

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4310421号
(P4310421)

(45) 発行日 平成21年8月12日(2009.8.12)

(24) 登録日 平成21年5月22日(2009.5.22)

(51) Int.Cl.

G02B 5/124 (2006.01)

F 1

G O 2 B 5/124

請求項の数 1 (全 24 頁)

| | |
|---------------|------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平11-507091 |
| (86) (22) 出願日 | 平成9年11月24日(1997.11.24) |
| (65) 公表番号 | 特表2002-508086(P2002-508086A) |
| (43) 公表日 | 平成14年3月12日(2002.3.12) |
| (86) 國際出願番号 | PCT/US1997/021448 |
| (87) 國際公開番号 | W01999/001786 |
| (87) 國際公開日 | 平成11年1月14日(1999.1.14) |
| 審査請求日 | 平成16年11月24日(2004.11.24) |
| (31) 優先権主張番号 | 08/887,389 |
| (32) 優先日 | 平成9年7月2日(1997.7.2) |
| (33) 優先権主張国 | 米国(US) |

| | |
|-----------|--|
| (73) 特許権者 | スリーエム カンパニー アメリカ合衆国、ミネソタ 55144- 1000, セント ポール, スリーエム センター |
| (74) 代理人 | 弁理士 石田 敏 |
| (74) 代理人 | 弁理士 鶴田 準一 |
| (74) 代理人 | 弁理士 西山 雅也 |
| (74) 代理人 | 弁理士 樋口 外治 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】急な斜面のキューブコーナ要素から成るタイル張りの再帰反射性シート

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基部面(54)と、該基部面の反対側の構造化表面とを有する基板を備え、該構造化表面が、複数の列を含むキューブコーナ要素群(22)を備えて構成される、再帰反射性物品(20)において、

複数の対向キューブコーナ要素対を第1の方向付けて含む第1の配列であって、該第1の配列内のキューブコーナ要素群の対称軸(50)が、前記基部面(54)に垂直な軸線に對して約12°～約30°の角度で後ろ向きに傾けられてなる第1の配列と、

複数の対向キューブコーナ要素対を第2の方向付けて含む第2の配列であって、該第2の配列内のキューブコーナ要素群の対称軸(50)が、前記基部面(54)に垂直な軸線に對して約12°～約30°の角度で後ろ向きに傾けられてなる第2の配列とを有し、

前記キューブコーナ要素の前記第2の配列の前記第2の方向付けが前記第1の配列の前記第1の方向付けに対しほぼ垂直になっており、それにより再帰反射性物品が、約40°の照射角で約360°の範囲の回転方向付け角度にわたって最小で約5%の全光再帰を行うようになっていること、

を特徴とする再帰反射性物品。

【発明の詳細な説明】

発明の分野

本発明は、概して、シートの主要面に垂直の軸を中心とするシートの回転方向付けに関係なく、相対的に大きな照射角で入射する光の相当の割合を送り返す能力を有するキューブ

コーナ再帰反射性シートに関する。

発明の背景

再帰反射性材料は、入射光を発光源に向かって再び誘導することによって特徴づけられる。この特性は、種々の人目を引く用途で再帰反射性シートの使用の普及をもたらしてきた。再帰反射性シートは、例えば、悪い照明状態で道路標識とバリケードのような平坦で剛性の物品をより目立ちやすくするために、それら物品に利用される。再帰反射性シートは不規則または可撓性の表面にも使用される。例えば、再帰反射性シートは、波形物と突出リベットとを覆うためにシートを必要とする貨物トレーラの側面に接着することができるか、あるいはシートは道路作業者の安全ベストまたは他のこのような安全服のような可撓性の本体部分に接着することができる。

10

多くの人目を引くための用途は、再帰反射性シートに関する特定の性能標準によって左右される。製造業者は、市場の供給者として見なされるためには、それらの再帰反射性シートが関連の性能標準を満足する能力を有することを示さなければならない。再帰反射の説明（ASTM 指示 E 808 - 93 b、再帰反射の説明のための標準試験を参照）および再帰反射体の測定の両方について、標準のボディが存在する。（ASTM 指示 E 809 - 94 a、再帰反射体の測光特性の測定に関する標準試験参照）。

2つの既知の型式の再帰反射性シートは微小球ベースのシートとキューブコーナシートである。微小球ベースのシート（時に「ビード付き」シートと呼ばれる）は、結合層に少なくとも部分的に典型的に埋め込まれると共に入射光を再帰反射するために関連の正反射または散乱反射材料（例えば顔料粒子、メタルフレイクまたは蒸着被覆等）を有する微小球群を用いる。例示目的の実例が、米国特許第3,190,178号（McKenzie）、第4,025,159号（McGrath）および第5,066,098号（Kult）に開示されている。ビード付きの再帰反射体の対称性により、微小球ベースのシートは、シート面に垂直な軸線の周りを回転する時、相対的に均一な入射角性を示す。したがって、ビード付きシートの再帰反射性性能が、対象物の表面にシートが配置される方向付けから受ける影響は相対的に小さい。しかし、概して、微小球ベースのシートは相対的に低い再帰反射性効率を示す。ビード付きの再帰反射性シートは、典型的に、約2°の角度の観測円錐で約5%～15%の全光再帰を示す。

20

キューブコーナ再帰反射性シートは、ほぼ平坦な基部面と、基部面と反対側に複数のキューブコーナ要素を備えた構造化表面とを典型的に有する本体部分を備える。各キューブコーナ要素は、単一の基準点あるいは頂点で典型的に交差する相互にほぼ垂直の3つの光学面を備える。キューブコーナ要素の基部は、光がキューブコーナ要素内に伝播される開口として働く。使用時、シートの基部面に入射する光はシートの基部面で屈折し、シート上配設するキューブコーナ要素のそれぞれの基部を通して伝播され、3つの垂直のキューブコーナ光学面の各々から反射され、また光源に向かって再び導かれる。

30

多くの性能標準の1つの観点は、種々の照射角でシート面に入射する光の特定の割合を送り返すために再帰反射性シートを必要とする。入射光の照射角の関数としての再帰反射性シートの全光再帰特性は、概して当業者ではシートの「入射角性」と呼ばれる。相対的に大きな照射角で入射する光の相当の割合を送り返す能力を有する再帰反射性シートは、米国特許第4,588,258（Hoopman）の同一明度曲線に開示されているような、強いかまたは幅の広い入射角性を有するものとして特徴づけることができる。

40

それに反して、低い入射角性を有する再帰反射性シートは、入射角が0°から逸脱するにつれて、急速にその再帰反射性輝度を失う（全光再帰は減少する）。さらに、入射角性は典型的に約360°の方向付け角度の範囲を中心に変動し（方向付け均一性）、各用途の再帰反射性シートの適切な位置合せを必要とする。再帰反射性シートの入射角性と方向付け均一性は重要な性能ファクタであるが、これは、種々の方向で悪い照明状態の中で道路標識または安全バリアのような対象物を見るドライバーの能力に大きな影響を及ぼすからである。

光学軸とも呼ばれるキューブコーナ要素の対称軸は、キューブコーナ要素の3つの光学面と等しい角度を形成する軸である。キューブコーナ要素は、おおよそ光学軸に沿って要素

50

の基部に入射する光に反応して典型的に最も高い光学効率を示す。入射角が光学軸から逸脱するにつれ、キューブコーナ再帰反射体によって再帰反射される光量は落ちる。

キューブコーナ要素は、ビードよりも際立ってより効率的な再帰反射体であるという利点を提供する。「実働面積」と「有効開口」という用語はキューブコーナ技術で使用され、要素の基部に入射する光を再帰反射するキューブコーナ要素の部分を特徴づける。キューブコーナ要素設計のための実働開口の決定に関する詳細な教示は、本発明の開示の範囲を越えるものである。キューブコーナ形状の有効開口を決定するための1つの方法が、Eckhardtの「応用光学」、第10巻、n.7、1971年7月、1559-1566ページに提示されている。米国特許第835,648号(Straubel)もまた有効開口の概念について論じている。所定の入射角では、実働面積は、屈折入射光に対して法線の面上への3つのキューブコーナ面の突出部と、同一面上への第3の反射のための像面の突出部とを位相交差することによって決定することができる。次に、用語「%実働面積」は、キューブコーナ面の突出部の合計面積で割った実働面積と規定される。再帰反射性シートの再帰反射性効率は、この%実働面積に直接比例する。再帰反射性シートで一般に使用される切頭のキューブコーナ要素の最大の理論的全光再帰は、約67%であり、一方実際にはキューブコーナ再帰反射性シートは、シール、前面損失およびキューブ面における反射損のため約35%の最大全光再帰を示す。

キューブコーナ対偶対配列について予測される全光再帰(TLR)は、%実働面積と光線強度の知識から計算することができる。光線強度は、前面損失によって、また再帰反射光線に関する3つのキューブコーナ表面の各々からの反射によって低減され得る。全光再帰は、%実働面積と光線強度の積として、または再帰反射される合計入射光の割合と規定される。直接加工されたキューブコーナ配列に関する全光再帰の説明が、米国特許第3,712,706号(Stamm)に示されている。

基本的なキューブコーナ要素の光再帰特性は、本来、性質的に非対称である。全内部反射(TIR)の消耗は、金属化されていないキューブコーナ再帰反射体のこの非対称の最も重要な原因である。反射面を鏡面反射体で被着することによって、反射パターンの非対称が相当低減される。しかし、金属化したキューブコーナ配列は、標識用途のように日中の観測には典型的に十分に白くない。反射性蒸着被覆の耐久性も不十分な可能性がある。最後に、非対称の部分は一部キューブコーナ要素の非対称の物理的形状による。Rityan、コーナキューブ反射体の光学、Soviet Journal of Optics

Technology、第34巻、195ページ(1967)参照。

キューブコーナ要素から形成された再帰反射性シートは、その光再帰特性で対応する非対称を示す。実例によって、Stammへの米国特許第3,712,706号(「'706特許)は單一キューブコーナ要素の3つのロープの光再帰特性を開示している。同様に、米国特許第4,202,600号(Burke)および第4,243,618号(Van Arnam)は、キューブコーナ再帰反射性シートによって再帰反射される全光再帰が、入射光の照射角および基板上のシートの方向付け角度の関数として変化するように、異なった角度方向付けを有する複数の領域を有するキューブコーナ要素の配列を開示している。BurkeおよびVan Arnamの6つのロープの光再帰特性はキューブコーナ要素の対偶対の特性である。

再帰反射性シートの非対称を低減する1つの方法は、再帰反射性シート構造に、異なった方向付けに配設される複数の別個のキューブコーナ配列を設けることによって行われる;当業者で「タイル張り」と呼ばれる技術。BurkeとVan Arnam特許は、シートの表面に種々の異なった方向付けてタイル張りされた等辺の基部三角形を有する従来の切頭のキューブコーナ要素の配列を有する再帰反射性シートを開示している。これらの参考文献で示唆されている構造は非対称の問題を取り扱っているが、これらの参考文献に開示されたキューブコーナ形状は、キューブの小部分のみが特定の方向付けて光学的に機能するので、約40°よりも大きな照射角で全光再帰における急速な低下をこうむる。したがって、これらの参考文献による再帰反射性シートは、多くの用途のために大きな照射角で十分な全光再帰を提供しない。

10

20

30

40

50

入射角性のこの変化を受け入れるもう1つの方法は、改良された入射角性の特定の面を有するように再帰反射性シートを設計することである。実例によって、Hoopman特許は、対偶対のそれぞれの対称軸を互いに向けて傾けた前記対向対偶対にキューブコーナ要素を配設する再帰反射性シートを開示している。この形状によって、X軸面として、またX軸面に垂直のY軸面でも識別されるキューブコーナ要素の対称軸を含む面にほぼ一致した面内で、改良した入射角性を有する再帰反射性シートが得られる。使用時、シートは、光がシートに入射する面に上記の面が一致するように基板上に優先的に方向付けされる。実例によれば、道路標識上のシートの好適な方向付けは、X軸面を地面にほぼ平行に対偶することである。

米国特許第5,565,151号(Nilsen)は、負の方向に1.0°以上~約7.0°以下の間で傾けるかまたは斜めにする再帰反射性キューブコーナ要素の対偶対を開示している。対偶対の1つのキューブコーナ要素の部分が取り除かれ、観測角性能を増加するより小さな要素が造られる。

名称「二重方向付け再帰反射性シート」の米国特許出願連続番号08/5887,719(Nestegard等)は、入射角性のそれらの主要面が互いにほぼ垂直であるように方向付けされたキューブコーナ配列の交互の領域を有する再帰反射性シートを開示している。

かくして、特に約40°よりも大きな照射角で360°の方向付け角度範囲にわたって明らかに有用な全光再帰を維持する再帰反射性シートに対する必要が当業者にはある。さらに、より大きな照射角で、特に約40°よりも大きな照射角で360°の方向付け角度範囲にわたって全光再帰の相対的に小さな変化を有する再帰反射性シートの必要が当業者にはある。

発明の開示

本出願に開示した好適なキューブコーナ再帰反射性シートは、約40°、より好ましくは約50°、最も好ましくは約60°の照射角について全方向付け角度でシートが明らかに有用な全光再帰を維持するように、ほぼ2つの垂直の方向付けでタイル張りされる急な斜面のキューブコーナ要素を含む。かくして、既存のキューブコーナ再帰反射性シート構造と比較した場合、方向付けに対して相対的にそれほど感度の高くないキューブコーナ再帰反射性シートが開示される。好適な再帰反射性シートは、下方の照射角で高い全光再帰を維持しつつ、大きな照射角で明らかに有用な全光再帰性能を維持する。

再帰反射性物品は、基部面と、基部面と反対側に複数の配列のキューブコーナ要素を備える構造化表面とを有する基板を備える。キューブコーナ要素の配列は、対向キューブコーナ要素対の第1の配列のと、対向キューブコーナ要素対の第2の配列とを備える。第1の配列内のキューブコーナ要素群の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約12°~約30°の角度で後ろ向きに傾けられる。第2の配列内のキューブコーナ要素の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約12°~約30°の角度によって同様に後ろ向きに傾けられる。第2の配列のキューブコーナ要素は、再帰反射性物品が約40°の照射角で約360°の方向付け角度範囲にわたって約5%の最小全光再帰を行うように、第1の配列にほぼ垂直に方向付けされる。

代替実施形態では、第1の配列内のキューブコーナ要素群の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約12°~約30°の角度で後ろ向きに傾けられる。第2の配列内のキューブコーナ要素の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約12°~約30°の角度によって同様に後ろ向きに傾けられる。第2の配列のキューブコーナ要素群は、再帰反射性物品が360°の方向付け角度範囲を中心に略均一な全光再帰を行うように、第1の配列にほぼ垂直に方向付けされる。他の実施形態では、第1と第2の配列内のキューブコーナ要素は、約15.1°~約30°の角度で後ろ向きに傾けられる。

第1の配列と第2の配列は、再帰反射性物品の構造化表面のおおよそ等しい部分を占める。キューブコーナ要素は、頂点で交差する相互に垂直の3つの三角形の光学面と、三角形の基部とを備える略三面体構造である。切頭のキューブコーナ要素の三角形の基部は物品の基部面とほぼ同一平面である。代わりに、キューブコーナ要素は、「完全なキューブ」

10

20

30

40

50

、例えば頂点で交差する2つの四角形の光学面と第3の光学面とを含む相互に垂直の3つの光学面と、四角形の基部とを備える略多角形構造であり得る。

配列内のキューブコーナ要素の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約14°～約20°の角度で後ろ向きに傾けられることがより好ましい。第1と第2の配列のキューブコーナ要素の対称軸は、同一量または異なった量を傾けることができる。第2の配列は、好ましくは第1の配列に関して約85°～約95°の角度で、最も好ましくは約90°で方向付けされる。

再帰反射性物品は、物品の基部面に垂直な軸線に沿って物品に入射する光に応答して約100%の最大の理論的全光再帰を示す。再帰反射性物品は、約40°の照射角で、より好ましくは約50°の照射角で、最も好ましくは約60°の照射角で、約360°の方向付け角度範囲にわたって、好ましくは約5%、より好ましくは10%、の最小全光再帰の能力を有することが好ましい。
10

キューブコーナ要素の対向対は互いに物理的に隣接してもよいし、隣接しなくてもよく、また同一または異なった再帰反射パターンを有することができる。1つの実施形態では、キューブコーナ要素の対向対は、ほぼ同一であるが互いに関して180°回転された要素のような、鏡像の再帰反射パターンを形成する対偶対である。再帰反射パターンと反射パターンは、同一明度等高線として典型的に例示される反射光の構成を指す。

基板とキューブコーナ要素は、1.3～1.7の屈折率を有する光伝達可能な材料から一
20
体品として形成されることが好ましい。1つの実施形態では、再帰反射性物品の本体層は約 7×10^8 パスカルよりも小さい弾性率を有する光伝達可能な重合体材料を含み、またキューブコーナ要素は約 16×10^8 パスカルよりも大きな弾性率を有する光伝達可能な材料から形成される。キューブコーナ要素は、完全な直交性からの小さな偏差を組み込み、これによって再帰反射光の射出円錐の配光を変更することができる。

キューブコーナ要素の第1と第2の配列は、鏡面反射性物質で被着することができる。シール媒体は、キューブコーナ要素の第1と第2の配列に隣接して配設することができる。シール媒体は、複数のセルを規定する交差結合ネットワークによって構造化表面に結合する
30
ことが好ましく、前記複数のセル内にキューブコーナ要素が気密封止される。シール媒体は、キューブコーナ要素が全内部反射の原理に従って再帰反射するように構造化表面との空気界面を維持する。

再帰反射性シートを形成する際の使用に適切な好適な型組立体および成形を用いて再帰反射性物品を製造する方法も開示される。型組立体は、基部面と、基部面の反対側に成形面とを有する基板を含む。成形表面は、おおよそ等しい割合で第1と第2の配列のキューブコーナ要素の対向対を含む。配列内のキューブコーナ要素の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約15.1°～約30°の角度で後ろ向きに傾けられることが好ましい。第2の配列のキューブコーナ要素は第1の配列にほぼ垂直に方向付けされる。代替実施形態では、第1と第2の配列のキューブコーナ要素の対向対は約15.1°～約20°の角度によって傾けられる。再帰反射性物品を製造する方法は型の複製を形成する段階を含む。型の複製は、雌型像を有する成形面を含む。再帰反射性物品は複製の成形面に形成される。
30

【図面の簡単な説明】

図1Aは、本発明の好適な実施形態による再帰反射性シートの一部の平面図である。
40

図1Bは、ラインI-Iに沿って見た図1のシートの構造化した表面の部分側面図である。
。

図2は、タイルを張る前の図1のキューブコーナシートの単一配列に関する再帰反射光の同一明度等高線の両極プロットである。

図3は、図1のキューブコーナシートに関する再帰反射光の同一明度等高線の両極プロットである。

図4は、再帰反射性シートを形成するための型の平面図である。

図5は、本発明の実施形態による再帰反射性シートを形成するための図4の型の平面図である。

図6は、図5の型から形成されるキューブコーナシートに関する再帰反射光の同一明度等
50

高線の両極プロットである。

図7は、概して直交の複数配列で配設された図5の型から形成されるキューブコーナーシートに関する再帰反射光の同一明度等高線の両極プロットである。

図8は、キューブコーナ要素の代替実施形態の斜視図である。

図9は、図8のキューブコーナ要素の平面図である。

図10は、図8の薄層を利用して再帰反射性シートを形成するための型の側面図である。

図11は、図10の型から形成される14°に傾けたキューブコーナ要素に関する再帰反射光の同一明度等高線の両極プロットである。

図12は、図10の型から形成されると共に概して直交の複数配列で配設された、14°に傾けたキューブコーナ要素に関する再帰反射光の同一明度等高線の両極プロットである。

図13は、図10の型から形成される20°に傾けたキューブコーナ要素に関する再帰反射光の同一明度等高線の両極プロットである。

図14は、図10の型から形成されると共に概して直交の複数配列で配設された、20°に傾けたキューブコーナ要素に関する再帰反射光の同一明度等高線の両極プロットである。

好適な実施形態の詳細な説明

本出願に開示したキューブコーナ再帰反射性シートは、シートの主要面に対して垂直の軸を中心とするシートの全回転方向付けにおいて、相対的に大きな照射角で入射する光の相当の割合を送り返す能力を有する。再帰反射性シートは、対向キューブコーナ要素対の第1の配列と、対向キューブコーナ要素対の第2の配列とを備える。配列内のキューブコーナ要素群の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約12°～約30°の角度で後ろ向きに傾けられる。第1の配列のキューブコーナ要素群は第2の配列にほぼ直角に方向付けされる。

また再帰反射性物品も、すなわち40°までの、より好ましくは50°または60°までの照射角について著しく有用な全光再帰性能を全方向付け角で維持する好ましくは再帰反射性シートも開示される。構造化されたシート表面は、上記の光学的目的を達成するために好ましくは2つの直角軸に沿ってタイル張りされた2つの領域のキューブコーナ要素配列を必要とするだけであり、これによってこのようなシートの拡大生産に必要とされる努力と出費が著しく低減される。各領域は光学的に対向するキューブコーナ再帰反射性要素の配列を含み、この配列内で、シートの基部面に垂直な軸線から後方または負の方向に約12°～約30°、より好ましくは約14°～約20°の角度で、光学軸は斜めにされるかまたは傾けられる。

本発明の好適な実施形態を説明する場合、特定の用語が明確さのために使用される。しかし、本発明はそのように選択された特定の用語に限定されない。そのように選択された用語が、同様に機能するすべての技術的等価物を含むと理解すべきである。さらに、本出願はキューブコーナ要素形状の複数の実施形態を開示する一方、完全な立方体および切頭の立方体のような多種多様なキューブコーナ形状も使用できる。配列内の隣接した切頭キューブコーナ要素の基部縁部は典型的に同一平面である。配列内の隣接した完全キューブコーナ要素の基部縁部すべてが同一平面にあるとは限らない。当業者は、斜めの度合いの変更およびキューブ寸法の変更を本発明の開示の範囲内で行うことができるることを理解するであろう。ほぼ同一の光学的結果を生み出すために計算されるキューブ形状の小さな変更も本出願の範囲内で考慮されるべきである。

再帰反射性要素の対向する対は、必ずしも同一ではないが対向する再帰反射パターンを形成する2つのキューブコーナ要素を指す。キューブコーナ要素は互いに必ずしも物理的に隣接していない。対向する対は、再帰反射性物品上で物理的に分離することが可能である。概して対偶対は、ほぼ同一であるが互いに関して180°回転された要素のような、鏡像の再帰反射パターンを形成するキューブコーナ要素の対向する対を指す。対偶対は互いに典型的に物理的に隣接している。

第1の領域のキューブコーナの配列が、約75°～約105°、より好ましくは約85°。

10

20

30

40

50

～約95°、より好ましくは90°、第2の面のキューブコーナの列に対して方向付けされるように、シートの構造化された表面にタイルを張ることによって、シートは、70°までの照射角について全方向付け角度で認識できる全光再帰（T L R）を維持する。360°の範囲の方向付け角度を中心とする略均一な全光再帰は、約40°、より好ましくは約50°まで、最も好ましくは約60°の照射角で、約5%の最小全光再帰、より好ましくは約10%の最小を指す。さらに、キューブコーナ要素の光学軸が好適な角度範囲内斜めにされるそのキューブコーナ要素によって構造化表面が構成される場合、シートは、相対的に大きな照射角でも、360°の方向付け角度範囲にわたって相対的に小さな理論的な全光再帰の変化を示す。かくして、大きな照射角で高水準のT L Rを維持しつつ、シートは既存の再帰反射性シートよりも方向付けに対して感度は低い。概して直交した2つの領域内にキューブコーナ要素を配設するために、種々の方法が利用可能である。10

本出願と同一日付に出願された関連米国特許出願は以下のものを含む：キューブコーナシート型とその製造方法（代理人整理番号第51946USA9A号）；再帰反射性キューブコーナシート型およびそれによって形成されるシート（代理人整理番号第53305USA5A号）；再帰反射性キューブコーナシート型およびその製造方法（代理人整理番号第53318USA8A号）；再帰反射性キューブコーナシート型およびその製造方法（代理人整理番号第51952USA6A号）；二重方向付けの再帰反射性シート（代理人整理番号第52303USA8B号）。

図1Aは、好適な再帰反射性シート20の構造化表面の一部の拡大図である。構造化表面は、急な斜面のキューブコーナ要素22の2つの概して直交の配列を備える複数の交互の領域26、28を含む。以下に説明するように完全なキューブコーナ要素も使用することができるが、図1Aに示したキューブコーナ要素22は一般に当業者では切頭キューブコーナ要素と呼ばれる。図示したように、キューブコーナ要素22は、光学的に対向する対偶対としてシートの一方の側の領域26、28に配設される。各キューブコーナ要素22は、3つの露光した平坦面24を有する三面体プリズムの形状を有する。キューブコーナ要素面24の間の二面角は、配列内の各キューブコーナ要素について典型的に同じであり、また約90°である。しかし、Apple dor等への米国特許第4,775,219号に示されているように、上記角度は90°からわずかに逸脱することができる。

シート20の構造化表面はキューブコーナ配列の26、28が約90度方向付け配設した複数の交互の領域を備える。好ましくは、シート20は、第1の方向付けで配設されたキューブコーナ要素22の配列を含む第1の領域26と、第2の方向付けで配設されたキューブコーナ要素の第2の領域28とを繰り返しパターンで含む。再帰反射性シートにストリップタイル張りするための適切な方法が、名称「二重方向付け再帰反射性シート」の米国特許通し番号第08/587,719号（Nestegard等）に開示されている。代わりに、シート20は、第2の領域28に略直角の第1の領域26を設ける多種多様なタイル張り構成によって形成することができる。好ましくは、変形またはさもなければ光学的に機能しないキューブコーナ要素の数が、タイル張り構成によって最少にされる。第1の領域26は、相互に交差する3組の条溝によって形成されたキューブコーナ要素22の配列を含むが、再帰反射性キューブコーナシート成形とその製造方法（代理人整理番号第51952USA6A号）に開示されているように、キューブコーナ要素を2つの条溝の組によって形成することができる。30

配列内の個々のキューブコーナ要素22は、72.6°、72.60°および34.80°の基部三角形の開先角度を規定する。さらに、キューブコーナ要素は約10ミクロン～約1000ミクロンの高さを有する。第2の領域28はシートの長手方向に沿って第1の領域26にほぼ平行に延在し、また第1の領域26に配設された配列とほぼ同一のキューブコーナ要素22の配列を含むが、第2の領域の配列は第1の領域26の配列に関して約90°の方向付けで配設される。40

図1Bに最もよく示されているように、対向するキューブコーナ要素22の対称軸50は、シートの基部面54に垂直な軸線52から約12°～約30°、より好ましくは約14°～約20°の角度で、後方または負の方向に斜めにされるか、または傾けられる。斜め

1020304050

の度合いによって、入射角性の 1 つの主要面を有するキューブコーナ要素が提供される。軸は、米国特許第 5 , 565 , 151 号 (N i l s e n) に述べられているように、一般に当業者で「後方」または「負」の方向と呼ばれる方向に斜めにされる。これは、米国特許第 4 , 588 , 258 号 (H o o p m a n) に開示されているような「前方」または「正」の方向に斜めにする方法とは区別すべきである。

後方に斜めにしたキューブコーナ要素は、キューブコーナ要素基部三角形の 1 つのみの開先角度が 60° よりも小さく特徴づけることもできる。他の 2 つの開先角度は少なくとも 60° である。それに反して、前方に斜めにしたキューブコーナ要素は、基部三角形の 2 つの開先角度が 60° よりも小さく、また単一の基部三角形の開先角度が 60° よりも大きいと特徴づけることができる。ここに説明した特定の形状が好適な実施形態に関することが理解される。当業者は、斜めの度合いの変更およびキューブ寸法の変更を本発明の開示の範囲内で行うことができることを理解するであろう。

シート 20 は、約 7×10^8 パスカルよりも小さい弾性率を有する光伝達可能な材料から形成された光伝達可能な重合体材料を含む別の本体層 56 を含むことができる。次に、キューブコーナ要素 22 は約 16×10^8 パスカルよりも大きな弾性率を有する異なった光伝達可能な材料から形成することができる。キューブコーナ要素 22 は好ましくは熱可塑性または熱硬化性の重合体から構成される。重合体の本体層 56 は好ましくは熱形成可能な重合体から構成される。本体層は、イオノマーエチレン重合体、可塑性にしたビニールハロゲン化物重合体、酸基のエチレン共重合体、脂肪族のポリウレタン、芳香族のポリウレタン、他の光透過のエラストマ、およびそれらの組合せから成る群から選択することができる。キューブコーナ要素 22 は単官能基、二重官能基および多官能基のアクリル酸塩またはその組合せから成る群から選択することができる。鏡面反射体は、再帰反射性シート 20 の全面にまたはその所定の領域に沿って取り付けることができる。

図 2 は、図 1 A の再帰反射性シートの領域 26 に例示したような切頭のキューブコーナ要素の配列の全光再帰特性を示した同一明度等高線である。1.59 の屈折率を有する材料から形成された切頭のキューブコーナ要素は、17° 後ろ向きに斜めにされた。第 1 の領域 26 の急な斜面のキューブコーナ要素 22 は入射角性の 1 つの主要面を設ける。

本出願で用いられているように、同一明度等高線はキューブコーナ要素から得られる全光再帰をプロットする。同心の同一明度曲線は、予測される全光再帰を、種々の組合せの照射角と方向付け角度でキューブコーナ要素の基部面に入射する光の割合として表している。プロットの中心からの径方向の動きが、増加する照射角を表す一方、周囲の動きは光源に関してのキューブコーナ要素の方向付けの変化を表す。最大の再反射はグラフ上の中央点によって表され、また全光再帰で測定した最大値に関して 5 % の再反射低減を表す同心の同一明度等高線がプロットされている。

図 3 は、後ろ向きに 17° 斜めにし、図 1 に示した実施形態に従ってタイル張りし、また 1.59 の屈折率を有する材料から形成された切頭のキューブコーナ要素 22 を備えた構造化表面を有する再帰反射性シート 20 の全光再帰特性を示す同一明度等高線である。

表 1 は、このような再帰反射性シートについて図 3 にグラフで示したデータを含む。表 1 の回転方向付けデータは、パターンが 90° 毎に繰り返すので、完全な 360° よりもむしろ 0 ~ 90° に限定される。表 1 の全光再帰データは、シール、反射コーティング等による損失を含まない。表 1 のゼロ度方向付けは正の y 軸 58 に対応する。

10

20

30

40

表 1

| 照射角 | 回転方向付角度 | | | | | | | 範囲 |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | |
| 0 | 0.304 | 0.304 | 0.304 | 0.304 | 0.304 | 0.304 | 0.304 | 0.304 |
| 10 | 0.291 | 0.288 | 0.288 | 0.288 | 0.289 | 0.289 | 0.288 | 0.287 |
| 20 | 0.162 | 0.163 | 0.179 | 0.222 | 0.203 | 0.222 | 0.179 | 0.163 |
| 30 | 0.133 | 0.133 | 0.132 | 0.132 | 0.187 | 0.187 | 0.132 | 0.131 |
| 40 | 0.139 | 0.136 | 0.129 | 0.120 | 0.175 | 0.175 | 0.120 | 0.136 |
| 50 | 0.140 | 0.137 | 0.126 | 0.111 | 0.122 | 0.122 | 0.111 | 0.126 |
| 60 | 0.077 | 0.129 | 0.115 | 0.096 | 0.100 | 0.101 | 0.096 | 0.115 |
| 70 | 0.019 | 0.022 | 0.053 | 0.072 | 0.081 | 0.080 | 0.072 | 0.052 |

図4-5は、名称「再帰反射性キューブコーナシート、したがって型およびその製造方法」の米国特許出願（代理人整理番号第53318USA8A号）に開示されているような

、急な斜面の切頭のキューブコーナ要素を複数の薄層90上に形成する好適な方法を例示している。第1、第2、第3の条溝の組30、38、46は、完全に形成された複数の切頭のキューブコーナ要素80a、80bを複数の薄層90の動作面にそれぞれ形成する。キューブコーナ要素80a、80bは、好ましくは複数の薄層の少なくとも一部分に交差して延在する。第3の条溝の組の条溝46の位置と条溝角度とを変更することによって、変化するキューブコーナ要素形状の製造が許容される。

開示された実施形態では、キューブコーナ要素80aと80bの形状と寸法はほぼ同一であるが、互いに關して 180° 方向付けして配設される。キューブコーナ要素80aは相互に垂直の3つの光学面を有する：2つの光学面は面62と66によって形成され、第3の光学面86は第3の条溝46の1つの面に対応している。面62、66、86の底部縁部は開先角度 α_1 、 α_2 、 α_3 を有する基部三角形を規定する。光学面62、66、86はキューブコーナ要素頂点88で相互交差する。代わりに、面62、66、86は必ずしも頂点で交差する必要はない。むしろ、再帰反射性シートを通して光の伝達を許容するプラトまたは平坦領域を形成することができる。キューブコーナ要素80bは相互に垂直の3つの光学面：表面68と72によって形成される2つの光学面と：第3の条溝46の対向側に対応する第3の光学面82とを有する。面68、72、82の底部縁部は、開先角度 α_1 、 α_2 、 α_3 を有する基部三角形を規定する。光学面68、72、82はキューブコーナ要素頂点84で相互交差する。

ここに説明した実施形態では、基部角度 α_1 は 33.06° であり、基部角度 α_2 は 73.47° であり、また基部角度 α_3 は 73.47° である。等辺でない基部三角形を有するキューブコーナ要素は、一般に当業者では「斜めにした」キューブコーナ要素と呼ばれる。後方または前方にキューブコーナ要素を斜めにすることによって、入射角性が強化される。後方の方向にキューブコーナを斜めにすることによって、光学面62、66が伸長され、また基部角度 α_1 が低減される。さらに、後方の方向にキューブコーナ要素80を斜めにすることによって、特に約 12° よりも大きく斜めにするために、共通の縁部64と70にほぼ平行の面におけるキューブコーナ要素80の入射角性の性能が改良される。以下に説明するように、キューブコーナ要素80の光学的により実働的な部分は、選択された薄層に沿って概して集中される。この特性は、大きな照射角でシート上に入射する光を再帰反射するように設計された再帰反射性シート用途に有用である。代わりに、基部角度 α_1 、 α_2 、 α_3 は、国際特許96/42024(Smith等)に開示されているように、すべて異なることが可能である(不等辺三角形)。さらに、入射角性の最善の面は国際特許96/42025(Smith等)に開示されているように、必ずしも斜面の方向にはない。

キューブコーナ要素は、約 0° ～約 45° までの照射角でキューブコーナ要素の光学的により実働的な部分89を例示するために陰影が付けられている。キューブコーナ要素(キューブコーナ要素セグメント)の光学的により実働的な部分89は第3の条溝46に隣接して集中され、一方キューブコーナ要素の光学的により非実働的な91は第3の条溝46から変位される。相互に垂直の3つの光学面を有する单一薄層上のキューブコーナ要素の部分は、キューブコーナ要素セグメントと呼ばれる。典型的に取り外されるキューブコーナ要素の部分は、相互に垂直の3つの光学面を持たず、したがってキューブコーナ要素セグメントではない。光学的により実働的なキューブコーナ要素セグメントの密度は、光学的性質を強化するために高くされる。

光学的により実働的な部分89は、角度 α_2 、 α_3 の近くに配置された光学的により非実働的な領域87を含むことができる。図4に示したキューブコーナ要素80a、80bの相対的に小さな部分は、光学的に実働的である。照射角がゼロに向かって減るにつれ、光学的により実働的な部分89の面積およびその領域の有効開口が減少する。ある点で、有効開口は隙間になり、主にキューブコーナ要素の光学軸を収容する面内の再帰反射性物品を離れる光を隙間に垂直に回折させる。隙間開口内の回折は主に1つの面の反射光を導き、ASTM E808-94に述べられているように、再帰反射光の発散特性の均一性を悪化させる。

10

20

30

40

50

図5は、複数の薄層（90cと90f）を図4に示した組立体から取り除くことによって形成される複数の光学的に対向するキューブコーナ要素セグメントの平面図を示している。薄層すべての厚さは同一であってもよいし、同一でなくてもよい。代替実施形態では、薄層90c、90fは隣接した薄層の1つ、例えば90bと90eにそれぞれ近接することができる。次に、90cと90fに対応するこのような近接した薄層の部分は、機械加工によって取り除くことができる。

1つの好適な実施形態では、図5に示した複数のキューブコーナ要素セグメントは、それらのそれぞれの動作面上に配設されたキューブコーナ要素セグメントの光学的により非実働的な部分を有するそれらの薄層を組立体から取り除くことによって得られる。組立体90c、90fから取り除かれた薄層は、本出願では犠牲的薄層と呼ぶ。犠牲的薄層は組立体から取り外され、また残りの薄層は適切な取付け具で再び組み立てられて、複数のキューブコーナ要素セグメントを備える構造化表面を提供し、前記要素セグメントは、元の組立体の複数の薄層の動作面に形成された完全成形のキューブコーナ要素の光学的により実働的な部分に一致する。キューブコーナ要素セグメントの光学的により非実働的な部分は取り除かれるので、この型の複製として形成される再帰反射体は、広範囲の照射角にわたって元の組立体の表面の複製として形成される再帰反射体よりもはるかに高い再帰反射効率を示すことができる。薄層90c、90fは第3の条溝組46を形成する前に組立体から選択的に取り除くことができる。図5の型からの再帰反射性シートの形成について以下に説明する。

図4と図5の光学的に実働的な部分89は複数のキューブコーナ要素の対偶対を例示している。薄層90は種々の構造で配設できることが理解されよう。例えば、薄層90b、90e、90hは第1の副配列内に一緒にまとめることができ、また薄層90a、90d、90gは第1の副配列から物理的に分離して第2の副配列内に一緒にまとめることができる。薄層90b、90e、90h上のキューブコーナ要素は、物理的に隣接することなく、キューブコーナ要素90a、90d、90gに光学的に対向することができる。上述のように構成される再帰反射性シートは好ましくは4つの副配列を含むことがほしい。

図6は、1.59の屈折率を有する材料から形成され、後ろ向きに18°で斜めにした図4と図5によるキューブコーナ要素を備えた構造化表面を有する再帰反射性シートの全光再帰特性を示す同一明度等高線である。再び、急な斜面の好適なキューブコーナ要素によって、入射角性の1つの主要面が設けられる。

図7は、後ろ向きに18°斜めにし、図1に示した実施形態に従ってタイル張りし、また1.59の屈折率を有する材料から形成された図5のキューブコーナ要素セグメントを備えた構造化表面を有する再帰反射性シートの全光再帰特性を示す同一明度等高線である。以下の表2は、表1と同じフォーマットで作成され、図7のグラフで示したデータを含む。表2の回転方向付けデータは、パターンが90°毎に繰り返すので、完全な360°よりもむしろ0~90°に限定される。表2の全光再帰データは、シール、反射コーティング等による損失を含まない。表2のゼロ度方向付けは正のy軸58に対応する。

10

20

30

表 2

| 照射角 | 回転方向付け角度 | | | | | | | | 範囲 |
|-----|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | |
| 0 | 0.422 | 0.420 | 0.420 | 0.416 | 0.415 | 0.415 | 0.416 | 0.417 | 0.415 |
| 10 | 0.401 | 0.388 | 0.393 | 0.393 | 0.394 | 0.394 | 0.393 | 0.392 | 0.388 |
| 20 | 0.217 | 0.214 | 0.228 | 0.298 | 0.272 | 0.272 | 0.298 | 0.229 | 0.214 |
| 30 | 0.173 | 0.171 | 0.314 | 0.172 | 0.252 | 0.252 | 0.171 | 0.314 | 0.171 |
| 40 | 0.153 | 0.149 | 0.146 | 0.146 | 0.178 | 0.176 | 0.144 | 0.145 | 0.171 |
| 50 | 0.125 | 0.120 | 0.117 | 0.116 | 0.130 | 0.130 | 0.112 | 0.114 | 0.125 |
| 60 | 0.098 | 0.094 | 0.090 | 0.082 | 0.094 | 0.094 | 0.082 | 0.087 | 0.093 |
| 70 | 0.015 | 0.019 | 0.061 | 0.055 | 0.063 | 0.063 | 0.055 | 0.060 | 0.019 |

図 8 - 10 は、完全なキューブコーナ要素を形成するためにマスタ型として使用するため

に適切な、名称「キューブコーナシート型とその製造方法」の米国特許出願（代理人整理番号第 5 1 9 4 6 U S A 9 A 号）に開示されているような、複数の急な斜面の完全なキューブコーナ要素を収容する薄層 100 を例示している。代わりに、名称「再帰反射性キューブコーナシート型およびそこから形成されるシート」の米国特許出願に開示された完全なキューブコーナ要素（代理人整理番号第 5 3 3 0 5 U S A 5 A 号）を使用することができる。完全なキューブコーナ要素は所定量の傾きについて切頭のキューブコーナ要素よりも高い全光再帰を有するが、完全なキューブは照射角がより大きくなるとより速く全光再帰を失う。完全なキューブコーナ要素の 1 つの利点は、小さな照射角でより高い全光再帰であり、より大きな照射角で性能損失があまり大きくないことである。

説明目的のために、デカルト座標系を薄層 100 に重ね合わせることができる。第 1 の基準面 124 は第 1 の主要面 112 と第 2 の主要面 114 の間でセンタリングされる。¹⁰ x - z 面と呼ぶ第 1 の基準面 124 はその法線ベクトルとして y 軸を有する。x - y 面と呼ぶ第 2 の基準面 126 は、薄層 100 の動作面とほぼ同一平面に延在し、またその法線ベクトルとして z 軸を有する。y - z 面と呼ぶ第 3 の基準面 128 は、第 1 の端面 120 と第 2 の端面 122 との間でセンタリングされ、またその法線ベクトルとして x 軸を有する。好適な実施形態の幾何的な特性は、ここに説明したデカルト基準面以外の座標系を用いて、あるいは薄層の構造を参考にして説明できることが理解される。

薄層 100 は、図示した角度₁で配設された平行に隣接した複数の V 字形状の条溝 130 を備える第 1 の条溝の組を収容する。少なくとも 2 つの隣接した条溝 130 は薄層 100 の中に形成され、各条溝は、条溝頂点 133 で交差する第 1 と第 2 の条溝面 132、134 を有する。薄層の縁部で、条溝形成操作によって単一の条溝面 132 を形成することができる。隣接した条溝の条溝面 132 と 134 が基準縁部 136 に沿ってほぼ直交して交差することが重要である。好ましくは、このパターンは複数の薄層 100 の動作面全体にわたって繰り返される。²⁰

条溝 130 は、フライス削り、ルーリング、溝切りおよびフライカッティングのような精密加工技術を含む任意の種々の適切な材料除去技術を用いて、複数の薄層の動作面の部分を取り除くことによって形成される。さらに、化学エッティングまたはレーザ除去技術もまた使用することができる。1 つの実施形態では、第 1 の条溝の組の条溝 130 は高精密加工業によって形成され、この作業では、90° の開先角度を有するダイヤモンド切削工具は、基部面 180 にほぼ平行である軸に沿って複数の薄層 100 の動作面に交差して、繰り返し横断運動される。切削工具は、工具が複数の薄層 100 に交差して変動する深さで切削するように、基部面 180 に平行でない軸に沿って交互に運動させることができる。複数の薄層を運動させる一方で、加工工具を静止保持できることが理解される；複数の薄層 100 と加工工具との間の相対運動を有する任意の技術が意図される。かくして、平面図では、基準縁部 136 は、複数の薄層 100 のそれぞれの第 1 の基準面 124 に対して垂直に現れる。³⁰

平行の隣接した複数の V 字形状の条溝 138 を備える第 2 の条溝の組は、複数の薄層 100 の動作面に形成され、薄層は角度₂で配設される。少なくとも 2 つの隣接した条溝 138 は複数の薄層 100 の動作面に形成され、各条溝 138 は、条溝頂点 141 で交差する第 3 と第 4 の条溝面 140、142 を有する。薄層の縁部で、条溝形成操作によって単一の条溝面 140 を形成することができる。隣接した条溝の条溝面 140 と 142 は基準縁部 144 に沿ってほぼ直交して交差することが重要である。好ましくは、このパターンは複数の薄層 100 の動作面全体にわたって繰り返される。⁴⁰

好ましくは、条溝 138 は、第 1 の条溝の組の条溝 130 と同一の深さで複数の薄層 100 の動作面に形成される。さらに、第 2 の条溝の組の条溝 138 は、条溝頂点 141 と基準縁部 144 が第 1 の条溝の組の条溝 130 のそれぞれの条溝頂点 133 と基準縁部 136 とほぼ同一平面であるように形成されることが好ましい。

好ましくは各薄層 100 に少なくとも 1 つの条溝 146 を含む第 3 の条溝の組が形成される。第 3 の条溝 146 は、第 1 の基準面 124 に平行にある軸に沿ってそれぞれの条溝頂点 152 で交差する第 5 と第 6 の条溝面 148、150 を規定する。第 5 の条溝面 148

10

20

30

40

50

が第1の条溝面132と第2の条溝面134にほぼ直角であるように、第3の条溝146が形成されることが重要である。第5の条溝面148の形成によって、複数のキューブコーナ要素160が造られる。

各キューブコーナ要素160は第1の条溝面132と、第2の条溝面134と、第5の条溝面148の部分によって規定され、これらはある点で相互に交差してキューブコーナの先端または頂点162を規定する。同様に、第6の条溝面150は第3の条溝面140と第2の条溝面142とにほぼ直角である。6番目の条溝表面150の形成が薄層100の動作面の中また複数のキューブコーナ要素170をもたらす。各キューブコーナ要素170は第3の条溝面140と、第4の条溝面142と、第6の条溝面150の部分によって規定され、これらはある点で相互に交差してキューブコーナの先端または頂点172を規定する。10 好ましくは、第5の条溝面148と第6の条溝面150の両方は薄層100の動作面の複数のキューブコーナ要素を形成する。しかし、第5の条溝面148または第6の条溝面150のみによってキューブコーナ要素が形成されるように、第3の条溝146を交互に形成することができる。さらに、頂点162、172は必要ではなくなる。ある用途では、平坦な領域をキューブコーナ要素の中に形成してシート内の光伝達を可能にすることができる。

好ましくは、条溝146も高精密加工業によって形成される。開示された実施形態では、約46.55°(約12°の傾きに対応)～約10.52°(約30°の傾きに対応)、より好ましくは約42.52°(約14°の傾きに対応)～約30.52°(約20°の傾きに対応)の半開先角度を有するダイヤモンド切削工具は、ほぼ第1の基準面124によって収容されると共に基部面180に平行である軸に沿って各薄層100の動作面に交差して移動する。急な斜面のキューブコーナ要素を達成するために、条溝146は、第1と第2の条溝の組130、138の条溝の頂点133、141よりもそれ深い。20

薄層100の動作面に形成されたキューブコーナ要素の形状は、形状が100%に近い最大有効開口を示すので、「完全」または「高効率」キューブコーナ要素形状として特徴づけることができる。かくして、動作面の複製として形成される再帰反射体は、ほぼキューブコーナ要素の対称軸に沿って再帰反射体に入射する光に応答して高い光学効率を示す。さらに、キューブコーナ要素160と170は対向方向付けて配設され、また第1の基準面124に関して対称であり、また大きな照射角で再帰反射体に入射する光に応答して対称な再帰反射性性能を示す。しかし、キューブコーナ要素が基準面を中心に対称である必要はない。30

好適な薄層100は、機械加工可能なプラスチック(例えばポリエチレンテレフタル酸塩、ポリメタクリル酸メチルおよびポリカーボネート)または金属(例えば黄銅、ニッケル、銅またはアルミニウム)のような、精度公差を保持する能力のある寸法的に安定した材料から形成される。薄層の物理的寸法は主として加工上の制限によって制約される。好ましくは薄層の厚さは少なくとも0.1mmであり、高さは5.0～100.0mmの間にあり、また幅は10～500mmの間にある。しかし、これらの寸法は例示目的のために設けられ、また限定することを意図するものではない。主要面112、114の間の平坦な界面は、負の複写の品質の悪化をもたらすと思われる隣接した薄層の間の間隔を最小にするために、またはみ出しが薄層の間の間隔内に移動するのを最小にするために、加工段階の間は隣接した薄層の間に維持され、また位置合わせの問題と薄層の取扱いによる損傷とを最小にするべく、加工段階で形成される引き続く型内に維持される。40

再帰反射性シートのような再帰反射性物品の製造では、複数の薄層の構造化表面は、電気鋳造技術または他の従来の複製技術を用いて複製することができるマスター型として使用される。複数の薄層はほぼ同一のキューブコーナ要素を含むことができるか、または種々の寸法、形状または方向付けのキューブコーナ要素を含むことができる。当業者で「スタンパ」と呼ばれる複製の構造化表面は、キューブコーナ要素の負の像を含んでいる。この複製は、再帰反射体を形成するための型として使用することができる。しかし、より一般的には、多数の正または負の複製を組み立て、再帰反射性シートの形成に有用な十分に大きな型が形成される。このような再帰反射性シートは、例えば上述のようなキューブコー50

ナ要素の配列によって予備成形したシートを打ち出すことによって、または流体材料を型内に鋳込むことによって、一体材料として製造することができる。日本国特許8-309851と米国特許第4,601,861号(Pricon)参照。代わりに、再帰反射性シートは、PCT出願国際特許第95/11464および米国特許第3,648,348号に教示されているように、キューブコーナ要素を予備成形されたフィルムに対して鋳造することによって、あるいは予備成形したフィルムを予備成形したキューブコーナ要素に張り合わせることによって、層状製品として製造することができる。実例によって、マスター型の上にニッケルを電着して形成されるニッケル鋳型を用いて、本発明の有効なシートを造ることができる。電気鋳造鋳型は、約1.59の屈折率を有する約500μmの厚さのポリカーボネットフィルム上に鋳型のパターンをエンボス加工するためのスタンパーとして使用することができる。鋳型はプレス内で使用することができ、プレスは約175~200の温度で実行される。

本発明による反射性シートを造るために有用な材料は、寸法的に安定し、耐久性であり、耐候性であり、また所望の構造に容易に成形可能な材料である。適切な材料の実例は、Rohm and Haasのプレキシグラス樹脂；約1.6の屈折率を有する好ましくは放射加硫された熱硬化性のアクリル酸塩とエポキシアクリル酸塩、ポリカーボネット；(名称「SURLYN」で市販されている)ポリエチレンベースのイオノマー；ポリエステル；セルロースアセテートブチレートのような、概して約1.5の屈折率を有するアクリルを含む。概して、典型的に熱と圧力の下で成形可能な光学的に透過の材料を使用することができる。他の適切な材料がSmith等への米国特許第5,450,235号に開示されている。必要に応じて、シートは着色剤、染料、紫外線吸収剤または他の添加剤を含むことができる。

ある状況では再帰反射性シートに補強層を設けることが望ましい。特に、補強層は全内部反射の原理に従って光を反射する再帰反射性シートに有用である。適切な補強層は、再帰反射性シートに効率的に係合できる着色材料を含む任意の透明または不透明の材料から造ることができる。適切な補強材料は、アルミニウムシート、亜鉛めっき鋼、ポリメタクリル酸メチルのような重合体材料、ポリエステル、ポリアミド、ポリフッ化ビニル、ポリカーボネット、ポリ塩化ビニル、ポリウレタン、およびこれらおよび他の材料から造られる多種多様な薄層を含む。

補強層またはシートは、格子パターンまたは反射要素に適切な他の任意の構造でシールすることができる。シールは、超音波溶接、接着剤を含むいくつかの方法によって、または反射要素の配列上の別個の位置のヒートシール(例えば米国特許第3,924,928号参照)によって行うことができる。シールは、汚れおよび/または水分のような汚染物質の進入を阻止し、またキューブコーナ要素の反射面に隣接して空隙を維持するために望ましい。

複合体に追加の強度または強靱さが必要とされるならば、ポリカーボネット、ポリブチレートまたは強化プラスチックの補強シートを使用することができる。得られる再帰反射性材料の可撓性の程度に応じて、材料を細片または他の適切な構造体の中に転造または組み込むことができる。また再帰反射性材料は、接着剤を塗布するかまたは他の固定手段を用いる追加段階なしに、任意の基板に利用するために前記再帰反射性材料を有用にする接着剤および解放シートで補強することもできる。

キューブコーナ要素は、米国特許第4,775,219号によって教示されているように、物品によって再帰反射される光を所望のパターンまたは発散形態に分布させるように、個々に適応させることができる。典型的に、導入される条溝の半角誤差は±20円弧分よりも小さく、また±5円弧分よりも小さいことがしばしばである。

図11は、1.59の屈折率を有する材料から形成され、後ろ向きに14°斜めにした(条溝146は42.52°の開先角度を有する)図8-10による完全なキューブコーナ要素を備えた構造化表面を有する再帰反射性シートの全光再帰特性を示す同一明度等高線である。図8-10の急な斜面の完全なキューブコーナ要素によって、入射角性の1つの主要面が設けられる。

図12は、後ろ向きに14°斜めにし、図1の実施形態に従ってタイル張りし、また1.59の屈折率を有する材料から形成された図8-10の完全なキューブコーナ要素を備えた構造化表面を有する再帰反射性シートの全光再帰特性を示す同一明度等高線である。表3は図12にグラフで示した全光再帰データを含む。表3の回転方向付けデータは、パターンが90°毎に繰り返すので、完全な360°よりもむしろ0~90°に限定される。表3の全光再帰データは、シール、反射コーティング等による損失を含まない。表3のゼロ度方向付けは正のy軸58に対応する。

表 3

| | | 回転方向付け角度 | | | | | | | | | | |
|-----|---|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | |
| 照射角 | | | | | | | | | | | | 範囲 |
| 0 | 0 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.899 | 0.000 |
| 10 | 0 | 0.754 | 0.745 | 0.731 | 0.724 | 0.717 | 0.719 | 0.723 | 0.733 | 0.744 | 0.754 | 0.754 |
| 20 | 0 | 0.350 | 0.363 | 0.442 | 0.437 | 0.376 | 0.376 | 0.437 | 0.442 | 0.364 | 0.350 | 0.350 |
| 30 | 0 | 0.189 | 0.191 | 0.196 | 0.224 | 0.244 | 0.244 | 0.225 | 0.196 | 0.191 | 0.189 | 0.189 |
| 40 | 0 | 0.110 | 0.107 | 0.105 | 0.113 | 0.178 | 0.180 | 0.113 | 0.105 | 0.108 | 0.110 | 0.105 |
| 50 | 0 | 0.083 | 0.081 | 0.078 | 0.078 | 0.129 | 0.129 | 0.079 | 0.078 | 0.080 | 0.083 | 0.078 |
| 60 | 0 | 0.013 | 0.015 | 0.031 | 0.055 | 0.055 | 0.087 | 0.087 | 0.055 | 0.031 | 0.015 | 0.013 |
| 70 | 0 | 0.006 | 0.006 | 0.009 | 0.035 | 0.056 | 0.051 | 0.035 | 0.009 | 0.006 | 0.006 | 0.056 |

図 13 は、後ろ向きに 20° 斜めにし（条溝 146 は 30° . 52° の半開先角度を有する）、また 1° . 5° の屈折率を有する材料から形成された完全なキューブコーナ要素を有する図 8 - 10 による再帰反射性シートの全光再帰特性を示す同一明度等高線である。図 1

10

20

30

40

50

4は、後ろ向きに20°斜めにし、1.59の屈折率を有する材料から形成され、また図1の実施形態に従ってタイル張りした図8-10の完全なキューブコーナ要素を備えた構造化表面を有する再帰反射性シートの全光再帰特性を示す同一明度等高線である。以下の表4は図14にグラフで表した全光再帰を含む。表4の回転方向付けデータは、パターンが90°毎に繰り返すので、0~90°に限定される。表4の全光再帰データは、シール、反射コーティング等による損失を含まない。表4のゼロ度方向付けは正のy軸58に対応する。

表 4

| 照射角 | 回転方向付け角度 | | | | | | | 最大範囲 |
|-----|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | |
| 0 | 0.882 | 0.882 | 0.882 | 0.882 | 0.882 | 0.882 | 0.882 | 0.882 |
| 10 | 0.725 | 0.714 | 0.701 | 0.689 | 0.689 | 0.690 | 0.700 | 0.714 |
| 20 | 0.256 | 0.254 | 0.267 | 0.347 | 0.323 | 0.323 | 0.347 | 0.267 |
| 30 | 0.133 | 0.131 | 0.129 | 0.133 | 0.176 | 0.176 | 0.133 | 0.129 |
| 40 | 0.101 | 0.100 | 0.097 | 0.096 | 0.107 | 0.106 | 0.097 | 0.100 |
| 50 | 0.078 | 0.077 | 0.073 | 0.072 | 0.078 | 0.078 | 0.072 | 0.073 |
| 60 | 0.060 | 0.058 | 0.055 | 0.053 | 0.057 | 0.057 | 0.055 | 0.059 |
| 70 | 0.021 | 0.042 | 0.038 | 0.037 | 0.041 | 0.040 | 0.037 | 0.042 |

本発明の観点は、本発明の再帰反射性シートを形成する際の使用に適切な型組立体と、成形を用いて再帰反射性物品を製造する方法とに関する。型組立体は、基部面と、基部面の反対側に成形面とを有する基板を含む。成形表面は、おおよそ等しい割合で第1と第2の

10

20

30

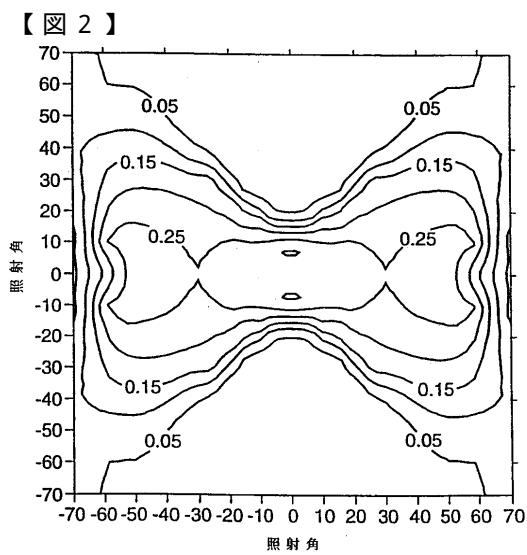
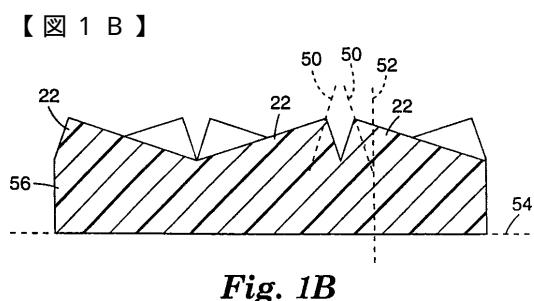
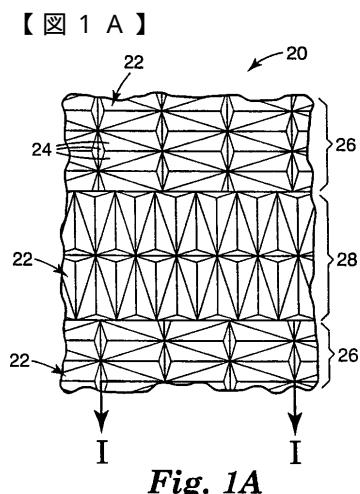
40

50

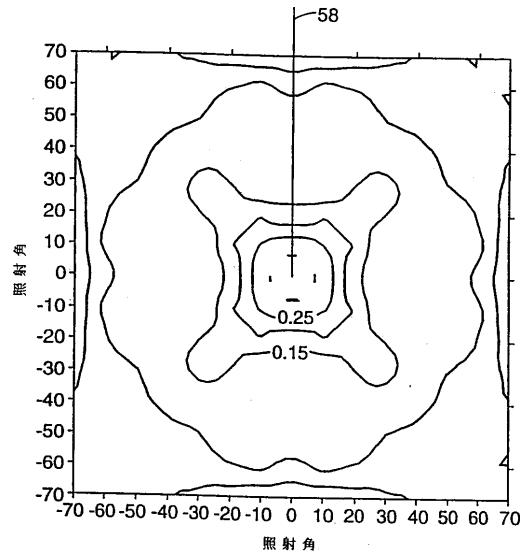
配列のキューブコーナ要素の対向対を含む。配列内のキューブコーナ要素の対称軸は、基部面に垂直な軸線から約15.1°～約30°の角度で後ろ向きに傾けられることが好ましい。第2の配列のキューブコーナ要素は第1の配列にほぼ垂直に方向付けされる。代替実施形態では、対向キューブコーナ要素対の第1と第2の配列は約15.1°～約20°の角度によって傾けられる。再帰反射性物品を製造する方法は型複製を形成する段階を含む。型の複製は、雌型像を有する成形面を含む。再帰反射性物品は複製の成形面に形成される。

参照したすべての特許および特許出願は、発明の背景に開示されたそれらを含み、参考として本出願に組み込まれている。本発明について、その複数の実施形態を参考にして説明してきた。当業者には、本発明の範囲から逸脱することなしに、説明した実施形態について多くの変更を行うことができるようである。したがって、本発明の範囲は説明した好適な構造と方法とに限定されるべきでなく、むしろ以下の請求項の広範な範囲によって限定されるべきである。

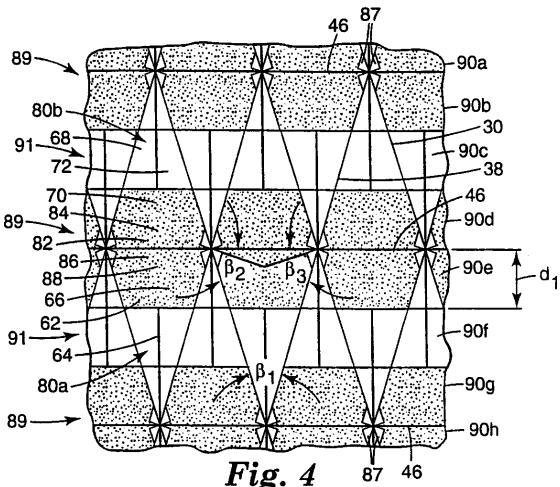
10



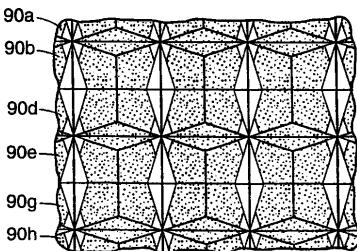
【図3】

**Fig. 3**

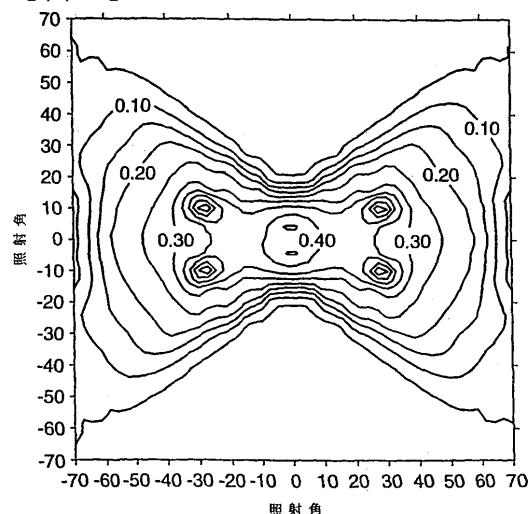
【図4】

**Fig. 4**

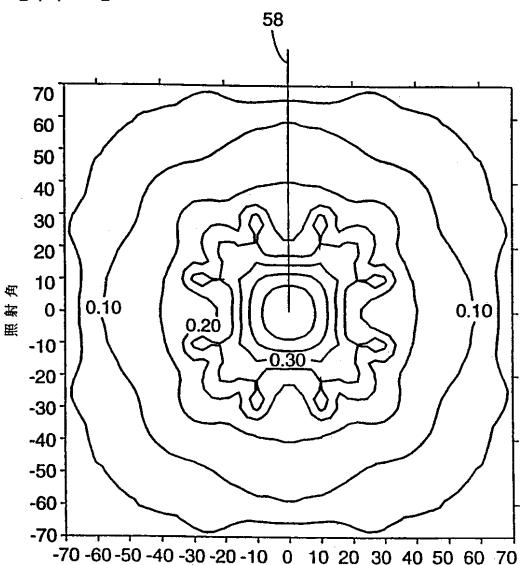
【図5】

**Fig. 5**

【図6】

**Fig. 6**

【図7】

**Fig. 7**

【図 8】

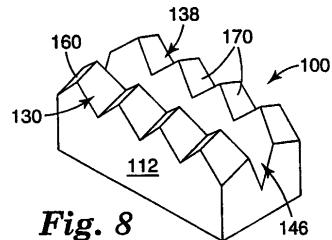


Fig. 8

【図 9】

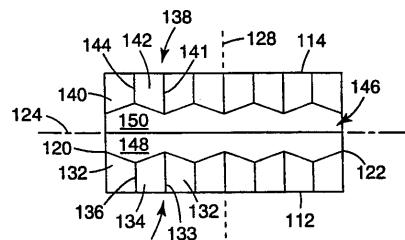


Fig. 9

【図 10】

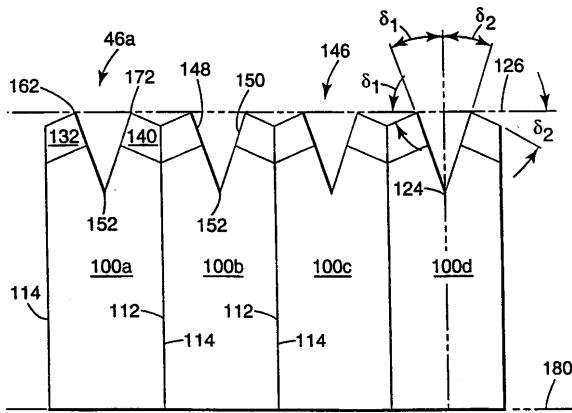


Fig. 10

【図 11】

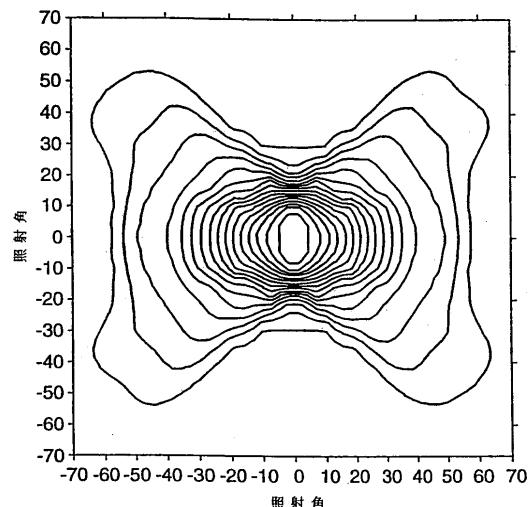


Fig. 11

【図 12】

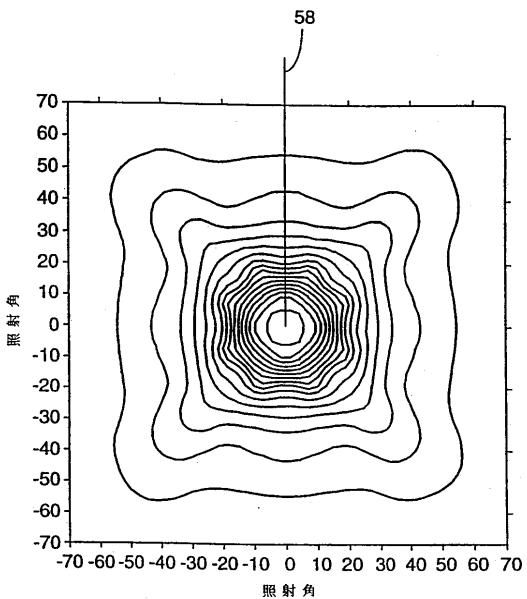
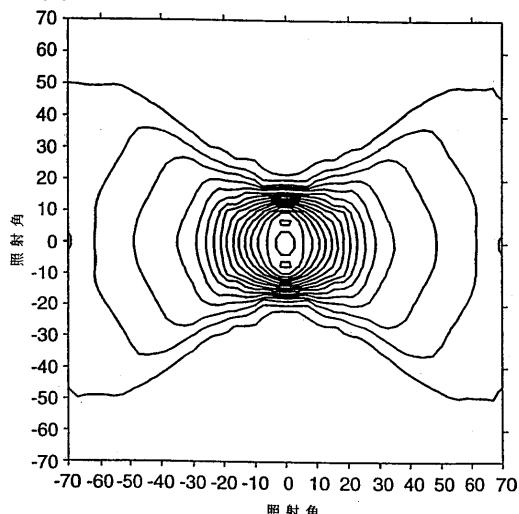
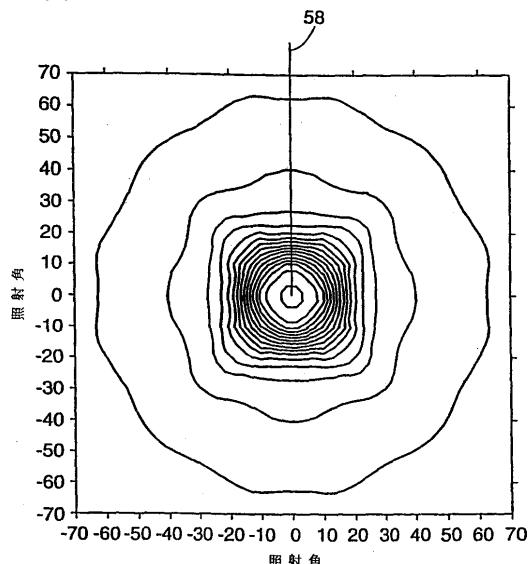


Fig. 12

【図 1 3】

*Fig. 13*

【図 1 4】

*Fig. 14*

フロントページの続き

(72)発明者 スミス , ケネス エル .

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133 3427 , セント ポール , ピー . オー . ボックス 3
3427

(72)発明者 ベンソン , ジェラルド エム .

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133 3427 , セント ポール , ピー . オー . ボックス 3
3427

審査官 森口 良子

(56)参考文献 特表平09-504385 (JP, A)

特開昭60-100103 (JP, A)

実開平07-019706 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G02B 5/124