

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6745330号
(P6745330)

(45) 発行日 令和2年8月26日 (2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月5日 (2020.8.5)

(51) Int. Cl.	F I
G O 2 B 5/08 (2006.01)	G O 2 B 5/08 A
G O 2 B 5/02 (2006.01)	G O 2 B 5/02 C
G O 2 B 5/10 (2006.01)	G O 2 B 5/10 Z
F 2 1 S 11/00 (2006.01)	F 2 1 S 11/00
F 2 1 V 7/10 (2006.01)	F 2 1 V 7/10 1 0 0
請求項の数 19 (全 38 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2018-502008 (P2018-502008)	(73) 特許権者	316013194
(86) (22) 出願日	平成27年7月15日 (2015.7.15)		コエルクス・エッセ・エッレ・エッレ
(65) 公表番号	特表2018-523847 (P2018-523847A)		COELUX S. R. L.
(43) 公表日	平成30年8月23日 (2018.8.23)		イタリア共和国 22074 ロマッツォ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/001454		チオ, ヴィア・カヴール, ポーロ・テク
(87) 国際公開番号	W02017/008821		ノロジコ・コモネクスト, 2
(87) 国際公開日	平成29年1月19日 (2017.1.19)	(74) 代理人	110001380
審査請求日	平成30年7月11日 (2018.7.11)		特許業務法人東京国際特許事務所
		(72) 発明者	パオロ・ディ・トラパーニ
			イタリア共和国 22020 カヴァッラ
			スカ, ヴィア・サルファッティ, 2
		(72) 発明者	ダヴィデ・マガッティ
			イタリア共和国 22070 カピアーゴ
			・インティミアーノ, ヴィア・ガリバル
			ディ, 3/E
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色反射ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の非同一直線表面部分を有する支持構造と、

前記複数の非同一直線表面部分上に形成されることにより、複数の非同一直線反射面部分を形成する反射層であって、複数の非同一直線反射面部分のそれぞれが前記複数の非同一直線表面部分のそれぞれに関連付けられた反射層と、

前記反射面部分に設けられた裏側と、入射光によって照明される表側と、を有する色拡散層と、

を備え、

前記色拡散層は、

母材内に埋め込まれた複数のナノ粒子を有し、

前記反射層および前記色拡散層は、

青色よりも赤色においてより大きい正反射率と、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを有する、

色反射ユニット。

【請求項 2】

複数の非同一直線表面部分を有する裏側と、入射光によって照明される表側とを有する色拡散層として構成された支持構造であって、前記色拡散層が、母材内に埋め込まれた複数のナノ粒子を有する支持構造と、

前記裏側の前記複数の非同一直線表面部分上に形成されることにより、複数の非同一直

面反射面部分を形成する反射層であって、複数の非同一平面反射面部分のそれぞれが前記複数の非同一平面表面部分のそれぞれに関連付けられた反射層と、

を備え、

前記反射層および前記色拡散層は、

青色よりも赤色においてより大きい正反射率と赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを有する、

色反射ユニット。

【請求項 3】

前記反射層が、前記支持構造の前記非同一平面表面部分上に連続的に延在し、かつ前記非同一平面表面部分に直接適用されて構造的に直接に接続され、ならびに / または、

前記反射層が、前記非同一平面表面部分上の連続金属層であり、ならびに / または、

前記反射層が、前記支持構造の表面部分によって形成される、

請求項 1 または 2 に記載の色反射ユニット。

【請求項 4】

前記複数の非同一平面反射面部分の少なくともサブグループの前記反射面部分が、空間において同一の配向を有するとともに同一の形状を有する一連の反射面部分を形成し、および / または、

前記複数の非同一平面反射面部分の少なくともサブグループの前記反射面部分が、互いに均一に分布した、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【請求項 5】

前記複数の反射面部分の少なくともサブグループの前記反射面部分が、反射面部分の形状と法線によって特徴付けられ、前記形状が、平面、または、曲面であり、前記反射面部分の法線が、前記色反射ユニットの表面タイプのそれぞれの部分に関連する局所ユニット法線に対して傾斜し、

前記反射面部分の法線が、 $2^{\circ} \sim 88^{\circ}$ の範囲内、または、 $5^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲内の角度だけ前記局所ユニット法線に対して傾斜する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【請求項 6】

前記色反射ユニットが、平面パネル形状を有し、前記複数の非同一平面反射面部分は、平面非同一平面表面部分を有し、前記平面非同一平面表面部分が、前記平面パネル形状に対して非平行である、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【請求項 7】

前記色反射ユニットが、平面可視面を有する平面表面タイプを有し、前記複数の反射面部分の前記反射面部分が、前記可視面に沿って延在する幅方向における幅と、前記可視面に対して傾斜角をもって高さ方向に延在する高さとを有する矩形形状を有する、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【請求項 8】

前記複数の反射面部分の前記反射面部分は、反射面部分がステップ状の配置を形成するように互いに対して配向され、同一のまたは変化する形状の段差を有する、

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【請求項 9】

前記複数の非同一平面反射面部分の少なくともサブグループの前記反射面部分が、空間におけるそれらの配向がランダム状である一連の反射面部分を形成する、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【請求項 10】

前記複数の非同一平面反射面部分に関連する形状が、基準平面に沿って延在する直線測定線に沿って測定された前記基準平面までの距離の変動によって特徴付けられ、

前記基準平面が、前記複数の非同一平面反射面部分の中央平面に対して平行であり、

前記基準平面が、前記複数の非同一平面反射面部分の全てを越えて前記中央平面から変位し、

前記距離の変動は、少なくとも3つの極値を備え、前記距離が、前記測定線に沿って少なくとも2回増加および減少する、

請求項1から9のいずれか1項に記載の色反射ユニット。

【請求項11】

前記色反射ユニットが、前記反射面部分を提供する一連の部分を備えるサンドイッチ構造として構成され、ならびに/または、

前記複数の非同一平面表面部分が、前記支持構造上にインプリントされ、

前記支持構造が、3D表面構造もしくはインプリントされた形状を有する照明側安定化層を備え、照明側安定化層は、前記非同一平面表面部分の、すなわち前記反射面部分の、形状と配向の基礎を与える、

請求項1から10のいずれか1項に記載の色反射ユニット。

【請求項12】

前記支持構造が、一連のミラーユニットを備え、各ミラーユニットが、前記複数の非同一平面反射面部分の反射面部分を形成し、各ミラーユニットが、前記色拡散層の色拡散層部分を備え、

前記支持構造が、前記反射面部分の非同一平面性を提供する向きで前記ミラーユニットを取り付けるための取り付け構造をさらに備える、

請求項1記載の色反射ユニット。

【請求項13】

前記一連のミラーユニットの前記ミラーユニットが、

前記反射層および/または前記色拡散層が適用されたおよび/または組み込まれた支持構造であって、ガラス、サンドイッチ構造、金属で作製された支持構造を備え、

前記サンドイッチ構造が、取り付け側安定化層と、照明側安定化層と、それらの間のコア層と、を有する複合パネルであり、前記反射層部分が、前記照明側安定化層上に設けられるか、またはその中に組み込まれ、前記色拡散層部分が、前記反射層部分上または前記照明側安定化層上に適用される、

請求項11記載の色反射ユニット。

【請求項14】

前記色拡散層が前記反射層部分と接触した、

請求項1から13のいずれか1項に記載の色反射ユニット。

【請求項15】

前記母材の屈折率に対する前記ナノ粒子の屈折率の差と、前記ナノ粒子のサイズ分布と、単位表面積あたりのナノ粒子の数とが、青色よりも赤色においてより大きい正反射率と、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを提供するように選択された、

請求項1から14のいずれか1項に記載の色反射ユニット。

【請求項16】

前記複数のナノ粒子は、前記正反射率および前記拡散反射率の差に寄与するナノ粒子を含み、

前記正反射率および前記拡散反射率の差に寄与する前記ナノ粒子および前記母材が、非吸収性である、

請求項1から15のいずれか1項に記載の色反射ユニット。

【請求項17】

n_p が前記ナノ粒子の屈折率であり、 n_h が、前記母材の屈折率であるときの相対屈折率 $m = n_p / n_h$ が、 $0.5 < m < 2.5$ の範囲内である、

請求項1から16のいずれか1項に記載の色反射ユニット。

【請求項18】

前記色拡散層を通る厚さ伝播方向に沿って、単位面積あたりのナノ粒子の数が、Dがメートルで与えられるとき、

【数 1】

$$N \leq N_{\max} = \frac{3.7 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

であり、および / または、

単位体積あたりの粒子数を $[\text{meters}^{-3}]$ とすると、充填率 f が

【数 2】

10

$$f = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3 \rho$$

で与えられ、 $f = 0.4$ である、

請求項 1 から 17 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【請求項 19】

前記色拡散層が、

20

前記正反射率および前記拡散反射率の差に寄与するとともに前方散乱の増加に寄与するナノ粒子よりも大きいサイズを有する粒子であって、前記正反射率を色とは無関係に減少させる粒子、

をさらに備えた、

請求項 1 から 18 のいずれか 1 項に記載の色反射ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、全体的に、色ミラーユニットに関して、具体的には、所望の光学的効果および視覚的效果を提供するために照明構造または建物のファサード構造に適用され得るナノ粒子ベースの光影響ユニットに関する。

30

【背景技術】

【0002】

16 世紀の間のミラー製造技法の向上は、インテリア建築における光学ミラー素子の使用の増加をもたらした。たとえば、壁の一部に反射面をかぶせることは、空間強調の印象および奥行き知覚の増加を発生した。それ以来、ミラーは、知覚される容積の広がりによって雰囲気快適さを改善することができる必須の構成要素になった。一般に、近代および現代の建築では、反射面は、観察者の特定の知覚を提供するために使用される。

【0003】

以下の開示は、特定のナノ粒子ベースの反射ユニットと、一般的な用途または屋外ファサード用途における照明装置などにおける能動照明および受動照明の分野でのそれらの用途とに少なくとも部分的に基づく。

40

【0004】

本明細書で開示されるように、特定のナノ粒子ベースの反射ユニットは、観察者の屋外または屋内の壁の特定の視覚を提供するために使用され得る。それらのユニットは、たとえば、反射層および拡散層が組み合わされた、同じ出願人によって 2014 年 5 月 13 日に提出された、国際公開第 2015/172821 号に記載されているような太陽模倣照明システムの特性を提供する特定の色特徴部および反射特徴部を提供することができる。

【0005】

たとえば、現代の建築では、ファサード構造は、多種多様な機能を組み合わせる。主に

50

、異なる気象条件およびそれぞれの照明状況の下での、建物の知覚、および建物が他の建物の環境の中でどのように知覚されるのかに対処する審美的側面がある。さらに、建物の能動的な照明は、夜であっても建物の特定の視覚的な印象を提供することを可能にする。

【0006】

レイリー状 (Rayleigh-like) の拡散層について、同じ出願人によって出願された欧州特許出願公開第2304478号明細書、欧州特許出願公開第2304480号明細書、および国際公開第2014/076656号などのいくつかの出願は、可視光を生成する光源と、伝導に使用されるナノ粒子を含むパネルとを使用する、すなわち、光源および照明される領域がパネルの反対側に配置される照明システムを開示している。照明システムの動作中、パネルは、光源からの光を受け、いわゆるレイリー拡散器として伝導において作用し、すなわち、晴天状況における地球大気と同様に入射光を拡散させる。具体的には、この概念は、太陽光に対応するより低い相関色温度 (CCT: correlated color temperature) を有する指向性光に適用され、青空の光に対応するより大きいCCTを有する光を拡散させる

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第2015/172821号

【特許文献2】欧州特許出願公開第2304478号明細書

【特許文献3】欧州特許出願公開第2304480号明細書

20

【特許文献4】国際公開第2014/076656号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、たとえば、上述した国際公開第2015/172821号のような反射特徴部を導入することは、反射の存在により知覚に影響を及ぼす可能性がある。具体的には、たとえば、空および太陽の視覚的外観と共に、自然の模倣的な空の太陽の照明を提供することによって目を欺くことを意図する照明システムについて、所望の光学的効果および視覚的效果を維持するために、色および輝度の不均一性が回避されるか、または少なくとも低減される。他方の側では、ミラー状のファサードは、大きい窓と同様に、不利に、たとえば、空として知覚されるファサードに向かって飛んでいる鳥やファサードに衝突する鳥に認識されない可能性がある。

30

【0009】

したがって、本開示は、従来のシステムの1つまたは複数の態様を少なくとも部分的に改善または克服することに向けられている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

第1の態様では、本開示は、複数の非同一平面表面部分を有する支持構造と、複数の非同一平面表面部分上に形成され、それによって、それぞれが複数の非同一平面表面部分のそれぞれに関連付けられた複数の非同一平面反射面部分を形成する反射層と、反射面部分に設けられた裏側と入射光によって照明されるための表側とを有する色拡散層とを備え、色拡散層が、母材内に埋め込まれた複数のナノ粒子を備え、反射層および色拡散層は、非同一平面反射面部分(3')と共に、青色よりも赤色においてより大きい正反射率と、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを提供するように構成された、色反射ユニットに向けられている。

40

【0011】

別の態様では、色反射ユニットは、複数の非同一平面表面部分を備える裏側と、入射光によって照明されるための表側とを有する色拡散層として構成された支持構造を備える。色拡散層は、母材内に埋め込まれた複数のナノ粒子を備えるように構成される。色反射ユニットは、裏側の複数の非同一平面表面部分上に形成され、それによって、それぞれが複

50

数の非同一平面表面部分のそれぞれに関連付けられた複数の非同一平面反射面部分を形成する反射層をさらに備える。反射層および色拡散層は、青色よりも赤色においてより大きい正反射率と、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを提供するように構成される。

【0012】

別の態様では、色反射ユニットは、複数の表面部分を提供する複数のモザイク状表面構造を備える連続粗粒表面を備える支持構造と、連続粗粒表面上に形成され、それによって、複数の非同一平面反射面部分を形成する反射層と、反射面部分に設けられた裏側と入射光によって照明されるための表側とを有する色拡散層とを備え、色拡散層は、母材内に埋め込まれた複数のナノ粒子を備え、反射層と共に、青色よりも赤色においてより大きい正反射率と、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを提供するように構成される。

10

【0013】

別の態様では、色反射ユニットは、複数の表面部分を提供する複数のモザイク状表面構造を備える連続粗粒表面を備える裏側と、入射光によって照明されるための表側とを有する色拡散層として構成された支持構造であって、色拡散層が、母材内に埋め込まれた複数のナノ粒子を備え、青色よりも赤色においてより大きい正反射率と、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを提供するように構成された、支持構造と、連続粗粒表面上に形成され、それによって、複数の非同一平面反射面部分を形成する反射層とを備える。

【0014】

20

別の態様では、本開示は、特に、自然な（太陽 - 空ベースの）様式で特定の外観を提供するために、上記で要約され、本明細書で開示される色反射ユニットを使用する建物（内部または外部）のためのファサード要素に向けられている。

【0015】

本明細書では、非同一平面反射面部分が同じ平面内にないことと、色反射ユニットの色反射部分を形成するために反射面部分と色拡散層（または、色拡散層の光学的に関連する部分）との任意の組合せが考慮され得ることが理解されよう。

【0016】

支持構造は、全体的に、複数の非同一平面表面部分が形成された表面側を備える。表面側は、全体的に表面（平面状または湾曲状）として本質的に延在し、基本的な表面タイプ（surface type）の色反射ユニットを提供する。

30

【0017】

他の態様は、本明細書で開示される色反射構造ユニットに基づく、壁と壁に取り付けられたファサード構造とを有する建物の壁に取り付けるための色反射構造ユニットと、本明細書で開示される色反射ユニットを使用する照明システムとを含む。加えて、態様は、特に、本明細書で開示されるような色反射ユニットを使用することによって、実際の空の外観に類似しているという理由で観察者領域からの視覚的外観を有する建物の外側部分を提供するための方法に関する。

【0018】

上記の態様のさらなる実施形態は、参照により本明細書に組み込まれる特許請求の範囲において開示される。

40

【0019】

たとえば、いくつかの実施形態では、反射構造ユニットは、参照により本明細書に組み込まれる、上述した国際公開第2015/172821号に開示されているようなミラー構造に基づく。具体的には、国際公開第2015/172821号は、たとえば、太陽のような様式で展示物を照明するために使用される、ミラーリング表面とミラーリング表面の前面にある拡散層とを有するミラーを開示している。拡散層は、衝突光の長波長成分に対して衝突光の短波長成分を優先的に散乱させる。たとえば、散乱は、レイリーまたは拡張レイリー状のレジームで起こる。

【0020】

50

反射構造ユニットの色拡散層に関して、本開示は、真昼の構成における空 - 太陽ナノ拡散器として同じ出願人によって出願された国際公開第 2 0 0 9 / 1 5 6 3 4 8 号に開示されているような光拡散器に関する。そこでは、「空 - 太陽ナノ拡散器」という用語は、自然の空による太陽光の拡散をシミュレートする光拡散器を指す。したがって、本明細書で開示される色反射ユニットは、いくつかの実施形態では、たとえば、サンドイッチの実施形態のような薄膜、コーティング、バルク材料内に複数の固体透明ナノ粒子が分散された、本質的に透明な固体母材を備える、国際公開第 2 0 0 9 / 1 5 6 3 4 8 号に開示されているタイプの光学ナノ拡散器に関連し得る。本明細書では、「拡散層」、「ナノ拡散器」、および能動的に照明される実施形態における「色拡散層」という用語は、一般に、それらの（本質的に透明な）ナノ粒子を埋め込んだ母材を備える光学要素を示す。

10

【 0 0 2 1 】

色拡散層は、原理的に、本質的に色分離を生じる同じメカニズムによって、（一般的には白色光などの）広いスペクトル帯域を有する入射光の異なる色成分を（色的に）分離することができる。レイリー散乱は、たとえば、天空光および太陽光のスペクトル分布特性を作成している。より具体的には、色拡散層は、可視白色光に曝されると、2つの異なる色成分、青色、すなわち青色または「冷たい」スペクトル部分が支配的な拡散された空のような光、および、青色が減少した成分、すなわち黄色または「暖かい」スペクトル部分を有する、伝達され反射面によって反射された入射光の同時存在を再現することができる。

【 0 0 2 2 】

20

色反射ユニットの色反射部分の反射特性に関して、その構造は、ナノ粒子に基づいて、青色よりも赤色においてより大きい正反射率と、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率とを備えるそのような特定の光学特性を達成するようなものである。光学特性は、たとえば、反射面部分の少なくとも 5 0 % を超えて、好ましくは少なくとも 7 0 % を超えて、またはさらに少なくとも 9 0 % を超えて満たされ得る。

【 0 0 2 3 】

本明細書では、Standard Terminology of Appearance、ASTM インターナショナル、E 2 8 4 - 0 9 a で定義されているように、反射率は、一般に、与えられた条件における入射光束に対する入射光束の比である。たとえば、拡散反射率は、入射光束に対する反射光束の比によって与えられる各試料の特性であり、反射は、正反射角の方向を除く測定平面によって境界付けられた半球内のすべての角度における。同様に、正反射率は、正反射角の下での反射率であり、すなわち、反射角は、入射角に等しく、反対である。本開示の文脈において、所与の波長および反射面部分上の所与の位置について、拡散反射率および正反射率は、所与の位置における反射面部分に対する法線に対して 4 5 ° の入射角を有する非偏光入射光を対象とする。測定について、正反射の測定のための検出器の角度サイズ、および入射ビームの開口角は、当業者には明らかな範囲内で選択可能である。具体的には、（白色光）低角拡散器を考慮する場合、たとえば、正反射の測定のための検出器の角度サイズ、および入射ビームの開口角は、センサが反射軸の周りの円錐内の反射を有する光線を受け入れるように構成されるべきである。いくつかの実施形態では、たとえば、透過率計および光沢計の紹介のための、BYK - Gardner、「Perception and Objective Measurement of Reflection Haze」、Friedhelm Fensterseifer、BYK - Gardner、BYK - Gardner Catalog 2 0 1 0 / 2 0 1 1) に開示されているように、0 . 9 ° の 2 倍の開口角が使用され得る。

30

40

【 0 0 2 4 】

さらに、反射光束は、すべての可能な入射方位角にわたって平均化される。拡散反射率および / または正反射率の測定が、色反射ユニットの構成に関連する幾何学的制約または他の物理的制約によって妨げられる場合、当業者は、色反射ユニットから少なくとも 1 つの別個の色反射部分を形成し、その部分への反射率を直接測定することによって、上述し

50

た量にアクセスすることができる。微視的な構造的特性の詳細については、たとえば、上述した国際公開第2009/156348号を参照されたい。しかしながら、微視的パラメータの異なる値が適用可能であり得る。たとえば、非散乱光に対してより多くの散乱光をもたらすパラメータを適用することができる。同様に、正反射されたシーンの可視性を最小化するか、または少なくとも低減する目的で、結果として生じる知覚される色が完全な晴天の色から逸脱する可能性があるという事実にもかかわらず、拡散光のため色反射ユニットの輝度への寄与を増加させることを好む可能性がある。後者は、その中で生じる多重散乱の結果として彩度のレベルを低下させることによって引き起こされる可能性があり、多重散乱を引き起こす濃度未満の濃度でも引き起こされる可能性がある。

以下では、いくつかの微視的な特徴を例示的に要約する。

10

【0025】

色効果は、たとえば、10 nmから240 nmの範囲内のサイズを有するナノ粒子に基づく。たとえば、平均サイズがその範囲内であってもよい。

【0026】

透明母材と、母材に対して異なる屈折率を有し、可視波長よりも（かなり）小さいサイズを有する透明ナノ粒子とを備える透明光学素子が、スペクトルの青色部分（青色）を優先的に散乱させ、赤色部分（赤色）を透過させることは、光散乱の原理からよく知られている。単一の粒子あたりの散乱効率の波長依存性が、波長の $1/10$ よりも小さいか、またはほぼ等しい粒子サイズの d^{-4} レイリー限界法則に近づく間、それぞれの許容可能な光学効果は、ナノ粒子のサイズの上記範囲内に既に達する可能性がある。一般に、より大きいサイズ、たとえば、波長の半分のサイズで、共振および回折効果が発生し始める可能性がある。

20

【0027】

一方、単一の粒子あたりの散乱効率は、粒子サイズ d が減少するとともに、 d^{-6} に比例して低下し、小さすぎる粒子の使用を不便にし、伝播方向に多数の粒子を必要とし、これは、許容される充填率によって制限される可能性がある。たとえば、厚い散乱層について、母材内に埋め込まれるナノ粒子のサイズ（および、具体的にはそれらの平均サイズ）は、20 nm～100 nm、たとえば、20 nm～50 nmなどの、10 nm～240 nmの範囲内であってもよく、たとえば、コーティングおよびペイントなどの薄い層を有する小型のデバイスについて、サイズは、50 nm～180 nm、たとえば、70 nm～120 nmなどの、10 nm～240 nmの範囲内であってもよい。

30

【0028】

いくつかの実施形態では、その範囲外の寸法のより大きい粒子が母材内に設けられてもよいが、これらの粒子は、レイリー状の特徴に影響を与えず、たとえば、正反射の周りに低角散乱円錐を形成することのみに寄与する可能性がある。

【0029】

色効果は、さらに、埋め込み母材の屈折率とは異なる屈折率を有するナノ粒子に基づく。散乱するために、ナノ粒子は、光散乱が起こることを可能にするために、母材（ホスト材料とも呼ばれる）の屈折率 n_h とは十分に異なる実際の屈折率 n_p を有する。たとえば、粒子の屈折率とホスト媒体の屈折率との間の比 $m (= n_p / n_h)$ は、範囲 $0.7 < m < 2.1$ または $0.7 < m < 1.9$ などの範囲 $0.5 < m < 2.5$ 内であってもよい。

40

【0030】

色効果は、さらに、与えられた方向に伝播する衝突光によって見られる単位面積あたりのナノ粒子の数、ならびに、体積充填率 f に基づく。体積充填率 f は、

【0031】

【数1】

$$f = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3 \rho$$

【0032】

50

によって与えられ、 $[\text{メートル}^{-3}]$ は、単位体積あたりの粒子数である。fを増加させることによって、拡散層中のナノ粒子の分布は、そのランダム性を失う可能性があり、粒子の位置は、相関するようになる可能性がある。結果として、粒子分布によって散乱された光は、単一粒子の特性だけでなく、いわゆる構造因子にも依存する変調を受ける。一般に、高い充填率の影響は、散乱効率をひどく減少させることである。さらに、特に、より小さい粒子サイズについて、高い充填率はまた、散乱効率の波長依存性と、同様に角度依存性にも影響を及ぼす。f = 0.1などのf = 0.4、またはさらにはf = 0.001などのf = 0.01の充填率で作業することによって、これらの「密充填」効果を回避することができる。

【0033】

10

色効果は、さらに、有効粒子直径 $D = d n_h$ に依存して、色拡散層の単位面積あたりのナノ粒子の数Nに基づく。それによって、d [メートル]は、[T. C. GREENFELL、およびS. G. WARREN、「Representation of a non-spherical ice particle by a collection of independent spheres for scattering and absorption of radiation」、Journal of Geophysical Research 104、D24、31,697-31,709 (1999)]に定義されているように、球状粒子の場合には平均粒子直径として、非球状粒子の場合には体積 - 面積が同等の球状粒子の平均直径として定義された平均粒子サイズである。有効粒子直径は、メートルで与えられ、またはnmで指定される。

20

いくつかの実施形態では、

【0034】

【数2】

$$N \geq N_{\min} = \frac{2.07 \times 10^{-29}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

(ただしDは[メートル]で与えられる)、かつ

【0035】

【数3】

$$N \leq N_{\max} = \frac{1.21 \times 10^{-27}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

30

を満たし、たとえば、

【0036】

【数4】

$$N \geq N_{\min} = \frac{4.24 \times 10^{-29}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

40

かつ

【0037】

【数5】

$$N \leq N_{\max} = \frac{9.27 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

を満たし、より具体的には、

【0038】

【数 6】

$$N \geq N_{\min} = \frac{8.99 \times 10^{-29}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

かつ

【0039】

【数 7】

$$N \leq N_{\max} = \frac{6.48 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

10

を満たす。

【0040】

たとえば、純粋な晴天の存在をシミュレートすることを目的とする実施形態では、

【0041】

【数 8】

$$N \geq N_{\min} = \frac{2.07 \times 10^{-29}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

20

(ただし D は [メートル] で与えられる)、かつ

【0042】

【数 9】

$$N \leq N_{\max} = \frac{3.69 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

を満たし、たとえば、

【0043】

30

【数 10】

$$N \geq N_{\min} = \frac{4.24 \times 10^{-29}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

かつ

【0044】

【数 11】

$$N \leq N_{\max} = \frac{2.79 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

40

を満たし、より具体的には、

【0045】

【数 12】

$$N \geq N_{\min} = \frac{8.99 \times 10^{-29}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 [\text{meters}^{-2}]$$

かつ

【0046】

【数 1 3】

$$N \leq N_{\max} = \frac{2.06 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

を満たす。

【0 0 4 7】

正反射されたシーンの寄与を最小化することを目的とする他の実施形態では、

【0 0 4 8】

【数 1 4】

$$N \geq N_{\min} = \frac{2.79 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

10

(ただし D は [メートル] で与えられる)、かつ

【0 0 4 9】

【数 1 5】

$$N \leq N_{\max} = \frac{1.21 \times 10^{-27}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

を満たし、たとえば、

【0 0 5 0】

20

【数 1 6】

$$N \geq N_{\min} = \frac{3.69 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

かつ

【0 0 5 1】

【数 1 7】

$$N \leq N_{\max} = \frac{9.27 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

30

を満たし、より具体的には、

【0 0 5 2】

【数 1 8】

$$N \geq N_{\min} = \frac{4.85 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

かつ

【0 0 5 3】

【数 1 9】

$$N \leq N_{\max} = \frac{6.48 \times 10^{-28}}{D^6} \left| \frac{m^2 + 2}{m^2 - 1} \right|^2 \quad [\text{meters}^{-2}]$$

40

を満たす。

【0 0 5 4】

これらの物理的パラメータおよびそれらの一般的な相互作用に関しては、たとえば、国際公開第 2 0 0 9 / 1 5 6 3 4 8 号を再び参照されたい。

【0 0 5 5】

本明細書で開示される色反射ユニットおよび特に色反射部分の巨視的な光学特性は、以下の 2 つの量で説明され得る。

【0 0 5 6】

50

(i) 拡散層が $10\text{ nm} \sim 240\text{ nm}$ の範囲内のサイズを有するナノ粒子、すなわち、衝突する放射線の短波長を優先的に拡散させる原因となるナノ粒子を含まないという事実を除いて、色反射ユニットの正反射率と、色反射ユニットと同一の参照試料の正反射率との間の比として定義される単色正規化正反射率 $R(\quad)$ 。

【 0 0 5 7 】

(i i) 衝突する放射線の長波長成分と短波長成分との間の色分離を提供する色反射デバイスの能力を測定する $\text{Log}[R(450\text{ nm})] / \text{Log}[R(630\text{ nm})]$ として定義される、青色光学濃度と赤色光学濃度との間の比。

【 0 0 5 8 】

いくつかの実施形態では、色反射ユニット、および特に色反射部分は、以下を有することができる。

10

【 0 0 5 9 】

$0.05 \sim 0.95$ 、たとえば、 $0.1 \sim 0.9$ 、たとえば、 $0.2 \sim 0.8$ の範囲内の $R(450\text{ nm})$ 。たとえば、純粋な晴天の存在をシミュレートすることを目的とする実施形態について、 $R(450\text{ nm})$ は、 $0.4 \sim 0.95$ 、たとえば、 $0.5 \sim 0.9$ 、たとえば、 $0.6 \sim 0.8$ の範囲内であり得る。

【 0 0 6 0 】

正反射されたシーンの寄与を減少させる（たとえば、最小化する）ことを目的とする実施形態では、 $R(450\text{ nm})$ は、 $0.05 \sim 0.5$ 、たとえば、 $0.1 \sim 0.4$ 、たとえば、 $0.2 \sim 0.3$ の範囲内であり得る。

20

【 0 0 6 1 】

いくつかの実施形態では、青色光学濃度と赤色光学濃度との間の比 に関して、 は、
5 1.5、または5 2、または5 2.5、たとえば、5 3.5
の範囲内であり得る。

【 0 0 6 2 】

完全性のために、外部環境での使用に関して、このタイプの用途に適した無機粒子は、限定はしないが、たとえば、それぞれ屈折率 $n_p = 2.0$ 、 2.6 、 2.1 、 1.5 、および 1.7 を有する ZnO 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SiO_2 、および Al_2O_3 と、可視領域において本質的に透明である任意の他の酸化物とを含むものであり得る。無機粒子の場合には、粒子を埋め込むために、ソーダ石灰シリカガラス、ホウケイ酸ガラス、熔融シリカ、ポリメチルメタクリレート (PMMA)、ポリカーボネート (PC) などの有機母材または無機母材が使用され得る。一般に、特に、たとえば、UV 部分が減少したかまたは照明される構成のために、有機粒子も使用され得る。

30

【 0 0 6 3 】

ナノ粒子の形状は、本質的に任意であり得るが、球状粒子が最も一般的である。

【 0 0 6 4 】

上述したように、ナノ粒子および/または母材および/またはさらなる埋め込まれた粒子は、可視光を吸収しなくてもよく、またはある程度制限されるだけでもよい。それによって、色反射ユニットを出る光の輝度および/またはスペクトル（すなわち、色）は、吸収による影響をほとんどまたはまったく受けない可能性がある。可視スペクトルにおける本質的に波長に依存しない吸収は、許容可能であり得る。

40

【 0 0 6 5 】

色拡散層の上記の特徴を本明細書で開示される構造的特徴を組み合わせることは、様々な例示的な実施形態について以下で例示的に説明するように、従来技術の1つまたは複数の態様に対処することを可能にし得る。

【 0 0 6 6 】

本開示の他の特徴および態様は、以下の説明および添付図面から明らかになるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 7 】

50

【図 1】複数の反射面部分を有する例示的な色反射ユニットの概略上面図。

【図 2】(a) および (b) は、拡散光および正反射光の外観への寄与を示す、図 1 に示す色反射ユニットの概略断面図。

【図 3】図 2 に示す断面図に基づいて反射面の表面形状を規定するための説明図。

【図 4】色反射ユニットのサンドイッチ型構成の概略断面図。

【図 5】色反射ユニットのサンドイッチ型構成の概略断面図。

【図 6】色反射ユニットのサンドイッチ型構成の概略断面図。

【図 7】色反射ユニットのパネルベース構成の概略断面図。

【図 8】色反射ユニットのパネルベース構成の概略上面図。

【図 9】色反射ユニットのパネルベース構成の概略 3D 図。

10

【図 10】複数の反射面部分の例示的な配置を示す概略上面図。

【図 11】複数の反射面部分の例示的な配置を示す概略上面図。

【図 12】非平面反射面部分を提供する色反射ユニットの概略断面図。

【図 13】非平面反射面部分を提供する色反射ユニットの概略断面図。

【図 14】非平面反射面部分を提供する色反射ユニットの概略断面図。

【図 15】非平面反射面部分を提供する色反射ユニットの概略断面図。

【図 16】反射面部分のサブグループを提供する色反射ユニットの概略断面図。

【図 17】ランダムに配向された平面表面部分を提供する色反射ユニットの概略断面図。

【図 18】ランダムに配向された凹面部分を提供する色反射ユニットの概略断面図。

【図 19】曇った気象条件のための色反射ユニットに基づくファサード要素を有する建物の頂部の概略図。

20

【図 20】観察者領域内からの光学的印象を説明するための図 19 の建物の概略側面図。

【図 21】部分的に晴れた空のための図 19 の建物のさらなる図。

【図 22】曇った日の空の不均一な輝度と、色反射ユニットの視覚的外観へのその影響とを示す概略図。

【図 23】曇った日の空の不均一な輝度と、色反射ユニットの視覚的外観へのその影響とを示す概略図。

【図 24】色反射構造ユニットを形成する一連の傾斜ミラーユニットを有する例示的なファサード要素の概略図。

【図 25】図 24 のファサード要素のミラーユニットの取り付けを示す詳細図。

30

【図 26】色反射構造ユニットのためのミラーユニットの代替的な取り付け構成の概略図。

【図 27】建物上の色反射構造ユニットの取り付け構成を示す図。

【図 28】建物上の色反射構造ユニットの取り付け構成を示す図。

【図 29】建物上の色反射構造ユニットの取り付け構成を示す図。

【図 30】ガラスパネルベースのミラーユニットの概略図。

【図 31】サンドイッチベースの外ミラーユニットの概略図。

【図 32】ファサード要素の屋外夜間照明のための照明概念の概略図。

【図 33】図 32 の夜間照明の外観の説明図。

【図 34】色反射ユニットに基づく屋内照明概念の概略図。

40

【図 35】例示的な表面構造を含む小規模のランダムに配向された反射面部分を有する色反射ユニットを使用する照明システムの説明図。

【発明を実施するための形態】

【0068】

以下は、本開示の例示的な実施形態の詳細な説明である。本明細書で説明され、図面に示された例示的な実施形態は、本開示の原理を教示することを意図しており、当業者が多くの異なる環境において、多くの異なる用途のために本開示を実施および使用することを可能にする。したがって、例示的な実施形態は、特許保護の範囲の限定的な説明であることを意図しておらず、そのように考えられるべきではない。むしろ、特許保護の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定義されるものとする。

50

【 0 0 6 9 】

本開示は、上述した国際公開第 2 0 1 5 / 1 7 2 8 2 1 号に記載のもののようなシステムにおいて、周囲のシーン、たとえば、認識可能な屋内もしくは屋外環境のシーン、または空間的に構造化された輝度分布を特徴とする任意のシーンの正反射が、青色散乱光の背景として重畳されるという認識に部分的に基づく。これは、デバイスによって放射される光の色均一性および輝度均一性の低下をもたらす可能性があり、したがって、無限に深い空の所望の知覚を損なう可能性もある。

【 0 0 7 0 】

さらに、曇った状態における屋外用途について、青みがかった澄んだ空を再現することが望まれる可能性がある場合、上述した国際公開第 2 0 1 5 / 1 7 2 8 2 1 号に記載のもののようなシステムが、典型的な観測位置に対して青みがかった輝きを生成することを失敗するか、または効果的でない可能性があることがわかった。屋外では周囲のシーンの最も明るい部分が典型的には水平線の上にあり、観察者が通常、デバイスを下から見る場合があることを考慮すると、前記観察者は、システムによって反射されたシーンの最も明るい部分を見ることになり、したがって、所望の青色の代わりに黄色がかった色が生じる。

10

【 0 0 7 1 】

本開示は、より寒い（青色の）散乱光の背景として重畳されたより暖かい（黄色の）寄与を提供するように、周囲のシーンの構造化された輝度分布から正反射された画像への望ましくない寄与の影響を防止する、または少なくとも低減する、たとえば、最小化する光学ユニットを提供することによって、色反射ユニットの視覚的外観を制御することができるという認識に部分的に基づく。

20

【 0 0 7 2 】

反射面の幾何学的均一性を低下させると、周囲のシーンにおける明るい物体の正反射の色を損なう効果が低減され、克服さえされ得ることがさらにわかった。たとえば、反射面部分のランダムな配向を提供することは、反射される領域の鮮明な画像を回避することになる。本明細書では、反射面部分のランダムな配向は、均一ではないものとして理解される。たとえば、限定された数の反射面部分を考慮して、離散的な数の配向（傾斜角／入射角）が選択されてもよく、反射面部分は、個別にまたはグループで配向に関連付けられてもよい。

【 0 0 7 3 】

同様に、サブセット内で本質的に同一の配向を有するが、サブセット間で異なる配向を有する反射面部分のサブセットを提供することは、同様に鮮明な反射された画像の出現を避けることができる（または、以下で説明するように、異なる位置において可視であるように鮮明な反射された画像を提供することができる）。したがって、これらの構造は、本明細書で開示されるように色反射ユニットによって提供され得る特定の奥行き知覚を維持することを可能にし得る。

30

【 0 0 7 4 】

さらに、本開示は、各サブグループが（各々が異なる角度で入射する）光ビームの関連する部分を別の空間的に分離された観察領域に反射する反射面部分の 2 つ以上のサブグループを設けることによって、奥行き知覚の対象となるこれらの観察領域を増加させることができるという認識に部分的に基づく。これは、たとえば、複数の観察領域における観察者に対する太陽 - 空の印象を可能にし得る。

40

【 0 0 7 5 】

本開示は、さらに、複数の反射面部分を設けることによって、反射領域をそれぞれより大きいまたはより小さい観察領域に拡大および／または集中させることができるという認識に部分的に基づく。それによって、太陽 - 空の印象は、拡大された観察者領域からアクセス可能であり得る。

【 0 0 7 6 】

本開示は、さらに、本明細書で開示されるような色反射ユニットが、指向性照明がなくても（たとえば、直射的な太陽照明またはコリメートされた投影光がなくても）機能する

50

ことができ、現実的で鮮明な空と太陽の外観を、それらに関連する自然な奥行き知覚と共に依然として生成することができるという認識に部分的に基づく。

【0077】

本開示は、さらに、本明細書で開示される色反射ユニットの概念が、色反射ユニットの色出力（外観）に寄与するために、色反射ユニットの照明に関与する全体の輝度分布の小さい不均衡にさえ依存することができるという認識に部分的に基づく。

【0078】

いくつかの実施形態では、色出力は、曇った空の灰色の陰影を、完全に晴れた明るい空の暖かい青色の色合いと、大気中の長い経路を通して伝播し、たとえば、雲のグループを照明する日光によって生成されるより暖かい黄色および赤色の色合いとを含む、晴れた日または部分的に晴れた日の空に典型的な色の広い分布に変換するように実現された。色出力は、さらに、太陽光線またはプロジェクタ（すなわち、照明される構成として）による照明に関連する指向性光の色反射ユニットの照明 - 空の視覚的外観への寄与がない光条件の例として、本質的に曇った気象条件下であっても類似するように実現された。

【0079】

本開示は、さらに、色反射ユニットの所望の性能が、適切に構成されている場合、周囲のシーンの正反射のより暖かい寄与のために散乱光を特徴付ける青色を損なうことを最小化する（または少なくとも低減する）ように実現され得るという認識に部分的に基づく。これは、典型的には周囲のシーンの平均輝度よりも低い輝度によって特徴付けられる領域の反射画像を観察者に見せる確率を増加させる（たとえば、最大化する）ようにユニットを構成することによって達成され得る。構成は、たとえば、反射されたシーンとして地面を選択してもよい。観察者の上方の位置にある垂直壁に沿って設置された色反射ユニットを有するそれらの実施形態では、色反射ユニットは、反射面部分が、それらの法線ベクトルが地面の方を指すように配向されるように構成され得る。たとえば、反射面部分の法線ベクトルは、壁の法線ベクトルに対して、平面表面タイプ（planar surface-type）を仮定すると、その表面タイプの法線ベクトルに対して、 5° 、 20° 、 50° の平均角度を形成してもよい。

【0080】

本開示は、さらに、反射面を適切に構成することによって、知覚される外観への反射面を介する正反射光の特定の寄与を提供することによって、拡散光および正反射光の2つの成分を有利に組み合わせることができるという認識に部分的に基づく。たとえば、ファサードの実施形態に関して、傾斜を垂直に対して選択し、それによって、正反射に寄与する輝度の低い領域を有し（水平線よりも低い地面および物体は、通常、空よりも低い輝度を有する）、任意の方向において色ミラーに影響を及ぼす完全な輝度分布によって作成された青色成分を強調してもよい。

【0081】

一例として、大規模に使用される色反射ユニットを用いて、（たとえば、曇った日における）白っぽい空の不均一な輝度を建物のファサードの不均一な青色がかった外観に変換することが可能であり得る。具体的には、これは、観察者により暗いシーンの正反射画像を見させるそれらの観察方向について可能であり得る。さらに、観察者がシーンのより明るい部分の反射画像を見ることを可能にするこれらの方向に関して、同じものをファサードの不均一な黄色がかった外観に変換することが可能であり得る。本明細書で開示されるように色反射ユニットによって形成され、法線が地面の方に向けられている反射面部分を有する建物のファサードの場合、地面に立っている観察者は、観察者に向けて青色光を放射するファサードの下部を優先的に見る一方、観察者に高輝度の空の正反射を見させるファサードの最も高い部分は、観察者に向けて黄色光を放射するように見られる。特に、観察者によって見られる青色がかった領域と黄色がかった領域との間の比を、反射面部分の傾斜を変化させることによって変えることができ、前記比は、反射面部分の法線と建物の壁に対する法線との間の角度の増加とともに増加する。

【0082】

言い換えれば、本開示は、さらに、複数の色反射面部分が、広いスペクトル分布の光による不均一な照明の存在下で、空のような色分離を提供するように構成され得（サイズが決められ、配向され得）、それによって、実際の空の視覚的外観に似ている光の出力色および輝度分布を生成するという認識に部分的に基づく。

【0083】

本開示は、さらに、超高層ビルによって区切られた峡谷のような街路への光の下方誘導が、反射面部分に対する法線と壁（中心面）に対する法線との間の角度を増加させることによって増加され得、これは、地面レベルでの自然照明の量を増加させるという認識に部分的に基づく。加えて、視覚的な峡谷感覚の除去を、1つまたは複数の建物の外観を変更することによって達成することができ、たとえば、建物のファサードを空に似たように見えるようにする。したがって、本明細書で開示される色反射ユニットによって与えられる強い奥行き効果および自然な印象は、狭く深い街路によって誘発される閉所恐怖症的な感覚を除去または少なくとも低減し得ることがわかった。さらに、それは、地面における（または、「日陰」の中の一般的な観察者領域における）輝度レベルを増加させ、利用可能な光によって与えられる快適性および品質を改善することができる。

【0084】

以下では、色反射ユニットの様々な実施形態が、図1～図18に関連して開示される。例示的な用途として、ファサード要素としての色反射ユニットの使用が、図19～図32に関連して開示される。さらなる用途として、能動的照明の概念内の色反射ユニットの使用が、図33～図35に関連して開示される。しかしながら、たとえば、屋外のファサード用途の特徴は、屋内の用途に同様に適用され得ることに留意されたい。同様に、当業者には明らかであるように、照明されない用途の特徴は、照明される用途に適用され得る。

【0085】

図1は、色拡散層5によって覆われた複数の反射面部分3'を有する色反射ユニット1の上面図を示す。典型的には、図1の反射面部分3'は、色反射ユニット1も矩形ベース形状を有するように、矩形ベース形状を有し、配置される。しかしながら、他の形状も適用可能である。

【0086】

以下に説明する実施形態から明らかになるように、反射面部分3'は、なんらかのタイプの遷移表面部分によって接続されてもよく、または、構造的に独立した表面部分によって形成されてもよい。さらに、反射面部分3'は、平面形状であってもよく（たとえば、図1にx座標およびy座標が示されている）、または、曲面もしくは部分的な曲面などの3Dタイプの表面として3Dにおいて延在してもよい。反射面部分3'は、支持構造の複数の非同一直線の表面部分上に反射層を適用することによって形成されてもよい。

【0087】

色拡散層5は、透明母材内に埋め込まれた複数のナノ粒子を備える。ナノ粒子および透明母材は、屈折率に違いを有する。屈折率のその違い、母材内に埋め込まれたナノ粒子のサイズ分布、および単位表面積あたりのナノ粒子の数は、（入射広帯域スペクトルのより短い波長の意味で）青色よりも（入射広帯域スペクトルのより長い波長の意味で）赤色においてより大きい正反射率が提供され、赤色よりも青色においてより大きい拡散反射率が（反射面部分3'と、それぞれの反射面部分3'の前面にある色拡散層5の部分との組合せによって形成された）色反射部分6によって提供されるように選択される。

【0088】

図2は、光学的特徴部を照明するための図1の色反射ユニット1の概略断面図（図2のセクション（a）参照）と、正反射画像によって影響を受けた光学的外観（図2のセクション（b）参照）とを示す。断面図は、断面図の方向に与えられる鋸状の形状を示し、y座標は、断面図の方向を規定する。図2に見られるように、色反射部分6の反射面部分3'は、y方向において互いに対して規則的に変位され、y方向に対して傾斜された一連の表面部分をy方向において形成する。したがって、図2に示す反射面部分3'は、それらが共通の平面内に位置しないので、互いに対して非同一直線上にある。

【0089】

x方向(図1参照)における隣接する反射面部分は、原理的には同一平面上にあってもよく、または、以下に説明するように、これらの反射面部分のサブグループが同一平面上にあってもよいことに留意されたい。しかしながら、x方向においても、以下に述べるような同様の断面挙動が存在してもよい。

【0090】

図2を参照すると、色反射ユニット1は、コンパクトな構成において、それぞれ形成され配向された色反射部分6がその表面上に設けられ得るように成形された基板7を備える。基板7は、金属(たとえば、アルミニウムまたはスチール)などの背面層を有する発泡体などの注型ポリマー層であってもよく、場合によっては、PVCの層が加えられてもよい。提供される基板7の鋸歯状の曲げ形状は、適用される反射層3の形状に移行される。

10

【0091】

反射面部分3'は、支持構造として作用する基板7上に設けられた反射コーティングまたは反射箔などの連続反射層3の部分であってもよい。いくつかの実施形態では、反射層は、具体的には、それぞれの表面部分7'上に適用されてもよい。その反射層上に、たとえば、同様に連続層として、色拡散層5が適用される。図2(a)および図2(b)では、反射層3および色拡散層5が単一の線によって示されている。基板7の各「鋸歯」は、反射表面部分3'のための、したがって、色反射部分6のための基礎になる表面部分7'を含む。

【0092】

20

図2(a)を参照すると、色反射ユニット1は、正反射光が色拡散層5を2回通過するように、光が色拡散層5を通過した後、反射面部分3'で入射光9を反射する。図2(a)に示すように、入射光9は、図2(a)の右側から色反射ユニット1に入射する無指向性の光であってもよい。

【0093】

前述したように、色拡散層5は、入射光9の長波長成分に対して入射光9の短波長成分を優先的に散乱させるように構成される。散乱光は、本明細書では拡散光11と呼ばれ、ナノ粒子の散乱状態の所与の選択を仮定して青色(短波長)に関連付けられる。

【0094】

図2(a)では、観察者の例示的な視線方向13が示されている。拡散光11は、色拡散層5からすべての方向に本質的に均一に放射されるので、視線方向13において、観察者は、観察者の方向に放射される拡散光11の部分を見ることになる。明らかに、反射面部分3'に向けて放射されるこれらの部分は、反射され、色反射ユニット1を見るときに見ることもできる。加えて、観察者は、(前述したように、青色成分の散乱のために「黄色」である)伝導された正反射光15を見る。見られる正反射光15は、観察者の視線方向13に向くように色反射ユニット1によって再配向された入射光9の部分9Aに基づく。再配向は、純粋な正反射だけでなく、前に説明した前方散乱も含む場合がある。

30

【0095】

埋め込まれたナノ粒子の結果として、色拡散層5との散乱相互作用によって偏向されることなく反射面部分3'において正反射された入射光9の部分は、スペクトルがより長い波長の方に(すなわち、黄色の色調を与える赤色に)シフトされるので、関連する質量中心の波長において、入射光9のスペクトルと異なる可視スペクトルを有する。ナノ粒子によって本質的にレイリー状の散乱を受ける入射光9の部分は、拡散して放射され、それによって、その表面から離れた方を指すすべての方向において実質的に均一の輝度をもたらす。拡散光は、色反射ユニット1が任意の方向から受ける完全な輝度に基づくことに留意されたい。言い換えれば、色反射ユニット1に入射するすべての光は、光が入射する方向にかかわらず、散乱光に寄与する。

40

【0096】

結果として、(図2(a)の視線方向13などの)特定の方向で色反射ユニット1を見るときに見られる光は、正反射された光と、散乱によって発生され、それぞれの方向に向

50

かって散乱された拡散光との重ね合わせを備える。明らかであるように、ある視野角から色反射ユニット1を見る観察者は、色反射ユニット1によって提供される色分離が「支配的な」拡散光成分を含む場合、観察者が青空を見ているかのような知覚を有することができる。対照的に、観察者は、色反射ユニットによって提供される色分離が支配的な正反射成分を含む場合、観察者が太陽または太陽によって照明された物体、たとえば、明るい雲を見ているかのような知覚を有することができる。したがって、入射光9の知覚される反射部分9Aの輝度は、図2(b)に関連して以下に説明するように、観察者によって知覚されるそれぞれの色の印象に関連する。

【0097】

本明細書で開示されるような色反射ユニットによって形成された建物のファサードの場合を仮定すると、色反射ユニットの向きが図2(b)に示されている。色反射部分6A、6Bは、それぞれの法線nに関連付けられ得る。図2(b)に示すように、法線nは、地面の方に向けられている。

【0098】

以下に説明するように、地面の上、したがって、色反射ユニット1より下に立っている観察者は、ファサードの下部(色反射部分6A)を青色がかっているように優先的に見る一方、観察者に高輝度の空の正反射を見させるファサードの上部(色反射部分6B)は、黄色がかっているように見られる。観察者によって見られる青色がかった寄与と黄色がかった寄与との間の比は、反射面部分3'の傾斜を変化させることによって変動され得ることに留意されたい。比は、それぞれの反射面部分3'の法線nと建物の壁に対する法線との間の角度の増加とともに増加し得る(すなわち、より青色がかった知覚になる)。

【0099】

具体的には、方向13Aにおいて色反射ユニット1の色反射部分6Aを見ている(図2(b)において点8で示された)観察者は、正反射の方向13A'に沿って反射された暗い物体10を見、たとえば、地面を見る。したがって、色反射部分6Aは、観察者に青色に見える。実際に、方向13Aに沿って観察者によって見られる色反射部分6Aの輝度は、正反射による低い寄与、すなわち、低い黄色(長波長)成分を有する。その理由のため、方向13Aに沿った色反射部分6Aの輝度への主な寄与は、レイリー状の散乱光の寄与、すなわち、結局は観察者が見ている方向13Aに対して散乱される色反射部分6A上に任意の方向から衝突する光の寄与である。

【0100】

対照的に、観察者は、方向13Bにおいて色反射ユニット1の色反射部分6Bを見ているとき、正反射の方向13B'に沿って反射された明るい物体12、たとえば、明るい曇った白い空を見る。したがって、方向13Bに沿った色反射部分6Bの輝度は、正反射による強い寄与、すなわち、強い黄色(長波長)成分を有する。その理由のため、観察者によって見られる色反射部分6Bの輝度への主な寄与は、反射光の寄与である。その結果、色反射部分6Bは、観察者に黄色に見える。

【0101】

特定の実施形態では、色反射ユニットは、以下の条件が満たされるように、ファサード上に考慮されるように、十分に大きいか、または複数の隣接する色反射部分6を備えてもよい。

【0102】

1. 色反射部分または複数の色反射部分を照明する光の輝度分布の特性は、たとえば、x-y平面(図1に規定されるようなx-y)にわたって角度および/または強度において変化し得る。たとえば、色反射ユニットの下部は、上部よりも照明されない場合がある。

【0103】

2. 色反射部分または複数の色反射部分を見ている観察者は、大きく異なる視野角の下で異なる部分を見る。

【0104】

10

20

30

40

50

第1および/または第2の条件は、色反射部分の異なる部分、または異なる色反射部分を、上記で説明したように異なる色で観察者によって見られるようにすることができる。

【0105】

図3は、反射面部分3'の非同一平面の配向の態様を説明するための説明図である。

【0106】

一般に、色反射ユニットの形状は、一般に形状が2つの方向において層状に延在する表面タイプ(surface-type)に関連付けられ得る。したがって、本明細書では、表面タイプは、色反射ユニットが具体化する(3D)表面のタイプ(the type of (3D-) surface)として理解される。表面タイプは、平面(断面図において図3に示すような色反射ユニットのパネル形状に対応する)、または曲面(たとえば、色反射ユニットの凹面または凸面形状に対応する)などの任意の表面形状であり得る。表面タイプは、たとえば、反射面部分の配向と本質的に無関係な色反射ユニット1の平面または曲面の可視面を規定する。

【0107】

しかしながら、本明細書で開示される反射面部分の非同一平面配向は、その表面タイプに対するそれらの配向の逸脱をもたらす。一般に、その逸脱は、以下に紹介するような中央平面17および基準平面19を使用して説明することができる。

【0108】

図3において、中央平面17が示されている。それは、非同一平面反射面部分の空間的な配向を表している。たとえば、中央平面17は、たとえば、線形最小二乗法によって決定される最も適合する平面であり得る。色反射ユニット1の反射特徴から明らかなように、中央平面17は、可能性のある入射光の方向に本質的に面する拡散層側17Aを有する。中央平面17の他方の側は、非照射側17Bである(一般に、非照射側17Bは、反射層が本質的に入射光の伝播を制限する側である)。

【0109】

中央平面17に基づいて、中央平面17に対して同一平面上にあり、複数の非同一平面反射面部分3'のいずれをも越えて、拡散層側17Aにおいて中央平面17から変位される基準平面19が選択される。図3に示す基準平面19は、上記の条件を満たす例示的な平面である。色反射ユニット1の表面特徴は、反射面部分3'および基準平面19上の様々な点の間の距離dの変動によって与えられる。(基準平面19に対する法線方向で測定した)2つの位置の例示的な最小距離21が図3に示されている。

【0110】

図3において、y方向の直線測定線に沿った距離dにおける例示的な変動が、距離グラフ23として概略的に示されている。y位置が増加するにつれて、距離dは、反射面部分3'に対して減少する(距離グラフ23の部分3'として示す)。

【0111】

図3に示す色反射ユニット1の鋸状断面において、隣接する反射面部分3'は、遷移表面部分25によって接続される。距離dは、距離グラフ23の部分25'によって示されるように、これらの表面部分25についてy方向に増加する。

【0112】

距離グラフ23において、いくつかの極値27(極大値または極小値)は、増加部分および減少部分の遷移を示す。図示のように、図3において、距離dは、y方向の測定線に沿って少なくとも2回増加および減少する。同様に、非同一平面表面構成は、4つ以上の極値(終端点を除く)によって特徴付けられる。

【0113】

言い換えれば、予め定義された方向に対する非同一平面表面部分の形状分析は、たとえば、線形最小二乗法を用いて反射面について最良適合平面を推定するステップと、第2の平面が反射面と交差しないように、最良適合平面に平行な第2の平面を選択するステップと、第2の平面上の特定の点(x, y)と点(x, y)において第2の平面に直交する直線に沿った反射面による切片との間の距離を画定する、d(x, y)などの2つの変数の距離関数を推定する(反射面による複数の切片の場合、距離関数d(x, y)の値として

10

20

30

40

50

最短距離を選択する)ステップと、 $d(x, y)$ から部分 $r(q)$ を選択するステップであって、部分が第2の平面に垂直な所与の平面と距離関数 $d(x, y)$ との交点である、ステップとを含んでもよい。距離要件は、変数 q に依存する距離が、少なくとも1つの所与の部分 $r(q)$ について4つ以上の極値(終端点を除く)を有することである。

【0114】

完全性のために、パネル形状の色反射ユニット1(平面タイプ)について、鋸歯状の距離 d の展開は、本質的に変化せず、色反射ユニット1の完全な範囲にわたってそれ自体を繰り返す場合があるが、曲面タイプについて、距離 d の展開は、当業者には明らかであるように、色反射ユニットの境界に近づくか、または遠ざかる場合がある。

【0115】

非同一平面反射面部分および色拡散層の構成に関する色反射ユニット1の様々な実施形態について、サンドイッチ型構成に関する図4~図6に関連して例示的に説明する。

【0116】

図4において、平面状の表側31A(または、色反射ユニットのベース形状として本質的に延在する表側表面)と、それぞれ成形された裏側31Bとを有する色拡散層5Aを備える色反射ユニット1Aの実施形態が示されている。反射層3の反射面部分3'は、上記で説明したように非同一平面上にある。したがって、平面状の裏側31Bと反射面部分3'との間に厚さが変化するギャップ容積33が延在する。

【0117】

図4の実施形態では、色拡散層5Aの裏側31Bは、表側31Aに平行に延在する。したがって、色拡散層5Aは、反射面部分3'の側に設けられた裏側31Bを有し、表側31Aは、入射光9(図2参照)によって照明されることになる。

【0118】

図4の例示的な実施形態では、色拡散層5Aは、厚さが一定であり、ギャップ容積33は、空気、またはナノ粒子37を埋め込む母材39の材料などのなんらかの充填材料(3つの下部ギャップ容積33に対して破線35によって示す)などの、なんらかの(本質的に透明な)充填材を備えてもよい。図4の実施形態では、単位表面積あたりのナノ粒子の数は、 y 方向において一定に維持される。サイズに応じて、屈折充填材料は、構成および視距離に応じて許容可能であり得る追加の色分散効果を提供することができる。

【0119】

代替実施形態では、色拡散層はまた、ギャップ容積33内に延在してもよく、それによって、不均一な厚さと、 y 方向で変化する単位表面積あたりのナノ粒子の数とを提供する。これはまた、具体的には、ギャップ容積33の形状と視距離とに依存して、いくつかの構成では許容可能であり得る色の変調を生成し得る。

【0120】

図2と同様に、図4の実施形態の反射層部分3'は、断面が鋸状の形状である基板7の側に設けられてもよい。反射層3は、反射層部分3'に加えて、反射層部分3'間の遷移表面上に形成されもよい。しかしながら、遷移表面は、具体的には、観察者が遷移表面を見ることができない予め設定された観察方向を有する用途では、反射面部分の一部である必要はない。

【0121】

さらなるサンドイッチ型実施形態を説明するために、図5は、複数の非同一平面反射面部分の反射面部分3'にそれぞれ関連し、適用された(色拡散層5Bの)複数の色拡散層部分41を備える色反射ユニット1Bを示す。

【0122】

図5に示すように、各色拡散層部分41の厚さは、一定である。したがって、表側31Aのそれぞれの表側部分は、本質的にそれぞれの反射面部分と同様に配向され、表側31Aは、基板7の形状に従って成形される。図5の断面図において、表側部分および反射面部分は、例示的に平面である。

【0123】

10

20

30

40

50

図4の実施形態と同様に、色拡散層5Bの均一な物理的微視的特性を仮定すると、入射光に対して均一な散乱効果が与えられる。

【0124】

色反射ユニット1Bの製造に関して、図5の特定の実施形態は、支持構造として作用するポリマー45によって離間された1対の金属層43A、43Bに基づく。金属層43Bは、反射面部分3'の基礎を形成する。図5の構造は、必要とされる非同一平面形状が与えられるように、金属層43A、43Bとポリマー45とを備える最初の平面状のサンドイッチ構造を変形させることによって製造され得る。色拡散層5Bは、変形の前または後に適用され得る。

【0125】

図6は、色反射ユニット1Cの代替実施形態を示す。図5の実施形態と同様に、構造は、支持構造として、コア層の例として2つの金属層43A、43Bおよびポリマー45のサンドイッチを備える。

【0126】

図5の実施形態とは対照的に、図6の実施形態は、完全なサンドイッチ構造を変形させず、その代わりに、金属層43B上に所望の表面構造をインプリントする。いくつかの実施形態では、金属層43Bは、反射特徴を提供することができ、したがって、反射層であり得る。他の実施形態では、金属層43B上に特定の反射層が設けられてもよい。色拡散層は、インプリントの前または後に適用されてもよく、図6では明示的に言及されていない。一般に、インプリントは、たとえば、図5の実施形態の基礎となるような任意の機械的な曲げと比較して、小さいサイズの構造を可能にし得る。

【0127】

一般に、反射面部分は、少なくとも0.5mm、たとえば、少なくとも1mm、たとえば、5mm、10mm、もしくはそれ以上の横方向の広がりをも有してもよく、および/または、少なくとも0.5mm²、たとえば、少なくとも1mm²、たとえば、2mm²、1cm²、もしくはそれ以上の面積をカバーしてもよい。

【0128】

使用に応じて、たとえば、色反射ユニットが両側から照明される場合、複数の非同一平面反射面部分を設けるために、第1の金属層43Aもインプリントされ、コーティングされてもよい。

【0129】

要約すると、図4～図6に示すサンドイッチ構造は、色反射ユニットのベース表面形状に対して傾斜され、その上に設けられた反射面部分および色拡散層の基礎を形成する、具体的には照明側安定化層上に形成された、一連の表面部分を備える。

【0130】

前述したように、色拡散層5は、たとえば、約0.2mm以下、たとえば、0.1mm以下、さらには、0.05mm以下の厚さを有するコーティングまたはフィルムであり得る。さらに、コーティングまたはフィルムは、それらの対応する非同一平面形状を設ける前または後に反射面部分上に堆積され得る。

【0131】

完全性のために、ナノ粒子37に加えて、より大きい光散乱中心が、色拡散層、または、たとえば、ギャップ容積33の充填材料内に埋め込まれてもよい。これらの追加の光散乱中心は、たとえば、1μm以上の範囲内の、たとえば、約5μmよりも大きい、レイリー活性ナノ粒子37よりも大きい平均サイズをも有してもよい。追加の光散乱中心は、前述したレイリー活性ナノ粒子37によるレイリー状の拡散散乱に加えて、正反射成分を前方「散乱」円錐における純粋な正反射から逸脱させるぼかし効果を提供することができる。

【0132】

当業者には明らかであるように、アナログのぼかし効果は、たとえば、照明側の色拡散層上に微小粗さを設けることによって、および/または、完全に光沢がある仕上げを有する代わりに、約3°よりも大きい、もしくは、たとえば、5°よりも大きい、もしくは、

10

20

30

40

50

さらには、 10° よりも大きい円錐内の反射光の拡散を提供するように構成された（なんらかのタイプのコイル被覆された高反射金属シートなどの、市販製品で利用可能なものなどの）粗い仕上げを有する反射面を設けることによって生成され得る。

【0133】

反射層および/または色拡散層を適用するための方法は、金属真空蒸着法、分子線エビタキシー法、プラズマコーティング法、スプレー法、インクジェット法、フィルムスプリッティング法などを含む。

【0134】

いくつかの実施形態では、95%よりも大きい反射率、またはさらには98%よりも大きい反射率を有するアルミニウム金属ミラー箔などの金属層が、反射層として使用され得る。

10

【0135】

図7は、色反射ユニット1Dのモジュラー構成を示す。モジュラーユニットは、具体的には、それらが建物に取り付けられる屋外用途に関連し得る。この文脈において、色反射ユニットは、建物構造におけるそれらの使用に関連して本明細書では色反射構造ユニットとも呼ばれる。モジュラー実施形態は、大規模な色反射ユニットの形成を可能にし得る。

【0136】

色反射ユニット1Dは、一連の取り付け突起49Aを有する取り付け構造49を備える。取り付け構造49は、たとえば、建物の壁に取り付けられるべき背面フレームを提供してもよい。

20

【0137】

いくつかの実施形態では、取り付け構造49は、 $x-y$ 方向において格子状に延在してもよい。したがって、 $x-y$ 平面に対する法線51は、色反射ユニット1Dの表面ベース形状（この場合、パネル形状）の可視面50を特徴付ける。

【0138】

一連の色ミラーユニット53が取り付け突起49Aに取り付けられる。取り付けは、各色ミラーユニット53が可視面50に対して傾斜するように実行される。具体的には、図7に示すように、各ミラーユニット53のパネル法線55は、法線51に対して（負） y 方向において傾斜角度 だけ傾斜する。

【0139】

色ミラーユニット53は、本質的に同一の様式で、 y 方向において互いに対して変位され、法線51に対して配向される。

30

【0140】

各色ミラーユニット53は、色拡散層部分によって覆われた反射面部分を備える。したがって、反射面部分は、色反射ユニット1Dの非連続反射面に寄与する。

【0141】

図3を参照すると、色反射ユニット1Dについても、この実施形態では、色ミラーユニット53のうちの1つに関して図8に示す中心線57を通して延びる中央平面17が決定され得る。さらに、基準平面19も必要とされる様式で選択され得、基準平面19に対する反射面部分の距離の非連続的な展開の距離グラフ23'が与えられる。再び、4つ以上の極値27が、色反射ユニット1Dの色ミラーユニット53によって提供される非同平面反射面部分の特定の3D形状に関連付けられる。

40

【0142】

図8は、視野角の下での色反射ユニット1Dの例示的な4つの色ミラーユニット53のセットの上面図を示す。図示されているように、各色ミラーユニット53の一部は、隣接するものに覆われるので、視野角は、各色ミラーユニット53を完全には見ることができない。したがって、視野角の下で色反射ユニット1Dを見るとき、観察者は、色ミラーユニット53の部分、すなわち、色拡散層部分によって覆われた反射体の部分から構成された連続的なモザイク状の表面を見ることになる。

【0143】

50

図 8 は、色ミラーユニット 5 3 の矩形ベース形状をさらに示し、角部は、例示を改善するために曲げられている。しかしながら、たとえば、矩形の角部が設けられてもよい。

【 0 1 4 4 】

図 9 は、色反射ユニット 1 D の概略的な 3 D 図を示す。見られるように、色ミラーユニット 5 3 は、y 方向ならびに x 方向においてシーケンスを形成する。したがって、色反射ユニット 1 D は、たとえば、x および y 方向に数メートルの矩形領域にわたって x - y 方向に延在する。後者は、以下に説明するファサード要素の形成を可能にする。

【 0 1 4 5 】

図 7 ~ 図 9 は、複数の非同一平面反射面部分の少なくともサブグループが、同一の形状と、空間における同一の向きとを本質的に有する一連の反射面部分によって形成される実施形態を示す。それによって、サブグループの反射面部分は、反射面部分のモザイク状の組立体を形成するために互いに対して変位される。

【 0 1 4 6 】

色反射ユニット 1 D は、可視面 5 0 を有する面状のベース形状を備え、反射面部分自体は、幅方向および高さ方向によって特徴付けられる面状の形状を有するので、図 7 の実施形態は、本質的に反射面部分の幅方向 w が可視面 5 0 に沿って（具体的には x 方向に沿って）延在し、高さ方向 h が可視面 5 0 に対する傾斜角の下に、すなわち x - y 平面外に延在することを示す。

【 0 1 4 7 】

色ミラーユニット 5 3 は、各々、色拡散層部分によって覆われた反射面部分を備えてもよい。

【 0 1 4 8 】

いくつかの実施形態では、各反射面部分は、ポリマーなどの平面プラスチック、またはガラスボードなどの支持ボード上に設けられ、その上に、色拡散層部分を備えており、すべての支持ボードは、たとえば、取り付け構造 4 9 とともに、非同一平面表面部分を提供する支持構造を画定するものとみなされ得る。他の実施形態では、色拡散層部分は、反射層の支持体として作用するために十分に強く構成され、すべての色拡散層部分は、たとえば、取り付け構造 4 9 とともに、反射層が上に形成される複数の非同一平面表面部分を提供する支持構造を形成する。

【 0 1 4 9 】

図 1 0 および図 1 1 は、複数の反射面部分の例示的な配置を示す概略上面図である。具体的には、図 1 0 は、y 方向において遷移表面部分 2 5 によって分離された一連の反射面部分 3 ' を備えるインプリントされた表面構造の実施形態を示す。y 方向において、変位された反射面部分 3 ' は、第 1 のタイプの傾斜を有し得る反射面部分の第 1 のサブグループ 6 1 を形成する。x 方向にシフトされると、反射面部分 3 ' の第 2 のサブグループ 6 3 は、異なる傾斜を有する反射面部分を有するシーケンスを提供することができる。x 方向に再びシフトされると、y 方向に延在し、傾斜が再び異なるか、または前のサブグループ 6 1、6 3 の傾斜のうちの 1 つを有することができる反射面部分 3 ' のさらなるサブグループが存在する。

【 0 1 5 0 】

したがって、図 1 0 の実施形態は、空間内で同一のまたは異なる向きを有する反射面部分の様々な異なるサブグループを有するモザイク状構造を形成する可能性を示す。

【 0 1 5 1 】

図 1 1 の実施形態は、サブグループ 6 1 ' とサブグループ 6 3 ' との間の例示的に示す遷移表面部分 2 5 ' および 2 5 '' のような、行（サブグループ、シーケンス）間の追加の遷移表面を有する。追加の遷移表面部分は、それぞれの製造プロセスによって生じる場合があり、それら自体が散乱 / 反射特徴に寄与することができ、それによって、たとえば、任意の反射画像の解体をサポートすることができる。

【 0 1 5 2 】

要約すると、図 1 0 および図 1 1 を参照すると、複数の反射面部分は、以下に説明する

10

20

30

40

50

平面形状または曲面形状などの、同一のおよび／または変化するサイズ、角度、および形状を含む、同一のおよび／または変化するステップ形状を有する反射面部分のステップ状シーケンスを形成するように表面ベース形状に対して配向され得る。

【0153】

図12～図15は、非平面反射面部分を有する実施形態を示す色反射ユニットの概略断面図である。

【0154】

具体的には、図12は、モジュラー構成において、図7の平面色ミラーユニット53が、たとえば、図7～図9に関して上記で説明したような構成を有する凹面ミラーユニット53Aによって置き換えられた、図7の実施形態の代替形態を示す。凹面形状は、y方向によって与えられる断面の平面において与えられ、x方向における（または、一般に、色反射ユニットの表面状ベース形状によって画定される別の方向に沿った）形状は、湾曲しないか、またはそれぞれの表面状ベース形状に従ってもよい。当業者には明らかであるように、凹面形状は、各色ミラーユニットの、および、したがって、一般に色反射ユニットの（1次元）集束特徴をもたらす。たとえば、図12の構成は、照明光ビームを1方向に集束させることができる。

【0155】

対照的に、図13の実施形態は、凸面色ミラーユニット53Bを使用する。凸面色ミラーユニット53Bは、たとえば、図7～図9に関して上記で説明したような構成を有してもよく、焦点外れを引き起こし、それに応じて、特定の観察者位置に関して、視線方向13（図2参照）と入射光9の複数の方向とを関連付けることができる。それによって、指向性照明（たとえば、太陽照明）の場合の反射光ビームの広がり、および、したがって、地面における照度の平滑化が達成され得る。

【0156】

図14および図15は、サンドイッチ型構成について、図12および図13のものと同様の実施形態を示す。原則として、サンドイッチ型構成、および、特に表面インプリント構造は、非平面反射面部分の非常に柔軟な形成を可能にする。非平面形状は、一般に、x方向および／またはy方向において、または完全な可視面50に全体的にわたって変化してもよい。それによって、小規模では、モザイク状構造に、図12および図13に関連して説明した光学効果を提供することができる。

【0157】

図16～図18は、モジュラー構成およびサンドイッチ型構成のための反射面構造を配向するために利用可能な柔軟性を示す。

【0158】

たとえば、図16は、色ミラーユニット53Cがy方向に対してランダムに傾斜した実施形態を示す。様々な色ミラーユニット53Cのランダムな向きは、観察者が、特定の視線方向について、入射光の様々な部分を見るので、鏡像の破壊を提供する（図23と組み合わせた説明も参照）。

【0159】

各々がそれぞれの向き／傾斜を有する、y方向に交互のサブグループ65A、65Bを含む、色ミラーユニットのより規則的な構成を図17に示す。それによって、具体的には、視線方向を入射光の2つの領域にリンクさせる構成が可能である。本質的に単一の入射方向を有する照明構成では、この態様は、様々な観察者の場所において、空・太陽の印象を提供することを可能にする。

【0160】

図18は、ランダム状の配向が反射面部分3A'の凹面構成と組み合わせられた構成を示す。実施形態は、集束（または、代替的には焦点外れ）の態様をランダム化の効果と組み合わせる。

【0161】

図18は、（本明細書で開示される概念の範囲内の関連する法線であるとみなされる）

10

20

30

40

50

平面法線との類似において、曲面部分の関連する（部分）法線 n_a の概念をさらに示す。原則として、入射ビームについて、曲面も、反射後に主ビーム方向に関連し得る反射ビームを生成する。その主ビーム方向および入射ビーム方向は、関連する法線を画定する。図 18 に示すように、ランダム状の配向についても、関連する法線 n_a は、非平行である。なんらかのビーム状の挙動の維持が意図されている場合、関連する（部分）法線 n_a が指し示す可能な方向の範囲は、サブグループの傾斜角の周りに広がる場合がある。サブグループの傾斜角は、本明細書では、視覚に寄与している反射面部分を指し、色反射ユニットの表面タイプに関する。サブグループの傾斜角は、たとえば、約 $2^\circ \sim$ 約 88° の範囲内、具体的には、約 $5^\circ \sim$ 約 60° の範囲内、たとえば、約 $10^\circ \sim$ 約 30° の範囲内であり得る。一般に、関連する法線 n_a は、色反射ユニットの表面タイプのそれぞれの部分に関連する単位法線に対して傾斜角だけ傾斜する。所与の傾斜方向（たとえば、 x 方向もしくは y 方向、または表面タイプに関する任意の他の方向）について、関連する法線 n_a の傾斜角は、たとえば、サブグループの配向方向に対して約 30° までの角度範囲内、たとえば、約 20° 、 10° 、または 5° までの角度範囲内であり得る。いくつかの実施形態では、関連する法線 n_a の傾斜角は、サブグループの配向方向に関して制限されず、それによって、たとえば、光源によって放射される入射光ビームのより大きい可能な入射角の実現を可能にする。

【0162】

たとえば、図 12 ~ 図 18 のそれぞれの色反射部分に関連する傾斜角は、約 $2^\circ \sim$ 約 80° の範囲内、たとえば、具体的には、約 $10^\circ \sim$ 約 40° の範囲内であり得る。

【0163】

さらに、前述した構成は、それぞれの表面部分のうちの単一のものに対して、または複数の反射面部分に対して、一定のもしくは変動する散乱特性、一定のもしくは変動するナノ粒子分布、および/または一定のもしくは変動する反射面部分の傾斜角を提供する可能性を示す。これらの態様は、特定の視線方向に対する色反射ユニットの色特徴に影響を及ぼす。

【0164】

以下では、色反射ユニットの例示的な用途について、具体的には、屋外の場合および屋内の場合に関して説明する。一般に、本明細書で説明する色反射ユニットは、数平方センチメートル（たとえば、照明構成用）、数百平方センチメートルまで、数平方メートル（たとえば、ファサード構成用）までの面積にわたって延在し得る。

【0165】

ファサード用途について、図 19 ~ 図 31 に関連して説明する。図 19 に示すように、建物 71 の頂部は、各々が複数の色ミラーユニット 53 を備える色反射構造ユニット 73 によって覆われる。図 19 の構成は、側面図で図 20 に概略的に示されている。具体的には、建物 71 の頂部において、構造ユニット 73 が取り付けられ、たとえば、地面から構造ユニット 73 の方を見る観察者 75 に色効果を提供するように構成される。

【0166】

そのような屋外構成では、構造ユニット 73 は、自然照明の下で色特徴を使用することによって、建物 71 の視覚的外観に影響を及ぼす手段である。自然照明は、図 19 に示し、図 22 および図 23 に関連して説明したような曇った気象状況、ならびに、図 21 に示すような部分的に日が照っている状況を含むことができる。

【0167】

図 19 を参照すると、様々な色ミラーユニット 53 は、曇った日の場合でも、変化する青色の色調と純度レベルとを有する青色がかかった色を有するものとして知覚され、図 2 (b) に関する上記説明を参照されたい。

【0168】

図 20 の左側に示すように、観察者 75 は、色拡散層によって生成された拡散光 11、ならびに、各色ミラーユニット 53 のそれぞれの反射面部分における視野角によって画定される空の領域に由来する正反射光 15 を見る。両方の光成分、青色拡散光および黄色反

射光の合計は、それぞれの反射面部分に対して知覚される色を規定する。

【 0 1 6 9 】

図 2 1 を参照すると、部分的に日が照っている日が示されている。観察者は、反射された日光によって外観が支配され、太陽のように黄色に知覚される構造ユニット 7 3 の部分 7 7 Y を見る。黄色が支配的な部分 7 7 Y の周りの領域 7 9 B が知覚されるが、空のような外観において色は青色がかっている。

【 0 1 7 0 】

当業者には明らかであるように、構造ユニット 7 3 の輝度は、下方に導かれた / 反射された光が窓を介して部屋に入っているとき、街路または隣接する建物の内部における輝度状態にも影響を及ぼす。本明細書で開示される構造的構成は、輝度を増加させることができ、一般に超高層ビルおよび高い建物によって作成される狭い印象を除去するか、または少なくとも低減させることができる。

【 0 1 7 1 】

以下に詳細に説明するように、色反射ユニットは、建物の不均一な色の外観に移行する屋外照明の異方性に敏感である。

【 0 1 7 2 】

図 2 2 および図 2 3 は、曇った日の空の不均一な輝度状況の概略説明図である。具体的には、図 2 2 は、輝度計による半球状の空の輝度分布の 2 次元走査を示す。太陽が見えず、空が全体的に白く見えるという効果にもかかわらず、太陽は、空の半球のいくつかのより明るい部分 8 1 において増加した輝度を提供し、他のより暗い部分 8 3 は、むしろ低い輝度を有し得る。一般に、水平線 8 0 に近い部分および空の半球の北部分は、輝度が低下する。

【 0 1 7 3 】

屋外に取り付けられた色反射ユニットの反射面部分の垂直の向きに関して、破線 8 2 を含む垂直平面は、2つの半分 8 2 A および 8 2 B において半球を分離する。半分 8 2 A (すなわち、本質的に、80°からSを超えて260°まで延在する図 2 2 の空の半球の部分)のみが、色反射ユニットの照明に寄与する。加えて、色反射ユニットの下から水平線 8 0 まで延在する地面は、色反射ユニットの照明に寄与する。

【 0 1 7 4 】

本明細書で提案するように、たとえば、図 2 2 に概略的に示すように30°だけ色反射ユニットの反射面部分の向きを傾斜させることは、実線 8 4 によって示すように空の半球の寄与を低減する。空の半球の部分 8 4 A (明確化のために、相補的な部分 8 4 B の表示を参照)のみが、色反射ユニットの照明に寄与する。部分 8 4 A は、半分 8 2 A よりも小さく、通常、より明るい部分 8 1 およびより暗い部分 8 3 のいくつかを備える。空の半球の寄与は、角度的に減少するが、いくらかの「地面」の寄与が代わりに全体的に得られ得る。これらの得られる「地面」の寄与は、通常、地面に向かって延びる色反射ユニットに関連する。たとえば、図 3 の遷移部分 2 5 から生じる光は、上にある反射面部分 3 ' を照明し得る。

【 0 1 7 5 】

上述したように、地面の輝度は、一般に、空の半球の輝度に対して減少する。

【 0 1 7 6 】

図 2 3 は、色反射ユニットの単一の反射面部分 3 ' を介して空の半球の部分 8 4 A を見ているときの様々な方向に関連する矢印のサイズによって輝度を示す。たとえば、矢印 8 5 は、より明るい(高輝度)部分 8 1 に関連し、矢印 8 7 は、より暗い(低輝度)部分 8 3 に関連する。色反射ユニットの色反射部分 3 '、具体的には反射面部分が、より明るい高輝度部分 8 1 の明るい領域 8 1 ' からの光を観察者 7 5 A の目に反射する観察角度の下で見られる場合、より黄色い、より暖かい光が青色拡散光 1 1 に重ね合わされる。それによって、観察者 7 5 A は、青色(純粋なレイリー寄与)からより明るい青色(すなわち、白色にドリフトされたより低い色純度を有する)に、または徐々に白色および黄色にシフトされた色を有する、反射面部分 3 ' から来る光を見る。

【0177】

一方、観察者75Bは、色反射ユニットの反射面部分3'における反射を介して、低輝度部分83のより暗い領域83'を指す方向を見ることができ、拡散青色光11に重ね合わされる白色光/黄色光が少ないので、それぞれの色反射部分は、(観察者75Aの場合に対して)より高い純度を有する青色で現れる。

【0178】

したがって、低輝度部分83を反射するように空間内の向きに反射面部分を配置することは、青色を増加させることができる。図19および図21のファサードの実施形態では、構造ユニット73の色ミラーユニット53は、たとえば、一般に空よりも低い輝度を有する地上を向く。

10

【0179】

図24~図26に関連して、構造ユニット91が壁93に取り付けられる例示的な構成が示されている。図示のように、色ミラーユニット53は、取り付け構造95を介してそれぞれの角度の下に取り付けられることによって、壁の法線(構造ユニット91の可視側の法線に対応する)に対して傾斜している。それによって、観察者の潜在的な視野は、構造ユニット91を見るとき、空の半球の下部と地面からの正反射光を含む。

【0180】

図24の実施形態では、色ミラーユニット53は、機械的支持体としての取り付け構造95に取り付けられた複数の細長い平面(色)ミラーである。したがって、垂直展開の反射面部分のシーケンスまたはアレイが形成される。地面またはより低いレベルにおける観察点から、取り付け構造は、たとえば、ミラーの後ろに隠されてもよい。地面から見ると、構造ユニット91は、壁93上の連続反射体として延在する。したがって、平面ミラーのアレイは、知覚の観点から、周囲の不均一な輝度のために色の変更を有するが、連続的な可視面とみなされるように構成される。

20

【0181】

図25は、細長い色ミラーユニット53の具体的な取り付け構成を示す。具体的には、色ミラーユニット53は、直線状の案内トラック97(x方向に延在する)、および、取り付け構造95の側壁99におけるそれぞれのスロットに取り付けられる。色ミラーユニット53の高さと共に傾斜は、構造ユニット91の厚さを規定する。取り付け構造95および色ミラーユニット53は、様々な平面色ミラーユニット53が壁に安全に固定され、建物要件を満たすように製作される。

30

【0182】

図26は、色ミラーユニット53がねじ込まれる角度付きスロットを中に有する一連の垂直に延在するバー101に基づく代替取り付け構成を示す。バー101は、建物に容易に取り付け可能な大きいファサード構造の形成を可能にする。

【0183】

図27~図29に関連して、建物71の壁が構造ユニット91によって完全に(図27)または部分的に(図28および図29)覆われ得ることが示される。図27~図29では、斜線領域103には、図24~図26に例示的に示すような構造ユニット91が設けられる。図27の構成では、例外の窓105を有する完全な壁が覆われ、したがって、色効果によってその外観に影響を受ける。図28の構成では、建物71の外観は、部分に切断される。代替的には、建物71の知覚される形状は、たとえば、図29に示す構成に示されているように、ポインティング様式で変更され得る。

40

【0184】

図30および図31は、図7またはフレームベースのモジュラー構造ユニットの一般的な例として図24に示すような色反射ユニットで使用され得るように、パネル形状の色ミラーユニット53の例示的な実施形態を示す。

【0185】

図30は、ガラスパネルベースの色ミラーユニット53Cを示す。ガラスパネル109、たとえば、安全ガラスパネルは、色反射ユニットの支持構造の一部を形成し、一方の側

50

に適用される反射層 1 1 1 と、他方の側に適用される色拡散層 1 1 3 とを有する。ミラーユニットは、たとえば、所望の傾斜の下でミラーユニット 5 3 を取り付けられるように構成されたグリッドにミラーユニットを取り付けるための貫通孔 1 1 5 を備えてもよい。

【 0 1 8 6 】

代替実施形態では、ガラスパネル 1 0 9 は、たとえば、ポリマー、たとえば、アクリル、ポリカーボネート、PVCなどの材料で作られた透明パネルで置き換えられてもよい。それぞれの非ガラス材料は、色ミラーユニット 5 3 C の取り付けを単純化し、重量を低減することができる。

【 0 1 8 7 】

図 3 1 では、サンドイッチ構造ベースのミラーユニット 5 3 D のさらなる代替構成が示されている。ミラーユニット 5 3 D は、取り付け側安定化層 1 1 7 と、コア層 1 1 9 と、照明側安定化層 1 2 1 とを備え、それによって、色反射ユニットの支持構造の一部を形成するアルミニウム複合パネルなどの複合パネルを形成する。反射層部分 3 ' は、照明側安定化層自体によって（たとえば、アルミニウム層によって）提供されてもよく、または、反射層によってその上に別個に適用され得る。色拡散層 5 は、その場合、照明側安定化層 1 2 1 またはその反射層上に適用される。

【 0 1 8 8 】

能動的な照明構成について、図 3 2 ~ 図 3 4 に関連して以下に説明する。具体的には、図 3 2 および図 3 3 は、建物 7 1 における（図 1 9 ~ 図 2 1 および図 2 4 ~ 図 2 6 に関連して上記で説明したように構成され、建物 7 1 に取り付けられた）構造ユニットが特に夜にプロジェクタ 1 2 3 によって照明される屋外構成を示す。プロジェクタ 1 2 3 は、たとえば、同じ出願人によって 2 0 1 4 年 5 月 1 3 日に提出された国際特許出願 PCT/EP 2 0 1 4 / 0 0 1 2 9 3 に開示されているような光源であってもよい。

【 0 1 8 9 】

図 3 2 に示すように、プロジェクタ 1 2 3 は、プロジェクタ 1 2 3 の光ビーム 1 2 5 A の光が本質的に構造ユニット 9 1 に側面から入るように配置され、そこで光は、反射光ビーム 1 2 5 B として地面 1 2 7 に対して反射される。

【 0 1 9 0 】

図 3 3 は、反射光ビーム 1 2 5 B のわずかに上から見られる建物 7 1 における構造ユニットの外観を示す。具体的には、建物 7 1 における構造ユニットを見るとき、色拡散層内から散乱された青色拡散光を見ることになる。それは、空のような外観が夜に達成され得ることを意味する。

【 0 1 9 1 】

加えて、反射光ビーム 1 2 5 B は、本質的にプロジェクタの黄色に調整された色における地面 1 2 7 の照明を提供する。

【 0 1 9 2 】

図 3 4 は、本明細書に記載の色反射ユニットの照明用途のための例示的な屋内構成を示す。具体的には、壁 1 3 1 A '、1 3 1 A "、天井 1 3 1 B、および床 1 3 1 C によって画定された部屋またはエレベータ 1 3 1 内で、色反射ユニット 1 E が壁 1 3 1 A ' に取り付けられる。プロジェクタ 1 2 3 は、たとえば、色反射ユニット 1 E に対向して壁 1 3 1 A " において、天井 1 3 1 B に、または天井 1 3 1 B の近くに取り付けられ、色反射ユニット 1 E 上に光ビーム 1 2 5 A を放射する。図 3 2 におけるように、反射光ビーム 1 2 5 B は、床 1 3 1 C 上に落ちる。

【 0 1 9 3 】

室内 1 3 1 内の人、反射光ビーム 1 2 5 B の外側から色反射ユニット 1 E を見るとき、青色がかって現れる色反射ユニット 1 E を見る。

人は、反射光ビーム 1 2 5 B 内にいるとき、反射光を見る。

【 0 1 9 4 】

本明細書で説明するように、色拡散層は、散乱された拡散光からの反射光ビーム 1 2 5 B の規則的な（正）反射光の色分離（相関色温度 CCT の点で）を生成することができる

10

20

30

40

50

。具体的には、拡散光の相関色温度は、たとえば、係数 1.2 または 1.1 などによって、正反射光の相関色温度よりも大きくなる。たとえば、プロジェクタ 123 から放射された光の色、形状、および均一性に応じて、初めに紹介した出願に記載されているように、太陽光模倣照明システムが生成され得る。

【0195】

一般に、非同一平面表面部分について、色反射ユニット 1 上の複数の「太陽」反射は、拡散散乱光により青色の外観によって各々が取り囲まれることを生じ得る。それらは、たとえば、湖の波における太陽光の反射などの、不規則な表面状の太陽光の反射として観察者に現れることがある。

【0196】

図 35 は、非同一平面反射面部分を有する色反射ユニットに関するそのような太陽状の明滅知覚の実施形態を例示的に示す。図 35 (a) において、観察者は、光源 402 によって照明される色反射ユニット 401 を見る。具体的には、光源 402 は、たとえば、80°までの範囲、たとえば、60°までの範囲、または 40°以下までの範囲の角度発散を有する光ビーム 403 を放射する。

【0197】

色反射ユニット 401 は、非同一平面反射部分 3' が接続され、連続粗粒表面 410 を形成するように構成され得る。粗粒表面 410 の例示的な切断図が図 35 (b) および図 35 (c) に示され、例示的な上面図が図 35 (d) ~ 図 35 (f) に示されている。

【0198】

図 35 (a) にさらに示すように、粗粒表面 410 は、粗粒表面 410 上の 3 つの点 P1、P2、および P3 について示されているように、完全な粗粒表面 410 がレイリー状の散乱光 B の光源とみなされ得る（空のような印象のための青色を提供するとみなされ得る）ように、光ビーム 403 によって本質的に完全に照明される。しかしながら、粗粒表面 410 のそれぞれの配向に依存して、観察者は、主に、たとえば、点 P1 および P3 について示された光ビーム 403 の強い正反射部分 Y1、Y3 を知覚し得る。点 P2 について、表面は、観察者が点 P2 からの散乱光の寄与 B のみを知覚するように、光ビーム 403 のそれぞれの部分 Y2 が観察者の前の地面に向かって反射されるように傾斜される。

【0199】

粗粒表面 410 上の領域に関連する明るい光の程度は、正反射条件を満たす表面の程度に依存する（一般に、非同一平面表面部分の少なくともサブグループが粗粒構造、特にモザイク状表面構造によって形成される）。

【0200】

観察者が孤立した明るい点を周囲（知覚される正反射に寄与しない周囲）から識別することができる要件を仮定すると、必要なサイズは、当業者には明らかであろう。たとえば、それは、照明システムの幾何学的形状、特に、観察者の粗粒表面 410 までの距離に依存する。色反射ユニットまでの観察者の予想される距離に応じて、表面部分 3' は、数平方ミリメートルまたは数平方センチメートルのサイズを有することができる。

【0201】

粗粒表面 410 の反射特徴と平面色反射面との比較のために、各点 P1 ~ P3 について、反射ビーム n1' ~ n3' は、図 35 (a) に破線として示されている。

【0202】

具体的には、図 35 の実施形態は、指向性光ビーム 403 に基づいて輝く光のピーク（部分 Y1, . . .）のビジョンを提供することができ、輝く光のピークは、空のような断片（散乱光 B）と交互に現れ得る。色反射ユニット 401 は、非同一平面反射面部分 3' が接続され、連続表面を形成するように構成され得る。

【0203】

図 35 (b) は、同様の正反射条件を本質的に満たす反射面部分 3' を提供する平滑面を第 1 の例示的な実施形態として示す。例示的には、照明ビーム部分 403 A' を形成するために反射面部分によって正反射される光ビーム部分 403' が示されている。その反

10

20

30

40

50

射面部分に関するそれぞれの関連する法線 n_a が示されている。

【0204】

図35(c)は、図35(b)の平滑面が本質的に平面ファセットで構成された第2の例示的な実施形態として示す。第2の実施形態は、この場合には平面ファセットの法線に対応する関連する法線 n_a によって示された正反射状態を提供する反射面部分3'を再び提供する。

【0205】

一般に、粗粒表面410、具体的には連続反射面は、様々な形状および広がり多数の平面部分または準平面部分から作製され得る。形状および広がり、限定された数の表面部分のタイプ、形状、または傾斜などの、より高いまたはより低い程度の規則性、順序、および/または周期性で構成され得る。

【0206】

連続反射面は、各々の単一の部分に関する観察角度における、すなわち、主要な照明寄与であり、光ビーム403の正反射方向とは異なる、したがって、正反射方向の黄色の明るい輝度から離れた角度における(青色)散乱を提供するために、色拡散層5で(図35(b)および図35(c)に示すように)完全にまたは部分的にコーティングされ得る。ナノ粒子ベースのレイリー状散乱と組み合わせた正反射状態の2Dにおけるモザイク状分割のこの態様は、空のような断片として知覚され得る散乱光領域と共に水中の反射された太陽の場合と同様に知覚されることになる多くの輝く光ピーク(ビーム部分Y)の外観を提供することができる。この効果は、反射面部分が部分的に不規則な配置で、多くの異なる形状、サイズおよび配向で、異なる曲率の光線で構成されているときさらに増加され、不規則で非周期的な正弦波(波状)プロファイルの限界的な場合でも、所望の効果を提供することができることに留意されたい。

【0207】

図35(d)~図35(f)は、連続粗粒表面410の例示的なモザイク状表面構造412を示す。複数のモザイク状表面構造412は、ファセット表面を形成し、光ビーム403と相互作用するための複数のファセット状表面部分を提供するように構成される。モザイク状表面構造412の相関領域は、ターゲット照明/観察者領域から連続粗粒表面410を含む光路に沿って見ると、光源402の放射領域のビジョンの断片化を提供するように選択される。複数の表面部分は、連続粗粒表面410の下流の光ビームが図25に示す一定の輝度のライン407と同様にサイズが広がるように、入射光ビーム部分を再配向するように構成される。それによって、ターゲット照明/観察者領域上の輝度値は、低減され、再配向された光ビーム部分は、光源402の放射面の輝度に匹敵する輝度を有する局所的な輝くピークを示す。

【0208】

モザイク状表面構造の相関領域は、(たとえば、表面上の最も深い点から最も高い点へ、次の最も深い点への)1つの完全な表面振動などの、単一のモザイク状表面構造の平均横方向サイズに本質的に対応する。さらに、相関領域は、(光相互作用)表面部分のサイズに本質的に匹敵するサイズである。したがって、視覚的に解像可能であるために、それは、たとえば、約0.5mm~1mの範囲内である。原理的には、反射面部分は、相関/横方向サイズ(correlation/transversal size)の一部分(たとえば、対称の幾何学的形状の半分、またはファセット構造の傾斜に応じてより大きいパーセンテージ)である。当業者には理解されるように、この文脈における「横方向(transversal)」は、表面タイプを指し、たとえば、中央平面に平行な平面を指す。相関は、定義された数学的用語(ここでは、2D相関)である。非平面の場合、部分よりも大きい相関規模が現れる場合がある(たとえば、ユニットが湾曲しているかまたはそれ自体が正弦波である場合)ことに留意されたい。

【0209】

図35(d)を参照すると、連続粗粒表面410は、規則的な配置で表面を完全に覆うように配置された、いくつかのタイプのピラミッドを備える。それによって、規則的に分

10

20

30

40

50

布し、同一方向に向けられた反射面部分のセットも形成される。

【0210】

対照的に、図35(e)に示す連続粗粒表面410は、特に、ピラミッド状の形状およびくさび状の形状を含むより多くのタイプの異なる幾何学的形状を備える。幾何学的形状は、不規則な配置で表面を完全に覆うようにモザイク状に配置される。それによって、加えてサイズが変化する、不規則に分布し、異なる方向に向けられた反射面部分のセットも形成される。

【0211】

図35(e)に示す実施形態と同様に、図35(f)の連続粗粒表面410は、一般に幾何学的形状に関連するが、たとえば、処理手順のために、ある程度まで丸められ得る様々なタイプの異なる形状を備える。見られるように、ファセット構造は、互いの隣に直接位置するか、またはある平面遷移表面部分によって分離された湾曲したファセットから作製される。構造は、たとえば、再びピラミッド状の形状と、くさび状の形状とを有する。加えて、モザイク状構造の高さは、図35(e)におけるよりも変化してもよい。それによって、再び、不規則に分布し、異なる方向に向けられた、異なるサイズの反射面部分のセットが形成される。

【0212】

一般的な徴候として、部分のx(またはy)サイズ、パッチのx(またはy)平均サイズ、振動面のx(またはy)局所周期性、または一般に、反射面の単一の振動(基準平面への距離の1つの極大値および1つの極小値)を平均して支持するx(またはy)支持構造サイズは、設置環境に立つ観察者について、個々の表面部分が、色および輝度の変化を感知するために目によって光学的に解像可能であるように構成され得る。屋内用途について、反射部分は、約1mm以上、たとえば、数センチメートル、または0.2mより大きく延在してもよい。屋外用途について、表面部分は、5mmより大きく、たとえば、0.3m、または0.5mより大きくてもよい。

【0213】

光源(これは、特定の光プロジェクタ、または太陽、またはいくつかのピークを有する輝度の分布などであり得る)と観察者との間に置かれた場合、モザイク状表面構造に基づく色反射ユニットは、匹敵する(一般に、大幅には低減されない)輝度を有するが、大幅により小さいサイズ(光源からの固定された観察者距離に対する角度サイズ)を有する多くのより小さい知覚される光源における光源の断片化(分割-剪断-分裂など)を外観において提供する。

【0214】

これらのより小さい輝度ピークは、明らかに、元の光源角度形状に対してより大きい角度範囲にわたって分布している。

【0215】

これは、光学構造が観察者の目によって解像され得る(たとえば、光ピークが本質的に混合しない)限り、視覚的外観の点で、元の光源によって生成される輝度の同じ知覚を生成し(局所ピークは、光源の輝度レベルを保存する)、それによって、たとえば、空のような断片として知覚され得る散乱光領域と共に、水中の反射された太陽を提供する。

【0216】

この外観は、特異的であり、輝度が平均化され、高レベルのピークが平滑化され、結果として大幅に低減されるような(光学構造が解像可能ではない場合に知覚される)微細構造の拡散器とは対照的である。

【0217】

再び図35(a)を参照すると、投影において、図示の照明システムは、粗い粒状の霜なしに光源から得られ得る投影光スポットの広幅化および平滑化を生じる。言い換えれば、図35と関連して開示される実施形態は、非同一平面表面部分に基づく一種の非吸収レイリー状の散乱する粗い霜のユニットを導入する。

【0218】

構成は、輝度を小さい領域に剪断することを、レイリー拡散器として青色成分を拡散させることと組み合わせる。

【0219】

これは、空の色が保存され得ながら、より小さい光源において剪断されるが、各々が色および輝度の点で「太陽」として知覚される、光源の放射領域の断片化による直接光スポットの平滑化 (smearing) および広幅化を得ることを可能にする。

【0220】

いくつかの実施形態では、連続粗粒表面 410 は、本明細書で開示されるような色拡散層でコーティングされ得る。

【0221】

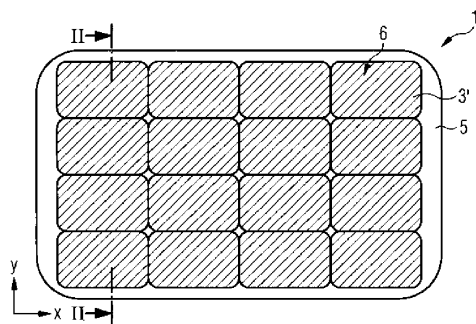
本発明の例示的な実施形態について本明細書で説明してきたが、ランダムな色反射ユニットと平面平行反射面部分とを組み合わせるなど、実施形態は、たとえば、ファサード要素において、または 1 つの照明システムにおいて組み合わせられてもよい。

【0222】

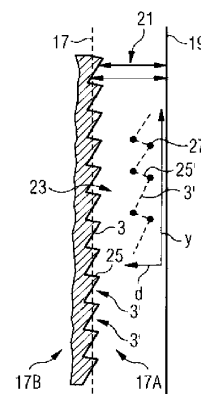
本発明の好ましい実施形態について本明細書で説明してきたが、以下の特許請求の範囲から逸脱することなく、改善および修正が組み込まれてもよい。

10

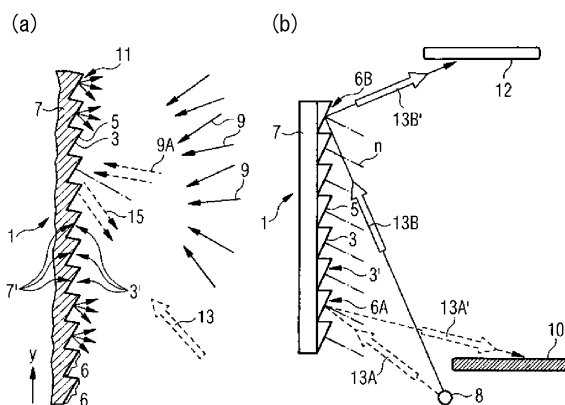
【図 1】



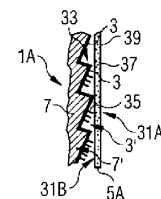
【図 3】



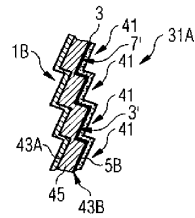
【図 2】



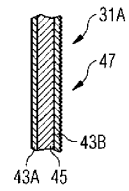
【図 4】



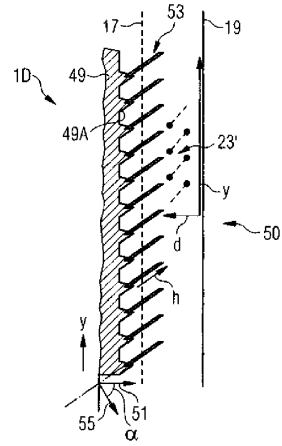
【図 5】



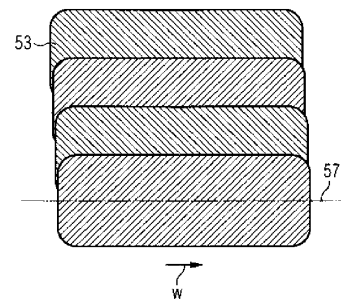
【図 6】



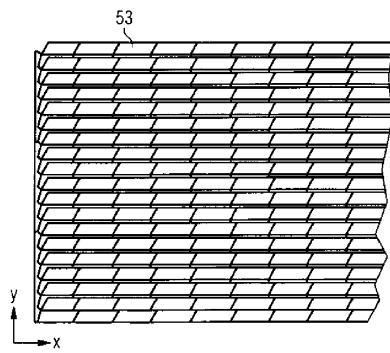
【図 7】



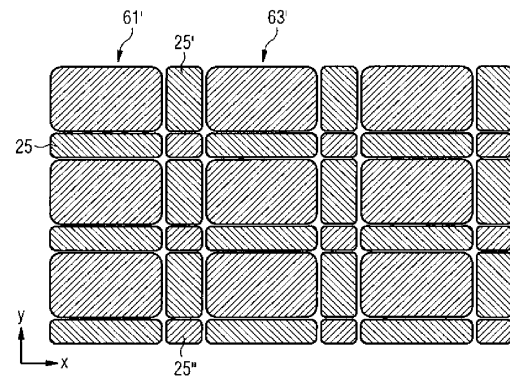
【図 8】



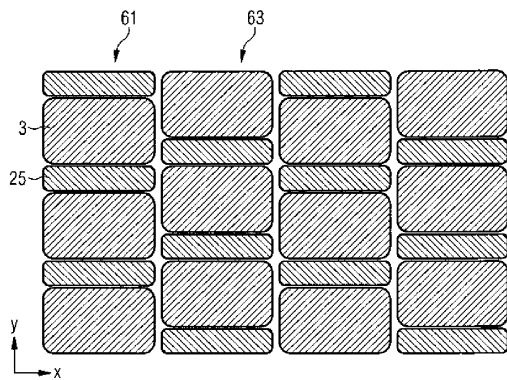
【図 9】



【図 11】



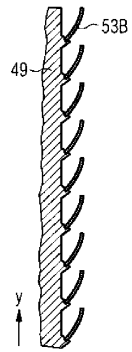
【図 10】



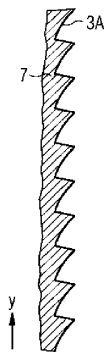
【図 12】



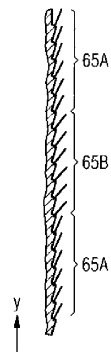
【図 13】



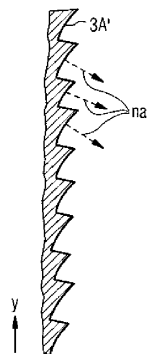
【図 14】



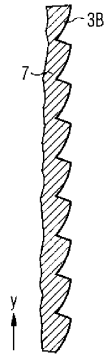
【図 17】



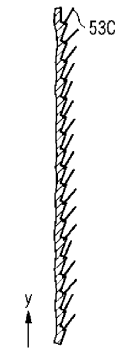
【図 18】



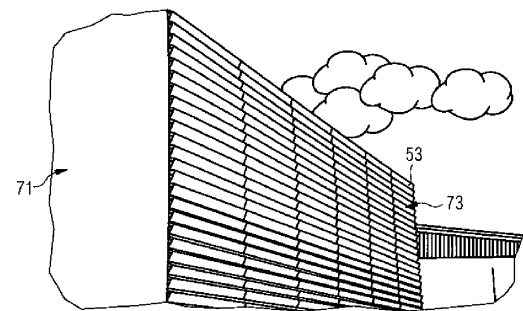
【図 15】



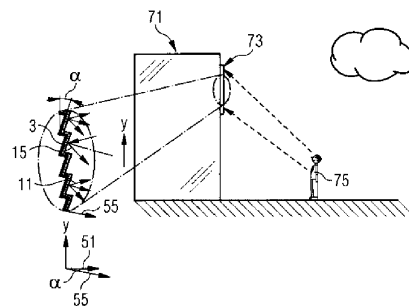
【図 16】



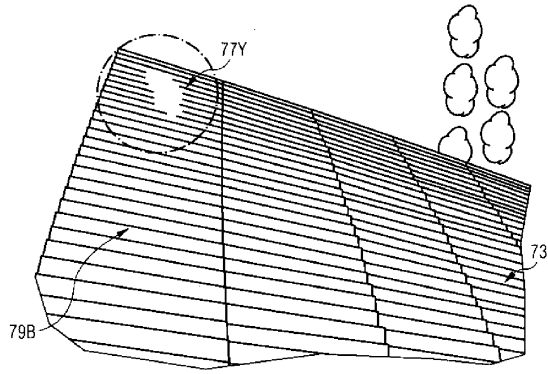
【図 19】



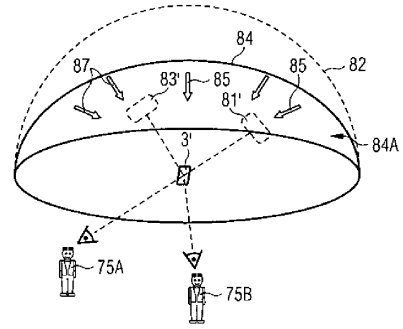
【図 20】



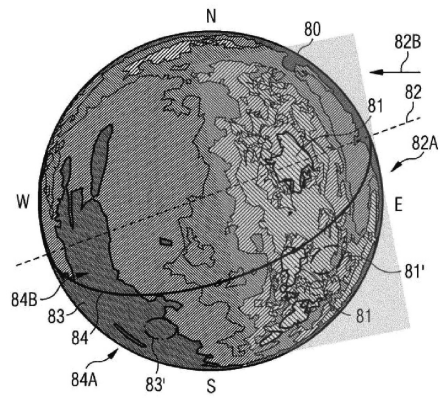
【図 2 1】



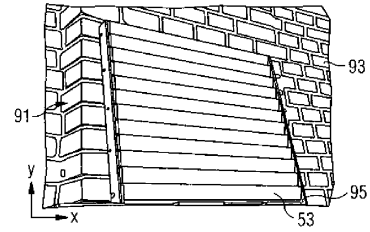
【図 2 3】



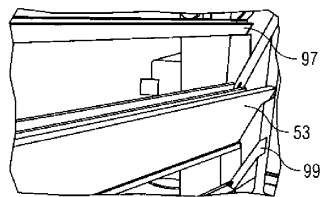
【図 2 2】



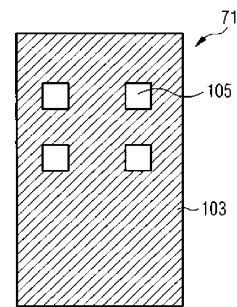
【図 2 4】



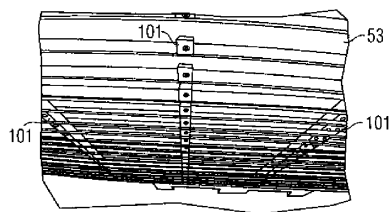
【図 2 5】



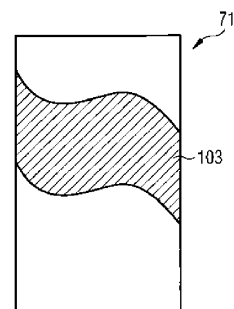
【図 2 7】



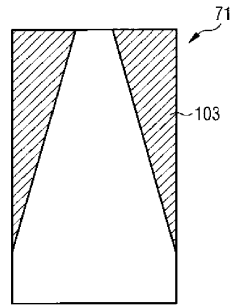
【図 2 6】



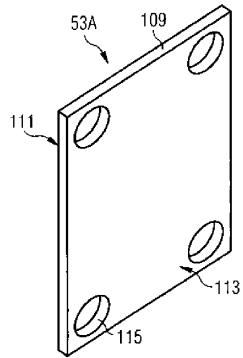
【図 2 8】



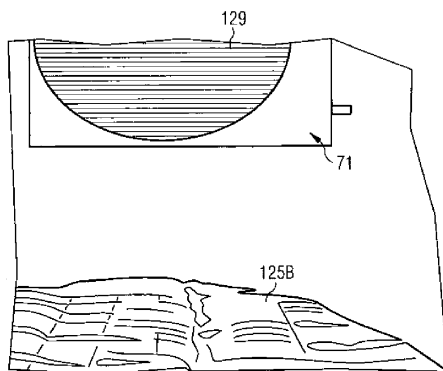
【図 29】



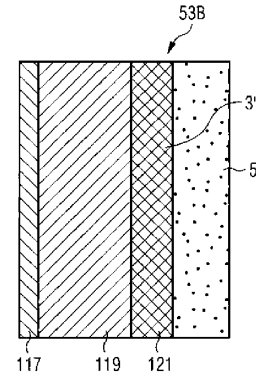
【図 30】



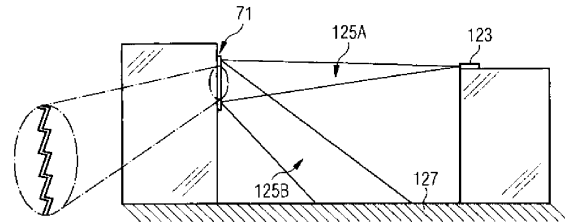
【図 33】



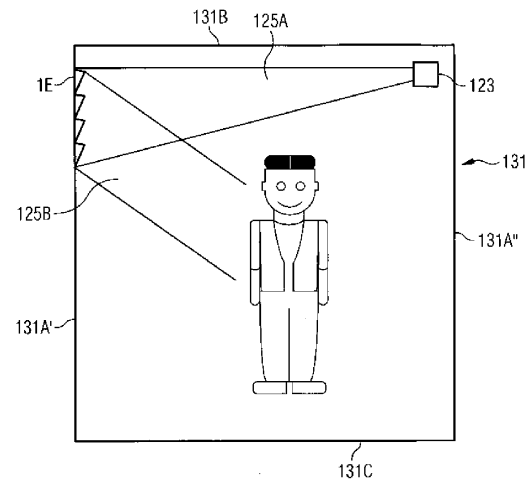
【図 31】



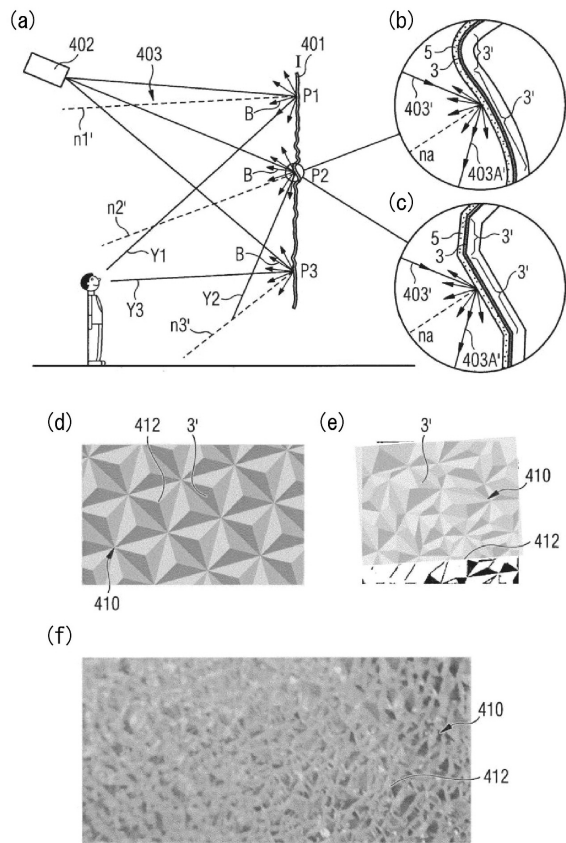
【図 32】



【図 34】



【図 35】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>F 2 1 V</i>	<i>7/09</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	<i>7/09</i>	<i>3 0 0</i>
<i>F 2 1 V</i>	<i>7/04</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	<i>7/04</i>	<i>1 0 0</i>
<i>E 0 4 F</i>	<i>13/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>E 0 4 F</i>	<i>13/08</i>	<i>Z</i>
<i>G 0 9 F</i>	<i>13/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 9 F</i>	<i>13/16</i>	<i>Z</i>

審査官 菅原 奈津子

- (56)参考文献 実開昭57-133011(JP, U)
 実開昭57-121901(JP, U)
 特開2001-141912(JP, A)
 特開2002-207446(JP, A)
 特開2014-012945(JP, A)
 特開2002-107513(JP, A)
 特開2000-122580(JP, A)
 特開2007-009473(JP, A)
 国際公開第2009/156348(WO, A1)
 国際公開第2014/178837(WO, A1)
 国際公開第2007/018039(WO, A1)
 韓国登録特許第10-1493027(KR, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 5 / 0 0 - 5 / 1 3 6
 E 0 4 F 1 3 / 0 0 - 1 3 / 3 0
 G 0 9 F 1 3 / 0 0 - 1 3 / 4 6