

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4925154号
(P4925154)

(45) 発行日 平成24年4月25日 (2012.4.25)

(24) 登録日 平成24年2月17日 (2012.2.17)

(51) Int. Cl.		F I	
C09C	1/44	(2006.01)	C09C 1/44
C09C	1/28	(2006.01)	C09C 1/28
C09C	3/06	(2006.01)	C09C 3/06
B32B	7/02	(2006.01)	B32B 7/02 103
B32B	9/00	(2006.01)	B32B 9/00 A

請求項の数 42 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-531927 (P2001-531927)
 (86) (22) 出願日 平成12年7月10日 (2000.7.10)
 (65) 公表番号 特表2003-512497 (P2003-512497A)
 (43) 公表日 平成15年4月2日 (2003.4.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2000/018804
 (87) 国際公開番号 W02001/029137
 (87) 国際公開日 平成13年4月26日 (2001.4.26)
 審査請求日 平成19年6月13日 (2007.6.13)
 (31) 優先権主張番号 09/420,717
 (32) 優先日 平成11年10月20日 (1999.10.20)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 507238182
 ジェイディーエス ユニフェイズ コーポ
 レーション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 035 ミルピタス ノース マッカーシ
 ー ブルバード 430
 (74) 代理人 100147485
 弁理士 杉村 憲司
 (74) 代理人 100119530
 弁理士 富田 和幸
 (72) 発明者 ロジャー ダブリュー フィリップス
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 405 サンタ ローザ ジャックリン
 ドライブ 466

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色シフト性炭素含有干渉顔料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1誘電層と、

第1誘電層上の第1炭素層と、

第1炭素層上の第2誘電層とからなる色シフト多層干渉膜であり、

前記第1炭素層は、屈折率が2.11より大きく且つ吸収率が0.9より大きく、前記第1誘電層と前記第2誘電層はSiO_x材料を含み、ここでXは、1と2の間である、ことを特徴とする色シフト多層干渉膜。

【請求項2】

前記第1炭素層が、25 ~ 1000 の物理的厚さを有する請求項1記載の干渉膜。

【請求項3】

前記第1及び第2誘電層が、400nm ~ 700nmの設計波長で2QWOT ~ 9QWOTの光学的厚さを有する請求項1記載の干渉膜。

【請求項4】

前記第1及び第2誘電層が、それぞれ1.65又はそれ未満の屈折率を有する請求項1記載の干渉膜。

【請求項5】

前記第1及び第2誘電層が、二酸化珪素、酸化アルミニウム、フッ化マグネシウム、フッ化アルミニウム、フッ化セリウム、フッ化ランタン、フッ化アルミニウムナトリウム、フッ化ネオジミウム、フッ化サマリウム、フッ化バリウム、フッ化カルシウム、フッ化リ

10

20

チウム、及びその組み合わせからなる群から選択される材料を含有する請求項 4 記載の干渉膜。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 誘電層が、アクリレート、パーフルオロアルケン、ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化エチレンプロピレン、及びその組み合わせからなる群から選択される材料を含有する請求項 4 記載の干渉膜。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 誘電層が 1.65 より大きい屈折率を有する請求項 1 記載の干渉膜。

【請求項 8】

前記第 1 及び第 2 誘電層が、硫化亜鉛、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、二酸化チタン、酸化インジウム、インジウム - スズ - 酸化物、五酸化タンタル、酸化セリウム、酸化イットリウム、酸化ユーロピウム、酸化鉄、窒化ハフニウム、炭化ハフニウム、酸化ハフニウム、酸化ランタン、酸化マグネシウム、酸化ネオジミウム、酸化プラセオジウム、酸化サマリウム、三酸化アンチモン、炭化珪素、窒化珪素、一酸化珪素、三酸化セレンウム、酸化スズ、三酸化タングステン、及びその組み合わせからなる群から選択される材料を含有する請求項 7 記載の干渉膜。

10

【請求項 9】

前記第 1 及び第 2 誘電層が、それぞれ 1.38 ~ 2.3 の屈折率を有する請求項 1 記載の干渉膜。

【請求項 10】

前記第 1 及び第 2 誘電層が、一酸化珪素、二酸化珪素、及びその組み合わせからなる群から選択される材料を含有する請求項 9 記載の干渉膜。

20

【請求項 11】

膜を複数の多層干渉薄片、又はホットスタンプ箔に形成する請求項 1 記載の干渉膜。

【請求項 12】

さらに、第 1 誘電層上の第 2 炭素層、及び第 2 誘電層上の第 3 炭素層を含む請求項 1 記載の干渉膜。

【請求項 13】

前記第 2 及び第 3 炭素層が、25 ~ 1000 の物理的厚さを有する請求項 12 記載の干渉膜。

30

【請求項 14】

前記第 1、第 2、及び第 3 炭素層が同様の物理的厚さを有する請求項 12 記載の干渉膜。

【請求項 15】

膜を複数の多層干渉薄片、又はホットスタンプ箔に形成する請求項 12 記載の干渉膜。

【請求項 16】

少なくとも第 2 又は第 3 炭素層の 1 つが 1.5 より大きい屈折率を有する請求項 12 記載の干渉膜。

【請求項 17】

炭素層の少なくとも 1 つは、屈折率の吸収率に対する割合が 0.1 ~ 10 である請求項 12 記載の干渉膜。

40

【請求項 18】

第 1 及び第 2 誘電層が、第 1 炭素層を囲む連続被膜を形成する請求項 1 記載の干渉膜。

【請求項 19】

第 2 及び第 3 誘電層が、第 1 及び第 2 誘電層を囲む連続被膜を形成する請求項 12 記載の干渉膜。

【請求項 20】

さらに、第 1 及び第 2 誘電層の両方を囲む第 3 誘電層を含み、第 3 誘電層が第 1 及び第 2 誘電層と異なる屈折率を有する請求項 1 記載の干渉膜。

【請求項 21】

50

前記干渉膜が、顔料媒体中に分散する他の同様の複数の薄片と共に用いるための薄片であって、入射光の角度又は視覚変化として薄片への色シフトが起こる請求項 1 ~ 20 のいずれかに記載の干渉膜。

【請求項 22】

顔料媒体が、アクリルメラミン、ウレタン、ポリエステル、ビニル樹脂、アクリレート、メチルメタクリレート、ABS樹脂、エポキシ、スチレン、アルキド樹脂系インク及び塗料配合物、及びその混合物からなる群から選択される材料を含有する請求項 21 記載の干渉膜。

【請求項 23】

前記第 1 炭素層が、200 ~ 500 の物理的厚さを有することを特徴とする請求項 21 記載の干渉膜。 10

【請求項 24】

前記第 1 誘電層が、400 nm ~ 600 nm の設計波長で 2 Q W O T ~ 6 Q W O T の光学的厚さを有する請求項 21 記載の干渉膜。

【請求項 25】

前記第 1 誘電層が、アクリレート、重合性パーフルオロアルケン、ポリテトラフルオロエチレン、重合性フッ素化エチレンプロピレン、パリレン、及びその組み合わせからなる群から選択される材料を含有する請求項 21 記載の干渉膜。

【請求項 26】

前記第 1 誘電層が 1.38 ~ 2.3 の屈折率を有する請求項 21 記載の干渉膜。 20

【請求項 27】

さらに、干渉薄片が、前記誘電層の 1 つ上の第 2 炭素層、及び第 2 炭素層上の第 3 誘電層を含む請求項 21 記載の干渉膜。

【請求項 28】

前記第 1、第 2、及び第 3 誘電層が同様の光学的厚さを有する請求項 27 記載の干渉膜。

【請求項 29】

前記第 1、第 2、及び第 3 誘電層が同様の材料からなる請求項 27 記載の干渉膜。

【請求項 30】

さらに、層状顔料、非層状顔料、高彩度小板、高反射小板、及びその混合物からなる群から選択される添加材料を含む請求項 21 記載の干渉膜。 30

【請求項 31】

層状顔料が、アルミニウム薄片、グラファイト薄片、マイカ薄片、ガラス薄片、鉄酸化物薄片、ホウ素窒化物薄片、TiO₂系干渉被膜マイカ薄片、複数被膜小板状シリカ系干渉顔料、金属誘電又は全誘電干渉顔料、及びその混合物からなる群から選択される請求項 30 記載の干渉膜。

【請求項 32】

非層状顔料が、無機顔料、アルミニウムパウダー、カーボンブラック、ウルトラマリンブルー、コバルト系顔料、ルチル又はスピネル系無機顔料、自然に生じる顔料、有機染料又は顔料、及びその混合物からなる群から選択される請求項 30 記載の干渉膜。 40

【請求項 33】

高反射小板が、MgF₂/Al/MgF₂小板、又はSiO₂/Al/SiO₂/小板である請求項 30 記載の干渉膜。

【請求項 34】

少なくとも 1 つの炭素層が、1.5 より大きい屈折率を有する請求項 21 記載の干渉膜。

【請求項 35】

少なくとも 1 つの炭素層は、屈折率の吸収率に対する割合が 0.1 ~ 1 である請求項 21 記載の干渉膜。

【請求項 36】

少なくとも1つの誘電層が、第1炭素層を囲む連続被膜を形成する請求項21記載の干渉膜。

【請求項37】

第2及び第3誘電層が、炭素層を囲む連続被膜を形成する請求項27記載の干渉膜。

【請求項38】

ウェブ材料の上面に第1誘電層を形成し、

第1誘電層上に第1炭素層を形成し、

第1炭素層上に第2誘電層を形成して干渉膜を形成し、

複数の多層干渉薄片又は箔を形成するためにウェブ材料から干渉膜を除去する工程からなり、前記第1誘電層と前記第2誘電層は SiO_x 材料を含み、ここでXは、1と2の間である、色シフト干渉顔料の製造方法。

10

【請求項39】

さらに、第2誘電層上に第2炭素層を形成し、干渉膜をウェブ材料から除去する前に第2炭素層上に第3誘電層を形成する工程を含む請求項38記載の方法。

【請求項40】

さらに、干渉薄片と顔料媒体とを混合する工程を含む請求項38記載の方法。

【請求項41】

さらに、干渉薄片を第1及び第2誘電層の両方を囲む第2炭素層で被膜する工程を含む請求項38記載の方法。

【請求項42】

さらに、干渉薄片を第1及び第2誘電層の両方を囲む第3誘電層で被膜する工程を含み、第3誘電層が第1及び第2誘電層の屈折率と異なる屈折率を有する請求項38記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の背景

1. 発明の分野

本発明は、概して、色を生じさせるための薄膜の光学的なコーティングに関する。また、特に、本発明は、入射光の角度又は視覚における変化で色シフト特性を示す多層薄膜干渉コーティング又は薄片に関する。

30

【0002】

2. 関連技術

色シフト顔料及び着色材は、多くの用途に用いられており、自動車用塗料から、有価証券文書及び通貨のための偽造防止インクまでにわたる。かかる顔料及び着色材は、入射光の角度の種々の角度において、又は観察者の視覚が変化した場合、変色の特性を示す。かかる色シフト性着色材を達成するために用いる主たる方法は、典型的には、特定の光学的特性を有する多層の薄膜からなる小さな薄片を、次いで対象物の表面に塗布される塗料又はインクのような媒体中に分散させることである。

【0003】

着色材の色シフト特性は、薄片を形成するのに用いる光学的コーティング又は膜の適切な設計によって制御することができる。所望の効果は、薄片を形成する膜の厚さ及び各層の屈折率のようなパラメータの変更によって達成することができる。異なった視覚又は入射光の角度について発生する知覚される色の変化は、各層を含む材料の選択的な吸収及び波長に依存する干渉作用の組合せの結果である。材料の吸収特性及び干渉現象は、観察される基本色の原因である。干渉の効果は、多重の反射を受けて、多層の薄膜構造内で伝達する光波の重ね合わせから生じて、異なった角度を有する知覚される色におけるシフトの原因である。

40

【0004】

色シフト薄膜の例は、ベルニング (Berning) 等の米国特許第4,705,356号明細書に開示されている。その1つの例では、3層の金属(1) - 誘電体 - 金属(2)

50

の積層体が開示されており、金属(1)は、比較的薄く、高吸収性の材料であり、金属(2)は、高度に反射性で、本質的に不透明の金属であり、更に、誘電体は、低屈折率の材料である。他の例では、すべてが誘電体である積層体が開示されている。しかし、これらの設計は、所望の色を達成するために染料を用いるいわゆる減色法の使用が必要である。

【0005】

偽造防止用途用などの塗料及びインクにおいて用いることができる薄膜薄片の光学的特性における更なる改良は、フィリップス(Philips)等の米国特許第5,135,812号明細書に開示されている。この特許によれば、対称の光学的な多層膜は、光学的積層体の中心に不透明な反射体を有する、透明で、すべてが誘電体の積層体、及び透明な誘電体及び半透明な金属を層状にした積層体のいずれかから構成される。すべてが誘電体の積層体の場合、光学的コーティングは、高屈折率及び低屈折率の材料の他の複数の層で作製される。開示されている適切な材料は、高率複数層用の硫化亜鉛又は二酸化チタン、及び低率複数層用のフッ化マグネシウム又は二酸化ケイ素である。

10

【0006】

Philips等の米国特許第5,278,590号明細書には、対称3層光学的干渉コーティングが開示されており、このコーティングは、本質的に同様の組成及び厚さを有する第1及び第2の部分的な透過を行う吸収層、及び第1及び第2の吸収層の間に配置される誘電体のスペーサ層を含む。誘電体層は、フッ化マグネシウムのような低屈折率を有する材料から構成される。

【0007】

塗料に用いられる高彩度の干渉小板は、色シフト性の単一のカラー小板及び色シフト性でないものを含み、Philips等の米国特許第5,571,624号明細書に開示されている。これらの小板は、対称的な多層の薄膜構造から形成されており、この構造では、クロムのような半透明な第1の層が基材上に形成され、第1半透明層上に形成される第1誘電層を有する。アルミニウムのような不透明な反射性の金属の層を、第1誘電層上に形成し、次いで、第1誘電層と同一の材料及び厚さの第2誘電層を形成する。第1半透明層と同一の材料及び厚さの第2半透明層を、第2誘電層上に形成する。色シフト性設計のためには、用い

20

る誘電体材料は、2.0未満の屈折率を有する。色シフトしない設計のためには、誘電体材料を、2.0より大きな屈折率を有するように選定する。

30

【0008】

上述したような顔料組成物に使用することができる従来の色シフト干渉膜及び薄片は、典型的には、金属反射体及び吸収層を含む。最も広い種々の用途において当該顔料組成物を利用するために、環境的に不安定で、又はそうでなければ、塗料、インク又は他の有機媒体との反応性に富むかもしれない金属を除去する事が望ましい。広範囲の金属又は金属化合物を色シフトを示す顔料を形成するのに利用することができる一方、人組織に暴露する可能性を有する食品接触用途又は他の用途における毒性作用に対して特に疑わしい金属又は金属化合物を実質的に欠く顔料製品を提供することが望ましい。

【0009】

要約

ここで具体的に広く記載するように本発明によれば、顔料組成物において使用する薄膜を生産又は色シフト特性を有する箔を生産するのに使用することができる色シフト炭素含有多層干渉膜を提供する。入射光の角度又は視覚における変化の色変更を達成するのに対象物、紙、人への次の用途のために、塗料、インク、化粧品調製物などの種々の顔料媒体の中へ薄片を分散させることができる。箔は、色シフト特性を与えるための対象へ直接的に付着することができる。

40

【0010】

干渉膜の3及び5層設計は、種々の構成における誘電材料及び炭素の別の層を含む。入射光の角度又は視覚変化として色シフトを与える設計波長で光学的厚さを有するために誘電層を形成する。

50

【0011】

本発明による色シフト干渉膜の製造方法において、炭素及び誘電層を従来の堆積プロセスによってウェブ材料上に形成し、一定の膜設計を生産する。その後、薄片又は箔としての形成において、ウェブ材料から膜を除去する。その後、薄片を顔料媒体に分散して色シフト塗料、インク、又は化粧品調製物などの色シフト顔料組成物を生産する。

【0012】

あるいは、色シフト干渉顔料をウェブ材料の上面上に第1層の炭素又は誘電材料を形成し、複数の薄片を生産するために第1層を除去することによって製造することができる。その後、薄片を実質的に囲む炭素又は誘電材料の1又はそれ以上の追加の層で被膜して、隣接追加層を第1層より異なる材料で形成する。

10

【0013】

これらと、本発明の他の側面及び特徴は、以下の説明及び書き添える特許請求の範囲から十分に明らかになるか、又は以降に述べるような本発明の実施によって知ることができる。

【0014】

図面の簡単な説明

本発明の上記の及び他の利点が得られる様式をより一層十分に理解できるように、本発明のより一層特定した説明を、書き添えた図面に示す実施例に対して参照として与える。これらの図面が、本発明の代表的な例を描いているに過ぎず、従って、本発明の範囲を制限するものと考えてはならないことを条件に、本発明を、添付図面を用いることによる追加の特定性及び詳細に基づいて記載し、説明する。

20

【0015】

本発明の詳細な説明

本発明は、色シフト特性を有する薄片又は箔を製造するのに使用することができる多層の干渉膜に向けられるものである。薄片を、塗料又はインクのような液体の媒体中に散在させることができ、次いで、これを対象物又は紙に適用し、入射光の角度の転移又は観察者による見る角度の転移によって、色の変動を達成することができる。

【0016】

ここで述べる薄膜層は、物理的蒸着(PVD)法、又は化学的蒸着(CVD)法のような、薄いコーティング構造を形成する技術でよく知られた方法によって典型的に製造される。以下によりきわだって詳細に述べるように、コーティング構造は、可とう性ウェブなどの基板上に形成し、ウェブ材料から薄膜薄片として外され、薄膜薄片は、色シフト特性を有する着色材として用いるための種々の顔料担体のような液体媒体に添加することができる。液体媒体に添加されるかかる薄膜薄片の収集物は、固められた媒体の表面上で、可視的な放射線エネルギー入射により予定される光学的応答を産生する。あるいは、コーティング構造を、箔の形成においてウェブから除去することができる。

30

【0017】

基板を光学的積層体から熱活性化接着剤によって除去する場合、箔構成を典型的にホットスタンプ箔として使用するの、一般に、箔は対称な光学的積層体である。接着剤を、光学的積層体の裏面へ被膜するか、光学的積層体又は箔を添加するであろう表面にUV活性化接着剤の形態で適用するかどちらかとすることができる。ホットスタンプ箔光学的積層体を製造し、使用する更なる詳細は、米国特許5,648,165号に見出すことができ、この開示を参照としてここで組み込む。あるいは、箔構成を光学的積層体に付着させた基板で使用する。基板へ添加した光学的積層体の特に有益な実施態様は、ホログラフィック光学的因子が基板表面の少なくとも1つ上に形成されていることを特徴とする、ここで参照として組み込む1999年7月8日に出願された「色シフト背景を有する回折表面」と題する同時係属出願番号09/351,102号に記載されている。

40

【0018】

対称的に、薄片が観察者に方向づけられるいずれかの方法に対して色が同様であるように、顔料薄片は対称的被膜構造を有していなければならない。この場合、光学積層体を基板

50

から小板又は薄片(すなわち、顔料)として除去するとき顔料薄片が同色を両方の側で有するように、対称的光学積層体からなる。

【0019】

限定されないが、黒鉛、石炭、及びアモルファスカーボン、ガラス質カーボン、ダイヤモンドライクカーボン、アモルファス水素化ダイヤモンドライクカーボンなどのアモルファス水素化カーボン、炭素化合物、その種々の組み合わせ、などを含めて、炭素の種々の形態を本発明において利用することができる。蒸着法から生じる異なる光学特性を有する炭素の他の形態、例えば、アーク蒸着カーボン、イオンアシストカーボンI、イオンアシストカーボンIIなども利用することができる。

【0020】

本発明の薄片又は箔における炭素フィルム層は、約1～約2.6の屈折率を有する。好ましくは、炭素層の少なくとも1つが、1.5より大きい、より好ましくは1.75より大きい、最も好ましくは2より大きい屈折率を有する。炭素膜層は、0.02より大きい、より好ましくは0.1より大きい、最も好ましくは2より大きい吸収率()を有する。理想的には、屈折率の吸収率への割合(n/λ)が約1であるように、屈折率と吸収率値は、ほぼ等しい。好ましくは、薄片又は箔における炭素層の少なくとも1つは、屈折率の吸収率に対する割合が約0.1～約10、より好ましくは0.5～約5、最も好ましくは0.75～約1.25となるような吸収率を有する。炭素の種々の形態の光学的定数の範囲を表3～9に要約し、実施例6において比較した。

【0021】

本発明は、炭素及び誘電材料の多層光学積層体を、実質的な色シフト又はフロップ特性を持つ色干渉顔料を生産するのに使用することができるという発見に基づいている。本膜構造は、金属反射及び金属吸収層はもちろん、高及び低屈折率誘電層の両方の組み合わせを欠くことによって、従来の干渉膜と異なる。いかなる理論に限定されない一方、光学的積層体の炭素層は、高屈折率及び吸収の両方として作用し、誘電層と合同して機能し、色シフト効果を産する。

【0022】

図面に言及すると、同様の構造が同様の参照番号で与えられる図1は、色シフト特性を有する干渉膜10の形態における3層被膜設計の1実施態様を示す。膜10は、ポリエステル材料(例えば、ポリエチレンテレフタレート、即ちPET)などの可撓性材料のウェブ12上に形成される。

膜10は、第1炭素層14、炭素層14上の第1誘電層16、誘電層16上の第2炭素層を有する。膜10のこれらの層の各々は、以下でさらに詳細に述べるでしょう。

【0023】

ウェブ12は、通常のロールコーター装置において用いることができ、典型的に、適切な種類のリリース層(図示せず)は、干渉膜被膜層の堆積前にウェブ12の表面上に形成される。リリース層は、干渉膜10を薄い薄片又は箔としてウェブ12から外させることを可能とする。リリース層は、アクリル樹脂、セルロースプロピオネート、(ポリビニルピロリジン)ポリビニルアルコール又はアセテート、等のような、有機溶媒に可溶性か、又は水溶性のコーティングでよい。

【0024】

干渉膜10の第1炭素層14を、ウェブ12上に、電子ビーム蒸着、スパッタリングなどの従来の堆積処理又は炭化水素CVD反応によって堆積し、炭素層を形成する。炭素層14は、約25～1000オングストローム()の適切な物理的厚さ、好ましくは、約200～500 の厚さ、より好ましくは200～300 の厚さを有するように形成する。PVD法を使用するとき、炭素層14を、黒鉛、少しガラス質のカーボンなど種々の炭素源から形成することができる。

【0025】

あるいは、炭素の種々の形態を、ここで参照により組み込む開示の米国特許番号5,190,807号に更に十分に記載されてものなど、種々のCVD法によって堆積することができる。

10

20

30

40

50

加えて、カーボンブラック、その組み合わせなどを含めシリコンオキシカーバイド、 SiO_x などの炭素及び炭素化合物の有益な形態を利用することができる。これらの炭素化合物を、ここで参照によって組み込む開示の米国特許5,356,471号に記載される方法によって堆積することができる。

【0026】

さらに別の方法において、炭素膜層を、高い芳香族含有量を有するポリアクリレート、ポリアクリロニトリル、パリレンなどのからなるものなど固体重合性薄膜の修飾によって形成することができる。固体重合体膜の堆積、次いで熱分解、イオンボンバードメントなどのエネルギープロセスによって炭素膜への重合体膜の交換によって、当該炭素膜を形成する。

10

【0027】

その後、PVDなどの従来の堆積法又はここで参照により組み込む開示である米国特許番号5,858,078号にさらに十分に記載されている SiO_2 ゾルゲル法によって、第1誘電層16を炭素層14上に形成する。

【0028】

色シフト特性を干渉膜10へ与えるために有効な光学的厚さを有するように誘電層16を形成する。光学的厚さは、製品の nd として規定されるよく知られた光学的パラメータであり、ここで、 n は層の屈折率であり、及び d は層の物理的厚さである。代表的に、層の光学的厚さは、4分の1波長の光学的厚さ(QWOT)の表現で示され、これは $4nd/\lambda$ に等しく、ここで、 λ はQWOT条件が発生する時の波長である。誘電層16を特定の設計波長での複数の4分の1波長の光学的厚さを有するように形成する。光学的厚さは、約400nm~約700nmの設計波長での約2QWOT~約9QWOTまでの範囲、好ましくは、約400nm~約600nmの設計波長での約2QWOT~約6QWOTまでの範囲とすることができる。それゆえ、誘電層16の物理的厚さは、約138nm~約1086nm、好ましくは、約140nm~約725nmの範囲にある。誘電層16を形成するのに用いた誘電材料は、約1.65又はそれ未満の屈折率としてここで定義する「低」屈折率を有するか、約1.65より大きい屈折率としてここで定義する「高」屈折率を有することができる。好ましくは、用いる誘電材料は、約1.38~約2.3の屈折率を有する。利用できる種々の誘電材料は、金属酸化物、金属フッ化物、金属硫化物、金属窒化物、金属炭化物、その組み合わせ、などの無機材料、及び有機誘電材料を含む。これらの材料は、物理的又は化学的蒸着プロセスによって容易に利用でき、容易に適用することができる。

20

30

【0029】

使用することができる適当な低屈折誘電材料の限定されない例は、二酸化珪素(SiO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、フッ化マグネシウム(MgF_2)、フッ化アルミニウム(AlF_3)、フッ化セリウム(CeF_3)、フッ化ランタン(LaF_3)、フッ化アルミニウムナトリウム(例えば、 Na_3AlF_6 、 $\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$)、フッ化ネオジミウム(NdF_3)、フッ化サマリウム(SmF_3)、フッ化バリウム(BaF_2)、フッ化カルシウム(CaF_2)、フッ化リチウム(LiF)、及びその組み合わせなどの金属フッ化物、又は、約1.65若しくはそれ未満の屈折率を有するいずれかの他の低屈折材料を含む。例えば、アクリレート(例えばメタクリレート)、パーフルオロアルケンの重合体、ポリテトラフルオロエチレン(TEFLON)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)の重合体、パリレン、p-キシレン、その組み合わせなど、ジエン、又はアルケンを含め、有機モノマー及びポリマーを低屈折材料として利用することができる。加えて、前記材料は、ここで参照により組み込む開示である米国特許番号5,877,895号に記載の方法によって堆積することができる、蒸着し、濃縮し、及びクロスリンクした透明アクリレート層を含む。

40

【0030】

適当な高屈折誘電材料は、硫化亜鉛(ZnS)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、二酸化チタン(TiO_2)、酸化インジウム(In_2O_3)、インジウム-スズ-酸化物(ITO)、五酸化タンタル(Ta_2O_5)、酸化セリウム(CeO_2)、酸化イットリウム(Y_2O_3)、酸化ユーロピウム(Eu_2O_3)、酸化二鉄(III)鉄(II)(Fe_3O_4)及び酸化第二鉄(

50

Fe₂O₃) などの酸化鉄、窒化ハフニウム (HfN)、炭化ハフニウム (HfC)、酸化ハフニウム (HfO₂)、酸化ランタン (La₂O₃)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化ネオジミウム (Nd₂O₃)、酸化プラセオジウム (Pr₆O₁₁)、酸化サマリウム (Sm₂O₃)、三酸化アンチモン (Sb₂O₃)、炭化珪素 (SiC)、窒化珪素 (Si₃N₄)、一酸化珪素 (SiO)、三酸化セレンウム (Se₂O₃)、酸化スズ (SnO₂)、三酸化タングステン (WO₃)、及びその組み合わせなど、を含む。

【 0 0 3 1 】

本発明に使用する好ましい誘電材料は、二酸化珪素、一酸化珪素及びその組み合わせなどのSiO_x材料を含み、ここでxは、1と2の間である。SiO₂層を酸素雰囲気存在下、SiOを堆積することによって形成することができる。他の好ましい誘電材料は、MgF₂、Al₂O₃、及びその組み合わせを含む。

10

【 0 0 3 2 】

干渉膜10の第2炭素層18を、PVDなどの従来の堆積方法によって誘電層16上に堆積し、3層干渉膜10を完成する。炭素層18は、炭素膜16について上述したように同様の源から同様の厚さで形成することができる。それから、色シフト特性を有する着色剤として使用するための顔料媒体へ加えることができる複数の色シフト干渉薄片の形態において膜10をウェブ12からついで取り除く。顔料媒体は、アクリルメラミン、ウレタン、ポリエステル、ビニル樹脂、アクリレート、メチルメタクリレート、ABS樹脂、エポキシ、スチレン、その混合物、及びインク、塗料配合物、特にアルキド樹脂系のものなど当業者に周知の他のもの、など種々の重合性組成物又は有機バインダーを含むことができる。あるいは、膜10を、ウェブ12からホットスタンプ箔の形態で取り除くことができる。追加の選択は、例として偽造防止標識で使用するための光学的積層体と接触する基板を保持することである。

20

【 0 0 3 3 】

図2は、本発明の別の実施態様による色シフト特性を有する干渉膜20の形態における5層被膜設計を示す。膜20は、炭素層14、第1誘電層16、及び別の炭素層18を含み、膜10に対応する3層内部被膜構造を有する。この内部構造は、第2誘電層22と第3誘電層24との間に挿入する。膜20の炭素及び誘電層を、膜10について上述したような同様の材料から及び同様の膜厚範囲において形成することができる。

【 0 0 3 4 】

誘電層22をウェブ12上にPVDなどの従来の堆積法により形成することによって、膜20を組み立て、次いで、炭素層14、誘電層16、及び炭素層18を堆積する。それから、誘電層24を炭素層18上に堆積法によって形成し、膜20を完成する。その後、色シフト特性を持つ着色剤として使用するための顔料媒体へ加えることが可能な複数の干渉薄片、又は複数の箔を生産するために、膜20をウェブ12から除去する。

30

【 0 0 3 5 】

図3は、本発明の別の実施態様による色シフト特性を有する干渉膜30の形態における3層被膜設計を示す。膜30は、第1誘電層32、誘電層32上の炭素層34、炭素層34上の第2誘電層36を含む。膜30の炭素及び誘電層は、膜10について上述したような同様の材料から及び同様の膜厚範囲において形成することができる。

40

【 0 0 3 6 】

誘電層32をウェブ12上にPVDなどの従来の堆積法により形成することによって膜30を組み立て、次いで、炭素層34、及び誘電層36を堆積する。その後、複数の干渉薄片又は箔を生産するために、膜30をウェブ12から除去する。

【 0 0 3 7 】

同様の屈折率を有するSiO₂又は別の誘電材料を使用し、誘電層を膜30に形成するとき、膜は塗料又はインクにおいて色シフト顔料として減少した機能を一般に示すことに注目すべきである。これは、もし膜を顔料の中へ設置し、顔料媒体の中へ置き塗料又はインクを形成したなら、SiO₂層は、近似値へ媒体と殆ど同様の屈折率を有し、インク又は塗料を炭素の灰色を残すであろうからである。しかしながら、もし、より高い屈折率材料を誘電

50

層として選択したなら、外側の誘電層及び周辺の顔料媒体からの屈折率の違いのために色はなお生じるであろう。さらに、もしより高い屈折率媒体を使用するなら、薄片の外側の層と媒体との間の屈折率における大きな違いを得るために、その媒体より低屈折率を有するSiO₂又は別の誘電材料が好ましいかもしれない。

【0038】

対照的に、図2に示す膜20の実施態様は、膜30と同様の方法で屈折率が一致するが、もし、SiO₂誘電層を使用するなら、膜20のコア光学的構造C/SiO₂/Cは、干渉機能ユニットとして残存し、色を与えるであろう。この場合において、外側のSiO₂層は、コア光学的構造C/SiO₂/Cに対する保護層として機能する。運搬系において摩耗を受ける可能性のある塗料又はインク組成物において、SiO₂外部層は、色を発生するコア光学的構造への摩耗を防ぐであろう。したがって、塗料又はインク組成物における色は、より耐久性を有するであろう。

10

【0039】

図4は、本発明の別の実施態様による色シフト特性を有する干渉膜40の形態における5層被膜設計を示す。膜40は、誘電層32、第1炭素層34、及び別の誘電層36を含み、膜30に相当する3層内部被膜構造を有する。この内部被膜構造は、第2炭素層42と第3炭素層44との間に挿入される。膜40の炭素及び誘電層は、膜10について上述したような同様の材料から及び同様の膜厚範囲において形成することができる。

【0040】

炭素層42をウェブ12上に従来の堆積法により形成することによって、膜40を組み立て、次いで、誘電層32、炭素層34、及び誘電層36を堆積する。それから、炭素層44を誘電層36上に堆積法によって形成し、膜40を完成する。その後、着色剤として使用するための顔料媒体へ加えることが可能な複数の干渉薄片、又は複数の箔を生産するために、膜40をウェブ12から除去する。

20

【0041】

図1~4に示すタイプの多層干渉膜をウェブ12上に形成した後、干渉膜をウェブ12から溶媒を使用して除去し、いずれかのその表面上で約2~約200ミクロンの範囲にある寸法を有する大きさの薄片又は小板を形成する。さらに薄片を所望の大きさに減少させることができる。例えば、例えば、薄片をエアグラインドにさらし、それらの所望の色特性を破壊することがなくそれらの大きさを約2~5ミクロンへ減少させることができる。その後、色シフト薄片を、従来における使用のために塗料、インク又は化粧品調製物などの顔料媒体に分散させることができる。

30

【0042】

あるいは、本発明によって、ウェブ材料の上面上の炭素又は誘電材料の少なくとも1つの第1層を形成し、複数の薄片を生産するために、第1層をウェブから除去することによって、色シフト干渉顔料を製造することができる。その後、薄片を実質的に囲む炭素又は誘電材料の1又はそれ以上の追加の層で被膜し、隣接する追加の層を第1層と異なる材料で形成する。例えば、この方法によって形成される図1に示すような薄片構造は、誘電層16を囲む実質的な連続炭素皮膜を形成する炭素層14及び18を有する誘電層16を含む。この方法によって形成される図2に示すような薄片構造は、炭素皮膜を囲む実質的な連続皮膜を形成する誘電層22及び24を含むであろう。選択において、図1に示すような膜10は、ウェブ上に形成し、薄片として除去することができ、誘電層22及び24は、薄片を囲む実質的な連続被膜を形成する。同様に、この方法によって形成される図3に示すような薄片構造は、炭素層34を囲む実質的な連続誘電被膜を形成する誘電層32及び36を有する炭素層34を含む。この方法によって形成される図4に示すような薄片構造は、誘電被膜を囲む実質的な連続被膜を形成する炭素層42及び44を含むであろう。選択において、図3に示すような膜30は、ウェブ上に形成し、薄片として除去することができ、炭素層42及び44は、薄片を囲む実質的な連続被膜を形成する。

40

【0043】

図4に示すものに対して更に別の実施態様において、図3の膜30から形成した干渉薄片

50

を、誘電層 3 2 及び 3 6 を実質的に囲む追加の誘電層で被膜することができ、追加の誘電層は、誘電層 3 2 及び 3 6 の屈折率と異なる屈折率を有する。

【 0 0 4 4 】

薄片を 1 又はそれ以上の層で被膜する適当な方法は、ここで参照により組み込む1999年9月3日に出願された「向上した干渉顔料を製造するための方法及び装置」と題する同時係属米国特許出願番号09/389,962号に記載されている。

【 0 0 4 5 】

所望の色特性、彩度及び輝度、を達成するために、色シフト薄片を、他の顔料薄片、粒子、又は異なる色相の染料と選択的に混合することができる。例えば、本発明の薄片を、干渉タイプ又は非干渉タイプのいずれかの従来顔料と混合することができる。他の色の範囲を産する。本発明の薄片を非シフト性高彩度又は高反射小板と組み合わせ、 $MgF_2/Al/MgF_2$ 小板、又は $SiO_2/Al/SiO_2$ 小板などの特有の色効果を産する。本発明の顔料組成物と混合することができる他の適当な添加物は、アルミニウム薄片、グラファイト薄片、ガラス薄片、鉄酸化物薄片、ホウ素窒化物薄片、マイカ薄片、 TiO_2 系干渉被膜マイカ薄片、複数被膜小板状シリカ系干渉顔料、金属誘電又は全誘電干渉顔料などの層状顔料、並びにアルミニウムパウダー、カーボンブラック、ウルトラマリンブルー、コバルト系顔料、有機顔料又は染料、ルチル又はスピネル系無機顔料、自然に生じる顔料、二酸化チタン、タルク及び陶土などの無機顔料などの非層状顔料、及びその種々の混合物を含む。例えば、アルミニウムパウダー、カーボンブラックなどの顔料を加えて、光沢及び他の色特性を制御することができる。

【 0 0 4 6 】

図 1 ~ 4 に示すような本発明の被膜設計を使用することによって、種々の色効果が人の目に識別できる高彩度の着色剤を生産することができる。したがって、本発明の色シフト薄片を含有する塗料で着色した対象は、視覚又は視覚に比例した対象物の角度におけるバリエーションに依存して色が変わるのであろう。本発明の被膜設計のすべてが、視覚変化として色シフト特性を有する一方、より低い屈折誘電材料で設計した被膜は、大部分色フロップ又は色変化を有する傾向がある。

【 0 0 4 7 】

着色剤の色特性を、薄片の表面上の放射線入射へ予め決定した光学的応答を産する本発明の高彩度の薄膜片の集塵を利用することによって達成する。本発明の色シフト薄片は、彩度（色純度の程度）における大きいシフト、変化する視覚での色相（相対色）における大きなシフトを含め、広範な色シフト特性を有する。例を目的として、本発明による干渉薄片を利用する顔料組成物は、マゼンタ対グリーン、グリーン対ゴールド、ゴールド対シアン、等のような色シフトを有することができる。

【 0 0 4 8 】

本発明にかかる色シフト性薄片は、塗料及びインクのような着色材において、対象物又は紙などの種々の適用のために、容易に及び経済的に用いることができる。かかる対象物及び紙の例には、動力化されたビークル、通貨及び証券文書、家庭用の器具、建築構造、フローリング、スポーツ用品、エレクトロニックパッケージング/ハウジング、玩具、等が含まれる。

【 0 0 4 9 】

加えて、本発明の炭素系干渉顔料及び箔は、金属又は金属化合物の本来の毒性及び用途の性質から生じる調節制御のために、金属又は金属化合物が経済的に不安定か他の望ましくない場合の用途における使用に最適に合致する。

【 0 0 5 0 】

以下の例は、本発明を説明するために与えられ、本発明の範囲を限定することを意図するものではない。

【 0 0 5 1 】

実施例 1

5 層設計を有する色シフト性干渉膜を、本発明に従い、有機リリース層でハードコートし

10

20

30

40

50

た2ミル ポリエステルウェブ上に、 SiO_x (615nmで4 QWOT) からなる第1誘電層を堆積を堆積することによって製造した。第1誘電層上には、250 の厚さを有する炭素層を、次いで、 SiO_x (615nmで4 QWOT) からなる第2誘電層を堆積した。その後、250 の厚さを有する別の炭素層を第2誘電層上に堆積し、次いで、 SiO_x (615nmで4 QWOT) からなる第3誘電層を堆積した。したがって、膜の被膜設計は、 $\text{SiO}_x/\text{C}/\text{SiO}_x/\text{C}/\text{SiO}_x$ であった。

【0052】

SiO_x (SiO_2) 層を、酸素雰囲気下 2×10^{-4} トルでの電子ビーム堆積によって形成した。炭素層を、銅からなるるつぼを用いる7kvで0.3~0.4Aの電子ガン電流を使用して 1×10^{-5} トル又はそれ未満の圧力で電子ビーム堆積によって形成した。 SiO_x 及び炭素堆積の両方において源から基板への距離は、76cmであった。

10

【0053】

ハードコートのアセトンスプレーで溶解することによって、膜材料をポリエステルウェブから除去した。ハードコートがポリエステルウェブから離れて溶解するにつれて、これは、前記被膜設計を有する複数の薄片を生産した。これらの薄片が、アセトン液になおある間、プランストン超音波ホーンの先端を液体に置くことによって寸法を調節するために挽いた。数分後、グライディング手順を止めた。薄片を溶媒から濾過し、その後、アクリルメラミンバインダーにおいておよそ25wt-%で再度分散させて、塗料を形成した。それから、この塗料を、色描写用金属パネル上にスプレーした。

【0054】

多重角ジオメトリーを備えるゼイス色測定装置を使用して、塗装した金属パネルの色パラメーターを、光沢角からの視覚の機能として測定した。彩度値は、角度が変化したとき36~67の範囲であった。塗装した金属パネルの色は、通常の入射視界でマゼンタで、赤に移りそれから黄色、最終的に非常に高い反射角でグリーンであった。

20

【0055】

炭素系干渉設計が幾分透明であるので、一つの顔料と過度の別のもの添加効果のため、これら炭素系顔料を含む塗料サンプルの色特性は良質である。すなわち、当該顔料に組み込まれたアンカー塗料サンプルの色特性は、顔料が作る単一の薄片箔のものより優れている。

【0056】

実施例2

5層設計をもつ色シフト干渉膜を、被膜設計において SiO_2 層が全ての3層において515nmで4 QWOTであることを除き、実施例1で述べたような方法により製造した。炭素層は、250の厚さを有した。この膜から生産した薄片をアクリルマレインバインダーに分散させ塗料を形成し、色描写用金属パネル上にスプレーした。その後、透明なスプレーコートが、塗装した金属パネルの部分に適用された。

30

【0057】

塗装した金属パネルの色は、通常の入射視界でゴールドで、約45度の視覚でシアンにシフトした。

【0058】

ゼイス装置上での色特性は、塗装した金属パネルが、透明スプレーオーバーコートで覆ったそれらの領域のより高い55~60の彩度値で、約50~55の彩度値を有することを示した。

40

【0059】

実施例3

本発明による3層被膜構造をもつ理論的色シフト薄片を、開発し、以下の基本的な被膜設計を有した。即ち、515nmで4 QWOTを有する SiO_2 、及び25 ~1,000 の厚さの範囲の炭素層とを有するPET/C/ SiO_x /C/Airである。それぞれ25、250、500、及び1,000の厚さをもつ炭素層を有する4つの異なる薄片構造を、全反射率対入射光の波長をプロットして評価した。図5は、入射光の変化した波長での各々4つの薄片構造の反射率特性を示すグラフである。図5のグラフに示したように、薄片構造の全てが少なくともいくつかの色シフトを有する一方、最適炭素の厚さは、シリカ誘電層を使用したとき250 である

50

ように見える。全般的な反射率はPET基板上の設計用であるが、これらの設計は、媒体が光学的積層体の両側にあるとき、重合性媒体上にもし置かれたなら、小さい反射率を有するであろう。

【0060】

実施例4

本発明による5層被膜構造をもつ理論的色シフト薄片を開発し、以下の基本的な被膜設計を有した。即ち、550nmで4QWOTを有するSiO₂層、及び25 ~ 1,000 の厚さの範囲の炭素層とを有するPET/SiO₂/C/SiO₂/C/SiO₂/Airである。それぞれ25、250、500、及び1,000 の厚さをもつ炭素層を有する4つの異なる薄片構造を、全反射率対入射光の波長をプロットして評価した。図6は、入射光の変化した波長での各々4つの薄片構造の反射率特性を示すグラフである。図6のグラフに示したように、薄片構造の全てが少なくともいくつかの色シフトを有する一方、最適炭素の厚さは、シリカ誘電層を使用したとき250 であるように見える。

10

【0061】

実施例5

本発明による5層被膜構造をもつ理論的色シフト薄片を開発し、以下の基本的な被膜設計を有した。即ち、550nmで4QWOTを有するSiO₂層、及び25 ~ 1,000 の厚さの範囲の炭素層とを有するPET/C/SiO₂/C/SiO₂/C/SiO₂/Airである。それぞれ25、250、500、及び1,000 の厚さをもつ炭素層を有する4つの異なる薄片構造を、全反射率対入射光の波長をプロットして評価した。図7は、入射光の変化した波長での各々4つの薄片構造の反射率特性を示すグラフである。図7のグラフに示したように、薄片構造の全てが少なくともいくつかの色シフトを有する一方、最適炭素の厚さは、シリカ誘電層を使用したとき250 であるように見える。

20

【0062】

上述した図5、6及び7における反射率曲線を理論的に計算するのに使用した屈折率を表1及び表2以下に与えた。ここで、nは、屈折率の理想の部分であり、kは、吸光係数(即ち、屈折率の実際の部分)である。吸光係数は、以下の関係による吸収率()と関連づけられる。すなわち、 $k = \frac{\alpha \lambda}{4}$ であり、ここで λ は真空波長である。

【0063】

【表1】

30

炭素波長	n	k
350	1.75	1.20
400	2.00	1.15
450	2.15	1.10
500	2.40	1.00
600	2.55	0.95
800	2.65	1.00

40

【0064】

SiO₂率は、以下のように取られる。

【0065】

【表2】

SiO ₂ 波長	n	k
380	1.47	0.00
436	1.47	0.00
480	1.46	0.00
656	1.46	1.00
805	1.45	0.00

10

【0066】

ここでの開示に基づき、堆積した炭素層が実施例5に開示したものと異なる屈折率及び吸収率を有するとき、実施例1～5に記載の方法において炭素層厚を適当に変更することは、光学的薄膜設計及び堆積の当業者に容易に明白であろう。

【0067】

実施例6

異なる屈折率及び分散値を有する炭素化合物の意義を、最も簡単な被膜設計構造、炭素/誘電体/炭素を作ることによって説明した。図8は、入射光の変化した波長での種々の炭素形態を有する本設計構造の反射率特性を示すグラフである。炭素の種々の形態についての光学的定数の範囲を以下表3～9に要約した。特に、炭素が30nmの物理的厚さを有し、SiO₂が約350nmの物理的厚さ（即ち、508nmの参照波長に対する4つの4分の1波光学的厚さ）を有することを特徴とするC/SiO₂/C型の被膜設計に対する理論的性能を示す。

20

【0068】

表3においてリストした光学的定数を有する黒鉛に相当する図8のC1標識した曲線は、全屈折の最も劇的な範囲を有し、屈折において最も大きい色シフトを示すであろう。通常の入射で、グリーン色設計は、560nmで屈折し、入射光の角度が増加するにつれてより短い波長（ブルー反射光）に向かうシフトを消去する。

【0069】

吸収率が低い、即ち約0.1未満であることを特徴とする表4及び5にリストする相当する光学的定数を有する図8の曲線C2及びC3によって説明されるダイヤモンドライクカーボンのような炭素の他の形態は、低い劇的な色変化、及び約450nmでの全屈折最小値と508nmでの最大値との間のゆるやかなピーク傾斜とを示す。これは、入射角の増加で示される色減少、及び色シフトを生じる。

30

【0070】

表6～9にリストした光学定数に相当して図8における曲線C4～C7に説明される炭素の別の形態は、曲線C1及びC2、C3間に広がる全屈折の中間の劇的な範囲を示す。

【0071】

【表3】

40

表 3 黒鉛		
波長 (nm)	屈折率	吸収率
413.3	2.62	1.28
516.6	2.66	1.33
729.3	3.01	1.84

10

【 0 0 7 2 】

【表 4】

表 4 ダイヤモンドライクカーボン ¹ (C2)		
波長 (nm)	屈折率	吸収率
550	1.76	0.04

20

¹ 屈折率及び吸収率における分散がないと仮定

【 0 0 7 3 】

【表 5】

表 5 ダイヤモンドライクカーボン (C3)		
波長 (nm)	屈折率	吸収率
413.3	1.76	0.061
708.6	1.74	0.0057

30

【 0 0 7 4 】

【表 6】

表6		
アモルファス水素化ダイヤモンドライクカーボン (C4)		
波長 (nm)	屈折率	吸収率
400	2.408	0.853
550	2.672	0.717
700	2.815	0.579

10

【 0 0 7 5 】

【表7】

表7		
イオンアシストカーボン I (C5)		
波長 (nm)	屈折率	吸収率
400	2.007	0.242
550	2.029	0.121
700	2.019	0.062

20

【 0 0 7 6 】

【表8】

表8		
イオンアシストカーボン II (C6)		
波長 (nm)	屈折率	吸収率
400	1.831	0.121
550	1.83	0.045
700	1.822	0.021

30

【 0 0 7 7 】

【表9】

40

表9 アーク蒸着カーボン (C7)		
波長 (nm)	屈折率	吸収率
413.3	2.11	0.90
563.6	2.38	0.82
774.9	2.33	0.71

10

【0078】

本発明は、本発明の精神又は本質的な特徴から逸脱することなく、他の特定の形態で具体化することができる。上述した例は、すべての点で例示であり、及び制限的でないとして考えるべきである。したがって、本発明の範囲は、上記説明によるよりもむしろ、記載する特許請求の範囲によって示される。特許請求の範囲と同等の意味及び範囲の中で行われるすべての変更は、特許請求の範囲内に包含される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明の一実施態様による3層色シフト干渉膜の概略図である。

20

【図2】 図2は、本発明の他の実施態様による5層色シフト干渉膜の概略図である。

【図3】 図3は、本発明の他の実施態様による3層色シフト干渉膜の概略図である。

【図4】 図4は、本発明のさらなる実施態様による5層色シフト干渉膜の概略図である。

。

【図5】 図5は、本発明による種々の3層色シフト干渉薄膜についての全反射率をプロットするグラフである。

【図6】 図6は、本発明による種々の5層色シフト干渉薄膜についての全反射率をプロットするグラフである。

【図7】 図7は、本発明による種々の5層色シフト干渉薄膜についての全反射率をプロットするグラフである。

30

【図8】 図8は、本発明による種々の3層色シフト干渉薄膜についての全反射率をプロットするグラフである。

【図1】

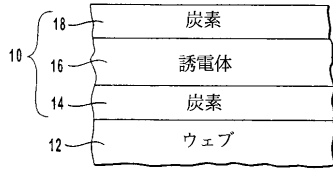


FIG. 1

【図3】

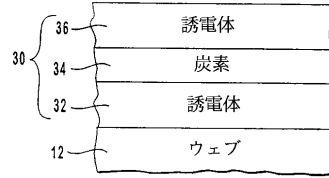


FIG. 3

【図2】

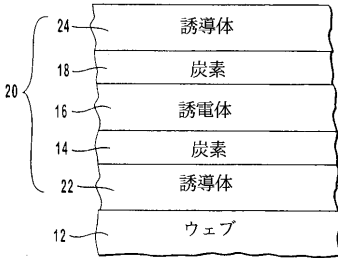


FIG. 2

【図4】

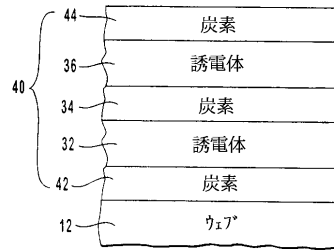


FIG. 4

【図5】

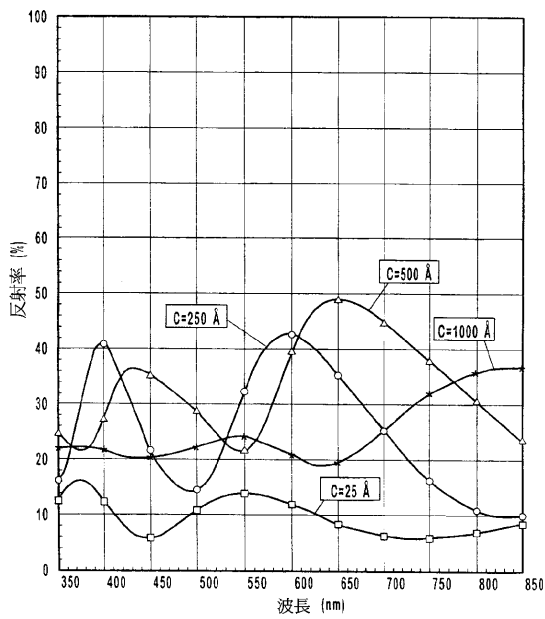


FIG. 5

【図6】

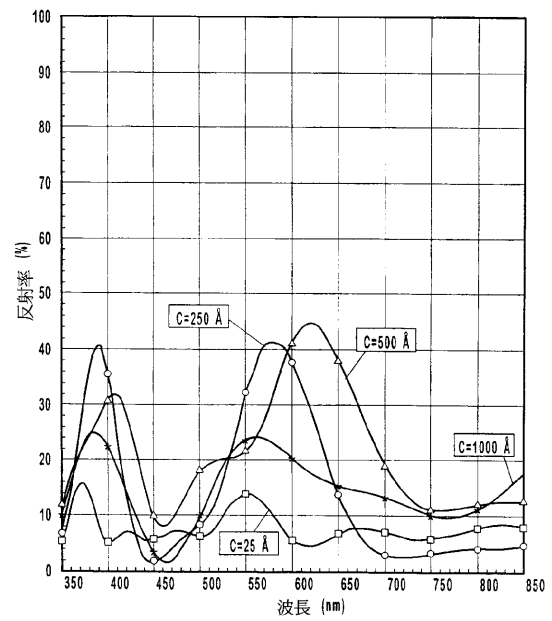


FIG. 6

【 図 7 】

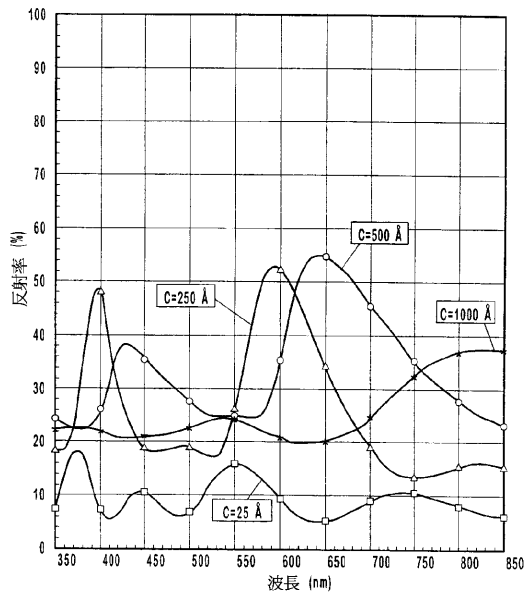


FIG. 7

【 図 8 】

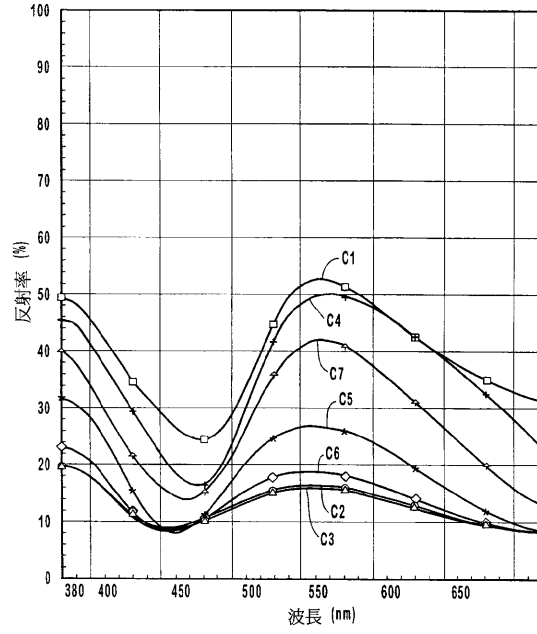


FIG. 8

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
C 0 9 D 17/00 (2006.01) C 0 9 D 17/00
G 0 2 B 5/28 (2006.01) G 0 2 B 5/28

審査官 大熊 幸治

(56) 参考文献 特開昭 6 1 - 1 9 8 2 0 1 (J P , A)
特公昭 5 9 - 4 1 1 6 3 (J P , B 1)
国際公開第 0 0 / 3 1 5 7 1 (W O , A 1)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C09C 1/00- 3/12
G03H 1/00- 5/00
G02B 5/28