

(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
2015 年 10 月 29 日(29.10.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/163129 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) B32B 33/00 (2006.01)
B32B 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060749
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 6 日(06.04.2015)
- (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 2014-091895 2014 年 4 月 25 日(25.04.2014) JP
特願 2015-007165 2015 年 1 月 16 日(16.01.2015) JP
- (71) 出願人: 旭化成イーマテリアルズ株式会社
(ASAHI KASEI E-MATERIALS CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 0 5 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 古池 潤(KOIKE, Jun); 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 0 5 番地 Tokyo (JP). 梁 昭淵(YANG, Soyeun); 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 0 5 番地 Tokyo (JP). 前川 知文(MAEKAWA, Tomofumi); 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 0 5 番地 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青木 宏義, 外(AOKI, Hiroyoshi et al.); 〒1020076 東京都千代田区五番町 5 番地 1 J S 市ヶ谷ビル 5 F 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, 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.
- (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, ST, 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))

(54) Title: FUNCTION-TRANSFERRING BODY AND FUNCTION-TRANSFERRING FILM ROLL

(54) 発明の名称: 機能転写体及び機能転写フィルムロール

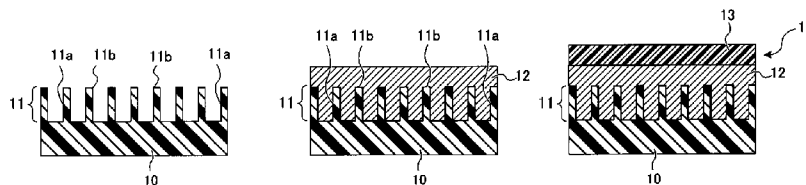


図1A

図1B

図1C

(57) Abstract: Provided is a function-transferring body for causing an uneven structure that has few defects to be transferred and applied to a body to be processed. A function-transferring body (14) is provided with a carrier (10) that is provided with an uneven structure (11) on the obverse side, at least one or more functional layers (12) provided on the uneven structure (11), and a protective layer (13) provided on the side of the function layer (12) opposite the carrier (10). The functional layer (12) contains a resin, and the ratio (Rq/t) of the root mean square height (Rq) of the protective layer (13) surface in contact with the functional layer (12), and the distance (t) from the uppermost position of the protrusions (11b) of the uneven structure (11) to the interface of the functional layer (12) with the protective layer (13) is 1.41 or less.

(57) 要約: 欠陥の少ない凹凸構造を、被処理体へ転写付与する機能転写体を提供する。機能転写体 (14) は、表面に凹凸構造 (11) を具備するキャリア (10) と、凹凸構造 (11) 上に設けられた少なくとも 1 以上の機能層 (12) と、機能層 (12) のキャリア (10) とは反対の面上に設けられた保護層 (13) と、を具備する。機能層 (12) は樹脂を含むと共に、保護層 (13) の機能層 (12) に接する面に対する二乗平均平方根高さ (Rq) と、凹凸構造 (11) の凸部 (11b) 頂部位置から機能層 (12) の保護層 (13) との界面までの距離 (t) と、の比率 (Rq/t) が 1.41 以下である。

WO 2015/163129 A1

明 細 書

発明の名称：機能転写体及び機能転写フィルムロール

技術分野

[0001] 本発明は、被処理体に機能を付与するために使用する機能転写体及び機能転写フィルムロールに関する。

背景技術

[0002] 光学部品、エネルギーデバイス、バイオデバイス、記録メディア等の分野において、凹凸構造により機能を向上させる技術が注目を集めている。例えば、半導体発光素子（LEDやOLED）では、素子に使用する基材に凹凸構造を設けることによって、発光特性を向上させることが報告されている。そのため、被処理体上に所望の凹凸構造を形成する手法に注目が集まっている。

[0003] 特許文献1には、凹凸構造の加工手法が開示されている。被加工膜（被処理体）上にインプリント材料を塗布し、続いてテンプレートの第1凹凸構造を貼合する。その後、インプリント材料を硬化させ、テンプレートを除去することで、被加工膜上に第2凹凸構造を転写する。続いて、転写形成された第2凹凸構造の凹部内にマスク材を充填し、インプリント材料を加工する。最後に、残ったインプリント材料をマスクに見立て被加工膜を加工している。即ち、インプリント材料を液体の機能原料として使用し、被処理体（被加工膜）上に被処理体を加工するための機能層を付与している。特許文献1においては、被処理体上に所定のインプリント材料を塗布し、凹凸構造を表面に具備したテンプレートの該凹凸構造を貼合している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-165855号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1には、凹凸構造を効率よく形成する手段として、工程環境中に存在するパーティクルの大きさによって、インプリント材料の厚さを制限することで、パーティクルの影響を抑制すると記載されている。しかし、工程中に発生するパーティクルの大きさを把握し、その都度設計を変えるのは実現性及び汎用性に乏しい。また、第二凹凸構造を作製するために、被処理体上にインプリント材料を塗布し、その後テンプレートを貼り合わせる操作を経る。このことから、膜厚均等性高くインプリント材料を成膜したとしても、テンプレートの貼合操作によりインプリント材料の膜厚精度が低下し、結果、第2凹凸構造の膜厚精度が低下するという問題もある。これらのパーティクル管理及び膜厚均等性の担保については、被処理体の大きさが大きくなる程、より困難な問題となる。特許文献1に記載の技術以外にも、凹凸構造を形成する手法に関する報告は多々されているが、いずれの手法も工業性に乏しく、凹凸構造の欠陥を低減する抜本的な解決手法に関する報告はない。

[0006] 本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたものであり、欠陥が少ない凹凸構造を、被処理体へ転写付与することが可能な、機能転写体及び機能転写フィルムロールを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の機能転写体は、表面に凹凸構造を具備するキャリアと、前記凹凸構造上に設けられた少なくとも1以上の機能層と、前記機能層の前記キャリアとは反対の面上に設けられた保護層と、を具備し、前記機能層は樹脂を含むと共に、前記保護層の前記機能層に接する面に対する二乗平均平方根高さ (R_q) と、前記凹凸構造の凸部頂部位置と前記機能層の前記保護層と、の界面までの距離 (t) と、の比率 (R_q/t) が1.41以下であることを特徴とする。

[0008] この構成によれば、被処理体に欠陥の少ない凹凸構造を転写付与できるため、被処理体上に高精度に機能を付与することができる。

[0009] 本発明の機能転写体は、前記機能層から前記保護層を剥離したときの、前記機能層の前記保護層に接していた面の表面粗さ (R_a) と前記距離 (t)

と、の比率 (R_a / t) が 1.20 以下であることが好ましい。

[0010] また本発明の機能転写体は、前記キャリアの前記凹凸構造の平均ピッチは $1.5 \mu\text{m}$ 超 $10 \mu\text{m}$ 以下の範囲であり、且つ、前記凹凸構造の平均開口率は 40% 以上であることが好ましい。

[0011] また本発明では、前記保護層の引張弾性率は 50 MPa 以上 2500 MPa 以下であることが好ましい。

[0012] また本発明の機能転写体は、前記凹凸構造の平均開口率が 40% 以上であることが好ましい。また、前記平均開口率が 91% 以下であることがより好ましい。

[0013] また本発明では、前記凹凸構造の凹部開口径は $1 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また本発明では、前記凹凸構造は平面視円形状であることが好ましい。

[0014] また本発明の機能転写体は、前記保護層の前記機能層に接する面に対する、水滴の接触角が 75 度以上 105 度以下であることが好ましい。

[0015] 本発明の機能転写フィルムロールは、上記機能転写体がフィルム状であり、前記機能転写体の一端部がコアに接続され、且つ、前記機能転写体が前記コアに巻き取られたことが好ましい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、機能転写体を用いて被処理体に欠陥が少ない凹凸構造を付与することにより、被処理体上に高精度に機能を付与することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本実施の形態に係る機能転写体を用いた被処理体への機能付与方法の各工程を示す断面模式図である。

[図2]本実施の形態に係る機能転写体を用いた被処理体への機能付与方法の各工程を示す断面模式図である。

[図3]本実施の形態に係る機能転写フィルムロールに用いられる機能転写体を示す説明図である。

[図4]本実施の形態に係る機能転写フィルムロールにおける機能転写体をコア

に固定する方法を示す説明図である。

[図5]比率 (R_q/t) と比率 (R_a/t) との関係を示すグラフである。

[図6]凹凸構造 C_a のピッチと、比剥離エネルギーとの関係を示すグラフである。

[図7]凹凸構造 C_a の開口率と、比剥離エネルギーとの関係を示すグラフである。

[図8]凹凸構造 C_a の開口率と、比率 (R_a/t) との関係を示すグラフである。

[図9]凹凸構造 C_a の開口率と、機能層の表面粗さ (R_a) の及び膜厚 (t) の標準偏差との関係を示すグラフである。

[図10]凹凸構造 C_a の開口率と、凹凸構造 F_u の転写率との関係を示すグラフである。

[図11]比率 (R_q/t) と、穴欠陥密度との関係を示すグラフである。

[図12]凹凸構造 C_a の開口率と保護層の引張弾性率との関係において、凹凸構造 F_u の転写率への影響を示すグラフである。

[図13]凹凸構造 C_a の開口率と保護層の引張弾性率との関係において、凹凸構造 F_u の転写率への影響を示す3次元図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。まず本明細書にて使用する略語について説明する。

[0019] (略語一覧)

- ・機能層の表面粗さ (R_a)・・・機能転写体から保護層を剥離したときの、機能転写体の保護層に接していた面に対する表面粗さ。
- ・保護層の表面粗さ (R_q)・・・機能転写体の機能層から剥離した保護層の、機能転写体に接していた面に対する二乗平均平方根高さ。
- ・凹凸構造 C_a ・・・キャリアの具備する凹凸構造。
- ・凹凸構造 F_u ・・・キャリアの凹凸構造 C_a に対して成膜された機能層より構成される凹凸構造と、機能転写体を使用して被処理体に転写形成された

凹凸構造のいずれか。

・機能原料・・・機能転写体を製造する際に使用する、機能層の原料。

[0020] 続いて、実施の形態の機能転写体のコンセプトについて説明する。被処理体に機能を付与する場合、被処理体に対して機能性材料を塗布し、続いて、凹凸構造を具備するテンプレートを該機能性材料に貼り合わせ、その後、当該テンプレートを剥離する方法が多く採用される。このような手法は一般的にインプリント法と呼ばれる。ここでポイントとなることは、機能性材料の塗布と、続くテンプレートの貼り合わせである。機能性材料を被処理体に塗布する技術については、半導体製造工程に使用されるスピコート法を筆頭に多く研究され、事業として取り入れられている。このことから、例えば、被処理体の大きさがメートル角のような大型な場合であっても、ナノオーダーの膜厚制御が既に実現している。但し、これは被処理体の表面精度が高い場合が前提である。換言すれば、被処理体が反っている場合や、被処理体の被処理面が荒れている場合には、膜厚精度高く機能性材料を塗布することは、困難である。そして、更に問題となることは、パーティクル（異物）である。例えば、パーティクルが被処理体上に付着していた場合、いくら精密に制御したとしても、当該パーティクルにより機能性材料の流動性が乱れ、これに伴い、機能性材料膜に欠陥が生じる。特に、機能性材料の膜厚が薄くなればなるほど、管理すべきパーティクルのサイズも小さくなることから、パーティクル耐性に優れる手法が求められる。次に、塗布された機能性材料膜に対して、テンプレートの凹凸構造を貼り合わせるという操作を経る。即ち、機能性材料膜の膜厚精度は、機能性材料の塗布精度ではなく、テンプレートを貼り合わせる際の押圧力の精度（機能性材料膜の流動性の精度）により決定される。このことから、被処理体が6インチ以上に大きくなった場合や、被処理体が反っている場合等は特に、機能性材料膜の膜厚精度が極度に低下することとなる。即ち、被処理体の大きさによらず、被処理体の反り等に対する耐性に優れる手法が求められる。

[0021] 実施の形態の機能転写体を使用することの効果は、パーティクル耐性が高

くなること、そして、被処理体の選択肢を大きくできることである。特に、パーティクル耐性が高くなることにより、被処理体に転写付与される凹凸構造F uの欠陥を低減することができる。更には、機能層に対する穴欠陥を抑制し、凹凸構造F uの転写率を高く出来る。

[0022] 本発明者らは、このような着眼点に立ち、検討を開始した。パーティクル耐性を高めるためには、パーティクルに対する追従性の高い機能性材料の状態を上げることが重要と考えた。また、被処理体の選択肢を大きくするためには、機能性材料の膜厚精度を予め担保するような形態が重要と考えた。この様な観点から、表面に凹凸構造C aを具備するキャリアに対して機能性材料を予め塗布し、機能層／キャリアから構成される機能転写体を使用することが重要だと判断した。更には、機能転写体を工業的に使用することを考えると、機能層表面を保護する必要のあることに注目した。即ち、保護層／機能層／キャリアから構成される機能転写体を使用することで、上記課題を工業的に解決可能と考えた。そして、このような前提に立ち検討を進めた結果、少なくとも機能層は樹脂を含む必要があること、そして、保護層の二乗平均平方根高さ（ R_q ）と機能層の膜厚に相当する距離（ t ）と、の比率（ R_q / t ）が所定の範囲を満たすことで、上記説明したパーティクル耐性と被処理体の選択肢の問題を同時に解決すると共に、被処理体に対して転写付与される機能層からなる凹凸構造F uの転写精度が向上することを見出した。以下、詳細に説明する。

[0023] 実施の形態の機能転写体は、表面に凹凸構造C aを具備するキャリアと、前記凹凸構造C a上に設けられた少なくとも1以上の機能層と、前記機能層の前記キャリアとは反対の面上に設けられた保護層と、を具備し、前記機能層は樹脂を含むと共に、前記保護層の前記機能層に接する面に対する二乗平均平方根高さ（ R_q ）と、前記凹凸構造C aの凸部頂部位置と前記機能層の前記保護層と、の界面までの距離（ t ）と、の比率（ R_q / t ）が1.41以下であることを特徴とする。なお、保護層の機能層に接する面に対する二乗平均平方根高さ（ R_q ）を、以下では単に保護層の表面粗さ（ R_q ）と呼

ぶ。

[0024] 保護層の表面粗さ (R_q) と距離 (t) は、比率 (R_q/t) が、1.4以下を満たす場合、パーティクルに対する追従性が向上する。即ち、被処理体にパーティクルが存在したとしても、当該パーティクルを包み込むように機能層が流動し、欠陥としての生成を抑制することができる。同時に、被処理体の表面欠陥に対する追従性も向上する。このことから、パーティクル耐性の向上と被処理体の選択肢の向上を実現できる。更には、凹凸構造 C_a の凹部開口部上に位置する機能層の物理的安定性が向上し、これに伴い、機能層に対する穴欠陥が急激に減少する。このため、被処理体に対し機能層を転写する際に機能層と被処理体界面に生成するボイドを抑制できる。よって、凹凸構造 F_u の転写率が高くなり、被処理体上に高精度な機能を与えることができる。さらなる穴欠陥の低減による被処理体への転写性向上の観点から、比率 (R_q/t) は、0.92以下がより好ましく、0.40以下が最も好ましい。この構成により穴欠陥の少ない高精度な機能層を具備する機能転写体を実現できるため、被処理体に付与する凹凸構造 F_u の転写精度が向上する。なお、下限値については0超である。0超を満たすことで、機能転写体を被処理体に貼り合わせる際の、機能層の流動による変形程度を小さくできる。即ち、被処理体の大きさが6インチ以上に大きくなった場合であっても、機能層の膜厚分布を良好に保つことが可能となる。換言すれば、被処理体上に付与される機能の面内均等性が向上する。更には、機能転写体がフィルム状であり、コアの一端部に接続されて巻き取られるような構成の場合、巻き取りに対する量産性が向上する。

[0025] 上述した比率 (R_q/t) の好適な範囲と、その効果についてより詳細に説明する。端的に記載すると、比率 (R_q/t) が所定の範囲を満たすことで、以下に説明する比率 (R_a/t) を好適に実現することができるため、上述したような効果を発現する。

[0026] まず、機能層から保護層を剥離したときの、機能層の保護層に接していた面の表面粗さを、表面粗さ (R_a) とする。次に、凹凸構造 C_a の凸部頂部

位置と機能層の保護層と、の界面までの距離を距離（ t ）とする。このとき、比率（ R_a / t ）が1.20以下であることが重要である。これは、当該比率（ R_a / t ）が、機能層の流動性を制御する変数に相当するためである。より具体的には、機能転写体を被処理体に当接した際に、機能層は流動する。ここで、この流動性が低ければ、機能層と被処理体の界面にボイドを形成したり、またパーティクルに対する追従性が低下し、欠陥が生成する。逆に、機能層の流動性が高すぎる場合、機能層の膜厚精度は貼合精度に依存することとなる。すなわち、機能層の表層部分の流動性を優先的に向上させることが重要であるといえる。比率（ R_a / t ）が機能層の流動性を制御する変数になりうる根拠については、以下に詳細に説明した。いずれにしても、比率（ R_a / t ）が1.20以下を満たすことで、機能層の被処理体に対する転写率及び転写精度が向上する。より具体的には、比率（ R_a / t ）が1.20以下であることにより、まず、機能層の表層の流動性が大きくなり、機能層の膜厚精度を担保した状態にて、被処理体と機能層との接着面積を大きくし、接着強度を増加させることができる。次に、キャリアを機能層より剥離除去する際の、凹凸構造 F_u に加わる剥離応力の均等性を向上させることができる。即ち、集中応力を抑制できるため、機能層の凝集破壊に代表される破壊を抑制できる。

[0027] 比率（ R_a / t ）の効果をより詳細に説明する。機能転写体において、機能層を被処理体に転写する際の骨子は、機能層の膜厚精度を担保した状態において、（ α ）機能層と被処理体との界面接着強度を強くすること、及び、（ β ）キャリアを除去する際の機能層の破損を抑制すること、である。（ α ）機能層と被処理体との界面接着強度を向上させるためには、機能層の表面と被処理体との接着面積を大きくする必要がある。即ち、機能層と被処理体との間に空気等の貼合時の雰囲気閉じ込められることを抑制する必要がある。一方で、（ β ）キャリアを剥離除去する際の機能層の破損を抑制するためには、機能層に対して加わる剥離応力を均等化する必要がある。ここで、接着面積が小さく、部分的に被処理体と機能層とが接着している場合、キャ

リアを剥離する際の応力は、接着部と非接着部とは異なる。換言すれば、剥離応力に集中点が発生し、機能層の被処理体からの離脱や機能層の破壊が発生する。以上から、機能転写体の機能層の配置例によらず、機能層と被処理体との接着面積を良好に大きくすることが本質であると判断できる。

[0028] ここで、現実的に、被処理体の表面粗さと、機能転写体の機能層から保護層を剥離したときの機能層の保護層に接していた面の粗さ（以下、単に機能層の表面粗さ（ R_a ）ともいう）と、を共に限りなく0にし、接着面積を大きくすることは困難である。即ち、該接着面積を大きくするためには、機能層と被処理体との表面粗さから計算される真実接触面積 A_r を大きくする必要がある。ここで、真実接触面積 A_r は、被処理体の表面粗さと機能層の表面粗さ（ R_a ）により決定される。即ち、粗面間同士の接触を考慮する必要がある。ここで、等価半径 r を $(1/r) = (1/r_f) + (1/r_t)$ として定義し、等価ヤング率 E を $(1/E) = (1/2) \cdot \{ [(1-\nu_f^2)/E_f] + [(1-\nu_t^2)/E_t] \}$ として定義することで、粗面間同士の接触問題を、平面と粗面との間の接触問題へと簡素化できる。なお、 r_f は機能層の表面粗さ（ R_a ）の元となる微小突起を仮定した場合の、該微小突起の半径である。 r_t は、被処理体の表面粗さの元となる微小突起を仮定した場合の、該微小突起の半径である。 E_f 、 ν_f 及び E_t 、 ν_t は、それぞれ機能層及び被処理体のヤング率とポアソン比である。また、表面粗さは一般的に正規分布に従うことから、表面粗さの確率密度関数 $f(\xi)$ が $(1/\sigma) \cdot \exp(-\xi^2/\sigma^2)$ に比例する、と仮定することができる。以上の仮定より、真実接触面積 A_r は、 $A_r \propto (1/E) \cdot (r/\sigma)^{1/2} \cdot N_c$ として算出される。なお、 σ は二面間の合成自乗平均平方根粗さ、 N_c は垂直荷重の期待値である。なお、機能層の表面粗さ（ R_a ）のばらつき、即ち標準偏差の影響を限りなく小さくするために、表面粗さとして、算術平均粗さである R_a を採用した。ここで、ヤング率が 1 MPa の PDMS（ポリジメチルシロキサン）を機能層に使用し、凹凸構造 C_a が平坦化されるように配置した。この状態で、凹凸構造 C_a の凸部頂部位置と機能層の表面と、の距

離である距離 (t) を変化させた。なお、機能層の表面粗さ (R_a) のサンプル間のばらつきは、 R_a として $28\text{ nm} \sim 33\text{ nm}$ であった。被処理体としては、表面粗さ (R_a) が 1 nm 以下である $4\text{ インチ}\phi$ の C 面サファイアを使用した。上記真実接触面積 A_r は、機能転写体の構成が同じであり、被処理体と同じである場合、機能転写体を被処理体に貼り合わせる際の圧力といった条件を一定にすれば、距離 (t) によらず一定になるはずである。真実接触面積 A_r は実測ができないため、機能転写体を被処理体に貼り合わせた後に、機能転写体を被処理体の主面内方向に引きずり、その際の力 F を評価した。即ち、既に説明したように、一般的には距離 (t) によらず、真実接触面積 A_r は一定の値となることから、該測定される力 F も一定になるはずである。ところが、距離 (t) を小さくしていき、比率 (R_a / t) が 1.2 を超えたあたりから急激に力 F が小さくなることが確認された。これは、比率 (R_a / t) が大きくなることで、真実接触面積 A_r が減少しているためと推定される。メカニズムは定かではないが、このような現象の生じる理由は、比率 (R_a / t) が大きくなる場合、機能層 12 の表層の流動性がナノオーダー特有の効果により束縛され、機能層と被処理体との界面の不陸を流動吸収することができないためと考えられる。

[0029] 次に、機能転写体の PDMS からなる機能層の表面に粘着テープを貼り合わせ、キャリアと PDMS と、を分離した。分離された PDMS を光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡にて観察した。比率 (R_a / t) がやはり 1.20 を超えたあたりから、凹凸構造 F_u の破壊が特に多く観察されるようになった。これは、比率 (R_a / t) が大きい場合、キャリアを剥離除去する際の、凹凸構造 C_a より加えられる機能層に対する応力を考えた時に、該応力が局部的に集中する点が多く発生するために、機能層が凝集破壊するためと推定される。

[0030] 以上から、比率 (R_a / t) が 1.20 以下であることで、機能層の表層の流動性を良好に保てることから、機能層の膜厚精度を担保できる。この状態において、(α) 機能層と被処理体との界面接着強度を強くすることがで

きると共に、 (β) キャリアを除去する際の機能層の破損を抑制することができる。このため、機能転写体として機能層の精度を予め決定し、この精度を反映した機能層を被処理体に転写付与できる。

[0031] 特に、キャリアの剥離速度を向上させることで増加する剥離応力（剥離時の力積）に対する機能層の耐性を向上させ、転写精度をより向上させる観点から、比率 (R_a / t) は 0.75 以下であることが好ましい。また、機能層の表層の流動性の束縛を良好に開放し、速度の大きな当接の場合であっても機能層と被処理体との接着性を向上させる点から、比率 (R_a / t) は 0.55 以下であることが好ましい。更に、機能層を転写付与する際の欠陥率をより低下させると共に、被処理体の大きさや外形に対する影響を限りなく小さくする観点から比率 (R_a / t) は、0.30 以下であることがより好ましい。特に、被処理体と機能層との接着する面積、そして接着力が安定化し、機能層の転写性が大きく安定化する観点から、比率 (R_a / t) は 0.25 以下であることがより好ましく、0.10 以下であることが最も好ましい。

[0032] 上述したように、機能転写体を効果的に使用するためには、比率 (R_a / t) を所定の範囲に収める必要のあることが判明した。ここで、比率 (R_a / t) を制御する方法は、機能層の表面粗さ (R_a) を任意に制御する方法と、機能層の所定の膜厚 (t) を任意に制御する方法がある。また、機能転写体はその特性上、多くの用途へと展開可能であることがわかる。この観点から、連続的に生産することが、工業性及び環境負荷の観点から望ましいと判断できる。連続的に機能転写体を製造すると共に、機能層の表面粗さ (R_a) を制御するためには、機能層の表面に貼り合わせる保護層により、機能層の表面粗さ (R_a) を制御することが好適と判断できる。しかしながら、機能層の表面粗さ (R_a) を制御するにあたり、機能層が破損する場合と、良好に表面粗さ (R_a) を制御可能である場合と、があることが判明した。即ち、保護層を機能層に貼り合わせることで、機能層の表面粗さ (R_a) を制御し、且つ、機能層の破損を抑制するような条件が望まれる。これにより

、上記説明した比率 (R_a / t) を満たすことができる。

[0033] 既に説明した、保護層の表面粗さ (R_q) と距離 (t) と、の比率 (R_q / t) が所定の範囲を満たすことで、機能層の表面粗さ (R_a) を、保護層により好適に制御することができる。即ち、機能層の破損を抑制し、当該表面粗さ (R_a) を任意に制御して、比率 (R_a / t) を 1.20 以下の範囲にて制御できる。特に、比率 (R_q / t) が 1.41 以下を満たすことで、機能層に対する穴欠陥の密度を急激に減少させることが可能となる。即ち、機能層の表面粗さ (R_a) を小さくできる。そして、穴欠陥の減少は、距離 (t) の膜厚を有する機能層の物理的強度を向上させるため、機能層の破損を抑制できる。よって、比率 (R_q / t) を満たすことで、比率 (R_a / t) を好適な範囲に制御可能となり、機能転写体を使用した際の、転写精度を大きく向上させることが可能となる。なお、穴欠陥について、詳しくは後述する。

[0034] また、保護層の JIS K 7127 に定められた引張弾性率は、50 MPa 以上 5000 MPa 以下のものが好ましい。これにより、機能層から保護層を剥離する際、機能層へ加わる剥離応力を分散化できるため、穴欠陥の生成と拡大を効果的に抑制できる。更に、保護層の形状が維持でき、取扱い性がよい観点から、200 MPa 以上 5000 MPa 以下がより好ましい。特に、保護層を剥離する際の剥離条件の幅を大きくできる観点から、250 MPa 以上 2500 MPa 以下であることが最も好ましい。なお、保護層の引張弾性率が 2500 MPa 以下であれば、転写性を改善できるため好ましい。これは、保護層の引張弾性率が 2500 MPa 以下であることで、保護層を機能層より剥離する際の、機能層に加わる剥離応力の絶対値が小さくなると推定され、これにより機能層の穴欠陥が低減する。よって、凹凸構造 F_u の転写率が改善する。なお、保護層の引張弾性率の下限值は、特に限定されないが、機能転写体を製造する際の、保護層の取り扱い性の観点から 50 MPa 以上であることが好ましく、450 MPa 以上であることが最も好ましい。更に、この場合、キャリアの凹凸構造 C_a の開口率は、40% 以上であ

ると最も好ましい。これにより、機能層の配置精度が向上するとともに、凹凸構造F uの転写性がより改善するためである。なお、上限値は、凹凸構造C aの強度の観点から91%以下であると好ましい。即ち、実施の形態の機能転写体は、上記説明した比率(R_q/t)の範囲を満たすと同時に、保護層の引張弾性率が2500MPa以下であって、更に、凹凸構造C aの開口率が40%以上であることが望ましい。なお、引張弾性率の好適な範囲を満たす保護層は、少なくとも、保護層の機能層に貼り合わせられる側の最外層に存在すればよい。例えば、引張弾性率が50MPa以上2500MPa以下であれば、機能層の穴欠陥を効果的に抑制でき凹凸構造F uの転写率が向上すると共に、保護層の取り扱い性が飛躍的に向上することから製造安定性が改善する。例えば、引張弾性率が3200~4200MPaのポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムの表面に、引張弾性率が550MPa~700MPaのポリエチレン/エチレン酢酸ビニルコポリマフィルムを貼り合わせたものを保護層として、当該ポリエチレン/エチレン酢酸ビニルコポリマフィルム面側を機能層に貼り合わせて使用することが出来る。これにより、上記説明した転写率の向上と製造安定性の改善という効果を享受できる。同様に、例えば引張弾性率が3200~4200MPaのポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムの表面に、引張弾性率が100MPa~1200MPaのポリエチレンフィルムを貼り合わせたものを保護層として、当該ポリエチレンフィルム面側を機能層に貼り合わせて使用することが出来る。同様に、例えば引張弾性率が3200~4200MPaのポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムの表面に、引張弾性率が2500MPa以下の材料をコーティングしたものを保護層として、当該コーティング面側を機能層に貼り合わせて使用することが出来る。この場合、保護層の取り扱い性は、ポリエチレンテレフタレートフィルムにて担保される為、保護層の機能層に貼り合わせられる側の最外層の引張弾性率は、2500MPa以下であればよいと言える。なお、コーティング材としては、シリコーン系離型材、非シリコーン系離型材、ウレタン系樹脂、或いはアクリル樹脂等が挙

げられる。

- [0035] 保護層の厚みとしては、 $10\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下のものが好ましく、 $15\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下のものがより好ましい。これにより、機能層から保護層を剥離する際の剥離応力が均等化し、穴欠陥が低減する。また、機能層と保護層とを合わせる際の取扱い性がよく、貼り合わせ条件の幅が広くなり、工業性が高くなる。
- [0036] 凹凸構造Caが、機能層の穴欠陥に影響を与える可能性も示唆される。これは機能転写体においては、機能層を被処理体に貼り合わせて転写することから、機能層には弾性率が存在するためである。機能層に対する凹凸構造Caより加えられる応力を弱くし、機能層表面の平坦性を良好に保つ観点から、凹凸構造Caのピッチは 10nm 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。25 μm 以下であれば、機能層をキャリアに成膜する際の、機能層の凹凸構造Caに対する充填不良を抑制する効果が高まる。この効果は、 $10\mu\text{m}$ 以下、7 μm 以下になるにつれより顕著となる。更に、 1500nm 以下である場合、キャリアを剥離する際の剥離応力がより低下するため好ましい。
- [0037] 以上の観点から、本実施の形態に係る機能転写体においては、比率(R_q/t)が1.41以下であるという要件の他に、下記2つの要件を同時に満たすことがより好ましい。すなわち要件としては、保護層のJIS K7127に定められた引張弾性率が50MPa以上5000MPa以下であることと、保護層の厚みが $10\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であることである。
- [0038] 穴欠陥について詳細に説明する。穴欠陥とは保護層を剥離した後、保護層と接していた機能層の面上に観察される機能層の凹みをいう。まず、穴欠陥の総体積が大きくなることで、膜厚(t)を有する機能層の膜強度は低下し、凹凸構造Caの上に成膜された機能層の膜が破損する。即ち、保護層により比率(R_a/t)を制御しようとしたとしても、機能層が破損してしまい、制御にならない。次に、穴欠陥が存在することで、被処理体に機能層を貼合した際に、下記いずれかの問題を生じる。まず、穴欠陥の周囲を含めて機能層は被処理体に転写されるが、穴欠陥に相当する部分については、被処理

体と機能層と、の間に隙間が生じる。別のケースとしては、穴欠陥に相当する部分の機能層が被処理体に転写されず、被処理体上に機能層が存在しない部分が生じる。換言すれば、被処理体と機能層との界面に空洞を形成するか、又は、被処理体上に機能層の転写されない部分が生じることとなる。いずれの場合であっても、機能層が発現すべき機能の程度が低下する。また、被処理体上に転写形成された機能層を加工マスクとして使用する場合、穴欠陥により、被処理体と密着していない凹凸構造 F_u が形成されるか、又は、凹凸構造 F_u が存在しない部分が形成されるため、被処理体に加工形成される凹凸構造の精度が低下したり、凹凸構造を形成できないことがある。更に、メカニズムは不明であるが、穴欠陥により機能層が転写されないケースにおいては、機能層の穴欠陥部の大きさ (ϕ_f) に比べ、被処理体上の転写不良面積 (ϕ_t) は、拡大され観察される。即ち、 $\phi_f = \alpha \phi_t$ (α は 1 以上の整数) と記載できる。従って、穴欠陥が存在すると、穴欠陥部の面積より大きい面積が被処理体への転写不良となるため、転写収率が下がり、工業性が乏しくなる。

[0039] また、本実施の形態に係る機能転写体がフィルム状の場合、穴欠陥の程度によっては、保護層と機能層との間に空気が入り、巻きずれが生じることも示唆される。更に、機能層から保護層を剥離する際、剥離力を一定に保てず、剥離速度にバラツキが生じ、剥離条件の幅がせまくなり、工程効率が下がる。以上の観点から、効率高く、精度の高い機能層を被処理体に転写形成するためには、保護層により、機能層の表面に形成される穴欠陥を制御して、比率 (R_a / t) を制御することが重要である。

[0040] ここで、上記穴欠陥を抑制する因子は保護層の機能層に接する面の表面粗さと、平坦膜に相当する機能層の膜厚である。保護層の中の異物、フィッシュアイ、添加剤及び保護層の製造方法等により生じる保護層の機能層に接する面の表面粗さによって、機能層に破損が生じると考えられる。表面粗さが一定であった場合、機能層の膜厚に相当する距離 (t) が大きい程、機能層の破損は低減される。即ち、保護層表面の粗さと、機能層の膜厚に相当する

距離（ t ）との比率を制御することで、機能層に対する穴欠陥の抑制が可能となり、上記説明した種々の問題点を同時に解決できると考えることができる。なお、距離（ t ）とは、機能層の凹凸構造 C_a より外側に位置する部分の膜厚、換言すれば、凹凸構造 C_a の凸部頂部位置と、保護層を剥離した後の機能層の露出する表面と、の距離である。

[0041] 本実施の形態に係る保護層の表面粗さ（ R_q ）さは、二乗平均平方根高さ（ R_q ）である。保護層の機能層に接する面側の表面粗さを平均化し、且つ、穴欠陥の形成に大きく影響する表面上の山高さを強調して表している二乗平均平方根高さ（ R_q ）を採用することによって、穴欠陥低減効果との関係性を見出すことができた。

[0042] 即ち、比率（ R_q / t ）を 1.41 以下とすることで、機能層に対する穴欠陥の抑制が可能となり、機能層の表面粗さ（ R_a ）を好適に制御出来、凹凸構造 F_u の転写率が高くなる。比率（ R_q / t ）を 1.41 以下に制御する方法は、機能転写体の用途及び製造方法から、保護層の表面粗さ（ R_q ）或いは距離（ t ）の絶対値をまず決定すればよい。具体的には、例えば、距離（ t ）として 200 nm が最適な場合、保護層の表面粗さ（ R_q ）は 282 nm 以下である必要がある。そこで、保護層としては、保護層の表面粗さ（ R_q ）が 282 nm 以下であるものを選定し、採用すればよい。別の例においては、機能層の材料と当該機能層に好適な保護層が限定される場合においては、距離（ t ）を設計事項に加えることができる。より具体的には、例えば、機能層に対する密着性と異物品位に優れる保護層の表面粗さ（ R_q ）が 45 nm であった場合、距離（ t ）は 32 nm 以上である必要がある。即ち、距離（ t ）は 32 nm 以上且つ、その機能転写体の用途に好適な範囲に設計する必要がある。

[0043] 保護層の表面粗さ（ R_q ）は、下記原子間力顕微鏡（Atomic Force Microscope / AFM）及び下記条件にて測定し、JIS B 0601、2001 に従い算出する。なお、保護層を、機能転写体から 5 mm / 秒～25 mm / 秒の速度及び一定の力で剥離し、保護層の機能転

写体と接した面を測定面とする。任意に5カ所を測定し、二乗平均平方根高さ (R_q) 導出し、平均値を採用する。測定サンプルは、サンプル台との間に隙間が生じないように固定し、測定の際にサンプルが動かないようにする。

・株式会社キーエンス社製 Nanoscale Hybrid Microscope VN-8000

・測定範囲: $200\mu\text{m}$ (比率1:1)

・サンプリング周波数: 0.51Hz

・測定温度: 23°C

・測定湿度: $40\text{RH}\%\sim 50\text{RH}\%$

[0044] 機能層の表面粗さ (R_a) は、機能転写体の機能層側の算術平均粗さであり、本明細書においては、そのディメンジョンはナノメートルである。すなわち、機能層が凹凸構造 C_a を完全に充填していない場合であっても、定義される値である。上述したように、保護層の表面粗さ (R_q) を測定するために機能転写体から保護層を剥離する。機能転写体の機能層面側の表面粗さ (R_a) は、保護層の剥離された機能層の露出する面、換言すれば、保護層の設けられていた機能層の表面に対して測定される。特に、上述した、原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope / AFM) を使用し測定される。

[0045] なお、保護層の表面粗さ (R_q) 或いは機能層の表面粗さ (R_a) の測定に際し、測定面に異物が付着していた場合であって、該異物ごと AFM により走査した場合、保護層の表面粗さ (R_q) 或いは機能層の表面粗さ (R_a) は大きくなる。このため、測定する環境は、クラス1000以下のクリーンルームである。また、上記装置 VN-8000 は光学顕微鏡を付帯している。このため、光学顕微鏡観察により異物や傷の観察された場合、該異物や傷を避けるようにプローブの下降位置を設定する。また、測定前にはイオナイザ等による除電環境下におけるエアブロー洗浄をする。更に、静電気による走査プローブの跳ね上がりを抑制するために、測定環境の湿度は、40

%～50%の範囲である。

[0046] 凹凸構造の凸部頂部位置と機能層の露出する表面との距離（ t ）は、走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope／SEM）により測定される。SEMによる観察は、イオンミリング装置により作成した機能転写体の断面に対して行う。SEMを使用した測定においては、複数の凸部又は複数の凹部が、観察像内に鮮明に10以上20以下観察される倍率にて測定し、同観察像より距離（ t ）を求める。なお、SEMとしては、日立超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡SU8010（株式会社日立ハイテクノロジーズ社製）を使用する。また、測定における加速電圧は、サンプルへのチャージアップやサンプルの焼けから適宜一般的に設定できるが1.0kVが推奨である。

[0047] また、20 μ m間隔毎に撮像を行い、5つの観察像を得る。各観察像に対してまず、凸部頂部位置を決定し、次に、距離（ t ）を任意に5つ測定する。即ち、計25点の距離（ t ）をデータとして得る。この計25点の距離（ t ）の相加平均値を距離（ t ）と定義する。凸部頂部位置は、撮像内に観察される全ての凸部の頂部の頂点の平均位置として決定される。また、距離（ t ）は、凸部頂部位置と機能層の露出する表面との最短距離の相加平均値であり、既に説明したように最終的に25点の相加平均値として計算される。なお、SEMにより観察される像に関し、機能層と凸部頂部位置と、の明暗の差が低く、距離（ t ）を正確に読み取れない場合がある。このような場合においては、上記観察手法において、使用する装置を透過型電子顕微鏡（TEM）にすればよい。

[0048] 凹凸構造Caのピッチが1.5 μ m超に大きくなる場合、キャリアを剥離する際の機能層に加わる剥離応力が大きくなり、転写精度が低下することがある。更には、凹凸構造Caに対する機能層の配置精度が低下することがある。しかしながら、ピッチが1.5 μ m以上の領域においては、光学的な光散乱や光線追跡等の観点から、用途展開性が高く重要である。そこで、ピッチが1.5 μ m超の領域においては、特に下記要件を更に満たすことが望ま

しい。まず、凹凸構造C aの凹部の開口径が $1\ \mu\text{m}$ 以上 $1.5\ \mu\text{m}$ 以下であり、且つピッチが $1.5\ \mu\text{m}$ 超であることが好ましい（開口径が $1\ \mu\text{m}$ でありピッチが $1.5\ \mu\text{m}$ の場合、後述するモデルの開口率は、 40.3% である）。これにより、機能層の凹凸構造C aの凹部底部に対する配置安定性が向上すると共に、ピッチの増加に伴い増加する剥離応力を低減させることができる。即ち、精度高く機能層を転写付与することができる。同様の効果から、開口径が $1.4\ \mu\text{m}$ 以上であり、且つピッチが $2.0\ \mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい（開口径が $1.4\ \mu\text{m}$ でありピッチが $2.0\ \mu\text{m}$ の場合、後述するモデルの開口率は、 44.4% である）。また、開口径が $1.7\ \mu\text{m}$ 以上であり、且つピッチが $2.5\ \mu\text{m}$ 以上であれば、転写付与された機能層の物理的強度が飛躍的に向上することから、高い転写精度にて得られた機能層を、破損することから守ることができる（開口径が $1.7\ \mu\text{m}$ でありピッチが $2.5\ \mu\text{m}$ の場合、後述するモデルの開口率は、 41.9% である）。一方で、開口径が $7\ \mu\text{m}$ 以上であり、且つピッチが $10\ \mu\text{m}$ 以下であることで、凹凸構造C aの凹部開口部上に位置する機能層と、凸部頂部上に位置する機能層と、の物性差を小さくできるため好ましい（開口径が $7\ \mu\text{m}$ でありピッチが $10\ \mu\text{m}$ の場合、後述するモデルの開口率は、 44.4% である）。これにより、被処理体に転写付与された機能層の膜厚精度をより向上させることができる。本効果をより発揮する観点から、開口径が $3.5\ \mu\text{m}$ 以上であり、且つピッチが $5\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい（開口径が $3.5\ \mu\text{m}$ でありピッチが $5.0\ \mu\text{m}$ の場合、後述するモデルの開口率は、 44.4% である）。なお、上記示した範囲における開口径の上限値は、ピッチである。

[0049] 上記説明した、ピッチが $1.5\ \mu\text{m}$ 超の場合について、より詳細に説明する。機能転写体において重要なことは、機能層の精度を予め高めることと、機能転写体の機能層の精度を被処理体に転写することである。以下、転写という観点から考えた場合を説明し、その後、機能層の精度を予め高めるという観点から説明する。

- [0050] 実施の形態の機能転写体を使用することで、被処理体と機能層と、の真実接触面積 A_r が効果的に高まるため、凹凸構造 F_u の転写性が良好となる。これは、キャリアを剥離する際に、機能層に対する応力の集中点が形成されることを抑制できるためである。この効果をより一層発揮して、所望の被処理体に対して、生産性高く、機能層を転写することを考えると、キャリアを剥離する際の剥離力の絶対値を減少させることが効果的であるとわかる。凹凸構造 C_a のピッチを変数に設定した場合の剥離力の変化を計算した結果を、図6に記載した。図6の横軸は凹凸構造 C_a のピッチを、縦軸はキャリアを剥離する際の剥離エネルギーを、ピッチが 100 nm の場合を1として規格化した値（比剥離エネルギー）である。図6より、凹凸構造 C_a のピッチが大きくなるほど、比剥離エネルギーが増加することがわかる。実際に、凹凸構造 C_a のピッチを変数としてキャリアを作製し、転写性の評価を行ったところ、ピッチが $1.5\text{ }\mu\text{m}$ までであれば、容易に転写が可能であることを確かめた。すなわち、図6の比剥離エネルギーが3.2程度までの範囲が、機能転写体に好適な範囲と言える。なお、図6の計算方法は後述する。
- [0051] しかしながら、凹凸構造 C_a のピッチがマイクロメートルの領域の場合、マイクロニードルアレイ、高輝度LED用の凹凸（例えば、PSS（Patterned Sapphire Substrate）、透明導電膜に対する凹凸、p型半導体層に対する凹凸、n型半導体層に対する凹凸等）、マイクロ流路、又は、液晶配向路といった多くの有益な用途が存在する。特に、これらの用途については、対象とするサイズの加工が困難なことから、大面積への展開に課題を抱えている。実施の形態の機能転写体は、被処理体の大きさや形状に対する凹凸構造 F_u の形成に対するマージンが非常に大きい。すなわち、実施の形態の機能転写体を使用して、マイクロメートルオーダの凹凸構造 F_u を被処理体に転写できるのであれば、非常に有用であるといえる。
- [0052] これらのマイクロメートル領域の有用な用途を考えると、ピッチの上限は $10\text{ }\mu\text{m}$ である。上記説明したように、凹凸構造 C_a のピッチが $1.5\text{ }\mu\text{m}$

超の領域になると、比剥離エネルギーが増加して転写性が悪化することがわかった。しかしながら、さらなる検討から、凹凸構造C aのピッチが $1.5\ \mu\text{m}$ 超の領域であっても、凹凸構造の開口率を制御することで比剥離エネルギーを低減し、転写性を向上させることが可能であることを突き止めた。図6の結果より、凹凸構造C aのピッチが $2.5\ \mu\text{m}$ 以上の領域では、剥離エネルギーはほぼ飽和すると考えることができた。そこで、凹凸構造C aのピッチが $2.5\ \mu\text{m}$ の場合において、凹凸構造C aの開口率を変数にとり、剥離エネルギーを計算した。その結果を図7に示す。図7の横軸は凹凸構造C aの開口率を、縦軸は、キャリアを剥離し凹凸構造F uを被処理体に転写する際の剥離エネルギーを、開口率が21%の場合を1として規格化した値（比剥離エネルギー）である。図7より、開口率が高いほど、剥離エネルギーが減少することがわかる。なお、実際の検討から、図6の表記で、比剥離エネルギーが3.2を下回ることで、転写性が改善されることがわかっている。図7の縦軸の倍率を図6に相乗させて適用すると、凹凸構造C aのピッチが $2.5\ \mu\text{m}$ の場合、開口率が40%以上であれば、転写性が良好になるとわかる。更に、図6より、凹凸構造C aのピッチが $2.5\ \mu\text{m}$ 以上の領域では、比剥離エネルギーは飽和すると考えられた。以上より、凹凸構造C aのピッチが $1.5\ \mu\text{m}$ 超の領域において、凹凸構造C aの開口率が40%以上であることで、転写性が改善するといえる。

[0053] ここで、図6及び図7の計算方法について説明する。剥離エネルギーは、凹凸構造C aと凹凸構造F uと、の界面の接着エネルギーから計算した。まず、凹凸構造C aは複数の凹部を有し、これらの凹部が正六方配列をしているとした。凹部の形状は、釣鐘状とした。変数としては、図6を求める際は凹凸構造C aのピッチを、図7を求める際には凹凸構造C aの開口率を設定した。機能転写体の転写領域の幅は $250\ \text{mm}$ とし、 $0.01\ \text{N}$ の力で剥離角 91° にて剥離するモデルを立てた。剥離エネルギーは、キャリアを剥離除去する際に解放されるギブスの自由エネルギーとしてディメンジョン erg/cm^2 にて算出し、凹凸構造C aの凹部の形状と密度を乗ずることでディ

メンジョンJへと変換した。なお、凹凸構造Caのピッチは、凹部の開口の中心間の最短距離として設定した。また、開口率は、凹凸構造Caを平面視した際の、開口の割合として設定した。上記凹凸構造から計算すると、一般式として、開口率(%) = $(\pi/4) \cdot (1/\sin(60^\circ)) \cdot (Duty)^2$ として与えられる。なお、Dutyは比(開口部の径/ピッチ)である。

[0054] 以上の議論より、凹凸構造Caのピッチが1.5 μm 超の領域においても、凹凸構造Caの開口率が40%以上であることで、転写性が担保されることがわかった。次に、凹凸構造Fuの精度の元にあたる、機能層の精度を予め高めるという観点に移行する。機能転写体を製造するためには、凹凸構造Caに対して機能層を配置するという操作を必ず経る。ここで多用途への展開性や工業性の観点から、機能層を塗布により配置することが好ましい。塗布という工程を考えると、少なくとも濡れと乾燥を考慮する必要がある。ここでは、機能原料を溶剤に希釈し、溶剤や添加剤によって濡れ性を担保する場合を例にとる。この場合、溶剤の揮発に伴い、機能原料の濃度が向上し、塗膜の粘度が大きくなる。ここで、凹凸構造Caの凸部の上方に位置する塗膜が凹凸構造Caより受ける影響と、凹凸構造Caの凹部開口部の上方に位置する塗膜が凹凸構造Caより受ける影響と、は異なる。換言すれば、溶剤の揮発に伴い粘度が大きくなる過程で、レベリング性が不十分になった場合、機能層は、凹凸構造Caの影響を受けた状態で固定化されるため、機能層の表面精度が低下する。これは、膜厚(t)の分布が大きくなることを意味する。すなわち、機能層の表面粗さ(Ra)が大きくなり、比率(Ra/t)が大きくなって、転写性が低下する。このような原理に基づく膜厚(t)の分布の悪化は、凹凸構造Caのピッチが大きくなるほど顕著となる。上述したように、マイクロオーダの凹凸構造Caを具備する機能転写体を実現することは有用であることから、凹凸構造Caのピッチが1.5 μm 超の領域においても、膜厚(t)の分布を改善する方法を検討した。

[0055] モデルとしては、膜厚(t)の分布が最も悪くなる状態として、凹凸構造

C aの影響は受けるが機能原料のレベリング性が発現されない状態を採用した。すなわち、凹凸構造C aの凸部に注目すると、当該凸部の上面において、TPCLを起点に機能原料の仮想液滴が形成されとした。また、凹部については、凹部側面におけるTPCLを起点に機能原料の仮想液滴が形成されとした。なお、TPCLとは、Three Phase Contact Lineの略語であり、気体、液体、及び固体の3相界面を指す。そして、これらの仮想液滴は、膜厚(t)を有する機能層の、露出面にまで影響を与えとした。この状態を計算し、凹凸構造C aの凸部の上方に位置する膜厚(t)と、凹凸構造C aの凹部開口部の上方に位置する膜厚(t)と、を計算した。この結果から、既に説明した比率比率(R_a/t)を計算した。なお、凹凸構造C aとしては、複数の挿鉢状の凹部が六方配列したモデルを採用した。

[0056] その結果を図8に示した。図8の横軸は凹凸構造C aの開口率を、縦軸は比率(R_a/t)を示す。また、凹凸構造C aのピッチが $2.5\mu\text{m}$ の場合が丸印及び四角印であり、ピッチが $5\mu\text{m}$ の場合が三角印及びバツ印である。更に、膜厚(t)が 100nm の場合を丸印及び三角印として表記し、膜厚(t)が 10000nm の場合を四角印及びバツ印として表記した。まず、ピッチについて、転写性の検討結果に合わせることで、ピッチの影響を判断するために $2.5\mu\text{m}$ と $5\mu\text{m}$ を使用した。ここから、ピッチが大きいほど比率(R_a/t)が悪化することがわかる。すなわち、より大きなピッチに対して、比率(R_a/t)を調整できることが必要であるとわかった。次に、膜厚(t)については、 $1.5\mu\text{m}$ 超の凹凸構造F uの用途から考えて、 $100\text{nm}\sim 10000\text{nm}$ のマージンを有せば、十二分に実用性に足ることから決定した。また、膜厚(t)が薄いほどに、比率(R_a/t)が悪化することから、より薄い膜厚(t)に対して、比率(R_a/t)を調整できることが必要であるとわかった。以上から、凹凸構造C aのピッチが $5\mu\text{m}$ 、及び膜厚(t)が 100nm の場合に、比率(R_a/t)を調整できるようにすることが重要である。比率(R_a/t)は、既に述べた理由から、

1.2以下であることが望まれる。このことから、開口率が40%以上であることで、凹凸構造Caのピッチが5 μ m、及び膜厚(t)が100nmの場合であっても、比率(Ra/t)を1.2以下に制御できることがわかる。計算の前提は、比率(Ra/t)が最も悪くなる場合であることから、現実的には、よりマージンは広いはずである。裏を返せば、開口率40%以上という制約を加えることで、機能層の凹凸構造Caに対する配置精度が向上する。そして、上述した議論と比率(Ra/t)と、の効果から、凹凸構造Fuの転写性もより改善する。

[0057] 以上より、実施の形態の機能転写体においては、凹凸構造Caのピッチが1.5 μ m超であり、開口率が40%以上であることで、マイクロオダの機能を発現可能な凹凸構造Fuを、精度高く被処理体に転写形成できる。なお、ピッチの上限は、用途により変わるが、マイクロメートルオダの機能を発現させる観点から10 μ mである。更に、上記議論を延長させると、開口率は、45%以上であると、転写性がより改善する。開口率が、50%以上であると、膜厚(t)の精度がより改善する。そして、開口率が55%以上であると、膜厚(t)の精度と転写性が共により向上するため好ましい。

[0058] 機能転写体には保護層が必須構成要件として含まれる。即ち、機能転写体の製造において、保護層を貼り合わせて巻き取る際の安定性が重要といえ、以下ではラミネート性と表現する。一方で、機能転写体の使用時には、当該保護層を剥離してから使用するため、保護層を剥離する際の安定性が重要といえ、以下では剥離性と表現する。保護層を貼り合わせる際の、保護層と機能層との密着性が低い場合、保護層は機能層上でスリップし巻き取り時に皺が発生する。即ち、ラミネート性が低下する。一方で、保護層と機能層との密着性が高すぎる場合、保護層を機能層より剥離する際に、穴欠陥の肥大化が進行すると共に、機能層が破壊される。即ち、剥離性が低下する。以上から、ラミネート性と剥離性と、を兼ね備える為には、好適な保護層と機能層の密着力の範囲を実現すればよいと言える。

[0059] 機能転写体において機能層は、用途に応じ好適な材料を選択できることが

特徴である。また、２体間の密着力は、２体間の自由エネルギーの差として計算可能であり、自由エネルギーは接触角より概算できることから、機能層に対する水滴の接触角と、保護層の機能層に貼りあわされる面に対する水滴の接触角と、には好適な範囲があると考えられる。保護層の機能層に貼り合わせる面に対する水滴の接触角が７５度以上１０５度以下であれば、ラミネート性と剥離性がより向上するため好ましい。この理由は定かではないが、２体間の接着力は、２体間の自由エネルギーの差として定義され、自由エネルギーは接触角により概算できることから、保護層の接触角が所定範囲で制御されることで、２体間の自由エネルギーが、ラミネート性にとって大きくなり、剥離性にとって小さくなるためと推定される。

[0060] なお、水滴を使用した接触角は、日本工業規格ＪＩＳＲ ３２５７：１９９９「基板ガラス表面のぬれ性試験方法」に準拠し測定される。

[0061] ＜機能転写体の概要＞

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して具体的に説明する。図１及び図２は、本実施の形態に係る機能転写体を用いた被処理体への機能付与方法の各工程を示す断面模式図である。

[0062] まず、図１Ａに示すように、キャリア１０は、その主面上に凹凸構造１１が形成されている。凹凸構造１１は、複数の凹部１１ａと凸部１１ｂで構成された凹凸構造Ｃａである。キャリア１０は、例えば、フィルム状又はシート状である。フィルム状とは、長さや幅に対して極めて膜厚が薄く、可撓性でありロール状にできる性質を有するものである。一方、シート状とは薄い平らな板状物を指し、その可撓性については限定されない。また、フィルム状の機能転写体を長さ方向に裁断し毎葉にしたものは、シート状である。ただし各実施の形態において、両者を明確に区別すべきものでない。

[0063] 次に、図１Ｂに示すように、キャリア１０の凹凸構造１１の表面上に、機能層１２を設ける。機能層１２の配置や機能層１２の層数はこれに限定されない。更に、図１Ｃに示すように、機能層１２の上側には、保護層１３を設ける。保護層１３は、機能層１２を保護するものである。以下、キャリア１

0、機能層12、及び保護層13からなる積層体を、機能転写体14と呼ぶ。

[0064] 次に、図2Aに示すような被処理体20を用意する。次いで、図2Bに示すように、被処理体20の主面上に、保護層13を取り除いた後の機能転写体14の、機能層12の露出面を直接当接させる。次に、図2Cに示すように、キャリア10を、機能層12から除去する。この結果、機能層12及び被処理体20からなる積層体21が得られる。積層体21の有する凹凸構造は、凹凸構造F_uである。積層体21はその用途により、積層体21の状態にて使用することも、被処理体20の加工マスクとして機能させ、被処理体20を加工したのちに使用することもできる。

[0065] なお、上述した当接と除去との間において、例えば、積層体21に対してエネルギー線を照射して機能層12を安定化させる。また、例えば、当接時に加える熱により、機能層12を安定化させる。また、例えば、積層体21に対してエネルギー線を照射した後に、積層体21を加熱し、機能層12を安定化させる。また、エネルギー線を照射する際に、エネルギー線に対する遮光マスクを設けることで、パターニングされた機能層12を具備する積層体21を得ることができる。パターニングにおいては、ポジ型現像性の機能層を具備させたのであれば、キャリア10を剥離した後にエネルギー線を照射できる。ネガ型現像性の機能層を具備させたのであれば、エネルギー線を照射させたのちに、キャリア10を剥離できる。

[0066] 次に、機能転写体14の機能層12の組成について説明する。機能転写体14においては、機能層12が樹脂を含めば、機能層12の組成によらず、機能層12の配置精度を向上させ、機能層12と被処理体20と、の接着強度を高め、欠陥が少ない凹凸構造Fを被処理体20に付与することができる。このため、機能層12の組成は特に限定されず、有機物、無機物又は有機無機複合体であってもよい。また、モノマ、オリゴマ、又はポリマのみから構成されても、これらを複数含んでもよい。このため、例えば、有機粒子、有機フィラー、無機粒子、無機フィラー、有機無機ハイブリッド粒子、有機

無機ハイブリッドフィラー、ゾルゲル反応を誘発する分子、有機ポリマ、有機オリゴマ、無機ポリマ、無機オリゴマ、有機無機ハイブリッドポリマ、有機無機ハイブリッドオリゴマ、重合性樹脂、重合性モノマ、金属アルコキシド、金属アルコラート、金属キレート化合物、ハロゲン化シラン、スピノングラス、金属、又は、金属酸化物を使用することができる。

[0067] 機能層 12 が樹脂を含むことで、機能層 12 の硬度を減少させることができると共に、機能層 12 の配置安定性を向上させることができる。これにより、保護層 13 による機能層の表面粗さ (R_a) の制御性が向上する。即ち、機能層に対する穴欠陥を抑制できる。これにより、機能層 12 の凹凸構造 11 の精度及び膜厚精度が向上すると共に、機能転写体 14 を例えばロールアップしてリール状にした場合であっても、機能層 12 に対するクラックの発生を抑制できる。また、機能層 12 に樹脂を含むことで、機能転写体 14 の機能層 12 の物理的安定性が向上することから、機能転写体 14 の搬送やハンドリングにより、機能層 12 の配置精度が低下することを抑制できる。更には、樹脂を含むことで、機能層 12 の硬度が減少するため、機能層 12 の表層の流動性の束縛が解放されやすくなり、機能層 12 と被処理体 20 との真実接触面積 A_r を大きくし、接着強度を大きくする効果が大きくなる。本明細書における樹脂は、分子量が 1000 以上のオリゴマ又はポリマとして定義する。樹脂の構成としては、有機樹脂、無機樹脂又は、有機無機ハイブリッド樹脂等が挙げられる。これらは 1 種のみ含んでも、複数含んでもよい。これらの樹脂は、公知一般のオリゴマ又はポリマを採用できる。例えば、一般的に、フォトレジスト用樹脂、ナノインプリント用樹脂、接着剤用樹脂、粘着剤用樹脂、ドライフィルムレジスト用樹脂、エンブラ、封止材用樹脂、ゴム、プラスチック、繊維、医療用プラスチック、又は、医薬用樹脂を使用できる。また、天然高分子も使用できる。

[0068] 樹脂の重量平均分子量は、機能層 12 の配置精度から、1000～10000000 であることが好ましい。下限値の 1000 は、機能層 12 の硬度の減少と、機能層 12 の物理的安定性から決定された。一方で、上限値の 10

00000は、凹凸構造11の平均ピッチの範囲を加味し、凹凸構造11に対する機能層12の配置精度から決定された。なお、平均ピッチの範囲は、機能層12に対するキャリア10の凹凸構造11より加えられる応力を弱くし、機能層12表面の平坦性を良好に保ち、機能層12の穴欠陥を低減させる観点から決定されていた。特に、機能層12の配置精度をより高める観点から、重量平均分子量は、50000以下であることが好ましく、10000であることがより好ましく、更に好ましくは6000である。

[0069] 樹脂の分散度は概ね1～6のものが用いられ、1～4であることが好ましい。分散度は、重量平均分子量と数平均分子量の比（重量平均分子量）／（数平均分子量）である。なお、分子量は、日本分光社製ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）、（ポンプ：Gulliver、PU-1580型、カラム：昭和電工社製Shodex（登録商標）（KF-807、KF-806M、KF-806M、KF-802.5）4本直列、移動層溶剤：テトラヒドロフラン、ポリスチレン標準サンプルによる検量線使用）により重量平均分子量（ポリスチレン換算）として求めることができる。

[0070] 本実施の形態に係る機能層12が2層以上の多層構造である場合、樹脂は少なくとも、保護層13側に接する機能層12に設けられることが好ましい。これにより、凹凸構造11側の機能層12に樹脂を含まずとも、保護層13側の機能層12に含まれる樹脂により上記効果を奏することができるためである。即ち、少なくとも保護層13側の機能層12に樹脂を含む場合、保護層13側の機能層12以外の層は、樹脂以外の成分のみから構成されてもよい。例えば、キャリア10の凹凸構造11に対し、Si、Ti、Zr、或いはInの酸化物を含む無機物を製膜し、当該無機物の上に樹脂を含む層を成膜して、保護層13を貼り合わせ、機能転写体14とすることも出来る。

[0071] 特に、機能層12に含まれる樹脂は、極性基を有することが好ましい。この場合、機能層12内における分子間相互作用を強くすることができるため、機能層12と凹凸構造11との密着力を小さくすることができる。更に、機能層12と被処理体20と、の界面に対する静電相互作用や水素結合作用等

が強くなる傾向にあるため、機能層 12 と被処理体 20 との接着強度が向上する。以上から、極性基を含むことで、転写性を向上させることができる。極性基の種類は特に限定されないが、エポキシ基、水酸基、フェノール性水酸基、アクリロイル基、メタクリロイル基、ビニル基、カルボキシル基、カルボニル基、アミノ基、アリル基、ジオキタセン基、シアノ基、イソシアネート基、リン酸基及びチオールからなる群の少なくとも 1 以上の極性基を含むことで、機能層 12 と被処理体 20 と、の界面に対する静電相互作用や水素結合作用等が強くなる傾向にあるため、転写性が向上する。特に、キャリア 10 の凹凸構造 11 と機能層 12 との物理的接着力及び化学的接着力を共に低減する観点から、エポキシ基、水酸基、フェノール性水酸基、アクリロイル基、メタクリロイル基、ビニル基、カルボキシル基、カルボニル基、アミノ基及びイソシアネート基からなる群の少なくとも 1 以上の極性基を含むことが好ましい。更に、エポキシ基、水酸基、アクリロイル基、メタクリロイル基、ビニル基、カルボキシル基及びカルボニル基からなる群から選ばれる少なくとも 1 以上の極性基を含むと、光重合による体積収縮、熱重合による体積収縮、又は水素結合による高密度化の 1 以上の現象を発現できるので、キャリア 10 の凹凸構造 11 と機能層 12 と、の界面接着力がより低下し、転写性がいっそう向上するため好ましい。中でも、エポキシ基、水酸基、アクリロイル基、メタクリロイル基、ビニル基及びカルボキシル基からなる群の少なくとも 1 以上を含むことで、前記効果がより大きくなる。

[0072] 樹脂が硬化性樹脂である場合、機能転写体 14 の機能層 12 の体積は、キャリア 10 を除去する際の機能層 12 の体積よりも小さくなる傾向がある。即ち、キャリア 10 を機能層 12 より除去する段階において、キャリア 10 の凹凸構造 11 と機能層 12 との界面に分子スケール以上の隙間を作ることができる。これは、凹凸構造 11 と機能層 12 との密着力を大きく低減することを意味するため、キャリア 10 の剥離速度を十分に大きくすることができる。硬化性樹脂は、熱、光、又は、熱と光により硬化する樹脂である。例えば、熱硬化性樹脂であれば、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、

不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、又はケイ素樹脂が挙げられる。また、例えば、光硬化性樹脂であれば、エポキシ基、アクリロイル基、メタクリロイル基、又は、ビニル基等を有す樹脂が挙げられる。なお、硬化性樹脂を含む場合、その硬化原理に見合った硬化開始剤を含むことが好ましい。光硬化性樹脂に対しては、光重合開始材を適用できる。光重合開始材としては、公知一般のラジカル重合開始剤、カチオン重合開始剤、又はアニオン重合開始剤を使用できる。これらは組み合わせて使用することもできる。熱重合樹脂に対しては、熱重合開始剤を適用できる。熱重合開始剤としては、公知一般の例えば、アゾ化合物を使用できる。なお、光硬化性樹脂に対して、熱重合開始剤を使用することもできる。なお、重合開始剤の他に、光増感材を添加することもできる。

[0073] 特に、機能層 1 2 の体積収縮を効果的に発現させ、機能層 1 2 と凹凸構造 1 1 との接着強度を弱める観点から、光硬化性樹脂を含むことが好ましい。

[0074] また、樹脂は、少なくとも 1 以上の繰り返し単位を含む樹脂を含むことが好ましい。更に、この繰り返し単位は、繰り返し単位を構成する全原子数を N_a 、繰り返し単位中の炭素原子数を N_c 、及び繰り返し単位中の酸素原子数を N_o とした時の比率 $(N_a / (N_c - N_o))$ である比率 K が 5.5 以下の繰り返し単位であることが好ましい。即ち、繰り返し単位が 3 つある状態を代表させた場合、 $- (A)_x - (B)_y - (C)_z -$ で表現される一般式において、 A 、 B 又は C の少なくとも 1 以上の繰り返し単位は比率 $K \leq 5.5$ を満たす。このような範囲を満たす場合、樹脂の分子間の相互作用が強まる傾向にあるため、機能層 1 2 と凹凸構造 1 1 との界面の分子スケールの隙間が大きくなると考えられる。即ち、転写性が向上する。特に、樹脂の分子間相互作用と分子内相互作用を共に強め、該隙間を凹凸構造 1 1 の表面に渡り形成させ、転写性を向上させる観点から、比率 K は、4.0 以下を満たすことがより好ましく、3.5 以下を満たすことが最も好ましい。特に比率 K が 3.0 以下である場合、樹脂内の炭素密度が大きくなるため、機能層 1 2 と凹凸構造 1 1 と、の化学的作用を低減でき、密着力をより低下させるこ

とができる。なお、これらの範囲を満たすことで、積層体 2 1 の機能層 1 2 を加工用マスクとして被処理体 2 0 を凹凸加工する場合の、加工精度も大きく向上する。

[0075] 上記説明においては、 $-(A) \times -(B) y -(C) z -$ で表記できる繰り返し単位が 3 つある状態を代表させたが、繰り返し単位の構成数は 3 に限らず、ホモポリマ又はホモオリゴマである 1 の状態から、2 又は 4 以上の状態であってもよい。

[0076] また、繰り返し単位数が 2 以上の場合、少なくとも 1 以上の繰り返し単位は上記比率 K を満たす。この場合、比率 K を満たす繰り返し単位 G と比率 K を満たさない繰り返し単位 B と、の繰り返し数は以下の範囲を満たすことが好ましい。繰り返し単位 G の繰り返し数の合計値を α 、繰り返し単位 B の繰り返し単位数の合計値を β とする。例えば、 $-(A) \times -(B) y -$ において、繰り返し単位 A が上記比率 K を満たし、繰り返し単位 B が上記比率 K を満たさない場合、 $x = \alpha$ 、 $y = \beta$ である。また、例えば、 $-(A) \times -(B) y -(C) z -$ において、繰り返し単位 A が上記説明した比率 K を満たし、繰り返し単位 B 及び C が上記説明した比率 K を満たさない場合、 $x = \alpha$ 、 $(y + z) = \beta$ である。なお、繰り返し単位数が 4 以上の場合も同様である。

[0077] この時、 $\alpha / \beta \geq 1$ を満たすことで、分子内相互作用の効果が大きくなり、転写性が向上するため好ましい。特に、 $\alpha / \beta \geq 1.5$ を満たすことで、分子間相互作用も利用でき、転写性がより向上するため好ましく、 α / β が 2.3 以上であることで、機能層 1 2 と凹凸構造 1 1 と、の界面の化学的相互作用を抑制する効果が大きくなるため好ましい。前記効果をいっそう発揮する観点から、 α / β が 4 以上であることがより好ましく、 α / β が 9 以上であることが最も好ましい。

[0078] なお、 α / β が 80 以上、より好ましくは 90 以上である場合、樹脂分子内のエネルギーの均等性が向上することから、キャリア 1 0 を機能層 1 2 より除去する際の、凝集破壊に対する耐性が大きくなる。また、ホモポリマ又

はホモオリゴマの場合、 α/β は β が0であることから無限に漸近する。また、繰返し単位を2以上含む場合であって、全ての繰返し単位が上記比率Kの範囲を満たす場合も、 α/β は β が0であることから無限に漸近する。このような α/β が無限に漸近する場合、樹脂分子内のエネルギーの均等性が飛躍的に向上することから、キャリア10を機能層12より除去する際の、凝集破壊に対する耐性が飛躍的に向上するため、最も好ましい。なお、これらの範囲を満たすことで、積層体21の機能層12を加工用マスクとして被処理体20を凹凸加工する場合の、加工精度も大きく向上する。

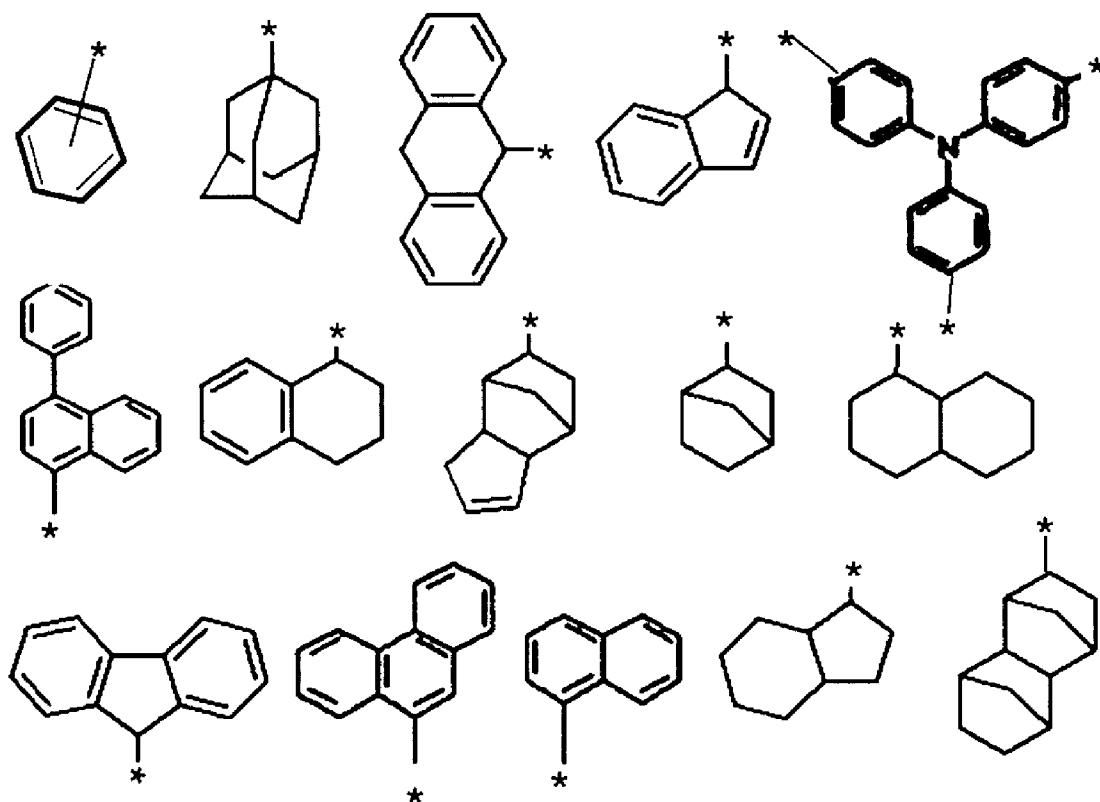
[0079] 更に、繰返し単位間の上記比率Kの差の最大値、即ち ΔK_{max} は、3.5以下であることが好ましい。これにより、効果的に分子間相互作用を発生できる。特に、3.0以下であることで、分子内相互作用が大きくなる。2.5以下であれば、樹脂の安定性が向上し、機能層12と凹凸構造11と、の界面の化学的作用を抑制する効果が高まる。更に、樹脂分子内のエネルギーの均等化の向上に伴う機能層12の凝集破壊耐性の向上効果をより顕著にする観点から、2.0以下であることが好ましく、1.5以下であることがより好ましく、1.0以下であることが最も好ましい。なお、これらの範囲を満たすことで、積層体21の機能層12を加工用マスクとして被処理体20を凹凸加工する場合の、加工精度も大きく向上する。

[0080] 機能層12は、環状部位を有す材料を含むことが好ましい。環状部位を有す材料を含むことにより、環状部位同士のパッキングや配列により、機能層12の硬度の上昇や、機能層12の体積収縮を誘発する傾向にあるためである。即ち、キャリア10を機能層12より除去する際の機能層12の凝集破壊の抑制や、キャリア10の凹凸構造11と機能層12と、の密着力低減の効果がある。特に、環状部位が、炭素数30以下の環状部位であることで、本効果は大きくなる。更に、環状部位が4員環、5員環及び6員環からなる群から選ばれる少なくとも1以上の要素により構成されることで、パッキング性が良好となることから機能層12の持つ自由エネルギーが低下する傾向にある。即ち、キャリア10の凹凸構造11と機能層12と、の化学的作用

を低減できるため、転写性が向上する。ここで、環状部位は、上記説明した樹脂に含まれても、それ以外の成分、例えばモノマに含まれてもよい。特に、機能層12が樹脂及びモノマを含む場合、少なくとも樹脂に該環状部位を含むことが好ましい。環状部位としては、例えば、下記化学式群Aから選ばれる少なくとも1以上の環状部位が挙げられる。これらは、1種類のみを含んでも、2種類以上含まれてもよい。

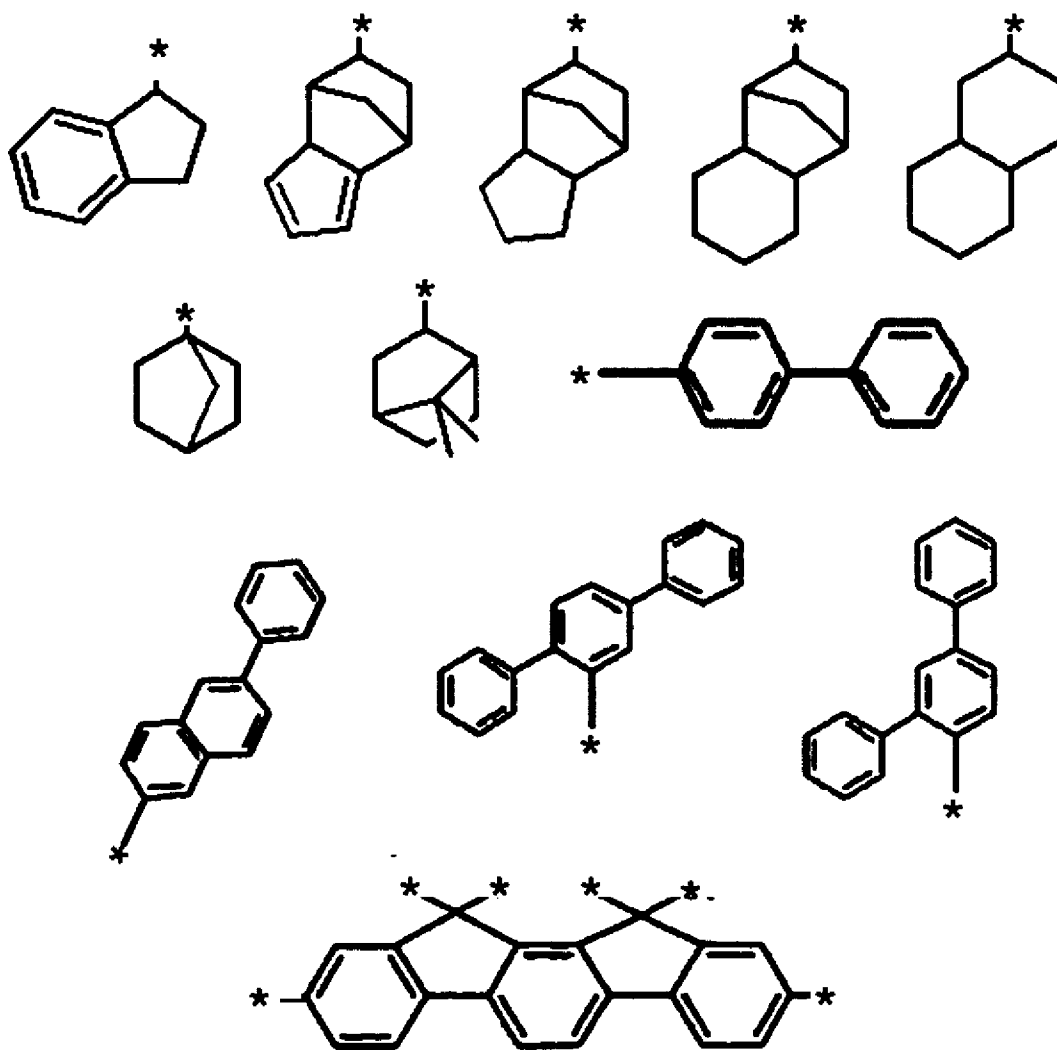
[0081] [化1]

化学式群A



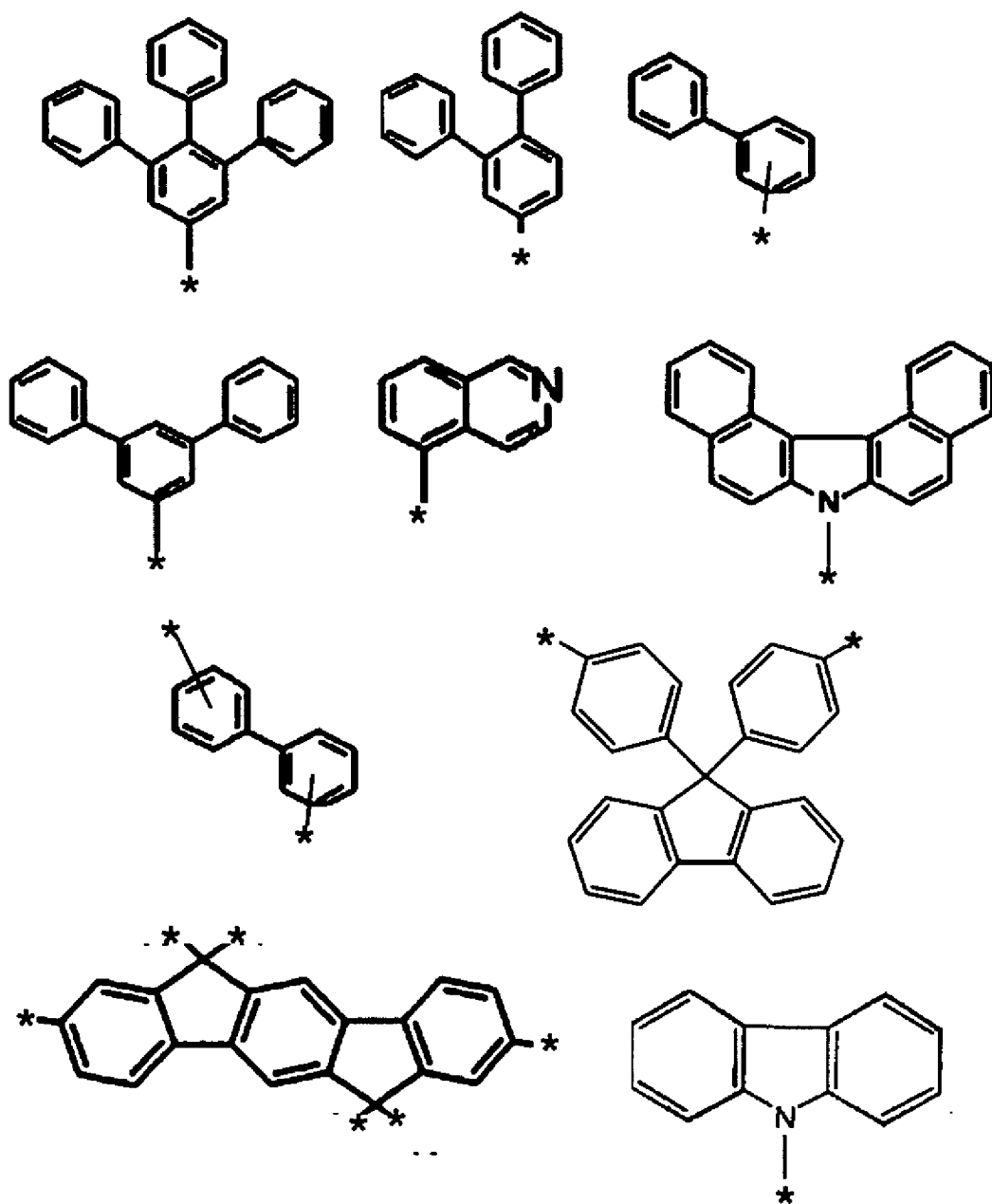
[0082]

[化2]



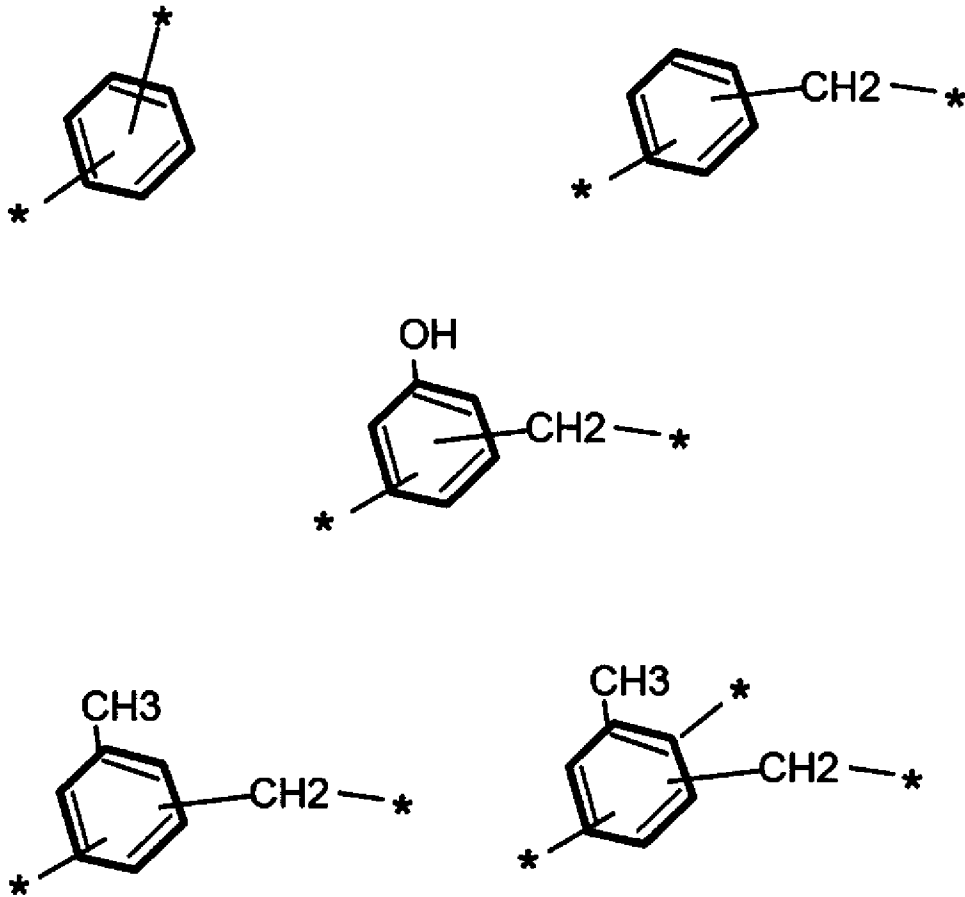
[0083]

[化3]



[0084]

[化4]



[0085] 化学式中に表記される「*」は、「*」を介して他の元素に結合すると共に、「*」は酸素元素（O）、窒素元素（N）、硫黄元素（S）又は炭素元素（C）のいずれかである。また、結合手の不足している部分は、水素元素（H）、メチル基（ CH_3 ）、又は水酸基（ OH ）へと結合する。

[0086] 例えば、上記環状部位を有す樹脂として、ポリスチレン、ポリp-ヒドロキシスチレン、ポリ9ビニルカルバゾール、カルバゾール骨格を有す樹脂、側鎖にカルバゾール骨格を有す樹脂、クレゾールノボラック骨格を有す樹脂、フェノールノボラック骨格を有す樹脂、ビスフェノールA骨格を有す樹脂、フルオレン骨格を有す樹脂、側鎖にアダマンタン骨格を有す樹脂、側鎖にアダマンチル骨格を有す樹脂、又は、側鎖にノルボルナン骨格を有す樹脂が挙げられる。

[0087] また、樹脂は、アルカリ可溶性樹脂であってもよい。アルカリ可溶性の樹脂であることで、積層体21の機能層12を容易に現像し、凹凸構造を形成

させることができる。樹脂がアルカリ可溶性樹脂の場合、樹脂にカルボキシル基が含まれることが好ましい。カルボキシル基の量は、酸当量で100～600が好ましく、より好ましくは300～450である。酸当量とは、その中に1当量のカルボキシル基を有する線状重合体の質量を示す。なお、酸当量の測定は、平沼産業社製平沼自動滴定装置（COM-555）を使用し、0.1mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて電位差滴定法により行われる。

[0088] また、下記の2種類の単量体の中より、各々1種又はそれ以上の単量体を共重合させることにより得られる樹脂を使用することもできる。第1の単量体は、分子中に重合性不飽和基（例えば、アクリレート又はメタクリレート）を1個有するカルボン酸又は酸無水物である。第2の単量体は、非酸性で、分子中に重合性不飽和基を1個有する化合物であり硬化膜の可撓性、耐ドライエッチング性等の種々の特性を保持するように選ばれる。第1の単量体及び第2の単量体の選定により、既に説明した極性基を任意に樹脂に含ませることができる。

[0089] 特に、機能層12は、上記説明した樹脂の他に、モノマを含むことが好ましい。即ち、樹脂及びモノマを含むことが好ましい。ここで、モノマは本明細書により定義される樹脂以外の物質且つ、固体微粒子や固体フィラー以外の物質として定義する。即ち、有機物、無機物、又は有機無機複合体のいずれも採用できる。この場合、樹脂により運動性を阻害されたモノマが、機能転写体14を被処理体20に当接する際に、その運動性を開放され、機能層12の表層の流動性をより向上させることができる。特に、樹脂及びモノマが、機能層12の最外層に含まれることで、前記効果はより顕著となる。樹脂とモノマとの組み合わせは、（樹脂／モノマ）と記載すれば、（有機物／有機物）、（有機物／無機物）、（無機物／無機物）、又は（無機物／有機物）のいずれであってもよい。例えば、（有機物／無機物）であれば、上記説明した樹脂要件を満たす有機樹脂に対して金属アルコキシドを加えることができる。（無機物／無機物）であれば、上記要件を満たす樹脂要件を満た

す無機樹脂、例えば、金属ポリマや金属酸化物ポリマに対して、金属アルコキシドを加えることができる。また、例えば（無機物／有機物）であれば、上記要件を満たす樹脂要件を満たす無機樹脂、例えば、金属ポリマや金属酸化物ポリマに対して、有機モノマを加えることができる。なお、金属アルコキシドは単量体として使用しても、縮合した数量体、又はオリゴマ体を使用してもよい。

[0090] 特に、この場合、樹脂又はモノマの少なくとも一方は硬化性物質であることが好ましく、少なくともモノマが硬化性物質であることが好ましい。硬化性物質は、上述の樹脂が硬化性樹脂である場合の説明において、硬化性樹脂の樹脂を物質に置き換えればよい。この場合、機能層 12 の収縮作用が大きくなるため、凹凸構造 11 と機能層 12 との界面接着強度が低下し、転写性が向上する。特に、樹脂及びモノマが共に硬化性物質であると、該効果はより大きくなる。なお、硬化性物質を含む場合、樹脂が硬化性樹脂である場合について上記説明したように、硬化開始剤を含むことが好ましい。

[0091] 樹脂及びモノマを含む場合、モノマの粘度は 25℃において概ね 5 cP 以上 5000 cP 以下であると好ましく、8 cP 以上 2500 cP 以下であるとより好ましく、10 cP 以上 1500 cP 以下であると最も好ましい。なお、ここでの粘度は、使用するモノマ全てを混合した時の混合物に対する粘度を意味する。また、機能層 12 と被処理体 20 との界面の接着強度の固定化及び機能層 12 の物理安定性向上の観点から、モノマの平均官能基数は、概ね 1 以上 6 以下が好ましく、1 以上 4 以下が好ましく、1.5 以上 3 以下が最も好ましい。例えば、6 官能の（メタ）アクリレートと 2 官能の（メタ）アクリレートと、を混合し、平均官能基数を調整できる。例えば、3 官能の（メタ）アクリレートと 2 官能の（メタ）アクリレートと、を混合し、平均官能基数を調整できる。

[0092] なお、モノマは、上記化学式群 A から選ばれる環状部位を含むモノマであると、環状部位による物理的安定性の効果と、凹凸構造 11 の表面との化学的相互作用の低減の効果が大きくなる傾向にあるため、転写性が向上する。

また、この場合、被処理体 20 を凹凸加工する場合の、加工精度も向上する。

[0093] 更に、機能層 12 に染料、顔料等の着色物質を含有させることもできる。着色物を含有することで、機能層 12 を被処理体 20 に転写形成した際に、凹凸構造 11 の大きさが可視光の波長より十分小さい場合にも、転写が良好に行われているかを、目視及び光学式検知手段により判断することができる。更に、キャリア 10 の凹凸構造 11 上に成膜された機能層 12 の品質管理に、着色物質の吸収を利用することができる。着色物質は、機能層 12 の凹凸構造 11 由来の機能に支障をきたさぬように適宜選定できる。また、ロイコ染料やフルオラン染料と、ハロゲン化合物と、の組み合わせに代表される発色系染料も使用できる。中でも、トリブロモメチルフェニルスルホンとロイコ染料との組み合わせや、トリアジン化合物とロイコ染料との組み合わせが有用である。

[0094] 更に、機能層 12 の安定性を向上させるために、酸化防止剤を含むことができる。ここで、酸化防止剤は光安定剤であることが好ましい。光安定剤は、ラジカル連鎖開始阻止剤、ラジカル捕捉剤、過酸化物分解剤に分類でき、いずれも採用できる。ラジカル連鎖開始阻止剤は、更に、重金属不活性化剤と紫外線吸収剤に分類でき、重金属不活性化剤には主にヒドラジド系とアミド系があり、紫外線吸収剤には主にベンゾトリアゾール系、ベンゾフェノン系、そしてトリアジン系がある。これらの中では紫外線吸収剤がより好ましい。紫外線吸収剤を含ませることにより、機能層 12 を光学的に安定化できるため、使用に好適な場所にて使用できる。また、ラジカル捕捉剤は、HALS 及びフェノール系酸化防止剤に分類できる。これらの酸化防止材は公知一般のものを使用できる。

[0095] また、機能層 12 中に、必要に応じて可塑剤等の添加剤を含有させることもできる。そのような添加剤としては、例えば、ジエチルフタレート等のフタル酸エステル類、p-トルエンスルホンアミド、ポリプロピレングリコール、又はポリエチレングリコールモノアルキルエーテル等が挙げられる。

[0096] 機能転写体 1 4 の機能層 1 2 に適用可能な金属元素は、積層体の用途により適宜選択することができる。特にマンガン (Mn)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、ルビジウム (Rb)、ニオブ (Nb)、モリブデン (Mo)、テクネチウム (Tc)、ルテニウム (Ru)、パラジウム (Pd)、銀 (Ag)、セシウム (Cs)、オスミウム (Os)、プラチナ (Pt)、金 (Au)、カリウム (K)、リチウム (Li)、ナトリウム (Na)、バリウム (Ba)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、鉛 (Pb)、ストロンチウム (Sr)、亜鉛 (Zn)、アルミニウム (Al)、ホウ素 (B)、ビスマス (Bi)、鉄 (Fe)、ガリウム (Ga)、インジウム (In)、ランタン (La)、アンチモン (Sb)、バナジウム (V)、イットリウム (Y)、ゲルマニウム (Ge)、ハフニウム (Hf)、シリコン (Si)、スズ (Sn)、チタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、タンタル (Ta)、及びタングステン (W) からなる群から選ばれる少なくとも 1 種以上であることが好ましい。これは、機能層 1 2 の配置精度、機能層 1 2 の物理的及び化学的安定性の観点から選定している。特に、機能層 1 2 が 2 以上の多層機能層 1 2 であり、1 以上の機能層 1 2 により他の機能層 1 2 を加工する場合の加工精度の観点から、チタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、クロム (Cr)、亜鉛 (Zn)、スズ (Sn)、ホウ素 (B)、インジウム (In)、アルミニウム (Al)、シリコン (Si)、モリブデン (Mo)、タングステン (W) 及びゲルマニウム (Ge) からなる群から選ばれる少なくとも 1 種であることが好ましい。特に、チタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、クロム (Cr)、シリコン (Si) 又は亜鉛 (Zn) であることが好ましく、チタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、シリコン (Si) 又は亜鉛 (Zn) であることが最も好ましい。

[0097] また、無機物を含む場合、機能層 1 2 の、特に、化学的安定性を向上させる観点から、機能層 1 2 は、メタロキサン結合 ($\text{—O—Me}_1\text{—O—Me}_2\text{—O—}$) を含むことが好ましい。ここで、 Me_1 及び Me_2 は共に金属元素であり、同一の金属元素であっても異なってもよい。 Me_1 又は Me_2

としては、上記説明した金属元素を採用することができる。例えば、単一金属元素の場合、 $-O-Ti-O-Ti-O-$ や、 $-O-Zr-O-Zr-O-$ 、そして $-O-Si-O-Si-O-$ が挙げられる。異種金属元素の場合、 $-O-Ti-O-Si-O-$ 、 $-O-Zr-O-Si-O-$ 、 $-O-Zn-O-Si-O-$ 、 $-O-Ti-O-Zr-O-$ 、 $-O-Ti-O-Zn-O-$ 、 $-O-Ti-O-Si-O-Zn-O-$ 等が挙げられる。なお、メタロキサン結合中の金属元素種は、3種類以上含まれてもよい。特に、2種類以上含まれる場合、転写精度の観点から、少なくともSiを含むことが好ましい。

[0098] 機能層12に含まれる金属元素は、Si元素濃度 (C_{pSi}) と、Si以外の金属元素の合計濃度 (C_{pM1}) と、の比率 (C_{pM1}/C_{pSi}) が、0.02以上2.4未満であると、転写精度が向上するため好ましい。なお、この範囲を満たすことで、機能層12が2以上の多層機能層12であり、1以上の機能層12により他の機能層12を凹凸加工する場合の加工精度も向上する。これらの効果をより発揮する観点から、0.05以上2.0以下であるとより好ましく、0.1以上1.5以下であると最も好ましい。なお、比率 (C_{pM1}/C_{pSi}) を小さく設定することで、機能層12の屈折率を小さく、比率 (C_{pM1}/C_{pSi}) を大きくすることで、機能層12の屈折率を大きくすることができる。

[0099] また、無機物を機能層12に含める場合、機能層12の配置精度と凝集を抑制する観点から、3重量%の機能塗工液に対する慣性半径が、5nm以下であることが好ましい。慣性半径は3nm以下が好ましく、1.5nm以下がより好ましく、1nm以下が最も好ましい。ここで慣性半径とは、波長0.154nmのX線を使用した小角X線散乱 (SAXS) による測定より得られる測定結果に対し、Guinier (ギニエ) プロットを適用し計算される半径とする。また、溶剤としてはプロピレングリコールモノメチルエーテルを使用する。

[0100] 特に、機能層12が2以上の多層構造であり、積層体21の状態において

、１以上の機能層１２（以下、機能層１という場合がある）を他の機能層に対する加工用のマスクとして機能させて、他の機能層１２（以下、機能層２という場合がある）をドライエッチング加工する場合、加工用のマスクとして機能する機能層１は、上記例示した無機物又は有機無機複合体を含むことが好ましい。特にこの場合、キャリア１０の凹凸構造１１の凹部１１a内部にのみ機能層１を充填配置させ、当該機能層１及びキャリア１０の凹凸構造１１を共に平坦化するように機能層２を設けることが最も好ましい。

[0101] 機能層１と機能層２と、の選択比、即ち、ドライエッチングによる、機能層１のエッチングレート（ V_{m1} ）と、機能層２のエッチングレート（ V_{o1} ）との比率（ V_{o1}/V_{m1} ）は、機能層１をマスクとして機能層２をエッチングする際の加工精度に影響を与える。 $V_{o1}/V_{m1} > 1$ は、機能層１が機能層２よりもエッチングされにくいことを意味するため、（ V_{o1}/V_{m1} ）は大きいほど好ましい。

[0102] （ V_{o1}/V_{m1} ）は、機能層１の塗工性の観点から、 $V_{o1}/V_{m1} \leq 150$ を満たすことが好ましく、 $V_{o1}/V_{m1} \leq 100$ を満たすことがより好ましい。また、（ V_{o1}/V_{m1} ）は、耐エッチング性の観点から、 $3 \leq (V_{o1}/V_{m1})$ を満たすことが好ましく、 $10 \leq V_{o1}/V_{m1}$ を満たすことがより好ましく、 $15 \leq V_{o1}/V_{m1}$ を満たすことがなお好ましい。

[0103] 上記範囲を満たすことにより、厚みのある機能層２を、機能層１をマスクとしてドライエッチングすることにより、容易に凹凸加工することができる。これにより、ドライエッチングによって凹凸加工された機能層１及び機能層２を、被処理体２０上に形成することができる。

[0104] 加工用のマスクとして機能する機能層１の材料については、上述した選択比を満たせば特に限定されず、溶剤に希釈可能な種々の公知樹脂（有機物）、無機前駆体、無機縮合体、メッキ液（クロムメッキ液等）、金属酸化物フィラー、金属酸化物微粒子、HSQに代表されるシルセスキオキサン、スピノングラス、金属微粒子等まで使用できる。機能層１は、機能転写体１４

を使用して、積層体 21 を転写形成する際の転写精度の観点から、機能層 1 と機能層 2 とが化学的に結合するか、又は水素結合を形成することが好ましい。転写速度及び精度を向上させるためには、光重合又は熱重合、そしてこれらの複合重合が有用である。そのため、機能層 1 は、光重合可能な光重合性基と熱重合可能な重合性基の両方、又はいずれか一方を含むと特に好ましい。また、機能層 1 は、耐ドライエッチング性の観点から、金属元素を含むことが好ましい。更に、機能層 1 は、金属酸化物微粒子を含むことにより、被処理体 20 をドライエッチングする際の加工が、より容易になるため好ましい。

[0105] 機能層 1 に含まれる金属元素としては、上記説明した金属元素を採用できる。また、機能層 1 に含まれる金属元素が安定に存在し、且つ後述するドライエッチング耐性を満たし、機能層 1 / 機能層 2 / 被処理体 20 から構成される積層体 21 に対し、機能層 1 をマスクとして、機能層 2 をエッチングする際の加工精度を向上させる観点から、機能層 1 は、メタロキサン結合（ $\text{—O—Me}_1\text{—O—Me}_2\text{—O—}$ ）を含むことが好ましい。ここで、メタロキサン結合については、既に説明した通りである。なお、メタロキサン結合中の金属元素種は、3 種類以上含まれてもよい。特に、2 種類以上含まれる場合、マスク層の転写精度の観点から、少なくとも Si を含むことが好ましい。

[0106] 機能層 1 がメタロキサン結合を含む場合、機能層 1 全体における Si 元素濃度 (C_{pSi}) と、Si 以外の金属元素の合計濃度 (C_{pM1}) と、の比率 (C_{pM1}/C_{pSi}) は、0.02 以上 2.4 未満であると、機能層 1 をマスクとして機能層 2 をエッチング加工する際の、加工精度が向上するため好ましい。特に、0.05 以上 2.0 以下であるとより好ましく、0.1 以上 1.5 以下であると最も好ましい。

[0107] このようなメタロキサン結合を機能層 1 に含める方法としては、金属元素を使用する、又は、無機前駆体を縮合させる方法が挙げられる。無機前駆体を縮合する方法としては、例えば、上述した金属アルコキシドの加水分解及

び重縮合による反応を利用することができる。

- [0108] 機能層 1 に金属元素を使用する方法として、例えば、金属酸化物微粒子（フィラー）、金属微粒子、又は金属アルコキシドに代表されるゾルゲル材料を機能層 1 の材料に含ませる方法が挙げられる。機能層 1 に使用されるゾルゲル材料は、例えば金属アルコキシドを使用できる。
- [0109] また、機能層 1 としての耐ドライエッチング性の観点から、Ti、Ta、Zr、Zn、及びSiからなる群から選ばれる金属元素を金属種に有す金属アルコキシドを含むことが好ましい。特に、転写精度及び転写速度を向上させる観点から、ゾルゲル材料は、金属種の異なる、少なくとも 2 種類の金属アルコキシドを含むことが好ましい。金属種の異なる 2 種類の金属アルコキシドの、金属種の組み合わせとしては、例えば、SiとTi、SiとZr、SiとTa、SiとZn等が挙げられる。耐ドライエッチング性の観点から、Siを金属種に持つ金属アルコキシドのモル濃度 (C_{Si}) と、Si以外の金属種M1を持つ金属アルコキシド (C_{M1}) との比率 C_{M1}/C_{Si} は、0.2～1.5であることが好ましい。機能層 1 材料をキャリア 10 の凹凸構造 11 上に塗工し機能層 1 を配置する際の塗工乾燥時の安定性の観点から、 C_{M1}/C_{Si} は0.5～1.5であることが好ましい。物理的強度の観点から、 C_{M1}/C_{Si} は5～8であることがより好ましい。
- [0110] なお、 C_{M1}/C_{Si} が上記最も広い範囲（0.2～1.5）において、0.2～1.0の範囲であれば、機能層 1 をマスクとして機能層 2 をエッチング加工する際の機能層 1 の形状安定性が向上するため好ましい。特に、0.2～5の範囲であれば機能層 1 のエッチング時の物理的安定性が向上するため好ましく、0.2～3.5であるとより好ましい。また、0.23～3.5である機能層 1 をマスクとして機能層 2 をエッチング加工する際の機能層 1 の輪郭形状安定性が向上するため好ましい。同様の観点から、0.25～2.5であることがより好ましい。
- [0111] 機能層 1 は、機能層 1 の転写精度及び耐ドライエッチング性の観点から、無機のセグメントと有機のセグメントを含むハイブリッドであることが好ま

しい。ハイブリッドとしては、例えば、無機微粒子と光重合（又は熱重合）可能な樹脂の組み合わせ、無機前駆体と光重合（又は熱重合）可能な樹脂、有機ポリマと無機セグメントが共有結合にて結合した分子、又は、無機前駆体と光重合性基を分子内に具備する無機前駆体等が挙げられる。無機前駆体としてゾルゲル材料を使用する場合は、シランカップリング剤を含むゾルゲル材料の他に、光重合可能な樹脂を含むことを意味する。ハイブリッドの場合、例えば、金属アルコキシド、光重合性基を具備したシランカップリング材、又はラジカル重合系樹脂等を混合することができる。より転写精度を高めるために、これらにシリコンを添加してもよい。また、ドライエッチング耐性を向上させるために、ゾルゲル材料部分は、予め予備縮合を行ってもよい。シランカップリング剤を含む金属アルコキシドと、光重合性樹脂の混合比率は、耐ドライエッチング性と転写精度の観点から、3 : 7 ~ 7 : 3 の範囲が好ましい。より好ましくは、3.5 : 6.5 ~ 6.5 : 3.5 の範囲である。ハイブリッドに使用する樹脂は、光重合可能であれば、ラジカル重合系でも、カチオン重合系でも特に限定されない。

[0112] また、ハイブリッドとして無機前駆体と光重合性基を分子内に具備する無機前駆体を採用する場合、無機前駆体としてSi以外の金属元素を金属種に有す金属アルコキシドを採用し、光重合性基を分子内に具備する無機前駆体として光重合性基を具備するシランカップリング材を採用できる。また、これらのシリコンを含めることもできる。

[0113] 更に、機能転写体14を使用し得られた機能層1／機能層2／被処理体20から構成される積層体21に対し、機能層1をマスクとして機能層2をエッチングする際の、機能層2側面のラフネスを低減させる観点から、有機ポリマと無機セグメントが共有結合にて結合した分子、又は、無機前駆体と光重合性基を分子内に具備する無機前駆体を採用することが好ましい。無機前駆体と光重合性基を分子内に具備する無機前駆体としては、例えば、無機前駆体として金属アルコキシドを選定し、光重合性基を分子内に具備する無機前駆体として光重合性基を具備するシランカップリング材を選定することが

挙げられる。特に、無機前駆体として使用する金属アルコキシドの金属種は、 Ti 、 Ta 、 Zr 又は Zn であると好ましく、 Ti 、 Zr 又は Zn であると最も好ましい。

[0114] 機能層1に含まれる光重合性基としては、アクリロイル基、メタクリロイル基、アクリロキシ基、メタクリロキシ基、アクリル基、メタクリル基、ビニル基、エポキシ基、アリル基、オキセタニル基等が挙げられる。

[0115] 機能層1に含まれる公知樹脂としては、光重合性と熱重合性の両方、又はいずれか一方の樹脂が挙げられる。例えば、上記説明したキャリア10を構成する樹脂の他、フォトリソグラフィ用途で使用される感光性樹脂、ナノインプリントリソグラフィ用途で使用される光重合性樹脂又は熱重合性樹脂等が挙げられる。特に、ドライエッチングによる、機能層1に含まれる樹脂のエッチングレート (V_{m1}) と、機能層2のエッチングレート (V_{o1}) との比率 (V_{o1}/V_{m1}) が、 $1 \leq V_{o1}/V_{m1} \leq 50$ を満たす樹脂を含有することが好ましい。

[0116] 機能層1を形成する材料は、ゾルゲル材料を含むことが好ましい。ゾルゲル材料を含むことで、耐ドライエッチング性の良好な機能層1の、キャリア10の凹凸構造11内部への充填が容易になるばかりでなく、機能層2をドライエッチングする際の、縦方向のドライエッチングレート ($V_{r\perp}$) と、横方向のドライエッチングレート ($V_{r\parallel}$) との比率 ($V_{r\perp}/V_{r\parallel}$) を大きくすることができる。ゾルゲル材料としては、単一の金属種を持つ金属アルコキシドのみを用いても、異なる金属種を持つ金属アルコキシドを併用してもよいが、金属種M1（但し、M1は、 Ti 、 Zr 、 Zn 、 Sn 、 B 、 In 、及びAlからなる群から選択される少なくとも1種の金属元素）を持つ金属アルコキシドと、金属種Siを持つ金属アルコキシドとの、少なくとも2種類の金属アルコキシドを含有することが好ましい。また、機能層1材料として、これらのゾルゲル材料と、公知の光重合性樹脂とのハイブリッドも使用できる。

[0117] 機能層1の材料は、ドライエッチング時の物理的破壊を抑制する観点から

、縮合と光重合の両方、又はいずれか一方による硬化後の相分離が小さいことが好ましい。ここで、相分離とは、透過型電子顕微鏡（TEM）のコントラストで確認することが可能である。機能層1の転写性の観点から、TEMのコントラストより、相分離サイズが20nm以下であることが好ましい。物理的耐久性及び、耐ドライエッチング性の観点から、相分離サイズは15nm以下であることが好ましく、10nm以下であると、より好ましい。なお、相分離を抑制する観点から、ゾルゲル材料中に、光重合性基を具備するシランカップリング剤を含むことが好ましい。

[0118] 機能層1を構成する光重合可能なラジカル重合系の樹脂としては、公知一般のラジカル重合系樹脂、特に、ラジカル重合系のアクリレート又はメタクリレートを採用できる。なお、被処理体20との組み合わせにもよるが、上記ラジカル重合系樹脂は、非フッ素含有ラジカル重合系樹脂であることが好ましい。なお、ラジカル重合系樹脂を含む場合、樹脂に適当な重合開始剤、例えば、光重合開始剤や熱重合開始剤を含むことができる。

[0119] 機能層1を構成する光重合可能なカチオン重合系の樹脂は、公知一般のカチオン重合系樹脂を選択できる。例えば、エポキシ化合物、オキセタン化合物、又はビニルエーテル化合物等が挙げられ、エポキシ化合物としては、脂環式エポキシ化合物、又はグリシジルエーテルが挙げられる。なお、カチオン重合系樹脂を使用する場合、当該樹脂に好適な重合開始剤、例えば、熱重合開始材や光酸発生剤を使用できる。

[0120] 加工用マスクとしての機能層2は、上述のエッチングレート比（選択比）を満たせば、特に限定されない。機能層2を構成する材料として、上記説明した樹脂を少なくとも含めばよい。更に、樹脂よりも分子量の低いモノマを同時に含むことで、転写性が向上する。

[0121] 機能層1と機能層2とは、化学的に結合することが、転写精度の観点から好ましい。そのため、機能層1が光重合性基を含む場合は、機能層2も光重合性基を含み、機能層1が熱重合性基を含む場合は、機能層2も熱重合性基を含むことが好ましい。また、機能層1中のゾルゲル材料との縮合により、

化学結合を生成するために、機能層 2 にゾルゲル材料を含んでもよい。光重合方式としては、ラジカル系とカチオン系が存在するが、硬化速度とドライエッチング耐性の観点から、ラジカル系のみ、又は、ラジカル系とカチオン系のハイブリッド系が好ましい。ハイブリッドの場合、ラジカル重合系樹脂とカチオン重合系樹脂を、重量比率で、3 : 7 ~ 7 : 3 で混合することが好ましく、3.5 : 6.5 ~ 6.5 : 3.5 であるとより、好ましい。

[0122] ドライエッチング時の、機能層 2 の物理的安定性と、ハンドリングの観点から、硬化後の機能層 2 の T_g (ガラス転位温度) は、30℃~300℃であることが好ましく、60℃~250℃であるとより好ましい。

[0123] 機能層 2 と被処理体 20 との密着性、及び機能層 2 と機能層 1 との密着性の観点から、機能層 2 の比重法による収縮率は、5%以下であることが好ましい。

[0124] 次に、本実施の形態に係る機能転写体 14 のキャリア 10 について説明する。キャリア 10 は凹凸構造 11 が形成されていれば特に限定されないが、構成材料として既に説明した機能層 12 を構成する材料を使用することができる。その他にも、例えば、シリコン、石英、ニッケル、クロム、サファイア、シリコンカーバイド、ダイヤモンド、ダイヤモンドライクカーボン又はフッ素含有ダイヤモンドライクカーボン等の無機材を使用することができる。

[0125] キャリア 10 の凹凸構造 11 の表面の自由エネルギーを減少させることが好ましい。即ち、凹凸構造 11 と機能層 12 との物理的及び化学的接着力を低減することで、一定の応力で機能層 12 を破壊せず剥離することができる。自由エネルギーを低減させる手法としては、凹凸構造 11 に対して離型処理を行う、自由エネルギーの低い材質を選定する、又は表面の自由エネルギーを低下させる成分を仕込む手法等を採用できる。凹凸構造 11 に対する離型処理は、公知一般に知られる離型処理を採用でき、一般的な防汚剤、レベリング材、撥水剤又は指紋付着防止剤等を使用できる。また、離型処理を行う前に、凹凸構造 11 の表面を金属や金属酸化物にて被覆してもよい。この

場合、離型処理の均等性と凹凸構造 11 の強度を向上させることができる。自由エネルギーの低い材質としては、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 又はパーフルオロポリエーテル (PFPE) に代表されるフッ素含有樹脂やポリジメチルシロキサン (PDMS) に代表されるシリコン樹脂等を使用できる。表面の自由エネルギーを低下させる成分を仕込む手法としては、偏析やブリードアウト等を利用することができる。例えば、フッ素成分、メチル基成分の偏析、又はシリコン成分のブリードアウト等を利用できる。なお、表面の自由エネルギーを低減させる成分を仕込む手法は、機能層 12 に対して行うこともできる。例えば、フッ素成分やシリコン成分を機能層 12 に仕込むことで、フッ素成分の偏析やシリコン成分のブリードアウトを利用することができるため、機能層 12 と凹凸構造 11 との接着強度を大きく低減できる。

[0126] 特に、機能層 12 の種類によらず、機能層 12 とキャリア 10 と、の密着力を低減する観点から、キャリア 10 の凹凸構造 11 の表面の自由エネルギーは、 3 erg/cm^2 以上 18 erg/cm^2 以下であることが好ましい。これは、機能層 12 の自由エネルギー、即ち機能層 12 の材料を任意に変化させた場合であっても、機能層 12 とキャリア 10 と、が接することで変化するギブスの自由エネルギーの変化から計算される密着性が、上記範囲内にてピークボトムを迎えるためである。特に、キャリア 10 を剥離除去する際の摩擦力を低減する観点から、 3 erg/cm^2 以上 15 erg/cm^2 以下であることが最も好ましい。また、偏析によりキャリア 10 の凹凸構造 11 の表面自由エネルギーを低減させる場合、キャリア 10 を転写法にて製造する際に使用するマスターモールド（鋳型）の表面自由エネルギーは、 3 erg/cm^2 以上 18 erg/cm^2 以下であることが好ましい。この範囲を満たすことで、キャリア 10 の転写精度が向上すると共に、キャリア 10 の凹凸構造 11 の表面自由エネルギーを偏析により良好に低減できる。

[0127] キャリア 10 がフレキシブルな場合、凹凸構造 11 を構成する材質は、光硬化性樹脂の硬化物、熱硬化性樹脂の硬化物又は熱可塑性樹脂等を採用でき

る。一方、キャリア10が非フレキシブルな場合、凹凸構造11を構成する材質としては、金属や金属酸化物等を使用できる。例えば、シリコン、石英、ニッケル、クロム、サファイア、シリコンカーバイド、ダイヤモンド、ダイヤモンドライクカーボン又はフッ素含有ダイヤモンドライクカーボン等の無機材を使用できる。また、非フレキシブルな場合、非フレキシブルな支持基材の上に、樹脂より構成される凹凸構造11を形成することもできる。フレキシブル又は非フレキシブルいずれの場合においても、既に説明したように、凹凸構造11の表面の自由エネルギーを低下させると好ましい。

[0128] また、キャリア10がフレキシブルである場合、連続的に大面積に機能層12を被処理体20へと転写付与することができる。この観点から、凹凸構造11を構成する原料は光硬化性樹脂組成物であると好ましく、特に、円筒状のマスターロール表面の凹凸構造11を連続的に光ナノインプリント法により転写形成し、製造されると好ましい。

[0129] 凹凸構造11の平均ピッチは、上記距離(t)の測定に使用したSEMを使用し測定される。SEMによる観察は、機能転写体14のキャリア10の凹凸構造11の表面に対して行う。このため、凹凸構造11の平均ピッチの測定は、機能層12を除去し凹凸構造11を露出させたキャリア10、又は、機能転写体14を製造する前のキャリア10に対して行う。機能層12の除去は、機能層12を被処理体20に転写すること、又は機能層12のみを溶解により除去することで行う。SEMを使用した測定においては、凹凸構造11の複数の凸部11b又は複数の凹部11aが、SEMの観察像内に鮮明に100以上200以下観察される倍率にて測定し、同観察像より平均ピッチサイズを求める。測定対象となるサンプルは、上記二乗平均平方根高さ(Rq)を求めるために、AFM測定にて使用したサンプルと略同じ位置を測定する。なお、SEMとしては、日立超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡SU8010(株式会社日立ハイテクノロジーズ社製)を使用することができる。また、測定における加速電圧は、サンプルへのチャージアップやサンプルの焼けから適宜一般的に設定できるが1.0kVが推奨である。

[0130] また、 $20\mu\text{m}$ 間隔毎に撮像を行い、5つの観察像を得る。各観察像に対してピッチを任意に10ずつ測定する。即ち、計50点のピッチをデータとして得る。この計50点のピッチの相加平均値を平均ピッチと定義する。ピッチとは、撮像内に複数の独立した凸部11bが観察される場合は、凸部11bの頂部の中央部同士の最短距離として定義する。一方で、撮像内に複数の独立した凹部11aが観察される場合は、凹部11aの開口部の中央部同士の最短距離として定義する。換言すれば、キャリア10の凹凸構造11がドット状であれば、最近接するドット間の凸部頂部の中央部同士の距離がピッチであり、ホール状であれば、最近接するホール間の凹部開口部の中央部同士の距離がピッチであり、ラインアンドスペース状であれば、最近接するラインの凸部頂部の中央部同士の距離がピッチである。なお、ラインアンドスペース状の場合、ラインの幅方向の中央部が頂部中央部である。なお、格子状のようにライン又はスペースとドット状凸部又はホール状凹部が混在している場合、ドット凸部又はホール状凹部に対してピッチを測定する。

[0131] 次に、キャリア10の凹凸構造11の立体方向の好ましい範囲について、平均アスペクトに注目して説明する。平均アスペクトとは、キャリア10の凹凸構造11の凸部11b底部の平均径を平均高さにて除した値、又は、凹部11a開口部の平均径を平均深さにて除した値である。凸部11b底部の平均径又は凹部11a開口部の平均径は、平均ピッチを求める際の観察から同時に計測する。一方で、平均高さ又は平均深さは、距離(t)を求める際の観察から同時に計測する。

[0132] 凸部11b底部の径は、平均ピッチを求める際の観察像に観察される、複数の独立した凸部11bの輪郭に対する外接円の直径として定義する。ここで、平均ピッチと同様に50点の計測データを採取し、これらの相加平均値を凸部11b底部の平均径とする。一方で、凹部11a開口部の径は、平均ピッチを求める際の観察像に観察される、複数の独立した凹部11aの開口部の内接円の直径として定義する。ここで、平均ピッチと同様に50点の計測データを採取し、これらの相加平均値を凹部11a開口部の平均径とする

。なお、ラインアンドスペースの場合は、ラインの幅が上記凸部底部の径に相当し、スペースが上記凹部開口部の径に相当する。また、格子状のように、ライン又はスペースとドット状凸部又はホール状凹部が混在している場合、ドット凸部又はホール状凹部に対して凸部底部の又は凹部開口部の径を測定する。

[0133] 高さは、距離（ t ）を求める際の観察像に観察される、複数の独立した凸部 11b の高さとして定義する。ここで、距離（ t ）と同様に 25 点の計測データを採取し、これらの相加平均値を平均高さとする。一方で、深さは、距離（ t ）を求める際の観察像に観察される、複数の独立した凹部 11a の深さとして定義する。ここで、距離（ t ）と同様に 25 点の計測データを採取し、これらの相加平均値を平均深さとする。なお、ラインアンドスペースの場合は、ラインが上記凸部に相当し、スペースが上記凹部に相当する。また、格子状のように、ライン又はスペースとドット状凸部又はホール状凹部が混在している場合、ドット凸部又はホール状凹部に対して高さ又は深さを測定する。

[0134] 平均アスペクトは、凸部 11b 底部の平均径／平均高さ、又は、凹部 11a 開口部の平均径／平均深さである。平均アスペクトは、キャリア 10 を機能層 12 より剥離除去する際の、機能層 12 に加わる剥離エネルギー、より具体的には剥離エネルギーを構成する一要素であるモーメントエネルギーに影響を与える。特に、剥離速度を大きくした場合、積層体の機能層 12 の凸部に加わる力積が大きくなることから、このモーメントエネルギーは大きくなる。剥離エネルギーの上限値は、平均ピッチの上限値を決定する際に、理論と実験の対応を測り求めている。ここで、現実的に有効な剥離速度の上限値を 5 m／分として、剥離エネルギーの上限値に達する時の平均アスペクトを算出した。この点から、被処理体 20 に転写付与される機能層 12 の凸部の破損を抑制するために、平均アスペクトは 5 以下が好ましいことがわかった。また、キャリア 10 を剥離除去する際の加速度による力を加味した場合、平均アスペクトは 3.5 以下であることが好ましい。特に、被処理体 20

の形状が平板状だけでなく、レンズ状や円柱、円錐状といった場合であっても、剥離速度を大きくした場合に転写精度を向上させるために、アスペクトは2.5以下であることが好ましい。また、機能層12のキャリア10の凹凸構造11への配置精度が向上する点、及び、剥離時の力が大きく減少する点から、平均アスペクトは1.5以下であることが最も好ましい。なお、下限値は、機能層12の配置精度を向上させることと、凹凸構造11特有の機能の発揮程度の観点から0.1以上である。特に、0.3以上であれば、工業的な生産性がより向上するため好ましい。同様の観点から、0.5以上であることが最も好ましい。

- [0135] 本実施の形態に係る機能転写体14において、保護層13は、上記説明した比率(R_q/t)を満たすことが可能であれば特に限定されない。特に、保護層13として、フィルム状のものをを用いることができ、基材フィルムに粘着剤を塗布した塗布タイプやフィルム自体に粘着性を持たせた自己粘着タイプのいずれかを採用することができる。塗布タイプの場合、基材フィルムの材質としては、特に制限はないが、例えば、ポリエチレン、ポリオレフィンコポリマ、ポリプルピレン、エチレン酢酸ビニルコポリマ、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、トリアセチルセルロース、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリイミド等が挙げられ、前記材質のいずれかの1種類以上から構成されても良い。基材フィルムに塗布する粘着剤としては、特に制限はなく、機能層12と適度な接着性を持つものであれば良い。保護層13が、自己粘着タイプのフィルムである場合、1層以上で形成されてもよく、その材質としては、特に制限はないが、例えば、ポリエチレン、ポリオレフィンコポリマ、ポリプルピレン、エチレン酢酸ビニルコポリマ、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、トリアセチルセルロース、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリイミド等が挙げられ、前記材質のいずれかの1種類以上から構成されても良い。機能層12から保護層13を剥離する際、保護層13の粘着成分が機能層12に残存率を低くするため、保護層13としては、自己

粘着タイプが好ましい。また、自己粘着タイプの材質の中で、ポリオレフィンコポリマ、エチレン酢酸ビニルコポリマ、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネートを用いることがより好ましく、更に、ポリオレフィンコポリマ、エチレン酢酸ビニルコポリマが最も好ましい。これにより、機能層 12 と適度な接着力をもち、機能層 12 と保護層 13 との間にエアークラックがない機能転写体 14 を作ることができる。また、保護層 13 の成分が機能層 12 に付着し残存することなく、きれいに保護層 13 を除去することができる。

[0136] 保護層 13 は、機能層 12 との接着性の観点から、保護層 13 の機能層 12 面側に、必要に応じて易接着層又は離型層を形成してもよい。また、表面処理することもでき、例えば、コロナ放電処理、火炎処理、紫外線照射処理、高周波照射処理、グロー放電照射処理、活性プラズマ照射処理、レーザー光線照射処理等を挙げることができる。

[0137] 機能層 12 と、保護層 13 とを貼り合わせる方法として、ラミネート工程を用いることができる。ラミネータとしては、1 対のホットロールを用いる 1 段式ラミネーター、2 対以上のホットロールを用いる多段式ラミネーター、ラミネートする部分を容器で覆った上、真空ポンプで減圧又は真空にする真空ラミネーター等が使用される。

[0138] ラミネートの際、機能転写体 14 にかかる線圧が、 1 kg/cm 以上の場合、機能層 12 と保護層 13 との貼り合わせ性がよく、機能層 12 と保護層 13 との間にエアークラックの巻き込みが少ないため、きれいに巻き取ることができる。また、線圧が 150 kg/cm 以下の場合、圧力によりキャリア 10 の凸凹形状の破損が抑えられるため、線圧は 1 kg/cm 以上 150 kg/cm 以下が好ましい。更に、 4 kg/cm 以上、 100 kg/cm 未満がより好ましい。本明細書の中で線圧は、機能転写体 14 とラミネートロールとが接触する部分の単位長さあたりの加圧力と定義する。

[0139] ラミネーターロールは、加温しなくてもよいが、機能層 12 と保護層 13 との接着力を上げ、巻取り精度を上げる必要がある場合は、加温しても良い

。加温温度は、保護層 1 3 の粘度が下がり、機能層 1 2 から剥離できない、又は、保護層 1 3 の一部が機能層 1 2 に付着し残存することが起こらない程度であれば良い。

[0140] ラミネート工程の際、機能転写体 1 4 の搬送速度は、特に限定されないが、20.0 m/分未満である場合、機能層 1 2 と保護層 1 3 との貼り合わせ性が高く、巻取り精度が高い。また、0.3 m/分以上であると、生産性が高く、製造コストが低くなるため、機能転写体 1 4 の搬送速度は、0.3 m/分以上、20.0 m/分未満であることが好ましい。更に、1.0 m/分以上、10.0 m/分未満であることがより好ましい。

[0141] 機能転写体 1 4 をカールフィッシャー（水分計）にて測定した際の、水分量は5重量%以下であると好ましい。この範囲を満たすことで、機能転写体 1 4 の保存安定性が向上する。特に、保存や輸送環境の環境制御幅をより広くする観点から、当該水分量は1.5重量%以下がより好ましく、0.1重量%以下が最も好ましい。なお下限値は特に限定されず、機能転写体にクラック等が発生しない範囲にて適宜設定できる。

[0142] 機能転写体 1 4 を加熱GC/MSにて測定した際の溶剂量は、100 μ g/g以下であると好ましい。この範囲を満たすことで、機能層の発現する機能の劣化を抑制できる。特に、10 μ g/g以下であれば被処理体 2 0 の面内における機能層の斑を抑制する効果が高まり、2 μ g/g以下であれば、凹凸構造 1 1 のオーダでの機能の斑を抑制する効果が高まるため好ましい。なお、0.5 μ g/g以下であれば、上記効果をより発現するため好ましく、0.1 μ g/g以下が最も好ましい。なお、下限値は特に限定されず、機能転写体にクラック等が発生しない範囲にて適宜設定できる。10 mm×20 mmに切り出した機能転写体 1 4 より保護層 1 3 を剥離し取り除いてから、加熱GC/MS測定を行う。具体的には、保護層 1 3 を剥離した10 mm×20 mmを2 mm×5 mmの短冊に切り分けて、試料カップに配置した。その後、試料を加熱し、GC/MS測定を行った。測定する溶剤としては、機能転写体 1 4 を製造する際に使用する溶剤であるが、少なくとも2プロパ

ノールとプロピレングリコールモノメチルエーテルは上記範囲を満たすことが望ましい。

[0143] 本実施の形態に係る機能転写体 14 は、フィルム状であり、機能転写体 14 の一端部がコアに接続され、且つ、機能転写体 14 がコアに巻き取られたことを特徴とする。

[0144] 前記コアの材質は、特に限定されないが、紙粉、粉塵の発生が少なく、表面平滑性が高い材質のものがよい。例えば、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ABS（アクリロニトリル、ブタジエン、スチレンの共重合体）樹脂などを採用することができる。

[0145] 機能転写体 14 は、被処理体 20 に対して機能転写体 14 の凹凸構造 11 を転写するために使用する。特に、機能転写体 14 を、被処理体 20 の一主面上に直接当接する工程と、キャリア 10 を除去する工程と、を少なくともこの順に含むことで、機能転写体 14 の凹凸構造 11 の精度を、被処理体 20 に対して転写することができる。

[0146] 被処理体 20 の材質や形状は特に限定されない。材質は有機物であっても無機物であってもよい。例えば、合成石英や溶融石英に代表される石英、無アルカリガラス、低アルカリガラス、ソーダライムガラスに代表されるガラス、シリコン、ニッケル、サファイア、ダイヤモンド、金属アルミニウム、アモルファス酸化アルミニウム、多結晶酸化アルミニウム、単結晶酸化アルミニウム、酸化チタン、SUS、機能層 12 にて例示した金属元素から構成される金属、機能層 12 にて例示した金属元素を含む金属酸化物、酸化鉄、酸化銅、クロム、シリコンカーバイド、マイカ、酸化亜鉛、半導体基材（窒化物半導体基材等）、スピネル基材、ITO に代表される透明導電無機物、紙、合成合皮、皮、又は機能層 12 にて例示した有機物等が挙げられる。形状としては、円盤状、平板状、 n 角柱状、 n 角錐状、レンズ状、球形状、フィルム状又はシート状等が挙げられる。なお、前記 n 角柱状又は n 角錐状は、曲率半径が 0 超の角部を含む n 角柱状又は n 角錐状を含む。なお、被処理体 20 としてウェハ形状のものをを使用する場合、その大きさは 2 インチ ϕ 以

上であることが好ましい。これは、2インチφ以上であることで、被処理体20の縁部の影響が小さくなり、凹凸が転写された有効面積が増えるためである。

[0147] 次に、機能転写体14を加工用マスクの転写体として使用する場合に関し、機能層12のより好ましい配置について説明する。機能転写体14を加工用マスクの転写体として使用することで、被処理体20を凹凸加工することができる。即ち、凹凸構造11が加工された被処理体20を使用して、上述した様々な用途を実現することができる。なお、以下、特に断りのない限り、既に説明した機能転写体14の層構造や使用方法、各種物性等を満たすものとする。

[0148] 本実施の形態に係る機能転写体14を、被処理体20を凹凸加工するためのマスク機能を被処理体20上に転写形成する目的にて使用することにより、被処理体20の面内における凹凸加工精度を向上させることができる。これは、マスクとして機能する機能層12の厚みや凹凸構造11の大きさ及び配列といった要素を、機能転写体14のキャリア10の凹凸構造11の精度にて予め決定し担保することができるためである。機能層12が2以上含まれる場合、少なくとも1以上の機能層12は被処理体20の加工用マスクとして機能し、少なくとも1以上の機能層12は他の機能層12を加工するためのマスクとして機能する。即ち、機能転写体14を使用することで、被処理体20の表面に機能層12を転写付与できる。この機能層12が2以上の層より構成される場合、1以上の機能層12を他の機能層12の加工用マスクとして機能させ、他の機能層12を例えばドライエッチングにより凹凸加工する。その後、他の機能層12を加工用マスクとして被処理体20を、例えばドライエッチング又はウェットエッチングにより凹凸加工することができる。一方で、機能層12が単層の機能層12の場合、機能層12を加工用マスクとして、例えばドライエッチング又はウェットエッチングにより被処理体20を凹凸加工することができる。

[0149] 以下、被処理体20に対しマスク機能を付与するための機能転写体14を

マスク転写体 1 4 と称す場合がある。また、マスク転写体 1 4 の説明においてドライエッチングレートという用語を使用するが、これは、凹凸構造 1 1 のないフラットな面に対するドライエッチングレートとして定義する。

[0150] また、マスク転写体 1 4 の使用に際しては、被処理体 2 0 の表面に予めハードマスク層を設けることで、ハードマスク層上に機能層 1 2 を転写付与することができる。この場合、マスク転写体 1 4 によりハードマスクを凹凸加工することができる。得られた凹凸加工済みハードマスクを使用することで、被処理体 2 0 を凹凸加工できる。特に、ハードマスクを使用する場合、被処理体 2 0 の凹凸加工に対して、ウェットエッチングを好適に使用することが可能となる。

[0151] 例えば、上記説明したマスク転写体 1 4 を使用し、被処理体 2 0 として、サファイアウェハ、シリコンカーバイドウェハ、LED 用エピタキシャルウェハ又はシリコンウェハを選定することで、被処理体 2 0 の表面を凹凸加工することができる。即ち、被処理体 2 0 の表面に、被処理体 2 0 と同じ材質から構成される凹凸構造 1 1 を形成できる。ここで、凹凸構造 1 1 の精度は、マスク転写体 1 4 により担保されるため、被処理体 2 0 の面内にわたり均等な凹凸構造 1 1 が得られる。このような、凹凸構造付被処理体を使用することで、高効率な LED を製造することができる。即ち、LED を組み立てる際に好適な場所において、凹凸加工を行うことができるため、LED 素子の欠陥率が低減する。より具体的に説明する。凹凸構造付被処理体を使用して LED 素子を組み立てることで、その効率の向上する理由は、2 つある。まず、LED に使用する半導体結晶層を凹凸構造付被処理体に成膜する CVD 工程において、半導体結晶層の成長モードが乱され転位が低減し、これに伴い、内部量子効率が向上するためである。そして、LED 素子を使用する際に注目すると、半導体結晶層より発光した光が、凹凸構造付被処理体の凹凸構造に入射した際にその進行方向が変化し、導波モードは崩され、これによって光取り出し効率が向上するためである。このような内部量子効率と光取り出し効率の双方を同時に向上させるためには、微細な凹凸構造が必要であ

る。この様な背景から、例えば、数マイクロメートルの異物が凹凸構造付被処理体の凹凸構造面に付着した場合、微細構造を数十から数百個は破壊することとなる。異物の生成箇所は環境により大きく変化するが、凹凸構造付被処理体の移動が多い程、異物付着確率は大きくなることは容易に想像できる。この観点から、LED素子を製造可能な場所において、凹凸構造付被処理体を製造することで、異物の付着数を少なく、そして異物管理を容易にすることが可能となる。よって、LED素子の欠損率を低減できる。

[0152] 凹凸加工されたサファイアの凹凸構造面上に、少なくともn型半導体層、発光層、p型半導体層を成膜し、n型電極及びp型電極を作製することでLED素子を製造できる。LEDの効率は、電子注入効率、内部量子効率及び光取り出し効率の積により決定される。ここで、内部量子効率はLED素子の半導体層の結晶性や転位数等の影響を受けるため、LED素子を製造した後に改善することは非常に困難である。

[0153] 特に、凹凸構造に、凹凸構造が数十個以上集まった大きさの欠陥が存在する場合、半導体結晶層の特異成長により、LEDの発光特性が低下すると共に、歩留りが低下する。被処理体20を凹凸加工し作られる凹凸構造11により、半導体結晶層の転位の分散化と転位密度の低減が促進され、このため、内部量子効率を大きく向上させることができる。即ち、マスク転写体14を使用することで、発光特性の均等性が向上すると共に、歩留りを向上させることができる。

[0154] 次に、機能転写フィルムロールについて説明する。機能転写フィルムロールは、コアと、コアに機能転写体を接続する接着部と、を少なくとも含むことで、搬送中の物性や物理的变化を抑制することができると共に、使用時の汎用性が増す。コアに対して機能転写体14を接続する接着部は特に限定されないが、接着剤による固定や接着テープによる固定が好ましく、コアの再利用の観点から接着テープであると好ましい。

[0155] 特に、機能転写体が下記要件を満たすことで、機能転写フィルムロールを製造する際の工業性、及び、保管や搬送をする際の機能層の物理的劣化を効

果的に抑制できるため、好ましい。図3は、本実施の形態に係る機能転写フィルムロールに用いられる機能転写体を示す説明図である。図3に示すように、まず、機能転写体14の支持基材15の長さを A [m]とする。ここで、支持基材15の片面には凹凸構造11が設けられる。この凹凸構造11の設けられた部分の長さを B [m]とする。支持基材15を長手方向に見たときの各端部をそれぞれ x , y と記載する。凹凸構造11は、支持基材15の端部 x から C [m]だけ内側の地点を起点として、 B [m]設けられる。即ち、支持基材15の端部 y から $A - (B + C)$ [m]の間隔をおいて、凹凸構造11が設けられることになる。換言すれば、支持基材15は、端部 x から C [m]の部分と端部 y から $A - (B + C)$ [m]の部分には、凹凸構造11を具備しない。凹凸構造11の上には機能層12が配置される。ここで、凹凸構造11の配置される領域を長手方向に見た時の、支持基材15の端部 x 側の端部を l 、支持基材15の端部 y 側の端部を m と記載する。機能層12は、端部 l から凹凸構造11の内側に D [m]の間隔をおいて E [m]設けられる。換言すれば、長さ B [m]の凹凸構造11においては、端部 l から D [m]及び端部 m から $B - (D + E)$ [m]の部分に機能層12を具備しない。

[0156] このような機能転写体14において、支持基材15の端部 x 側をコアに固定して巻き取ることで、製造される機能転写フィルムロールの場合、機能転写フィルムロールの断面に対する円筒度が向上する。即ち、機能層12に対する物理的な外力を小さくできることから、保管や搬送中に、機能層12が物理的に劣化することを抑制できる。なお、上記距離を示す記号 $A \sim E$ は、例えば、 (A, B, C, D, E) として記載すれば、 $(200, 150, 25, 0.5, 149)$ 又は $(500, 440, 30, 0.5, 339)$ といった構成をとることができる。

[0157] 更に、コアの軸方向両端面にはそれぞれ円形の側板が設けられると、搬送中の機能転写フィルムロールのズレを抑制し、特にモールドの凹凸構造11と機能層12の保護能力が向上するため好ましい。なお、側板には複数の溝

を設けることができる。更に、当該溝をガイドにフィルム状の機能転写体 14 を巻き取ることができる。

[0158] コアは、機能転写体 14 の製造及び使用の観点から、軸穴を有すと好ましい。コアの外径は特に限定されないが、製造及び使用時の操作の観点から、4 cm 以上 15 cm 以下であることが好ましい。また、搬送時の機能転写フィルムロールの直径は、コアの長さよりも大きくても小さくてもよい。

[0159] コアに対する機能転写体 14 の固定は、エンドテープを利用すると好ましい。エンドテープの終端部は、コアの外面に固定される。一方、エンドテープの始端部は、機能転写体 14 の機能層 12 とは反対側の面に固定される。これらの要件を満たすことで、凹凸構造 11 の破壊を抑制し、且つ機能層 12 の膜厚変動を抑制しながら、コアに対して機能転写体 14 を巻き取り、機能転写フィルムロールを製造することが可能となる。特に、エンドテープの一部又は全面の色相が、機能転写体 14 の色相と異なると、機能転写体 14 の使用終わりを知らせる機能が発現されるため、安全性の観点から好ましい。

[0160] エンドテープの長さは、機能転写フィルムロールを使用する装置仕様により適宜選択できるが、0.3 m 以上 10 m 以下であると機能転写フィルムロールの巻き取り性能の観点から好ましい。同様の効果から、0.5 m 以上 3 m 以下であるとより好ましく、1 m 以上 3 m 以下であると最も好ましい。エンドテープの厚みは、機能転写フィルムロールを使用する装置に要求される強度により適宜選択できるが、10 μ m 以上 100 μ m 以下であると好ましい。特に、安全性をより向上させる観点から、30 μ m 以上 70 μ m 以下であることがより好ましい。更に、エンドテープの幅は、機能転写体のモールドの幅に合わせればよい。

[0161] エンドテープを構成する材料は特に限定されないが、樹脂であると好ましい。特に、コアの再利用及び機能転写体 14 の巻き取り性能の観点から、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンイソフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリオレフィン、ポリアセター

ト、ポリカーボネート、ポリフェニレンサルファイド、ポリアミド、エチレン酢酸ビニル共重合体、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、合成ゴム、液晶ポリマ等から構成されるテープ等を使用することができる。

[0162] 更に、エンドテープは少なくとも一方の面に滑り止め加工が施してあると、機能転写フィルムロールにおいて、エンドテープ間における滑りを防止できるため、機能転写フィルムロールの巻き取り性能及び、搬送時の物理的安定性を向上できるため好ましい。滑り止め加工としては、エンボス加工、ブラスト加工、又はゴムの塗布等が挙げられる。特に、エンドテープの長さが、25cm以上の場合に有効であり、順次、50cm以上、1m以上の場合に上記効果がより顕著となる。

[0163] 以下、図4を参照して、本実施の形態に係る機能転写フィルムロールの具体例について説明する。図4は、本実施の形態に係る機能転写フィルムロールにおける機能転写体をコアに固定する方法を示す説明図である。

[0164] 図4に示すように、機能転写体401の終端部401aは、エンドテープ402、カバーテープ403、及び粘着テープ404により構成される。このような構成により、コア405と機能転写体401との固定強度が向上するため、機能転写体401の巻き取り精度が向上し、良好な機能転写フィルムロールを製造できる。更には、機能転写フィルムロールを搬送する際のズレを抑制できるため、モールドの凹凸構造の破壊や機能層の膜厚変動を抑制することができる。

[0165] 機能転写体401をコア405に固定する方法をより詳細に説明する。エンドテープ402は、機能転写体401とコア405とを連結する。エンドテープ402の終端部402aは、コア405の外面405aに固定される。この固定は、両面テープ等を用い行うことができる。両面テープとしては、例えば、寺岡製作所社製の両面テープが挙げられる。他方、エンドテープ402の先端部402bは、カバーテープ403及び粘着テープ404により、機能転写体401を構成するキャリア406の終端部406aと接合される。

- [0166] カバーテープ403は、機能転写体401においてキャリア406上に機能層407が設けられた側であって少なくとも機能層407が形成されていない領域401bを覆う。ここで、カバーテープ403は、コア405に巻き取られた機能転写体401の残量が少ないことを知らせるために使用することもできる。この場合、目視検出や自動検出する観点から、カバーテープの色相は、モールド及び機能層407の色相と異なると好ましい。
- [0167] カバーテープ403の一端部403aは、エンドテープ402の先端部402b側まで延存し、機能転写体401のキャリア406の終端部406aとエンドテープ402の先端部402bとを接合すると好ましい。なお、機能層407の終端部407aとカバーテープ403の他端部403bとの間にスペースを設けることもできるが、機能転写体401の機能層407が、キャリア406の凹凸構造より部分的に剥離することを抑制するために、機能層407の終端部407aを覆うようにカバーテープ403の他端部403bが延存すると好ましい。
- [0168] カバーテープ403の厚みは、安全性及び機能転写体401の巻き取り精度の観点から、 $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上 $70\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。カバーテープ403の幅は、機能層407の幅或いはキャリア406の幅に合わせることができる。
- [0169] 粘着テープ404は、機能転写体401とエンドテープ402との接合強度を高め、機能転写体401の巻き取り精度と使用時の安全性を高める効果を発揮する。粘着テープ404は一方の面が粘着面であり、キャリア406とエンドテープ402との接合部であって、キャリア406の背面406c側に粘着面が設けられる。なお、カバーテープ403のみの接着強度が高く、安全性及び巻き取り精度が十分に発揮される場合、粘着テープ404は設けなくてもよい。また、粘着テープ404の接着強度が強く、安全性及び巻き取り精度が十分に発揮される場合、カバーテープ403をエンドテープ402の先端部402b側まで延存させなくてもよい。
- [0170] 粘着テープ404の長さは、機能転写体401とエンドテープ402との

接合強度を十分に高めると共に、巻き取り精度を向上させる観点から、5 mm以上100 mm以下であると好ましい。特に、粘着テープ404を使用する際のハンドリング性の観点から、50 mm以下であることが好ましく、25 mm以下であるとより好ましい。粘着テープ404の厚みは、巻き取り精度及び、機能転写フィルムロールの機能層407の膜厚分布を小さくする観点から、10 μ m以上100 μ m以下であることが好ましく、30 μ m以上70 μ m以下であることがより好ましい。また、粘着テープ404の幅は、機能層407或いはモールドの幅に合わせることができる。

[0171] 上記説明したように、機能転写体401の終端側に、少なくとも機能層407の存在しない領域401bが形成される。この領域401bは、機能転写体401の終端から始端に向けて、少なくともコア405の1巻分以上の長さ設けられることが好ましい。

[0172] 機能転写体401に、少なくとも機能層407の存在しない領域401bを設けることで、以下の効果がある。機能転写体401がコア405に巻かれた機能転写フィルムロールにおいては、領域401bが、機能転写体401とエンドテープ402との接合部（粘着テープ404）の直上に位置する。ここで、該接合部が領域401bにより覆われることで、接合部に多少の不陸が存在したとしても、これを起因としたモールドの凹凸構造の破壊や、機能層407の膜厚変動を抑制することができる。ここで、領域401bの長さは、上記理由から、少なくともコア405の1巻分の長さよりも長ければ特に限定されるものではない。しかしながら、環境対応の観点から、コア405の直径にもよるが、概ね50 cm以下であると好ましい。

実施例

[0173] 以下に本発明の効果を確認するために行った実施例について説明する。本発明は、この実施例により限定されるものではない。

[0174] （実施例1）

（a）円筒状マスターモールドの作製

円筒状マスターモールドの基材には円筒状の石英ガラスを用い、半導体レ

ーザを用いた直接描画リソグラフィ法により凹凸構造を石英ガラス表面に形成した。まず石英ガラス表面を十二分に洗浄し、パーティクルを除去した。続いて、石英ガラス表面上にスパッタリング法によりレジスト層を成膜した。スパッタリング法は、ターゲット（レジスト層）として、 $\phi 3$ インチのCuO（8 at m % Si 含有）を用いて、RF 100Wの電力で実施し、20 nmのレジスト層を成膜した。続いて、石英ガラスを回転させながら、波長405 nmの半導体レーザを用い一度露光を行った。次に、一度露光されたレジスト層に対して、波長405 nm半導体レーザを用いて、露光を行った。この時の露光パターンにより、凹凸構造の配列を制御した。次に、露光後のレジスト層を現像した。現像は、0.03 wt %のグリシン水溶液を用いて、240秒間処理とした。次に、現像したレジスト層をマスクとし、ドライエッチングによるエッチング層（石英ガラス）のエッチングを行った。ドライエッチングは、エッチングガスとしてSF₆を用い、処理ガス圧1 Pa、処理電力300Wの条件で実施した。処理時間を変化させることで、凹凸構造の開口部の大きさ及び凹凸構造の深さを調整した。次に、表面に凹凸構造が付与された石英ガラスから、レジスト層残渣のみを、pH 1の塩酸を用いて除去し、円筒状マスターモールドを得た。除去時間は6分間とした。

[0175] 得られた円筒状マスターモールドの凹凸構造に対し、窒素雰囲気下にてフッ素系表面処理剤（デュラサーフ（登録商標）HD-1101Z、ダイキン化学工業社製）を塗布し、60℃で1時間加熱後、室温で24時間静置、固定化した。その後、洗浄剤（デュラサーフHD-ZV、ダイキン化学工業社製）で3回洗浄し、離型処理を実施した。

[0176] (b) キャリアの作製

作製した円筒状マスターモールドを鋳型とし、光ナノインプリント法を適用し、連続的にキャリアを作製した。キャリアを構成する原料としては、以下の材料1を使用した。

材料1…フッ素含有ウレタン（メタ）アクリレート（OPTOOL（登録商標）DAC HP（ダイキン工業社製））：トリメチロールプロパン（E

O変性) トリアクリレート (M350 (東亜合成社製)) : 1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン (Irgacure (登録商標) 184 (BASF社製)) : 2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 (Irgacure 369 (BASF社製)) = 17.5 g : 100 g : 5.5 g : 2.0 g にて混合した材料

[0177] PETフィルムA-4100 (東洋紡社製: 幅300mm、厚さ100 μ m) の易接着面にマイクログラビアコーティング (廉井精機社製) により、塗布膜厚6 μ mになるように材料1を塗布した。次いで、円筒状マスターモールドに対し、材料1が塗布されたPETフィルムをニップロール (0.1MPa) で押し付け、大気下、温度25 $^{\circ}$ C、湿度60%で、ランプ中心下での積算露光量が1500mJ/cm²となるように、フュージョンUVシステムズ・ジャパン株式会社製UV露光装置 (Hバルブ) を用いて紫外線を照射し、連続的に光硬化を実施し、表面に凹凸構造が転写されたキャリアG1 (長さ200m、幅300mm) を得た。

[0178] 次に、キャリアG1をテンプレートとして見立て、光ナノインプリント法を適用し連続的に、キャリアG2を作製した。即ち、キャリアG2の凹凸構造Caは円筒状マスターモールドの凹凸構造と同様である。

[0179] PETフィルムA-4100 (東洋紡社製: 幅300mm、厚さ100 μ m) の易接着面にマイクログラビアコーティング (廉井精機社製) により、材料1を塗布膜厚6 μ mになるように塗布した。次いで、キャリアG1の凹凸構造面に対し、材料1が塗布されたPETフィルムをニップロール (0.1MPa) で押し付け、大気下、温度25 $^{\circ}$ C、湿度60%で、ランプ中心下での積算露光量が1200mJ/cm²となるように、フュージョンUVシステムズ・ジャパン株式会社製UV露光装置 (Hバルブ) を用いて紫外線を照射し、連続的に光硬化を実施し、表面に凹凸構造が転写されたキャリアG2 (長さ200m、幅300mm) を複数得た。また、SEMにより観察したキャリアG2の凹凸ピッチは、460nmであり、深さは480nmであった。なお、SEM観察は、日立超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡SU8

010（株式会社日立ハイテクノロジーズ社製）を使用し、1.0kVの加速電圧にて行った。

[0180] （c）機能転写体の作製

キャリアG2の凹凸構造Ca面に対し、機能塗工液1を塗工し、機能転写体を作製した。

機能塗工液1…ベンジル系バインダ樹脂：ビスフェノールA EO変性ジアクリレート（アロニックス（登録商標）M211B、東亜合成社製）：フェノキシエチルアクリレート（ライトアクリレートPO-A、共栄社化学社製）：トリメチロールプロパン（EO変性）トリアクリレート（アロニックスM350、東亜合成社製）：1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（Irgacure 184、BASF社製）：2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタノン-1（Irgacure 369、BASF社製）=150g：40g：40g：20g：11g：4gで混合した組成物を、メチルエチルケトン及びプロピレングリコールモノメチルエーテルの混合溶剤にて10質量%に希釈した材料。ベンジル系バインダ樹脂は、ベンジルメタクリレート80質量%、メタクリル酸20質量%の2元共重合体のメチルエチルケトン溶液（固形分50%、重量平均分子量56000、酸当量430、分散度2.7）を使用した。なお、上記質量は固形分質量で記載した。

[0181] 機能塗工液を、ダイコータを使用し、キャリアG2の凹凸構造Ca面上に塗工した。塗工後、80℃の乾燥炉中を5分間移動させ、余剰な溶剤を除去した。その後、フィルムA（ポリエチレン／エチレン酢酸ビニルコポリマの共押出フィルム、トレテック（登録商標）7332、厚み30μm、東レフィルム加工社製）のエチレン酢酸ビニルコポリマ側を機能層に接する面にして、ラミネートロールを通して巻き取った。この際のラミネートロールの温度は23℃、線圧は30kg/cm、キャリアの搬送速度は3.0m/分であった。

[0182] 保護層の機能層に接する面側の二乗平均平方根高さ（以下、Rqという）

は、AFMにて測定し、JIS B 0601:2001に従い、算出した。フィルムAの機能層に接する面側の R_q は48nmであった。距離 t は、SEMにより凹凸構造の凸部頂部位置と機能層の表面との距離を測定した。

[0183] SEMは、日立超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡SU8010（株式会社日立ハイテクノロジーズ社製）を使用し、1.0kVの加速電圧にて行った。測定サンプルはイオンミリング装置により作成した。距離（ t ）は、20 μ m間隔毎に撮像を行い、5つの観察像を得た。各観察像から、距離（ t ）を任意に5つ測定し、計25点の距離（ t ）の相加平均値を距離（ t ）とした。また、観察倍率は、鮮明に観察されるキャリアG2の凹凸構造Caの複数の凹部が10～20個、観察像内に収まる倍率とした。

[0184] AFMは、株式会社キーエンス社製のNanoscale Hybrid Microscope VN-8000を使用し、測定範囲を200 μ m（比率1:1）に設定し、サンプリング周波数0.51Hzにて走査し測定した。AFMの観察は、湿度が40%～50%のクラス1000のクリーンルームで行い、上記SEMで観察した部分と略同じ位置の保護層に対して、装置VN-8000に付任意の5カ所を測定し、その平均値を R_q とした。

[0185] (d) 穴欠陥の評価

機能転写体の保護層を剥がし、キャリアG2上の機能層表面を光学顕微鏡により250倍の倍率で、株式会社キーエンス社製のレーザーマイクロ스코プVK-9510を使用し観察した。任意の1mm×1mm範囲の中の直径1 μ m以上の穴欠陥を数え、任意の10カ所の平均数から、1cm×1cm範囲の中の穴数を算出した。メカニズムは不明だが、穴欠陥が1000個未満の場合、被処理体への機能層転写性が飛躍的に向上するため、1000個未満を良しとし、下記の基準より評価を行った。

◎：穴欠陥10個未満

○：穴欠陥10個以上100個未満

△：穴欠陥100個以上1000個未満

×：穴欠陥1000個以上

[0186] (e) 機能転写体の使用

機能転写体を使用することで、被処理体上に機能層を転写付与し、続けて、転写付与された機能層を加工マスクとして機能させ、被処理体を加工した。

[0187] 被処理体には2インチφのC面サファイア基材を使用した。

[0188] サファイア基材に対しUV-O₃処理を10分間行い、クリーニングを行うと共に、表面を親水処理した。

[0189] 処理済みサファイア基材を105℃に加温した状態で、ラミネートロールを使用し0.03Mpaの圧力にて保護層を剥がした機能転写体の機能層面を貼合した。続いて、積算光量が1200mJ/cm²になるように高圧水銀灯を使用しUV光を照射し、キャリアを剥離除去した。

[0190] 続いて、サファイア基材の機能層面側からO₂ガスを使用し、圧力1Pa、電力300Wにてアッシング処理を行い、残膜、即ち表1に記載の距離tに相当する機能層を除去した。その後、残った機能層の凸部を加工マスクとして、BCl₃ガスを使用し、圧力0.2Pa、150W/50Wの条件にてエッチングを行い、サファイア基材を加工した。最後に、硫酸及び過酸化水素の混合溶液にてサファイア基材を洗浄した。機能転写体の機能層の表面の穴欠陥に略同じ位置のサファイア基材の機能面をSEMで観察し、凹凸構造がほぼ形成されていない部分が存在することを確認した。

[0191] (実施例2～9及び比較例1～3)

実施例1の機能塗工液のダイコータで塗工する際の塗工圧を所望の膜厚になるように変える以外は実施例1と同様な手法で評価を行った。

[0192] (実施例10～18及び比較例4)

実施例1の保護層をフィルムB（ポリエチレン／ポリオレフィンコポリマの共押出フィルム、PAC-3J-30H、厚み30μm、サンエー化研社製）に変え、ポリオレフィンコポリマの側を機能層と接する面にして、ラミネートロールを通して巻き取った。また、樹脂塗工液をダイコータで塗工する際の塗工圧を所望の膜厚になるように変える以外は実施例1と同様な手法

で評価を行った。フィルムBのポリオレフィンポリマ面の R_q は45nmであった。

[0193] (実施例19～22及び比較例5)

実施例1の保護層をフィルムC（ポリエチレンフィルム、GF-858、33 μ m、タマポリ社製）に変え、また、樹脂塗工液をダイコータで塗工する際の塗工圧を所望の膜厚になるように変える以外は実施例1と同様な手法で評価を行った。フィルムCの R_q は94nmであった。

[0194] (実施例23～28及び比較例6)

実施例1の保護層をフィルムD（ポリプロピレン二軸延伸フィルム、E-200A、厚み20 μ m、王子エフテックス社製）に変え、また、樹脂塗工液をダイコータで塗工する際の塗工圧を所望の膜厚になるように変える以外は実施例1と同様な手法で評価を行った。フィルムDの R_q は60nmであった。

[0195] (実施例29～35及び比較例7)

実施例1の保護層をフィルムE（ポリカーボネートフィルム、100FE2000、厚み100 μ m、三菱エンジニアリングプラスチック社製）に変え、また、樹脂塗工液をダイコータで塗工する際の塗工圧を所望の膜厚になるように変える以外は実施例1と同様な手法で評価を行った。フィルムEの R_q は33nmであった。フィルムEの場合は、機能層と保護層との間にエア噛みの部分があり、きれいに巻きとることが難しかった。また、機能層から剥離する際、機能層に保護層の成分が残存する部分がみられた。エア噛み及び保護層残存成分がない部分を用いて、穴欠陥の評価を行った。

[0196] 表1に実施例及び比較例の結果を示す。表1から、比率(R_q/t)が1.41以下、0.92以下、そして0.40以下の場合に順次、穴欠陥の抑制効果が大きくなることがわかった。図11は表1に関し、横軸を比率(R_q/t)とし、縦軸を穴欠陥密度とした図である。表1より、比率(R_q/t)が1.41を近傍に、穴欠陥密度が急激に低下することがわかった。これにより、以下に説明するように、比率(R_a/t)が小さくなり、転写性

が改善するといえる。また、フィルムA及びフィルムBを用いることにより、フィルムC及びフィルムDより厚み（ t ）の幅が広く選択でき、機能転写体の設計の自由度が高いことが分かった。また、フィルムA及びフィルムBは、フィルムEより、機能層への貼り合わせ性が良好であり、きれいなリールとして巻き取ることができ、剥離性も良好であった。これによって、フィルムA及びフィルムBが、フィルムEより量産に好適と判断できた。このメカニズムは定かではないが、フィルムA及びフィルムBの場合、引張弾性率が機能層に対して適度であり、機能層に貼り合わせた際、機能層と保護層との間のエアークリーンに抜けたためと推定される。また、機能層から剥離する際に機能層に対して加わる応力を低減できたため、更に、保護層の表面エネルギーと機能層の表面エネルギーと、の差が小さいためと考えることができる。

[0197]

[表1]

	フィルム	t[nm]	Rq/t	評価	
				穴欠陥 /cm ²	記号
実施例1	A	237	0.20	4	◎
実施例2		168	0.29	7	◎
実施例3		136	0.35	9	◎
実施例4		98	0.49	15	○
実施例5		65	0.74	34	○
実施例6		50	0.96	101	△
実施例7		43	1.12	119	△
実施例8		39	1.23	121	△
実施例9		34	1.41	231	△
実施例10	B	237	0.19	3	◎
実施例11		168	0.27	4	◎
実施例12		136	0.33	7	◎
実施例13		98	0.46	12	○
実施例14		65	0.69	44	○
実施例15		50	0.90	49	○
実施例16		43	1.05	112	△
実施例17		39	1.15	145	△
実施例18		32	1.41	223	△
実施例19	C	237	0.40	5	◎
実施例20		168	0.56	63	○
実施例21		136	0.69	66	○
実施例22		98	0.96	188	△
実施例23	D	237	0.25	6	◎
実施例24		168	0.36	3	◎
実施例25		136	0.44	22	○
実施例26		65	0.92	89	○
実施例27		50	1.20	245	△
実施例28		43	1.40	245	△
実施例29	E	136	0.24	2	◎
実施例30		98	0.34	5	◎
実施例31		65	0.51	67	○
実施例32		39	0.85	90	○
実施例33		32	1.03	221	△
実施例34		30	1.10	241	△
実施例35		28	1.18	199	△
比較例1	A	30	1.60	1121	×
比較例2		28	1.71	1230	×
比較例3		11	4.36	1543	×
比較例4	B	30	1.50	1221	×
比較例5	C	65	1.45	1300	×
比較例6	D	39	1.54	1546	×
比較例7	E	11	3.00	1998	×

[0198] 保護層の表面粗さ（R_q）の測定と同様に、保護層を剥離した後の機能層に対する算術平均表面粗さ（R_a）をAFMにて測定し、JIS B 06

01、2001に従い、算出した。表2に、比率(R_q/t)と比率(R_a/t)と、の関係を記載した。また、表2の結果を図5に示した。表2及び図5より、比率(R_q/t)と比率(R_a/t)と、の相関係数は、0.999であり、比率(R_q/t)により比率(R_a/t)を良好に制御可能であることがわかる。これは、既に述べたように、比率(R_q/t)により機能層の破損と穴欠陥の生成を良好に抑制できるためと考えることができる。そして、比率(R_a/t)を良好に制御できることから、機能層の表層の流動性のみを向上させる、換言すれば、機能層の膜厚変動は抑制し、被処理体と機能層と、の真実接触面積 A_r を大きくできるため、転写性が向上すると推定された。

[0199]

[表2]

	Rq/t	Ra/t
実施例1	0.20	0.16
実施例2	0.29	0.23
実施例3	0.35	0.29
実施例4	0.49	0.40
実施例5	0.74	0.60
実施例6	0.96	0.78
実施例7	1.12	0.91
実施例8	1.23	1.00
実施例9	1.41	1.15
実施例10	0.19	0.16
実施例11	0.27	0.22
実施例12	0.33	0.27
実施例13	0.46	0.38
実施例14	0.69	0.57
実施例15	0.90	0.74
実施例16	1.05	0.86
実施例17	1.15	0.95
実施例18	1.41	1.16
実施例19	0.40	0.33
実施例20	0.56	0.47
実施例21	0.69	0.58
実施例22	0.96	0.81
実施例23	0.25	0.21
実施例24	0.36	0.30
実施例25	0.44	0.37
実施例26	0.92	0.77
実施例27	1.20	1.00
実施例28	1.40	1.16
実施例29	0.24	0.21
実施例30	0.34	0.30
実施例31	0.51	0.45
実施例32	0.85	0.74
実施例33	1.03	0.91
実施例34	1.10	0.97
実施例35	1.18	1.04
比較例1	1.60	1.30
比較例2	1.71	1.39
比較例3	4.36	3.55
比較例4	1.50	1.23
比較例5	1.45	1.22
比較例6	1.54	1.28
比較例7	3.00	2.64

[0200] 円筒状マスターモールドの凹凸構造のピッチサイズを変えて、キャリアG2の凹凸構造Caのピッチサイズが200nm、650nm、900nmのものを用意し、上記と同様な評価を行った結果、同様の結果となった。

[0201] (実施例36)

実施例1～実施例35の結果より、比率(R_q/t)を満たす機能転写体の構成を達成することで、比率(R_a/t)を制御可能であり、これにより、良好な機能層の転写が可能であることがわかった。実施例36においては、機能層の配置が変化した場合であっても、比率(R_q/t)の効果が発現するか否かを調査した。

[0202] (a) 円筒状マスターモールドの作製

実施例1と同様に行った。但し、凹凸構造の平均ピッチ及び配列を半導体レーザの露光パルスにより、凹凸構造の形状をドライエッチングの時間により制御した。また、円筒状マスターモールドに対する離型処理は、以下のように行った。まず、円筒状マスターモールドを回転させた状態にて、フッ素系表面処理剤（デュラサーフHD-2100Z、ダイキン化学工業社製）を塗布し、室温にて2時間乾燥した。続いて、円筒状マスターモールドを回転させた状態にて、洗浄剤（デュラサーフHD-ZV、ダイキン化学工業社製）で洗浄した。

[0203] (b) キャリアの作製

実施例1と同様に、キャリアG2を作製した。但し、材料1を、フッ素含有ウレタン（メタ）アクリレート（OPTOOL DAC HP（ダイキン工業社製））：トリメチロールプロパン（EO変性）トリアクリレート（M350（東亜合成社製））：1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（Irgacure 184（BASF社製））：2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタノン-1（Irgacure 369（BASF社製））＝1.5g～20g：100g：5.5g：2.0gにて混合した材料へと変更した。キャリアG1とキャリアG2と、は同じ組成物を使用し作製した。ここで、フッ素含有ウレタン（メタ

）アクリレートの分量を調整することで、キャリア G 2 の表面自由エネルギーを調整した。より具体的には、キャリア G 2 の水に対する接触角及び機能層を塗工する際に使用する溶剤の 1 つであるプロピレングリコールモノメチルエーテルに対する接触角を調整した。また、キャリア G 1 及びキャリア G 2 を作製する際の上記材料の膜厚は、 $3\ \mu\text{m}$ とした。

[0204] ・機能転写体 A 1 ～ A 5 の作製

作製したキャリア G 2 の凹凸構造 C a 面上に少なくとも 1 以上の機能層を成膜することで、機能転写体 A 1 ～ A 5 を作製した。作製した機能転写体 A 1 ～ A 5 における、キャリア G 2 と機能層との関係、及びキャリア G 2 の物性を表 3 に記載した。なお、キャリア G 2 に関し、X 線電子分光法により測定される表層フッ素元素濃度 (E_s) と材料 1 の硬化物の平均フッ素元素濃度 (E_b) と、の比率 (E_s/E_b) は、機能転写体 A 1 ～ 機能転写体 A 5 の順に、75.5, 44, 41, 149 及び 721 であった。また、表 3 に記載の用語の意味は以下の通りである。

- ・機能転写体…機能転写体 A 1 ～ A 5 のいずれか。
- ・平均ピッチ…キャリア G 2 の凹凸構造 C a の平均ピッチであり、ディメンションはナノメートル。
- ・平均開口径…キャリア G 2 の凹凸構造 C a の平均開口径であり、ディメンションはナノメートル。
- ・ M_{cv} …キャリア G 2 の凹凸構造 C a の凸部頂部幅であり、ディメンションはナノメートル。
- ・ M_{cc} …キャリア G 2 の凹凸構造 C a の凹部開口幅であり、ディメンションはナノメートル。
- ・ S_h/S_{cm} …キャリア G 2 の凹凸構造 C a の開口率であり、無次元値。
- ・ M_{cv}/M_{cc} …上記 M_{cv} と M_{cc} と、の比率であり無次元値。
- ・ Θ_{H_2O} …キャリア G 2 の凹凸構造 C a 面側に対する水滴の接触角であり、ディメンションは度。
- ・ Θ_{pgme} …キャリア G 2 の凹凸構造 C a 面側に対するプロピレングリコ

ールモノメチルエーテルの接触角であり、ディメンジョンは度。なお、プロ
ピレングリコールモノメチルエーテルは、機能層をキャリア G 2 の凹凸構造
C a 面に塗工する際に使用した溶剤の 1 つである。

[0205] [表3]

機能転写体	凹凸構造Ca							
	平均ピッチ (nm)	平均開口径 (nm)	Mcv(nm)	Mcc(nm)	Sh/Scm	Mcv/Mcc	θH ₂ O	θpgme
A1	3000	2600	400	2600	0.68	0.15	129	81
A2	3000	2800	200	2800	0.79	0.07	145	98
A3	3000	1300	1700	1300	0.17	1.31	132	93
A4	3000	2600	400	2600	0.68	0.15	121	65
A5	3000	2700	300	2700	0.73	0.11	89	37

[0206] (機能転写体 A 1)

機能転写体 A 1 は、キャリア G 2 の凹凸構造 C a が平坦化するように、1
層の機能層を設けた場合であり、実施例 1 ～実施例 3 5 にて検討した機能転

写体である。キャリアG2の凹凸構造Ca面上に、下記組成物A-1を塗工した。なお、塗工方法は、バーコート法を採用した。バーコート法にて塗工する際に、組成物A-1をプロピレングリコールモノメチルエーテル、アセトン及び2-プロパノールの混合溶剤にて希釈した。希釈濃度は5.2重量%~20重量%の間で変化させ、速度50mm/sec.にて塗工した。即ち、希釈濃度により機能層の膜厚に相当する距離(t)を制御した。塗工後、105℃の乾燥炉の中で15分間静置した。乾燥炉から取り出した後の機能層は非液体状態であり、タック性を示さなかった。即ち、温度20℃で、且つ、遮光下にて非液体状態であることが確認された。また、温度を徐々に上げたところ、60℃近辺からタック性が発現することが確認できた。続いて、機能層の表面に保護層をラミネータにて貼り合わせた。保護層としては、二乗平均平方根高さ(Rq)が異なるものを採用した。具体的には、円筒状マスターモールドのパタンピッチ、パタン深さ、そしてパタンの開口径を変化させることで、キャリアG1の二乗平均平方根高さ(Rq)を制御した。この制御された二乗平均平方根高さ(Rq)を有するキャリアG1を保護層として使用した。

[0207] ・組成物A-1

下記環状部位(A)を含むバインダ樹脂と下記環状部位(B)を含むモノマと、を混合した組成物。

・バインダ樹脂：クレゾールノボラック系エポキシアクリレートであり、アクリレート変性率は略100%。下記環状部位(A)を繰り返し単位としており、繰り返し単位数nが0~6まで含まれるホモオリゴマ。平均分子量は約1200である。なお、繰り返しは、CH₂の炭素元素に結合する「*」及び6員環に結合する「*」にて繰り返される。

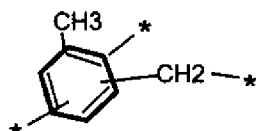
・モノマ：フルオレン骨格を含む下記環状部位(B)を有すモノマ。分子量は546であり、2官能の光重合性モノマである。光重合性基はアクリロイル基である。

・バインダ樹脂とモノマとの混合比率は、重量部にて4.8:5.2とした

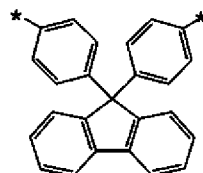
。なお、光重合開始剤として、 α アミノアルキルフェノン系の2-(ジメチルアミノ)-2-[(4-メチルフェニル)メチル]-1-[4-(4-ホルリニル)フェニル]-1-ブタノン(Irgacure 379EG、BASF社製)を選定し、バインダ樹脂とモノマの総量に対して3.49重量%になるように添加した。

[0208] [化5]

環状部位A



環状部位B



[0209] (機能転写体A2)

機能転写体A2は、キャリアG2の凹凸構造Caの凹部内部に第1の機能層が設けられ、第1の機能層及び凹凸構造Caを平坦化するように第2の機能層を設けた場合である。まず、キャリアG2の凹凸構造Ca面上に、下記組成物A-2を塗工した。なお、塗工方法は、バーコート法を採用した。バーコート法にて塗工する際に、組成物A-2をプロピレングリコールモノメチルエーテル及びアセトンの混合溶剤にて希釈した。希釈濃度は13重量%とし、速度25mm/sec.にて塗工した。塗工後、105℃の乾燥炉の中で10分間静置した。その後、同様の塗工を3度繰り返し行った。第1の機能層のキャリアG2に対する配置をSEM及びTEMにて確認した。第1の機能層はキャリアG2の凹凸構造Caの凹部内部に充填配置されていた。充填量は、第1の機能層の厚みとして1.8 μ mであった。なお、キャリアG2の凹凸構造Caの深さは2.5 μ mであった。また、キャリアG2の凹凸構造Caの凸部頂部上には第1の機能層は配置されていなかった。

[0210] 次に、第2の機能層を、第1の機能層及びキャリアG2の凹凸構造Caが平坦化するように成膜した。第2の機能層として、上記組成物A-1を採用し、機能転写体A1と同様の方法にて塗工した。なお、バーコート法の塗工速度は25mm/sec.とした。第2の機能層の膜厚に相当する距離(t

）は、機能転写体 A 1 と同様に希釈濃度により制御した。また、機能転写体 A 1 と同様に、乾燥炉から取り出した後の第 2 の機能層は非液体状態であり、その表面はタック性を示さなかった。即ち、温度 20℃で、且つ、遮光下にて非液体状態であることが確認された。また、温度を徐々に上げたところ、60℃近辺からタック性が発現することが確認できた。機能転写体 A 1 と同様に、第 2 の機能層の表面に保護層をラミネータにて貼り合わせ、第 2 の機能層表面の表面粗さ（R_a）を制御した。

・組成物 A-2

チタニウムテトラブトキシド、テトラマー（和光純薬工業社製）：チタニウムテトラブトキシド、モノマ（和光純薬工業社製）：3 アクリロキシプロピルトリメトキシシラン（信越シリコン社製）：フェニル変性シリコーン（東レ・ダウコーニング社製）：光重合開始剤＝35.86 g：29.34 g：34.8 g：5.0 g：2.6 g にて混合した材料。なお、光重合開始剤として、 α -ヒドロキシアルキルフェノン系の 1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（Irgacure 184、BASF 社製）と、 α -アミノアルキルフェノン系の、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタノン-1（Irgacure 369、BASF 社製）を選定し、Irgacure 184：Irgacure 369＝2.75：1 の比率にて混合した。

[0211]（機能転写体 A 3）

機能転写体 A 3 は、キャリア G 2 の凹凸構造 C a の凸部頂部上に第 1 の機能層が設けられ、第 1 の機能層及び凹凸構造 C a を平坦化するように第 2 の機能層を設けた場合である。まず、第 1 の機能層としては、上記組成物 A-2 を選定した。上記組成物 A-2 を、プロピレングリコールモノメチルエーテルにて 25 重量％に希釈し、ポリエチレンテレフタレートフィルム上に、バーコート法により塗工した。塗工後、24℃の環境下にて 2 分間静置した。

[0212] 次に、ポリエチレンテレフタレートフィルム上の組成物 A-2 膜に対して

、キャリアG2の凹凸構造Ca面を貼り合わせ、その後、キャリアG2を剥離した。ここで、貼り合わせる際の温度を60℃とした。第1の機能層のキャリアG2に対する配置をSEM及びTEMにて確認した。第1の機能層はキャリアG2の凹凸構造Caの凸部頂部上に配置されていた。第1の機能層の厚みとして250nmであった。なお、キャリアG2の凹凸構造Caの深さは1μmであった。また、キャリアG2の凹凸構造Caの凹部底部には第1の機能層は配置されていなかった。次に、第2の機能層を、第1の機能層及びキャリアG2の凹凸構造Caが平坦化するように成膜した。第2の機能層として、上記組成物A-1を採用し、機能転写体A1と同様の方法にて塗工した。なお、バーコート法の塗工速度は10mm/sec.とした。第2の機能層の膜厚に相当する距離(t)は、機能転写体A1と同様に希釈濃度により制御した。また、機能転写体A1と同様に、乾燥炉から取り出した後の第2の機能層の表面はタック性を示さなかった。即ち、温度20℃で、且つ、遮光下にて非液体状態であることが確認された。また、温度を徐々に上げたところ、60℃近辺からタック性が発現することが確認できた。また、機能転写体A1と同様にして、第2の機能層の表面に保護層をラミネータにて貼り合わせ、第2の機能層表面の表面粗さ(Ra)を制御した。

[0213] (機能転写体A4)

機能転写体A4は、キャリアG2の凹凸構造Caの凹部内部及び凸部頂部上に互いに隔離された第1の機能層が設けられ、第1の機能層及び凹凸構造Caを平坦化するように第2の機能層を設けた場合である。まず、キャリアG2の凹凸構造Ca面上に、上記組成物A-2を、機能転写体A2と同様にして塗工した。塗工後、105℃の乾燥炉の中で10分間静置した。第1の機能層のキャリアG2に対する配置をSEM及びTEMにて確認した。第1の機能層はキャリアG2の凹凸構造Caの凹部内部に充填配置され、且つ、凸部頂部上に配置されていた。また、凹部内部の第1の機能層と、凸部頂部上の第1の機能層と、は互いに離間していた。凹部内部に対する充填量は、第1の機能層の厚みとして1.5μmであった。凸部頂部上に配置された第

1の機能層の厚みは、120nm程度であった。また、凸部頂部上に配置された第1の機能層は、キャリアG2の凹凸構造Caの凸部頂部上に均等な膜を形成するのではなく、凸部頂部上に複数のナノ粒子を形成し配置されていた。なお、キャリアG2の凹凸構造Caの深さは2.2μmであった。

[0214] 次に、第2の機能層を、第1の機能層及びキャリアG2の凹凸構造Caが平坦化するように成膜した。第2の機能層として、上記組成物A-1を採用し、機能転写体A1と同様の方法にて塗工した。なお、バーコート法の塗工速度は25mm/sec.とした。第2の機能層の膜厚に相当する距離(t)は、機能転写体A1と同様に希釈濃度により制御した。また、機能転写体A1と同様に、乾燥炉から取り出した後の第2の機能層の表面はタック性を示さなかった。即ち、温度20℃で、且つ、遮光下にて非液体状態であることが確認された。また、温度を徐々に上げたところ、60℃近辺からタック性が発現することが確認できた。また、機能転写体A1と同様にして、第2の機能層の表面に保護層をラミネータにて貼り合わせ、第2の機能層表面の表面粗さ(Ra)を制御した。

[0215] (機能転写体A5)

機能転写体A5は、キャリアG2の凹凸構造Caの表面を被覆するように第1の機能層が設けられ、第1の機能層を平坦化するように第2の機能層を設けた場合である。まず、キャリアG2の凹凸構造Ca面上に、上記組成物A-2を、機能転写体A2と同様にして塗工した。塗工後、105℃の乾燥炉の中で10分間静置した。第1の機能層のキャリアG2に対する配置をSEM及びTEMにて確認した。第1の機能層はキャリアG2の凹凸構造Caを被覆するように配置されていた。また、キャリアG2の凹部付近の第1の機能層の膜厚は、キャリアG2の凹凸構造Caの凸部近傍の第1の機能層の膜厚よりも厚く成膜されていた。より具体的には、キャリアG2の凹凸構造Caの凹部底部を基準とした際の第1の機能層の膜厚は1.4μmであり、キャリアG2の凹凸構造Caの凸部頂部を基準とした第1の機能層の膜厚は100nmであった。なお、キャリアG2の凹凸構造Caの深さは2.3μ

mであった。

[0216] 次に、第2の機能層を、第1の機能層及びキャリアG2の凹凸構造Caが平坦化するように成膜した。第2の機能層として、上記組成物A-1を採用し、機能転写体A1と同様の方法にて塗工した。なお、バーコート法の塗工速度は25mm/sec.とした。第2の機能層の膜厚に相当する距離(t)は、機能転写体A1と同様に希釈濃度により制御した。また、機能転写体A1と同様に、乾燥炉から取り出した後の第2の機能層の表面はタック性を示さなかった。即ち、温度20℃で、且つ、遮光下にて非液体状態であることが確認された。また、温度を徐々に上げたところ、60℃近辺からタック性が発現することが確認できた。また、機能転写体A1と同様にして、第2の機能層の表面に保護層をラミネータにて貼り合わせ、第2の機能層表面の表面粗さ(Ra)を制御した。

[0217] ・機能転写体の評価

機能転写体A1～A5の機能層の転写精度を評価した。被処理体として6インチのC面サファイア（オフ角0.2°）を使用した。まず、被処理体を、硫酸及び過酸化水素水を2：1の重量比にて混合した表面処理液の中に15分間浸漬させた。続いて、被処理体を取り出し、超純水を使用し当該表面処理液を洗い流した。最後に、スピン乾燥を行った。表面処理を施した被処理体を120℃のホットプレート上に配置し、この状態にて機能転写体A1～A5をラミネーションした。機能転写体の貼り合わせられた被処理体に対して、機能転写体側より高圧水銀灯光源を用いてUV光を照射した。UV光の積算光量は990mJ/cm²になるように調整した。続いて、機能転写体が貼り合わせられた被処理体を120℃のホットプレート上に90秒間置き、その後10秒間エアブローを行い冷却した。冷却後、キャリアG2を剥離除去した。

[0218] まず、剥離性に関する予備試験を行った。予備試験としては、機能転写体A1～A5に対し、窒素置換環境下にて紫外線を照射し、機能層を硬化させた。紫外線は、照度が87mW/cm²であり、波長365nmのUV-LE

D光源を使用し、積算光量が $1800\text{ mJ}/\text{cm}^2$ になるようにした。続いて、機能層の表面に粘着テープを貼り合わせた。最後に、粘着テープを剥離除去し、機能層とキャリアG2とが分離するかを確認した。結果はいずれの機能転写体A1～A5においても、機能層はキャリアG2より分離可能であることが確認された。

[0219] まず、機能層と被処理体の密着力を評価した。機能層を被処理体に対して良好に転写付与するためには、機能層と被処理体との真実接触面積を大きくし、これにより接着強度を増大させることが重要であるためである。冷却した後の機能転写体／被処理体から、キャリアG2を $10\text{ mm}/\text{sec.}$ の速度にて剥離する際の剥離強度を測定した。ここで、予備検討より、機能層とキャリアG2と、は容易に分離可能であることが確認されている。即ち、測定される剥離強度の支配因子は、機能層と被処理体との界面接着力である。更に、機能転写体A1～機能転写体A5の機能層の最外層は全て同じ組成物である。即ち、剥離強度に差が出たのならば、それは、真実接触面積が変化したためと考えることができる。

[0220] 機能転写体A1～機能転写体A5のそれぞれに対して、剥離強度を測定したところ、比率 (Rq/t) が大きいほど、剥離強度が小さいことが確認された。機能転写体A1～A5によらず、機能層と被処理体と、の接着力、即ち剥離強度は、比率 (Rq/t) が小さく程大きくなる。即ち、比率 (Rq/t) と剥離強度との関係は、機能転写体を構成する機能層の最外層により支配されることがわかった。次に、比率 (Rq/t) が1.41を臨界点として剥離強度が立ち上がっていることがわかった。これは、比率 (Rq/t) が1.41を境に、機能転写体を被処理体に貼り合わせる際の、機能層の最外層の流動性が向上し、機能層と被処理体と、の真実接触面積が大きくなったためと推定される。また、比率 (Rq/t) が1.41超の場合、被処理体に転写付与された機能層において、機能層の凝集破壊が観察される部分があった。これは、キャリアG2を除去する際の剥離応力に対する機能層の耐性が低下、或いは剥離応力の均等性が低下し、剥離応力の集中点が発生し

たために生じたと考えられる。以上から、比率 (R_q/t) が 1.41 以下であることで、機能転写体の機能層と被処理体との接着強度が向上すると共に、キャリア G2 を剥離する際の機能層の凝集破壊を抑制できることがわかった。

[0221] 次に、比率 (R_q/t) と比率 (R_a/t) と、の関係を調査した。結果は、機能転写体の種類によらないものであり、実施例 1～実施例 35 の結果に近く、0.94 以上の相関性が得られることがわかった。即ち、機能転写体の構成によらず、比率 (R_q/t) を満たす機能転写体の機能層と保護層と、の設計を行うことで、良好に比率 (R_a/t) を制御可能であることがわかる。次に、比率 (R_q/t) により制御した比率 (R_a/t) の効果を調査した。まず、機能転写体／被処理体より、キャリア G2 を剥離する際の剥離速度を変数とした。ここで、キャリア G2 を剥離した後の被処理体において、機能層の転写割合が 10%以下にまで減少する際の剥離速度 V_m を記録した。即ち、この剥離速度 V_m が大きい程、機能転写体を使用して、被処理体に機能層を転写付与する際の速度を向上させることができることから、機能転写体の利便性が向上する。また、機能層の付与された箇所から任意に 10 点の測定箇所を選び取り、選び取った部分に対して AFM 観察を行い、キャリア G2 の凹凸構造 C_a が転写付与されているかを判断した。より具体的には、ある 1 点の測定箇所に対して 100 点の凸部を観察した。即ち、合計で 1000 点の凸部を観察し、これら 1000 点の凸部の中に含まれる欠陥を測定した。これらの測定から、評価指標を作製した。なお、剥離速度 V_m は、上記検討から比率 (R_q/t) = 1.41 の場合を 1 として規格化し、剥離速度 V_m 比として記載した。

・評価指標

◎+…剥離速度 V_m 比が 4.5 以上、且つ欠陥率が、0.5%以下。

◎…剥離速度 V_m 比が 4.5 以上、且つ欠陥率が、0.5%超 1%以下。

○+…剥離速度 V_m 比が 4.3 以上 4.5 未満、且つ欠陥率が 1%以下。

○…剥離速度 V_m 比が 3.8 以上 4.3 未満、且つ欠陥率が 1.5%以下。

△+…剥離速度 V_m 比が 2.2 以上 4.3 未満、且つ欠陥率が 2.5 % 以下。
。

△…剥離速度 V_m 比が 1.0 以上 2.2 未満、且つ欠陥率が 5 % 以下。

×…比率 (R_a / t) が 1.2 超の場合。

[0222] 機能転写体 A 1 ～機能転写体 A 5 に対する結果を表 4 に合わせて記載した。表 4 より、機能転写体の種類によらず、比率 (R_a / t) により転写性能を篩い分けることが可能であることがわかる。そして、既に比率 (R_a / t) は比率 (R_q / t) により制御されるものであることがわかっていることから、機能転写体の構成によらず、比率 (R_q / t) を所定範囲にすることで、転写性高く、機能層を被処理体に付与できることがわった。

[0223]

[表4]

Ra/t	機能転写体	評価
0.003	A1	◎+
0.012	A2	◎+
0.045	A1	◎+
0.048	A3	◎+
0.078	A5	◎+
0.091	A4	◎+
0.099	A4	◎+
0.109	A1	◎
0.111	A2	◎
0.143	A5	◎
0.188	A3	◎
0.212	A4	◎
0.248	A1	◎
0.261	A5	○+
0.278	A4	○+
0.279	A2	○+
0.285	A4	○+
0.29	A3	○+
0.291	A1	○+
0.299	A2	○+
0.313	A4	○
0.333	A3	○
0.389	A5	○
0.41	A1	○
0.416	A5	○
0.433	A3	○
0.461	A2	△+
0.512	A2	△+
0.666	A5	△+
0.701	A4	△+
0.759	A4	△+
0.789	A3	△
0.791	A5	△
0.971	A3	△
1.046	A1	△
1.122	A4	△
1.189	A5	△
1.298	A3	×
1.389	A1	×
1.555	A5	×
1.718	A2	×

[0224] ・機能転写体 A 1 ～ A 5 の使用

次に、機能転写体 A 1 ～ A 5 の機能層を、加工マスクとして機能させ、被処理体を加工した。ここでは、被処理体として 6 インチ ϕ の C 面サファイアを使用した。なお、機能転写体としては、比率 (R_q / t) が 0.29 以下のものを使用した。

[0225] (機能転写体 A 1 の使用)

機能層付被処理体の機能層面側から、酸素ガス使用したリアクティブイオンエッチングを行い、被処理体表面を部分的に露出させた。エッチング条件は、圧力 1 Pa、電力 300 W とし、被処理体の表面が部分的に露出するまでの時間を調整した。

[0226] 次に、BCl₃ガスと塩素ガスの混合ガスを使用した反応性イオンエッチング（以下、ICP-RIE という）を行い、被処理体を加工した。エッチングは、ICP : 150 W、BIAS : 50 W、圧力 0.2 Pa にて実施し、ICP-RIE 装置 (RIE-101 iPH、サムコ株式会社製) を使用した。

[0227] 最後に、硫酸及び過酸化水素水を 2 : 1 の重量比にて混合した溶液にて洗浄した。

[0228] 得られた被処理体を SEM にて観察したところ、平均ピッチが 3000 nm の複数の凸部が作製されていることがわかった。また、ICP-RIE の時間を調整することで、凸部底部の径及び凸部頂部の形状を制御できることがわかった。凸部底部の径としては、2.5 μ m、2.0 μ m 及び 1.5 μ m の 3 点を作製できた。また、凸部頂部の形状としてはテーブルトップのある形状、凸部頂部の曲率半径が 0 超の角部である円錐形状、そしてレンズ形状の 3 種類を作製できた。

[0229] 以上から、機能転写体 A 1 を使用することで、機能層は被処理体への接着機能と、被処理体に対する加工用マスク機能と、の 2 つの機能を発現可能なことが確認された。

[0230] (機能転写体 A 2 の使用)

上記「機能転写体の評価」と同様の操作を行い、被処理体上に機能層を転写付与した。機能層付被処理体の機能層面側から、上記「機能転写体 A 1 の使用」と同様に酸素ガス使用したエッチングを行い、被処理体表面を部分的に露出させた。なお、被処理体の表面が部分的に露出するまでの時間を調整した。エッチング後の機能層を SEM にて観察したところ、第 1 の機能層の体積は殆ど減少しておらず、第 2 の機能層のみが加工されていることが確認された。即ち、第 1 の機能層は、第 2 の機能層の加工用マスクとして機能していた。

[0231] 次に、「機能転写体 A 1 の使用」と同様に ICP-RIE を行い、被処理体を加工した。ICP-RIE を 5 分間行った後の被処理体を SEM 及びエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) にて観察した。その結果、第 1 のマスク層は観察されず、第 2 の機能層が残っていることが確認された。

[0232] 最後に、硫酸及び過酸化水素水を 2 : 1 の重量比にて混合した溶液にて洗浄した。

[0233] 得られた被処理体を SEM にて観察したところ、平均ピッチが 3000 nm の複数の凸部が作成されていることがわかった。また、ICP-RIE の時間を調整することで、凸部底部の径及び凸部頂部の形状を制御できることがわかった。凸部底部の径としては、2.7 μm 、2.4 μm 及び 1.4 μm の 3 点を作製できた。また、凸部頂部の形状としてはテーブルトップのある形状と、凸部頂部の曲率半径が 0 超の角部である円錐形状、そしてレンズ状の 3 種類を作製できた。

[0234] 以上から、機能転写体 A 2 を使用することで、第 1 の機能層は、第 2 の機能層に対する加工用マスクとして機能し、一方、第 2 の機能層は、被処理体への接着機能と、第 1 の機能層への接着機能と、被処理体に対する加工用マスク機能と、の 3 つの機能を発現可能なことが確認された。

[0235] (機能転写体 A 3 の使用)

上記「機能転写体の評価」と同様の操作を行い、被処理体上に機能層を転写付与した。機能層付被処理体の機能層面側から、上記「機能転写体 A 1 の

使用」と同様に酸素ガスを使用したエッチングを行い、被処理体表面を部分的に露出させた。なお、被処理体の表面が部分的に露出するまでの時間を調整した。エッチング後の機能層をSEMにて観察したところ、第1の機能層の体積は殆ど減少しておらず、第2の機能層が加工されていることが確認された。即ち、第1の機能層は、第2の機能層の加工用マスクとして機能していた。

[0236] 次に、機能転写体14の使用と同様に、ICP-RIEを行い、被処理体を加工した。ICP-RIEを3分間行った後の被処理体をSEM及びEDXにて観察した。その結果、第1のマスク層は観察されず、第2の機能層が残っていることが確認された。

[0237] 最後に、硫酸及び過酸化水素水を2：1の重量比にて混合した溶液にて洗浄した。

[0238] 得られた被処理体をSEMにて観察したところ、平均ピッチが3000nmの複数の凹部が作成されていることがわかった。また、ICP-RIEの時間を調整することで、凹部開口部の径、及び、凸部頂部の形状を制御することがわかった。凹部開口部の径1.5 μ m、1.8 μ m及び2.0 μ mの3点を作製できた。また、凸部頂部の形状としてはテーブルトップのある形状と、凸部頂部の曲率半径が0超の角部である形状の2種類を作製できた。

[0239] 以上から、機能転写体A3を使用することで、第1の機能層は、第2の機能層に対する加工用マスクとして機能し、一方、第2の機能層は、被処理体への接着機能と、第1の機能層への接着機能と、被処理体に対する加工用マスク機能と、の3つの機能を発現可能なことが確認された。

[0240] (機能転写体A4の使用)

上記「機能転写体の評価」と同様の操作を行い、被処理体上に機能層を転写付与した。機能層付被処理体の機能層面側から、上記「機能転写体A1の使用」と同様に酸素ガスを使用したエッチングを行い、被処理体表面を部分的に露出させた。なお、被処理体の表面が部分的に露出するまでの時間を調

整した。エッチング後の機能層をSEMにて観察したところ、第1の機能層の体積は殆ど減少しておらず、第2の機能層が加工されていることが確認された。即ち、第1の機能層は、第2の機能層の加工用マスクとして機能していた。また、被処理体上には径の大きな第2の機能層のパターンと、径の小さな第2の機能層のパターンが形成されていた。この径の小さな第2の機能層のパターンは、機能転写体A4の凹凸構造Caの凸部の頂部上に配置された第1の機能層に由来する。より具体的には、径の大きな第2の機能層のパターンは六方配列にて配列しており、六方配列する径の大きな第2の機能層の互いに隣接する凸部の間に、径の小さな第2の機能層が設けられていた。

[0241] 次に、上記「機能転写体A1の使用」と同様に、ICP-RIEを行い、被処理体を加工した。ICP-RIEを5分間行った後の被処理体をSEM及びEDXにて観察した。その結果、第1のマスク層は観察されず、第2の機能層が残っていることが確認された。

[0242] 最後に、硫酸及び過酸化水素水を2：1の重量比にて混合した溶液にて洗浄した。

[0243] 得られた被処理体をSEMにて観察したところ、平均ピッチが3000nmの複数の凸部が作製されていることがわかった。また、この複数の凸部において、隣接する凸部の間に、径が10nm～90nm程度の小さな凸部が部分的に設けられていた。また、ICP-RIEの時間を調整することで、凸部底部の径及び凸部頂部の形状を制御できることがわかった。凸部底部の径としては、2.8 μ m、2.3 μ m及び2.0 μ mの3点を作製できた。また、凸部頂部の形状としてはテーブルトップのある形状と、凸部頂部の曲率半径が0超の角部である円錐形状、そしてレンズ状の3種類を作製できた。

[0244] 以上から、機能転写体A4を使用することで、第1の機能層は、第2の機能層に対する加工用マスクとして機能し、一方、第2の機能層は、被処理体への接着機能と、被処理体に対する加工用マスク機能と、の2つの機能を発現可能なことが確認された。

[0245] (機能転写体 A 5 の使用)

上記「機能転写体の評価」と同様の操作を行い、被処理体上に機能層を転写付与した。機能層付被処理体の機能層面側から、上記「機能転写体 A 1 の使用」と同様に、酸素ガスを使用したエッチングを行い、被処理体表面を部分的に露出させた。なお、被処理体の表面が部分的に露出するまでの時間を調整した。エッチング後の機能層を SEM にて観察したところ、機能転写体の凹凸構造 C a の凸部上に位置する第 1 の機能層被膜に相当する部分は除去され、凹凸構造 C a の凹部内壁に被膜を形成した第 1 の機能層が残っていた。また、凹凸構造 C a の凹部内壁に被膜を形成した第 1 の機能層の下に配置される第 2 の機能層は残っており、凹凸構造 C a の凸部上に位置する第 1 の機能層被膜下に位置する第 2 の機能層は除去されていた。即ち、第 1 の機能層は、第 2 の機能層の加工用マスクとして機能していた。

[0246] 次に、「機能転写体 A 1 の使用」と同様に、ICP-RIE を行い、被処理体を加工した。ICP-RIE を 5 分間行った後の被処理体を SEM 及び EDX にて観察した。その結果、第 1 のマスク層は観察されず、第 2 の機能層が残っていることが確認された。

[0247] 最後に、硫酸及び過酸化水素水を 2 : 1 の重量比にて混合した溶液にて洗浄した。

[0248] 得られた被処理体を SEM にて観察したところ、平均ピッチが 3000 nm の複数の凸部が作製されていることがわかった。また、ICP-RIE の時間を調整することで、凸部底部の径及び凸部頂部の形状を制御できることがわかった。凸部底部の径としては、2.6 μm 、2.1 μm 及び 1.9 μm の 3 点を作製できた。また、凸部頂部の形状としてはテーブルトップのある形状と、凸部頂部の曲率半径が 0 超の角部である円錐形状、そしてレンズ状の 3 種類を作製できた。

[0249] 以上から、機能転写体 A 5 を使用することで、第 1 の機能層は、第 2 の機能層に対する加工用マスクとして機能し、一方、第 2 の機能層は、被処理体への接着機能と、被処理体に対する加工用マスク機能と、の 2 つの機能を発

現可能なことが確認された。

[0250] (実施例 3 7)

実施例 3 7 においては、機能転写体の機能層の最外層の物性と被処理体の種類の与える、転写性への影響と、を調査した。ここでは、実施例 3 6 より、機能転写体における機能層の配置は転写性に影響しないことがわかっていするため、実施例 3 6 の機能転写体 A 1 を代表し、使用した。

[0251] 実施例 3 6 の機能転写体 A 1 と同様の手法で機能転写体 B を作製した。但し、機能転写体 B の機能層として以下の組成物 B-1 ~ B-21 をそれぞれ使用した。また、各組成物 B-1 ~ B-21 は、プロピレングリコールモノメチルエーテル、シクロヘキサンノン、アセトン、2-プロパノール、N-メチルピロリドン、テトラヒドロフラン、シクロヘキサン又はトルエンのいずれか或いは混合溶剤に対して溶解させた。特に、親水性溶剤に溶解させることを優先に検討し、親水性溶剤に溶解しなかった場合に、疎水性溶剤を検討した。また、各組成物の有する極性基を表 5 及び表 6 に記載した。なお、表 5 及び表 6 においては、○印のある極性基を含むことを意味する。即ち、何も記載のない空欄は、その極性基を含まないことを意味している。また、表 5 及び表 6 に記載の極性基には、重合開始剤の具備する極性基は記載していない。

[0252]

[0253] [表6]

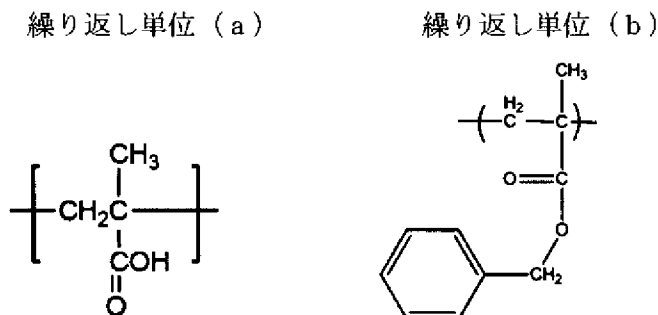
	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16	B-17	B-18	B-19	B-20	B-21
エポキシ基	○				○	○				
水酸基		○			○	○				
フェノール性水酸基	○									
アクリロイル基	○	○	○	○	○	○				
メタクリロイル基	○									
ビニル基										
カルボキシシル基			○							
カルボニル基										
アミノ基			○							
イソシアネート基				○						

[0254] ・組成物 B-1

下記の繰り返し単位 (a) と繰り返し単位 (b) とから構成される共重合

ポリマである。分子量は2900である。繰返し単位bの繰返し数 N_b と繰返し単位aの繰返し単位 N_a と、の比率(N_b/N_a)は0.25である。

[0255] [化6]

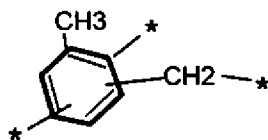


[0256] ・組成物B-2

下記の繰返し単位(c)を含むクレゾールノボラック系エポキシアクリレートであり、アクリレート置換率は略100%である。繰返し単位数 n が0~6まで含まれるホモオリゴマである。平均分子量は約1200である。なお、繰返しは、 CH_2 の炭素元素に結合する「*」及び6員環に結合する「*」にて繰返される。また、光重合開始剤として、 α アミノアルキルフェノン系の2-(ジメチルアミノ)-2-[(4-メチルフェニル)メチル]-1-[4-(4-ホルホルニル)フェニル]-1-ブタノン(Irgacure 379EG、BASF社製)を3.17重量%添加した。

[0257] [化7]

繰返し単位 (c)



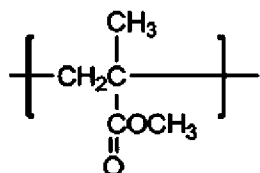
[0258] ・組成物B-3

上記繰返し単位(a)と下記繰返し単位(d)と、から構成される共重合ポリマである。平均分子量は5500であり、繰返し単位(a)の繰返し数 N_a と繰返し単位(d)の繰返し N_d との比率(N_a/N_d)は1.5である。なお、光重合開始剤として、オキシムエステル系のエタノ

ン、1-[9-エチル-6-(2-メチルベンゾイル)-9H-カルバゾール-3-イル]-, 1-(0-アセチルオキシム) (Irgacure OXE02、BASF社製) を4.2重量%添加した。

[0259] [化8]

繰り返し単位 (d)



[0260] ・組成物B-4

クレゾールノボラック系エポキシメタアクリレートであり、メタアクリレート変性率は約50%のホモポリマである。分子量は約3000である。光重合開始剤として、 α -ヒドロキシアルキルフェノン系の1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン (Irgacure 184、BASF社製) と、 α -アミノアルキルフェノン系の、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 (Irgacure 369、BASF社製) を選定し、Irgacure 184 : Irgacure 369 = 2.75 : 1 の比率にて混合し、3.18重量%添加した。

[0261] ・組成物B-5

フェノールノボラック系エポキシメタアクリレートであり、メタアクリレート変性率は約50%のホモポリマである。分子量は約3000である。光重合開始剤として、 α -ヒドロキシアルキルフェノン系の1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン (Irgacure 184、BASF社製) と、 α -アミノアルキルフェノン系の、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 (Irgacure 369、BASF社製) を選定し、Irgacure 184 : Irgacure 369 = 2.75 : 1 の比率にて混合し、3.18重量%添加した。

[0262] ・組成物 B-6

下記繰り返し単位 (e) を有すポリエチレングリコールであり、分子量は約 40000 である。なお、末端は水酸基である。

(繰り返し単位 (e))

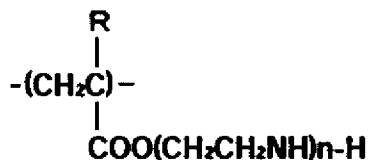


[0263] ・組成物 B-7

上記繰り返し単位 (a) と下記繰り返し単位 (f) と、から構成されるアミノエチル化共重合アクリルポリマである。平均分子量は約 20000 であり、繰り返し単位 (a) の繰り返し数 N_a と繰り返し単位 (f) の繰り返し数 N_f との比率 (N_a/N_f) は 0.67 である。

[0264] [化9]

繰り返し単位 (f)



[0265] ・組成物 B-8

組成物 B-1 に記載の共重合ポリマに対して、モノマであるトリシクロデカンジメタノールジアクリレート及びトリス (2-ヒドロキシエチル) イソシアヌレートトリアクリレートを混合した材料である。なお、ポリマの総重量とモノマの総重量との比は、5.5 : 4.5 とした。また、モノマ総重量に対して 5.5 重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤として、 α -ヒドロキシアルキルフェノン系の 1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン (Irgacure 184、BASF 社製) と、 α -アミノアルキルフェノン系の 2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1 (Irgacure 369、BASF 社製) を選定し、Irgacure 184 : Irgacure 369 = 2.75 : 1 の比率にて混合した。

[0266] ・組成物 B-9

組成物B-2に記載のクレゾールノボラック系エポキシアクリレートに、モノマであるトリシクロデカンジメタノールジアクリレート及びトリス（2-ヒドロキシエチル）イソシアヌレートトリアクリレートを混合した材料である。なお、ポリマの総重量とモノマの総重量の比とは、7.9 : 2.1とした。また、オリゴマ及びモノマ総重量に対して5.5重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、 α アミノアルキルフェノン系の2-（ジメチルアミノ）-2-〔（4-メチルフェニル）メチル〕-1-〔4-（4-モルホリニル）フェニル〕-1-ブタノン（Irgacure 379 EG、BASF社製）を選定した。

[0267] ・組成物B-10

組成物B-3に記載の共重合ポリマに、モノマであるトリシクロデカンジメタノールジアクリレート及びトリス（2-ヒドロキシエチル）イソシアヌレートトリアクリレートを混合した材料である。なお、ポリマの総重量とモノマの総重量との比は、4.2 : 5.8とした。また、ポリマとモノマの総重量に対して5.5重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、オキシムエステル系の、エタノン，1-〔9-エチル-6-（2-メチルベンゾイル）-9H-カルバゾール-3-イル〕-，1-（O-アセチルオキシム）（Irgacure OXE 02、BASF社製）を選定した。

[0268] ・組成物B-11

組成物B-4に記載のポリメチルメタアクリレートに、モノマである2-エチルヘキシルEO変性アクリレート及びトリメチロールプロパントリアクリレートを混合した材料である。なお、ポリマの総重量とモノマの総重量との比は、4.0 : 6.0とした。また、モノマ総重量に対して5.5重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、 α -ヒドロキシアルキルフェノン系の1-ヒドロキシーシクロヘキシルフェニルケトン（Irgacure 184、BASF社製）と、 α -アミノアルキルフェノン系の、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタノン-1（Irgacure 369、BASF社製）を選定し、Irg

acure 184 : lrgacure 369 = 2.75 : 1 の比率にて混合した。

[0269] ・組成物 B-12

組成物 B-5 に記載のフェノールノボラック系エポキシメタアクリレートに、モノマであるトリシクロデカンジメタノールジアクリレート及びトリス（2-ヒドロキシエチル）イソシアヌレートトリアクリレートを混合した材料である。なお、ポリマの総重量とモノマの総重量との比は、8.2 : 1.8 とした。また、ポリマ及びモノマの総重量に対して 5.5 重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、 α -ヒドロキシアルキルフェノン系の 1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（lrgacure 184、BASF 社製）と、 α -アミノアルキルフェノン系の 2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタノン-1（lrgacure 369、BASF 社製）を選定し、lrgacure 184 : lrgacure 369 = 2.75 : 1 の比率にて混合した。

[0270] ・組成物 B-13

組成物 B-6 に記載のポリエチレングリコールに、モノマであるトリシクロデカンジメタノールジアクリレート及びトリス（2-ヒドロキシエチル）イソシアヌレートトリアクリレートを混合した材料である。なお、ポリマの総重量とモノマの総重量と比は、5.5 : 4.5 とした。また、モノマ総重量に対して 5.5 重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、 α -ヒドロキシアルキルフェノン系の 1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（lrgacure 184、BASF 社製）と α -アミノアルキルフェノン系の 2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタノン-1（lrgacure 369、BASF 社製）を選定し、lrgacure 184 : lrgacure 369 = 2.75 : 1 の比率にて混合した。

[0271] ・組成物 B-14

組成物 B-7 に記載のアミノエチル化共重合アクリルポリマに、モノマで

あるトリシクロデカンジメタノールジアクリレート及びトリメチロールプロパンEO変性トリアクリレートを混合した材料である。なお、ポリマの総重量とモノマの総重量と比は、6.7 : 2.3とした。また、モノマ総重量に対して5.5重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、オキシムエステル系の、エタノン、1-[9-エチル-6-(2-メチルベンゾイル)-9H-カルバゾール-3-イル]-, 1-(O-アセチルオキシム) (Irgacure OXE 02、BASF社製)を選定した。

[0272] ・組成物B-15

50℃における粘度が約3000 mPa・sのフェニルグリシジルエーテルアクリレートと、25℃における粘度が約25000 mPa・sのペンタエリスリトールトリアクリレートヘキサメチレンジイソシアネートウレタンプレポリマと、を重量比にて75 : 25にて混合した材料に、5.5重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、 α アミノアルキルフェノン系の、2-(ジメチルアミノ)-2-[(4-メチルフェニル)メチル]-1-[4-(4-モルホリニル)フェニル]-1-ブタノン (Irgacure 379 EG、BASF社製)を選定した。

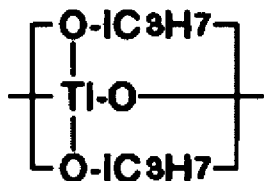
[0273] ・組成物B-16

下記繰り返し単位(g)を有すチタンポリマ、側鎖フェニル変性シリコーン(信越シリコーン社製 SH710)、チタニウムテトラブトキシド、3アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、及び3-グリシジルオキシプロピルトリメトキシシランを混合した材料であり、混合比率は、1 : 1.3 : 1.5 : 0.42 : 0.42とした。また、3アクリロキシプロピルトリメトキシシランに対して5.5重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、 α アミノアルキルフェノン系の2-(ジメチルアミノ)-2-[(4-メチルフェニル)メチル]-1-[4-(4-モルホリニル)フェニル]-1-ブタノン (Irgacure 379 EG、BASF社製)を選定した。

[0274]

[化10]

繰り返し単位 (g)



[0275] ・組成物B-17

分子量が40000のポリジメチルシロキサン、側鎖フェニル変性シリコーン（信越シリコーン社製 SH710）、チタニウムテトラブトキシド、3アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、及び3-グリシジルオキシプロピルトリメトキシシランを混合した材料であり、混合比率は、1 : 1.3 : 1.5 : 0.42 : 0.42とした。また、3アクリロキシプロピルトリメトキシシランに対して5.5重量%の光重合開始剤を添加した。光重合開始剤は、 α アミノアルキルフェノン系の、2-（ジメチルアミノ）-2-〔（4-メチルフェニル）メチル〕-1-〔4-（4-モルホリニル）フェニル〕-1-ブタノン（Irgacure 379 EG、BASF社製）を選定した。

[0276] ・組成物B-18

組成物B-16に記載したチタンポリマである。

[0277] ・組成物B-19

分子量が約40000のポリジメチルシロキサンであり、組成物B-17にて使用したものと同様のものである。

[0278] ・組成物B-20

分子量が5800のポリイソブレンである。

[0279] ・組成物B-21

分子量が56000のポリスチレンである。

[0280] 上記実施例36の機能転写体A-1と同様に機能層を成膜した。実施例36と同様に、乾燥炉から取り出した後の機能層は、非液体状態であった。また、組成物B-1から組成物B-15については、温度を徐々に上げたところ

ろ、60℃～80℃近辺からタック性が発現するか、又は、タック性が増加することが確認できた。実施例36の機能転写体A1と同様の操作を行い、被処理体に対して機能層を転写した。但し、被処理体に貼り合わせる際の温度を95℃～145℃の範囲に変更した。ここで、被処理体としては以下の被処理体T-1～T-15を使用した。

- ・被処理体T-1… 石英ガラス。
- ・被処理体T-2… サファイア（C面）。
- ・被処理体T-3… シリコンカーバイド（SiC）。
- ・被処理体T-4… 窒化ガリウム。
- ・被処理体T-5… 金。但し、石英ガラスの表面に金を蒸着し成膜したものの。
- ・被処理体T-6… 銀。但し、石英ガラスの表面に銀を蒸着し成膜したものの。
- ・被処理体T-7… 酸化インジウムスズ（ITO）。
- ・被処理体T-8… ポリエチレンテレフタレート（PET）。
- ・被処理体T-9… 合成皮革（表皮表層はポリウレタンフィルム）。

[0281] ・被処理体T-10… メチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシランをモル比にて1：99にて混合した材料にて表面処理を施した石英ガラス。水滴に対する接触角は、41度。なお、表面処理は以下のように行った。まず、無水トルエン溶剤の中に石英ガラスを浸漬し、105℃～110℃の温度にて30分間加温した。次に、無水トルエンに上記比率のメチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシランを10重量%の濃度にて溶解させた。上記メチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシランの溶解した無水トルエン溶剤の中に、浸漬加温処理を施した石英ガラスを浸漬した。この時、24℃にて8時間保持した。その後、石英ガラスを取り出し、無水トルエンにて十分に洗浄した後に、アセトンにて洗浄し、最後にエタノールにて洗浄した。洗浄後、120℃にて15分間乾燥させ、処理を完了した。

[0282] ・被処理体T-11… メチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシラ

ンをモル比にて 10 : 90 にて混合した材料にて表面処理を施した石英ガラス。水滴に対する接触角は、71 度。なお、表面処理は被処理体 T-10 と同様に行った。

[0283] ・被処理体 T-12 … メチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシランをモル比にて 25 : 75 にて混合した材料にて表面処理を施した石英ガラス。水滴に対する接触角は、88 度。なお、表面処理は被処理体 T-10 と同様に行った。

[0284] ・被処理体 T-13 … メチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシランをモル比にて 50 : 50 にて混合した材料にて表面処理を施した石英ガラス。水滴に対する接触角は、94 度。なお、表面処理は被処理体 T-10 と同様に行った。

[0285] ・被処理体 T-14 … メチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシランをモル比にて 65 : 35 にて混合した材料にて表面処理を施した石英ガラス。水滴に対する接触角は、101 度。なお、表面処理は被処理体 T-10 と同様に行った。

[0286] ・被処理体 T-15 … メチルトリメトキシシラン及びテトラエトキシシランをモル比にて 92 : 8 にて混合した材料にて表面処理を施した石英ガラス。水滴に対する接触角は、109 度。なお、表面処理は被処理体 T-10 と同様に行った。

[0287] 転写性の試験を行った、機能層の組成物 B-1 ~ B-21 と被処理体 T-1 ~ T-15 との組み合わせ、及び、評価結果を表 7 に記載した。評価指標は以下の通りである。まず、機能転写体 B を実施例 36 と同様に解析し、比率 (R_q / t) を算出した。ここでは、機能転写体 B に対する値であることから比率 B と表現する。次に、算出した比率 B を、実施例 36 の機能転写体 A1 の転写性検討結果と照らし合わせた。即ち、比率 B と同じ、又は、最も近い機能転写体 A1 の比率 (R_q / t) に対する転写性評価結果を確認した。機能転写体 B においても、実施例 36 の機能転写体 A1 と同様に転写性を評価し、評価結果が実施例 36 の「△」、即ち、剥離速度 V_m 比が 1.0 以

上 2. 2 未満、且つ欠陥率が 5 % 以下になった場合を基準として、評価結果が下がったものの該「△」評価までは下がらなかった場合を「▲」、評価結果が同様或いは向上した場合を「●」とした。また、表 7 中、何も記載していない欄は、評価を行っていないことを意味する。

[0288]

[表7]

	被処理体																			
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15					
B-1	●	●	●																	
B-2				●	●	●														
B-3							●	●	●											
B-4										●	●	●								
B-5													●	●						
B-6	●	●	●													●				●
B-7				●	●	●														
B-8							●	●	●											
B-9										●	●	●								
B-10													●	●						●
B-11	●	●	●	●	●	●														
B-12																				
B-13							●	●	●											
B-14										●	●	●								
B-15													●	●						●
B-16	●	●	●																	
B-17				●	●	●														
B-18							▲	▲	▲	▲	▲									
B-19	▲											▲	▲	▲					▲	▲
B-20		▲	▲	▲	▲	▲				▲	▲									
B-21							▲	▲	▲	▲	▲									

[0289] 表7より以下のことがわかる。まず極性基を機能層に含むことで、転写性が良好に保たれる。一方で、極性基を含まない場合であっても、剥離速度V

m比が1.0以上2.2未満、且つ、欠陥率が5%以下になるケースはない。更に、これらの結果は、被処理体の材質や表面物性によらない。即ち、比率(R_q/t)を満たすことで、特に、機能層に極性基を含む場合に、転写性が良好となることがわかった。これは、転写性において特に重要な因子は、機能層と被処理体との接着強度を大きくすることと、機能層の破壊を抑制することである。ここで、機能層と被処理体の接着強度は、比率(R_a/t)による真実接触面積の増加により担保しているが、機能層が極性基を含むことで、機能層と被処理体との単位面積当たりの接着強度が向上するためである。これは、極性基を含むことで生じる、静電気的な相互作用や水素結合作用が働くためと考えられる。また、極性基として、エポキシ基、水酸基、アクリロイル基、メタクリロイル基、ビニル基、カルボキシル基、イソシアネート基又はカルボニル基の少なくとも1以上を含むと、キャリアG2と機能層との密着力が小さくなることも分かった。これは、転写精度を向上させることにつながるため有用である。これは、これらの極性基を含む場合、光重合による収縮、熱重合による収縮、水素結合による高密度化の1以上の現象を発現できるため、キャリアG2と機能層との界面接着力が低下したためと推定される。中でも、エポキシ基、水酸基、アクリロイル基、メタクリロイル基、ビニル基、又は、カルボキシル基の少なくとも1以上を含むことで、前記効果が大きくなることが確認された。

[0290] また、機能転写体を被処理体に貼り合わせる際の、異物の影響を別途調査したところ、組成物B-1～組成物B-15を使用した場合、異物の影響を受けづらいことがわかった。より具体的には、被処理体の表面に恣意的に異物としてタンパク質を付着させ、この状態で機能転写体の貼り合わせを行った。この結果、組成物B-1～組成物B-15を使用した場合は、異物の直径を ϕ とした場合に、貼り合わせにより該異物部にて発生した気泡の大きさは 5ϕ 以下であったが、他の組成物を使用した場合は、発生した気泡は 8ϕ 以上であった。組成物B-1～組成物B-15は、温度を徐々に上げたところ、 60°C ～ 80°C 近辺からタック性が発現或いは増加することが確認でき

ている。即ち、このような条件を満たすことで、機能転写体を被処理体に貼り合わせる際に、機能層の表層の流動性が大きくなることから、異物周辺における機能層の流動も向上し、異物という不陸を吸収する効果が大きくなったためと考えられる。以上から、機能転写体の機能層は、温度 20℃で、且つ、遮光下にて非液体状態であると共に、加温することで、タック性が発現することが好ましいことがわかった。なお、機能層の材料の選択性や工業製の観点から、タック性を発現する最低の温度は 300℃程度である。即ち、温度 20℃で、且つ、遮光下にて非液体状態であると共に、温度 20℃超から 300℃以下の範囲にてタック性を発現することが好ましい。

[0291] また、別の検討から、第 1 の機能層が凹凸構造 Ca を平坦化し、更に第 1 の機能層上に第 2 の機能層が設けられる機能転写体を作製した。ここで、第 1 の機能層として組成物 B-18 から組成物 B-21 のいずれかを使用し、第 2 の機能層に組成物 B-1 から組成物 B-3 を使用した。この場合、上記評価指標を使用すると「●」であった。即ち、機能転写体においては、機能層の最外層に極性基が含まれていれば、転写性がより向上することがわかった。また、最外層に極性基を含む場合において、機能層の最外層の膜厚を調査したところ、5 nm 程度から転写性が向上しはじめ、20 nm～30 nm にて急激に転写性が良好となり、50 nm 以上においては安定に転写ができることが確認された。よって、機能転写体の最外層は、極性基を含むと共に、膜厚が 5 nm 以上であることが好ましく、20 nm 以上であることがよりこの好ましく、50 nm 以上であることが最も好ましいことがわかった。

[0292] (実施例 38)

実施例 38 においては、キャリアの物性と機能層の物性の関係の与える転写精度への影響を調査した。実施例 36 及び実施例 37 より、比率 (R_q/t) が所定の範囲であることで、転写性を良好に保てること、また、機能層の最外層に極性基を含むことで転写性がより良好に保てることがわかっている。このため、実施例 38 においては、実施例 36 の機能転写体 A1 の形態を代表させ、機能層として、実施例 36 の組成物 A-1 を使用した機能転写

体Cを作製し検討に使用した。ここで、キャリアの物性を変数にした。また、転写対象となる被処理体には、表面物性の大きく異なる被処理体T-2、T-8、T-9、及びT-13を使用した。

[0293] 検討に使用したキャリアは、以下のキャリアC-1～C-8である。

・キャリアC-1…実施例36に記載のキャリアG2であり、フッ素含有ウレタン（メタ）アクリレート（OPTOOL DAC HP（ダイキン工業社製））をトリメチロールプロパン（EO変性）トリアクリレート（M350（東亜合成社製））に対して2重量部の添加量にしたものである。水滴の接触角は119度である。比率（ E_s/E_b ）は、119であった。

[0294] ・キャリアC-2…実施例6に記載のキャリアG2であり、フッ素含有ウレタン（メタ）アクリレート（OPTOOL DAC HP（ダイキン工業社製））をトリメチロールプロパン（EO変性）トリアクリレート（M350（東亜合成社製））に対して5重量部の添加量にしたものである。水滴の接触角は128度である。比率（ E_s/E_b ）は、68であった。

[0295] ・キャリアC-3…実施例6に記載のキャリアG2であり、フッ素含有ウレタン（メタ）アクリレート（OPTOOL DAC HP（ダイキン工業社製））をトリメチロールプロパン（EO変性）トリアクリレート（M350（東亜合成社製））に対して10重量部の添加量にしたものである。水滴の接触角は134度である。比率（ E_s/E_b ）は、51であった。

[0296] ・キャリアC-4…実施例6に記載のキャリアG2であり、フッ素含有ウレタン（メタ）アクリレート（OPTOOL DAC HP（ダイキン工業社製））をトリメチロールプロパン（EO変性）トリアクリレート（M350（東亜合成社製））に対して15重量部の添加量にしたものである。水滴の接触角は149度である。比率（ E_s/E_b ）は、41であった。

[0297] ・キャリアC-5…ポリジメチルシロキサンである。

[0298] ・キャリアC-6…実施例6に記載のキャリアG2の表面に対して、 SiO_2 を10nm、Crを10nm成膜し、表面処理剤（デュラサーフHD-1101Z、ダイキン化学工業社製）にて処理したものである。

- [0299] ・キャリアC-7…トリメチロールプロパントリアクリレート：トリメチロールプロパンEO変性トリアクリレート：シリコーンジアクリレート（EBECRYL 350（ダイセルサイテック社製））：1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（Irgacure 184（BASF社製））：2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタノン-1（Irgacure 369（BASF社製））＝20g：80g：1.5g：5.5g：2.0gで混合したものの硬化物である。
- [0300] ・キャリアC-8…シリコンからなる凹凸構造上にダイヤモンドライクカーボン（DLC）を成膜したものである。なお、DLCはイオン化蒸着法により成膜した。
- [0301] キャリアC-1～C-8のうち、キャリアC-1～C-4、C-6、及びC-7については、実施例36のキャリアG2と同様の製法にて製造した。また、キャリアC-5は、平板状の石英を実施例36の円筒状マスターモールドの製造原理と同様の原理を適用し加工した平板状マスターモールドに対して、ポリジメチルシロキサンを成膜し、剥離することで作製した。キャリアC-8については、平板状のシリコン（Si）ウェハを実施例6の円筒状マスターモールドの製造原理と同様の原理を適用し加工し、続いて、凹凸構造面上にダイヤモンドライクカーボンを成膜することで製造した。
- [0302] 転写性の試験を行った、被処理体T-2、T-8、T-9、及びT-13をそれぞれ使用し、キャリアを上記キャリアC-1～C-8として試験した。即ち、32個の組み合わせについて評価した。評価指標は以下の通りである。まず、機能転写体Cを実施例36と同様に解析し、比率（ R_q/t ）を算出した。ここでは、機能転写体Cに対する値であることから比率Cと表現する。次に、算出した比率Cを、実施例36の機能転写体A1の転写性検討結果と照らし合わせた。即ち、比率Cと同じ、或いは最も近い機能転写体A1の比率（ R_q/t ）に対する転写性評価結果を確認した。機能転写体Cにおいても、実施例36の機能転写体A1と同様に転写性を評価し、評価結果が実施例36の「△」、即ち、剥離速度 V_m 比が1.0以上2.2未満、且

つ欠陥率が5%以下になった場合を「×」、評価結果が下がったものの該「△」評価までは下がらなかった場合を「▲」、評価結果が同様或いは向上した場合を「●」とした。結果を表8に記載した。

[0303] [表8]

		被処理体			
		T-2	T-9	T-8	T-13
キャリア	C-1	●	●	●	●
	C-2	●	●	●	●
	C-3	●	●	●	●
	C-4	●	●	●	●
	C-5	●	●	●	●
	C-6	●	●	●	●
	C-7	●	●	●	●
	C-8	●	●	●	●

[0304] 表8より以下のことがわかる。被処理体T-8はポリエチレンテレフタレートであり、被処理体T-2はサファイアである。即ち、被処理体T-8は、有機物から構成されると共に、疎水性の強い表面を有す。一方、被処理体T-2は無機物から構成されると共に、親水性の強い表面を有す。また、被処理体T-9は合成合皮であり、有機物から構成されると共に、被処理体T-8と比較すると親水性の強い表面を有す。また、被処理体T-13は、石英上に部分的にメチル基を修飾したものであり、無機物から構成されると共に、被処理体T-2と比べると疎水性の強い表面を有す。即ち、被処理体としては無機物或いは有機物、そして親水性の強い表面か疎水性の強い表面かの4つを試験したこととなる。

[0305] キャリアC-1～C-4は、全てフッ素含有樹脂であるが、凹凸構造表面に偏析しているフッ素の濃度が異なるため、水滴に対する接触角が異なっている。即ち、疎水性強度が異なる表面を有す。一方で、キャリアC-5はポリジメチルシロキサンである。即ち、無機ポリマから構成され、表面にはメチル基が多数存在する。また、キャリアC-6は、有機物からなる凹凸構造Ca上に無機物のコーティング膜が存在する。このため、凹凸構造の硬度が大きく向上している。キャリアC-7は、アクリル樹脂の硬化体であり、フ

ッ素を含有しない組成物である。最後に、キャリアC-8は、ダイヤモンドライクカーボンにより表面が構成される。結果はキャリアC-1～C-8と被処理体T-2、T-8、T-9そしてT-13の組み合わせによらず、転写性が良好に保たれていることがわかる。即ち、既に説明してきたように、比率(R_q/t)が所定の範囲を満たすことで、比率(R_a/t)を制御可能となり、機能転写体を被処理体に貼り合わせる際の機能層の最外層の流動性が向上し、機能層と被処理体との真実接触面積が増加し、これに伴い、機能層と被処理体との接着強度が向上する。更に、キャリアを剥離する際の機能層の凝集破壊に代表される破壊を、剥離応力を均等化することで抑制できることから、転写性を高く保つことができる。

[0306] なお、機能層とキャリアとの密着力をより詳細に検討したところ、キャリアC-1～C-7を使用した場合、密着力が低いことがわかった。これは、転写精度の向上を維持する面で重要である。即ち、キャリアは、フッ素元素、メチル基或いはシロキサン結合のいずれか1以上を含むことが好ましいことが判明した。

[0307] (実施例39)

実施例39においては、凹凸構造Caのピッチがマイクロオーダーの領域にある場合に関し、機能転写体の機能層の精度と凹凸構造Fuの転写性とを、同時に改善可能かを調査した。

[0308] 4インチのシリコンウェハに対して、感光性ノボラック樹脂をスピンコート塗布し、続いて、フォトリソグラフィを実施した。その後、現像とドライエッチングを行い、複数の凹部を有するシリコンウェハを得た。続いて、パーフルオロデシルトリメトキシシランにて気相離型処理を実施し、マスタースタンプを得た。

[0309] 厚み50 μ mのポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムの易接着面に、転写樹脂Xを、膜厚5 μ mになるようにバーコート法により塗布した。転写樹脂Xは、含フッ素添加剤、非フッ素含有重合性ウレタン剤、トリメチロールプロパン(EO)変性トリアクリレート、ジアクリレート及び光重

合開始剤の混合物である。含フッ素添加剤としては、イソシアヌル骨格を有すウレタン（メタ）アクリレートであり、 $(CF_2CF_2CF_2O)$ 単位を含むペルフルオロポリエーテル基を具備するものを使用した。非フッ素含有重合性ウレタン剤としては、ウレタンアクリレートを使用した。より具体的には、6官能ウレタンアクリレートである、ジペンタエリスリトールペンタアクリレートヘキサメチレンジイソシアネートウレタン剤を使用した。ジアクリレートとしては、1, 3-ビス（メタクリロイルオキシ）-2-プロパノールを選定した。重合開始剤は光重合開始剤である、1, 2-オクタジオン, 1-[4-(フェニルチオ)-, 2-(O-ベンゾイルオキシム)]を使用した。含フッ素添加剤は、転写樹脂全体を100重量部とした際に、3.8重量部添加した。非フッ素含有重合性ウレタン剤は、含フッ素添加剤の1.5倍量を添加した。また光重合開始剤は、転写樹脂全体を100重量部とした際に、5.5重量部添加した。ジアクリレートは、転写樹脂の粘度が、22cPになるように添加した。転写樹脂Xの塗布されたPETフィルムを、マスタースタンパに貼り合わせた。続いて、紫外線透過シリコーンゴムをPETフィルム上に配置し、当該シリコーンゴム上から押圧を実施した。押圧力は0.1MPaとした。押圧した状態にて、紫外線を照射し、転写樹脂Xを硬化させた。最後に、マスタースタンパとPETフィルムと、を分離し、樹脂モールドF1を得た。

[0310] 機能層の配置精度を確認するために、得られた樹脂モールドF1から樹脂モールドS2を製造した。まず、樹脂モールドF1の凹凸構造に対して、転写樹脂Yを滴下した。転写樹脂Yは、上記転写樹脂Xに関し、含フッ素添加剤の代わりにアクリロイル変性シリコーンを使用した混合物である。樹脂モールドF1上の転写樹脂Yを、PETフィルムを貼り合わせて引き伸ばし、その状態にて、紫外線を照射した。続いて、PETフィルムと樹脂モールドF1と、を分離することで、樹脂モールドS2を得た。

[0311] 樹脂モールドS2は、機能転写体のキャリアに相当する。樹脂モールドS2の凹凸構造Caに対して、組成物B-9をバーコート法にて塗布した。組

成物B-9は、イソプロパノール、アセトン、及びメチルエチルケトンにて、濃度55重量%に調整したものを使用した。塗布量は、機能層の膜厚（ t ）が200nm～300nmになるように調整した。塗布後、120℃の乾燥エアーにより乾燥した。なお、凹凸構造Caの与える機能層の露出面への影響を確認するために、ここでは、保護層の貼り合わせは行わなかった。

[0312] 得られた保護層のない機能転写体に関し、表面粗さ（ R_a ）、膜厚（ t ）、凹凸構造Caのピッチと開口率を評価し、表9にまとめた。また、表9の結果の一部を、図9に記載した。表9には、キャリアの凹凸構造Caの情報と、凹凸構造Caの上に成膜した機能層の情報と、を記載した。表9の開口率を横軸に変数としてとり、縦軸に、機能層の表面粗さ（ R_a ）及び膜厚（ t ）の標準偏差をとった図が図9である。図9においては、ダイヤ印が表面粗さ（ R_a ）を、四角印が膜厚（ t ）の標準偏差を示す。図9より、開口率40%の近傍にて、機能層の表面粗さ（ R_a ）と膜厚（ t ）の標準偏差が共に、大きく減少していることがわかる。表9より、凹凸構造Caのピッチとして、1.6 μ m、2.5 μ m、及び3.6 μ mの3種類を採用しており、それらのすべての検討を1つの図に表現したものが図9であることから、ピッチが1.5 μ m超の領域において、開口率が40%以上を満たすことで、機能層の配置精度が改善することがわかった。機能層の配置精度の改善は、膜厚（ t ）の分布が小さくなる効果として、膜厚（ t ）の標準偏差の変化として確認されている。そして、この膜厚（ t ）の標準偏差の改善に伴い、表面粗さ（ R_a ）が改善する。よって、表9には記載していないが、比率（ R_a/t ）が効果的に小さくなり、転写性が改善する。

[0313]

[表9]

キャリア			機能層		
凹凸構造Ca			膜厚(t)		表面粗さ(Ra)
ピッチ	開口径	開口率	平均値	標準偏差	
um	um	%	nm	nm	nm
1.6	1.1	42.9	250	12.2	41
1.6	0.8	22.7	280	59.0	89
1.6	1.2	51.0	230	6.7	21
2.5	1.4	28.4	260	54.0	109
2.5	1.6	37.1	240	31.0	79
2.5	2.2	70.2	250	5.2	14
3.6	2.2	33.9	210	35.0	99
3.6	3.0	63.0	270	4.9	31
3.6	3.3	76.2	260	4.5	16

[0314] 次に、上記樹脂モールドS2の製法に関し、転写樹脂Yの代わりに転写樹脂Xを使用して、樹脂モールドF2を作製した。この時、樹脂モールドF1を60mm×60mmの正方形に切り取ったものを9枚準備し、180mm×180mmの正方形になるように継いだ。この180mm×180mmの樹脂モールドF1をテンプレートとして、樹脂モールドF2を製造した。機能層の配置精度の項、換言すれば、比率(Ra/t)の影響を排除するために、転写性は以下の方法にて評価した。まず、6インチのシリコンウェハに対して、転写樹脂Zをスピンコート塗布した。転写樹脂Zは、上記組成物B-9のポリマの総重量とモノマの総重量と、の比を、7.9:2.1から4.5:5.5に変更した組成物である。また、スピンコート塗布するに当たり、イソプロパノール、アセトン、メチルエチルケトンの混合溶媒にて希釈した。そして、1500rpmの速度にてスピンコート塗布し、120℃のホットプレートを使用して、余剰な溶剤を除去した。次に、樹脂モールドF2をラミネートローラにて貼り合わせた。貼り合わせる圧力は0.48Mpa、貼り合わせ速度は3mm/秒とした。次に、365nmの中心波長を有するLEDランプにて紫外線照射を行い、その後、120℃で10秒間加温した。最後に、25mm/秒の速度で、樹脂モールドF2、すなわち、キャリアを剥離した。被処理体である6インチφのシリコンウェハに対して転写

付与された凹凸構造F_uの面積をS_f、シリコンウェハの面積をS_sと記載した時に、 $(S_f / S_s) \times 100$ を転写率として評価を実施した。

[0315] 結果を表10及び図10に記載した。表10には、キャリアの凹凸構造C_aの情報と、凹凸構造F_uの転写率を掲載した。表10の開口率を横軸に変数としてとり、縦軸に凹凸構造F_uの転写率を記載した図が、図10である。図10より、開口率が40%の近傍を境に転写率が大きく変化することがわかる。特に、開口率が30%以上40%未満の領域においては、転写率のばらつきが大きいことがわかる。すなわち、樹脂モールドF₂の貼り合わせ方や、樹脂モールドF₂の剥がし方といった僅かな差異に対して、転写率が敏感に影響を受けていることを意味する。このような領域では、安定して、凹凸構造F_uを転写付与することは困難である。一方で、開口率が40%を超えることにより、転写率の絶対値及びばらつきが大きく低減していることがわかる。また、表10より、開口率として、1種類のピッチに対するものからのみではなく、複数のピッチに対するものからデータ採用していることが読み取れる。以上から、ピッチが1.5 μm超の領域において、開口率が40%以上であることにより、転写性が改善することがわかった。

[0316]

[表10]

凹凸構造Ca			凹凸構造Fu
ピッチ	開口径	開口率	転写率
um	um	%	%
1.6	1.0	35.4	76.5
1.6	0.8	22.7	45.9
1.6	1.2	51.0	97.8
2.5	1.4	28.4	49.2
2.5	1.6	37.1	59.8
2.5	2.2	70.2	99.1
3.6	2.2	33.9	68.6
3.6	3.0	63.0	98.4
3.6	3.3	76.2	99.8
2.5	1.6	37.1	87.1
2.5	1.6	37.1	51.2
3.6	2.2	33.9	94.1
3.6	2.2	33.9	59.8
1.6	1.0	35.4	49.2
1.6	0.8	22.7	18.9
1.6	1.2	51.0	95.5
2.5	1.4	28.4	39.9
2.5	1.6	37.1	72.7
2.5	2.2	70.2	98.3
3.6	2.2	33.9	56.2
3.6	3.0	63.0	97.9
3.6	3.3	76.2	97.6

[0317] 以上より、ピッチが1.5 μm 超の領域において、開口率が40%以上であることで、機能層の精度と転写性が共に向上するといえる。次に、ピッチが1.5 μm 超の領域において、機能転写体を被処理体の加工部材として使用し、その性能を確認した。

[0318] キャリアとしては、上記樹脂モールドF2を使用した。凹凸構造Caは、複数の円柱状凹部が六方配列したものであり、凹部の開口径は1.35 μm 、深さは1.3 μm 、そしてピッチは1.6 μm である。開口率は65%である。キャリアF2に対して、バーコート法を使用して、組成物A-2を塗布した。組成物A-2は、イソプロパノール、メチルエチルケトン、テトラ

ヒドロフラン、アセトン及びプロピレングリコールモノメチルエーテルの混合溶剤にて、濃度5重量%から25重量%に希釈して使用した。希釈した組成物A-2をバーコート法にて塗布し、その後、120℃の熱風を吹き付けて乾燥させた。組成物A-2を塗布した樹脂モールドF2を、走査型電子顕微鏡を使用し観察した。その結果、組成物A-2は、樹脂モールドF2の凹部に優先的に充填され、凸部の上面には、ほとんど成膜されていないことが確認された。より具体的には、濃度を5重量%から25重量%からまで、段階的に引き上げるにつれて、樹脂モールドF2の凹部の内部に充填される組成物A-2の量は増加したが、樹脂モールドF2の凸部の上面に成膜される組成物A-2の量はほぼ増加しなかった。濃度を変数にとることで、樹脂モールドF2の凹部に充填される組成物A-2の高さは、50nm、250nm、300nm、550nm、800nm、そして、1200nmと変化させることができた。一方で、凸部の上面に成膜された組成物A-2は、透過型電子顕微鏡も併用して解析した結果、濃度によらず、0nmから30nmの間であることがわかった。

[0319] 組成物A-2が成膜された樹脂モールドF2に対して、更に、組成物B-9を成膜した。組成物B-9は、メチルエチルケトン、アセトン、及び2-プロパノールにて濃度35重量%に調整し、膜厚(t)が250nmになるように調整した。バーコート法にて成膜後に、105℃の熱風を吹き付けて乾燥させた。その後、0.1MPa及び10mm/秒にて、エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂を含む保護層(PE/EVA)を貼り合わせた、機能転写体を製造した。

[0320] 被処理体として、片側鏡面、厚みが1.0mm、径が6インチ、そしてC面のサファイアウェハを準備した。BOWとしては、最大で28μm、5点測定のTTVは、最大で20μmであった。サファイアウェハを120℃で加温した状態にて、118℃のラミネートロールを使用して、保護層を剥離した機能転写体を貼り合わせた。貼り合わせの圧力は0.49MPa、貼り合わせ速度は50mm/秒とした。なお、保護層の剥離速度は20mm/秒

とした。次いで、365 nmの中心波長を有するLEDを使用して紫外線を照射し、その後、120℃にて加熱養生した。30℃以下まで冷却した後に、キャリアである樹脂モールドF2を25 mm/秒の速度で剥離した。ここで、凹凸構造Fuの転写されたサファイアに関し、異物や気泡を多く噛みこんでいたものについては、硫酸と過酸化水素水を4 : 1の体積比率にて混合した液で洗浄し、超純水で洗い流し、最後にIPA乾燥を実施して、未処理のサファイアウェハへと復元し、それを再度使用した。10枚製造し評価したところ、凹凸構造Fuの転写率は、いずれも98%以上であった。すなわち、6インチφという大面積の基板に対して、容易に機能層を転写可能であることを確認した。さらには、BOWとして28 μmという反りを有する被処理体であったにも関わらず、その影響はなく、凹凸構造Fuを転写可能であることも同時に確認した。

[0321] 凹凸構造Fuの転写された被処理体に対して、ドライエッチングを行った。まず酸素エッチングを行い、次に塩素エッチングを行った。なお、これらの操作は、同じチャンバー、すなわち同じ装置にて行った。酸素エッチングにより組成物B-9をエッチングした。ここでは、酸素ガスを使用した。ここで、組成物A-2が組成物B-9のエッチングマスクとして機能し、組成物B-9をサファイアの主面が部分的に露出するまでエッチングした。エッチング条件は、処理ガス圧1 Pa、処理電力300 Wの条件とした。続いて、塩素エッチングによりサファイアをエッチングした。ここでは、BCl₃ガスとCl₂ガスと、の混合ガスを使用した反応性イオンエッチングを行った。ここで、組成物B-9をエッチングマスクとして、サファイアをエッチングした。処理条件としては、ICP : 150 W、BIAS : 50 W、圧力0.2 Paとした。

[0322] 上記ドライエッチング処理において、酸素エッチングまで終えた段階でウェハを取り出し、走査型電子顕微鏡を用いて観察を行った。その結果、組成物A-2はほとんどエッチングされておらず、組成物B-9のみエッチングされていた。すなわち、複数のピラーが六方配列していた。ピラーの高さは

1550nmであり、ピラーの径は1350nmであった。なお、ピラーとピラーと、の間に、樹脂モールドF2の凸部の上面に成膜された組成物A-2に由来する微小ピラーがあることも確認された。この微小ピラーについては、酸素エッチングの時間と処理圧を最適化することで、なくなることも確認した。塩素エッチングまで終了したサファイアウェハを、硫酸及び過酸化水素水の混合液にて洗浄し、その後、走査型電子顕微鏡にて観察した。6インチのサファイアウェハの全面に、複数の凸部が加工形成されていることを確認した。凸部の配列は六方配列であり、その径は、塩素エッチングの処理時間と条件を変更することで制御可能であり、1000nm、1200nm、1300nm、1400nm、及び1500nmの範囲で制御できた。凸部の高さについては、500nm、900nm、1250nm、1400nm、1800nmの範囲で制御できた。なお、凸部の形状は、コーン状とドーム状のいずれも製造可能であり、特に、装置の種類による作り分けが容易であることを確認した。

[0323] 製造した複数の凸部を有するサファイアウェハは、一般的にPSSと呼ばれるウェハであり、LEDの効率を高めるために使用される。PSSにおいては、2インチφ及び4インチφのPSSは市場に流通しており、重宝されているが、6インチφ以上のものは、製造が非常に困難であり、流通していない。上記例から、実施の形態の機能転写体を使用することで、容易に、大面積のPSSを製造できることを確認した。

[0324] (実施例40)

上記実施例より、キャリアのピッチによらず精度の高い機能層を具備する機能転写体を製造し、高い精度で機能層を被処理体に転写できることがわかった。本実施例では、保護層の与える、機能層の穴欠陥への影響を詳細に調査した。

[0325] 機能転写体の構成としては、実施例39と同様にし、保護層の種類と凹凸構造Caを変数にとった。5種類の保護層を使用し、6種類の開口率を検討した。

[0326] (保護層)

・ポリエチレン／ポリオレフィンコポリマの共押出フィルム(サンエー化研社製 PAC-3-30 30 $\mu\text{m t}$)。引張弾性率は450MPa。

・ポリエチレンフィルム(タマポリ社製 GF-858 33 $\mu\text{m t}$)。引張弾性率は1080MPa。

・ポリカーボネートフィルム(三菱エンジニアリングプラスチック社製 100FE200)。引張弾性率は2400MPa。

・COPフィルム(日本ゼオン社製 ZEONEX (登録商標) F52R)。引張弾性率は3000MPa。

・PETフィルム(東洋紡社製 東洋紡エステル(登録商標)フィルム E5100 25 $\mu\text{m t}$)。引張弾性率は4000MPa。

(凹凸構造Ca)

・配列：六方配列、開口径：1.0 μm 、1.8 μm 、2.1 μm 、2.5 μm 、3.0 μm 、10.0 μm 。

[0327] 評価は、機能層の穴欠陥率として実施した。実施例39と同様に、保護層を剥離し、露出した機能層を光学顕微鏡にて観察し、穴欠陥率を導出した。結果を表11に示した。表11には大きく3つの情報が記載されている。凹凸構造Caの開口径、保護層の引張弾性率、及び機能層の穴欠陥率である。

[0328]

[表11]

開口径	引張弾性率	穴欠陥率
um	Mpa	%
1.0	450	1.3
1.8	450	1.5
1.8	1080	1.8
1.8	2400	2.5
1.8	3000	19.2
1.8	4000	19.1
2.1	450	0.1
2.1	1080	0.2
2.1	2400	4.2
2.1	3000	20.1
2.5	450	0.5
2.5	1080	1.1
2.5	2400	10.2
2.5	3000	21.5
3.0	450	0.9
3.0	1080	0.3
3.0	2400	5.3
3.0	3000	18.5
3.0	4000	19.9
10.0	1080	4.3
10.0	2400	9.1
10.0	3000	21.2

[0329] 表 1 1 より、開口径が 1.0 μm から 10.0 μm の間の試験結果として、機能層の穴欠陥率は、保護層の引張弾性率という物性により制御されることがわかる。即ち、引張弾性率が 3000MPa 及び 4000MPa の場合に比べ、引張弾性率が 2400MPa、1080MPa、及び 450MPa の保護層を使用した場合の穴欠陥率は、急激に小さくなることがわかる。これは、保護層を剥離する際に、保護層表面の不陸から機能層へと加えられる応力に注目した時に、引張弾性率が所定より小さくなることで、当該応力の絶対値が小さくなり、機能層の破壊を抑制するため、及び、保護層の表面不陸の変形を促進可能となるためと推定される。以上より、開口径が 1.0 μm

mから10.0 μ mの間で試験した結果からすれば、保護層の引張弾性率を2500MPa以下に設定することで、機能層の穴欠陥を良好に抑制可能であるといえる。これにより、凹凸構造Fuの転写率が改善されると推定される。

[0330] (実施例41)

上記実施例より、キャリアのピッチによらず精度の高い機能層を具備する機能転写体を製造し、高い精度で機能層を被処理体に転写できることがわかった。特に、凹凸構造Caの開口径によらずに、保護層の引張弾性率が機能層の穴欠陥に大きく影響することがわかった。更には、ピッチがマイクロメートルオーダーの場合は、特に、キャリアの凹凸構造の開口率の制御が重要であることがわかった。以上より、保護層の物性である引張弾性率と凹凸構造Caの開口率と、により、より好適な機能転写体の範囲があると推測できる。実施例41では、保護層の引張弾性率と凹凸構造Caの開口率と、の関係を調査した。

[0331] 機能転写体の構成としては、実施例39と同様にし、保護層としては実施例40に記載のものを使用した。変数としては、保護層の引張弾性率と凹凸構造Caの開口率と、を設定した。

[0332] 評価は、凹凸構造Fuの転写率として実施した。実施例39と同様に転写を行った。凹凸構造Fuに関し、光学顕微鏡と原子間力顕微鏡を併用して、転写率を算出した。結果を表12、図12、及び図13に示した。表12には大きく3つの情報が記載されている。凹凸構造Caの開口率、保護層の引張弾性率、及び凹凸構造Fuの転写率である。表12に記載の凹凸構造Caの開口率を横軸に、そして保護層の引張弾性率を縦軸にとり、評価結果の凹凸構造Fuの転写率を総合記号として表現したのが図12である。一方で、図13は、図12の総合記号を、転写率の等高線として示した3次元図である。表11、図12及び図13より、以下のことがわかる。

[0333]

[表12]

凹凸構造Ca	保護層	凹凸構造Fu	
開口率	引張弾性率	転写率	総合 記号
%	Mpa	%	
10.1	450	42.2	△
32.6	450	51.3	△
32.6	1080	51.2	△
32.6	2400	49.5	△
32.6	3000	40.9	△
32.6	4000	39.1	△
44.4	450	94.3	○
44.4	1080	94.8	○
44.4	2400	89.8	○
44.4	3000	65.6	△
63.0	450	98.1	◎
63.0	1080	98.1	◎
63.0	2400	88.4	○
63.0	3000	70.1	△
90.7	450	99.1	◎
90.7	1080	99.0	◎
90.7	2400	93.7	○
90.7	3000	69.4	△
90.7	4000	68.2	△
98.7	450	70.5	△
98.7	1080	71.7	△
98.7	2400	69.9	△
98.7	3000	62.1	△

[0334] まず、凹凸構造Caの開口率に目を向けると、最適範囲のあることがわかる。下限値側としては、開口率が32.6%と44.4%と、の間に、上限値側としては、開口率が90.7%と98.7%と、の間に、明確な転写率の変化が見受けられる。開口率が32.6%と44.4%と、の間に下限値が設けられた理由は、開口率が小さすぎる場合、特に実施例39にて述べたように、機能層の凹凸構造Caに対する配置精度が低下する。これにより、凹凸構造Fuを転写する工程において、キャリアを剥離する際に、凹凸構造Fuに応力の集中点が出る為と推定される。一方で、上限値が設けられる

理由は、キャリアの凹凸構造C aの破損が主原因であった。これは、開口率を98.7%と極度に高めた結果、凹凸構造C aの凸部の脆弱化が進行し、凹凸構造F uの転写時に、凹凸構造C aが破損することが原因であった。以上より、開口率としては、32.6%超90.7%未満が好ましいといえる。

[0335] 次に、保護層の引張弾性率に目を向けると、実施例40と同様の最適範囲のあることがわかる。特に、本実施例においては、引張弾性率の上限値が明確になっている。上限値としては、2400MPaと3000MPaと、の間である。この上限値が現れるのは、保護層の引張弾性率が高すぎる場合、保護層を機能層より剥離する際に、機能層に加わる剥離応力の絶対値が大きくなり、機能層の穴欠陥が増加するためと考えられる。これは、実施例40にて確認された事項である。引張弾性率のバラつきは、標準偏差として30MPa程度であった。このことから3 σ を加味して、保護層の引張弾性率としては、3000MPa未満が好ましく、2500MPa以下がより好ましいといえる。下限値については、今回検討範囲では明確化しなかった。これは、上記メカニズムから、保護層の引張弾性率が低い程、機能層に対する剥離応力の絶対値を小さくできることによると考えられた。よって、下限値は他の側面で決定される。引張弾性率が小さい程、機能転写体を量産する際のハンドリングが困難となる。この観点から50MPa以上が好ましく、本実施結果の450MPa以上がもっとも好ましい。なお、引張弾性率が4000MPaのPETフィルムに対して、引張弾性率が450MPaのポリエチレン／ポリオレフィンコポリマの共押出フィルムを貼り合わせて保護層を製作し、当該保護層の引張弾性率が450MPaのフィルム面を、機能層に貼り合わせて使用した。この場合、引張弾性率が450MPaの保護層単体を使用した場合と同様の結果となった。即ち、実施の形態における保護層としては、少なくとも、保護層の機能層に接する面の層の引張弾性率が上述した範囲であれば、上記効果が発現されると言える。

[0336] 以上より、凹凸構造C aの開口率と保護層の引張弾性率と、を共に所定の

範囲にすることで、より高精度な機能転写体を実現できるといえる。また、この傾向は、ピッチが300nmと6000nmの場合についても、同様に観察された。以上より、凹凸構造Caのピッチによらず、比率(R_q/t)、凹凸構造Caの開口率、及び保護層の引張弾性率と、を所定の範囲にすることで、高精度な機能転写体を実現できるといえる。

[0337] (実施例42)

本実施例では、機能転写体を量産製造する場合の製造安定性と、量産使用の際の安定性と、を改善する要素を検討した。

[0338] 実施例36と同様に、機能層に保護層を貼り合わせ、巻き取り回収し、機能転写体を製造した。次に、機能転写体から保護層を剥離した。保護層は、160mmの長さ(距離)を速度3m/min.にて剥離する操作を繰り返す、断続的な剥離とした。

[0339] 機能転写体の機能層の極性を変化させて、機能層表面の水滴に対する接触角をパラメータにした。具体的には、アルキル基を側鎖に具備するポリマの、当該アルキル基の含有量と炭素数を変化させた。機能層に対する水滴の接触角は、29度、44度、及び89度の5種類とした。

[0340] 保護層の機能層に貼り合わせる面の表面物性を変え、当該面に対する水滴の接触角をパラメータにした。保護層は、膜厚35 μ mのPETフィルムの表面に機能材料を塗布し製造した。機能材料としては、シリコーン樹脂を主材料に使用し、シリコーン樹脂の変性基による、表面物性を調整した。膜厚は1 μ mとした。検討した保護層の機能層に貼り合わせる面に対する水滴の接触角は、66度、73度、75度、97度、105度、及び109度であった。

[0341] なお、水滴を使用した接触角は、日本工業規格JIS R 3257:1999「基板ガラス表面のぬれ性試験方法」に準拠し測定した。

[0342] ラミネート性は、製造した機能転写体の外観より判断した。保護層が機能層より浮き上がり剥離してしまっている割合、或いは、保護層の皺生成率が10%以上の場合を「×」、3%~10%の場合を「△」、3%未満の場合

を「○」とした。

[0343] 剥離性は、機能転写体を被処理体に 0.49 MPa の圧力にて貼り合わせた場合に、機能層の穴欠陥由来の異常部率が 5 % 以上の場合を「×」、2 ~ 5 % の場合を「△」、2 % 未満の場合を「○」とした。

[0344] 結果を表 13 にまとめた。表 13 の横軸は保護層の機能層に貼り合わせる面に対する水滴の接触角であり、縦軸は機能層の表面に対する水滴の接触角である。また、記号による結果は、ラミネート性と剥離性に関し、評価結果の悪い方を代表して記載している。表 13 より、機能層の物性によらず、保護層の機能層に貼り合わせる面に対する水滴の接触角が 75 度以上 105 度以下であれば、ラミネート性と剥離性がより向上するとわかった。この理由は定かではないが、2 体間の接着力は、2 体間の自由エネルギーの差として定義され、自由エネルギーは接触角により概算できることから、保護層の接触角が所定範囲で制御されることで、2 体間の自由エネルギーが、ラミネート性にとって大きくなり、剥離性にとって小さくなったためと推定される。

[0345] [表13]

水滴の接触角, 度		保護層					
		66	73	75	97	105	109
機能層	17	△	△	○	○	○	△
	44	△	△	○	○	○	△
	89	△	△	○	○	○	△

[0346] なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。上記実施の形態において、添付図面に図示されている大きさや形状等については、これに限定されず、本発明の効果を発揮する範囲内で適宜変更することが可能である。

産業上の利用可能性

[0347] 本発明は、光学部品、エネルギーデバイス、バイオデバイス、記録メディア等の微細構造を形成する分野に利用される。

[0348] 本出願は、2014 年 4 月 25 日出願の特願 2014-091895、及び、2015 年 1 月 16 日出願の特願 2015-007165 に基づく。こ

れらの内容は全てここに含めておく。

請求の範囲

- [請求項1] 表面に凹凸構造を具備するキャリアと、前記凹凸構造上に設けられた少なくとも1以上の機能層と、前記機能層の前記キャリアとは反対の面上に設けられた保護層と、を具備し、前記機能層は樹脂を含むと共に、前記保護層の前記機能層に接する面側の二乗平均平方根高さ (R_q) と、前記凹凸構造の凸部頂部位置と前記機能層の前記保護層と、の界面までの距離 (t) と、の比率 (R_q/t) が1.41以下であることを特徴とする機能転写体。
- [請求項2] 前記機能層から前記保護層を剥離したときの、前記機能層の前記保護層に接していた面の表面粗さ (R_a) と前記距離 (t) と、の比率 (R_a/t) が1.20以下であることを特徴とする請求項1記載の機能転写体。
- [請求項3] 前記キャリアの前記凹凸構造の平均ピッチは1.5 μm 超10 μm 以下の範囲であり、且つ、前記凹凸構造の平均開口率は40%以上であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の機能転写体。
- [請求項4] 前記保護層の引張弾性率は50 MPa以上2500 MPa以下であることを特徴とする請求項1記載の機能転写体。
- [請求項5] 前記凹凸構造の平均開口率が40%以上であることを特徴とする請求項4記載の機能転写体。
- [請求項6] 前記平均開口率が91%以下であることを特徴とする請求項5記載の機能転写体。
- [請求項7] 前記凹凸構造の凹部開口径は1 μm 以上10 μm 以下であることを特徴とする請求項4記載の機能転写体。
- [請求項8] 前記凹凸構造は平面視円形状であることを特徴とする請求項7記載の機能転写体。
- [請求項9] 前記保護層の前記機能層に接する面に対する、水滴の接触角が75度以上105度以下であることを特徴とする請求項1、請求項2、又は請求項4から請求項8のいずれかに記載の機能転写体。

[請求項10] 請求項1から請求項9のいずれかに記載の機能転写体がフィルム状であり、前記機能転写体の一端部がコアに接続され、且つ、前記機能転写体が前記コアに巻き取られたことを特徴とする機能転写フィルムロール。

[図1]

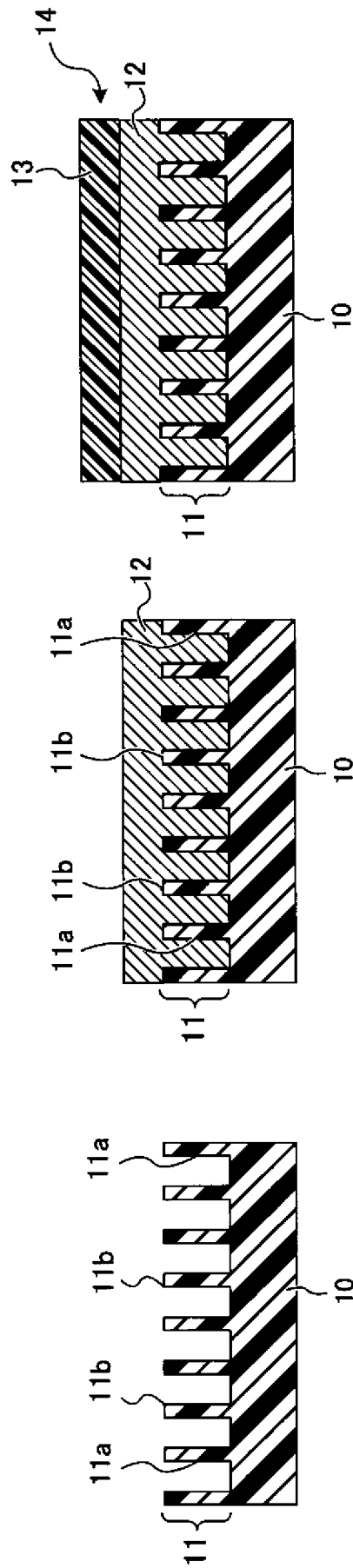


図1C

図1B

図1A

[図2]

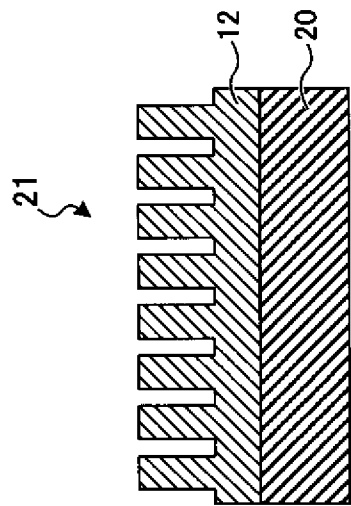


図2C

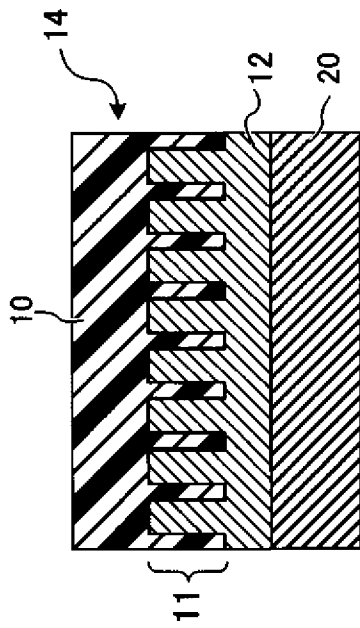


図2B

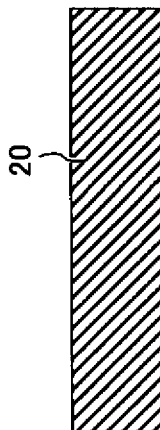
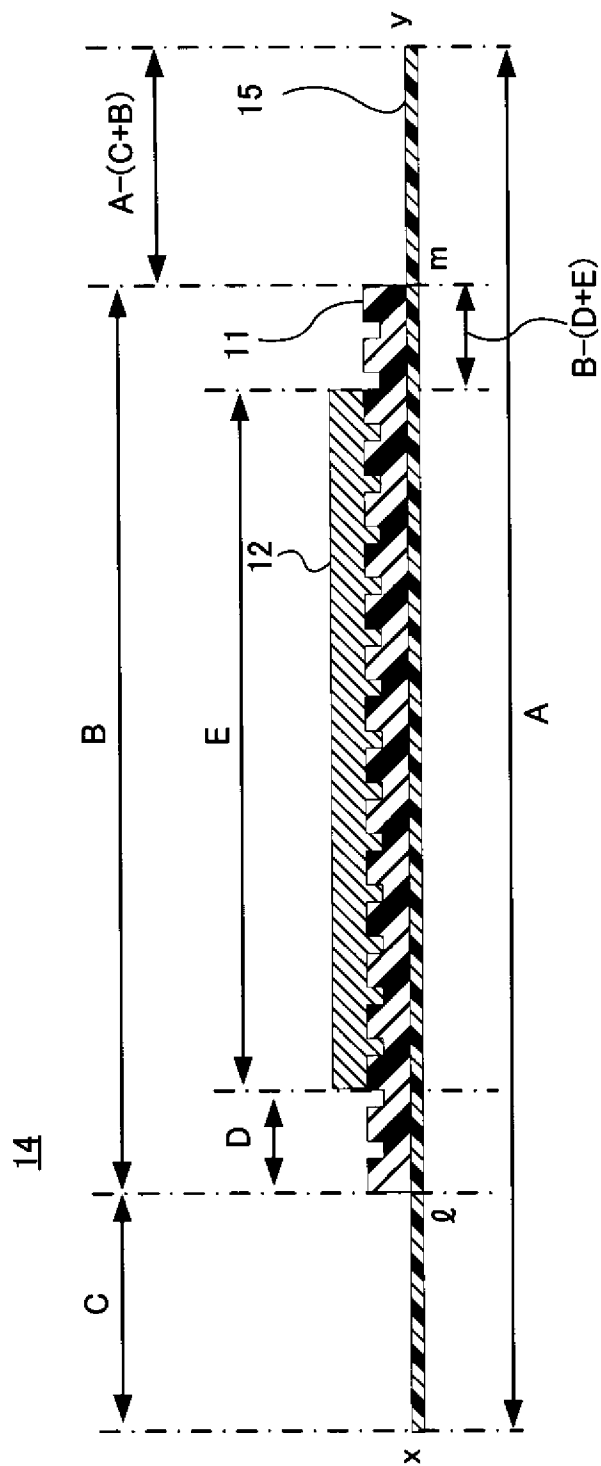
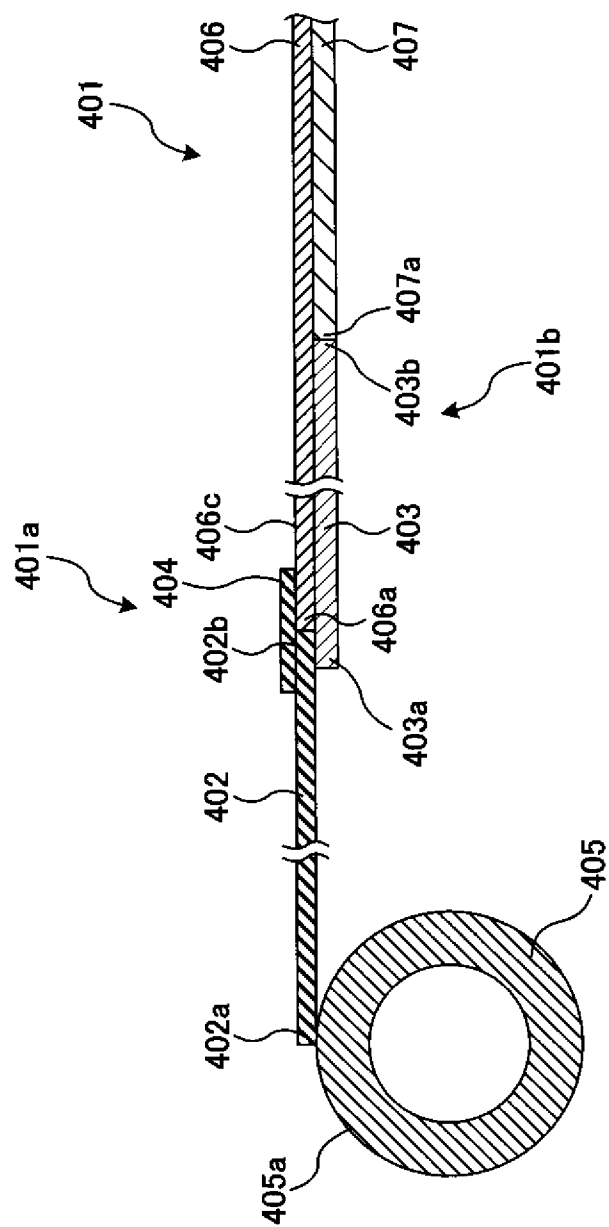


図2A

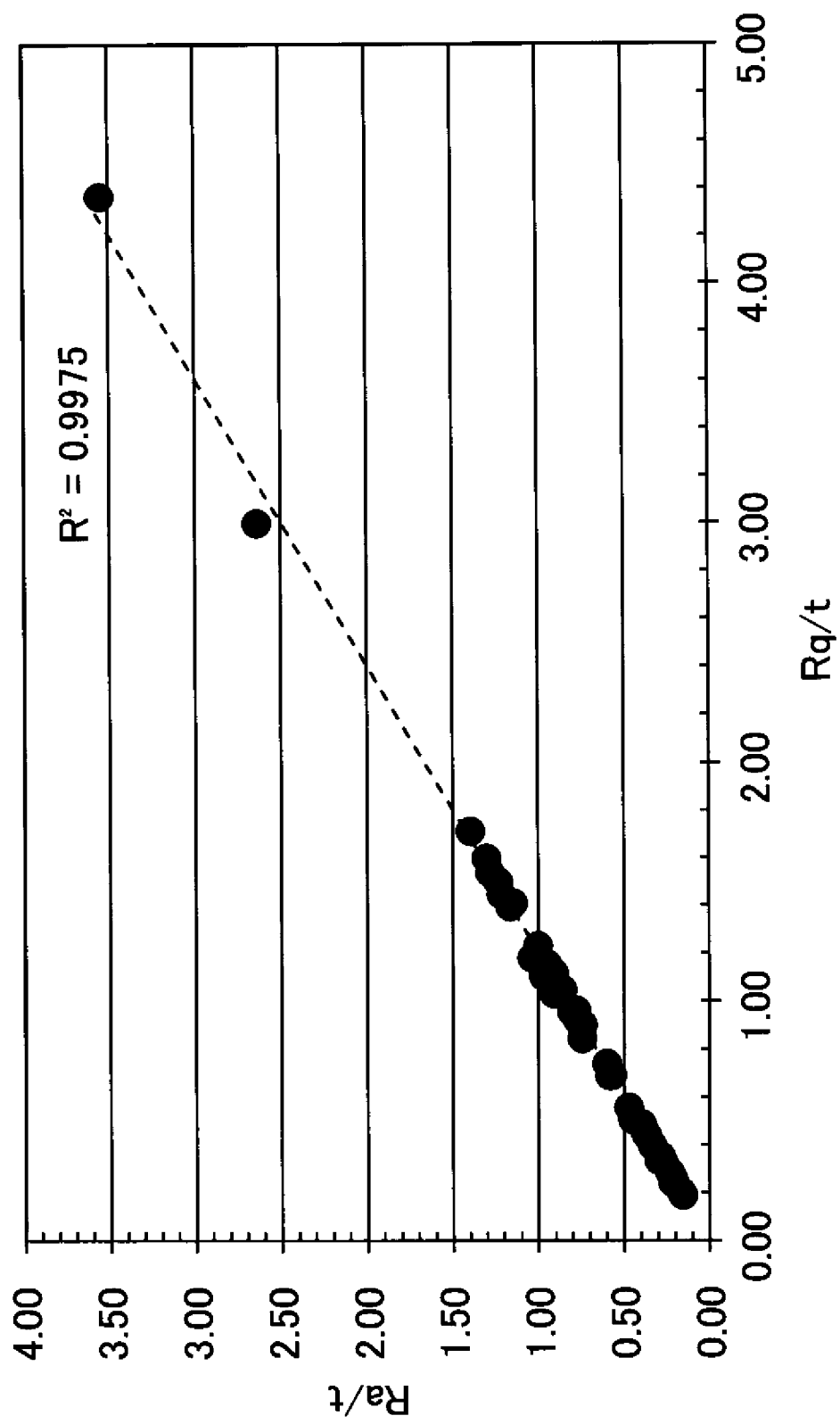
[図3]



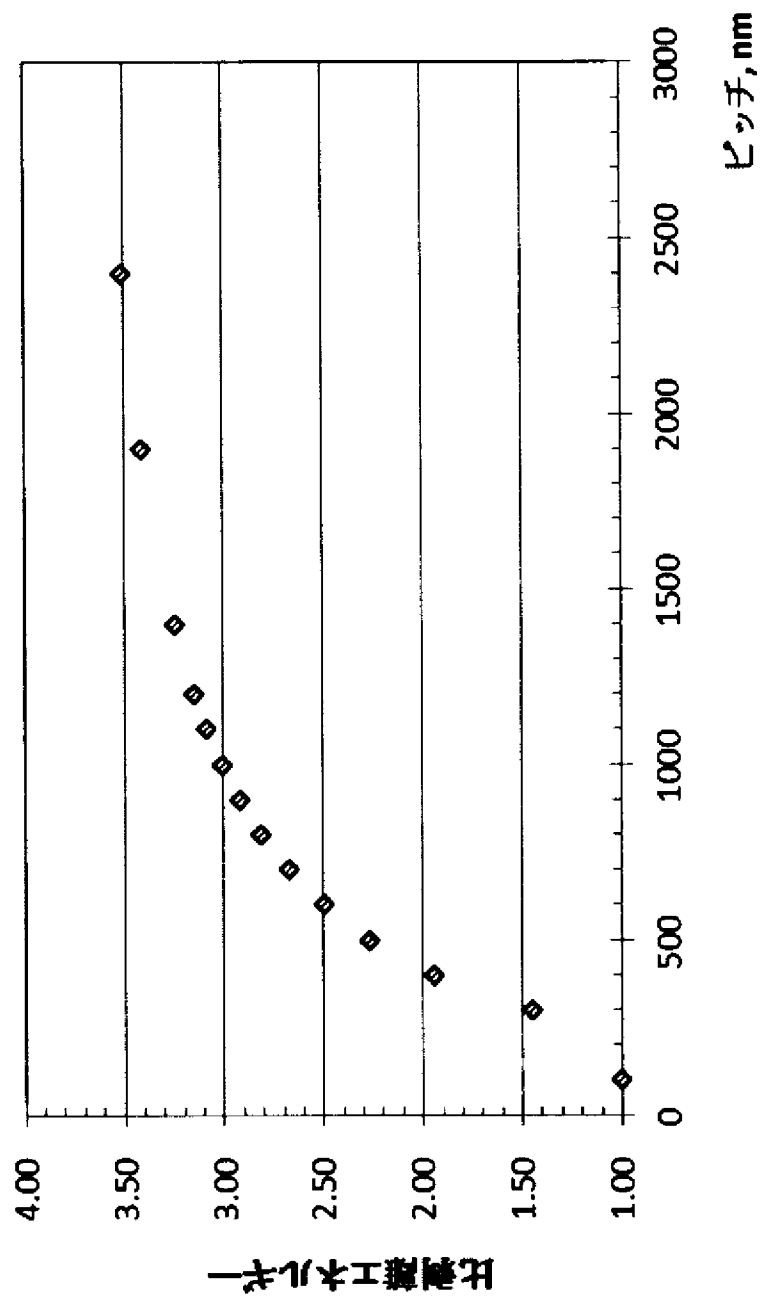
[図4]



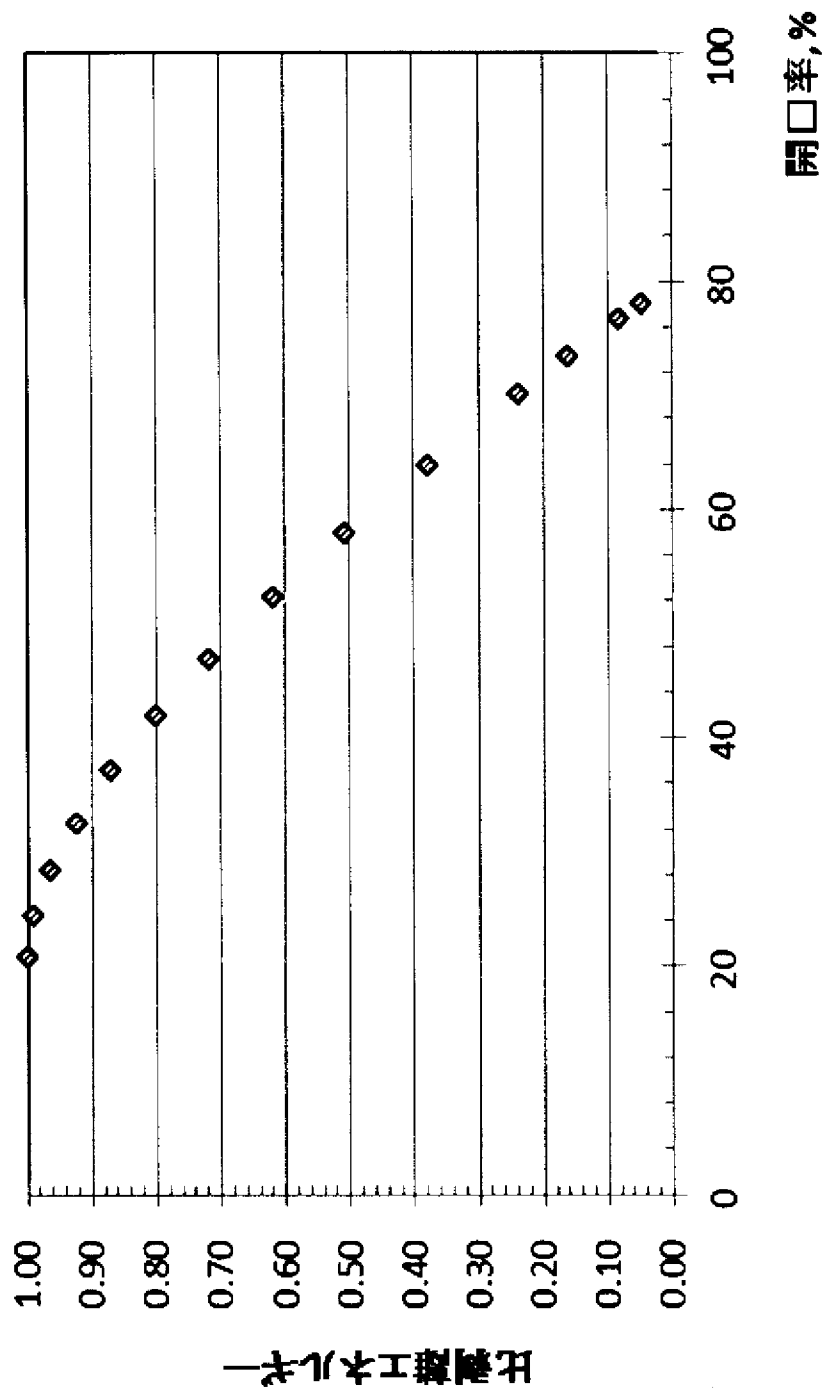
[図5]



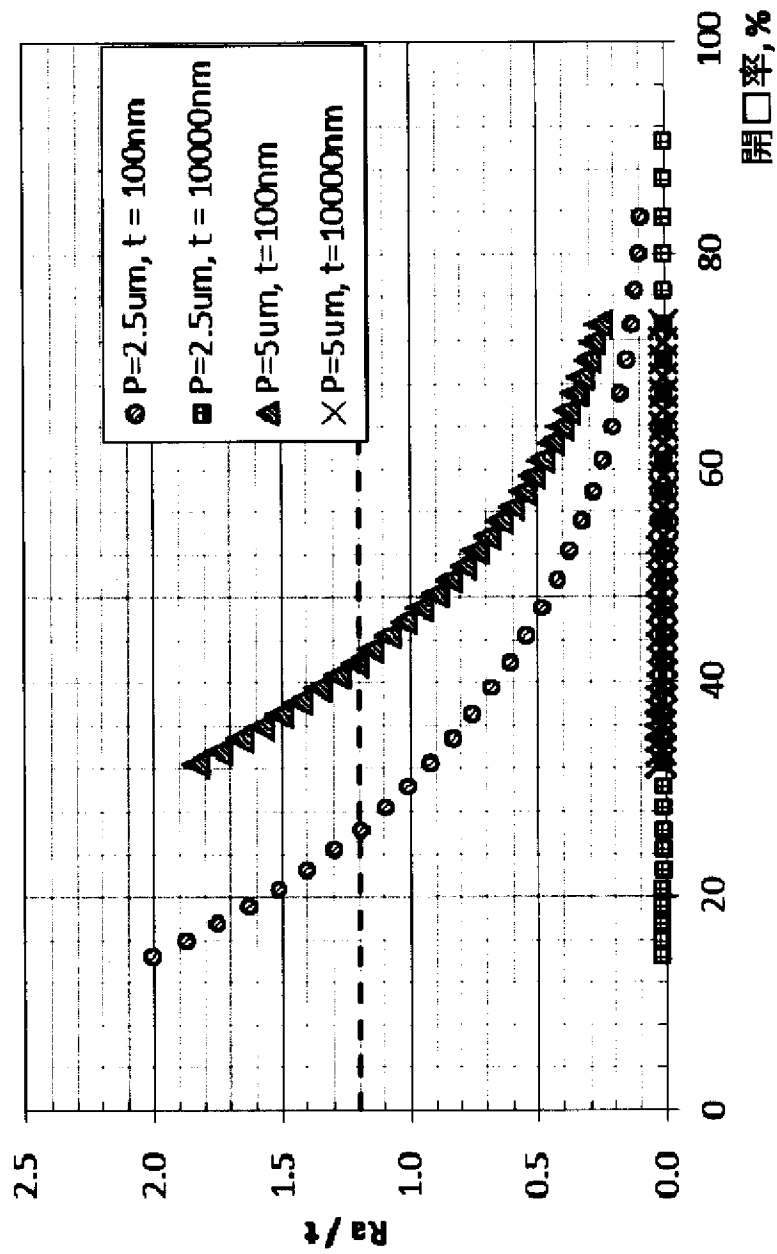
[図6]



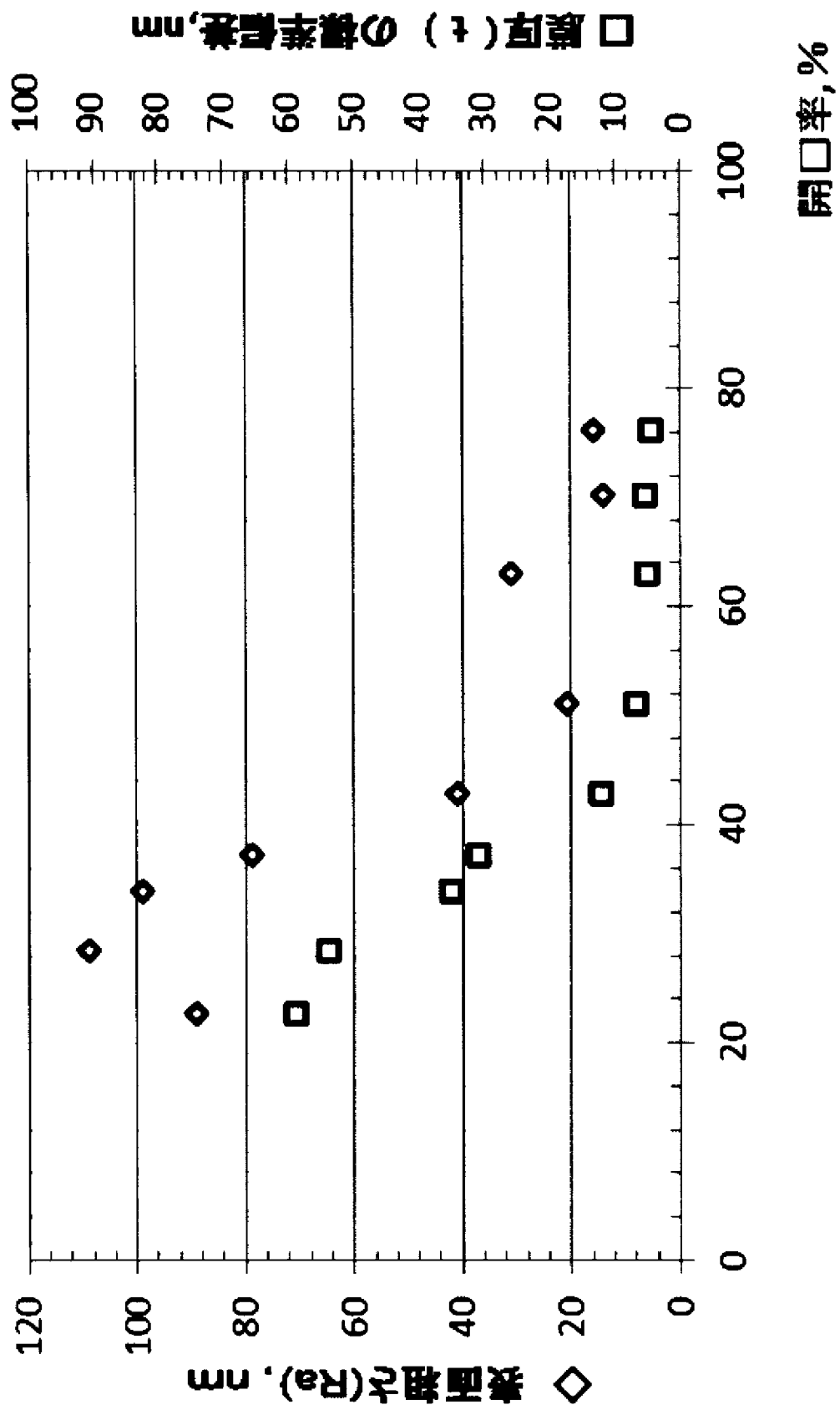
[図7]



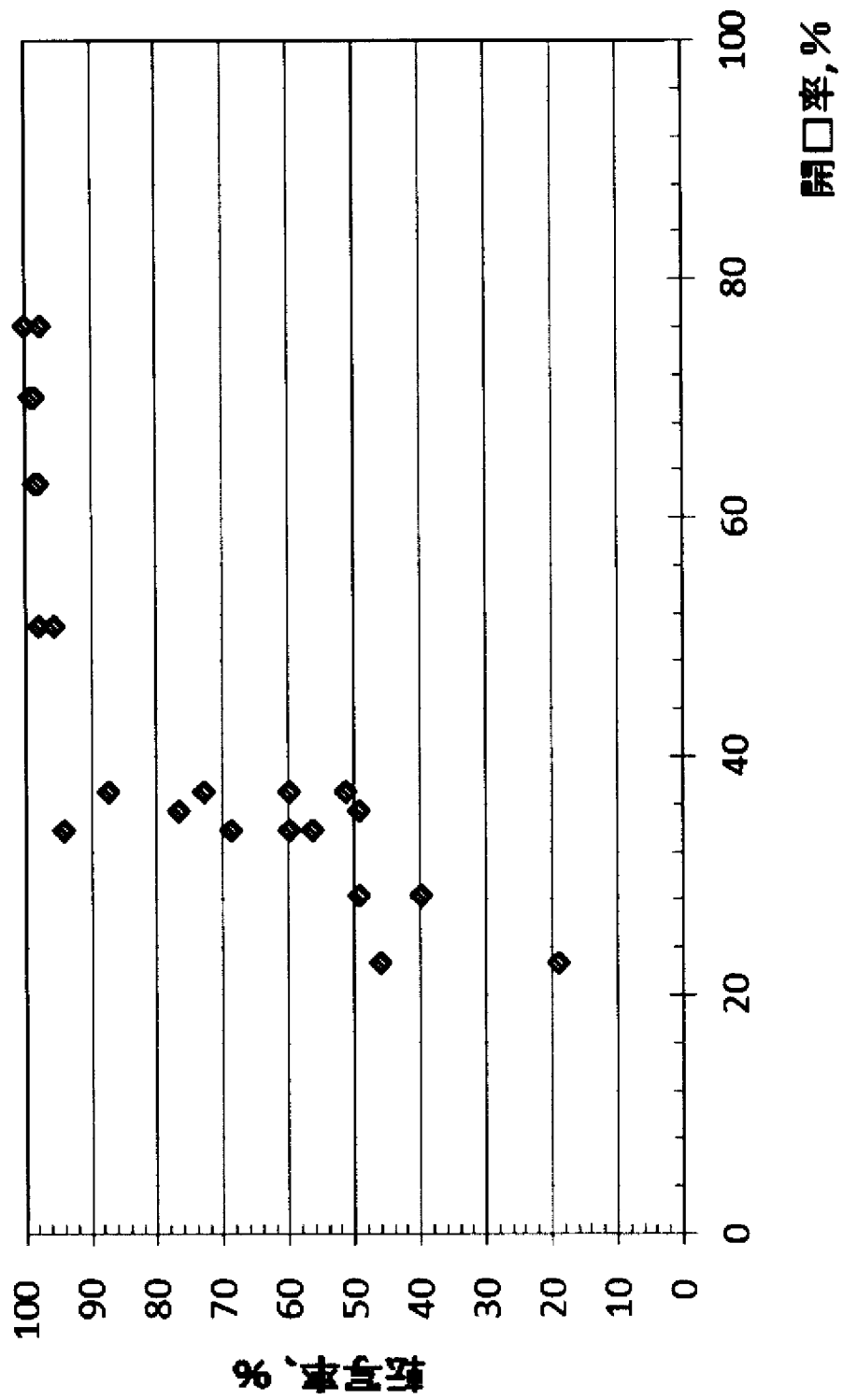
[図8]



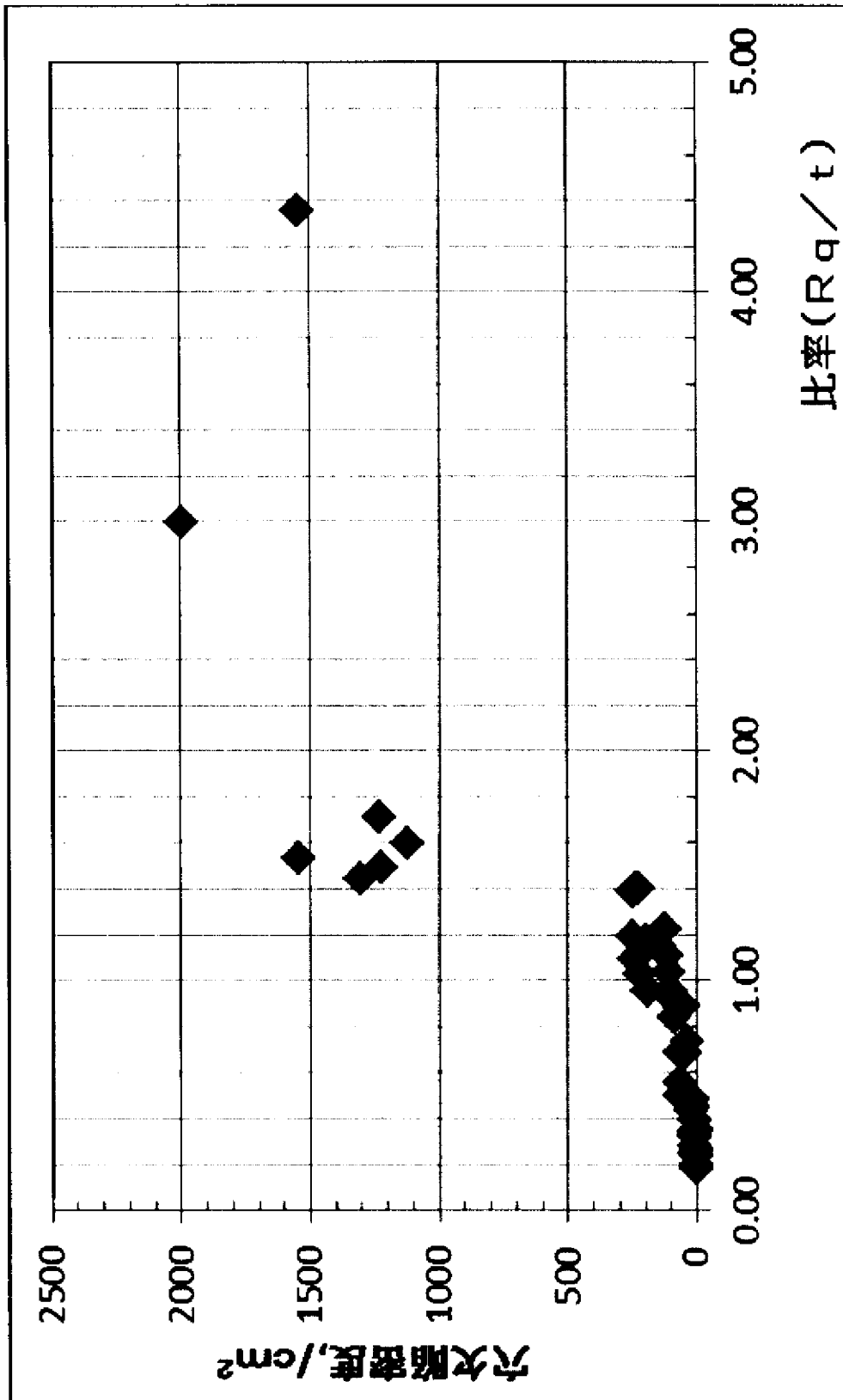
[図9]



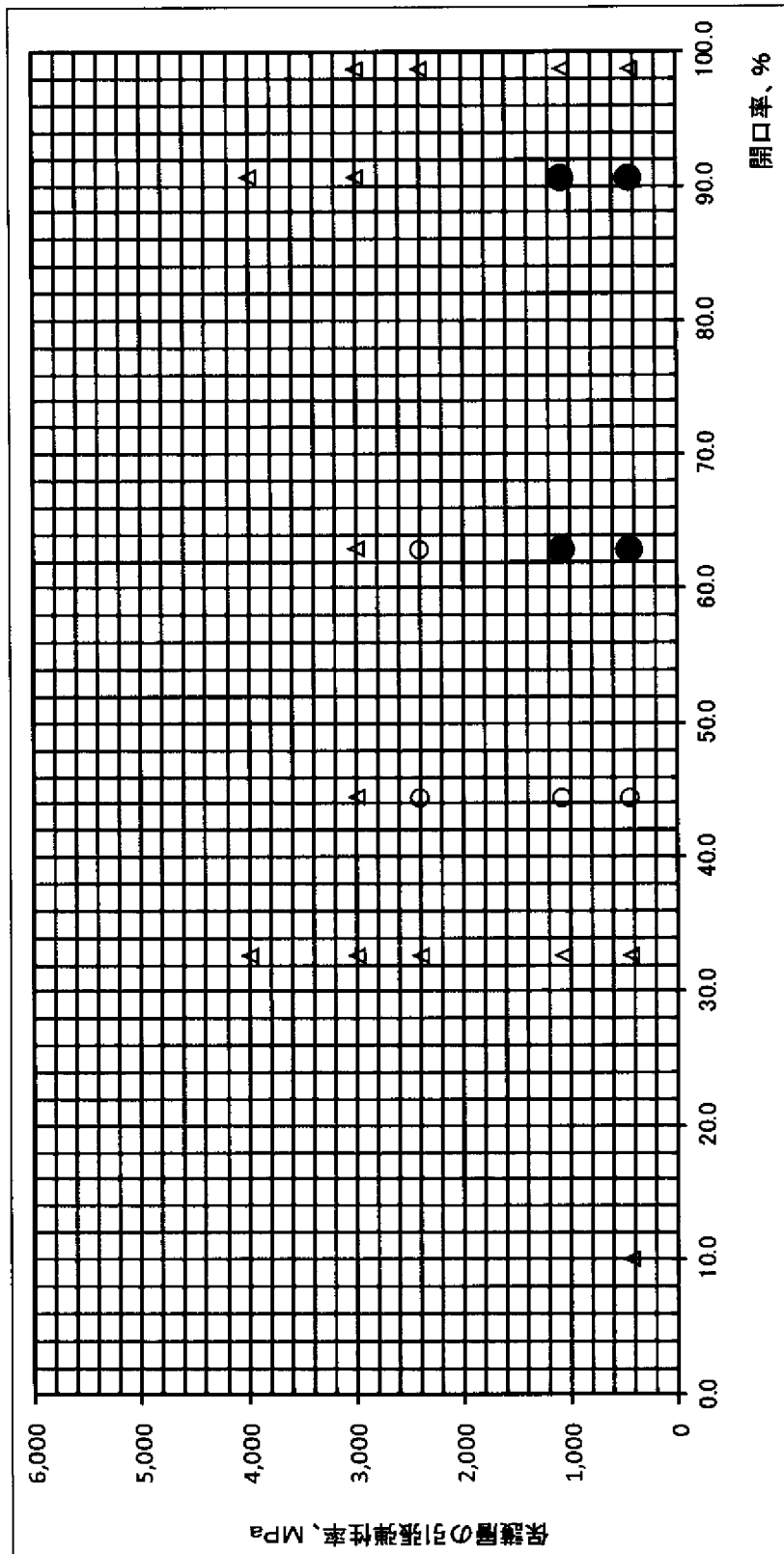
[図10]



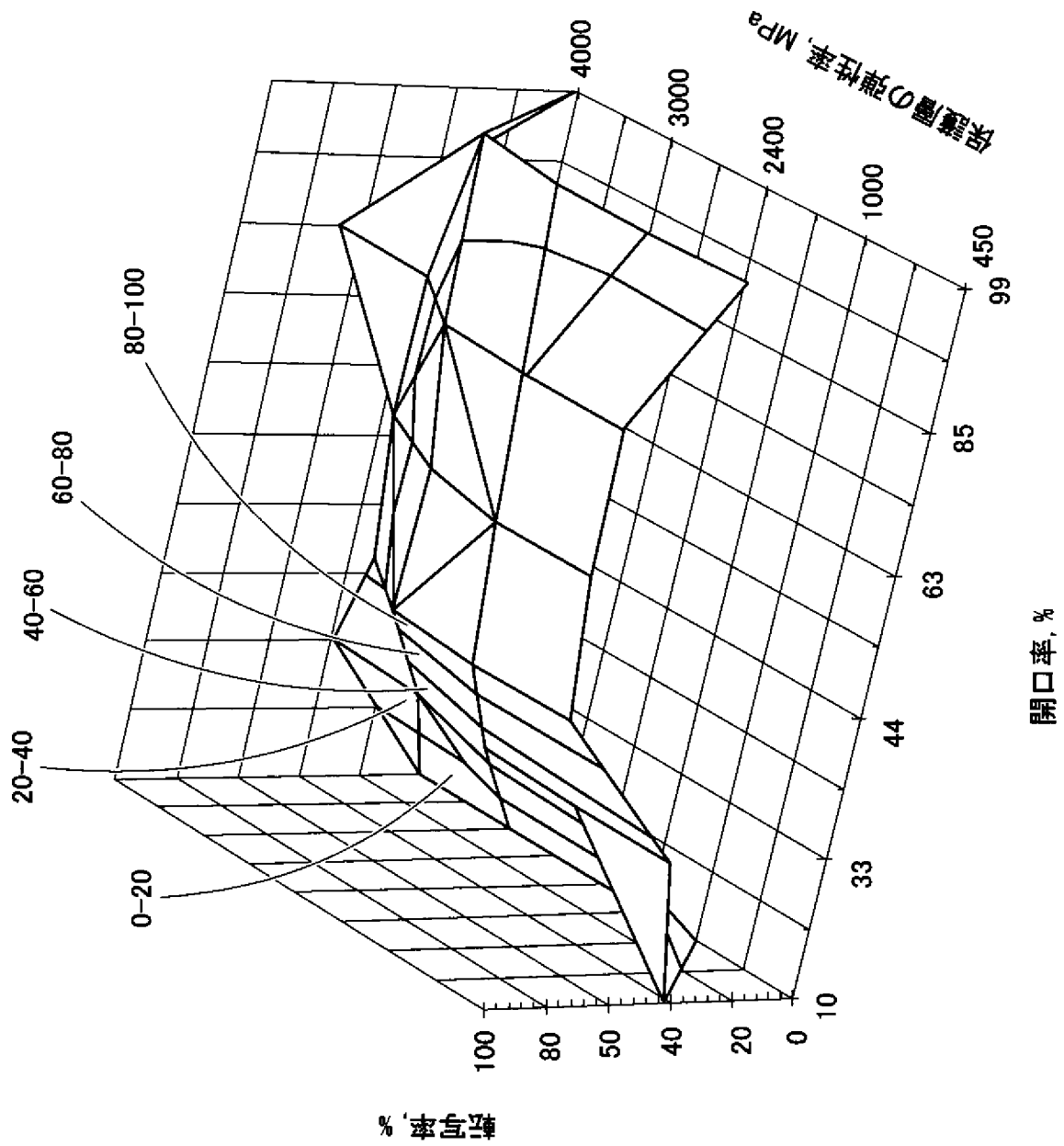
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, B32B3/28(2006.01)i, B32B33/00(2006.01)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)

H01L21/027, B32B3/28, B32B33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 5466795 B1 (Asahi Kasei E-materials Corp.), 09 April 2014 (09.04.2014), claim 1; paragraphs [0289] to [0294], [0510] to [0572] & WO 2013/187349 A1 & KR 10-2014-0021035 A & CN 103764385 A & TW 201408507 A	1-10
A	JP 2014-065219 A (Shin-Etsu Polymer Co., Ltd.), 17 April 2014 (17.04.2014), paragraph [0082] (Family: none)	1-10
A	JP 2011-165855 A (Toshiba Corp.), 25 August 2011 (25.08.2011), entire text; all drawings & US 2011/0195189 A1 & KR 10-2011-0093654 A & TW 201140650 A	1-10

☐ 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
08 June 2015 (08.06.15)

Date of mailing of the international search report
23 June 2015 (23.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/027 (2006.01)i, B32B3/28 (2006.01)i, B32B33/00 (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. H01L21/027, B32B3/28, B32B33/00

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 5466795 B1（旭化成イーマテリアルズ株式会社）2014. 04. 09, 請求項 1, 段落 0 2 8 9 - 0 2 9 4, 0 5 1 0 - 0 5 7 2 & WO 2013/187349 A1 & KR 10-2014-0021035 A & CN 103764385 A & TW 201408507 A	1 - 1 0
A	JP 2014-065219 A（信越ポリマー株式会社）2014. 04. 17, 段落 0 0 8 2 （ファミリーなし）	1 - 1 0

☒ 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

の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 8 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 6 . 2 0 1 5

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）

佐野 浩樹

2 M

4 0 7 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 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
A	JP 2011-165855 A (株式会社東芝) 2011.08.25, 全文全図 & US 2011/0195189 A1 & KR 10-2011-0093654 A & TW 201140650 A	1 - 10