

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4009751号  
(P4009751)

(45) 発行日 平成19年11月21日(2007.11.21)

(24) 登録日 平成19年9月14日(2007.9.14)

(51) Int.C1.

F 1

G02B 5/124 (2006.01)

G02B 5/124

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-521411  
 (86) (22) 出願日 平成9年10月15日(1997.10.15)  
 (65) 公表番号 特表2001-503879(P2001-503879A)  
 (43) 公表日 平成13年3月21日(2001.3.21)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US1997/018550  
 (87) 國際公開番号 WO1998/020374  
 (87) 國際公開日 平成10年5月14日(1998.5.14)  
 審査請求日 平成16年10月7日(2004.10.7)  
 (31) 優先権主張番号 08/742,840  
 (32) 優先日 平成8年11月1日(1996.11.1)  
 (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】高傾斜再帰反射キューブコーナー物品

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基底平面に配置される基底面(12、112)と、前記基底面の反対側の構造面(14、114)とを有する本体部分(10、110)を具備し、該構造面が複数のキューブコーナー要素(40、70、140)の配列を有し、それらキューブコーナー要素の少なくとも1つが、第1の四角形の光学面(42、72、142)と、直交二面角で該第1の四角形の光学面と交差する第2の四角形の光学面(44、74、144)と、直交二面角で該第1の四角形の光学面と交差し、かつ直交二面角で該第2の四角形の光学面と交差して、キューブコーナー頂点を形成する第3の光学面(46、76、146)とを具備してなる、再帰反射キューブコーナー物品(8、108)において、

10

前記少なくとも1つのキューブコーナー要素が、

前記基底平面に対する法線ベクトルに関して零でない逃げ角で配置される第1の四角形の非光学面(50、80、150)と、

前記基底平面に対する法線ベクトルに関して零でない逃げ角で配置される第2の四角形の非光学面(52、82、152)とを具備し、

前記第3の光学面が四角形の形状を有すること、  
を特徴とする再帰反射キューブコーナー物品。

## 【発明の詳細な説明】

## 技術分野

本発明はキューブコーナー型再帰反射物品に関する。特に、本発明は、比較的大きい入射

20

角でシートに入射する光線を再帰反射するのに改造された再帰反射キューブコーナーシートに関する。

#### 背景技術

再帰反射材料は、再帰反射材料に入射する光線を元の光源方向に向かわせる特性を有する。この有利な特性により、種々の物品に再帰反射シートが広範に使用されている。再帰反射シートは、例えば道路標識およびバリケードのような平坦で可撓性の物品に使用されることが非常に多い、しかし、不規則な面または可撓性の面に使用されるシートが必要になる状況がしばしば生じる。例えば、波形や突き出ているリベットを覆うシートを必要とするトレーラーの側面に再帰反射シートを接着することもあれば、道路作業者の安全ベストや他のこのような安全服などの可撓性の体幹部分にシートを接着することもある。下層面が不規則または可撓性である場合には、再帰反射シートは望ましくは、再帰反射性能を損なうことなく、下層面に適合する能力を有する。

微小球をベースとしたシートおよびキューブコーナーシートの2種類の通常の再帰反射シートがある。「ビーズ型」シートと呼ばれることがある、微小球をベースとしたシートは当技術上周知で、一般に結合剤層に少なくとも部分的に埋設され、入射光線を再帰反射するための鏡面または拡散反射材料（例えば、顔料粒子、金属フレークまたは蒸着被覆物等）を結合した多数の微粒子を使用する。このような再帰反射体の例示的な例は、米国特許第3,190,178号（マッケンジー（McKenzie））、同第4,025,159号（マックグラス（McGrath））および同第5,066,098号（クルト（Kult））に開示されている。

基本的なキューブコーナー再帰反射シートは再帰反射技術上当業者に周知である。シートは、実質的に平坦な基底面と、基底面に對向する複数のキューブコーナー要素を有する構造面とを有する本体部分を含む。各キューブコーナー要素は、1つの基準点、すなわち頂点で交差する3つの相互に実質的に直交する光学面を有する。光学面の底辺はキューブコーナー要素の基面を基底し、光線がキューブコーナー要素に透過する開口面として作用する。使用時には、シートの基底面への入射光線はシートの基底面で反射され、シートに配置されるキューブコーナー要素の基面を透過し、3つの直交するキューブコーナー光学面の各々により反射され、光源の方向に向けられる。キューブコーナー要素の光学軸とも呼ばれる対称軸は、キューブコーナーの頂点を通って延在し、キューブコーナー要素の3つの光学面と等しい角度を形成する。キューブコーナー要素は、一般に、光学軸にほぼ沿った要素の基面への入射光線に応答して最も大きな光学効率を示す。キューブコーナー再帰反射体によって再帰反射される光線の量は、入射角が光学軸からずれるにつれて、低下する。

キューブコーナー再帰反射シートは、特定の入射角度でシートの基底面に入射する光線に応答して最高の性能を発揮するように設計することができる。「入射角」という用語は、シートに入射する光線の、シートの基底面に対して直角な軸（例えば、基底面に対する法線ベクトル）から測定した、入射角を示すために使用される。例えば、ASTM名称：E 808-93b、再帰反射を記載するための標準的な方法（Standard Practice for Describing Retroreflection）。標識用途のための再帰反射シートは、一般に、比較的小さい入射角（例えば、シートの基底面に対してほぼ直角）において、最適な光学効率を発揮するように設計される。例えば、フープマン（Hoopman）に付与された米国特許第4,588,258号を参照のこと。例えば、舗装標識またはバリヤー標識用途などの他の用途は、比較的大きい入射角において最大の光学効率を発揮するように設計された再帰反射シートを必要とする。例えば、ホワイト（White）に付与された米国特許第4,349,598号（'598特許）は、キューブコーナー要素が、キューブコーナーシートに対して45°で配置された2つの相互に垂直の矩形面と、2つの光学的に對向するキューブコーナー要素を形成する矩形面と垂直な2つの平行な三角形の面とを有する再帰反射シートについて開示している。ネルソン（Nelson）らに付与された米国特許第4,895,428号（'428特許）およびネルソン（Nelson）らに付与された米国特許第4,938,563号（'50

6 3 特許)は、キューブコーナー要素が2つのほぼ垂直の四角形の面と、四角形の面にはほぼ垂直の三角形とを有してキューブコーナーを形成する再帰反射シートについて開示している。キューブコーナー要素は、垂直でない三角形面をさらに有する。

’598特許、’428特許または’563特許のいずれかに記載されるキューブコーナー要素の「最も高い」点は、2つのキューブコーナー要素面が交差することによって規定される頂点である。これらの特許による再帰反射シートは、例えばシール用フィルムなどの媒体と接触させる場合、特にキューブコーナー要素に鏡面反射物質が被覆されていない場合、シートの光学性能がキューブコーナー要素間の界面で低下することがある。また、これらの特許によるシートの耐負荷性は小さいことがある。キューブコーナーシートと隣接媒体との機械的応力は、キューブコーナー要素と隣接媒体との物理的接触線に集中し、比較的圧力が大きい部位が生じる。大きい圧力はキューブコーナー要素の物理的特性を歪ませ、それによってシートの光学特性を歪ませる。

#### 発明の開示

本発明は、一実施態様において、比較的大きい入射角で物品に入射する光線を再帰反射するように改造されたキューブコーナー物品を提供する。本発明による再帰反射物品は、基底面と基底面に対向する構造面とを有する本体部分を具備する。構造面は、2つの交差する溝のセットによって規定される複数のキューブコーナー要素の配列を有する。配列中の少なくとも1つ、好ましくは複数のキューブコーナー要素は、第1の四角形の光学面と、直交二面角で第1の光学面と交差する第2の四角形の光学面と、直交二面角で第1および第2の光学面と交差し、3つの面が互いに交差する点によって規定される頂点を有するキューブコーナー要素を形成する第3の四角形の光学面とを有する。また、少なくとも1つ、好ましくは複数のキューブコーナー要素は、基底平面に対する法線ベクトルに関して0でない逃げ角で配置される第1の四角形の非光学面と、基底平面に対する法線ベクトルに関して0でない逃げ角で配置され、第1の非光学面と交差する第2の四角形の非光学面とを有する。

本発明の一実施態様によると、キューブコーナー要素の第1および第2の光学面は、本体部分の基底面に対する法線ベクトルと実質的に平行に配置される平面に配置され、第3の光学面は本体部分の基底面に実質的に平行に配置される。別の態様において、キューブコーナー要素の第1および第2の光学面は、本体部分の基底面に対する法線ベクトルに関して好ましくは約20度より小さい、さらに好ましくは約10度より小さい0でない逃げ角で配置される。従って、第3の面は、好ましくは約30度より小さい、さらに好ましくは20度より小さい斜角でシートの基底面と交差する面に配置される。

本発明の一実施態様によるキューブコーナー要素の対称軸は約35°の角度で本体部分の基底平面と交差する。従って、本発明による再帰反射シートは、比較的大きい入射角でシートの基底面に入射する光線を再帰反射するように特に十分に改造されている。また、本発明による複数のキューブコーナー要素の配列の対称軸は実質的に平行に配置される。従って、再帰反射物品の光学的応答パターンは本質的に非対称である。

#### 【図面の簡単な説明】

図1は、本発明によるキューブコーナー物品の一実施態様の構造面の平面図である。

図2は、図1に示すキューブコーナー物品の平面2-2から見た断面図である。

図3は、図1に示すキューブコーナー物品の平面3-3'から見た断面図である。

図4は、図1に示すキューブコーナー物品の平面4-4'から見た断面図である。

図5は、本発明によるキューブコーナー物品の一実施態様の構造面の別の実施態様の断面図である。

図6は、本発明によるキューブコーナー物品の別の実施態様の平面図である。

図7は、図6に示すキューブコーナー物品の平面7-7から見た断面図である。

図8は、本発明によるキューブコーナー物品の一実施態様の構造面の別の実施態様の平面図である。

図9は、図8に示すキューブコーナー物品の平面9-9'から見た断面図である。

図10は、図8に示すキューブコーナー物品の平面10-10から見た断面図である。

10

20

30

40

50

図11は、図8に示すキューブコーナー物品の平面11-11から見た断面図である。理想化されたこれらの図は、尺度を示すものではなく、例示的な意図のもので、限定するものではない。

#### 発明の詳細な説明

例示的な実施態様の以下の詳細な説明において、その一部を形成し、本発明の例示的な実施態様によって示される添付の図面が参照される。本発明の範囲を逸脱することなく、他の実施態様が利用され、構造の変更が実施されることがあることが理解されるべきである。

一実施態様によると、本発明は比較的大きい入射角でシートに入射する光線を再帰反射するように特に改造されたキューブコーナー要素を有するキューブコーナー再帰反射シートを提供する。本発明によるシートは、キューブコーナー配列の陰像を有する押型により製造することができる。このような押型およびそれらを製造するための例示的な方法は、参考として本明細書に組み入れられ、本願と同時に提出された、「キューブコーナー物品のマスター押型およびこれを製造する方法」の発明の名称で同時係属され、通常に譲渡された特許出願にさらに詳細に開示される。

図1～4は、本発明の態様による再帰反射物品の代表的な実施例を開示する。図1～4によると、本発明による再帰反射物品は、好ましくは再帰反射シート8を有する。再帰反射シート8は好ましくは基底面18と、基底面12に対向する構造面14とを有する本体部分10を有する。再帰反射シート8は、本体部分10と構造面14とが好適な押出方法またはエンボス方法を使用して一体として成形される、一体（例えば、単一式）構成であつてもよい。または、再帰反射シート10は、本体部分10と構造面14とが別々に成形されて、積層または接着された複合構成であつてもよい。

好ましい実施態様において、構造面14は第1の溝の組16と第2の溝の組30によって規定される複数のキューブコーナー要素40の配列を有する。本明細書において使用される、「溝の組」という用語は本体部分10の構造面14上の全ての平行な溝をいう。第1の溝の組16は少なくとも2つの、好ましくは複数の平行な溝を有する。第1の溝の組16の隣接する溝は距離 $D_0$ により分離されている。理論では、距離 $D_0$ に上限はないが、実際には、距離 $D_0$ の上限はシート材料の厚さと関係がある。現在の精度の高い加工技術により、溝の加工は0.010ミリメートルほどの距離 $D_0$ によって分離される。分離距離 $D_0$ の好ましい範囲は、0.026ミリメートル～0.260ミリメートルである。この距離は、従来の機械加工公差内に可撓性再帰反射シートを収める。図2を参照すると、第1の溝の組16の各溝は複数の光学面42と、第1の溝の基底部21で交差する複数の非光学面50とを形成する。さらに、溝の基底部21は、好ましくは、溝の組16の隣接する溝間の距離 $D_0$ とほぼ等しい深さ $H_0$ に配置される。図1～4に示す実施態様において、光学面42は、本体部分10の基底面12に対する法線ベクトルと実質的に平行に配置される面に配置される。対照的に、非光学面50は本体部分10の基底面12に対する法線ベクトルと斜角 $\alpha$ を形成する面に配置される。

本明細書に使用される、「光学面」という用語はキューブコーナー要素の3つの反射すなわち光学面を形成する面をいう。上記に考察したように、キューブコーナー要素は共通の点（例えば、キューブコーナーの頂点）において相互に交差する3つの実質的に相互に垂直な光学面（例えば、面）が交差することによって規定される。光学面は、本発明の開示目的のためには、散乱または拡散が最小である表面へ入射する光線を光学面が反射することを意味する、実質的に滑らかでなければならない。本明細書で使用される、「非光学面」という用語は、キューブコーナー要素の反射面を形成しない面をいう。多数のキューブコーナー要素配列の設計は非光学面を利用しない（例えば、米国特許第4,588,258号を参照）。しかし、非光学面は入射角の大きい光線を反射するように改造された、いくつかのキューブコーナー配列の必要な要素である（例えば、米国特許第4,895,428号を参照のこと）。非光学面は光学的に滑らかである必要がない。

図3を参照すると、第2の溝の組30の各溝はまた、複数の光学面44と第2の溝の基底部38と交差する複数の光学面52とを形成する。好ましくは、第2の溝の組30の各溝

10

20

30

40

50

の基底部 3 8 は、第 1 の溝の組 1 6 の各溝の基底部 2 1 と同じ深さ ( $H_0$ ) に配置されるが、溝の基底部 3 8 は溝の基底部 2 1 とは異なる深さに配置される。第 2 の溝の組 3 0 の隣接する溝は好ましくは、0.026 ミリメートル～0.26 ミリメートルの距離  $D_0$  によって分離される。図 1～4 に図示される実施態様において、光学面 4 4 は、本体部分 1 0 の基底面 1 2 と実質的に垂直な平面に配置される。対照的に、非光学面 5 2 は本体部分 1 0 の基底面 1 2 に対する法線ベクトルと斜角  $\alpha_2$  を形成する平面に配置される。

第 1 の溝の組 1 6 の複数の溝は交差各 (図 1) で第 2 の溝の組 3 0 の複数の溝と交差して、キューブコーナー要素 4 0 配列を形成する。図 1～4 に図示される実施態様において、 $\alpha_1$  は 90 度に等しい。好ましくは、配列中の各キューブコーナー要素 4 0 は基底面 1 2 に実質的に垂直に配置された第 1 の四角形の光学面 4 2 (図 3) と、基底面 1 2 に実質的に垂直で、第 1 の四角形の面 4 2 に垂直に配置された第 2 の四角形の光学面 4 4 (図 3) と、基底面 1 2 に平行で、第 1 の光学面 4 2 および第 2 の光学面 4 4 に実質的に垂直に配置された第 3 の四角形の光学面 4 6 とを有する。また、配列中のこのようなキューブコーナー要素 4 0 は、第 1 の四角形の非光学面 5 0 と、第 2 の四角形の非光学面 5 2 とを有する。

本明細書で使用される、「キューブコーナー要素」という用語は再帰反射分野で通常意味されるものと同じであると解釈される。キューブコーナー要素は 1 つの点で交差してキューブコーナーを形成する、3 つの実質的に相互に垂直な光学面によって規定される。相互に交差する点はキューブコーナー要素の最高点すなわち頂点である。キューブコーナー要素の光学軸はキューブコーナーの頂点を通って延在し、キューブコーナー要素の 3 つの光学面と等しい角度を形成する軸である。

図 1～4 に図示される実施態様において、光学面 4 2 および 4 4 は本体部分 1 0 の基底面 1 2 に実質的に垂直に延在する平面に配置され、第 3 の光学面 4 6 は本体部分 1 0 の基底面 1 2 に実質的に平行に延在する平面に配置される。図 4 を参照すると、各キューブコーナー要素 4 0 の光学面 4 2、4 4 は頂点 4 3 で交差し、光学面 4 2、4 4、4 6 は相互に交差して、キューブコーナーの頂点 5 4 を形成する。各キューブコーナー要素 4 0 の対称軸 6 0 は本体部分 1 0 の基底面 1 2 に対して約 35.26° の角度で配置される。また、各キューブコーナー要素 4 0 では、基底面 1 2 に対する法線ベクトルを含む平面と対称軸 6 0 は溝の基底部 2 1 および溝の基底部 3 8 と 45° の角度で交差する。

図 1～4 に図示する実施態様では、各キューブコーナー要素 4 0 は第 1 の非光学面 5 0 と第 2 の非光学面 5 2 とを有する。第 1 の非光学面 5 0 は本体部分 1 0 の基底面 1 2 に対する法線ベクトルと逃げ斜角  $\alpha_1$  を形成する (図 2)。図 1～4 に図示する実施態様では、角度  $\alpha_1$  は約 25.36 度である。また、第 2 の非光学面 5 2 は本体部分 1 0 の基底面 1 2 に垂直な軸と逃げ斜角  $\alpha_2$  を形成する (図 3)。図 1～4 に図示する実施態様では、 $\alpha_2$  は約 25.36 度である。非光学面 5 0、5 2 は本体部分 1 0 の基底面 1 2 に対する法線ベクトルと角度  $\alpha_2$  を形成する頂点 5 1 と交差する。図 1～4 に図示される実施態様において、角度  $\alpha_2$  は約 35.26 度である。

本明細書において使用される、「逃げ角」という用語は、キューブコーナー要素 4 0 の表面が本体部分 1 0 の基底面 1 2 に対する法線ベクトルに沿って配置される。図 1～4 に図示する光学面 4 2、4 4 などの基底面に垂直な平面に配置される表面は 0 度の逃げ角を形成する。対照的に、非光学面 5 0、5 2 は、各々約 25.36 度であるそれぞれ逃げ角  $\alpha_1$  および  $\alpha_2$  を形成する。逃げ角  $\alpha_1$  および  $\alpha_2$  は実質的に同じであることが好ましいが、当業者は、これらの角度が異なってもよいことを認識している。逃げ角  $\alpha_1$  および  $\alpha_2$  の値は本発明にとって重要ではないが、製造時の考慮点および幾何学的光学的原則を使用してこれらの逃げ角の好ましい範囲を確立することができる。

本体部分 1 0 の基底面 1 2 に垂直に延在する面は、再帰反射物品を製造する方法に有害となることがある。特に、基底面 1 2 に垂直な面は成形工程中に応力を集中させ、それによって再帰反射物品の光学性能に対応する歪みを生ずる。製造上の展望からみると、0 ではない逃げ角  $\alpha_1$  および  $\alpha_2$  を有する面 5 0、5 2 を形成して、再帰反射物品を製造する工程中の応力の集中を阻害することが望ましい。

しかし、光学的な考慮事項は、逃げ角<sub>1</sub>および<sub>2</sub>の好ましい角度に上限を設定する。特に、頂点51と実質的に平行な面に所定の入射角で入射する光線が、本体部分10の面で反射され、角度以上角度でキューブコーナー要素を通って伝播するように、頂点51は好ましくは角度で配置される。入射角<sub>1</sub>は、再帰反射物品が最高の性能を示すように設計される入射角に相当する。幾何学的光学的原則を使用することにより、角度<sub>1</sub>は、等式：

$$= \sin^{-1} (\sin(\theta) / n)$$

(式中、nはキューブコーナー要素材料の反射係数で、θはシートの基底面12に入射する光線の入射角(例えば、入る角度)である)を使用して誘導することができる。好ましい逃げ角<sub>1</sub>および<sub>2</sub>は等式：

$$\phi_1 = \phi_2 = \cos^{-1} \sqrt{\frac{\cos \sigma}{\sin \beta}}$$

を使用して、角度で配置される頂点51を形成するように算出することができる。

実施例により、代表的な再帰反射シート8は反射係数1.5を有する材料から形成され、入射角度60度、角度<sub>1</sub>=35.26°並びに角度<sub>2</sub>=25.36°で基底面12に入射する限定的な光線について設計される。当業者は、角度<sub>1</sub>および<sub>2</sub>の好ましい値は、シートが設計される入射角と、シート8が形成される材料の屈折率との関数であることを認識している。一般に、逃げ角<sub>1</sub>および<sub>2</sub>の好ましい範囲は5°~45°である。さらに好ましい範囲は20°~30°である。さらに、当業者は、あまり好ましくない実施態様では、角度<sub>1</sub>および<sub>2</sub>は同じではないことを認識している。

「作用面積」および「有効口径」は、要素の基底面に入射する光線を反射するキューブコーナー要素の割合を特徴づけるためにキューブコーナー分野で使用される。キューブコーナー要素設計の有効口径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。

キューブコーナー幾何学の有効口径を決定するための1つの手順は、エクハルツ(Eckhardt)著、アプライド オプティクス(Applied Optics)、10巻、7号、1971年7月、1559~1566ページに示される。米国特許第835,648号(ストローベル(Staubel))も有効口径の概念について考察している。簡単には、キューブコーナー要素の作用面積は、キューブコーナー要素幾何学と、材料の屈折率と、光線がキューブコーナー要素の基底面と衝突する入射角と、キューブコーナー要素の配向性との関数である。所定の入射角では、作用面積は、反射される入射光線に対して直角な面の3つのキューブコーナー面の突出と、同じ面の第3の反射の像面の突出との位相的な交差によって決定することができる。「作用面積の割合」という用語は、キューブコーナー面の突出部の総面積で除した作用面積と規定することができる。上記により、屈折率1.5を有する材料により製造されるキューブコーナー要素は最大の作用面積の割合およびキューブコーナー要素の高さH<sub>0</sub>が溝の組の隣接する溝間の空間D<sub>0</sub>にほぼ等しい場合、入射角60°でシートに入射する光線に応答して100%に近い理論的光学効率を示す。空間D<sub>0</sub>に対する高さH<sub>0</sub>の比は、キューブコーナー要素のアスペクト比としてキューブコーナー分野で特徴づけられている。従って、本発明の実施例において、アスペクト比(H<sub>0</sub>:D<sub>0</sub>)が1.0に等しい場合、光学的性能は最大である。しかし、実際は、アスペクト比は、光学的性能を機能的に大きく損失することなく、約0.7~約1.2と変わってもよい。

図5は、キューブコーナー要素40に隣接して配置される裏地フィルム62を有する、本発明の態様による再帰反射シート8を例示する。裏地フィルム62は、超音波溶接、接着剤またはシート8のヒートシール型裏地フィルム62を含む多数の従来の方法でシート8に密封することができる。シートの密封用裏地フィルム62に加えて、またはその代わりに、裏地フィルム62を再帰反射シート8のキューブコーナー要素40の少なくともいくつかの第3の光学面46に固定してもよい。裏地フィルムは、好ましくは実質的に密閉的に密封された複合再帰反射シート材料を提供し、それによってキューブコーナー要素40の光学面42、44に隣接する空気界面の汚染を防ぐ。シェル(Shell)の原則によ

10

20

30

40

50

り、キューブコーナー要素40が光線を反射する場合には、これは特に重要である（例えば、総内部反射）。

当業者は、キューブコーナー要素40の光学面46と物理的に密着させて裏地フィルム62を配置することは、光学面46を生ずる、総内部反射に必要な空気界面を破壊することを認識している。従って、1つ以上のキューブコーナー要素40の光学面46には鏡面反射物質64を被覆して、光学面46とシール不62との間の界面を光線が透過することを防ぐことができる。反射物質64は光学分野に普通に使用されるいかななる反射材料を含んでもよい。一般的な例には、銀、アルミニウムおよびニッケルを含む金属コーティングを含むが、多層コーティングまたは静電コーティングなどの他のコーティングも有用である。鏡面反射物質は当業者に周知の技法を使用して再帰反射シートに適用できる（例えば、蒸着技法またはスパッターコーティング技法）。または、光学面46が総内部反射の原理に従って光線を反射し続けるように、キューブコーナー材料より比較的小さい屈折率を有する材料で光学面46をコーティングしてもよい。当業者はまた、再帰反射シート8の完全な構造面14が反射材料でコーティングされてもよいこと、および再帰反射材料が裏地フィルム62の表面に配置されてもよいことを認識している。

図6～7は、本発明の原理による再帰反射シートの別の実施例を例示する。図6～7に図示する再帰反射シートは、第1の四角形の光学面72を有する複数のキューブコーナー要素と、第1の四角形の面72と実質的に垂直に配置される第2の四角形の光学面74と、第1の光学面72および第2の光学面74と実質的に垂直に配置される第3の四角形の光学面76とを有する。また、配列中の角キューブコーナー要素70は、第1の四角形の非光学面80と、第2の四角形の非光学面82とを有する。少なくとも1つのキューブコーナー要素70の第3の光学面76は本体部分66の基底面68の第1の高さH<sub>1</sub>に配置され、別のキューブコーナー要素70の第3の光学面76は、基底面68の、H<sub>1</sub>とは異なる第2の高さH<sub>2</sub>に配置される。

共通の基準面の2つの異なる高さに配置されるキューブコーナー要素を有する構造面に関する1つの利点は、「高い方の」キューブコーナー要素は裏地層（例えば、裏地層62）を支持することができるということである。従って、裏地層は、好ましくは、「高い方の」キューブコーナー要素と光学的に結合する。こうすることによって、スネル（Sne11）の法則によって光線を反射する残りのキューブコーナー要素に必要な空気界面が維持される。また、裏地層は「高い方の」キューブコーナー要素によって支持されるので、残りのキューブコーナー要素は、その光学的性能を歪ませることがある物理的応力を受けにくくなる。

図8～10は、本発明の原理による再帰反射シートのさらに別の実施態様を例示する。各キューブコーナー要素140の各面に0でない逃げ角が提供されて（例えば、基底面112に垂直な平面にからずれる）、再帰反射シートに「垂直な」面を排除し（例えば、シート108の基底面に垂直な面）、それによって再帰反射シート108の製造性を改善するということを除いて、図8～10に図示する再帰反射シートは図1～4に図示するシートと実質的に同様である。

図8～10を参照にすると、再帰反射シート108は基底面112と、基底面112に対向する構造面114とを有する本体部分110を有することがわかる。構造面112は、交差して複数のキューブコーナー要素140を形成する第1の溝の組116と、第2の溝の組130とを有する。第1の溝の組116は、少なくとも2つ、好ましくは複数の平行な溝を有する。図9を参照すると、第1の溝の組116の各溝は、溝の基底部121で交差する複数の光学面142と複数の非光学面とを形成することがわかる。第1の光学面142は、シート108の基底面112に対する法線ベクトルから逃げ角<sub>1</sub>のところに配置される。第1の非光学面150は、シート108の基底面112に対する法線ベクトルから逃げ角<sub>1</sub>度のところに配置される。第2の溝の組130はまた、少なくとも2つ、好ましくは複数の平行な溝を有する。図10を参照すると、第2の溝の組130の各溝は、溝の基底部138で交差する複数の光学面144と複数の非光学面152とを形成する。第2の光学面144はまた、シート108の規定面112に対する法線ベクトルから逃

10

20

30

40

50

げ角<sub>2</sub>のところに配置される。第2の非光学面136は、シート108の基底面112に垂直な軸から逃げ角<sub>2</sub>のところに配置される。

第1の溝の組116の複数の溝は、交差各（図8）で第2の溝の組130の複数の溝と交差し、キューブコーナー要素140の配列を形成する。角度<sub>1</sub>は、キューブコーナー要素の光学面に提供される逃げ角<sub>1</sub>と<sub>2</sub>の関数で、光学面142と144とが実質的に確実に垂直であるように、算出されるべきである。<sub>1</sub> = <sub>2</sub>である実施態様では、<sub>1</sub>は式：

$$= \cos^{-1}(\tan^2)$$

により算出することができる。図1～4に図示する実施態様については、逃げ角<sub>1</sub> = <sub>2</sub> = 0度および交差角 = 90度であることに注目すること。好ましくは、逃げ角<sub>1</sub>、<sub>2</sub>は0°～20°で、好ましくは3°～10°である。従って、交差角の好ましい範囲は90°～82°である。

図8～11に図示する実施態様では、各溝の光学面には逃げ角6°が提供されている。従って、溝の組は約89.367°の交差角で交差して、キューブコーナー要素140の配列を形成する。好ましくは、配列中の各キューブコーナー要素140は基底面112に垂直な平面から6.00°の逃げ角で配置される第1の四角形の光学面と、基底面112と第1の四角形の面142とに実質的に垂直な面から6.00°の逃げ角で配置される第2の四角形の光学面144と、基底面112に平行な平面から8.50°の逃げ角で配置される第3の四角形の光学面146とを有する。第3の光学面146は第1の光学面142および第2の光学面144に実質的に垂直である。また、配列中の各キューブコーナー要素140は、頂点151で交差する第1の四角形の非光学面150と、第2の四角形の非光学面とを有する。

図11を参照すると、光学面142、144は、頂点143で交差して、面142、144の間に直交二面角を形成する。頂点143は、本体部分110の基底面112に対する法線ベクトルから約8.50°の角度で配置される。キューブコーナー要素140の対称軸160は、本体部分110の基底面112と約43.76°の角度のところに配置される。当業者は、キューブコーナー140は大きい逃げ角または小さい逃げ角で形成され、キューブコーナー要素の対称軸160の傾斜を大きくまたは小さくすることができるこ<sub>10</sub>とを認識している。

上記のように、本発明による再帰反射シートは、例えば舗装標識用途、運動着用バリケード標識用途または乗り物の識別標識用途のような入射角が大きい照明用途に使用するため特に十分に改造されている。使用時には、本発明による再帰反射シートを目的物に固定することができる。好ましくは、使用時には、キューブコーナー要素の対称軸がほぼ光源方向に向くように、シートを配向する。

当技術上周知の種々の特徴および修正は本発明の再帰反射シートに組み入れができる。例として、溝の組の隣接する溝の夾角にわずかな変化を加えて、四角形の性からわずかに歪んで交差する光学面を有するキューブコーナー要素を形成することができる。例えば、アペルドーン（Appeldorf）に付与される米国特許第4,775,219号を参照のこと。また、複数のキューブコーナー配列を異なる方向に配向して、傾斜した再帰反射シートを提供してもよい。例えば、米国特許第3,926,402号（ヘーナン（Heenan））を参照のこと。

本発明による再帰反射シートは、以下の手順の1つ以上により製造することができる。まず、精度の高いダイアモンド加工工具を使用して好適な本体部分に2つの垂直な溝の組を形成することによって、マスター押し型を製造する。各溝の組は非対称工具で切削された複数の実質的に平行な溝を有する。溝の光学面は、図1～4に関連して考察したように、本体部分の基底面に垂直に延在してもよく、または逃げ角を成して配置されてもよい。溝の非光学面は、好ましくは20～30度の逃げ角で配置される。溝は、好ましくは、本体部分では26マイクロメートル～260マイクロメートルの深さまで切削され、隣接する溝も26マイクロメートル～260マイクロメートルの距離だけ離れている。第2の溝の組は、第1の溝の組と第2の溝の組の光学面が頂点で交差して、2つの面の間に実質的に直角な上反角を形成するように、形成される。キューブコーナー要素の光学面に所与の逃

10

20

30

40

50

げ角が提供される場合には、キューブコーナー要素の第3の光学面が第1および第2の溝の組の光学面によって形成される面と確実に相互に垂直であるようにその後の加工業を実施することが要求される。これらのステップが完了されることにより、キューブコーナー要素配列の押込型である構造面を有するマスター押し型が形成される。可能な溝の空間と対応するキューブコーナー要素の密度を表Iに示す。

表 I

| 溝の間隔 (D <sub>o</sub> )<br>(μ) | キューブコーナー要素の密度<br>$\left( \frac{\text{要素}}{\text{cm}^2} \right)$ | 10 |
|-------------------------------|---|----|
| 700                           | 200   |    |
| 260                           | 1500  |    |
| 26                            | 150000  |    |
| 10                            | 1000000   |    |

マスター押し型が成形された後に、複製してキューブコーナー配列のネガ型を形成することができる。マスター押し型のネガ型はマスター押し型を電気的に成形することにより、または当業者に周知の他の技法により製造することができる。

次いで、透明なプラスチックフィルムまたはシートを押し込み型またはダイに対して通過させて、押し込み型のパターンをフィルムまたはシートに形成またはエンボス加工することができる。または、液体フィルム形成材料をネガ型に鋳型成形してもよい。プラスチックフィルムまたはシートの型穴の深さを制御することによって、押し型の型穴があたららない基底部分のフィルムまたはシートは、キューブコーナー要素を支持する本体部分形態として作用する。このような方法は一体型の（例えば、単一式）再帰反射シート製品を形成する。本発明による一体型再帰反射シートを形成するために好適な方法は寸法的に安定で、耐候性で、所望な形態に容易に成型可能な材料を含む。好適な材料の例には、ローム & ハース (Rohm & Haas) 社製のプレクシグラス (Plexiglas) 樹脂などの、一般に約1.5の屈折率を有するアクリル、約1.6の屈折率を有するポリカーボネート、英国特許第2,027,441号に教示されるものなどの反応性材料、ポリエチレン系イオノマー（商品名「SURLYN」で販売）、ポリエステルおよび酢酸セルロースブチレートが含まれる。シートは適宜UV吸収剤または他の添加剤を含んでもよい。

別の実施態様において、シートは第1の材料から形成される積層フィルムと、積層フィルムに固定され、第1の材料とは物理的特性、化学的特性または光学的特性が異なる第2の材料から形成されるキューブコーナー要素の配列とを含む、複合材料として製造されてもよい。一実施態様において、積層フィルムは比較的小さい（例えば、 $7 \times 10^8$  パスカル）弹性係数を有する可撓性ポリマーまたはエラストマーポリマー材料から形成され、キューブコーナー要素は大きい弹性係数（例えば、 $10 \times 10^8$  パスカル）を有する比較的硬いポリマーから形成されて、可撓性キューブコーナー再帰反射シートを形成してもよい。複合シートを形成するために好適な材料および製造方法の例は、参考として本明細書に組み入れられる米国特許第5,450,235号および米国特許出願番号08/472,444号に詳細に記載されている。

反射要素および本体部分には所与の材料による裏地層が提供されて、シートを強化および/または反射要素をよごれおよび水分による汚染から保護してもよい。一般に、裏地層は不透明な熱可塑性フィルムまたはシートを有し、好ましくはそれは耐候性が良好である。好適な裏地材料には、アルミニウムシート、亜鉛めっき鋼、ポリメチルメートルクリレート、ポリエステルポリアミド、フッ化ポリビニル、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニルなどのポリマー材料並びにこれらの材料および他の材料製の多種の積層物が含まれる。

裏地フィルムまたはシートは、図5に関連して上記するように、1つ以上のキューブコーナー要素の上面に接着されてもよい。裏地フィルムまたはシートは任意の好適な形態で密

20

30

40

50

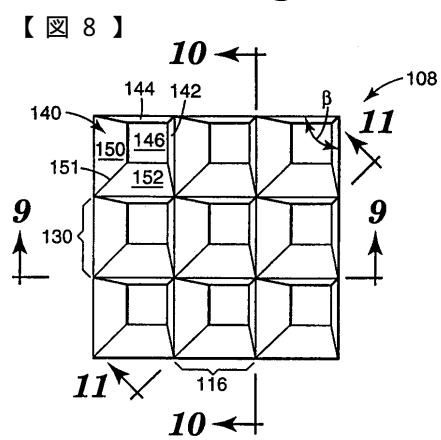
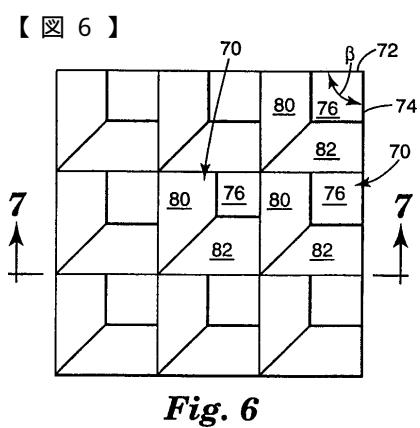
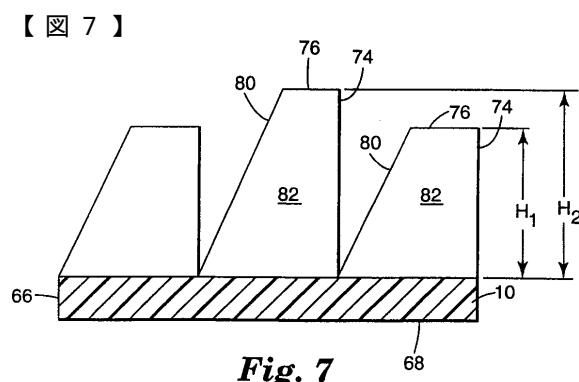
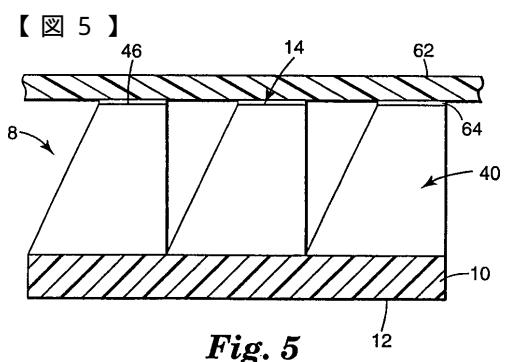
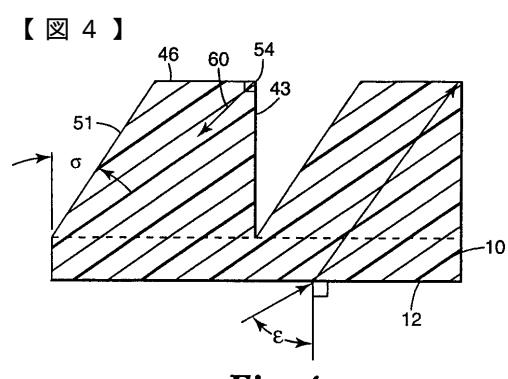
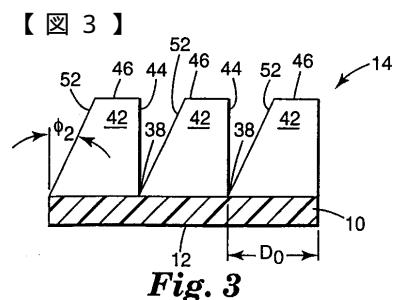
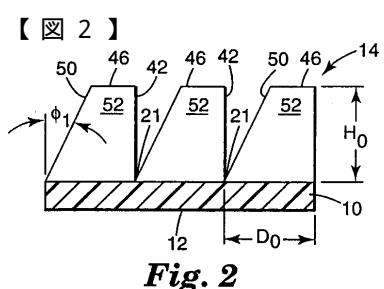
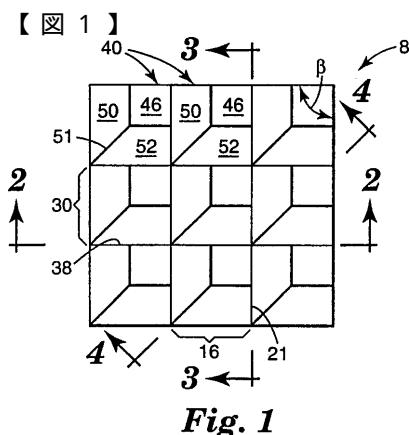
封されてもよい。密封作業は、超音波溶接、接着剤または加熱密封を含む多数の方法を使用することによって、反射要素の配列の別の位置において実施してもよい。例えば、米国特許第3,924,929号を参照のこと。裏地フィルムを密封することにより、キューブコーナー要素の反射面に隣接する空間を汚れや水分による汚染から防ぐ。再帰反射シートが総内部反射の原理により光線を反射する場合には、キューブコーナー要素の反射面に隣接する空気界面をきれいに維持することが特に重要である。キューブコーナー要素の光学面の間の空気界面が汚れまたは水分によって汚染されると、再帰反射シートの光学効率が低下する。

望ましい場合には、キューブコーナー要素の反射面が、総内部反射の原理によってではなく、鏡面反射の原理に従って光線を反射するように、再帰反射要素に鏡面反射材料（例えば、銀、アルミニウム）をコーティングしてもよい。この実施態様では、光線はキューブコーナー要素の金属化された面により反射するので、空気界面をきれいに維持する必要がない。にもかかわらず、接着剤面として使用するために、金属化した再帰反射シートに裏地層を提供することが望ましいことがある。10

複合物中に強度または強靭性を付加する必要がある場合には、ポリカーボネート、ポリブチレートまたは纖維強化プラスチックの裏地シートを使用してもよい。結果として得られる再帰反射材料の可撓性の程度に応じて、材料をロール状にしても、切断して帯状または他の好適な設計にしてもよい。再帰反射材料は接着剤と剥離シートを裏地に使用して、接着剤または他の固定手段の使用を適用するステップを追加することなく、本体部分への適用にとって有用にしてもよい。20

上記のように、本発明による再帰反射シートは、例えば舗装標識用途、運動着のバリケード標識用途または乗り物の識別標識用途などの大きい入射角の照明用途に使用するために特に十分に改造されている。使用時には、本発明による再帰反射シートは目的物に固定することができる。好ましくは、キューブコーナー要素の対称軸が光源方向に延在するように、シートを配向する。再帰反射シートを傾斜して、2方向以上の異なる方向から入射する光線を受け入れることが期待される。光源からの光線は再帰反射シートの基底面に入射し、本体部分を介して反射され、キューブコーナー要素の3つの相互に垂直な面から反射され、光源方向に向けられる。

本発明はいくつかの実施態様を参照して本明細書において説明されている。上記の詳細な説明および例は理解を明確にするためだけに示されている。それらから不必要的限定を理解されるべきではない。本発明の範囲を逸脱することなく、説明された実施態様に多数の変更を加えることができることは当業者に明らかである。従って、本発明の範囲は本明細書に記載される詳細およびものに限定されるのではなく、請求の範囲の内容およびそれらの構成と同等なものによって記載されるものによって限定されるべきである。30



【 四 9 】

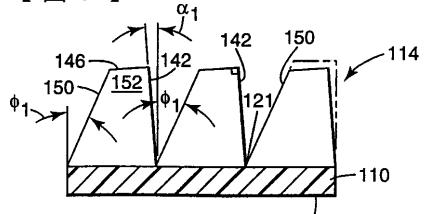


Fig. 9

【図 1 0

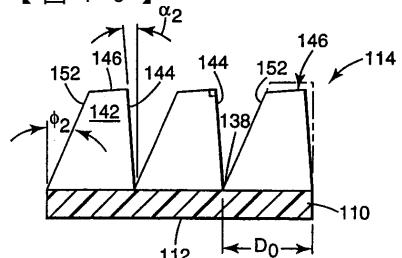


Fig. 10

【 図 1 1 】

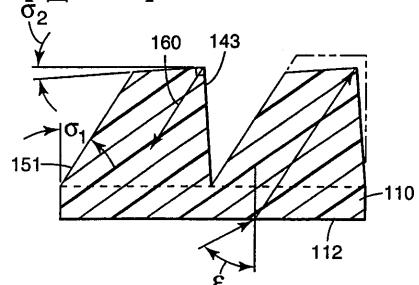


Fig. 11

---

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,ポスト オフィス ボック  
ス 33427

審査官 井上 信

(56)参考文献 特開平2-85884 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/124