ガイドの後側の浅いプリズム状構造化表面（例えば図17の表面1724a参照）と背面反射体（例えば図17の層1728参照）との間の空間（例えば層1726参照）が、空気で満されているか、ナノ空隙化ULI材料で充填されているかのいずれかの場合

所定の順列を３文字コードで指定する。ここで「a」は空気を意味し、「u」はナノ空隙化ＵＬＩ材料を意味する。例えば、「a a u」は、上記条件（１）に空気をうい、上記条件（２）にも空気をうい、条件（３）にＵＬＩをういすることを意味する。別の例として、「u a a」は、上記条件（１）にナノ空隙化ＵＬＩをうい、上記条件（２）にも空気をうい、条件（３）に空気をういすることを意味する。なお、コードの１番目の文字が「a」であるが、コードの最後の文字が「u」の場合、平坦化ＵＬＩ層が光方向変換フィルムの後側プリズム状構造化表面上に提供されるが、この平坦化層は、空気に露出された光ガイドの上面の中ほどまで延在するだけであることを意味する。同様に、コードの１番目の文字が「u」であるが、最後の文字が「a」の場合、平坦化ＵＬＩ層が光ガイドの前側レンズ状構造化表面上に提供されるが、光方向変換フィルムの底面のプリズム状構造化表面が空気に露出されたままであるように、光方向変換フィルムの底面の中ほどまで延在するだけであることを意味する。

【 0 1 5 9 】

このモデリングは、ナノ空隙化 U L I 材料が使用される場合、ナノ空隙化 U L I 材料の屈折率は 1.2 であると仮定した。このモデリングはまた、光ガイドが、以下のパラメーター、すなわち、屈折率 1.5、浅いプリズムの夾角 17.2 度、及び浅いプリズムのピッチ 0.408 mm を有すると仮定した。このモデルはまた、3D フィルムが、以下のパラメーター、すなわち、屈折率 1.5、プリズムの夾角 60 度、プリズムのピッチ 0.2600407 mm、レンズの曲率半径 0.1815 mm、レンズのピッチ 0.260 mm、及び全厚 0.506 mm を有すると仮定した。このモデルはまた、鏡面ミラー反射率が 98.5 % であると仮定した。このモデリングはまた、全ての順列において、同一の構造化表面形状であると仮定した。すなわち、光方向変換フィルムの構造化表面、及び光ガイドの位置、角度、曲率などは順列によって変化しなかった。

【 0 1 6 0 】

8つの順列をモデリングし、クロストーク、すなわち観察者の「誤った」眼に入る光の量を、ディスプレイ表示領域の横断軸に沿った位置である、ディスプレイ位置の関数として算出した。ディスプレイの表示領域は光ガイドのものより小さく、十分な混和を可能にする。モデリングした実際の表示領域は54 mm × 41 mmであった。この結果は図23に示し、各曲線は特定の順列コードと関連する。プロットした曲線から、リズム状構造化表面(3D光方向変換フィルムの後側)とレンズ状構造化表面(光ガイドの前側)との間の空間が超低屈折率材料のナノ空隙層で完全に満たされる、有用な実施形態を構成できることが特に確認される。

【 0 1 6 1 】

逆に明確に指定されない限り、「上面」、「底面」、「覆う」、「基材」、「支える」、及び「上」は、本出願の目的において、重力に関して任意の特定の向きを必要とするとは解釈されてはならないことが理解されるであろう。

【 0 1 6 2 】

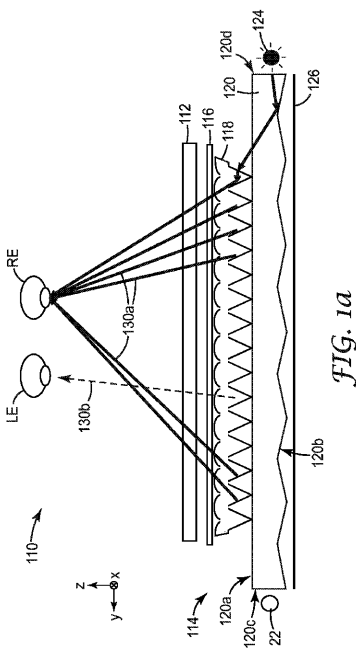
特に指定されない限り、本明細書及び特許請求の範囲において使用する、数量、特性の測定値などを表す全ての数値は、「約」という語で修飾されるものとして理解されるべきである。したがって、そうでない旨が指定されない限り、上記の明細書及び特許請求の範囲において記載された数値パラメータは、本出願の教示を利用する当業者が得ようと求める望ましい特性に応じて変化し得る概算値である。均等論を「特許請求の範囲」の範疇に適用することを制限しようとする試みではなく、各数値パラメータは少なくとも、記録された有効数字の桁数を考慮して、又通常の四捨五入を適用することによって解釈されるべきである。本発明の広範な範囲を示す数値範囲及びパラメータは近似であるにもかかわらず、いかなる数値も本明細書で述べられる具体的な例で示される程度に、これらは妥当に可能な限り精確に報告される。しかしながら、いかなる数値も試験及び測定の限界に関連する誤差を含み得る。

10

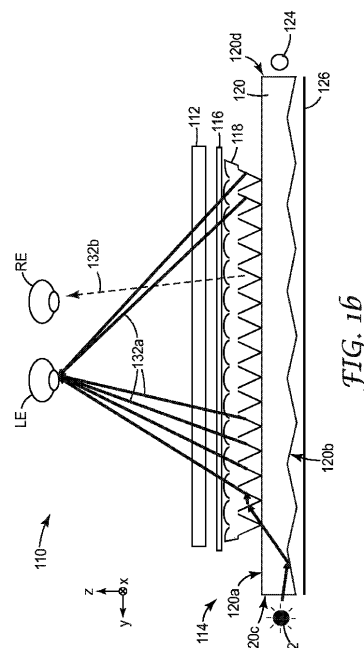
# 【 0 1 6 3 】

本発明の様々な修正及び変更は、本発明の範囲及び趣旨から逸脱せずに当該技術分野の当業者に明らかとであり、本発明は、ここに記載された例示的な実施形態に限定されないことが理解されるべきである。例えば、1つの開示実施形態の特徴は、別に記載のない限り、他の開示実施形態全てにも適用され得ることを、読者は推定すべきである。また、本明細書において参照された全ての米国特許、公開特許出願、並びに他の特許及び非特許文書は、それらが上述の開示に矛盾しない範囲において、参照によって全てが組み込まれることが理解されるべきである。

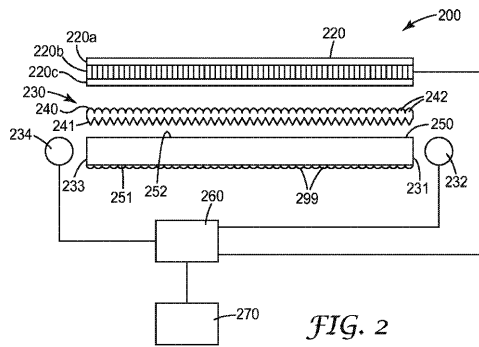
## 【 図 1 a 】



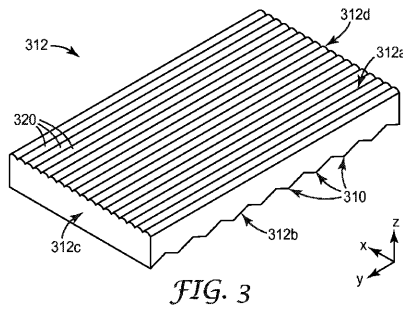
## 【 図 1 b 】



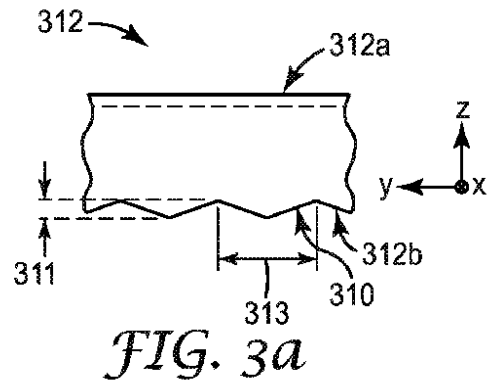
【図 2】



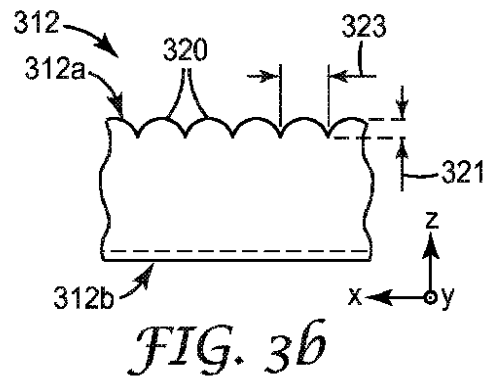
【図 3】



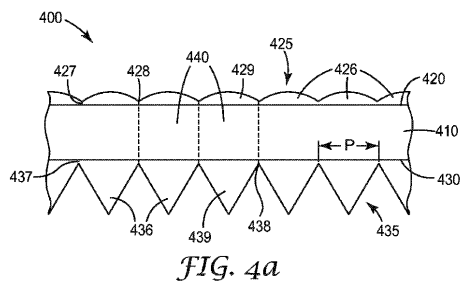
【図 3 a】



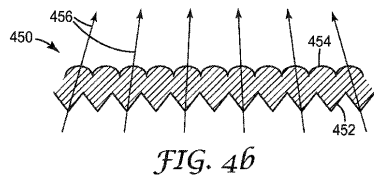
【図 3 b】



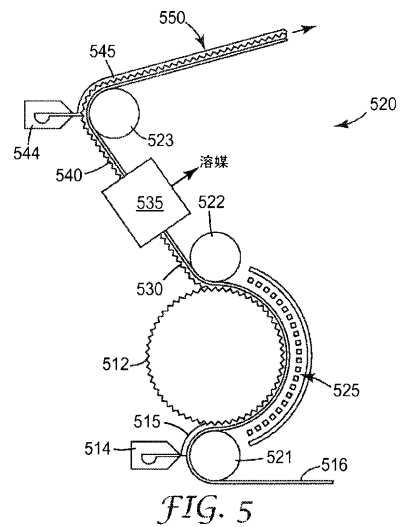
【図 4 a】



【図 4 b】



【図 5】



【 図 7 】

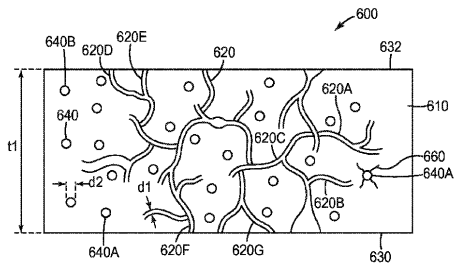


FIG. 6

【 図 6 a 】

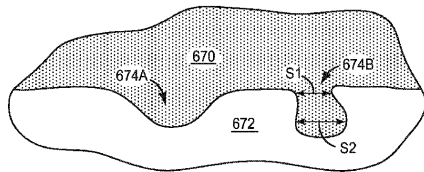


FIG. 6a

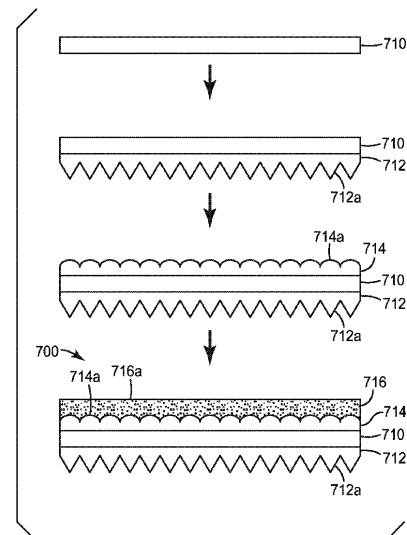


FIG. 7

【 図 8 】

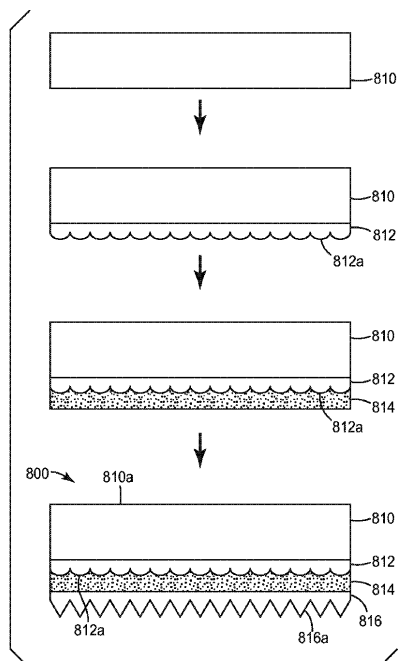


FIG. 8

【 図 9 】

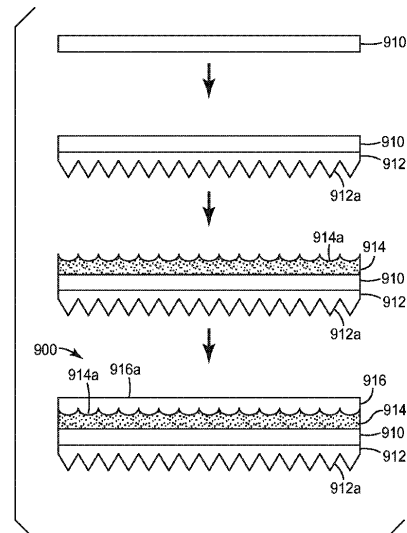


FIG. 9

【図 10】

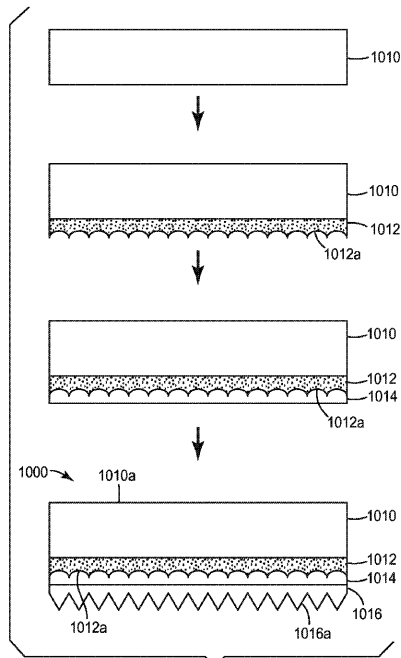


FIG. 10

【図 11】

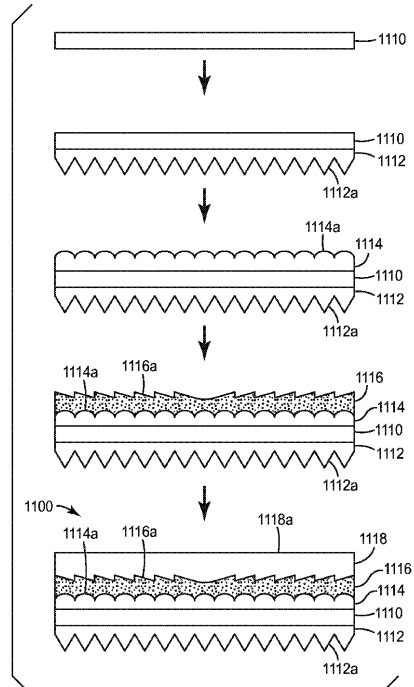


FIG. 11

【図 12】

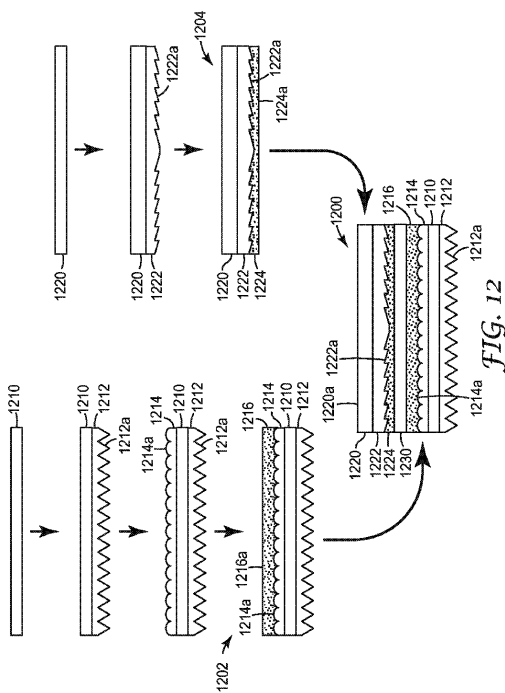


FIG. 12

【図 13】

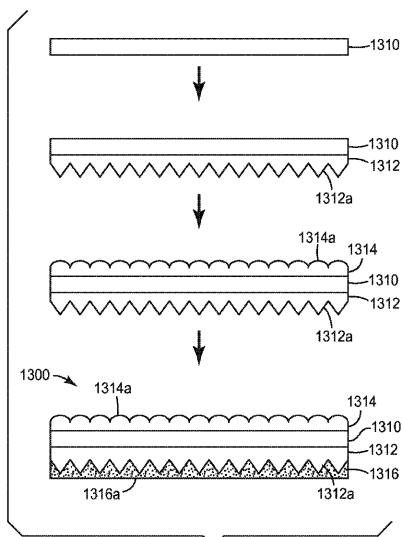


FIG. 13

【図 14】

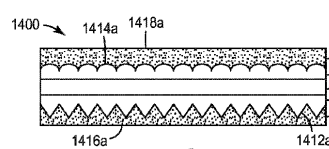


FIG. 14

【図 15】

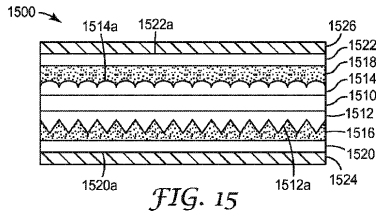


FIG. 15

【図 16】

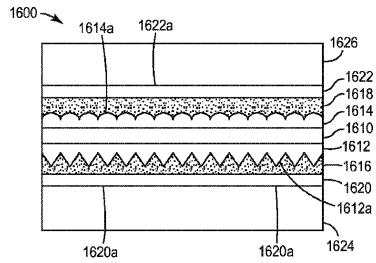


FIG. 16

【図 17】

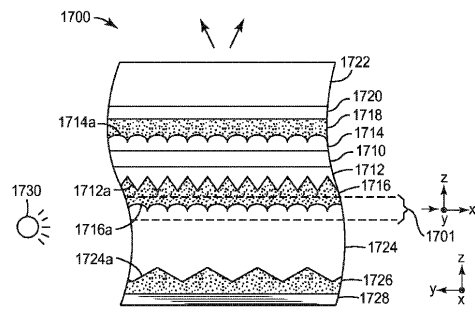


FIG. 17

【図 18】

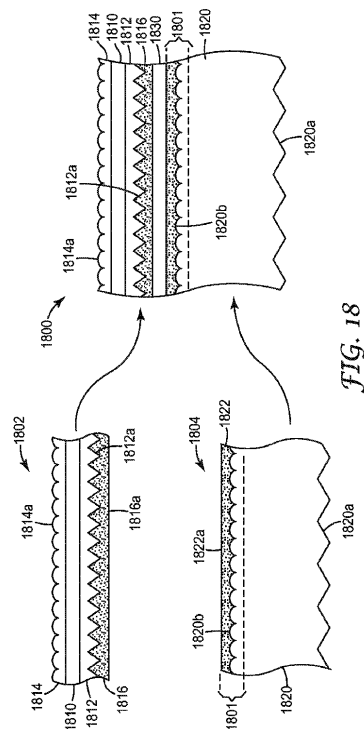


FIG. 18

【図 19】

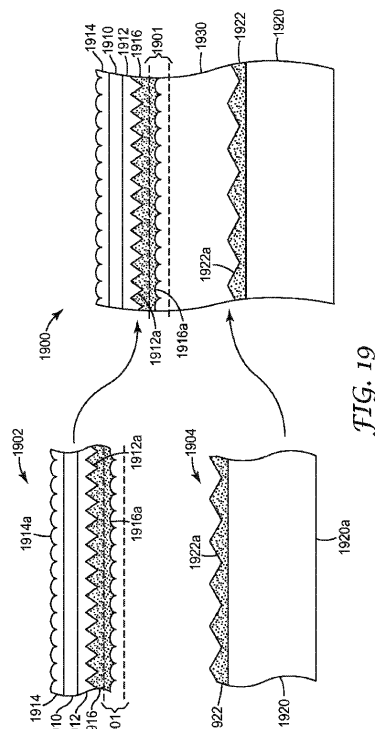
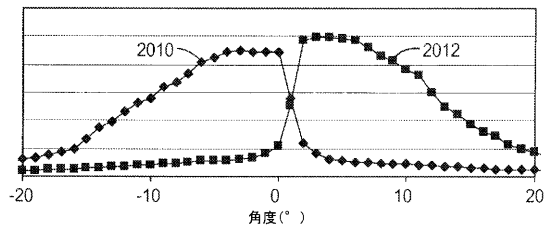
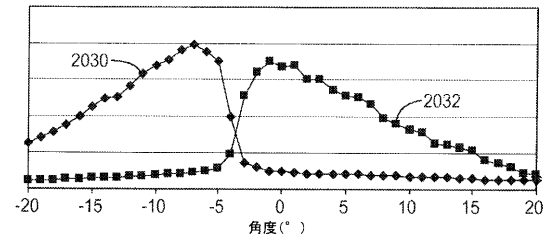


FIG. 19

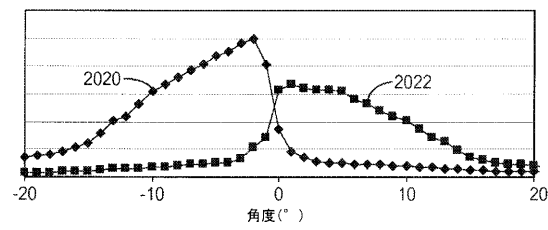
【図 20 a】



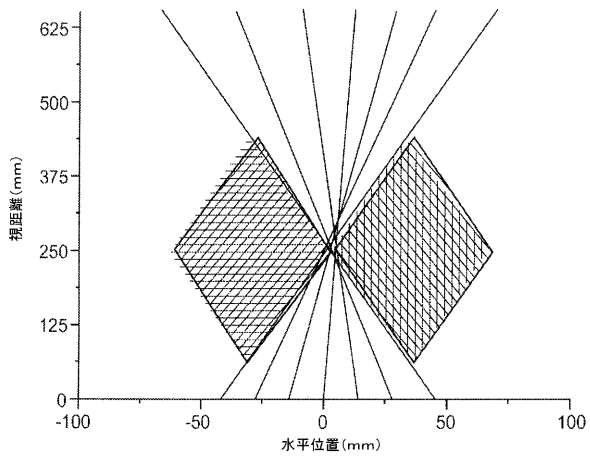
【図 20 c】



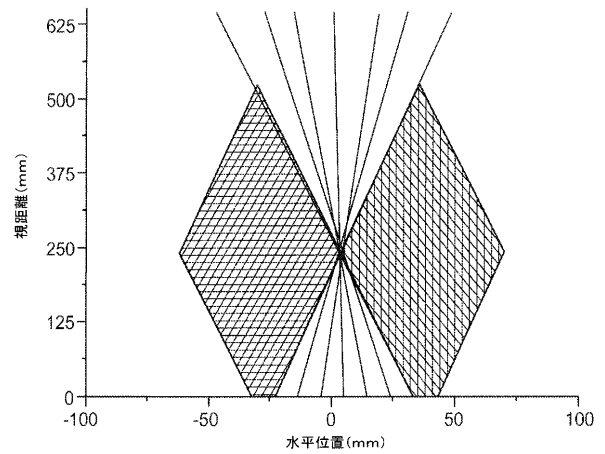
【図 20 b】



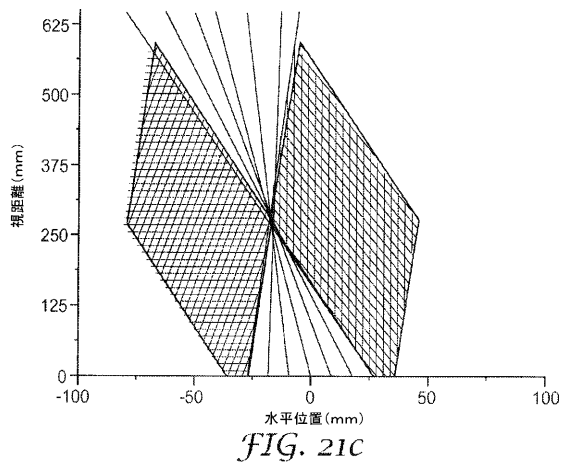
【図 21 a】



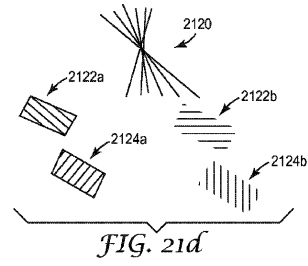
【図 21 b】



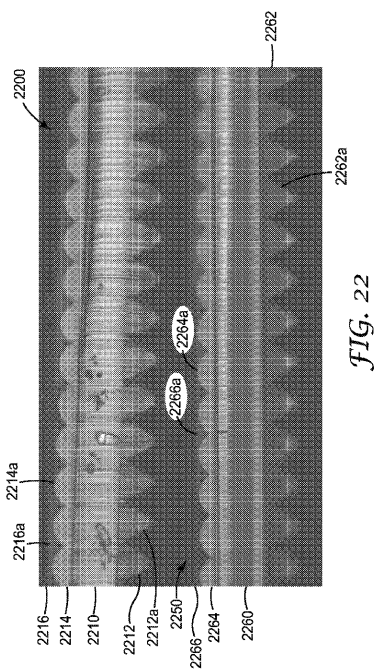
【図 2 1 c】



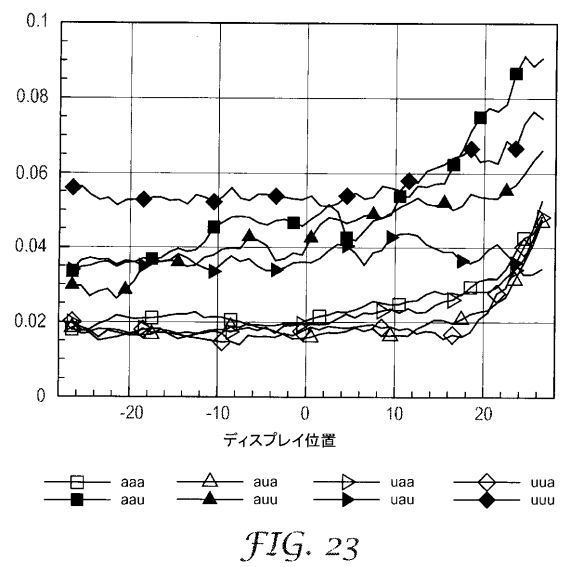
【図 2 1 d】



【図 2 2】



【図 2 3】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2011/020443

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - G02B 6/34 (2011.01) USPC - 359/455 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - G02B 6/28, 6/34 (2011.01) USPC - 359/454, 455, 456 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase, Google Patents		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3,213,753 A (ROGERS) 26 October 1965 (26.10.1965) entire document	1-25
Y	US 2006/0219678 A1 (TAYLOR et al) 05 October 2006 (05.10.2006) entire document	1-25
Y	US 2005/0185279 A1 (MULLEN et al) 25 August 2005 (25.08.2005) entire document	25
A	US 2008/0084519 A1 (BRIGHAM et al) 10 April 2008 (10.04.2008) entire document	1-25
A	US 2009/0257324 A1 (SEIGLER) 15 October 2009 (15.10.2009) entire document	1-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 16 March 2011		Date of mailing of the international search report 05 APR 2011
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>G 0 2 B 3/00 (2006.01)</b>		<b>G 0 2 B 3/00</b>	<b>A</b>	
<b>F 2 1 Y 101/02 (2006.01)</b>		<b>F 2 1 Y 101:02</b>		
<b>F 2 1 Y 105/00 (2006.01)</b>		<b>F 2 1 Y 105:00</b>	<b>1 0 0</b>	

(31)優先権主張番号 61/294,577

(32)優先日 平成22年1月13日(2010.1.13)

(33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, I D, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100112357

弁理士 廣瀬 繁樹

(74)代理人 100159684

弁理士 田原 正宏

(72)発明者 マーティン ビー・ウォルク

アメリカ合衆国, ミネソタ, ウッドベリー

(72)発明者 マイケル ジェイ・サイコラ

アメリカ合衆国, ウィスコンシン, ニュー リッチモンド

(72)発明者 ウィリアム ブレイク コルブ

アメリカ合衆国, ミネソタ, ウェスト レイクランド

(72)発明者 エンカイ ハオ

アメリカ合衆国, ミネソタ, ウッドベリー

(72)発明者 ジョン シー・シュルツ

アメリカ合衆国, ミネソタ, アフトン

(72)発明者 ロバート エル・プロット

アメリカ合衆国, ミネソタ, ウッドベリー

(72)発明者 ウィリアム ジェイ・ブライアン

アメリカ合衆国, ミネソタ, マトミディ

(72)発明者 スコット エム・タピオ

アメリカ合衆国, ミネソタ, ファルコン ハイツ

(72)発明者 オードリー エー・シャーマン

アメリカ合衆国, ミネソタ, セント ポール

F ターム(参考) 2H042 BA04 BA12 BA14 BA15 BA20

2H088 EA07 HA23 HA26 HA28 MA20

2H191 FA54Z FA56Z FA60Z FA71Z FA81Z FA95Z FD07 FD35 GA23 LA02  
MA01

3K244 AA01 BA24 BA31 BA48 CA03 DA01 DA03 DA17 EA02 EA13

GA01 GA02 GA03 GA05 GA10 GA18 GA20 GB03 GB13 GC02

GC08 GC14 LA03

4F100 BA10A BA10C DE01C GB41 JN18A JN18B JN18C YY00A YY00C