

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6728086号
(P6728086)

(45) 発行日 令和2年7月22日(2020.7.22)

(24) 登録日 令和2年7月3日(2020.7.3)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 5/124 (2006.01) G 0 2 B 5/124

請求項の数 4 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-29553 (P2017-29553) (22) 出願日 平成29年2月21日 (2017. 2. 21) (65) 公開番号 特開2018-136385 (P2018-136385A) (43) 公開日 平成30年8月30日 (2018. 8. 30) 審査請求日 令和1年11月28日 (2019. 11. 28)</p>	<p>(73) 特許権者 504145364 国立大学法人群馬大学 群馬県前橋市荒牧町四丁目2番地 (74) 代理人 100091904 弁理士 成瀬 重雄 (72) 発明者 奥 寛雅 群馬県前橋市荒牧町4-2 国立大学法人 群馬大学 内 (72) 発明者 宇治 貴大 群馬県前橋市荒牧町4-2 国立大学法人 群馬大学 内 審査官 廣田 健介</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再帰性反射材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光透過性を有する反射材本体を備えており、
 前記反射材本体は、寒天から構成されており、
 前記反射材本体の一面側は、入射光を前記反射材本体の内部に入射させる入射面とされ
 ており、

前記反射材本体の他面側は、前記反射材本体の内部に入射した前記入射光を、入射方向
 とほぼ平行な方向に反射する再帰性反射面に形成されている

再帰性反射材。

【請求項 2】

前記再帰性反射面は、コーナーキューブ型の再帰性反射面とされている

請求項 1 に記載の再帰性反射材。

【請求項 3】

前記反射材本体を構成する前記寒天には、前記反射材本体の屈折率を高める屈折率調整
 剤が添加されている

請求項 1 又は 2 に記載の再帰性反射材。

【請求項 4】

水に寒天素材を加えて加熱することにより、寒天溶液を得る工程と、

コーナーキューブ型の再帰性反射面の形状を有する母材表面に前記寒天溶液を接触させ
 ることにより、前記寒天溶液に前記母材表面の形状を転写する工程と、

前記母材表面に接触した状態の前記寒天溶液を凝固させることにより、再帰性反射面を有する再帰性反射材を形成する工程と

を有する再帰性反射材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、再帰性反射材に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、液体レンズに代表されるように、液体を利用した新しい光学デバイス形成技術が注目を集めている（下記非特許文献1～3）。液体は、可視光に対して透明なものが多く、またその界面はオングストロームの精度で滑らかである（下記非特許文献4）。そのため、適切に形成すると高精度の屈折面が実現でき、光学デバイスを実現するのに優れた素材であることがわかってきた。

10

【0003】

ところで、多くの食品の素材は液体である。代表的なものとしてゼリーを考えると、これは熱水に高分子である寒天や増粘多糖類、もしくはタンパク質からなるゼラチンを溶解させ、温度を下げてゲル化させたものである。ゼリーの主成分は水であり、可視光に対して高い透過性をもつ。また、型に入れて形成することもできるため、原理的にはその表面形状を制御することも容易である。これらの性質はすべて光学デバイス形成に必要とされるものであり、光学デバイスの素材として適しているといえる。

20

【0004】

このように、ある種の食品は、光学デバイス用素材として優れた性質を持っており、これまでレンズを蝕で形成して光学教育に応用することを提案する論文などが報告されている（下記非特許文献5）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Berge, B. and Peseux, J. Variable focal lens controlled by an external voltage: An application of electrowetting. The European Physical Journal E, 2000, vol.3, p.159-163.

30

【非特許文献2】Kuiper, S. and Hendriks, B. H. W. Variable-focus liquid lens for miniature cameras. Applied Physics Letters, 2004, vol.85, no.7, p.1128-1130.

【非特許文献3】Oku, H. and Ishikawa, M. High-speed liquid lens with 2 ms response and 80.3 nm root-mean-square wavefront error. Applied Physics Letters, 2009, vol.94, p.221108.

【非特許文献4】Gennes, P.-G. de, Wyart, F. B.- and D. Quere. 表面張力の物理学-しずく、あわ、みずたま、さざなみの世界-. 吉岡書店, 2004.

【非特許文献5】Bunton, P. Edible optics: Using gelatin to demonstrate properties of light, Phys. Teach, 1997, vol.35, p.421.

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明者は、食品を利用した光学マーカー、特に再帰性反射材を対象として、食べることができる（このことをこの明細書では「可食性」と称することがある）再帰性反射材を種々試作して検討した。

【0007】

可食性の再帰性反射材の利点は主として二つ挙げられる。

【0008】

一つ目は、人が食べる料理などの上に直接光学デバイスを載せられるようになることで

50

ある。例えば、料理の上に設置できればカメラから料理が認識しやすくなり、結婚式で運ばれてくるウェディングケーキの上にプロジェクションマッピングするなどの新たな演出が可能となると考えられる。しかし、従来の光学デバイスの多くは、ガラスやプラスチックなどの食べられない素材で作られている。そのため、料理の上に載せた場合は食べる前に取り除く必要があり、また素材に毒性がある危険性や、誤飲・誤食の危険性があった。食材で形成されている光学デバイスであれば、これらの問題はなく、料理の上に乗せても安心・安全である。

【0009】

二つ目は、可食性の再帰性反射材であれば、人の口腔内や消化管表面などに設置することに適する点である。消化管の上に再帰性反射材を設置できれば、手術ナビゲーションの基準点として機能すると考えられる、また光学計測への応用可能性もあるため、計測の高精度化等への寄与も期待できる。食材で形成されている光学デバイスであれば、人体への毒性や影響はほとんどないと考えられ、また、体内に留置しておいても自然と消化されるため、回収の手間がないという利点が想定される。

10

【0010】

本発明者は、特に一つ目に挙げた、料理への応用を想定し、身近にある食材を利用して再帰性反射材を実現するための各種実験を行った。その結果、寒天を用いた場合に、特に再帰性反射性能が高いことを見出した。

【0011】

本発明は、前記した知見に鑑みてなされたものである。本発明の主な目的の一つは、可食性でありながら高い再帰性反射性能を有する再帰性反射材を提供することである。本発明の他の目的は、そのような再帰性反射材の製造に適した製造方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記した課題を解決する手段は、以下の項目のように記載できる。

【0013】

(項目1)

光透過性を有する反射材本体を備えており、
前記反射材本体は、寒天から構成されており、
前記反射材本体の一面側は、入射光を前記反射材本体の内部に入射させる入射面とされており、
前記反射材本体の他面側は、前記反射材本体の内部に入射した前記入射光を、入射方向とほぼ平行な方向に反射する再帰性反射面に形成されている
再帰性反射材。

30

【0014】

(項目2)

前記再帰性反射面は、コーナーキューブ型の再帰性反射面とされている
項目1に記載の再帰性反射材。

【0015】

(項目3)

前記反射材本体を構成する前記寒天には、前記反射材本体の屈折率を高める屈折率調整剤が添加されている
項目1又は2に記載の再帰性反射材。

40

【0016】

(項目4)

水に寒天素材を加えて加熱することにより、寒天溶液を得る工程と、
コーナーキューブ型の再帰性反射面の形状を有する母材表面に前記寒天溶液を接触させることにより、前記寒天溶液に前記母材表面の形状を転写する工程と、
前記母材表面に接触した状態の前記寒天溶液を凝固させることにより、再帰性反射面を

50

有する再帰性反射材を形成する工程と
有する再帰性反射材の製造方法。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、可食性でありながら高い再帰性反射性能を有する再帰性反射材を提供することが可能になる。また、そのような再帰性反射材の製造に適した製造方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係る再帰性反射材の要部断面図である。

10

【図2】候補として検討した使用食材の光透過率を示すグラフであり、横軸は光の波長、縦軸は光透過率である。

【図3】図1の再帰性反射材を作製する方法の一例を説明するための説明図である。

【図4】実験例1における反射照度の測定のための実験環境を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の一実施形態に係る再帰性反射材を、図1を参照しながら説明する。

【0020】

(再帰性反射材)

20

この再帰性反射材は、光透過性を有する反射材本体10を備えている。反射材本体10は、寒天から構成されている。これにより、反射材本体10は、屈折率が1より大、より好ましくは1.3より大となっている。寒天の詳しい組成の例については後述する。

【0021】

反射材本体10の一面側(図1において上面)は、入射光を反射材本体10の内部に入射させる入射面20とされている。この実施形態では、入射面20は、平坦面とされているが、用途に応じて各種の形状とすることができる。

【0022】

反射材本体10の他面側(図1において下面)は、反射材本体10の内部に入射した入射光を、入射方向とほぼ平行な方向に反射する再帰性反射面30に形成されている。本例の再帰性反射材における入射光及び反射光の向きを、図1において一点鎖線で示している。

30

【0023】

本実施形態の再帰性反射面30は、コーナーキューブ型の再帰性反射面とされている。ただし、図1では、煩雑を避けるため、再帰性反射面の二次元形状を記載している。実際の再帰性反射面30は、精密な3枚の平面をそれぞれ直角に組み合わせて頂点を作る形状から成っており、それぞれの面で全反射が行われることで光源方向に光を反射する構造となっている。

【0024】

(使用食材の検討)

40

以下、反射材本体を構成する使用食材の検討内容について説明する。

【0025】

(必要条件)

本実施形態では、以下の条件を満たす食材を検討した。

- (1) 食べることが可能であり、毒性がないこと
- (2) 透過率が高く、光の減衰が少ないこと
- (3) 高屈折率で光の反射率が高いこと
- (4) 流動性を持たせることなどで型に流し込むことが可能であり、何らかの操作で凝固してコーナーキューブ形状を精密に形成、維持することが可能であること

【0026】

50

(素材の決定)

食べられる再帰性反射材を作製する素材を選出するために、まず透明に近いという観点から次の五つの食材を候補として挙げた。還元パラチノース、アルギン酸ナトリウムゲル、グルコマンナン、ローカストビーンガムとカラギーナンの混合物（以降カラギーナン混合物）、寒天の五つである。前記した条件をもとに、候補の素材が再帰性反射材に適しているかを調査した。

【0027】

検討した各素材の組成を下記の表1に示す。

【0028】

【表1】

10

アルギン酸ナトリウムゲル

アルギン酸ナトリウム	2g
乳酸カルシウム	8g
水	800ml（乳酸カルシウムに添加）
	100ml（アルギン酸ナトリウムに添加）

20

グルコマンナン

グルコマンナン	10g
水酸化カルシウム	0.6g
水	360g

還元パラチノース

パラチニット（商品名）	100g
水	30g

30

ローカストビーンガム・カラギーナン混合物

クールアガー（商品名）	15g
水	100g

40

寒天

粉寒天	4g
グラニュー糖	75g
水飴	20g
水	250g

【0029】

50

条件(1)は、検討したすべての素材が満たす。

【0030】

条件(2)は、分光光度計を使用してそれぞれの透過率を測定した。その結果を図2に示す。なお測定範囲は可視光としPMMA素材の12.5mm厚のセル内に試料を入れて測定した。

【0031】

測定条件を下記の表2に示す。

【0032】

【表2】

・使用機材

U-3000 形分光光度計

日立製作所(株)製

・測定条件

光波長レンジ 190-1100nm

スキャンスピード 300nm/min

サンプリング間隔 0.50nm

試料の測定容量 3.5ml

・セル(ディスク型)

素材 PMMA(アクリル樹脂)製

光路幅(光が通過可能な幅) 10mm

【0033】

この結果から、カラギーナン混合物と寒天の透過率が比較的高いことがわかる。しかし、それ以外の素材では多くの波長で70%未満の透過率を示しており透過率は低いと考えられる。

【0034】

条件(3)の屈折率については、素材にショ糖などを加えることで調整が可能であるため、どの素材でも、これを利用しできるだけ屈折率を高くすることが可能である。つまりどの素材もこの要求条件は満たせる。

【0035】

条件(4)について、形成する上で加工性が良好であるのは、ゼリーなどの凝固材として使用される寒天とカラギーナン混合物であった。還元パラチノースは流動性もあり加工も可能であるが、融点が170程度と高く、さらに粘性が高いため型取りの難易度が高い。高温での型取りには金型が必要となることから、還元パラチノースは有用性が低いと判断した。

【0036】

寒天とカラギーナン混合物は型に流し込むことは可能であったが、この二つでは作製の性質に違いが見られた。寒天は液体状では粘度が低く、凝固後は正確に形状を転写できるという性質を持つ。一方カラギーナン混合物は、液体において粘度が高く、凝固後硬化するものの、形状を正確に転写しておらず、さらに、表面に水が付着していた。このことから、コーナーキューブ形状を精密に型取りして保持することについて、寒天の方が優れ

10

20

30

40

50

ていることがわかった。

【0037】

以上の結果から、本実施形態では、再帰性反射材の素材として寒天を使用することとした。

【0038】

(本実施形態の再帰性反射材の作製方法)

次に、本実施形態における再帰性反射材を作製する手順の具体例を、図3をさらに参照しながら記述する。

【0039】

(図3(a))

前記した再帰性反射面30を形成するための母材40を準備する。母材40の表面41は、コーナーキューブ型の再帰性反射面30の形状とされている。

【0040】

一方、水に寒天素材を加えて加熱する。これにより、寒天溶液50(後述の図3(b)参照)を得ることができる。寒天溶液の具体的な作製例は後述する。

【0041】

(図3(b))

ついで、母材40の表面41に向けて寒天溶液50を流し込み、寒天溶液50を表面41に接触させる。これにより、寒天溶液50に母材40の表面41の形状を転写する。なお、図3(b)において寒天溶液50の液面を二点鎖線で示している。

【0042】

ついで、母材40の表面41に接触した状態の寒天溶液50を、冷却により凝固(ゲル化)させる。これにより、表面41との対向面に再帰性反射面30を有する反射材本体10を形成することができる。

【0043】

(図3(c))

ついで、凝固により得られた反射材本体10を母材40から離間させる。これにより、前記した本実施形態の構成を持つ再帰性反射材を得ることができる。

【0044】

(実験例1)

ここで、実験例1として、再帰性反射材の製造方法についてのより具体的な例を説明する。

(1) 寒天素材(粉寒天)4gに水250gを加え加熱する。

(2) 寒天素材が完全に溶解した後、グラニュー糖75g及び水飴20gを加え、これらを完全に溶解させる。これにより寒天溶液を得る。なお、グラニュー糖及び水飴は、寒天の屈折率を向上させるための屈折率調整剤の一例に相当する。

(3) 寒天溶液を攪拌しながら、真空脱泡を行う。これにより、寒天溶液の透明度を向上させることができる。

(4) 寒天溶液を再度加熱し、沸騰が起こらないように注意しながら溶液の温度を均一にする。

(5) シャーレにコーナーキューブ型再帰性反射材(母材)を乗せ、その上から寒天溶液を流し込む。

(6) 寒天溶液を冷却し、これが完全に凝固したら、母材を取り除く。

【0045】

(性能評価...反射照度)

作製した実験例1の寒天の再帰性反射材がどれだけ光を反射しているのか、その強度を照度計60(アズワン LM-331)、光源70(HOYA-SCHOTT MEGALIGHT100)、卓上暗室(アズワン ADR-D1...図示せず)を用い、比較対象として市販のコーナーキューブ型再帰性反射材(比較例1)、ピーズ型再帰性反射材(3Mスコッチライト反射布8965...比較例2)を用いて測定を行った。その実験環境の構成図を図4に示す。なお、光源と照度計との

10

20

30

40

50

なす観測角を1.5度とし、光源70から台座90上の試料80までの距離を660mmとする。測定結果は、光源照度が449 lxのとき、コーナーキューブ型(比較例1)32 lx、ビーズ型(比較例2)12.5 lx、寒天(実験例1)48.3 lx、試料なし(台座90のみ)6 lxとなった。結果から、作製した寒天の再帰性反射材は光源の10%程度の光を反射していることがわかり、測定した角度において市販品のビーズ型の再帰性反射材(比較例2)と同程度以上の反射強度があることがわかった。ここで数値的に市販のコーナーキューブ型の再帰性反射材(比較例1)よりも、作製した反射材の方が照度が高い理由は、市販の再帰性反射材(比較例1)の方がより高精度な再帰性反射を行っており、分散する光が少なく、光源方向に多くの光を反射しているため、1.5度の角度をなして設置されている照度計60に入射する光が少ないためと考えられる。一方、試作した再帰性反射材は市販品より広い範囲に光を反射しているために、照度計により多くの光を反射していると考えられる。

10

【0046】

前記した実験の結果から、本実施形態の再帰性反射材は、食品である寒天を材料としながらも、既存のビーズ型再帰性反射材に近い反射強度を持ち、カメラ用のマーカーとして有効であるということを確認できた。このことから、例えばこの再帰性反射材を用いたマーカーを作成することで食品へのプロジェクションマッピングなどが容易におこなえることが期待される。また、胃などの消化管の内部に留置して使用する用途にも適すると期待される。

20

【0047】

(実験例2)

実験例2として、寒天素材の種類(棒寒天、糸寒天、粉寒天)による相違を確認した。なお、実験例2で用いた寒天の作製条件は、基本的に実験例1と同様とした。ただし、実験例2においては、添加物(すなわちグラニュー糖及び水飴)を添加していない。

【0048】

結果を下記に示す。

・屈折率

棒：1.3364

糸：1.3431

粉：1.3379

30

・反射照度(lux)

光源照度：413

棒：20.5

糸：20.2

粉：18.4

【0049】

前記した素材で形成された再帰性反射材に画像を投影し、その反射をカメラで撮影して得られた画像を観察した。どの寒天素材を用いた場合であっても、十分実用可能な反射画像を観察することができた。なお、棒寒天は、主観的観察としては、他よりも若干劣る見え方であった。

40

【0050】

(実験例3)

実験例3として、寒天素材の含有量(4g、2g、1g)による相違を確認した。なお、実験例3で用いた寒天の作製条件は、基本的に実験例2と同様とした。ただし、実験例3においては、寒天素材として粉寒天を用いた。

・屈折率

4g：1.3400

2g：1.3350

1g：1.3336

・反射照度(lux)

50

光源照度：4 1 2

4 g：1 7 . 4

2 g：1 5 . 5

1 g：計測不能（形状維持できず）

4 g（コーナーキューブ形状を形成しない状態での寒天）：1 2 . 3

【0051】

ただし、分量を4 gより少なくすると、再帰性反射面の形状の変形が大きくなり、カメラでの反射画像の確認は困難となった。

【0052】

なお、本発明の内容は、前記実施形態に限定されるものではない。本発明は、特許請求の範囲に記載された範囲内において、具体的な構成に対して種々の変更を加えうるものである。

10

【0053】

例えば、前記した実施形態では、屈折率調整剤としてグラニュー糖及び水飴を用いたが、いずれか一方を省略することもできる。また、これら以外の適宜なショ糖あるいは糖類を用いることもできる。さらに、屈折率調整剤としては、糖類に限らず、他の可食性の材料であってもよい。

【0054】

また、前記した実施形態では、寒天素材として棒寒天、糸寒天、粉寒天を例示したが、これら以外の寒天素材であってもよい。要するに、寒天素材としては、所望の性能（屈折率や保形性）を発揮する寒天を製作可能なものであればよい。

20

【符号の説明】

【0055】

10 反射材本体

20 入射面

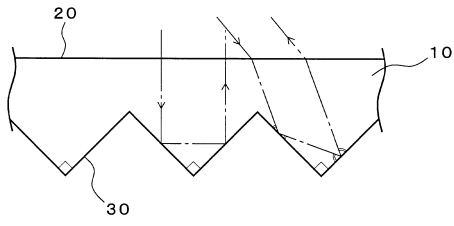
30 再帰性反射面

40 母材

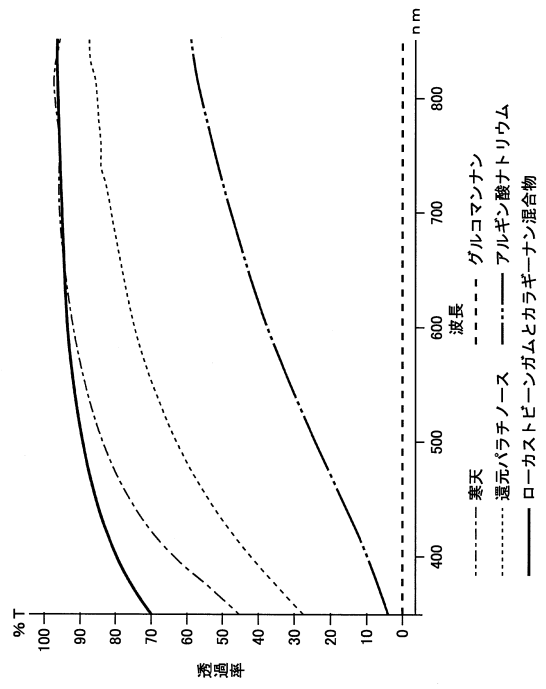
41 表面

50 寒天溶液

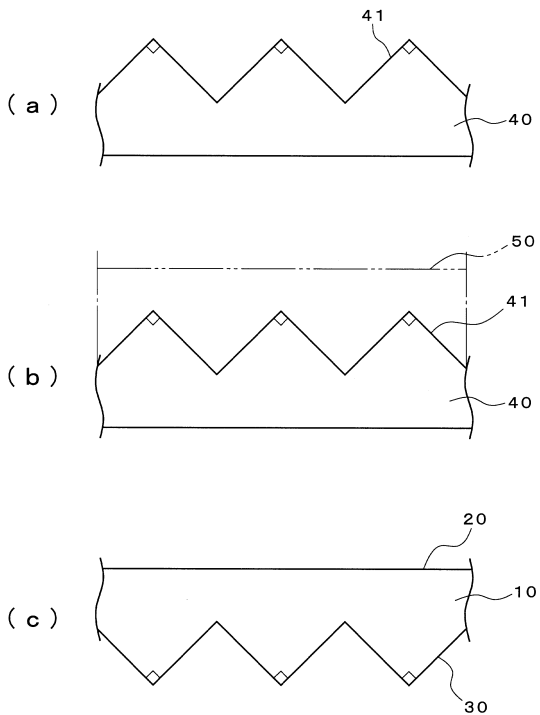
【図1】



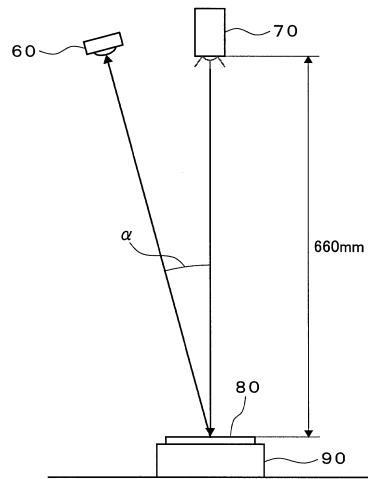
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-159085(JP,A)
特表2017-503215(JP,A)
特表2012-533780(JP,A)
特表2004-537304(JP,A)
中国実用新案第201725048(CN,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/00 - 5/136

G02B 1/00 - 1/08

A23L 5/00

A23L 29/256

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

CPlus/MEDLINE/EMBASE/BIOSIS(STN)