

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 7 月 17 日(17.07.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/109172 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/24038 (2013.01) *G11B 7/254* (2013.01)
G11B 7/24 (2013.01) *G11B 7/257* (2013.01)
G11B 7/24035 (2013.01) *G11B 7/26* (2006.01)
G11B 7/244 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083436
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 13 日(13.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-003310 2013 年 1 月 11 日(11.01.2013) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 北原 淑行(KITAHARA Toshiyuki); 〒2500001 神奈川県小田原市扇町 2 丁目 1 2 番 1 号 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 見上 竜雄(MIKAMI Tatsuo); 〒2500001 神奈川県小田原

市扇町 2 丁目 1 2 番 1 号 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 立川 篤(TATSUGAWA Atsushi); 〒2500001 神奈川県小田原市扇町 2 丁目 1 2 番 1 号 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).

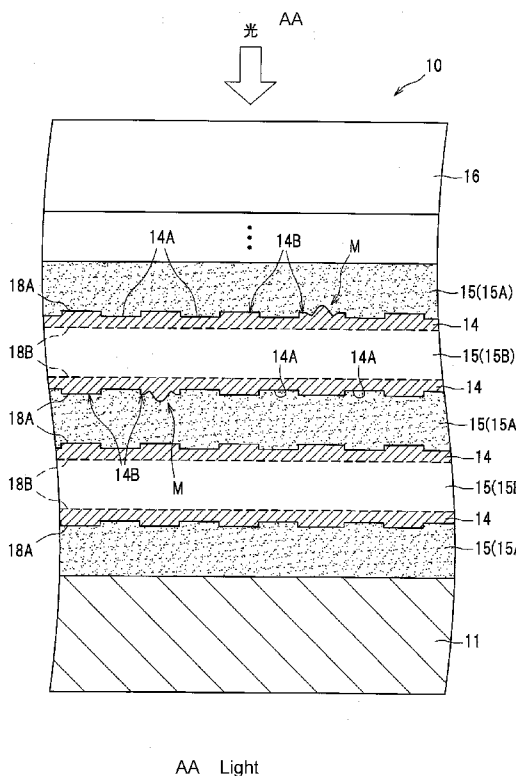
(74) 代理人: 小川啓輔, 外(OGAWA Keisuke et al.); 〒1020074 東京都千代田区九段南 3 丁目 4 番 5 号 フタバ九段ビル 5 階小川松江特許法律事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: MULTILAYER OPTICAL INFORMATION RECORDING DISK AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 多層光情報記録ディスクおよびその製造方法



(57) Abstract: Provided are a multilayer optical information recording disk (10) and a method for manufacturing the multilayer optical information recording disk, the multilayer optical information recording disk comprising a plurality of recording layers (14) and intermediate layers (15) provided between the plurality of recording layers (14), wherein at least one of the intermediate layers adjacent to the recording layers (14) (first intermediate layer (15A)) is made of an adhesive. The recording layers (14) contain a polymer binder and a dye dispersed in the polymer binder, or a dye-coupled polymer, and deform as a result of the heat generated from the dye absorbing the recording light, and thus form projections (record mark (M)) on interfaces (18A) with the first intermediate layer (15A) projecting toward the first intermediate layer (15A) to record information. The recording layers have grooves (14A) on the interfaces (18A) with the first intermediate layer (15A) for a tracking servo.

(57) 要約: 複数の記録層 (14) と、当該複数の記録層 (14) の間に設けられる中間層 (15) とを備えた多層光情報記録ディスク (10) であって、記録層 (14) に隣接する中間層 (15) のうち少なくとも一方 (第 1 中間層 15A) は、粘着剤からなり、記録層 (14) は、高分子バインダーと当該高分子バインダーに分散された色素を含むか、または、色素が結合された高分子を含み、色素が記録光を吸収して発生する熱により変形して第 1 中間層 (15A) との界面 (18A) に当該第 1 中間層 (15A) に向かう凸形状 (記録マーク M) が形成されることで情報が記録され、第 1 中間層 (15A) との界面 (18A) にトラッキングサーボを行うためのグルーブ (14A) を有する多層光情報記録ディスク、およびその製造方法を提供する。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：多層光情報記録ディスクおよびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、多層光情報記録ディスクおよびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、光情報記録ディスクの大容量化の技術として、情報を記録するための記録層を多層化することが検討されている。例えば、非特許文献1には、2層の記録層と2層の中間層を有するシートを作製してディスク形状に打ち抜き、この打ち抜いたシートをトラッキングサーボを行うためのガイド層が形成された基板上に貼り合わせていくことで、記録層の多層化を実現する技術が開示されている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Tatsuo Mikami等、「20-Layer Optical Disc Fabricated with web coating and laminating process」、Th-M-01、ISOM'12、p.200-201

発明の概要

[0004] ところで、従来の記録層を多層化した多層光情報記録ディスクは、ガイド層と記録層が離れていることで、ディスクに対して、トラッキングサーボを行うためのレーザ光と、記録再生を行うためのレーザ光の少なくとも2つを照射する必要があり、記録再生装置の光学系や制御が複雑になるという問題があった。そのため、従来の光情報記録ディスク用の記録再生装置を用いた1つのレーザ光によるトラッキングと記録再生を行うことができなかった。

[0005] また、従来の多層光情報記録ディスクは、ガイド層と記録層が離れていることで、ディスクの反りやディスクの出し入れに伴うディスク位置の変化などの影響により記録層のトラックを再現良くトレースすることが難しく、例えば、1つの記録層の途中まで記録した場合に、当該記録層内でその続きから記録を行うことが困難であるといった問題がある。

[0006] 本発明は、以上の背景に鑑みてなされたものであり、1つのレーザ光によるトラッキングと記録再生が可能で、かつ、記録層のトラックを再現良くトレースすることが可能な多層光情報記録ディスクおよびその製造方法を提供することが本発明の一側面である。

[0007] 具体的に、本発明の一ないし複数の実施形態により、複数の記録層と、当該複数の記録層の間に設けられる中間層とを備えた多層光情報記録ディスクであって、記録層に隣接する中間層のうち少なくとも一方は、粘着剤からなり、記録層は、高分子バインダーと当該高分子バインダーに分散された色素を含むか、または、色素が結合された高分子を含み、色素が記録光を吸収して発生する熱により変形して粘着剤からなる中間層との界面に当該中間層に向かう凸形状が形成されることで情報が記録され、粘着剤からなる中間層との界面にトラッキングサーボを行うためのグルーブを有することを特徴とする多層光情報記録ディスクを提供する。

[0008] このような構成によれば、各記録層にトラッキングサーボを行うためのグルーブが形成されているので、1つのレーザ光によるトラッキングと記録再生が可能となる。また、各記録層がトラッキングサーボを行うためのグルーブを有することで、記録層のトラックを再現良くトレースすることが可能となる。

[0009] 前記した多層光情報記録ディスクにおいて、記録層の一方側に隣接する中間層は、粘着剤からなる第1中間層であり、記録層の他方側に隣接する中間層は、第1中間層よりも硬い第2中間層である構成とすることができる。

[0010] これによれば、記録層と一方の中間層（第1中間層）との界面に凸形状を形成しやすくすることができる。

[0011] 前記した多層光情報記録ディスクにおいて、記録層と第1中間層との屈折率の差は、記録層と第2中間層との屈折率の差よりも大きいことが望ましい。

[0012] これによれば、凸形状が形成される記録層と第1中間層との界面は、情報の読取に用いられるので、界面両側の材料の屈折率差が大きいことで界面反

射率が比較的大きくなって情報を読み取りやすくなり、また、凸形状が形成されない記録層と第2中間層との界面は、情報の読取に用いられないので、界面両側の材料の屈折率差を小さくすることで、記録・読出に用いられる光（以下、記録読出光という。）の透過率、詳細には両界面を合わせた透過率を高くすることができる。これにより、記録層を多層にした場合に、記録読出光の照射側から見て奥深くの記録層にまで光を届かせることができるので、多層化による記録容量の増大に有利である。

[0013] 前記した多層光情報記録ディスクにおいて、記録層の屈折率と第2中間層の屈折率は、略同じであることがより望ましい。

[0014] これによれば、凸形状が形成されない記録層と第2中間層との界面における光の反射率が実質的に0になるため、記録層を多層にした場合に、記録読出光をより奥深くの記録層にまで届かせることができるので、多層化による記録容量の増大により有利である。

[0015] 前記した多層光情報記録ディスクにおいて、記録層に隣接する中間層は、両方とも粘着剤からなり、粘着剤からなる中間層と記録層が交互に配置されている構成とすることもできる。

[0016] これによれば、1層の記録層の両界面に凸形状を形成することができる。これにより、例えば、記録層の層数が、記録層の一方の界面のみに凸形状が形成されるディスクと同じである場合には、記録容量の増大が可能となるし、記録層の層数が、記録層の一方の界面のみに凸形状が形成されるディスクよりも少ない場合であっても、当該ディスクと同等の記録容量の実現が可能となる。

[0017] また、前記した多層光情報記録ディスクの製造方法として、記録層の表面に熱インプリントによりグルーブを形成する工程と、記録層のグルーブが形成された面に粘着剤からなる中間層を形成して記録層と粘着剤からなる中間層を含む複層シートを得る工程と、複層シートを他の複層シートに貼り合わせる工程と、を有することを特徴とする多層光情報記録ディスクの製造方法を提案する。

[0018] また、前記した第1中間層と第2中間層を有する多層光情報記録ディスクの製造方法として、第1の剥離シートの上に第2中間層と記録層をこの順に形成する工程と、記録層の表面に熱インプリントによりグルーブを形成することで第1のシートを得る工程と、第2の剥離シートの上に第1中間層を形成して第2のシートを得る工程と、第1中間層と記録層を貼り合わせることで第1のシートに第2のシートを重ねて第3のシートを得る工程と、第3のシートから第1の剥離シートを取り除いて露出した第2中間層の上に記録層を形成する工程と、露出している記録層の表面に熱インプリントによりグルーブを形成することで第4のシートを得る工程と、第4のシートを他の第4のシートに貼り合わせる工程と、を有することを特徴とする多層光情報記録ディスクの製造方法を提案する。

[0019] また、前記した第1中間層と第2中間層を有する多層光情報記録ディスクの製造方法として、第2中間層の両面にそれぞれ記録層を形成する工程と、各記録層の表面に熱インプリントによりグルーブを同時に形成する工程と、剥離シートの上に第1中間層を形成して第5のシートを得る工程と、第5のシートの第1中間層を一方の記録層に貼り合わせることで第6のシートを得る工程と、第6のシートを他の第6のシートに貼り合わせる工程と、を有することを特徴とする多層光情報記録ディスクの製造方法を提案する。

[0020] 以上のような方法によれば、各記録層がトラッキングサーボを行うためのグルーブを有する多層光情報記録ディスクを製造することができるので、1つのレーザ光によるトラッキングと記録再生が可能となり、かつ、記録層のトラックを再現良くトレースすることが可能となる。また、熱インプリントにより記録層に容易にグルーブを形成できるので、各記録層がトラッキングサーボを行うためのグルーブを有する多層光情報記録ディスクを比較的低コストで製造することが可能となる。

[0021] 前記した多層光情報記録ディスクの製造方法においては、記録層のガラス転移温度を T_g [°C] として、熱インプリント時に熱インプリント用モールドおよび記録層の少なくとも一方を $T_g \pm 25^\circ\text{C}$ に加熱することが望ましい

。

[0022] 前記した多層光情報記録ディスクの製造方法においては、記録層に対して熱インプリント用モールドを0.1 MPa以上の圧力で押し当てることが望ましい。

[0023] 前記した多層光情報記録ディスクの製造方法において、第4のシートを得る工程は、熱インプリント用モールドの押し当てにより、グルーブの形成と同時に、記録層および中間層を所定の形状に切断するものであってもよい。

[0024] これによれば、熱インプリントと切断（打ち抜き）を別々に行う場合と比較して、製造工程を削減できるので、多層光情報記録ディスクの生産性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]一実施形態に係る多層光情報記録ディスクの断面構造を示す図である。

[図2]ディスクへの情報の記録と情報の記録により形成される記録マークを説明する図である。

[図3]ディスクに記録された情報の再生を説明する図である。

[図4]ディスク製造方法の第1の例を説明する図（a）～（c）である。

[図5]ディスク製造方法の第1の例を説明する図（a）～（d）である。

[図6]ディスク製造方法の第1の例を説明する図（a），（b）である。

[図7]ディスク製造方法の第1の例を説明する図（a）～（e）である。

[図8]第1の例の変形例を説明する図（a）～（c）である。

[図9]ディスク製造方法の第2の例を説明する図（a）～（d）である。

[図10]ディスク製造方法の第2の例の熱インプリント工程で用いる熱インプリント装置の一例を示す図である。

[図11]熱インプリント後の樹脂シートの平面図（a）と、一方側の記録層の位置決めマークと他方側の記録層の位置決めマークがずれた状態を示す図（b）である。

[図12]第2の例の変形例を説明する図（a），（b）である。

[図13]他の実施形態に係る多層光情報記録ディスクの断面構造を示す図（a

）と、記録層の両界面にグルーブを形成する方法を説明する図（b）である。

[図14]熱インプリントにより記録層に形成されたグルーブのAFM像（a）と、AFM像のA-B断面のプロファイルを示す図（b）である。

発明を実施するための形態

[0026] 次に、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。

なお、以下の説明で参照する図は、本発明を説明するための模式的な図であり、実際の寸法などを反映したものではない。

[0027] <多層光情報記録ディスクの構成>

図1に示すように、本実施形態に係る多層光情報記録ディスク10は、基板11と、複数の記録層14と、複数の中間層15（第1中間層15Aおよび第2中間層15B）と、カバー層16とを備えてなる。なお、以下の説明においては、記録層14と第1中間層15Aとの間に形成される界面を第1界面18Aと呼び、記録層14と第2中間層15Bとの間に形成される界面を第2界面18Bと呼ぶ。

[0028] 基板11は、記録層14や中間層15などを支持するための支持体であり、一例としてポリカーボネートの円板などからなる。本発明において、基板11の材質や厚さは特に限定されない。

[0029] 記録層14は、情報が光学的に記録される感光材料からなる層であり、第1中間層15Aとの界面である第1界面18Aに螺旋状や同心円状などに形成されたグルーブ14Aを有している。

グルーブ14Aは、情報の記録時や再生時に記録層14の円周方向に延びるトラックに正確に記録読出光を照射できるように記録読出光の焦点位置を合わせるトラッキングサーボを行うための溝である。なお、本発明において、グルーブの形状や幅、深さ、ピッチなどはトラッキングサーボに利用でき、かつ、後述する熱インプリントによる形成が可能な限り任意であり、ディスクの用途などに応じて適宜設定することができる。一例として、グルーブ14Aは、幅が160nmであり、深さが60nmであり、ピッチが320

nmである。

[0030] 本実施形態において、記録層14は、高分子バインダーと、当該高分子バインダーに分散された色素とを含んでなる。

[0031] 記録層14に用いる高分子バインダーとしては、例えば、ポリ酢酸ビニル（PVAc）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリエチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリベンジルメタクリレート、ポリイソブチルメタクリレート、ポリシクロヘキシルメタクリレート、ポリカーボネート（PC）、ポリスチレン（PS）、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリ安息香酸ビニル、ポリピバル酸ビニル、ポリエチルアクリレート、ポリブチルアクリレート、シクロオレフィンポリマーなどを挙げることができる。

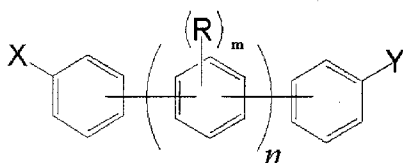
[0032] 一方、記録層14に用いる色素としては、例えば、ヒートモード型記録材料として従来用いられていた色素（1光子吸収色素）などを挙げることができる。また、記録再生時における隣接する記録層14への影響を最小限にするためには、色素として、多光子吸収色素を含むことが望ましく、多光子吸収色素は、例えば、読出光の波長に線形吸収帯を持たない2光子吸収色素であることが好ましい。

[0033] 具体的に、1光子吸収色素としては、例えば、メチン色素（シアニン色素、ヘミシアニン色素、スチリル色素、オキソノール色素、メロシアニン色素など）、大環状色素（フタロシアニン色素、ナフタロシアニン色素、ポルフィリン色素など）、アゾ色素（アゾ金属キレート色素を含む）、アリリデン色素、錯体色素、クマリン色素、アゾール誘導体、トリアジン誘導体、ベンゾトリアゾール誘導体、ベンゾフェノン誘導体、フェノキサジン誘導体、フェノチアジン誘導体、1-アミノプタジエン誘導体、桂皮酸誘導体、キノフタロン系色素などを挙げることができる。

[0034] また、2光子吸収色素としては、読出光の波長に線形吸収帯を持たないものであれば、特に限定されないが、例えば、下記一般式（1）で表される構造を有する化合物などを挙げることができる。

[0035] [化1]

一般式 (1)



[0036] (一般式 (1) 中、X および Y はハメットのシグマパラ値 (σ_p 値) が共にゼロ以上の値を有する置換基を表し、同一でもそれぞれ異なってもよく、n は 1 ~ 4 の整数を表し、R は置換基を表し、同一でもそれぞれ異なってもよく、m は 0 ~ 4 の整数を表す。)

[0037] 一般式 (1) 中、X および Y はハメット式における σ_p 値が正の値を取るもの、所謂電子吸引性の基を指し、好ましくは例えばトリフルオロメチル基、ヘテロ環基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、スルファモイル基、カルバモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アルコキシカルボニル基などが挙げられ、より好ましくはトリフルオロメチル基、シアノ基、アシル基、アシルオキシ基、またはアルコキシカルボニル基であり、最も好ましくはシアノ基、ベンゾイル基である。これらの置換基のうち、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、スルファモイル基、カルバモイル基、アシル基、アシルオキシ基、およびアルコキシカルボニル基は、溶媒への溶解性の付与等その他、様々な目的で、さらに置換基を有してもよく、置換基としては、好ましくは、アルキル基、アルコキシ基、アルコキシアルキル基、アリールオキシ基などが挙げられる。

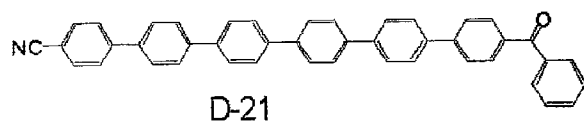
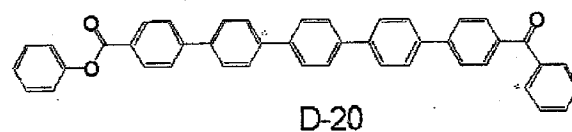
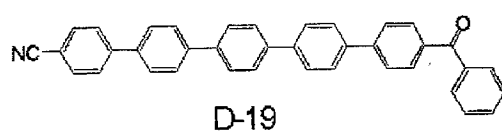
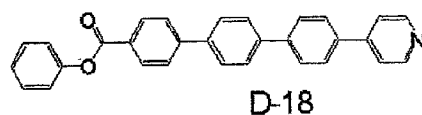
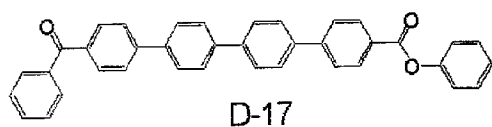
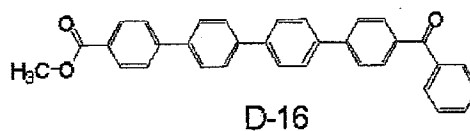
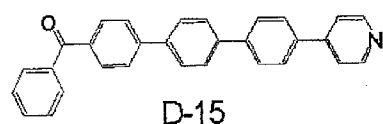
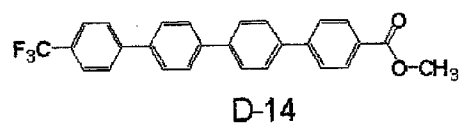
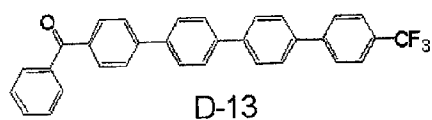
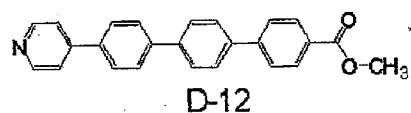
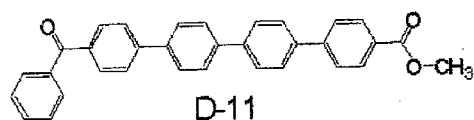
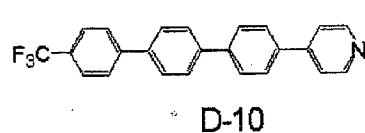
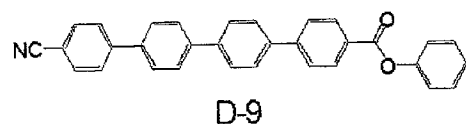
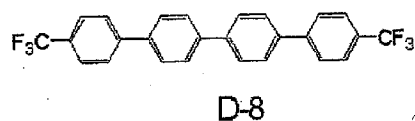
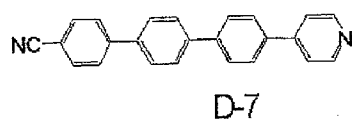
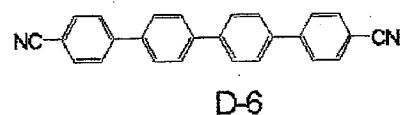
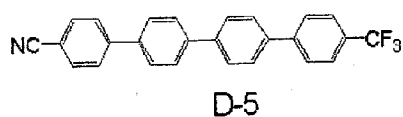
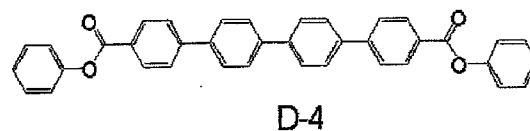
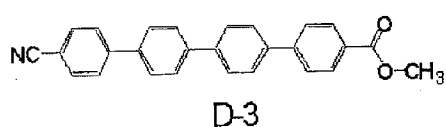
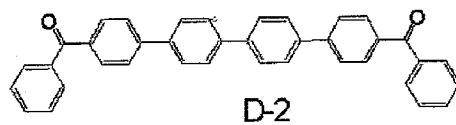
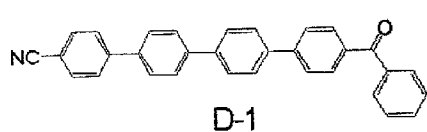
[0038] n は好ましくは 2 または 3 であり、最も好ましくは 2 である。n が 5 以上になるほど、線形吸収が長波長側に出てくるようになり、700 nm よりも短波長の領域の記録光を用いての非共鳴 2 光子吸収記録ができなくなる。

R は置換基を表し、置換基としては、特に限定されず、具体的には、アルキル基、アルコキシ基、アルコキシアルキル基、アリールオキシ基などが挙げられる。

[0039] 一般式 (1) で表される構造を有する化合物の具体例としては、特に限定

されないが、例えば、下記の化学構造式D-1～D-21の化合物などを挙げることができる。

[0040] [化2]



- [0041] 上記したような色素は記録層中に1～80質量%含まれることが望ましく、5～60質量%含まれることがより望ましく、10～40質量%含まれることがさらに望ましい。
- [0042] 記録層14は、記録光を照射すると、色素が記録光を吸収して発生する熱により高分子バインダーが変形して、第1界面18A、より詳しくは第1界面18Aのうち隣り合うグループ14A、14Aの間の凸部14Bに第1中間層15Aに向かう凸形状（記録マークM）が形成されることで情報が記録される。なお、記録マークMは、記録層14から第1中間層15Aに向かう凸形状の周囲に、第1中間層15Aから記録層14に向かう凹形状（変形前の第1界面18Aを基準として凹形状）を有するものであってもよい。
- [0043] 上記のような情報の記録のため、記録層14は、従来の高分子バインダーと色素を含む記録層に比較して厚く形成されており、1層の記録層14は、厚さが100nm～5 μ m、望ましくは100nm～3 μ m、より望ましくは200nm～2 μ mで形成されている。厚さが例えば50nmより小さい場合には、公知の記録層の変形による記録技術のように、記録層と中間層の界面が記録層を基準に見て凹形状に変形するが、厚さが100nm以上であることで、記録した箇所の中央が凸となるように変形する。一方、記録層14の厚さの上限は特に限定されないが、記録層14の層数をできるだけ多くするため、記録層14の厚さは5 μ m以下であるのが望ましい。本実施形態では、記録層14の厚さは、一例として400nm（0.4 μ m）である。
- [0044] 記録層14は、複数、例えば、2～100層程度設けられる。多層光情報記録ディスク10の記憶容量を大きくするため、記録層14は多い方が望ましく、例えば10層以上であるのが望ましい。また、記録層14は、第1界面18Aを変形させる記録の前後において、屈折率が実質的に変化しないような材料が用いられる。
- [0045] 記録層14は、記録光に対する吸収率（1光子吸収率）が1層当たり10%以下であるのが望ましい。また、記録層14の層数を多くするためには記録可能な限りで吸収率が小さい方がよいので、記録層14の吸収率は、8%

以下であるのがより望ましく、5%以下であるのがさらに望ましく、3%以下であるのが特に望ましい。例えば、最も奥側の記録層14に到達する記録光の強度が照射した記録光の強度の50%以上であることを条件とすると、8層の記録層を実現するためには、記録層1層当たりの吸収率が8%以下である必要があり、20層の記録層を実現するためには、記録層1層当たりの吸収率が3%以下である必要があるからである。吸収率が高いと、層数が少なくなり、多層化による記録容量を大きくする効果が小さくなる。

[0046] 詳細については後述するが、上記した記録層14は、色素材料と高分子バインダーを溶媒に溶解させた液をスピンコート法やブレードコート法などにより塗布して硬化させることで層状にし、これにグループ14Aの形状を反転した凸部を有するモールド（インプリントを行うための型であり、スタンパ、テンプレートなどとも呼ばれる。）を押し当てて熱インプリントを行うことで形成することができる。色素材料や高分子バインダーを溶解させる溶媒としては、ジクロロメタン、クロロホルム、メチルエチルケトン（MEK）、アセトン、メチルイソブチルケトン（MIBK）、トルエン、ヘキサン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）、シクロヘキサノンなどを用いることができる。

[0047] 中間層15は、複数の記録層14の間、言い換えると、各記録層14の上下に隣接して設けられている。より詳細に、中間層15は、記録層14の一方側に隣接する第1中間層15Aと、記録層14の他方側に隣接する第2中間層15Bとから構成され、複数の記録層14の間に第1中間層15Aと第2中間層15Bが交互に配置されている。本実施形態では、基板11側から見て、第1中間層15A、記録層14、第2中間層15B、記録層14がこの順で、繰り返し配置されている。

[0048] 各中間層15は、複数の記録層14の間で層間クロストークが生じないように、記録層14同士の間隔を所定量空けるために設けられている。このため、各中間層15は、厚さが2 μ m以上であることが望ましく、5 μ m以上であることがより望ましい。また、各中間層15は、層間クロストークが生

じない限り薄い方がよく、例えば、厚さが $20\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。本実施形態では、各中間層15の厚さは、一例として $10\mu\text{m}$ である。なお、第1中間層15Aおよび第2中間層15Bの厚さが $10\mu\text{m}$ と同じであることで、第1界面18Aのピッチは、 $10\mu\text{m}$ 、 $10.8\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $10.8\mu\text{m}$ ・・・と一定ではない。これにより、再生中の第1界面18Aからの反射光である再生光（読出光の照射により発生する再生信号を含む光）と、再生中の第1界面18Aに隣接する第1界面18Aにおける読出光の反射光との干渉が、再生光に与える影響を小さくすることができる。

[0049] また、各中間層15は、記録時および再生時のレーザ光の照射により変化しない材料が用いられる。さらに、各中間層15は、記録光や読出光、再生光の損失を最小限にするため、記録光や読出光、再生光に対し、透明な樹脂からなることが望ましい。ここでの透明とは、吸収率が1%以下であることをいう。

[0050] 第1中間層15Aは、他の面への貼り付けを可能にする粘着性を有する粘着剤からなり、記録層14よりも軟らかい層である。例えば、第1中間層15Aは、そのガラス転移温度が記録層14のガラス転移温度よりも低くなっている。このように、記録層14よりも軟らかい第1中間層15Aを記録層14の一方側に隣接する中間層15として用いることで、記録層14を記録光により加熱して膨張させたときに、中間層15が変形しやすく、第1界面18Aに容易に変形を起こさせることができる。なお、記録層14と中間層15の硬さの比較は、それぞれを構成する材料のバルク体を互いに押し付け合うことで確認することができる。具体的には、バルク体同士を押し付け合ったときに大きく凹む方が軟らかいと確認することができる。

[0051] 一方、第2中間層15Bは、第1中間層15Aよりも硬い層である。この第2中間層15Bは、紫外線硬化性樹脂やポリカーボネートなどから形成され、本実施形態においては、記録層14と同等の硬さまたは記録層14よりも硬くなっている。例えば、第2中間層15Bは、そのガラス転移温度が記録層14のガラス転移温度以上となっている。このように、記録層14と同

等の硬さのまたは記録層 1 4 よりも硬い第 2 中間層 1 5 B を記録層 1 4 の他方側に隣接する中間層 1 5 として用いることで、多層光情報記録ディスク 1 0 は、記録光の照射により、第 2 界面 1 8 B には凸形状が形成されず、第 1 界面 1 8 A のみで凸形状（記録マーク M）が形成されることとなる。

[0052] 本実施形態において、第 1 中間層 1 5 A と第 2 中間層 1 5 B は、その屈折率が互いに異なっており、記録層 1 4 と第 2 中間層 1 5 B は、その屈折率が実質的に同じである。具体的に、記録層 1 4 と第 2 中間層 1 5 B は、記録層 1 4 の屈折率を n_1 、第 2 中間層 1 5 B の屈折率を n_3 として、

$$\left((n_3 - n_1) / (n_3 + n_1) \right)^2 \leq 0.0003$$

を満たす程度、すなわち、第 2 界面 1 8 B での反射率が 0.0003（0.03%）以下である程度に同等であるのが望ましい。

[0053] 記録層 1 4 の屈折率と第 2 中間層 1 5 B の屈折率は、第 2 界面 1 8 B での反射をなくすため、近い値である方がよく、その差は、好ましくは 0.05 以下、より好ましくは 0.03 以下、さらに好ましくは 0.01 以下、最も好ましくは 0 である。一例として、記録層 1 4 の屈折率 n_1 は、1.565 であり、第 2 中間層 1 5 B の屈折率 n_3 は、1.564 である。このとき、第 2 界面 1 8 B での反射率 $\left((n_3 - n_1) / (n_3 + n_1) \right)^2$ は、ほぼ 0 となる。

[0054] 一方、記録層 1 4 と第 1 中間層 1 5 A は、その屈折率が互いに異なっており、両者の屈折率の差が適度に設けられているのがよい。これにより、第 1 界面 1 8 A において、屈折率の急変による読出光の反射が可能となる。より詳細に、記録層 1 4 と第 1 中間層 1 5 A との屈折率の差は、記録層 1 4 と第 2 中間層 1 5 B との屈折率の差よりも大きく、かつ、0.11 以下であるのが好ましい。具体的に、記録層 1 4 の屈折率と第 1 中間層 1 5 A の屈折率は、第 1 中間層 1 5 A の屈折率を n_2 として、

$$0.0005 \leq \left((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1) \right)^2 \leq 0.04$$

を満たす程度、すなわち、第 1 界面 1 8 A での反射率が 0.0005（0.05%）以上 0.04（4%）以下である程度に異なっているのが望ましい

。

[0055] 反射率が0.0005以上であることで、第1界面18Aでの反射光量を大きくして、情報の再生時にS/N比を大きくすることができる。また、反射率が0.04以下であることで、第1界面18Aでの反射光量を適度な大きさに抑えて、記録時および再生時において記録読出光が大きな減衰を受けることなく深い記録層14に到達するのを可能にする。これにより、記録層14を多数設けて大容量化を図ることが可能となる。一例として、記録層14の屈折率 n_1 は、1.565であり、第1中間層15Aの屈折率 n_2 は、1.477である。このとき、第1界面18Aでの反射率 $((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2$ は、0.0008 (0.08%)となる。

[0056] 以上のように記録層14と各中間層15の屈折率を調整することで、第1界面18Aと第2界面18Bを合わせた光の透過率を高くできるので、記録層14を多層にした場合に、記録読出光の照射側から見て奥深くの記録層14にまで光を届かせることができる。これは、多層化による記録容量の増大に有利である。特に、本実施形態では、記録層14の屈折率と第2中間層15Bの屈折率が略同じであることで、第2界面18Bにおける光の反射率が実質的に0となるため、より奥深くの記録層14にまで光を届かせることができ、多層化による記録容量の増大により有利となっている。

[0057] 記録層14および中間層15の屈折率を調整するには、記録層14および中間層15に用いる材料の配合を調整するとよい。

具体的には、記録層14の材料には、高分子バインダーと色素が含まれているので、高分子バインダーや色素の屈折率を適切に選択し、それぞれの配合比率を変更することによって屈折率を任意に調整することができる。また、高分子バインダーは、類似の基本構造を有していても重合度が異なると屈折率も変化するため、重合度が異なる高分子バインダーを用いたり、高分子バインダーの重合度を調整したりすることでも屈折率の調整が可能である。さらに、複数の高分子バインダーを配合することで調整することも可能である。また、屈折率調整剤（無機微粒子等）を添加して屈折率を調整すること

も可能である。

[0058] また、中間層 15 の屈折率を調整する場合、中間層 15 の材料として用いることができる樹脂などのポリマー材料の重合度を調整することで、屈折率を調整することができる。また、中間層 15 として使用可能な材料を任意に配合して屈折率を調整したり、屈折率調整剤（無機微粒子等）を添加して調整したりすることも可能である。

[0059] カバー層 16 は、記録層 14 および中間層 15 を保護するために設けられる層であり、記録光や読出光、再生光が透過可能な材料からなる。カバー層 16 は、数十 μm ～数 mm の適宜な厚さで設けられる。

[0060] 次に、以上のような多層光情報記録ディスク 10 に、情報を記録・再生する方法について説明する。

所望の記録層 14 に情報を記録するとき、図 2 に示すように、その記録層 14 に、記録すべき情報に応じて出力が変調されたレーザ光（記録光 R B）を照射する。一例として、このレーザ光の波長は、405 nm である。また、記録層 14 が、多光子吸収化合物を記録色素として有する場合、このレーザ光には、ピークパワーを大きくできるパルスレーザ光を用いるとよい。そして、記録光 R B の焦点の位置は、特に限定されないが、第 1 界面 18 A 付近とすることができ、望ましくは、第 1 界面 18 A よりも記録層 14 側がよい。

[0061] 記録光 R B を照射すると、記録光 R B を照射した箇所の中心が記録層 14 から第 1 中間層 15 A に向けて凸形状となる記録マーク M（ピット）が形成される。図 2 に示した記録マーク M は、詳細には、中央が凸部 M1 となり、この凸部 M1 の周囲が記録層 14 に向かうリング状の凹部 M2 となっている。凹部 M2 の最も深い部分の第 1 界面 18 A（変形前の第 1 界面 18 A）からの距離は、凸部 M1 の頂点の第 1 界面 18 A（変形前の第 1 界面 18 A）からの距離よりも小さい。すなわち、記録マーク M は、全体としては、およそ凸形状とすることができる。なお、記録マークは、記録条件により、凸部 M1 のみからなり、凹部 M2 が形成されない場合もある。

[0062] 図3に示すように、記録マークMに連続波レーザで読出光OBを照射すると、記録層14の屈折率と第1中間層15Aの屈折率に差があることで、第1界面18Aで読出光OBが反射する。このとき、記録マークMの周囲の第1界面18Aと、記録マークMにおける反射光の強度に差が生じるので、この反射率の違いにより記録マークMを検出することができる。なお、記録層14の屈折率は、記録前と変化していないので、読出光OBの反射は、記録層14の内部では起こらず、第1界面18Aのみで起こり、記録マークMを安定して検出することができる。このような光学的な検出のため、凸部M1は、変形する前の界面（第1界面18A）に対して1～300nm程度突出しているのが望ましい。

[0063] 本実施形態においては、記録マークMは、凸部M1の周囲に凹部M2が形成されているので、記録マークMを読み取るための読出光OBを記録マークMに当てると、凸部M1のみがある場合に比較して、記録マークMによる反射光の強度分布は凸部M1の中央からの距離に応じて急激に変化すると考えられ、高い変調度で読み取ることが可能である。

[0064] 以上説明した本実施形態の多層光情報記録ディスク10においては、各記録層14にトラッキングサーボを行うためのグルーブ14Aが形成されているので、1つのレーザ光（記録読出光）によるトラッキングと記録再生が可能となる。これにより、従来の光情報記録ディスク用の記録再生装置と同様な光学系を用いて情報の記録や再生を行うことができる。また、各記録層14がトラッキングサーボを行うためのグルーブ14Aを有することで、記録層14のトラックを再現良くトレースすることが可能となる。これにより、例えば、1つの記録層14の途中まで記録した場合に、当該記録層14内でその続きから記録を行うことが容易となる。

[0065] <多層光情報記録ディスクの製造方法>

次に、本実施形態の多層光情報記録ディスク10を製造する好適な方法について、2つの例を挙げてそれぞれ説明する。

[0066] [製造方法の第1の例]

第1の例においては、図4（a）に示すように、まず、第1の剥離シート21の剥離剤が塗布されている面上に、第2中間層15Bを形成する。具体的に、第2中間層15Bは、例えば、紫外線硬化性樹脂を第1の剥離シート21上に塗布し、紫外線を照射して硬化させることで形成することができる。なお、第1の剥離シート21には、第1の剥離シート21を剥離するときの力が後述する第2の剥離シート22を剥離するときの力よりも弱くなるような剥離性能の高い剥離剤が塗布されている。また、本発明において、各層の材料の塗布方法は、特に限定されないが、例えば、スピンコート法、ナイフコート法、ロールコート法、バーコート法、ブレードコート法、ダイコート法、グラビアコート法などを採用することができる。

[0067] 次に、第2中間層15Bの上に記録層14を形成する。具体的に、記録層14は、高分子バインダーと色素を溶媒に溶解させた液を第2中間層15B上に塗布し、乾燥することなどによって硬化させることで形成することができる。

[0068] 次に、記録層14の表面に熱インプリントによりグループ14Aを形成することで第1のシートS1を得る。具体的に、当該工程では、まず、図4（b）に示すように、記録層14の表面に対し、所定の温度に加熱した熱インプリント用のモールド31を所定の圧力で押し当てる。次いで、記録層14を冷却し、その後、記録層14からモールド31を剥離することで、図4（c）に示すように、記録層14の表面にグループ14Aを形成することができる。

[0069] モールド31には、記録層14の表面に形成されるグループ14Aの形状を反転した凸部が形成されている。なお、本発明において、モールドの形成方法は、特に限定されないが、例えば、ニッケルなどの金属材料を用いて電鍍により形成する方法や、ニッケルや石英、シリコンなどの材料にレジストを塗布してインプリントを行った後にエッチングを行って凹凸を形成する方法などを採用することができる。

[0070] 記録層14の熱インプリント時、モールド31は、記録層14のガラス転

移温度を T_g [°C] として、 $T_g \pm 25^\circ\text{C}$ に加熱することが望ましい。また、記録層14の熱インプリント時、モールド31は、記録層14に対して0.1 MPa以上の圧力で押し当てることが望ましく、1 MPa以上の圧力で押し当てることがより望ましい。

[0071] 次に、図5 (a) に示すように、第1の剥離シート21とは別に用意した第2の剥離シート22の剥離剤が塗布されている面上に、第1中間層15Aを形成して第2のシートS2を得る。具体的に、第1中間層15Aは、粘着剤を第2の剥離シート22上に塗布することで形成することができる。なお、本発明において、第1のシートS1と第2のシートS2の作製の順序は特に問わない。

[0072] 次に、第1のシートS1の記録層14と第2のシートS2の第1中間層15Aを貼り合わせることで、第1のシートS1に第2のシートS2を重ねて、記録層14のグループ14Aが形成された面に第1中間層15Aを形成し、図5 (b) に示すような第3のシートS3を得る。

[0073] 次に、図5 (c) に示すように、第3のシートS3から第1の剥離シート21を取り除いて、第2中間層15Bを露出させる。前述したように、第1の剥離シート21は、第2の剥離シート22よりも剥離しやすいので、第2の剥離シート22が剥離することなく、第1の剥離シート21のみを良好に取り除くことができる。そして、図5 (d) に示すように、露出した第2中間層15Bの上に、新たに記録層14を形成する。

[0074] 次に、図6 (a), (b) に示すように、新たに形成した記録層14（露出している記録層14）の表面に熱インプリントによりグループ14Aを形成することで、複層シートとしての第4のシートS4を得る。本工程における熱インプリントの具体的な方法は、前記した第1のシートS1を得る工程の場合と同様であるが、モールド31を押し当てる際に、これから形成しようとするグループ14Aの位置と、第1のシートS1を得る工程で形成したグループ14Aの位置とが、望ましくは径方向に $25\mu\text{m}$ 以内の精度で合うように、モールド31の位置を調整する。

以上のようにして得られた第4のシートS4は、ロール状に巻かれて保管され、使用するときには、必要な分だけ引き出される。

[0075] 次に、図7(a)に示すように、基板11を用意し、この基板11の上に第1中間層15A(粘着剤層)を形成する。一方で、ロール状に巻かれた第4のシートS4を引き出し、基板11の形状に合わせて打ち抜く。そして、この打ち抜かれた第4のシートS4の露出した記録層14を、基板11の上に形成された第1中間層15Aに貼り合わせることで、図7(b)に示すように、基板11の上に、下から順に、第1中間層15A、記録層14、第2中間層15B、記録層14および第1中間層15Aが形成される。

[0076] 次に、図7(c)に示すように、基板11上に貼り付けられた第4のシートS4から第2の剥離シート22を取り除いて第1中間層15Aを露出させ、ここに、打ち抜かれた別の第4のシートS4の露出した記録層14を貼り合わせることで、図7(d)に示すように、基板11上に、記録層14、第2中間層15B、記録層14および第1中間層15Aからなる単位構造(第4のシートS4)が2つ重ねられる。

[0077] なお、第4のシートS4を基板11に貼り合わせる際や、第4のシートS4を他の第4のシートS4に貼り合わせる際の位置合わせは、例えば、基板11の中心に形成した穴の位置と、打ち抜きの際に第4のシートS4の中心に形成した穴の位置とを合わせることで行うことができる。また、第4のシートS4を他の第4のシートS4に貼り合わせる際には、一方の第4のシートS4のグループ14Aの位置と、他方の第4のシートS4のグループ14Aの位置とを、径方向に25 μ m以内の精度で合わせることが望ましい。

[0078] この後は、基板11上の最も上に位置する第4のシートS4から第2の剥離シート22を取り除いて第1中間層15Aを露出させ、ここに、打ち抜かれたさらに別の第4のシートS4の露出した記録層14を貼り合わせる工程を必要な回数繰り返し行う。

最後に、図7(e)に示すように、基板11上の最も上に位置する第4のシートS4から第2の剥離シート22を取り除いて第1中間層15Aを露出

させ、ここに、カバー層 16 を貼り合わせることで、図 1 に示したような、複数の記録層 14 を備える多層光情報記録ディスク 10 を製造することができる。

[0079] なお、上記した製造方法の第 1 の例では、第 4 のシート S4 を使用するとき第 4 のシート S4 を基板 11 の形状（ディスク状）に打ち抜いていたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図 8（a）～（c）に示すように、第 4 のシート S4 を得る工程において使用するモールド 32 に打ち抜き用の刃 32B を例えば円筒状に形成しておき、第 4 のシート S4 を得る工程において、モールド 32 の押し当てにより、グループ 14A の形成と同時に、記録層 14 および中間層 15 をディスク状に切断するようにしてもよい。これによれば、熱インプリントと打ち抜きを別々に行う場合と比較して、製造工程を削減できるので、多層光情報記録ディスク 10 の生産性を向上させることができる。

[0080] [製造方法の第 2 の例]

第 2 の例においては、図 9（a）に示すように、まず、第 2 中間層 15B（例えば、シート状に形成されたポリカーボネートなど）の両面にそれぞれ記録層 14 を形成して樹脂シート RS を得る。なお、記録層 14 は、両方を同時に形成してもよいし、片方ずつ形成してもよい。

[0081] 次に、図 9（b）に示すように、樹脂シート RS の各記録層 14 の表面に熱インプリントによりグループ 14A を同時に形成する。

ここで、本工程（熱インプリント工程）において用いる熱インプリント装置の一例について簡単に説明する。図 10 に示すように、熱インプリント装置 40 は、図示上下に並んで配置された一対の転写機構 40A、40B を備えて構成されている。各転写機構 40A、40B は、それぞれ、複数のモールド 41 が設けられたエンドレスベルト 42 と、エンドレスベルト 42 が掛け渡される複数のローラ 43～47 を主に有して構成されている。この熱インプリント装置 40 は、図示左から右に向けて搬送される樹脂シート RS が回転する一対のエンドレスベルト 42 の間を通過するとき、各記録層 14

にそれぞれモールド４１の凸形状を転写して各記録層１４の表面にグループ１４Ａを同時に形成する。このときモールド４１は、一对の加圧ローラ４４の間に入る前に所定の温度に加熱され、一对の加圧ローラ４４の間で樹脂シートＲＳ（記録層１４）に対して所定の圧力で押し当てられる。その後、モールド４１は、記録層１４に密着した状態で一对の加圧ローラ４４の間から剥離ローラ４５に向けて搬送されながら冷却され、剥離ローラ４５によって記録層１４から剥離される。

[0082] なお、図１１（ａ）に示すように、本実施形態では、熱インプリント時に、グループ１４Ａ（グループ形成領域１４Ｇ）の形成と同時に、位置決めマーク１４Ｍが、グループ形成領域１４Ｇの中心Ｃ（多層光情報記録ディスク１０の中心に相当）を挟む樹脂シートＲＳの両端部に１つずつ形成されるようになっている。この位置決めマーク１４Ｍは、各モールド４１（図１０参照）に形成された位置決めマーク１４Ｍの形状を反転した図示しない凸部が熱インプリントによって転写されたものであり、樹脂シートＲＳの両面（両方の記録層１４）にそれぞれ転写される。本例における熱インプリント工程の際には、まず、樹脂シートＲＳに対して試験的に熱インプリントを行う。図１１（ｂ）に示すように、一方側の記録層１４の位置決めマーク１４Ｍ（実線参照）と、他方側の記録層１４の位置決めマーク１４Ｍ（破線参照）が所定の範囲を超えてずれていた場合には、図１０に示した熱インプリント装置４０の各エンドレスベルト４２および／またはモールド４１の位置を調整することで、両面の位置決めマーク１４Ｍの位置（両面のグループ１４Ａの位置）を合わせる。そして、両面の位置決めマーク１４Ｍの位置が所定の範囲内で合った後に、製品用の樹脂シートＲＳに対して熱インプリントを行う。一方側のグループ１４Ａの位置と、他方側のグループ１４Ａの位置とは、径方向に $25\mu\text{m}$ 以内の精度で合わせることが望ましく、 $10\mu\text{m}$ 以内の精度で合わせることがより望ましい。

[0083] 次に、図９（ｃ）に示すように、剥離シート２２の上に、第１中間層１５Ａを形成して第２のシートＳ２（第５のシート）を得る。なお、第２のシー

ト S 2 は、予め作製して準備しておいてもよい。

次に、第 2 のシート S 2 の第 1 中間層 1 5 A を、グループ 1 4 A を形成した記録層 1 4 の一方に貼り合わせることで、第 2 のシート S 2 に樹脂シート R S を重ね、図 9 (d) に示すように、一方の記録層 1 4 のグループ 1 4 A が形成された面に第 1 中間層 1 5 A を形成して、複層シートとしての第 4 のシート S 4 (第 6 のシート) を得る。

以上のようにして得られた第 4 のシート S 4 は、ロール状に巻かれて保管され、必要な分だけ引き出される。

[0084] この後は、前記した第 1 の例の場合と同様、図 7 (a) ~ (e) に示すように、基板 1 1 上に形成した第 1 中間層 1 5 A に基板 1 1 の形状に合わせて打ち抜かれた第 4 のシート S 4 を貼り合わせ、この上に打ち抜かれた別の第 4 のシート S 4 を貼り合わせる工程を繰り返し、最後にカバー層 1 6 を貼り付けることで、図 1 に示したような多層光情報記録ディスク 1 0 を製造することができる。

[0085] なお、上記した製造方法の第 2 の例でも、第 4 のシート S 4 を使用するときには第 4 のシート S 4 を基板 1 1 の形状に打ち抜いていたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図 1 0 に示した熱インプリント装置 4 0 において、モールド 4 1 やエンドレスベルト 4 2 に打ち抜き用の刃を形成しておき、熱インプリント工程においてグループ 1 4 A の形成と同時に、記録層 1 4 および中間層 1 5 をディスク状に打ち抜いて、図 1 2 (a), (b) に示すように、記録層 1 4 および図示しない中間層に切れ目 1 4 C を形成してもよい。この場合は、すでに樹脂シート R S がディスク状に打ち抜かれているため、第 4 のシート S 4 を得る工程においては、打ち抜かれた個々の部分 (各グループ形成領域 1 4 G) に対してディスク状に打ち抜いた第 2 のシート S 2 を貼り付けることで、第 4 のシート S 4 を得る (図 9 (c), (d) 参照)。

[0086] ちなみに、図 1 2 (b) に示すように、グループ形成領域 1 4 G の周囲の領域 (図 1 2 (a) の非使用領域 1 4 D に相当) が互いにつながるように樹

脂シート R S を打ち抜くことで、非使用領域 1 4 E を使用領域（グループ形成領域 1 4 G）から一括して分離することが可能となる。また、前記した製造方法の第 1 の例において、第 4 のシート S 4 を打ち抜く際に、図 1 2（b）に示すように、グループ形成領域 1 4 G の周囲の領域が互いにつながるように打ち抜くことで、非使用領域 1 4 E を第 2 の剥離シート 2 2 から一括して取り除くことが可能となる。

[0087] また、上記した 2 つの製造方法の例では、図 7（a）～（e）に示したように、基板 1 1 上に第 1 中間層 1 5 A を形成した後に第 4 のシート S 4 を貼り重ね、最後にカバー層 1 6 を貼り付けることで、多層光情報記録ディスク 1 0 を製造したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、基板 1 1 上に第 4 のシート S 4 の第 1 中間層 1 5 A を貼り合わせ、別の第 4 のシート S 4 を貼り重ねた後に、最も上に位置する第 4 のシート S 4 の記録層 1 4 の上に第 1 中間層 1 5 A（粘着剤層）を形成し、カバー層 1 6 を貼り合わせることで、多層光情報記録ディスク 1 0 を製造してもよい。また、基板 1 1 上に第 4 のシート S 4 の第 1 中間層 1 5 A を貼り合わせ、別の第 4 のシート S 4 を貼り重ねた後に、最も上に位置する第 4 のシート S 4 の記録層 1 4 の上に、第 1 中間層 1 5 A（粘着剤層）が形成されたカバー層 1 6 の第 1 中間層 1 5 A を貼り合わせることで、多層光情報記録ディスク 1 0 を製造してもよい。

[0088] また、上記した 2 つの製造方法の例では、熱インプリント時にモールドの方を加熱していたが、本発明はこれに限定されず、例えば、記録層 1 4（記録層 1 4 を含むシート）の方を加熱してもよいし、モールドと記録層 1 4 の両方を加熱してもよい。

[0089] 以上説明した多層光情報記録ディスク 1 0 の製造方法によれば、各記録層 1 4 がグループ 1 4 A を有する多層光情報記録ディスク 1 0 を製造することができるので、1 つのレーザ光によるトラッキングと記録再生が可能となり、かつ、記録層 1 4 のトラックを再現良くトレースすることが可能となる。また、熱インプリントにより記録層 1 4 に容易にグループ 1 4 A を形成でき

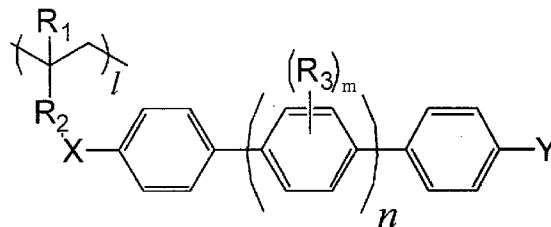
るので、各記録層 14 がグループ 14 A を有する多層光情報記録ディスク 10 を比較的 low コストで製造することが可能となる。

[0090] 以上に本発明の実施形態について説明したが、本発明は、前記した実施形態に限定されることなく適宜変形して実施することが可能である。

[0091] 例えば、前記実施形態では、記録層 14 は、高分子バインダーと、高分子バインダーに分散された色素を含むものであったが、本発明はこれに限定されず、記録層は、色素が結合された高分子を含むものであってもよい。具体的に、色素が結合された高分子としては、例えば、下記一般式 (2) で表される構造を有する化合物などを挙げるができる。

[0092] [化3]

一般式 (2)



[0093] (一般式 (2) 中、Y はハメットのシグマパラ値 (σ_p 値) が共にゼロ以上の値を有する置換基を表し、X も同種の置換基を表す。X および Y は同一種でもそれぞれ異なってもよく、n は 1 ~ 4 の整数を表し、R₁、R₂、R₃ は置換基を表し、同一種でもそれぞれ異なってもよく、l は 1 以上、m は 0 ~ 4 の整数を表す。)

[0094] また、前記実施形態では、記録層 14 に隣接する中間層 15 のうち一方側 (第 1 中間層 15 A) だけが粘着剤からなっていたが、本発明はこれに限定されず、図 13 (a) に示すように、記録層 14 に隣接する中間層 15 は、両方とも粘着剤からなり、多層光情報記録ディスク 20 は、基板 11 とカバー層 16 の間に、粘着剤からなる中間層 15 と記録層 14 が交互に配置されている構成であってもよい。この場合、層間クロストークが生じないように、1 層の記録層 14 は、厚さが 2 μm 以上であるのが望ましく、5 μm 以上であるのがより望ましく、7 μm 以上であるのがさらに望ましい。また、記

記録層 14 の厚さの上限は特に限定されないが、記録層 14 の層数をできるだけ多くするため、層間クロストークが生じない限りで薄い方が望ましく、例えば $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下が望ましい。また、この場合、トラッキングサーボを行うためのグループ 14 A は、記録層 14 の両界面 18 に形成されることとなるが、このような両界面 18 にグループ 14 A を有する記録層 14 は、例えば、前記した製造方法の第 2 の例の熱インプリント工程（図 9（b）参照）において、樹脂シート RS の代わりに、図 13（b）に示すような記録層 14 のみからなる記録層シート 14 S を用いて熱インプリントを行うことにより形成することができる。

[0095] 記録層 14 に隣接する中間層 15 の両方が粘着剤からなる構成によれば、1 層の記録層 14 の両界面 18 に記録マーク M（凸形状）を形成することができる。その結果、例えば、記録層 14 の層数が前記した多層光情報記録ディスク 10 と同じである場合には、記録容量の増大が可能となるし、記録層 14 の層数が多層光情報記録ディスク 10 よりも少ない場合であっても、同等の記録容量の実現が可能となる。

[0096] また、前記実施形態では、記録層 14 に形成されたグループ 14 A、14 A の間の凸部 14 B（ランド）に情報を記録した（記録マーク M を形成した）が、本発明はこれに限定されず、多層光情報記録ディスクは、グループに情報を記録し、隣り合うグループの間のランドを用いてトラッキングサーボを行うものであってもよい。

実施例

[0097] 次に、記録層の表面に熱インプリントによりグループを形成することができることを確認した実験について説明する。

<複層シートの作製>

以下の方法および条件で記録層（ $T_g = 73^\circ\text{C}$ ）と粘着剤からなる中間層を含む複層シートを作製した。なお、本実施例の複層シートは、第 2 の剥離シート（厚さ $38\text{ }\mu\text{m}$ ）上に、第 2 の剥離シート側から順に、第 1 中間層、記録層（以下、第 1 記録層という。）、第 2 中間層、記録層（以下、第 2 記

録層という。)を有して構成されている(図6(b)に示した第4のシートS4において、グループ14Aが形成されていない状態と同じ構造である)。

[0098] 第2中間層は、アクリル樹脂EA-F5003(大阪ガスケミカル株式会社製)79質量部、アクリル樹脂M-310(東亜合成株式会社製)21質量部、光重合開始剤IRGACURE184(Ciba AG製)3質量部を5時間攪拌することで混合し、まず、その材料(UV硬化性樹脂)を調整した。そして、UV硬化性樹脂を第1の剥離シートHY-NS80(東山フィルム株式会社製)上にブレード塗布し、高圧UVランプUM-102(ウシオ電機株式会社製)を用いて紫外線を照射することで形成した。

第1記録層は、高分子バインダーとしてポリメタクリル酸メチル(シグマアルドリッチジャパン株式会社製)63質量部、光吸収材料(色素)として2,2',4,4'-テトラヒドロキシベンゾフェノン(シグマアルドリッチジャパン株式会社製)37質量部を、溶媒2-ブタノン(和光純薬工業株式会社製)2200質量部に加え、20時間攪拌することで溶解し、まず、記録層塗布液を調整した。そして、記録層塗布液を第2中間層の上にブレード塗布し、100℃のオーブン中で3分間乾燥することで形成した。

[0099] 第1中間層は、一对の剥離シートに挟まれた(一方は第2の剥離シートである)厚さ10 μ mの粘着シートDA-3010(日立化成工業株式会社製)から他方の剥離シート(軽剥離シート)を剥離し、ラミネータRSL-382S(日本オフィスラミネーター株式会社製)を用いて第1記録層に貼り合わせることで形成した。

第2記録層は、第2中間層に接している第1の剥離シートを剥離し、前記した記録層塗布液を第2中間層の上にブレード塗布し、100℃のオーブン中で3分間乾燥することで形成した。

なお、触針式表面形状測定器DektakXT(株式会社アルバック製)を用いて各層の厚さを測定したところ、第2中間層の厚さは10 μ mであり、第1記録層および第2記録層の厚さはそれぞれ0.4 μ mであった。

[0100] <熱インプリント>

以下の方法および条件で第2記録層に対して熱インプリントを行った。なお、本実施例においては、第1記録層に対しての熱インプリントは行っていない。

電鍍によりニッケル製のモールドを作製した。モールドの転写面は、半径69mmの円形状であり、中心から24～58mmの環状の範囲内にグルーブの形状を反転した凸部が形成されている。モールドは、シングルスピラールランドアンドグルーブ形状をなし、凸部の幅が320nmであり、高さが60nmであり、ピッチが640nmとなるように形成した。

モールド表面の離型処理として、モールドをOptool 2100（ダイキン工業株式会社製）に浸漬してから、フッ素溶媒HD-TH（ダイキン工業株式会社製）で浸漬リンスし、モールド表面に単分子フッ素膜を形成した。

モールドを第2記録層に重ねて真空引きした後、加温した。そして、70℃まで到達した後、3MPaまで加圧して3分保持した。その後、35℃まで降温してから圧力を開放し、モールドを第2記録層から剥離した。

[0101] <測定方法>

以下の条件で熱インプリント後の第2記録層の表面をAFM（原子間力顕微鏡）により測定した。

装置 : 走査型プローブ顕微鏡OLS 3500（オリンパス株式会社製）

AFM探針 : AR5-NCHR-20（NanoWorld AG製）

測定条件 : ダイナミックモード

走査範囲 : $2\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$

[0102] <実験結果>

図14（a）、（b）に示すように、熱インプリント後の第2記録層の表面をAFMを用いて観察したところ、第2記録層の表面にグルーブ（図14（a）については暗く見える部分参照）が形成されていることが確認された。グルーブの幅は約0.36 μm であり、ランドの幅は約0.30 μm であ

り、径方向におけるグループの中心から一方のランドの中心までの距離は約 $0.33\ \mu\text{m}$ であり、グループの深さは約 $50\ \text{nm}$ であった。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の記録層と、当該複数の記録層の間に設けられる中間層とを備えた多層光情報記録ディスクであって、
前記記録層に隣接する中間層のうち少なくとも一方は、粘着剤からなり、
前記記録層は、
高分子バインダーと当該高分子バインダーに分散された色素を含むか、または、色素が結合された高分子を含み、前記色素が記録光を吸収して発生する熱により変形して前記粘着剤からなる中間層との界面に当該中間層に向かう凸形状が形成されることで情報が記録され、
前記粘着剤からなる中間層との界面にトラッキングサーボを行うためのグルーブを有することを特徴とする多層光情報記録ディスク。
- [請求項2] 前記記録層の一方側に隣接する中間層は、前記粘着剤からなる第1中間層であり、前記記録層の他方側に隣接する中間層は、前記第1中間層よりも硬い第2中間層であることを特徴とする請求項1に記載の多層光情報記録ディスク。
- [請求項3] 前記記録層と前記第1中間層との屈折率の差は、前記記録層と前記第2中間層との屈折率の差よりも大きいことを特徴とする請求項2に記載の多層光情報記録ディスク。
- [請求項4] 前記記録層の屈折率と前記第2中間層の屈折率は、略同じであることを特徴とする請求項3に記載の多層光情報記録ディスク。
- [請求項5] 前記記録層に隣接する中間層は、両方とも前記粘着剤からなり、前記粘着剤からなる中間層と前記記録層が交互に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の多層光情報記録ディスク。
- [請求項6] 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の多層光情報記録ディスクの製造方法であって、
記録層の表面に熱インプリントにより前記グルーブを形成する工程と、

前記記録層の前記グループが形成された面に前記粘着剤からなる中間層を形成して記録層と前記粘着剤からなる中間層を含む複層シートを得る工程と、

前記複層シートを他の複層シートに貼り合わせる工程と、を有することを特徴とする多層光情報記録ディスクの製造方法。

[請求項7] 請求項2から請求項4のいずれか1項に記載の多層光情報記録ディスクの製造方法であって、

第1の剥離シートの上に第2中間層と記録層をこの順に形成する工程と、

前記記録層の表面に熱インプリントにより前記グループを形成することで第1のシートを得る工程と、

第2の剥離シートの上に第1中間層を形成して第2のシートを得る工程と、

前記第1中間層と前記記録層を貼り合わせることで前記第1のシートに前記第2のシートを重ねて第3のシートを得る工程と、

前記第3のシートから前記第1の剥離シートを取り除いて露出した前記第2中間層の上に記録層を形成する工程と、

露出している記録層の表面に熱インプリントにより前記グループを形成することで第4のシートを得る工程と、

前記第4のシートを他の第4のシートに貼り合わせる工程と、を有することを特徴とする多層光情報記録ディスクの製造方法。

[請求項8] 請求項2から請求項4のいずれか1項に記載の多層光情報記録ディスクの製造方法であって、

第2中間層の両面にそれぞれ記録層を形成する工程と、

各記録層の表面に熱インプリントにより前記グループを同時に形成する工程と、

剥離シートの上に第1中間層を形成して第5のシートを得る工程と、

、

前記第5のシートの第1中間層を一方の記録層に貼り合わせることで第6のシートを得る工程と、

前記第6のシートを他の第6のシートに貼り合わせる工程と、を有することを特徴とする多層光情報記録ディスクの製造方法。

[請求項9] 記録層のガラス転移温度を T_g [°C] として、熱インプリント時に熱インプリント用モールドおよび記録層の少なくとも一方を $T_g \pm 25^\circ\text{C}$ に加熱することを特徴とする請求項6に記載の多層光情報記録ディスクの製造方法。

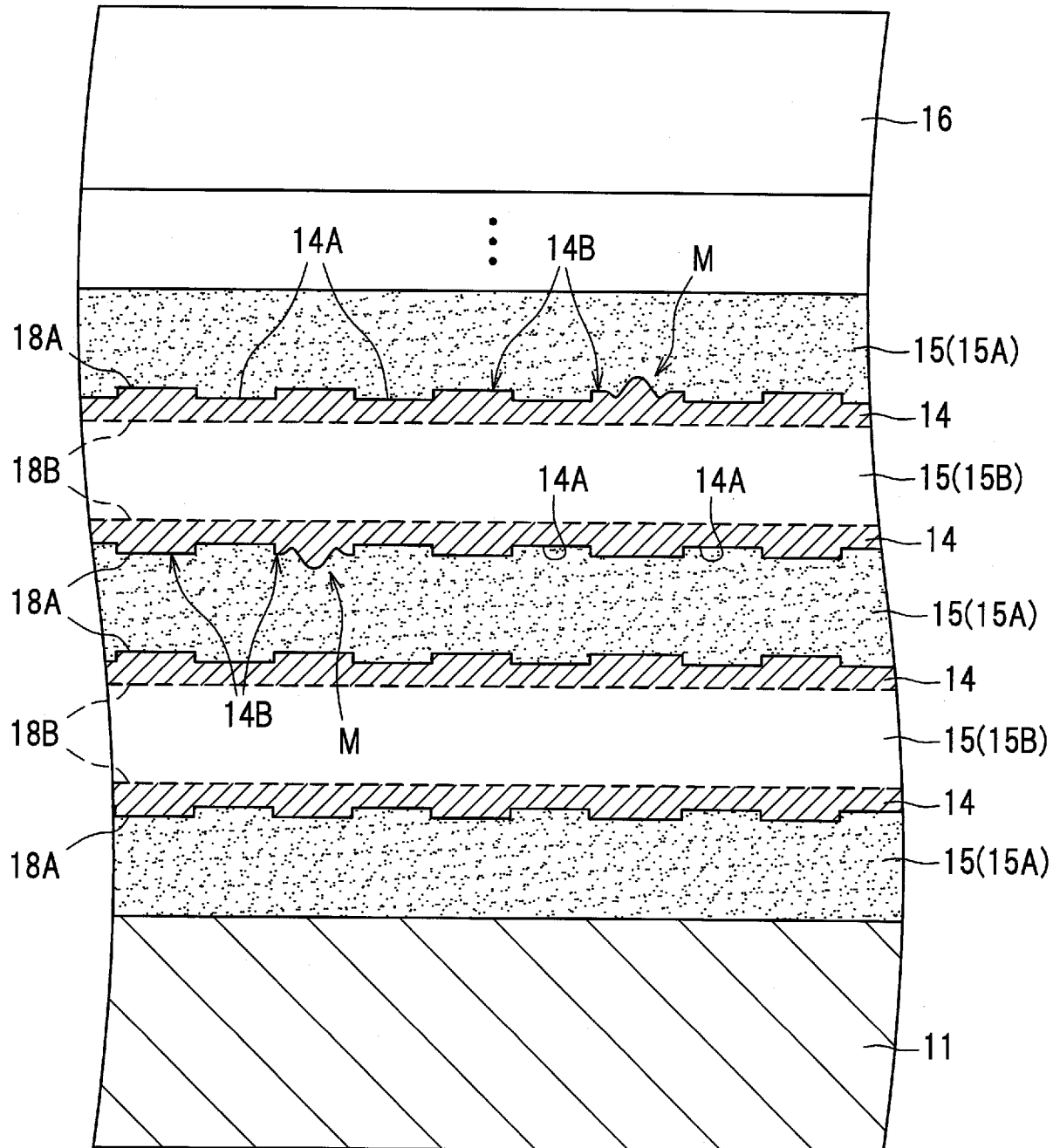
[請求項10] 記録層に対して熱インプリント用モールドを0.1 MPa以上の圧力で押し当てることを特徴とする請求項6に記載の多層光情報記録ディスクの製造方法。

[請求項11] 前記第4のシートを得る工程は、熱インプリント用モールドの押し当てにより、前記グループの形成と同時に、記録層および中間層を所定の形状に切断することを特徴とする請求項7に記載の多層光情報記録ディスクの製造方法。

光



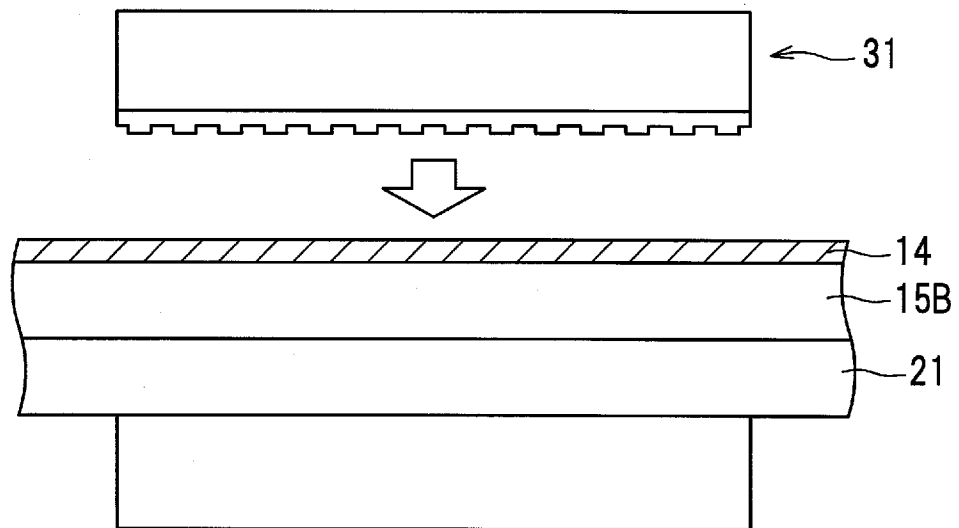
10



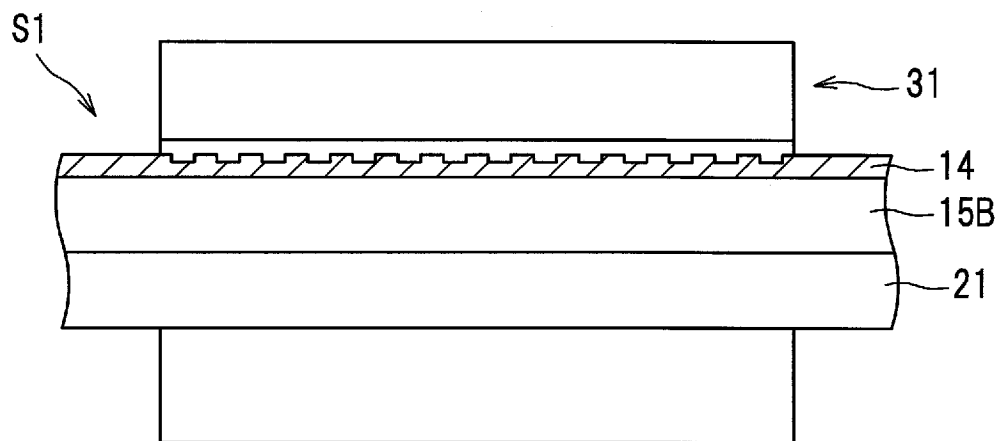
[illegible]

[図4]

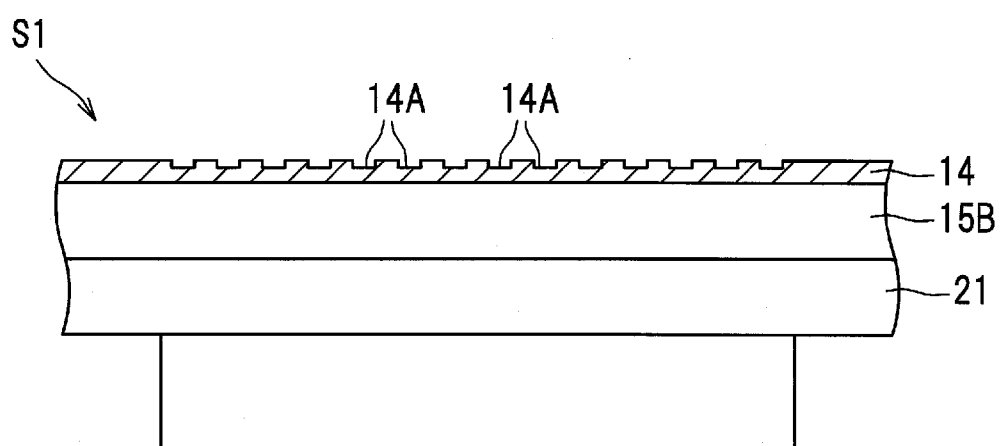
(a)



(b)

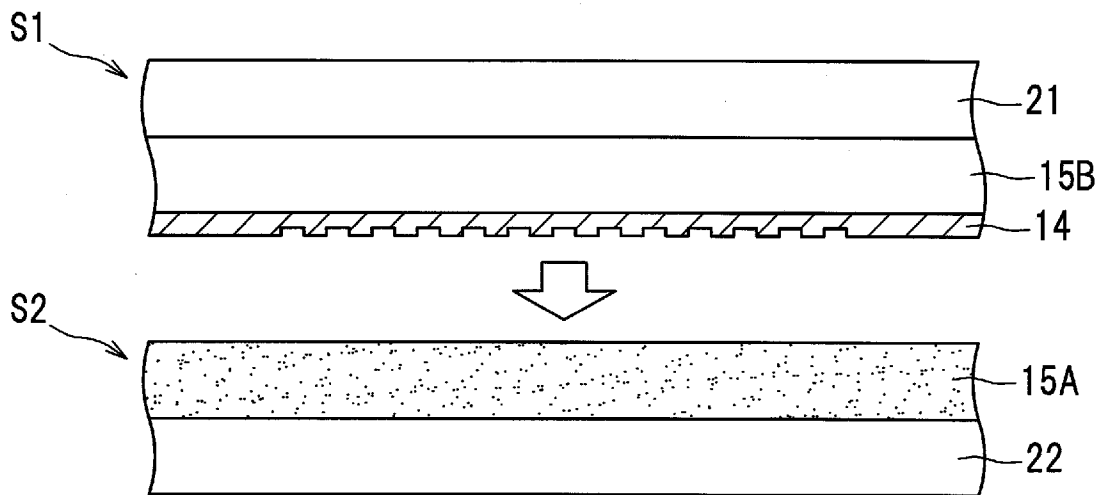


(c)

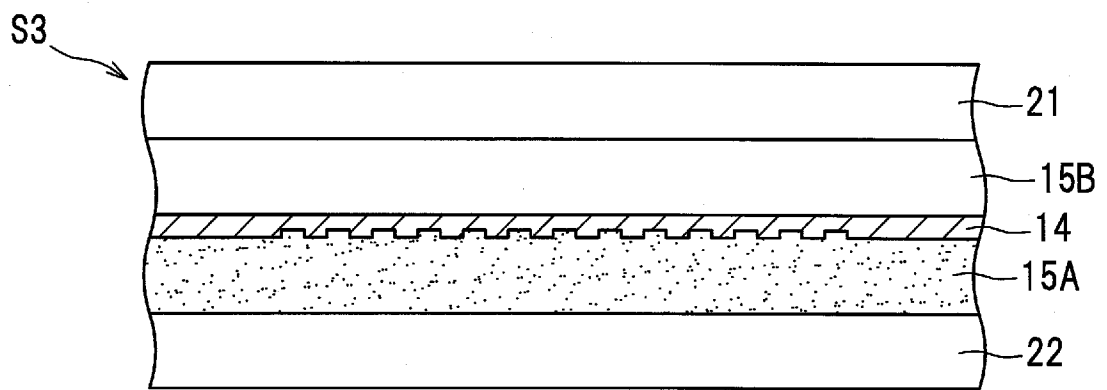


[図5]

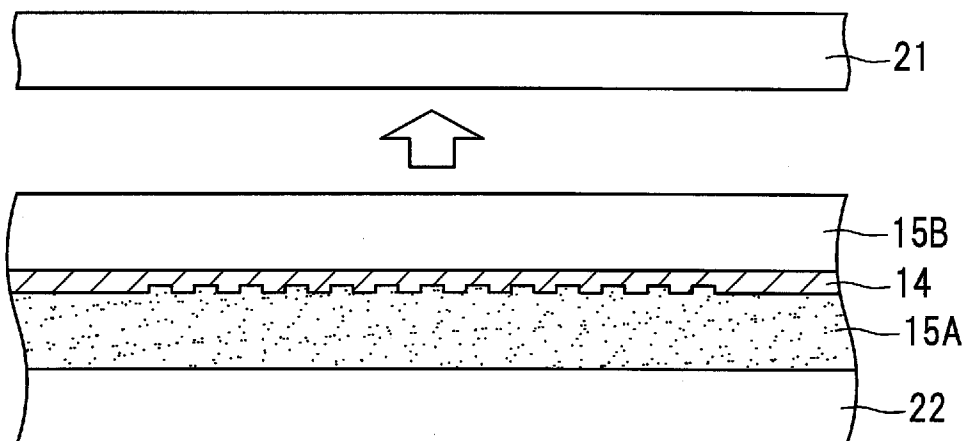
(a)



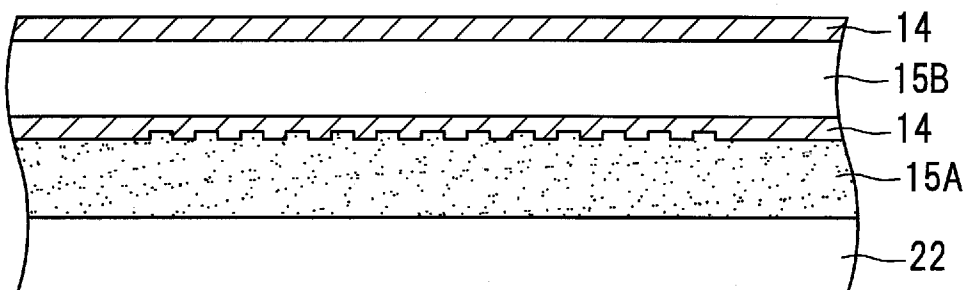
(b)



(c)

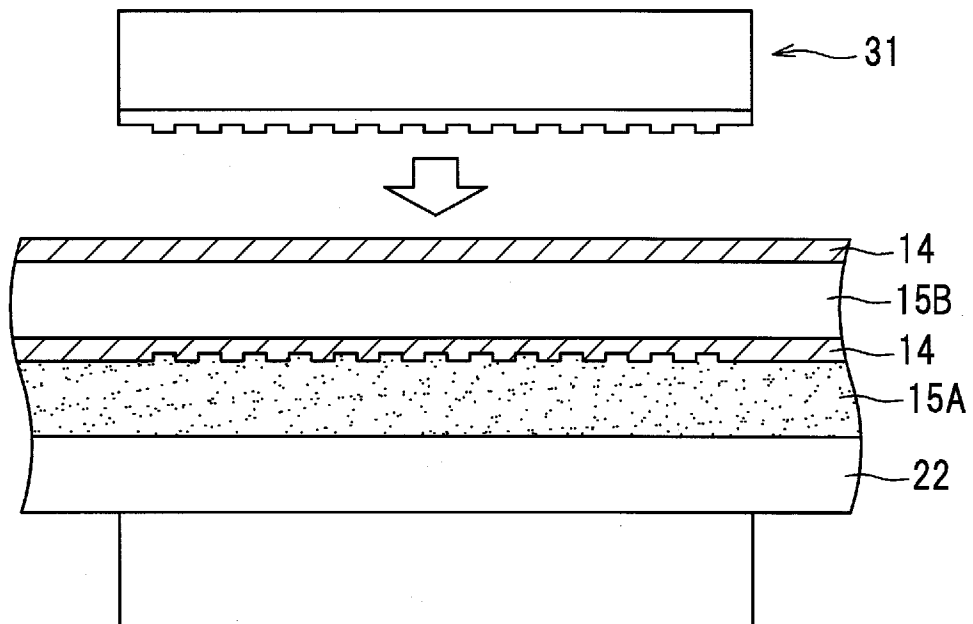


(d)



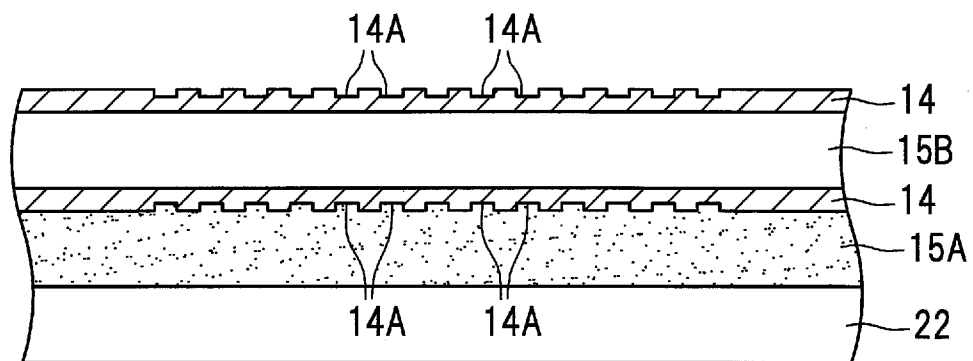
[図6]

(a)

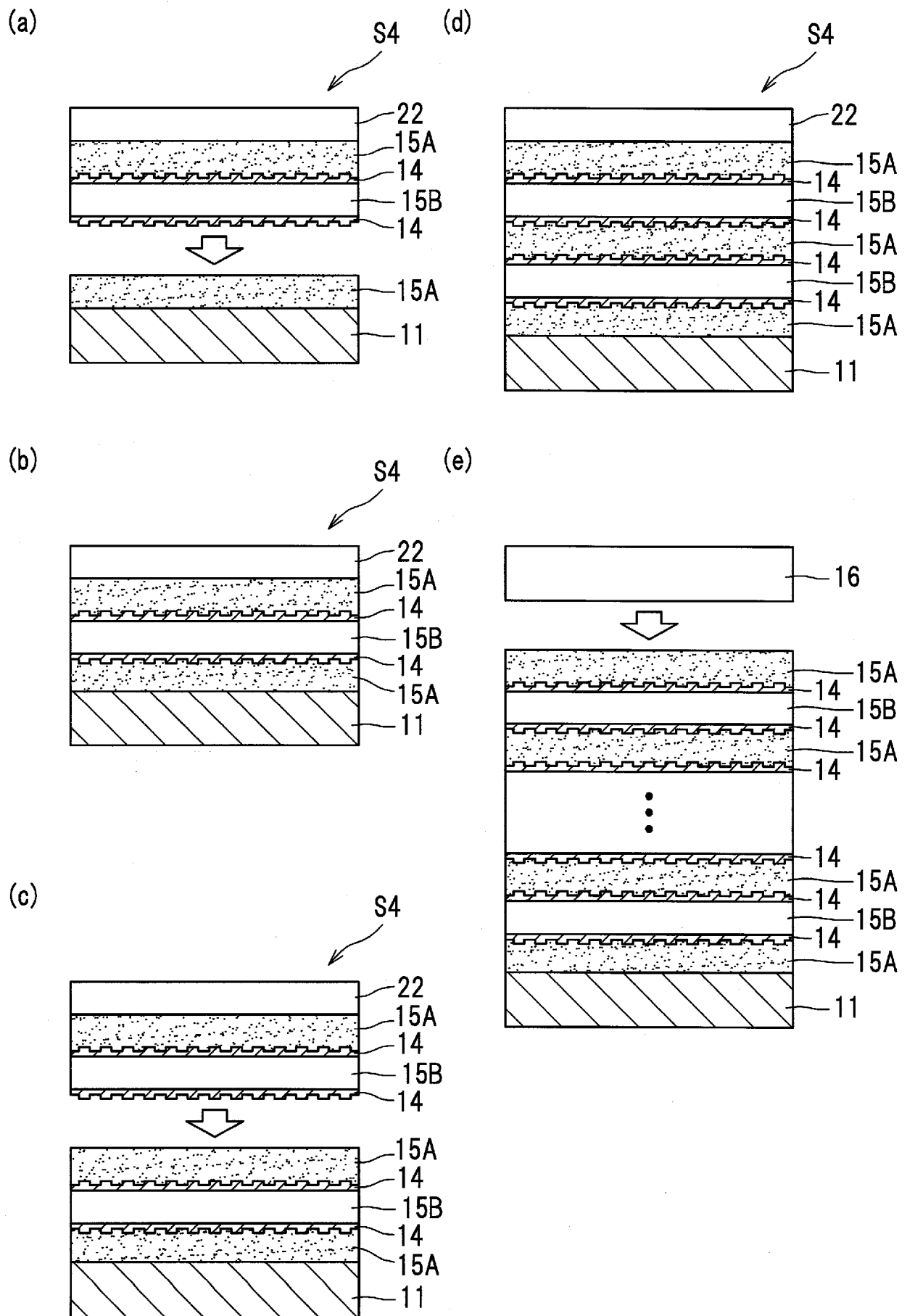


(b)

S4

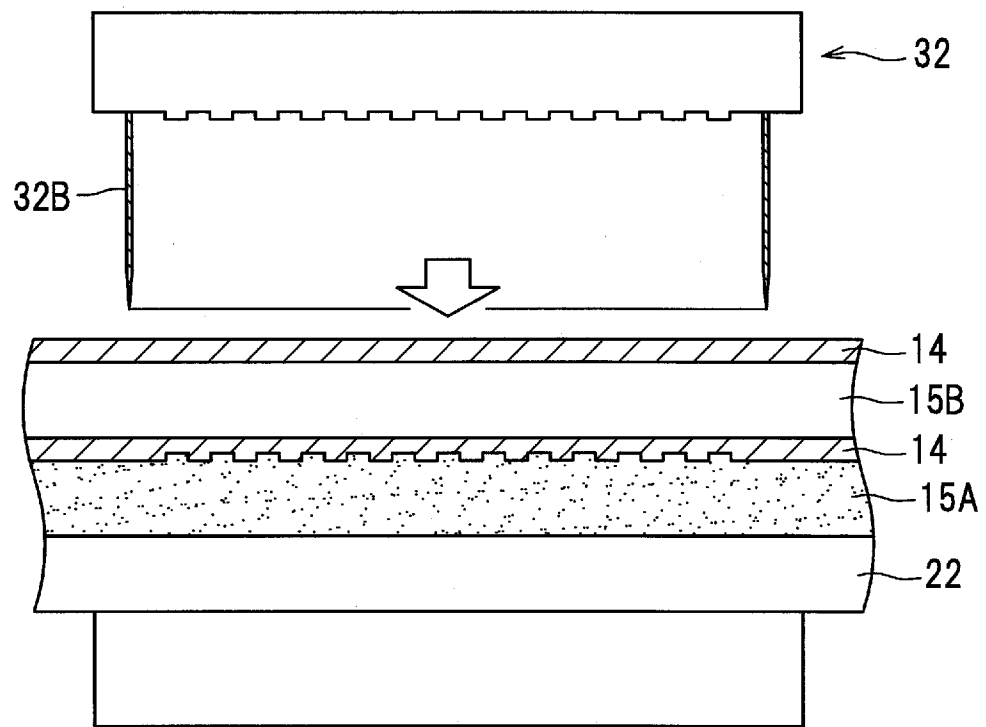


[図7]

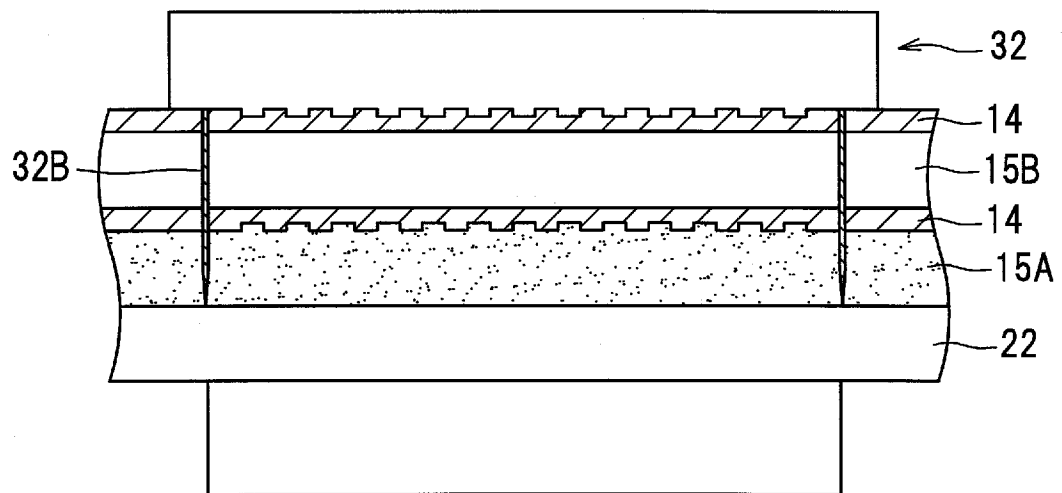


[図8]

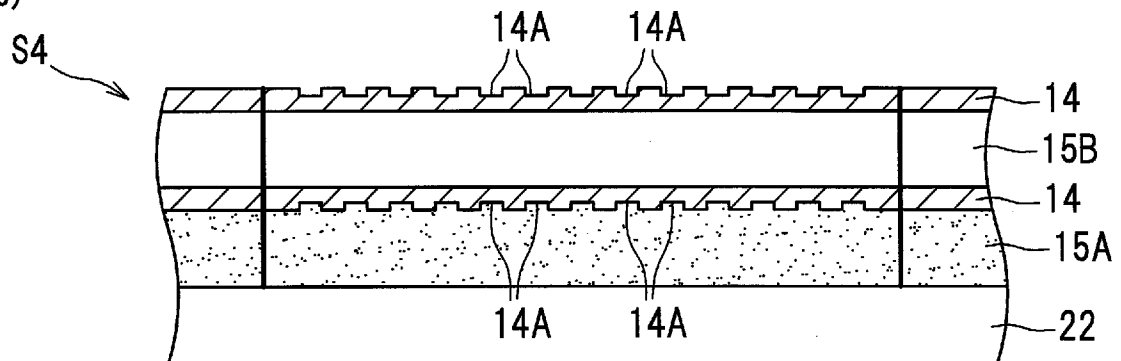
(a)



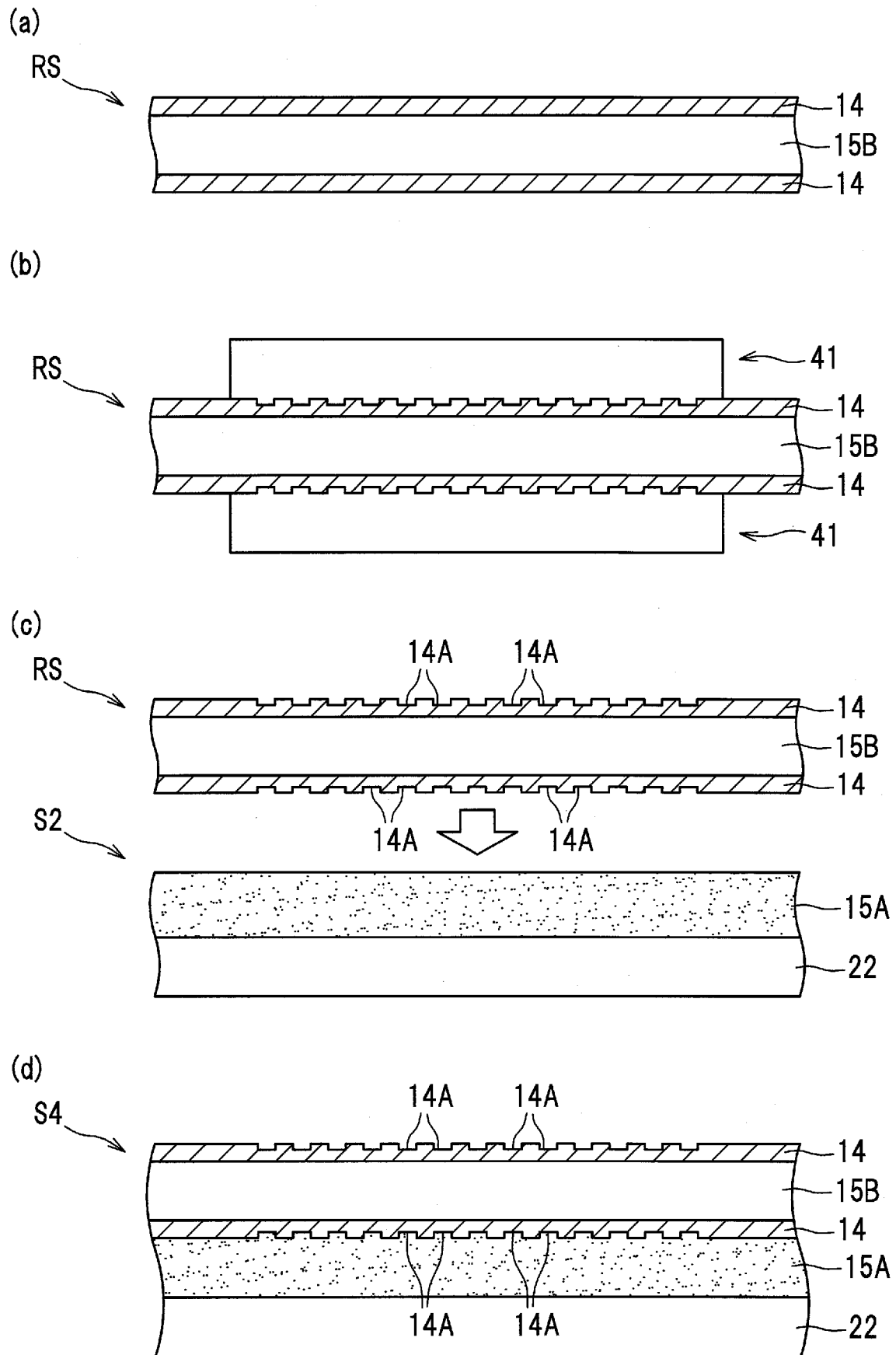
(b)



(c)

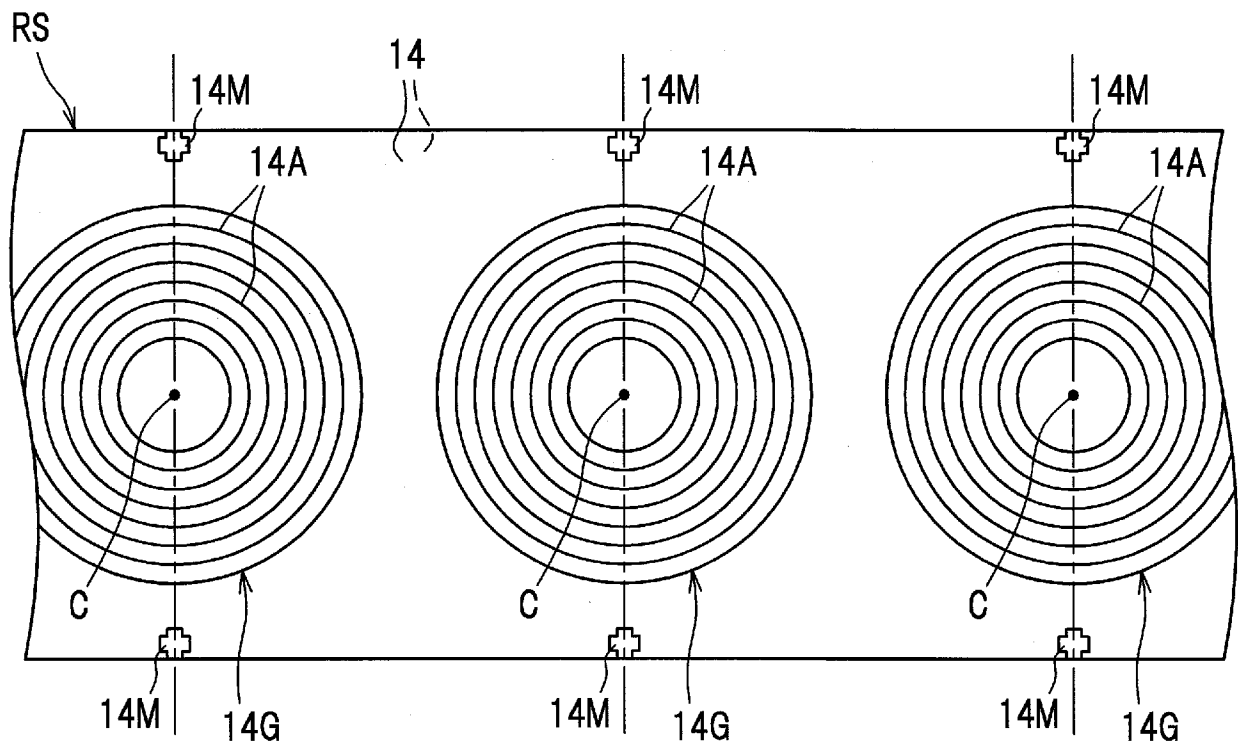


[図9]

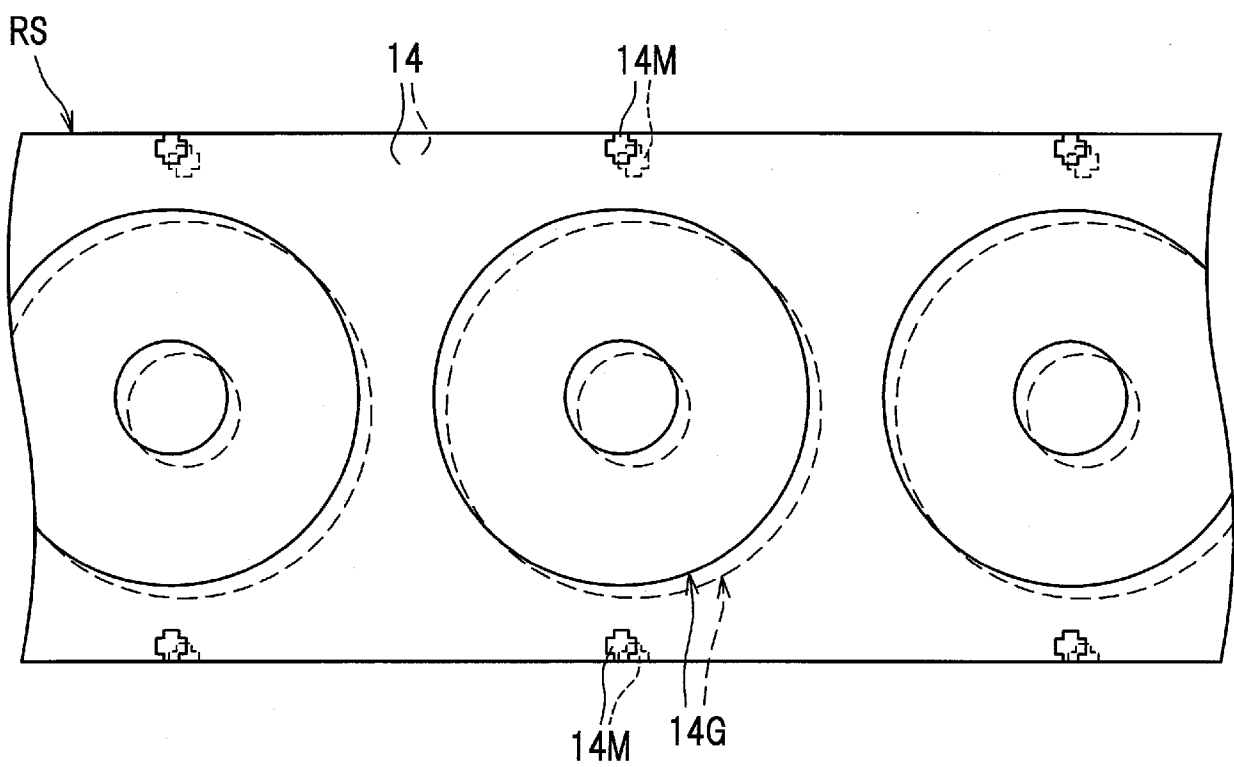


[図11]

(a)

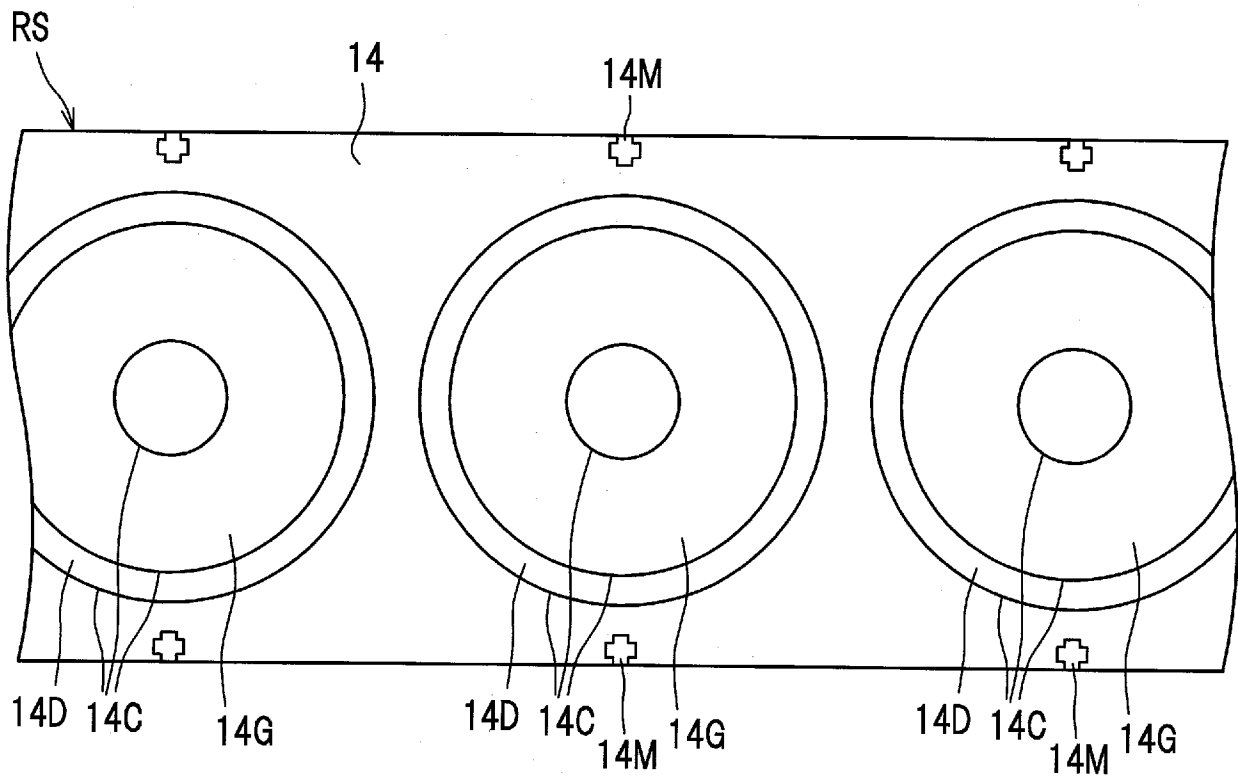


(b)

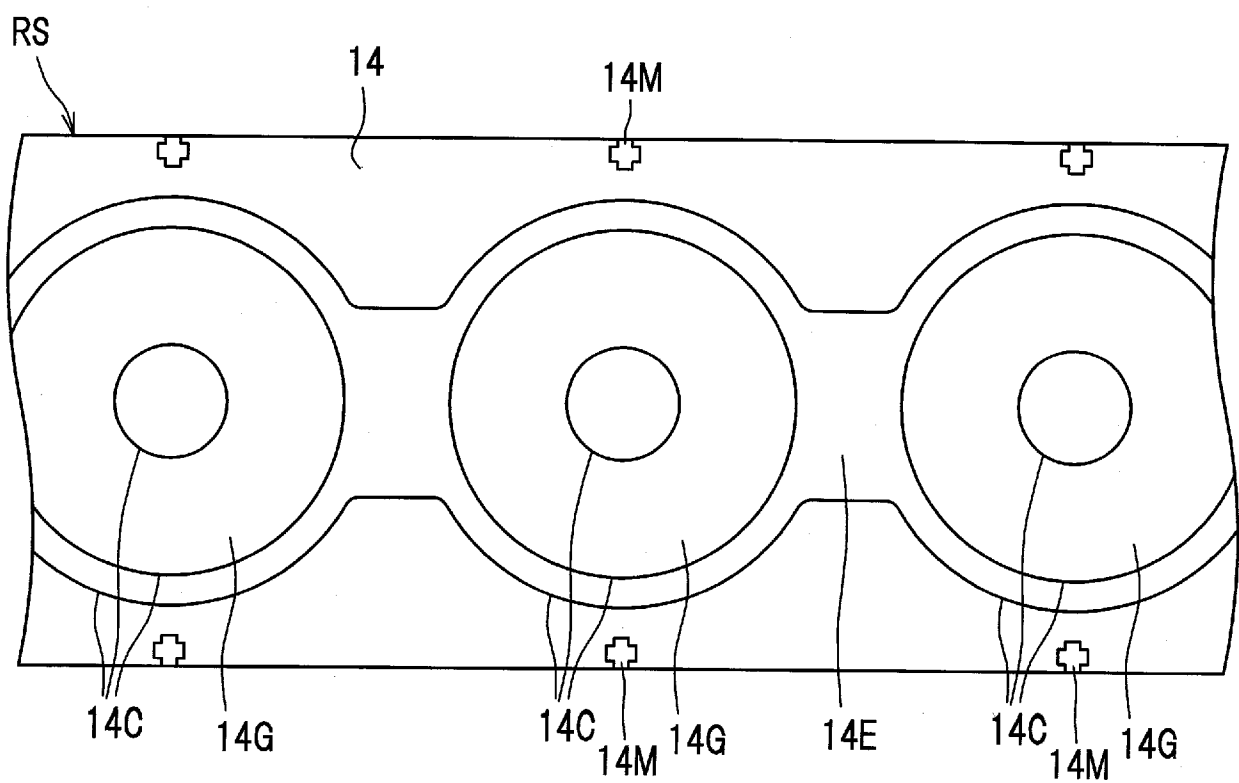


[図12]

(a)

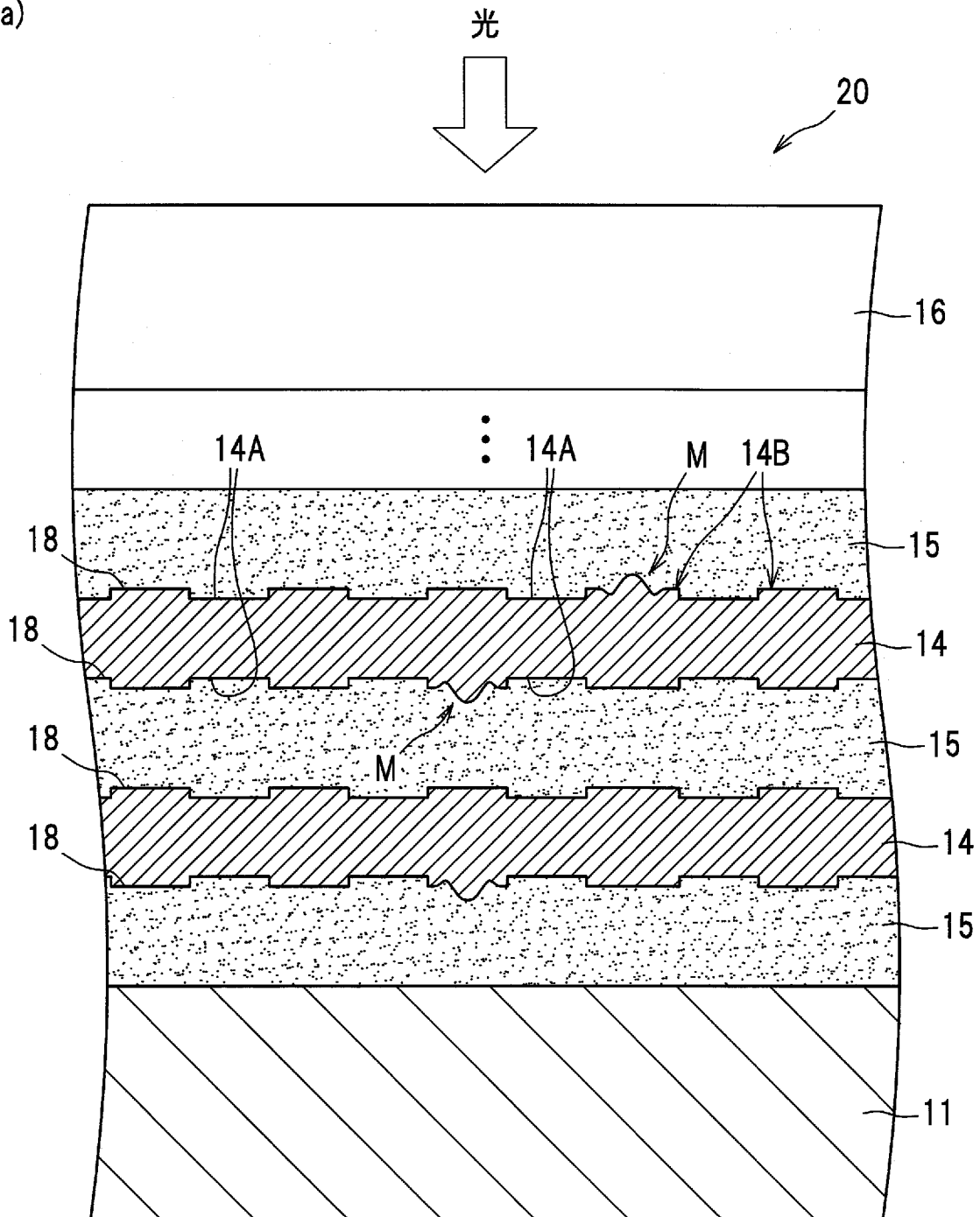


(b)

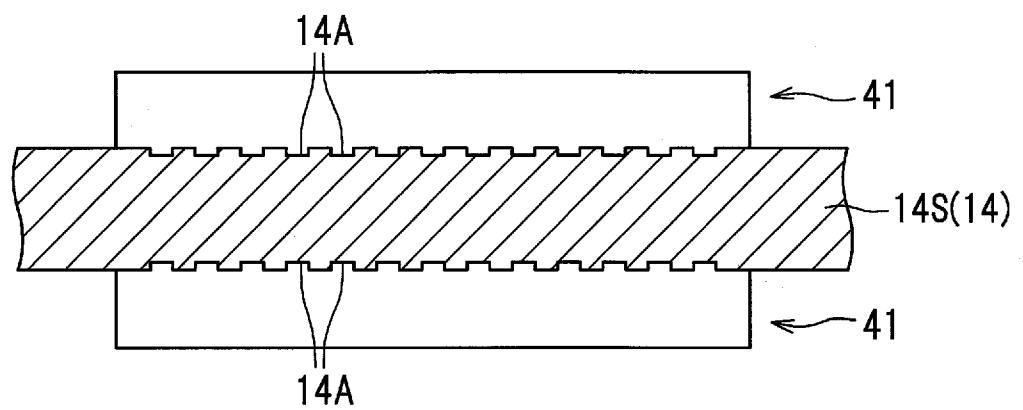


[図13]

(a)

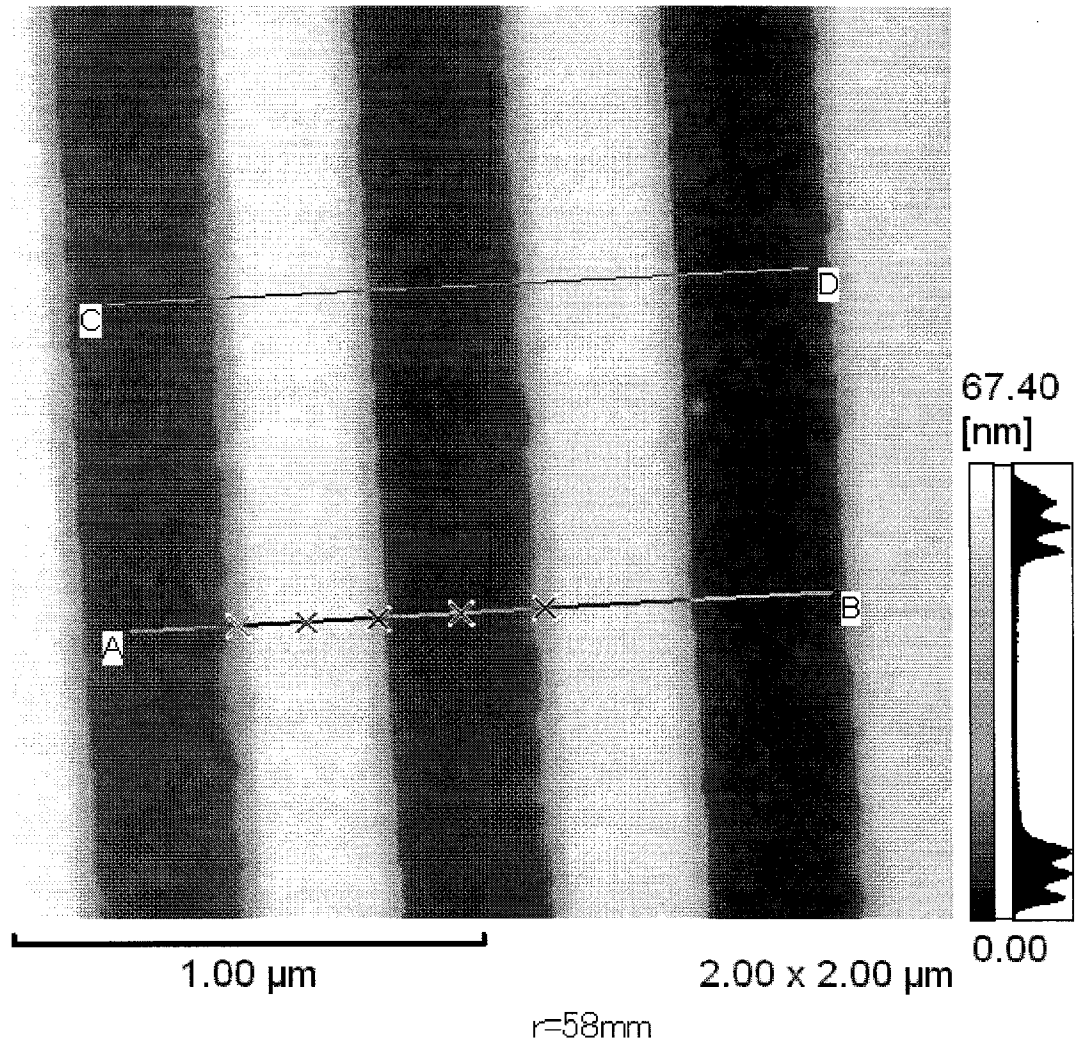


(b)

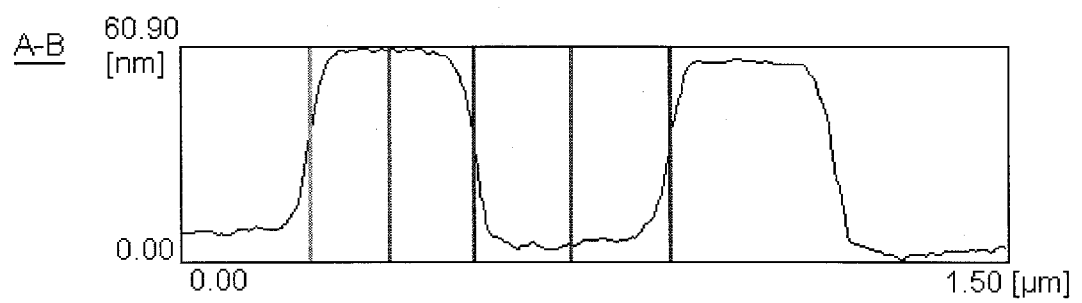


[図14]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G11B7/24038(2013.01)i, G11B7/24(2013.01)i, G11B7/24035(2013.01)i, G11B7/244(2006.01)i, G11B7/254(2013.01)i, G11B7/257(2013.01)i, G11B7/26(2006.01)i</i> According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>G11B7/24038, G11B7/24, G11B7/24035, G11B7/244, G11B7/254, G11B7/257, G11B7/26</i> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014</i> <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014</i> Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-022738 A (Fujifilm Corp.), 02 February 2012 (02.02.2012), claims; paragraphs [0023], [0024]; fig. 1 to 11 & US 2013/0128715 A1 & WO 2012/008293 A1 & CN 102985973 A	1-5
Y	JP 2009-241307 A (Fujifilm Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraph [0136] (Family: none)	1-5
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 March, 2014 (07.03.14)		Date of mailing of the international search report 18 March, 2014 (18.03.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083436

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-026541 A (Mitsubishi Kagaku Media Co., Ltd.), 01 February 2007 (01.02.2007), claims 34 to 35; paragraph [0140] & US 2006/0204706 A1 & EP 1770696 A1 & WO 2006/009107 A1 & KR 10-2006-0033030 A & CN 1839434 A & CN 101714369 A & TWB 00I391927	1-5
A	JP 2012-022736 A (Fujifilm Corp.), 02 February 2012 (02.02.2012), entire text; all drawings & US 2013/0121127 A1 & WO 2012/008291 A1 & CN 103003879 A	1-11
A	JP 2008-038136 A (Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; all drawings & TW 200808888 A & KR 10-2008-0006461 A	1-11
A	JP 2007-323795 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 13 December 2007 (13.12.2007), entire text; all drawings & US 2007/0291624 A1 & EP 1865499 A1 & KR 10-2007-0116541 A & CN 101086875 A & TW 200809840 A	1-11
A	JP 2005-346769 A (Toshiba Corp.), 15 December 2005 (15.12.2005), entire text; all drawings & US 2005/0265217 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G11B7/24038(2013.01)i, G11B7/24(2013.01)i, G11B7/24035(2013.01)i, G11B7/244(2006.01)i, G11B7/254(2013.01)i, G11B7/257(2013.01)i, G11B7/26(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G11B7/24038, G11B7/24, G11B7/24035, G11B7/244, G11B7/254, G11B7/257, G11B7/26			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	JP 2012-022738 A（富士フイルム株式会社）2012.02.02, 【特許請求の範囲】, 段落【0023】, 【0024】, 【図 1】-【図 11】 & US 2013/0128715 A1 & WO 2012/008293 A1 & CN 102985973 A	1-5	
Y	JP 2009-241307 A（富士フイルム株式会社）2009.10.22, 段落【0136】（ファミリーなし）	1-5	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 0 7 . 0 3 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 1 8 . 0 3 . 2 0 1 4	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官（権限のある職員） 中野 和彦 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1	5 D 3 5 6 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-026541 A (三菱化学メディア株式会社) 2007.02.01, 【請求項 34】 - 【請求項 35】, 段落【0140】 & US 2006/0204706 A1 & EP 1770696 A1 & WO 2006/009107 A1 & KR 10-2006-0033030 A & CN 1839434 A & CN 101714369 A & TWB 00I391927	1-5
A	JP 2012-022736 A (富士フイルム株式会社) 2012.02.02, 全文, 全図 & US 2013/0121127 A1 & WO 2012/008291 A1 & CN 103003879 A	1-11
A	JP 2008-038136 A (綜研化学株式会社) 2008.02.21, 全文, 全図 & TW 200808888 A & KR 10-2008-0006461 A	1-11
A	JP 2007-323795 A (太陽誘電株式会社) 2007.12.13, 全文, 全図 & US 2007/0291624 A1 & EP 1865499 A1 & KR 10-2007-0116541 A & CN 101086875 A & TW 200809840 A	1-11
A	JP 2005-346769 A (株式会社東芝) 2005.12.15, 全文, 全図 & US 2005/0265217 A1	1-11