

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4015506号

(P4015506)

(45) 発行日 平成19年11月28日(2007.11.28)

(24) 登録日 平成19年9月21日(2007.9.21)

(51) Int. Cl.

F I

<b>C09D 201/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C09D 201/00	
<b>B05D 5/06</b>	<b>(2006.01)</b>	B05D 5/06	B
<b>B05D 7/24</b>	<b>(2006.01)</b>	B05D 7/24	303F
<b>C09D 5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C09D 5/00	Z
<b>C09D 7/12</b>	<b>(2006.01)</b>	C09D 7/12	

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-237529 (P2002-237529)  
 (22) 出願日 平成14年8月16日(2002.8.16)  
 (65) 公開番号 特開2004-75833 (P2004-75833A)  
 (43) 公開日 平成16年3月11日(2004.3.11)  
 審査請求日 平成17年2月9日(2005.2.9)

(73) 特許権者 503360115  
 独立行政法人科学技術振興機構  
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号  
 (73) 特許権者 301023238  
 独立行政法人物質・材料研究機構  
 茨城県つくば市千現一丁目2番地1  
 (74) 代理人 100089635  
 弁理士 清水 守  
 (72) 発明者 宮崎 英樹  
 茨城県つくば市並木3-669-102  
 (72) 発明者 宮崎 博司  
 宮城県仙台市青葉区中山4-18-1-1  
 01  
 (72) 発明者 宮野 健次郎  
 東京都杉並区天沼2-37-9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射性塗料・物質およびその塗布・固定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を塗料媒質とともに最終使用状態において含み、鏡面共鳴による光散乱現象を利用することを特徴とする反射性塗料。

【請求項2】

請求項1記載の反射性塗料において、前記粒子がおおむね透明であり、前記塗料媒質に対する粒子の相対屈折率が1.3から2.2であることを特徴とする反射性塗料。

【請求項3】

請求項1記載の反射性塗料において、前記粒子のおおむね円形の断面の直径が1 μmから2 mmであることを特徴とする反射性塗料。

【請求項4】

請求項1記載の反射性塗料において、前記2個の粒子のおおむね円形の断面の直径の比が1:1から1:4であることを特徴とする反射性塗料。

【請求項5】

請求項2、3または4記載の反射性塗料において、前記粒子の形状がおおむね球形であることを特徴とする反射性塗料。

【請求項6】

請求項2、3または4記載の反射性塗料において、前記粒子の形状がおおむね円筒形であることを特徴とする反射性塗料。

## 【請求項 7】

(a) あらかじめ塗料媒質に 2 個のおおむね円形の断面を有する粒子を連結した連結粒子を用意し、

(b) 鏡面共鳴による光散乱現象を生成するために、塗布対象物上の前記塗料媒質に前記連結粒子を配合することを特徴とする反射性塗料の塗布方法。

## 【請求項 8】

(a) 2 個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を用意し、

(b) 塗布対象物上に塗料媒質を塗布した後、該塗料媒質に前記連結粒子を付加し、

(c) 鏡面共鳴による光散乱現象を生成するために、前記塗布対象物上の塗料媒質に前記連結粒子を配合することを特徴とする反射性塗料の塗布方法。

10

## 【請求項 9】

(a) 2 個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を用意し、

(b) 塗布対象物上に塗料媒質を塗布した後、前記連結粒子を散布することを特徴とする反射性塗料の塗布方法。

## 【請求項 10】

請求項 7、8 または 9 記載の反射性塗料の塗布方法において、前記連結粒子の 2 個の粒子の配列方向がおおむね塗布対象物の塗布面に対して平行になるように配向することを特徴とする反射性塗料の塗布方法。

## 【請求項 11】

請求項 7、8 または 9 記載の反射性塗料の塗布方法において、前記連結粒子の 2 個の粒子の配列方向がおおむね一致するように配向することを特徴とする反射性塗料の塗布方法

20

## 【請求項 12】

(a) あらかじめ塗料媒質に 2 個のおおむね円形の断面を有する粒子を連結した連結粒子を用意し、

(b) 鏡面共鳴による光散乱現象を生成するために、固定対象物上に固定することを特徴とする反射性物質の固定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

30

本発明は、主に道路標示、道路標識や建物、道路側壁、照明器具において使用される反射性塗料・物質およびその塗布・固定方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、特に道路の路面に描画する道路標示や道路標識の表面には、球形のガラス粒子を含む塗料が広く用いられてきた。

## 【0003】

図 17 はかかる従来の反射性塗料の模式図である。

## 【0004】

この図において、1 は塗料の塗布対象物、2 は塗料媒質、3 はその塗料媒質 2 に配合されるガラス球（粒子）である。

40

## 【0005】

かかる従来の反射性塗料においては、塗料媒質 2 に配合されるガラス球 3 が一般に様々な方向に光を散乱する働きを持つ上に、ある屈折率条件のガラス球 3 の場合には、光が入射した方向に向かって逆戻りするように反射する再帰反射効果も合わせて期待できるため、その塗料の視認性を高めるために役立ってきた。

## 【0006】

一方、光を物体表面で効率的に鏡面反射させたい場合には、主に金属膜の真空蒸着やメッキが利用されてきた。

## 【0007】

50

**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来のガラス粒子を含んだ塗料は、入射した光を逆戻りする方向に反射する機能や幅広い方向に散乱させる機能は持っていたが、それ以外の特定の方向に強く反射する機能は持っていなかった。例えば、道路路面の中央線や路側帯にこの塗料を使用した場合、夜間に自分の自動車のライトが発する照明光によって運転者自身が道路の境界を認識するためには有用であった。ところが、強い照明手段を持たない歩行者や自転車に向かって対向車が向かってきた場合には、対向車の照明光は路面の塗料から歩行者や自転車の運転者の方向にはあまり強く反射されないため、歩行者や自転車の運転者は対向車の強い照明に眩惑され、路面の標示を視認することが困難であった。

**【0008】**

10

もしも、塗料に入射光を鏡面反射方向に反射する機能があれば、歩行者や自転車の運転者にも対向車の照明光の反射光により路面の標示が明瞭に認識され、安心して安全にすれ違うことができるようになると期待される。ところが、従来は光を鏡面反射させるための塗装にはもっぱら真空蒸着あるいはメッキによる金属膜が用いられており、特殊な設備を用いる必要があるために、塗装できる物体が極めて限定されていた。

**【0009】**

本発明は、上記状況に鑑みて、物質を直にまたは塗料に鏡面反射をはじめとする様々な散乱特性を付与することができる反射性塗料・物質およびその塗布・固定方法を提供することを目的とする。

**【0010】**

20

**【課題を解決するための手段】**

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕反射性塗料において、2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を塗料媒質とともに最終使用状態において含み、鏡面共鳴による光散乱現象を利用することを特徴とする。

**【0011】**

〔2〕上記〔1〕記載の反射性塗料において、前記粒子がおおむね透明であり、前記塗料媒質に対する粒子の相対屈折率が1.3から2.2であることを特徴とする。

**【0012】**

〔3〕上記〔1〕記載の反射性塗料において、前記粒子のおおむね円形の断面の直径が1 μmから2 mmであることを特徴とする。

30

**【0013】**

〔4〕上記〔1〕記載の反射性塗料において、前記2個の粒子のおおむね円形の断面の直径の比が1:1から1:4であることを特徴とする。

**【0014】**

〔5〕上記〔2〕、〔3〕または〔4〕記載の反射性塗料において、前記粒子の形状がおおむね球形であることを特徴とする。

**【0015】**

〔6〕上記〔2〕、〔3〕または〔4〕記載の反射性塗料において、前記粒子の形状がおおむね円筒形であることを特徴とする。

40

**【0016】**

〔7〕反射性塗料の塗布方法において、あらかじめ塗料媒質に2個のおおむね円形の断面を有する粒子を連結した連結粒子を用意し、鏡面共鳴による光散乱現象を生成するために、塗布対象物上の前記塗料媒質に前記連結粒子を配合することを特徴とする。

**【0017】**

〔8〕反射性塗料の塗布方法において、2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を用意し、塗布対象物上に塗料媒質を塗布した後、この塗料媒質に前記連結粒子を付加し、鏡面共鳴による光散乱現象を生成するために、前記塗布対象物上の塗料媒質に前記連結粒子を配合することを特徴とする。

**【0018】**

50

〔9〕反射性塗料の塗布方法において、2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を用意し、塗布対象物上に塗料媒質を塗布した後、前記連結粒子を散布することを特徴とする。

【0019】

〔10〕上記〔7〕、〔8〕または〔9〕記載の反射性塗料の塗布方法において、前記連結粒子の2個の粒子の配列方向がおおむね塗布対象物の塗布面に対して平行になるように配向することを特徴とする。

【0020】

〔11〕上記〔7〕、〔8〕または〔9〕記載の反射性塗料の塗布方法において、前記連結粒子の2個の粒子の配列方向がおおむね一致するように配向することを特徴とする。

10

【0021】

〔12〕反射性物質の固定方法において、あらかじめ塗料媒質に2個のおおむね円形の断面を有する粒子を連結した連結粒子を用意し、鏡面共鳴による光散乱現象を生成するために、固定対象物上に固定することを特徴とする。

【0022】

本発明では、2個の透明な球を連結した物体が一般的に示す、鏡面共鳴という光散乱現象を利用する。鏡面共鳴現象とは、周囲の媒質に対して1.3から2.2という相対屈折率を持つ2個の透明球が密着もしくは近接している場合に、前記2個の球の中心を結ぶ軸に対して斜めに入射した光線が、あたかも前記軸の部分に鏡が置かれているかのように強く鏡面反射される現象である。鏡面反射されるのは前記2個の球の直径が等しい場合であるが、もしも前記2個の球の直径が異なる場合には、その直径の比および入射方向で決まる特定の方向に出射する（この場合には、正確には反射方向は鏡面反射方向ではないが、本質的には同じ原理に基づいた現象であるので、同様に鏡面反射と呼ぶ）。

20

【0023】

また、このような現象を示す球の直径の範囲は非常に広く、例えば、波長400から700nm程度の可視光に対しては、直径1 $\mu$ mくらいの微小な球から無限に大きな球まで、鏡面共鳴は同様に観察される。また、この現象は2個の円形の界面での光の屈折現象に起因しているので、球の場合に限らず、2個の円筒が軸を平行とするように密着あるいは近接している場合にも同様に観察される。

【0024】

この現象は、実験結果と計算結果に基づいて以下の文献にて詳しく説明されている。

30

【0025】

H. T. Miyazaki, H. Miyazaki, and K. Miyano, "Anomalous scattering from dielectric bispheles in the specular direction", Optics Letters, Vol. 27, No. 14, pp. 1208 - 1210 (Jul. 2002).

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

40

【0027】

ここでは、鏡面共鳴という現象を、いくつかの代表的な事例について具体的に説明する。

【0028】

図1は本発明の実施例を示す塗料に含まれる直径の等しい2個の球からなる連結粒子の反射特性を示す図であり、図1(a)はその粒子の相対屈折率 $n$ が1.44である場合、図1(b)はその粒子の相対屈折率 $n$ が1.58である場合、図1(c)はその粒子の相対屈折率 $n$ が1.84である場合を示している。

【0029】

図2は比較例（従来例）としての塗料に含まれる単一粒子の反射特性を示す図であり、

50

図2(a)はその粒子の相対屈折率 $n$ が1.44である場合、図2(b)はその粒子の相対屈折率 $n$ が1.58である場合、図2(c)はその粒子の相対屈折率 $n$ が1.84である場合を示している。

【0030】

入射する光の波長は、典型的な可視光の波長である $0.5\mu\text{m}$ と想定した。また、代表的な球の大きさとして、直径 $0.5\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $500\mu\text{m}$ の場合を示した。ここでは連結粒子の中心軸が塗装対象物の表面に平行になるように配置されているものと仮定し、入射角は塗装対象物の表面から測った角度としている。また、縦軸には鏡面反射方向(出射角が入射角と等しい方向)に散乱させる光の強度を示した。

【0031】

図1から明らかのように、いずれの屈折率の場合にも、直径 $0.5\mu\text{m}$ では光は様々な方向にほぼ均等に散乱している。これは一般的に知られている微粒子による散乱現象に他ならない。ところが、直径が $5\mu\text{m}$ の場合には、いずれの屈折率の場合にも、特に入射角が $30$ 度以下の範囲において、大きな反射を示す。この性質は直径が $1\mu\text{m}$ 程度から顕著になり、直径が大きくなるほど明瞭になることが、直径 $500\mu\text{m}$ の結果から分かる。このような顕著な鏡面反射が鏡面共鳴効果である。この鏡面共鳴現象は粒子の直径が波長の1.6倍以上の時に顕著に起こる。

【0032】

鏡面共鳴現象が粒子の連結に起因していることを表すために、図2の塗料の単一粒子の反射特性と比較する。この図から分かるように、単一粒子の場合には、入射角 $30$ 度以下の領域での強い反射が見られない。この場合に顕著なのはむしろ入射角 $90$ 度付近での反射率のピークで、屈折率が大きいほど顕著である。これが従来から利用されている再帰反射現象を表している。

【0033】

再び図1に戻ると、連結粒子の場合にもこの再帰反射現象が生じていることがわかる。

【0034】

以上は、散乱体を含ませることにより、光の散乱によって視認性を高めることを狙った塗料の場合であったが、鏡面反射を期待する場合には、逆に表面を鏡面と呼べるほどに平滑にし、界面での屈折率差によって光を反射する方法もある。例えば、ニスや焼き物の釉薬がこれに該当する。この場合の反射特性も参考までに図3に示した。この場合には、入射角が $0$ 度に近いところで極めて大きな反射率を示すが、入射角が大きくなるにつれて反射率は単調に減少する。

【0035】

これらの反射特性をより直観的にわかりやすくするために、代表的な入射角 $25$ 度、相対屈折率1.58の場合の散乱光の角度分布を極座標表示にて図4と図5に示す。ここで、図4は直径の等しい2個の連結粒子、図5は単一粒子からの散乱光の角度分布を示し、図4(a)と図5(a)は粒子の直径が $0.5\mu\text{m}$ の場合、図4(b)と図5(b)は粒子の直径が $5\mu\text{m}$ の場合、図4(c)と図5(c)は粒子の直径が $500\mu\text{m}$ の場合を示している。

【0036】

単一粒子の場合(図5)には再帰反射が支配的であるが、それ以外の様々な方向にも散乱光が生じている。図には示していないが、平滑表面の場合には、鏡面反射だけが生じ、それ以外の方向に向かう散乱光は生じない。

【0037】

連結粒子の場合(図4)は、直径が $0.5\mu\text{m}$ の場合には光は様々な方向に散乱しているが、直径が $5\mu\text{m}$ あるいは $500\mu\text{m}$ の場合には、鏡面反射方向への散乱が支配的になる。しかし、この場合にも、図1で既に示したように様々な方向への散乱光、再帰反射光も存在している(鏡面反射に比べて小さいので図4では目立たない)。

【0038】

連結粒子とは、このように、等方的な光散乱の効果、再帰反射の効果、鏡面反射共鳴の

10

20

30

40

50

効果を併せ持った散乱体である。これを塗料に適用した場合には、等方的な散乱効果は任意の照明・観察配置に対する視認性を向上させ、再帰反射効果は自分自身から発した照明光に対する視認性を向上させ、鏡面反射効果は前方からこちらに向かって発せられた照明光に対する視認性を向上させるために役立つことになる。

【 0 0 3 9 】

次いで、連結粒子を構成する2個の球の直径が異なる場合の特性について説明する。

【 0 0 4 0 】

図6は、直径の異なる粒子から構成された連結粒子における、入射角15度、相対屈折率1.58の場合の散乱光の角度分布を極座標表示にて示したものであり、図6(a)は入射側と出射側の直径比が3:1、平均直径が2.4μmの場合、図6(b)は入射側と出射側の直径比が3:1、平均直径が500μmの場合、図6(c)は入射側と出射側の直径比が1:3、平均直径が2.4μmの場合、図6(d)は入射側と出射側の直径比が1:3、平均直径が500μmの場合をそれぞれ示している。

10

【 0 0 4 1 】

これらから分かるように、出射方向は鏡面反射の方向とは異なるが、ある特定の方向に強く散乱する。この時に強く散乱する方向(出射角)は、入射側の粒子の直径をR1、出射側の粒子の直径をR2とすると、 $R1 \sin \theta_1 = R2 \sin \theta_2$ によりだいたい見積もることができる。

【 0 0 4 2 】

ところで、図1、図4および図6に示したのは、特定の方向を向いて配置された2個の連結粒子の特性であるが、現実の塗料においてはすべての連結粒子が同じ向きに揃って配置されるのは稀なケースである。実際には様々な向きの連結粒子が混在しているであろうし、連結粒子を構成する2個の粒子の直径が異なるものが混在している場合もあろう。

20

【 0 0 4 3 】

従って、現実の塗料の散乱特性はこれら様々なケースの中間的な状況になると考えられる。例えば、連結粒子の中心軸が塗装対象物の表面に平行になるように連結粒子が配置されている場合でも、入射光が図1の場合のように中心軸にほぼ沿った方向に入射するケースの他に、中心軸とは直交する方向から入射するケースもある。

【 0 0 4 4 】

しかし、この場合には単一球が2個左右に並んでいるだけであるから、散乱特性は単一粒子の場合の散乱特性となる。従って、2個の粒子の配列方向が塗布面に対して平行になるように配向し、その面内での向きがランダムである場合には、総合的な散乱特性は図1と図2の中間的なものとなる。

30

【 0 0 4 5 】

もちろん、すべての粒子の配列方向を揃えるように配向した場合には図1の特性となる。さらにその場合に、連結粒子を構成する2個の粒子の直径が異なるものを様々な混在しておけば、図6のような様々な方向への散乱が重ね合わされ、いかなる方向へも強く散乱させることができる。このように、連結粒子の配向や配合を制御することにより、所望の散乱特性を実現することができる。

【 0 0 4 6 】

ここで、これらの計算方法について簡単に説明しておく。図1から図6の計算においては、塗装対象物表面に平行な偏光とそうでない偏光について計算した結果を平均することにより、ランダムな偏光状態の入射光に対する特性を示した。図1、図2、図4、図5および図6の直径0.5μmから5μmの粒子の場合の特性は、H. Miyazaki and Y. Jimba, *Ab initio tight-binding description of morphology-dependent resonance in a bisphere*, *Physical Review B*, Vol. 62, pp. 7976 - 7997 (2000)に記載されているマックスウェルの方程式の厳密解法により計算した。図1、図2、図4、図5および図6の直径250μmから750μmの粒子の場合については、フレネルの公式により偏光を考慮した古典的な光線追跡法に

40

50

より計算した。また、図3の平滑な表面の反射特性はフレネルの公式により求めた。

【0047】

〔具体例〕

個別の実施例について述べる前に、それらの多くに共通な、本発明による塗料の一般的な作製方法、塗布方法について述べておく。

【0048】

連結粒子の作製方法については、静電力を利用する方法と、自己組織化現象を利用する方法が知られている。前者は、一群の粒子を正に、もう一群の粒子を負に帯電させておき、両者を混合することにより、正の粒子と負の粒子からなる連結粒子を作製するという方法で、A. Gotoh and H. Ikasaki, Preparation of Composite Ultrafine Particles Consisting of Different Kinds of Particles in a Gas, Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 167, pp. 204 - 206 (1994) にて紹介されている。

10

【0049】

また、後者はちょうど連結粒子が納まる大きさの無数のくぼみを作った基板上に材料となる粒子の懸濁液を流すと、自動的に2個の粒子が連結した状態でくぼみの中に納まるという現象を利用したものであり、Y. Yin and Y. Xia, Self-Assembly of Monodispersed Spherical Colloids into Complex Aggregates with Well-Defined Sizes, Shapes, and Structures, Advanced Materials, Vol. 13, pp. 267 - 271 (2001) にて詳しく述べられている。

20

【0050】

いずれの場合にも材料としては特に制限はなく、基本的には粒子を取り巻く媒質に対して必要な相対屈折率を有していれば良く、具体的にはシリカ粒子、高分子粒子、ガラス粒子などがある。いずれも大きさの揃った球形度の高い粒子を作製する手法が確立されており、また、特にガラス粒子の場合には様々な屈折率の粒子を調製する方法が知られている。

【0051】

上記の方法で作製した連結粒子の粒子間はある程度の付着力で結合されているが、その後の塗布工程で剥離しないように、一般には適切な熱処理により接触点付近を融着しておくことが必要である。母材そのものの融着以外にも、粒子に接着層として高分子被膜を設けておき、その高分子だけを融着する方法もある。

30

【0052】

このような連結粒子を含んだ塗料を塗布した状態の断面図を図7に示す。図7(a)は厚い塗膜中で連結粒子がいろいろな方向を向いている場合、図7(b)は厚い塗膜中で連結粒子が面内に揃っている場合、図7(c)は薄い塗膜中で連結粒子が面内に揃っている場合、図7(d)は厚い塗膜中で連結粒子が一方向に揃っている場合、図7(e)は薄い塗膜中で連結粒子が一方向に揃っている場合をそれぞれ示している。

40

【0053】

図7(a)～図7(e)において、101は塗料の塗布対象物、102は塗料媒質、103はその塗料媒質102内の連結粒子である。

【0054】

このように塗料媒質102そのものの厚さと連結粒子103の大きさの関係、連結粒子103の配向状態には様々なケースが考えられる。また、この配向状態に応じて塗料の全体としての散乱特性は様々な異なる。特に塗料媒質102が厚い場合には、内部の連結粒子103から強い散乱光が得られるように、塗料媒質102には十分な透明性が必要である。

【0055】

50

図7のような塗布状態を実現するためにはいくつかの方法が考えられる。

【0056】

もっとも簡単なのは、あらかじめ塗料媒質102に連結粒子103を配合しておき、一度に塗布する方法である。この場合、工程は簡便であるが、連結粒子103が塗料媒質102との比重の違いにより塗膜の底に沈降してしまうという欠点がある。

【0057】

この場合に、普通に塗布すると連結粒子103は図7(a)に示すように3次元的にランダムに配置されてしまう。しかしながら、塗膜を連結粒子103の直径よりも小さくなるように選べば、図7(c)に示すように、連結粒子103は2次元面内に拘束され、塗布面に対して平行に配向する。これは鏡面反射光を強くするには有利である。さらに塗布時の塗料の流れを工夫すれば、図7(d)、図7(e)に示すように、2次元面内で同じ方向に連結粒子103を配向することも可能である。

10

【0058】

図8にはその方法を示した。図8(a)は塗布対象物201上にローラー203を有する塗布装置202で塗布する場合の例である。ローラー203で塗料204を均一な厚さ(シート状)で送り出すのと同時に、塗布装置202と塗布対象物201をローラー203による塗料204の送り出し速度とほぼ同じ速度で相対移動させる。また、ローラー203の送り出し速度は、ちょうど塗料204の流れが層流状態になるように選んでおく。

【0059】

こうすると、塗布された塗料(塗料シート)内の剪断力分布により、流れに対して斜め(ランダム)に配置された連結粒子は抵抗力により流れに対して平行になるように自動的に配向される。そしてその状態のまま塗布対象物201に転写されるので、図7(d)または図7(e)に示すように、塗料媒質102の中で、ほとんどの連結粒子103が一樣な向きを向いたまま固定される。この他にやはり層流状態を維持するようにノズルで吐出する方法もある。

20

【0060】

図8(b)は、塗布対象物301上に塗料303をスキージ302を用いて塗布する場合である。スキージ302前方にたまっている塗料303はローリング運動をするので、図8(a)の場合と同様に、スキージ302の下を通過する場合には安定した層流状態を実現することができ、図7(d)または図7(e)に示すように、連結粒子103は一方向に配向される。

30

【0061】

図8(c)は、塗布対象物401上に塗料404を刷毛403により塗布する方法である。配向させたい方向に向かって刷毛403を動かし、その際に、塗料404の流れが層流状態を保つように十分に遅い速度で移動させれば、図7(d)または図7(e)に示すように、簡易に連結粒子103は一方向に配向される。なお、図8(c)において402は刷毛の柄である。

【0062】

もう一つの塗布方法は、先に透明樹脂などの塗料媒質だけを塗布しておき、塗膜がなお溶剤を含んでいる間に、連結粒子を散布する方法である。

40

【0063】

この方法であれば、厚い塗膜の場合にも、連結粒子が塗膜の底に沈んでしまうのを防ぐことができる。この場合にも連結粒子の向きを揃えて塗布することができる。

【0064】

図9は本発明にかかる気体の流れを利用して塗料媒質上に連結粒子を配向させる塗布方法を示す図である。

【0065】

この図に示すように、塗布対象物501上に塗布した塗料媒質502内に連結粒子503をただ落下させるのではなく、連結粒子供給手段504に接続される散布ノズル505によって連結粒子503を層流状態の気流に乗せて散布すれば、図8と同様のメカニズムに

50



よって連結粒子503は気流と平行に配向され、そのままの状態に塗布媒質502内に散布されて、図7(d)又は図7(e)に示すような状態に固定される。

【0066】

以上の配向方向はいずれも、連結粒子を塗布対象物の塗布面に対して主に平行に配向させる方法であったが、塗布面に対して垂直に配向することも可能である。

【0067】

自動車などの塗装にはこれまでも静電塗装という手法が多用されてきた。これは微粉にした塗料を帯電させ、静電力によって塗布対象物に強固にまた均一に塗布するという方法である。本発明からなる塗料に静電塗装法を適用した場合について述べる。

【0068】

図10は本発明にかかる静電塗装により連結粒子を配向させる塗布方法を示す図である。

【0069】

この図に示すように、連結粒子供給手段(塗料供給手段)604に接続される静電ガン605により連結粒子603を塗布対象物601に対して垂直に配向することもできる。それは、塗布対象物601表面からは電気力線が垂直に発せられており、また、連結粒子603のような方向性を持った帯電物体は一般に電気力線に平行になるように配置されるとエネルギーが低い状態になるからである。この静電塗装方法は、あらかじめ連結粒子603を配合した塗料についてはもちろん、先に塗料媒質602を塗布した面に、連結粒子603を散布する場合にも適用できる。

【0070】

以下には個別の適用例を示す。

【0071】

まず、本発明は道路の路面に描画する道路標示や道路側壁などの反射性塗料として利用することができる。

【0072】

図11は本発明の第1の適用例を示す模式図であり、例えば道路の中央線や横断歩道の塗料として用いた場合である。

【0073】

図11において、701は道路、702は本発明の塗料を用いた道路標識、703は道路701を走行中の自動車、704は自動車703の対向車、705は対向車の照明光(ヘッドライト)、706は道路標識702で反射される対向車の照明光705の反射光である。

【0074】

この例では、道路701上に本発明の塗料を用いた道路標識702が施されているので、対向車704からの照明光(ヘッドライト)705は道路標識702により反射されて、その反射光706が走行中の自動車703に届くために、道路標識702を十分に視認することができる。

【0075】

従来の単一のガラス粒子を含んだ塗料では、再帰反射機能を持つため、夜間に自分の自動車のライトが発する照明光によって運転者自身がこれを認識するためには有用であったが、鏡面反射方向には強い散乱を示さないために、この例のように前方からこちらに向かって強く照明されているような状況では、視認性は高くなかった。

【0076】

しかし、本発明による塗料を用いた道路標識702の場合には、このような問題を解決することができる。例えば、自分からは強い光を発していない歩行者や自転車の運転者に対して対向車が向かってくる場合にも、歩行者や自転車の運転者は対向車の照明光が鏡面反射されることによって路面の表示を認識することができる。

【0077】

同様な状況は自動車の運転者にとっても起こる。例えば、朝あるいは夕方、太陽に向か

10

20

30

40

50

って走行する場合、まぶしさのために前方を明瞭に確認しにくくなる。このようなとき、太陽光の反射光により路面表示が強く浮かび上がり、視認性が向上する。また、夜間、路面が濡れている場合、従来の塗料では、路面の反射率と塗料部分の反射率が同程度であったため、路面が一樣に光ってしまい、対向車の照明光に眩惑されて、路面標示はほとんど視認することができなかった。

**【 0 0 7 8 】**

しかし、本発明の塗料を用いれば、このような場合にも、光る路面の中で路面標示が特にはっきりと浮かび上がり、容易に識別することができる。トンネル内部の路面や外壁の塗装に用いた場合にも、昼間は前方の出口からの太陽光により路側や中央線が浮かび上がって見え、安全に走行することができる。

10

**【 0 0 7 9 】**

図 1 2 は本発明の第 2 の適用例を示す模式図であり、例えば道路のガードレールの塗料として用いた場合である。

**【 0 0 8 0 】**

この図において、7 1 1 は曲線路、7 1 2 はガードレール、7 1 3 は走行中の自動車、7 1 4 は対向車、7 1 5 は対向車 7 1 4 の照明光（ヘッドライト）、7 1 6 はガードレール 7 1 2 で反射される対向車の照明光 7 1 5 の反射光である。

**【 0 0 8 1 】**

本発明の塗料をガードレール 7 1 2 の塗料として用いた場合、図 1 2 に示すように、夜間、見通しの悪い曲線路 7 1 1 を走行する場合にも、ガードレール 7 1 2 からの反射光 7 1 6 により、遠方から向かってくる対向車 7 1 4 の存在を認識することができる。

20

**【 0 0 8 2 】**

さらに、本発明による塗料は、照明器具や暖房器具の反射塗料として利用することもできる。

**【 0 0 8 3 】**

従来、照明器具の反射板には、表面を鏡面に仕上げた金属板を用いていたが、本発明の塗料を用いれば、樹脂に塗装を施した安価な部品でこれを代用できる。また、電球そのものに反射特性を持たせる場合、これまではガラス管側面に金属を真空蒸着することにより反射面を作製していたが、これもガラス管外壁に本発明の塗料を塗布する工程により代用できる。

30

**【 0 0 8 4 】**

図 1 3 に示すように、照明灯 8 0 3 からの光をガイドするライトガイド 8 0 1 の内面に本発明による塗料 8 0 2 を用いると、金属表面を鏡面加工する代わりに塗料 8 0 2 を塗布するだけで同様の機能を持たせることもできる。この時に例えば直径 2  $\mu\text{m}$  の球からなる連結粒子を選ぶと、可視光 8 0 4 に対してはすべての領域で鏡面共鳴現象を示すが、波長 1.5  $\mu\text{m}$  程度以上の赤外光 8 0 5 に対しては鏡面共鳴を示さないので、赤外光 8 0 5 は管壁を透過したりランダムな方向に散乱され、可視光 8 0 4 だけが反射を繰り返して前方に導かれ、熱を伝えずに可視光だけを伝えるコールドミラーとしての機能も持たせることができる。また、赤外光も同様に鏡面共鳴を示すことを利用すると、ストーブなどの暖房器具の熱の反射板の塗装にも用いることができる。

40

**【 0 0 8 5 】**

さらに、本発明による塗料は、独特の光沢、色調を持った塗料としての利用もできる。従来の一般的な塗装表面の反射特性は図 3 あるいは図 2 に示すようなものであった。例えば、図 3 はツヤのある塗装をされた状態を表している。従来、このようなツヤは、塗料表面が鏡面のように平滑であることにより生じていた。

**【 0 0 8 6 】**

しかしながら、図 1 に示すように、本発明の特徴は、無数の散乱体の混合したざらざらした表面であるにもかかわらずツヤを持たせることができる。また、そのツヤは図 1 のような角度特性を持つので、見る角度によっては鏡のようにも普通の散乱体のようにも見え、従来の材料にはない独特の光沢、色調を持ったものとなる。従って、本発明による塗料

50

は、建物の外装、自動車の塗装、化粧品、衣服、家電製品、その他日用品一般に独特の外観や風合いを持たせるために利用できる。

【0087】

さらに、図14に示すように、土地901上の高層の建築物902の外壁903に本発明の塗料を用いた場合には、太陽904からの太陽光905を反射し、陰になりやすい周辺地区への採光効果も得られる。また、例えば直径0.8 $\mu$ mの球からなる連結粒子を選べると、波長0.4 $\mu$ m程度の青い光に対しては鏡面共鳴現象を示し、0.7 $\mu$ m程度の赤い光に対しては鏡面共鳴現象を示さないため、独特の色調を持たせることもできる。

【0088】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明はその精神から逸脱することなく、他の様々な形で実施することができる。例えば、鏡面共鳴現象は粒子が2個集結されることにより生じる効果であるので、粒子が3個以上連結された場合、あるいは無数の粒子が3角格子状や正方格子状に周期配列している場合にも同様に生じる。これらの場合にも要素となる2個の粒子からなる連結粒子が多数並んでいるのと等価であるので本発明に含まれる。球形に近い粒子からなる連結粒子に限らず、円筒形に近いものから構成された連結粒子の場合も本発明の一部である。

10

【0089】

また、これまでの塗料でなされているように、本発明からなる塗料の表面に撥水性、光触媒性、抗菌性、耐久性などの付加的な機能を持たせるためのコーティングを施すことは、本発明の一つの実施例に過ぎない。本発明で用いる粒子の表面に反射防止性などを付与するためにコーティングを施したり、微細な凹凸を設けたりする場合も、本発明に含まれる。

20

【0090】

上記実施例では、2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を含む反射性塗料として実施例について述べたが、以下の実施例では、あらかじめ容易された2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子を固定対象物上に直に固定する例について説明する。

【0091】

図15は本発明による反射性物質(連結粒子)の固定状態を示す図、図16はその反射性物質(連結粒子)の固定方法の説明図である。

30

【0092】

これらの図において、1001は固定対象物、1002はその固定対象物1001上に直に固定される2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子、1003はその連結粒子を固定するための加熱装置である。

【0093】

ここでは、固定対象物1001に対して連結粒子1002の固定すべき部位1004を加熱装置(熱放射、光照射装置など)1003により加熱してその部位1004に連結粒子1002を固定するようにしている。また、連結粒子1002は、焼付けにより固定することもできる。

【0094】

さらに、連結粒子1002を接着材により固定するなど種々の方法により固定することもできる。

40

【0095】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0096】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、塗料に鏡面反射をはじめとする様々な散乱特性を付与することができる。これは従来の再帰反射特性しか持たない道路用塗料などが限られた照明・観察方向を除いては視認性が不満足であった問題を解決することがで

50

きるだけでなく、塗布するだけで安価に反射面を実現できる、独特の光沢、色調を持った塗料が実現できるなどのこれまでの塗料にはない効果が期待できる。

【0097】

また、固定対象物へ連結粒子を固定することにより、光の反射性を高め、視認性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す塗料に含まれる直径の等しい2個の球からなる連結粒子の反射特性を示す図である。

【図2】従来の単一粒子の代表的ないくつかの相対屈折率における反射特性を示す図である。

【図3】従来の平滑表面の代表的ないくつかの相対屈折率における反射特性を示す図である。

【図4】本発明にかかる直径の等しい連結粒子における入射角25度、相対屈折率1.58の場合の散乱光の角度分布を示す図である。

【図5】従来の入射角25度、相対屈折率1.58の場合の単一粒子からの散乱光の角度分布を示す図である。

【図6】本発明にかかる直径の異なる2つの粒子から構成された連結粒子における入射角15度、相対屈折率1.58の場合の散乱光の角度分布を示す図である。

【図7】本発明による各種の塗料を塗布した状態の断面図を示す図である。

【図8】本発明にかかる塗料の流れを利用してあらかじめ塗料中に配合した連結粒子を同じ方向に配向させる塗布方法を示す図である。

【図9】本発明にかかる気体の流れを利用して塗料媒質上に連結粒子を配向させる塗布方法を示す図である。

【図10】本発明にかかる静電塗装により連結粒子を配向させる塗布方法を示す図である。

【図11】本発明による塗料を道路標示に使用した例を示す図である。

【図12】本発明による塗料をガードレールに使用した例を示す図である。

【図13】本発明による塗料をライトガイド反射面に使用した例を示す図である。

【図14】本発明による塗料を高層建築物の外壁に使用した例を示す図である。

【図15】本発明による反射性物質の固定例を示す図である。

【図16】本発明による反射性物質(連結粒子)の固定方法の説明図である。

【図17】従来の球形ガラス粒子を含む反射性塗料の模式図である。

【符号の説明】

101, 201, 301, 401, 501, 601 塗料の塗布対象物

102, 502, 602 塗料媒質

103 塗料媒質内の連結粒子

202 塗布装置

203 ローラー

204, 303, 404, 802 塗料

302 スキージ

402 刷毛の柄

403 刷毛

503, 603 連結粒子

504 連結粒子供給手段

505 散布ノズル

604 連結粒子供給手段(塗料供給手段)

605 静電ガン

701 道路

702 道路標識

703, 713 走行中の自動車

10

20

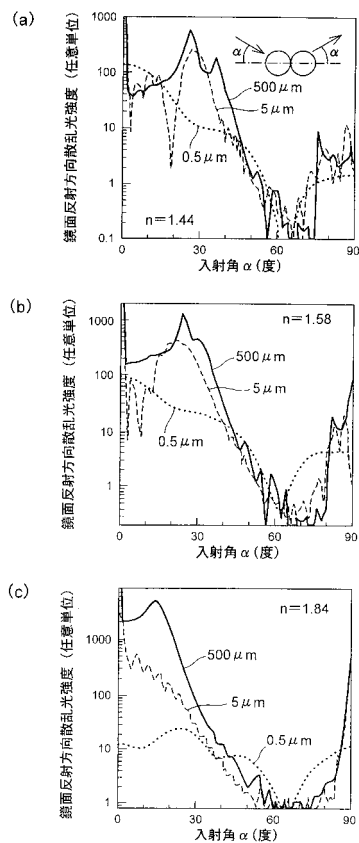
30

40

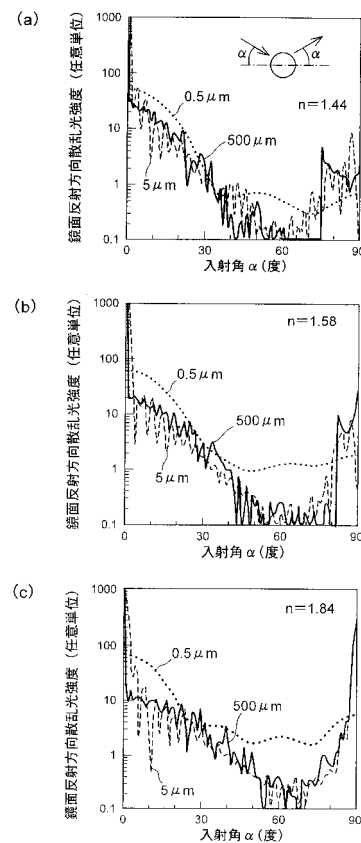
50

- 7 0 4 , 7 1 4 対向車
- 7 0 5 , 7 1 5 対向車の照明光 (ヘッドライト)
- 7 0 6 , 7 1 6 対向車の照明光の反射光
- 7 1 1 曲線路
- 7 1 2 ガードレール
- 8 0 1 ライトガイド
- 8 0 3 照明灯
- 8 0 4 可視光
- 8 0 5 赤外光
- 9 0 1 土地
- 9 0 2 高層の建築物
- 9 0 3 外壁
- 9 0 4 太陽
- 9 0 5 太陽光
- 1 0 0 1 固定対象物
- 1 0 0 2 2個のおおむね円形の断面を持った粒子を連結した連結粒子
- 1 0 0 3 加熱装置
- 1 0 0 4 固定すべき部位

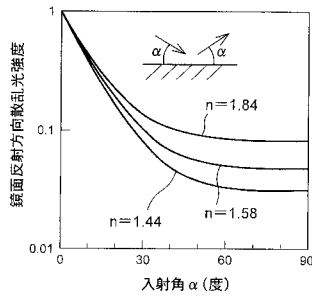
【 図 1 】



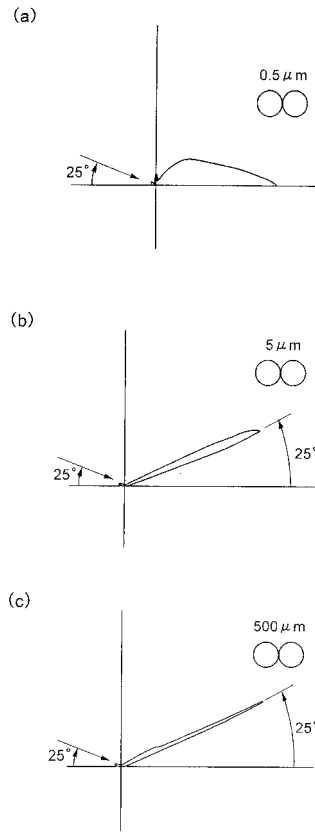
【 図 2 】



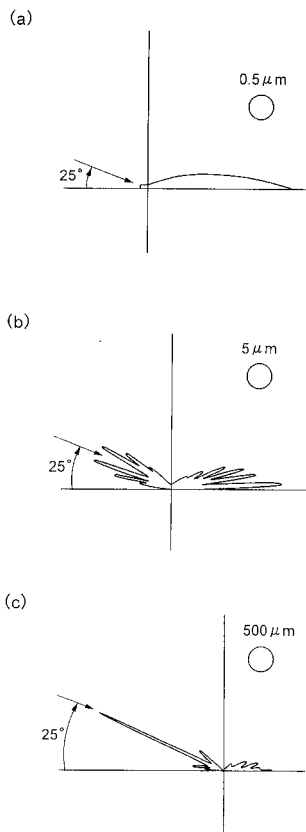
【 図 3 】



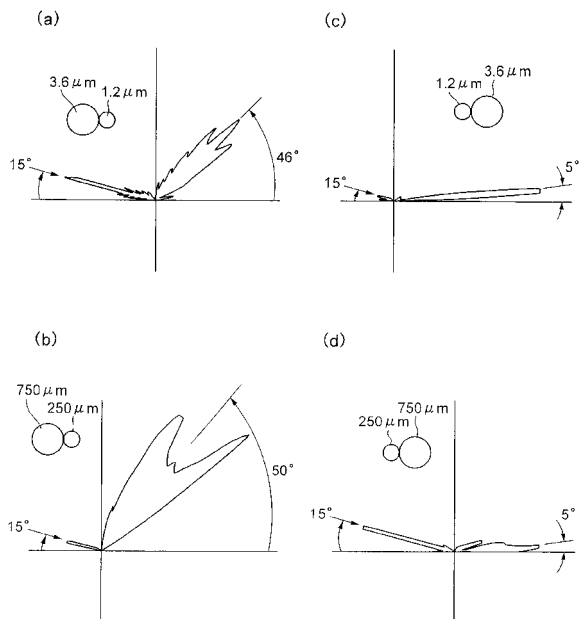
【 図 4 】



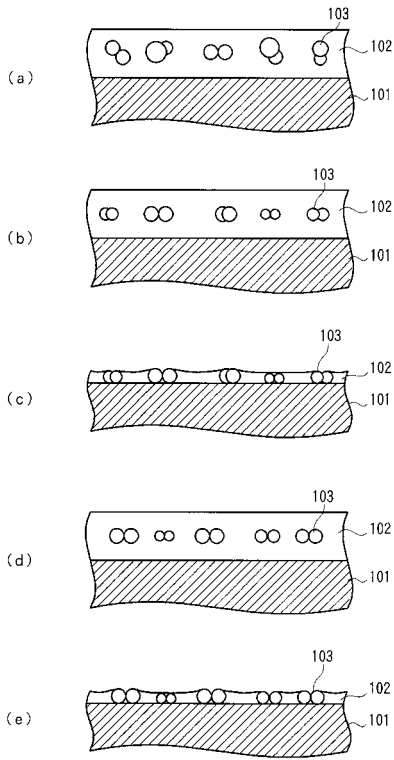
【 図 5 】



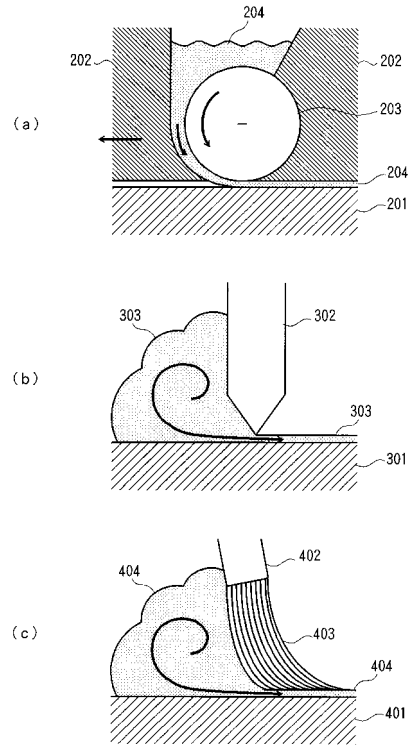
【 図 6 】



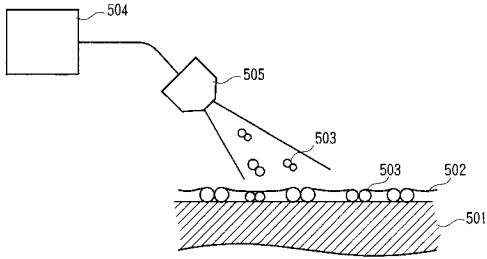
【 図 7 】



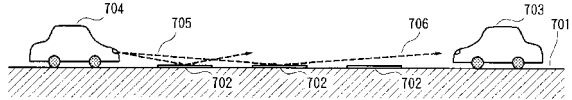
【 図 8 】



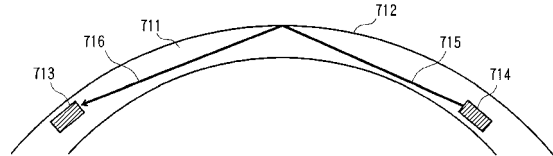
【 図 9 】



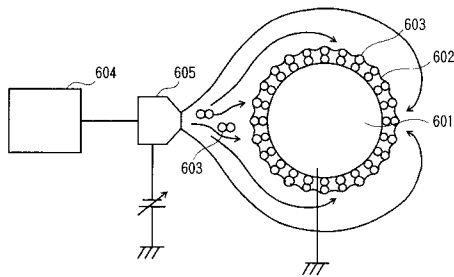
【 図 11 】



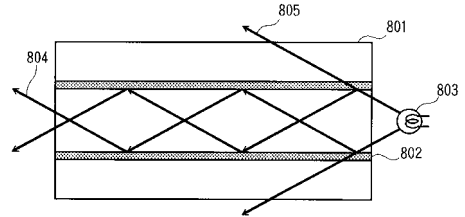
【 図 12 】



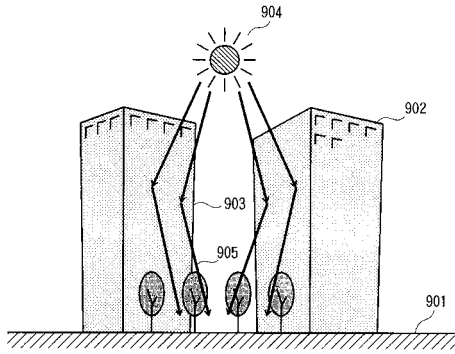
【 図 10 】



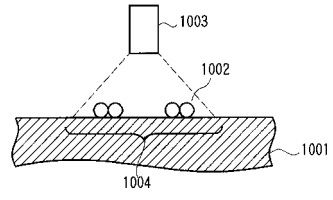
【 図 13 】



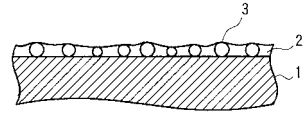
【 図 1 4 】



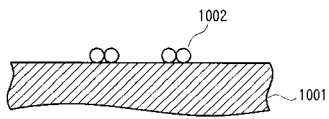
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 5 】





---

フロントページの続き

審査官 吉住 和之

- (56)参考文献 登録実用新案第3051782(JP,U)  
特開平11-080597(JP,A)  
特開2004-077765(JP,A)  
特開2001-091717(JP,A)  
Optics Letters, 2002年 7月15日, 27(14), p.1208-1210  
戦略的基礎研究推進事業 量子効果等の物理現象 第4回シンポジウム予稿集, 2000年12月20日, p.64  
Journal of Colloid and Interface Science, 1994年10月 1日, 167, p.204-206  
Advanced Materials, 2001年 2月19日, 13(4), p.267-270  
Physical Review B, 2000年 7月15日, 62(12), p.7976-7997

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09D 1/00- 10/00  
C09D101/00-201/10  
B05D 5/06  
B05D 7/24