(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
2017 年 1 月 26 日(26.01.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/013903 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 14/04 (2006.01) *H05B 33/10* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059041

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 22 日(22.03.2016)

(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 2015-143509 2015 年 7 月 17 日(17.07.2015) JP

(71) 出願人: 凸版印刷株式会社(TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 藤戸　大生(FUJITO, Daisei); 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号　凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 西辻　清明(NISHITSUJI, Kiyoaki); 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号　凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 西　剛広(NISHI, Takehiro); 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号　凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 恩田　誠, 外(ONDA, Makoto et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目１２番地１ Gifu (JP).

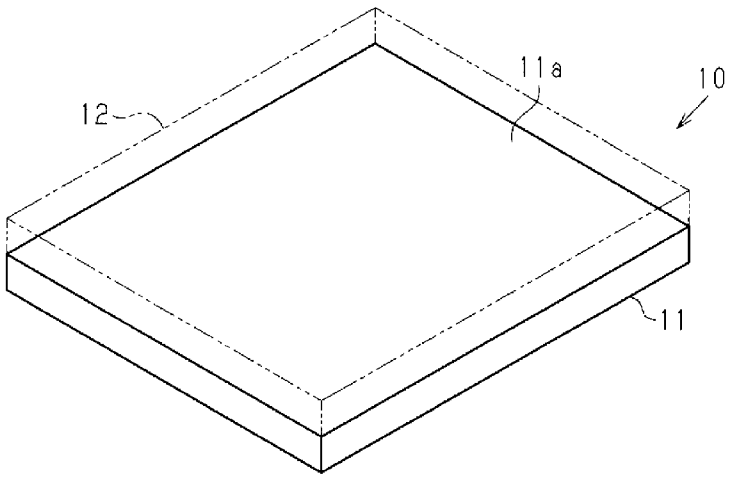
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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**: METAL MASK BASE, METAL MASK AND METHOD FOR PRODUCING METAL MASK

(54) 発明の名称 : メタルマスク基材、メタルマスク、および、メタルマスクの製造方法



(57) **Abstract**: This metal mask base is provided with a metal surface that is configured such that a resist is arranged thereon. The three-dimensional surface roughness Sa of the surface is 0.11 μm or less, and the three-dimensional surface roughness Sz of the surface is 3.17 μm or less.

(57) 要約: メタルマスク基材は、レジストが配置されるように構成された金属製の表面を備え、表面の三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、表面の三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下である。

WO 2017/013903 A1

明　細　書

発明の名称 ：

メタルマスク基材、メタルマスク、および、メタルマスクの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、レジストが配置されるための金属製の表面を備えるメタルマスク基材であって、例えば、有機ＥＬ素子用メタルマスクを形成するためのメタルマスク基材、メタルマスク、および、メタルマスクの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 有機ＥＬ素子用のメタルマスクの製造には、例えば金属板であるメタルマスク基材が用いられる。メタルマスク基材が有する塗布面には、レジスト層の形成材料を含む塗液が塗布され、それによってレジスト層が形成される。そして、レジスト層に対する露光と現像とが行われることによって、所定のパターンを有したレジスト層が形成され、レジスト層を介してメタルマスク基材がエッチングされることによって、メタルマスクが製造される。

[0003] 上述したレジスト層の形成では、塗布面に塗布される塗液の量や、塗液の乾燥される程度がばらつくことによって、レジスト層の厚さがばらついたり、レジスト層の面内において、厚さがばらついたりする場合がある。そこで、レジスト層におけるこうしたばらつきを抑えるために、レジスト層としてドライフィルムレジストを用いることが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１３－２０９７１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、塗液を用いて形成されるレジスト層は、メタルマスク基材に対

して直接塗布された塗液が塗布面で硬化した層であるため、塗布面に追従した形状を形成しやすく、それゆえに、メタルマスク基材に対して密着しやすい。一方で、ドライフィルムレジストから形成されるレジスト層は、メタルマスク基材とは別体である層がメタルマスク基材の１つの面に貼り付けられた層であるため、塗液によって形成されるレジスト層と比べて塗布面に追従しにくい形状を有し、それゆえに、レジスト層の一部がメタルマスク基材から剥がれる場合がある。

[0006] なお、金属板から形成されるメタルマスク基材に限らず、例えば、樹脂層と金属層との積層体や、樹脂層が金属層によって挟まれた積層体のように、レジスト層と接する面が金属製あるいは合金製であるメタルマスク基材であれば、上述した事情は共通している。また、レジスト層の形成材料を含む塗液を用いて形成されるレジスト層であっても、メタルマスク基材に対する密着性が低いレジスト層においては、上述した事情は共通している。

[0007] 本発明は、レジストと表面との界面における密着性を高めることができる表面を備えたメタルマスク基材、メタルマスク、および、メタルマスクの製造方法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

[0008] 上記課題を解決するためのメタルマスク基材は、レジストが配置されるように構成された金属製の表面を備え、前記表面の三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、前記表面の三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下である。

[0009] 上記構成によれば、三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下であるため、金属製の表面とレジストとの間の密着性が高められる。

[0010] 上記メタルマスク基材において、前記表面が第１面であり、前記レジストが第１レジストであり、前記第１面とは反対側の面であって、第２レジストが配置されるように構成された金属製の第２面をさらに備える。そして、前記第２面の三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、前記第２面の三

次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下であってもよい。

[0011] 上記構成によれば、第１面と第１レジストとの密着性、および、第２面と第２レジストとの密着性が高められるため、第１面、および、第２面に対するエッチングにおいて、加工の精度を高めることが可能である。

[0012] 上記メタルマスク基材において、前記表面はインバー製であってもよい。

上記構成によれば、ガラス基板の線膨張係数とインバーの線膨張係数とが同じ程度であるため、メタルマスク基材から形成されるメタルマスクをガラス基板に対する成膜に適用すること、すなわち、形状の精度が高められたメタルマスクをガラス基板に対する成膜に適用することが可能である。

[0013] 上記メタルマスク基材は、インバーから形成された金属層を備え、前記表面が前記金属層の表面であり、前記金属層において前記表面とは反対側の面と対向するポリイミド層をさらに備えてもよい。

[0014] 上記メタルマスク基材によれば、インバーの線膨張係数とポリイミドの線膨張係数とが同じ程度であるため、これら互いに異なる２つの材料をメタルマスクが含むとしても、メタルマスクの温度の変化によってメタルマスクに反りが生じることが抑えられる。それゆえに、形状の精度、および、機械的な強度が高められたメタルマスクを提供することが可能ともなる。

[0015] 上記メタルマスク基材において、前記レジストはドライフィルムレジストであり、前記表面は、前記ドライフィルムレジストが貼り付けられるように構成されていることが好ましい。

[0016] 上記構成によれば、ドライフィルムレジストが貼り付けられるように構成された金属製の表面とドライフィルムレジストとの間の密着性が高められる。

[0017] 上記課題を解決するためのメタルマスクは、金属製の表面を有したメタルマスク基体を備えるメタルマスクである。前記メタルマスク基体は、前記メタルマスク基体の厚さ方向に沿って前記メタルマスク基体を貫通するとともに、前記表面に開口を有した複数の貫通孔を備える。前記表面と対向する平面視での前記開口の寸法における平均値をＡとし、前記寸法の標準偏差に３

を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下である。

[0018] 上記課題を解決するためのメタルマスクの製造方法は、レジストが配置されるように構成された金属製の表面を備え、前記表面の三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、前記表面の三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下であるメタルマスク基材を準備することと、前記表面にレジストを配置することと、前記メタルマスク基材に、前記メタルマスク基材の厚さ方向に沿って窪み、かつ、前記表面に開口を有した複数の凹部を形成するための貫通孔を前記レジストに形成することと、前記レジストを介して、前記メタルマスク基材に複数の前記凹部を形成することと、を備える。前記メタルマスク基材に複数の前記凹部を形成することでは、前記表面と対向する平面視での前記開口の寸法における平均値をＡとし、前記寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下となるように複数の前記メタルマスク基材に前記凹部を形成する。

[0019] 上記構成によれば、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下であるため、開口における寸法の精度が高い。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、レジストと表面との界面における密着性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明のメタルマスク基材をドライフィルムレジスト用メタルマスク基材として具体化した１つの実施形態におけるドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の一部斜視構造を示す部分斜視図である。

[図2]ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の一例における一部断面構造を示す部分断面図である。

[図3]ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の一例における一部断面構造を示す部分断面図である。

[図4]ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の一例における一部断面構

造を示す部分断面図である。

[図5]ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材を用いて製造したメタルマスクの一部斜視構造を示す部分斜視図である。

[図6]メタルマスクの一部断面構造を示す部分断面図である。

[図7]ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の製造方法を説明するための工程図であって、インバーから形成された母材を圧延する工程を示す工程図である。

[図8]ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の製造方法を説明するための工程図であって、圧延材をアニールする工程を示す工程図である。

[図9]メタルマスクの製造方法を説明するための工程図であって、ドライフィルムレジストを貼り付ける工程を示す工程図である。

[図10]メタルマスクの製造方法を説明するための工程図であって、ドライフィルムレジストを現像する工程を示す工程図である。

[図11]メタルマスクの製造方法を説明するための工程図であって、金属層の第１面をエッチングする工程を示す工程図である。

[図12]メタルマスクの製造方法を説明するための工程図であって、第１保護層を形成する工程を示す工程図である。

[図13]メタルマスクの製造方法を説明するための工程図であって、金属層の第２面をエッチングする工程を示す工程図である。

[図14]メタルマスクの製造方法を説明するための工程図であって、ドライフィルムレジストを除去する工程を示す工程図である。

[図15]実施例１における複数の第１凹部が形成された第１面の撮像結果を示す画像である。

[図16]比較例１における複数の第１凹部が形成された表面の撮像結果を示す画像である。

[図17]実施例１における第１凹部の直径の分布を２μｍごとに示すヒストグラムである。

[図18]実施例１における第１凹部の直径の分布を１μｍごとに示すヒストグ

ラムである。

[図19]比較例１における第１凹部の直径の分布を２μｍごとに示すヒストグラムである。

[図20]比較例１における第１凹部の直径の分布を１μｍごとに示すヒストグラムである。

発明を実施するための形態

[0022] 図１から図２０を参照して、メタルマスク基材をドライフィルムレジスト用メタルマスク基材として具体化した１つの実施形態、メタルマスク、および、メタルマスクの製造方法の１つの実施形態を説明する。本実施形態におけるドライフィルムレジスト用メタルマスク基材を用いて製造されたメタルマスクは、有機ＥＬ素子の製造工程において、ガラス基板に対して有機ＥＬ素子を構成する有機材料を蒸着するときに用いられるマスクである。以下では、ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の構成、メタルマスクの構成、ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の製造方法、メタルマスクの製造方法、および、実施例を順番に説明する。

[0023] ［ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の構成］

図１から図４を参照してドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の構成を説明する。

図１が示すように、メタルマスク基材１１は、ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の一例であり、１つの面に沿って拡がる金属層である。メタルマスク基材１１は、金属製の第１面１１ａを備え、第１面１１ａは、レジストが配置されるように構成された表面の一例、詳細には、ドライフィルムレジストが貼り付けられるように構成された表面の一例である。第１面１１ａにおいて、三次元表面粗さＳａは０．１１μｍ以下であり、三次元表面粗さＳｚは３．１７μｍ以下である。

[0024] 三次元表面粗さＳａ、および、三次元表面粗さＳｚは、ＩＳＯ ２５１７８に準拠する方法によって測定された値である。三次元表面粗さＳａは、所定の面積を有する定義領域中の算術平均高さＳａであり、三次元表面粗さＳ

ｚは、所定の面積を有する定義領域中の最大高さＳｚである。

[0025] 上記メタルマスク基材１１によれば、三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、かつ、三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下である。そのため、第１面１１ａと第１面１１ａに貼り付けられる第１ドライフィルムレジスト１２との間に隙間が形成されにくくなり、第１ドライフィルムレジスト１２とメタルマスク基材１１の第１面１１ａとの界面における密着性が高まる。なお、メタルマスク基材１１の第１面１１ａに第１ドライフィルムレジスト１２が貼り付けられた積層体は、メタルマスクを形成するための中間体であるメタルマスク形成用中間体１０である。

[0026] 金属層の形成材料は、例えばインバー、すなわち、鉄とニッケルとを主成分とする合金であり、３６質量％のニッケルを含む合金であることが好ましい。インバーの線膨張係数は、１．２×１０$^{-6}$／℃程度である。金属層の厚さは、例えば、１０μｍ以上５０μｍ以下であることが好ましい。

[0027] 金属層の形成材料がインバーであれば、ガラス基板の線膨張係数とインバーの線膨張係数とが同じ程度であるため、メタルマスク基材から形成されるメタルマスクをガラス基板に対する成膜に適用すること、すなわち、形状の精度が高められたメタルマスクをガラス基板に対する成膜に適用することが可能である。

[0028] 第１ドライフィルムレジスト１２は、例えば、感光性を有する材料の一例であるネガ型レジストから形成されている。第１ドライフィルムレジスト１２の形成材料は、例えば光重合により架橋するアクリル系樹脂である。第１ドライフィルムレジスト１２の厚さは、例えば、５μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましい。なお、第１ドライフィルムレジスト１２は、ポジ型レジストから形成されてもよいが、一般には、ネガ型レジストが用いられることが多い。

[0029] 図２から図４を参照して、メタルマスク基材１１、および、メタルマスク形成用中間体１０の他の形態を説明する。なお、図２は、メタルマスク基材１１が１つの金属層から構成される例である第１の形態を示し、図３は、メ

タルマスク基材１１が１つの金属層と１つの樹脂層とから構成される例である第２の形態を示す。また、図４は、メタルマスク基材１１が２つの金属層と１つの樹脂層とから構成される例である第３の形態を示す。

[0030] ［第１の形態］

図２が示すように、金属層２１は、第１面１１ａとは反対側の面である第２面１１ｂを備えている。第１面１１ａは、第１ドライフィルムレジスト１２が貼り付けられるように構成された金属製の表面であり、第２面１１ｂは、レジストが配置されるように構成された表面の一例、詳細には、第２ドライフィルムレジスト１３が貼り付けられるように構成された金属製の表面である。メタルマスク形成用中間体１０は、これら金属層２１、第１ドライフィルムレジスト１２、および、第２ドライフィルムレジスト１３から構成されている。

[0031] 第２面１１ｂにおいても、第１面１１ａと同様、三次元表面粗さＳａは０．１１μｍ以下であり、三次元表面粗さＳｚは３．１７μｍ以下であることが好ましい。このメタルマスク基材１１によれば、金属層２１のうち、第１面１１ａに加えて、第２面１１ｂにおいても第２ドライフィルムレジスト１３と金属層２１との密着性を高めることができる。

[0032] なお、第２ドライフィルムレジスト１３の形成材料は、第１ドライフィルムレジスト１２と同じく、例えば光重合により架橋するアクリル系樹脂である。また、第２ドライフィルムレジスト１３の厚さは、例えば、５μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましい。

[0033] ［第２の形態］

図３が示すように、メタルマスク基材１１は、金属層２１と、金属層２１に対して第１ドライフィルムレジスト１２とは反対側に位置する樹脂層２２とを備えてもよい。樹脂層２２の線膨張係数と、金属層２１の線膨張係数とは、温度の依存性として互いに同じ傾向を示し、かつ、線膨張係数の値が同じ程度であることが好ましい。金属層２１は、例えばインバーから形成されたインバー層であり、樹脂層２２は、例えばポリイミドから形成されたポリ

イミド層である。このメタルマスク基材１１によれば、金属層２１の線膨張係数と、樹脂層２２の線膨張係数との差によって、メタルマスク基材１１に反りが生じることが抑えられる。

[0034] この形態におけるメタルマスク形成用中間体１０は、これら金属層２１、第１ドライフィルムレジスト１２、および、樹脂層２２から構成されている。なお、樹脂層２２は、金属層２１に対する塗工によって形成されてもよいし、金属層２１とは別にフィルム状に形成されて、金属層２１に貼り付けられてもよい。そして、樹脂層２２が金属層２１に貼り付けられる場合には、樹脂層２２は、金属層２１との接着性を発現する接着層を含み、この接着層が金属層２１に貼り付けられた構成であってもよい。

[0035] ［第３の形態］

図４が示すように、メタルマスク基材１１は、金属層２１と樹脂層２２とに加えて、メタルマスク基材１１の厚さ方向において、樹脂層２２に対して金属層２１とは反対側に位置する他の金属層２３をさらに備えてもよい。このメタルマスク基材１１では、メタルマスク基材１１における第１面１１ａとは反対側の面であって、金属層２３の含む面が第２面１１ｂである。

[0036] 他の金属層２３の形成材料は、金属層２１と同じく、例えばインバー、すなわち、鉄とニッケルとを主成分とする合金であり、３６質量％のニッケルを含む合金であることが好ましい。金属層２３の厚さは、例えば、１０μｍ以上５０μｍ以下であることが好ましい。他の金属層２３の厚さは、金属層２１の厚さと互いに同じであってもよいし、互いに異なってもよい。

[0037] 金属層２１が含む第１面１１ａおよび第２面１１ｂと同様、他の金属層２３の含む第２面１１ｂにおいて、三次元表面粗さＳａは０．１１μｍ以下であり、かつ、三次元表面粗さＳｚは３．１７μｍ以下であることが好ましい。

[0038] これによって、他の金属層２３が含む第２面１１ｂによれば、金属層２１が含む第１面１１ａおよび第２面１１ｂと同等の効果を得ることができる。なお、メタルマスク基材１１は、金属層２１と樹脂層２２とが積層され、ま

た、金属層２３と樹脂層２２とが積層された構造体であるため、図３を参照して先に説明したメタルマスク基材１１と同等の効果を得ることもできる。

[0039] この形態におけるメタルマスク形成用中間体１０は、これら金属層２１，２３、第１ドライフィルムレジスト１２、樹脂層２２、および、第２ドライフィルムレジスト１４から構成されている。なお、樹脂層２２は、２つの金属層のうちのいずれかに対する塗工によって形成されてもよいし、金属層２１，２３とは別にフィルム状に形成されて、金属層２１，２３に貼り付けられてもよい。そして、樹脂層２２が金属層２１，２３に貼り付けられる場合には、樹脂層２２は、金属層２１との接着性を発現する接着層と、金属層２３との接着性を発現する接着層とを含み、これらの接着層が２つの金属層２１，２３にそれぞれ貼り付けられた構成であってもよい。

[0040] ［メタルマスクの構成］

図５および図６を参照してメタルマスクの構成を説明する。なお、以下では、メタルマスクを製造するためのメタルマスク基材１１が、１つの金属層２１から構成される例、すなわち、図２を用いて説明された第１の形態を用いて説明する。

[0041] 図５が示すように、メタルマスク３０は、加工が施されたメタルマスク基材１１であって、メタルマスク基体の一例であるマスク基体１１Ｍを備えている。マスク基体１１Ｍは、メタルマスク基材１１の第１面１１ａに対応する金属製の表面であって、第１ドライフィルムレジスト１２が取り除かれた面である第１マスク面１１ａＭを含む。

[0042] なお、メタルマスク基材１１の第１面１１ａには、第１ドライフィルムレジスト１２が貼り付けられる前に、以下の前提であれば、各種の処理、例えば洗浄処理などが行われてもよい。すなわち、この場合には、各種の処理は、第１マスク面１１ａＭにおいて、三次元表面粗さＳａ、および、三次元表面粗さＳｚの各々が、処理前の面である第１面１１ａにおける値にほぼ維持することができる処理である。

[0043] マスク基体１１Ｍには、マスク基体１１Ｍを厚さ方向に沿って貫通する複

数の貫通孔１１ｃが形成され、第１マスク面１１ａＭに複数の貫通孔１１ｃが開口している。複数の貫通孔１１ｃは、例えば、第１マスク面１１ａＭと対向する平面視において、第１マスク面１１ａＭに沿う１つの方向に沿って規則的に並び、かつ、１つの方向と直交する方向に沿って規則的に並んでいる。

[0044] 図６が示すように、マスク基体１１Ｍは、メタルマスク基材１１の第２面１１ｂに対応する金属製の面であって、第２ドライフィルムレジスト１３が取り除かれた面である第２マスク面１１ｂＭを含む。

[0045] なお、メタルマスク基材１１の第２面１１ｂには、第２ドライフィルムレジスト１３が貼り付けられる前に、以下の前提であれば、各種の処理、例えば洗浄処理などが行われてもよい。すなわち、この場合には、各種の処理は、第２マスク面１１ｂＭにおいて、三次元表面粗さＳａ、および、三次元表面粗さＳｚの各々が、処理前の面である第２面１１ｂにおける値にほぼ維持することができる処理である。

[0046] 各貫通孔１１ｃは、第１マスク面１１ａＭと第２マスク面１１ｂＭとの間を貫通し、各貫通孔１１ｃがマスク基体１１Ｍを貫通する方向と直交する方向における断面積が、第１マスク面１１ａＭと第２マスク面１１ｂＭとの間において最も小さい。

[0047] メタルマスク３０によれば、メタルマスク３０が製造されるときに、第２面１１ｂにおいても、第２ドライフィルムレジスト１３と金属層２１との密着性が高まる。そのため、貫通孔１１ｃが、第１面１１ａにおけるエッチングと第２面１１ｂにおけるエッチングとによって形成される構成でも、貫通孔１１ｃにおける形状の精度が高められる。

[0048] すなわち、貫通孔１１ｃは、第１マスク面１１ａＭに開口する第１開口４１、第２マスク面１１ｂＭに開口する第２開口４２、および、金属層２１の厚さ方向において、第１開口４１と第２開口４２との間に位置する括れ部４３を備える。第１マスク面１１ａＭと対向する平面視において、第１開口４１は第２開口４２よりも小さい。貫通孔１１ｃは、第１開口４１から括れ部

４３に向けて断面積が小さくなり、かつ、第２開口４２から括れ部４３に向けて断面積が小さくなる形状を有している。なお、第１開口４１と括れ部４３との間の距離、すなわち、第１マスク面１１ａＭと括れ部４３との間の距離は小さいほど好ましい。

[0049] また、メタルマスク３０において、第１マスク面１１ａＭと対向する平面視での第１開口４１の寸法における平均値をＡとし、寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下であることが好ましい。さらに、メタルマスク３０において、第２マスク面１１ｂＭと対向する平面視での第２開口４２の寸法における平均値をＡとし、寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下であることが好ましい。

[0050] メタルマスク３０において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下であるため、メタルマスク３０が有する貫通孔１１ｃの第１開口４１における寸法の精度、および、第２開口４２における寸法の精度が高い。

[0051] 厚さ方向に沿う断面において、１つの方向に沿って複数の貫通孔１１ｃが位置する間隔は、互いに隣り合う貫通孔１１ｃの間において、第２開口４２を含む凹部同士が繋がる程度に小さくてもよい。こうした構成によれば、２つの第２開口４２が繋がる部分における厚さが、メタルマスク３０のうち、貫通孔１１ｃが形成されていない部分における厚さよりも薄くなる。

[0052] なお、メタルマスクを製造するためのメタルマスク基材１１が上記第２の形態であるとき、マスク基体１１Ｍは、金属層と樹脂層とから構成される。こうしたマスク基体１１Ｍは、上記第１マスク面１１ａＭを有する一方で、第１マスク面１１ａＭとは反対側の面は、金属製の表面ではなく、樹脂層に含まれる。こうした構成では、第１マスク面１１ａＭに第２開口４２が形成され、樹脂層に含まれる面に第１開口４１が形成されることが好ましい。

[0053] また、メタルマスクを製造するためのメタルマスク基材１１が上記第３の形態であるとき、マスク基体１１Ｍは、樹脂層と、この樹脂層を挟む２つの金属層とから構成される。こうしたマスク基体１１Ｍにおいては、上記第１

マスク面１１ａＭが一方の金属層に含まれ、上記第２マスク面１１ｂＭが他方の金属層に含まれる。また、貫通孔１１ｃは、これら樹脂層と２つの金属層とを貫通する。

[0054] ［ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の製造方法］

図７および図８を参照して、ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の製造方法を説明する。なお、以下では、メタルマスク基材１１が、１つの金属層２１から構成される例、すなわち、図２を用いて説明された第１の形態を用いて説明する。

[0055] 図７が示すように、ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材の製造方法では、まず、インバーから形成された母材２１ａであって、１つの方向である延伸方向Ｄ１に沿って延びる母材２１ａを準備する。次いで、母材２１ａの延伸方向Ｄ１と、母材２１ａを搬送する搬送方向Ｄ２とが平行になるように、母材２１ａを一対の圧延ローラー５１，５２を備える圧延装置５０に向けて搬送方向Ｄ２に沿って搬送する。

[0056] 母材２１ａが一対の圧延ローラー５１，５２の間に到達すると、母材２１ａが一対の圧延ローラー５１，５２によって圧延される。これにより、母材２１ａの厚さが低減され、かつ、母材２１ａが搬送方向Ｄ２に沿って伸ばされることで、圧延材２１ｂを得ることができる。圧延材２１ｂはコアＣに巻き取られるが、圧延材２１ｂは、コアＣに巻き取られることなく、帯形状に伸ばされた状態で取り扱われてもよい。圧延材２１ｂの厚さは、例えば、１０μｍ以上５０μｍ以下である。

[0057] 図８が示すように、母材２１ａの圧延によって形成された圧延材２１ｂの内部に蓄積された残留応力を取り除くために、アニール装置５３を用いて圧延材２１ｂをアニールする。これにより、メタルマスク基材としての金属層２１が得られる。圧延材２１ｂのアニールは、圧延材２１ｂを搬送方向Ｄ２に沿って引っ張りながら行うため、アニール前の圧延材２１ｂに比べて残留応力が低減されたメタルマスク基材としての金属層２１を得ることができる。

[0058] なお、上述した圧延工程およびアニール工程の各々を、以下のように変更して実施してもよい。すなわち、例えば、圧延工程では、複数対の圧延ローラーを備える圧延装置を用いてもよい。また、圧延工程およびアニール工程を複数回繰り返すことによって、金属層２１を製造してもよい。また、アニール工程は、圧延材２１ｂを搬送方向Ｄ２に沿って引っ張りながら圧延材２１ｂに対してアニールを行うのではなく、コアＣに巻き取られた状態の圧延材２１ｂに対してアニールを行ってもよい。

[0059] なお、コアＣに巻き取られた状態の圧延材２１ｂに対してアニール工程を行ったときには、金属層２１がコアＣに巻き取られたことにより、アニール後の金属層２１には、金属層２１の径に応じた反りの癖がついてしまう場合がある。そのため、金属層２１がコアＣに巻かれたときの径の大きさや母材２１ａを形成する材料によっては、圧延材２１ｂを搬送方向Ｄ２に沿って引っ張りながら圧延材２１ｂをアニールすることが好ましい。

[0060] ［メタルマスクの製造方法］

図９から図１４を参照してメタルマスク３０の製造方法を説明する。なお、以下では、メタルマスク３０を製造するために使用されるメタルマスク基材１１が、１つの金属層２１から構成される例、すなわち、図２を用いて説明された第１の形態を用いて説明する。また、図９から図１４では、図示の便宜上から、メタルマスク３０に形成される複数の貫通孔１１ｃのうち、１つの貫通孔１１ｃのみを含む部分に対する工程図が示されている。

[0061] メタルマスクの製造方法は、金属製の表面を備えるメタルマスク基材を準備すること、表面にレジストを配置すること、メタルマスク基材に、メタルマスクの厚さ方向に沿って窪み、かつ、表面に開口を有する複数の凹部を形成するための貫通孔をレジストに形成すること、および、メタルマスク基材に複数の凹部を形成することを備えている。メタルマスク基材に複数の凹部を形成することでは、表面と対向する平面視での開口の寸法における平均値をＡとし、寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下となるようにメタルマスク基材に複数の凹部を形成

することが好ましい。

[0062] なお、メタルマスク基材の表面と対向する平面視において、メタルマスク基材の凹部が円形状を有した領域を区画する孔であれば、凹部の開口における寸法は、開口の直径であればよい。また、メタルマスク基材の表面と対向する平面視において、メタルマスク基材の凹部が１つの方向に沿って延びる矩形状を有した領域を区画する孔であれば、凹部の開口における寸法は、開口の長手方向に沿う寸法であってもよいし、開口の短手方向に沿う寸法であってもよい。またあるいは、メタルマスク基材の表面と対向する平面視において、メタルマスク基材の凹部が正方形状を有した領域を区画する孔であれば、凹部の開口における寸法は、開口における一辺の寸法であればよい。

[0063] なお、凹部が１つの方向に沿って延びる矩形状、あるいは、正方形状を有した領域を区画する孔であるときには、凹部によって区画される領域の角部が、凹部によって区画される領域の内部に曲率の中心を有するような弧状を有してもよい。

[0064] より詳しくは、図９が示すように、メタルマスク３０を製造するときには、まず、上述した第１面１１ａと第２面１１ｂとを含む金属層２１であるメタルマスク基材と、第１面１１ａに貼り付けられる第１ドライフィルムレジスト１２と、第２面１１ｂに貼り付けられる第２ドライフィルムレジスト１３とを準備する。２つのドライフィルムレジスト１２，１３の各々は、金属層２１とは別に形成されたフィルムである。

[0065] そして、第１面１１ａに第１ドライフィルムレジスト１２を貼り付け、かつ、第２面１１ｂに第２ドライフィルムレジスト１３を貼り付ける。すなわち、第１面１１ａに第１ドライフィルムレジスト１２を積層し、第２面１１ｂに第２ドライフィルムレジスト１３を積層する。例えば、金属層２１の厚さ方向において、金属層２１が２つのドライフィルムレジストに挟まれた状態で、３つの層に所定の熱と圧力とを加えることによって、金属層２１の第１面１１ａに第１ドライフィルムレジスト１２を貼り付け、かつ、第２面１１ｂに第２ドライフィルムレジスト１３を貼り付ける。なお、第１ドライフ

ィルムレジスト１２と第２ドライフィルムレジスト１３とは、金属層２１に対して別々に貼り付けられてもよい。

[0066] ここで、２つのドライフィルムレジスト１２，１３と金属層２１との密着性を高める観点では、金属層２１の第１面１１ａおよび第２面１１ｂの各々が、平滑な面であることが好ましい。この点で、第１面１１ａおよび第２面１１ｂの各々において、三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下であるため、メタルマスクを製造する上で好ましい程度に、ドライフィルムレジスト１２，１３と金属層２１との密着性が高まる。こうしてメタルマスク形成用中間体が製造される。

[0067] 図１０が示すように、ドライフィルムレジスト１２，１３のうち、貫通孔を形成する部位以外の部分を露光し、露光後のドライフィルムレジストを現像する。これによって、第１ドライフィルムレジスト１２に第１貫通孔１２ａを形成し、かつ、第２ドライフィルムレジスト１３に第２貫通孔１３ａを形成する。すなわち、第１ドライフィルムレジスト１２と第２ドライフィルムレジスト１３とをパターニングする。

[0068] 第１ドライフィルムレジスト１２を露光するときには、第１ドライフィルムレジスト１２において金属層２１に接する面とは反対側の面に、第１貫通孔１２ａを形成する部分以外の部分に光を到達させるように構成された原版を載せる。第２ドライフィルムレジスト１３を露光するときには、第２ドライフィルムレジスト１３において金属層２１に接する面とは反対側の面に、第２貫通孔１３ａを形成する部分以外の部分に光を到達させるように構成された原版を載せる。また、露光後のドライフィルムレジストを現像するときには、現像液として、例えば炭酸ナトリウム水溶液を用いる。

[0069] なお、第１ドライフィルムレジスト１２がポジ型レジストから形成されるときには、第１ドライフィルムレジスト１２のうち、第１貫通孔１２ａを形成する部分を露光すればよい。また、第２ドライフィルムレジスト１３がポジ型レジストから形成されるときには、第２ドライフィルムレジスト１３のうち、第２貫通孔１３ａを形成する部分を露光すればよい。

[0070] 図１１が示すように、例えば、第１ドライフィルムレジスト１２をマスクとして、すなわち、第１ドライフィルムレジスト１２を介して、塩化第二鉄液を用いて金属層２１の第１面１１ａをエッチングする。このとき、第２ドライフィルムレジスト１３には、金属層２１の第２面１１ｂが第１面１１ａと同時にエッチングされないように、第２保護層６１を形成する。第２保護層６１の形成材料は、塩化第二鉄液によってエッチングされにくい材料であればよい。これによって、金属層２１の第１面１１ａに、第１ドライフィルムレジスト１２の第１貫通孔１２ａを介して、第２面１１ｂに向けて窪む第１凹部１１ｃ１を形成する。

[0071] ここで、上述したメタルマスク形成用中間体では、第１ドライフィルムレジスト１２と金属層２１との密着性が高められている。そのため、金属層２１が塩化第二鉄液に曝されたとき、塩化第二鉄液は、第１ドライフィルムレジスト１２に形成された第１貫通孔１２ａを通じて金属層２１の第１面１１ａに接する一方で、塩化第二鉄液が、第１ドライフィルムレジスト１２と金属層２１との界面に入り込むことが抑えられる。それゆえに、金属層２１には、第１凹部１１ｃ１が、形状の精度が高められた状態で形成される。

[0072] また、第１面１１ａと対向する平面視において、第１凹部１１ｃ１が有する開口の寸法における平均値をＡとし、寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下となるように金属層２１に複数の第１凹部１１ｃ１が形成される。

[0073] 図１２が示すように、金属層２１の第１面１１ａに形成した第１ドライフィルムレジスト１２と、第２ドライフィルムレジスト１３に接する第２保護層６１とを取り除く。また、金属層２１の第１面１１ａに、第１面１１ａのエッチングを防ぐための第１保護層６２を形成する。第１保護層６２の形成材料は、塩化第二鉄液によってエッチングされにくい材料であればよい。

[0074] 図１３が示すように、第２ドライフィルムレジスト１３をマスクとして、塩化第二鉄液を用いて金属層２１の第２面１１ｂをエッチングする。これによって、金属層２１の第２面１１ｂに、第２ドライフィルムレジスト１３の

第２貫通孔１３ａを介して、第１面１１ａに向けて窪む第２凹部１１ｃ２を形成する。

[0075] ここで、上述したメタルマスク形成用中間体では、第２ドライフィルムレジスト１３と金属層２１との密着性も高められている。そのため、金属層２１が塩化第二鉄液に曝されたとき、塩化第二鉄液は、第２ドライフィルムレジスト１３に形成された第２貫通孔１３ａを通じて金属層２１の第２面１１ｂに接する一方で、塩化第二鉄液が、第２ドライフィルムレジスト１３と金属層２１との界面に入り込むことが抑えられる。それゆえに、金属層２１には、第２凹部１１ｃ２が、形状の精度が高められた状態で形成される。

[0076] また、第２面１１ｂと対向する平面視において、第２凹部１１ｃ２が有する開口の寸法における平均値をＡとし、寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下となるように金属層２１に複数の第２凹部１１ｃ２が形成される。

[0077] 図１４が示すように、第１保護層６２と第２ドライフィルムレジスト１３とを金属層２１から取り除くことによって、複数の貫通孔１１ｃが形成されたメタルマスク３０が得られる。

[0078] なお、メタルマスクを製造するために使用されるメタルマスク基材１１が上記第２の形態であるとき、メタルマスク形成用中間体は、金属層、樹脂層、および、第１ドライフィルムレジスト１２から構成される。こうしたメタルマスク形成用中間体に対しては、第１ドライフィルムレジスト１２をマスクとしたエッチングが施される一方で、樹脂層に対してはレーザ加工などによる穿孔が行われてもよい。

[0079] また、メタルマスクを製造するために使用されるメタルマスク基材１１が上記第３の形態であるとき、メタルマスク形成用中間体は、樹脂層と、この樹脂層を挟む２つの金属層と、２つのドライフィルムレジスト１２，１４から構成される。こうしたメタルマスク形成用中間体に対しては、各ドライフィルムレジスト１２，１４をマスクとしたエッチングの他に、樹脂層に対してはレーザ加工などによる穿孔が行われてもよい。

[0080] ［実施例］

図１５から図２０を参照して実施例を説明する。以下では、メタルマスク基材が１つの金属層から構成される例を説明する。

[0081] ［表面粗さの測定］

実施例１から実施例３のメタルマスク基材、および、比較例１のメタルマスク基材の各々について、三次元表面粗さＳａ、および、三次元表面粗さＳｚを以下の方法で測定した。なお、以下において、三次元表面粗さＳａおよび三次元表面粗さＳｚの各々の値における単位は、いずれもμｍである。

[0082] 実施例１から実施例３のメタルマスク基材、および、比較例１のメタルマスク基材は、４３０ｍｍの幅を有するメタルマスク基材の原反を準備し、原反の一部を５００ｍｍの長さで切り出すことによって得た。また、メタルマスク基材は、２０μｍの厚さを有するものとし、形成材料をインバーとした。

[0083] ５０倍の対物レンズを装着した形状解析レーザ顕微鏡（ＶＫ－Ｘ２１０、（株）キーエンス製）を用いて、三次元表面粗さＳａ、および、三次元表面粗さＳｚを測定した。三次元表面粗さＳａ、および、三次元表面粗さＳｚとして、１つの方向における約２８０μｍの幅と、１つの方向と直交する方向における約２２０μｍの幅とを有する面における三次元表面粗さＳａおよび三次元表面粗さＳｚを測定した。

なお、三次元表面粗さＳａおよび三次元表面粗さＳｚは、ＩＳＯ　２５１７８に準拠する方向によって測定した。

[0084] 実施例１から実施例３、および、比較例１のメタルマスク基材の各々において、互いに異なる３か所の各々から切り出した試験片での表面粗さを測定した。各試験片は、メタルマスク基材の長さ方向に沿う長さが２０ｍｍであり、メタルマスク基材の幅方向に沿う長さが３０ｍｍである矩形板形状を有するものとした。

[0085] メタルマスク基材の長さ方向における２つの端部を第１端部および第２端部とし、幅方向における２つの端部を第３端部および第４端部とするとき、

３つの試験片の各々をメタルマスク基材における以下の位置から切り出した。

[0086] すなわち、試験片１を第１端部から１００ｍｍだけ離れ、かつ、第３端部から２００ｍｍだけ離れた位置から切り出した。また、試験片２を第２端部から１００ｍｍだけ離れ、かつ、第３端部から７０ｍｍだけ離れた位置から切り出した。そして、試験片３を第２端部から１００ｍｍだけ離れ、かつ、第４端部から７０ｍｍだけ離れた位置から切り出した。

[0087] なお、各試験片において、５つの測定点における三次元表面粗さＳａと三次元表面粗さＳｚとを測定した。５つの測定点は、各試験片における中央の１点と、中央の１点を囲む外周における４点とした。各試験片における外周の４点は、試験片の対角線上に位置する点とし、かつ、中央の１点と、外周における各点との間の距離は、１０ｍｍとした。

[0088] 実施例１から実施例３におけるメタルマスク基材の各々において、各試験片における三次元表面粗さＳａの最大値、および、各試験片における三次元表面粗さＳｚの最大値として以下の表１に示される値が得られた。

[0089] [表1]

		Sa	Sz
実施例1	試験片1	0.09	2.83
	試験片2	0.08	2.63
	試験片3	0.09	3.17
実施例2	試験片1	0.09	2.60
	試験片2	0.10	2.88
	試験片3	0.09	2.76
実施例3	試験片1	0.10	2.93
	試験片2	0.11	2.84
	試験片3	0.10	2.96

[0090] 表１が示すように、実施例１のメタルマスク基材では、試験片１での三次元表面粗さＳａの最大値が０．０９であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が

２．８３であることが認められた。また、試験片２での三次元表面粗さＳａの最大値が０．０８であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．６３であることが認められた。また、試験片３での三次元表面粗さＳａが０．０９であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が３．１７であることが認められた。

[0091] すなわち、実施例１のメタルマスク基材において、三次元表面粗さＳａの最大値が０．０９であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が３．１７であることが認められた。

[0092] 実施例２のメタルマスク基材では、試験片１での三次元表面粗さＳａの最大値が０．０９であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．６０であることが認められた。また、試験片２での三次元表面粗さＳａの最大値が０．１０であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．８８であることが認められた。また、試験片３での三次元表面粗さＳａの最大値が０．０９であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．７６であることが認められた。

[0093] すなわち、実施例２のメタルマスク基材において、三次元表面粗さＳａの最大値が０．１０であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．８８であることが認められた。

[0094] 実施例３のメタルマスク基材では、試験片１での三次元表面粗さＳａの最大値が０．１０であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．９３であることが認められた。また、試験片２での三次元表面粗さＳａの最大値が０．１１であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．８４であることが認められた。また、試験片３での三次元表面粗さＳａの最大値が０．１０であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．９６であることが認められた。

[0095] すなわち、実施例３のメタルマスク基材において、三次元表面粗さＳａの最大値が０．１１であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が２．９６であることが認められた。

[0096] また、比較例１において、各試験片における三次元表面粗さＳａの最大値、および、各試験片における三次元表面粗さＳｚの最大値として以下の表２に示される値が得られた。

[0097] [表2]

		Sa	Sz
比較例1	試験片1	0.14	5.10
	試験片2	0.13	5.78
	試験片3	0.16	5.10

[0098] 表２が示すように、比較例１のメタルマスク基材では、試験片１での三次元表面粗さＳａの最大値が０．１４であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が５．１０であることが認められた。また、試験片２での三次元表面粗さＳａの最大値が０．１３であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が５．７８であることが認められた。また、試験片３での三次元表面粗さＳａの最大値が０．１６であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が５．１０であることが認められた。

[0099] すなわち、比較例１のメタルマスク基材において、三次元表面粗さＳａの最大値が０．１６であり、三次元表面粗さＳｚの最大値が５．７８であることが認められた。

[0100] 図１５は、実施例１のメタルマスク基材を用いたメタルマスクの製造工程において、第１面に第１凹部を形成した後に、第１面に対して照射光を照射して、第１面にて反射された反射光を撮像した画像である。

[0101] 図１６は、比較例１のメタルマスク基材を用いたメタルマスクの製造工程において、第１面に第１凹部を形成した後に、第１面に対して照射光を照射して、第１面にて反射された反射光を撮像した画像である。

[0102] 図１５が示すように、実施例１のメタルマスク基材１１によれば、メタルマスク基材１１と第１ドライフィルムレジスト１２との密着性が高められている。そのため、第１面１１ａと対向する平面視において、第１面１１ａでの各第１凹部１１ｃ１における開口の大きさが、他の全ての第１凹部１１ｃ１における開口の大きさとほぼ等しいことが認められた。

[0103] 一方で、図１６が示すように、比較例１のメタルマスク基材では、金属層の表面７１ａと対向する平面視において、複数の第１凹部７１ｃ１における開口の大きさが大きくばらついていることが認められた。

[0104] 実施例１のメタルマスク基材、および、比較例１のメタルマスク基材の各々において、２４個の第１凹部の直径を測定した。なお、実施例１では、図１５に示される第１凹部１１ｃ１のうち、二点鎖線で囲まれる領域に含まれる第１凹部１１ｃ１の直径を測定し、比較例１では、図１６に示される第１凹部７１ｃ１のうち、二点鎖線で囲まれる領域に含まれる第１凹部７１ｃ１の直径を測定した。

[0105] また、各第１凹部について、紙面の上下方向での直径である第１直径、および、紙面の左右方向での直径である第２直径を測定し、各第１凹部について、第１直径と第２直径との平均値である平均直径を算出した。実施例１における第１直径、第２直径、および、平均直径と、比較例１における第１直径、第２直径、および、平均直径とは、以下の表３に示すとおりであった。

[0106]

[表3]

	実施例1			比較例1		
番号	第1直径	第2直径	平均直径	第1直径	第2直径	平均直径
1	48.8	49.2	49.0	46.8	53.2	50.0
2	50.4	48.0	49.2	64.1	65.7	64.9
3	48.8	49.2	49.0	55.2	52.8	54.0
4	50.4	50.0	50.2	53.2	53.6	53.4
5	47.2	48.4	47.8	56.5	57.7	57.1
6	47.6	48.0	47.8	48.4	53.2	50.8
7	50.8	47.2	49.0	46.8	50.8	48.8
8	51.2	48.8	50.0	49.6	56.5	53.0
9	48.8	49.2	49.0	64.5	60.5	62.5
10	47.2	47.2	47.2	52.4	50.8	51.6
11	51.2	48.0	49.6	55.2	57.3	56.3
12	49.2	49.2	49.2	55.2	54.8	55.0
13	48.8	48.4	48.6	52.4	48.4	50.4
14	47.6	49.2	48.4	50.8	52.4	51.6
15	49.2	49.2	49.2	59.3	57.3	58.3
16	49.6	49.2	49.4	60.5	62.5	61.5
17	47.2	46.8	47.0	50.4	49.2	49.8
18	50.4	49.6	50.0	47.6	47.6	47.6
19	49.6	51.2	50.4	54.8	58.5	56.7
20	50.4	48.4	49.4	45.2	52.8	49.0
21	47.6	49.2	48.4	44.4	47.6	46.0
22	47.2	47.2	47.2	52.4	50.4	51.4
23	49.2	50.8	50.0	53.2	51.6	52.4
24	50.4	48.8	49.6	49.2	48.4	48.8
平均値	49.1	48.8	48.9	52.8	53.9	53.4
最大値	51.2	51.2	50.4	64.5	65.7	64.9
最小値	47.2	46.8	47.0	44.4	47.6	46.0
標準偏差	1.34	1.07	0.96	5.34	4.69	4.75

[0107] 表３が示すように、実施例１の第１凹部１１ｃ１における平均直径は、４７．０μｍ以上５０．４μｍ以下であり、比較例１の第１凹部７１ｃ１における平均直径は、４６．０μｍ以上６４．９μｍ以下であることが認められ

た。

[0108] 実施例１において、メタルマスク基材１１の表面と対向する平面視での第１凹部１１ｃ１の開口における直径の平均値をＡとし、直径の標準偏差に３を掛けた値をＢとし、（Ｂ／Ａ）×１００（％）を算出した。第１直径において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は、８．２％であり、第２直径において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は、６．６％であり、平均直径において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は、５．９％であることが認められた。

[0109] 比較例１において、実施例１と同様に、金属層の表面７１ａと対向する平面視での第１凹部７１ｃ１の開口における直径の平均値をＡとし、直径の標準偏差に３を掛けた値をＢとし、（Ｂ／Ａ）×１００（％）を算出した。第１直径において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は、３０．３％であり、第２直径において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は、２６．１％であり、平均直径において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は、２６．７％であることが認められた。

[0110] 実施例１において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は８．２％以下、すなわち１０％以下であるため、メタルマスク基材１１が有する第１凹部１１ｃ１の開口、ひいてはメタルマスクが有する貫通孔の開口における直径において、寸法の精度が高いことが認められた。これに対して、比較例１において、（Ｂ／Ａ）×１００（％）は３０．３％以下であり、実施例１によれば、比較例１に比べて、メタルマスク基材１１が有する第１凹部１１ｃ１の開口、ひいてはメタルマスクが有する貫通孔の開口における直径において、寸法の精度が大幅に高まることが認められた。

[0111] また、実施例１および比較例１について、第１凹部の平均直径の頻度を２μｍごとに示すヒストグラムと、１μｍごとに示すヒストグラムとを作成した。

[0112] 図１７および図１８が示すように、実施例１では、第１凹部の平均直径の頻度が、５０μｍにおいて最も高いことが認められた。また、図１９および図２０が示すように、比較例１では平均直径の各値における頻度の差が、実

施例１よりも小さいことが認められた。

[0113] このように、実施例１のメタルマスク基材１１によれば、メタルマスク基材１１と第１ドライフィルムレジスト１２との密着性が高められているために、複数の第１凹部１１ｃ１の各々が、形状の精度が高い状態で形成されることが認められた。一方で、比較例１のメタルマスク基材によれば、メタルマスク基材とドライフィルムレジストとの密着性が低いために、複数の第１凹部７１ｃ１において、形状の精度が低くなることが認められた。

[0114] なお、実施例２および実施例３の各々においても、図１５に示される複数の第１凹部の形状と同等の形状が得られることが認められた。

[0115] すなわち、メタルマスク基材１１の１つの面において、三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、かつ、三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下であれば、金属層２１と第１ドライフィルムレジスト１２との密着性が高まることが認められた。

[0116] なお、メタルマスク基材１１の第２面１１ｂに第２凹部１１ｃ２を形成する際においても、上述した表面粗さを有する構成であれば、メタルマスク基材１１の第１面１１ａに第１凹部１１ｃ１を形成する際と同様に、メタルマスク基材１１と第２ドライフィルムレジスト１３との密着性が高められていることを示す傾向が認められた。

[0117] 以上説明したように、ドライフィルムレジスト用メタルマスク基材、メタルマスク、および、メタルマスク製造方法の１つの実施形態によれば、以下に列挙する効果を得ることができる。

（１）三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、かつ、三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下であるため、第１面１１ａと第１ドライフィルムレジスト１２との間に隙間が形成されにくくなり、結果として、第１ドライフィルムレジスト１２と金属層２１の表面との界面における密着性が高まる。

[0118] （２）第２面１１ｂにおいて、三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下である。そのため、金属層２

１のうち、第２面１１ｂにおいても、第２ドライフィルムレジスト１３と金属層２１との密着性を高めることができ、第１面１１ａ、および、第２面１１ｂに対するエッチングにおいて、加工の精度を高めることができる。

[0119] （３）メタルマスク基材１１の表面がインバー製であれば、ガラス基板の線膨張係数とインバーの線膨張係数とが同じ程度である。そのため、メタルマスク基材から形成されるメタルマスクをガラス基板に対する成膜に適用すること、すなわち、形状の精度が高められたメタルマスクをガラス基板に対する成膜に適用することが可能である。

[0120] （４）メタルマスク基材がポリイミドから形成された樹脂層２２を備える構成では、インバーの線膨張係数と、ポリイミドの線膨張係数とが同じ程度である。そのため、メタルマスク基材１１が、互いに異なる２つの材料を含むとしても、メタルマスク３０における温度の変化によって、メタルマスク３０が反りにくくなる。それゆえに、形状の精度、および、機械的な強度が高められたメタルマスク３０を提供することが可能ともなる。

[0121] （５）第１面１１ａに加えて第２面１１ｂにおいても、第２ドライフィルムレジスト１３と金属層２１との密着性が高まる。そのため、貫通孔１１ｃが、第１面１１ａにおけるエッチングと第２面１１ｂにおけるエッチングとによって形成される構成でも、貫通孔１１ｃにおける形状の精度が高められる。

[0122] なお、上述した実施形態は、以下のように適宜変更して実施することもできる。

・各貫通孔１１ｃの断面積は、金属層２１の厚さ方向の全体にわたってほぼ同じであってもよい。あるいは、各貫通孔１１ｃの断面積は、金属層２１の厚さ方向において、第１面１１ａから第２面１１ｂに向けて大きくなってもよいし、第１面１１ａから第２面１１ｂに向けて小さくなってもよい。

[0123] ・金属層２１の形成材料は、純粋な金属、あるいは、合金であれば、インバー以外の材料であってもよい。また、金属層２１の形成材料がインバー以外の材料であるとき、金属層２１に接する樹脂層として、金属層２１の形成

材料との間における線膨張係数の差が、金属層２１の形成材料における線膨張係数と、ポリイミドにおける線膨張係数との差よりも小さい樹脂が用いられてもよい。

[0124] ・金属層２１において、第２面１１ｂでの三次元表面粗さＳａは、０．１１μｍよりも大きくてもよいし、三次元表面粗さＳｚは、３．１７μｍよりも大きくてもよい。こうした構成であっても、少なくとも第１面１１ａにおいては、金属層２１と第１ドライフィルムレジスト１２との密着性を高めることができる。

[0125] ・メタルマスク３０は、有機ＥＬ素子の形成材料をガラス基板に対して蒸着するときに用いられるメタルマスクに限らず、各種の金属材料を蒸着やスパッタなどで成膜する際などのように、他の用途のメタルマスクであってもよい。この場合には、複数の貫通孔１１ｃが、第１面１１ａと対向する平面視において、不規則に並んでいてもよい。

[0126] ・メタルマスク基材のエッチングに用いられるレジストは、上述したドライフィルムレジストに限らず、レジストを形成するための塗液がメタルマスク基材に塗布されることによって形成されるレジストであってもよい。すなわち、レジストは、塗布によってメタルマスク基材の表面に配置されてもよいし、貼り付けによってメタルマスク基材の表面に配置されてもよい。こうしたレジストであっても、上述したメタルマスク基材によれば、メタルマスク基材の表面に対する密着性の低いレジストを用いた場合に、ドライフィルムレジストを用いた場合と同様の効果を得ることは可能である。

符号の説明

[0127] １０…メタルマスク形成用中間体、１１…メタルマスク基材、１１ａ…第１面、１１ａＭ…第１マスク面、１１ｂ…第２面、１１ｂＭ…第２マスク面、１１ｃ…貫通孔、１１ｃ１，７１ｃ１…第１凹部、１１ｃ２…第２凹部、１１Ｍ…マスク基体、１２…第１ドライフィルムレジスト、１２ａ…第１貫通孔、１３，１４…第２ドライフィルムレジスト、１３ａ…第２貫通孔、２１，２３…金属層、２１ａ…母材、２１ｂ…圧延材、２２…樹脂層、３０…

メタルマスク、４１…第１開口、４２…第２開口、４３…括れ部、５０…圧延装置、５１，５２…圧延ローラー、５３…アニール装置、６１…第２保護層、６２…第１保護層、７１ａ…表面、Ｃ…コア。

請求の範囲

[請求項1] レジストが配置されるように構成された金属製の表面を備え、

前記表面の三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、

前記表面の三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下である

メタルマスク基材。

[請求項2] 前記表面が第１面であり、

前記レジストが第１レジストであり、

前記第１面とは反対側の面であって、第２レジストが配置されるように構成された金属製の第２面をさらに備え、

前記第２面の三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、

前記第２面の三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下である

請求項１に記載のメタルマスク基材。

[請求項3] 前記表面は、インバー製である

請求項１または２に記載のメタルマスク基材。

[請求項4] インバーから形成された金属層を備え、

前記表面が前記金属層の表面であり、

前記金属層において前記表面とは反対側の面と対向するポリイミド層をさらに備える

請求項１から３のいずれか一項に記載のメタルマスク基材。

[請求項5] 前記レジストは、ドライフィルムレジストであり、

前記表面は、前記ドライフィルムレジストが貼り付けられるように構成されている

請求項１から４のいずれか一項に記載のメタルマスク基材。

[請求項6] 金属製の表面を有したメタルマスク基体を備えるメタルマスクであって、

前記メタルマスク基体は、前記メタルマスク基体の厚さ方向に沿って前記メタルマスク基体を貫通するとともに、前記表面に開口を有した複数の貫通孔を備え、

前記表面と対向する平面視での前記開口の寸法における平均値をＡとし、前記寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下である

メタルマスク。

[請求項7] レジストが配置されるように構成された金属製の表面を備え、前記表面の三次元表面粗さＳａが０．１１μｍ以下であり、前記表面の三次元表面粗さＳｚが３．１７μｍ以下であるメタルマスク基材を準備することと、

前記表面にレジストを配置することと、

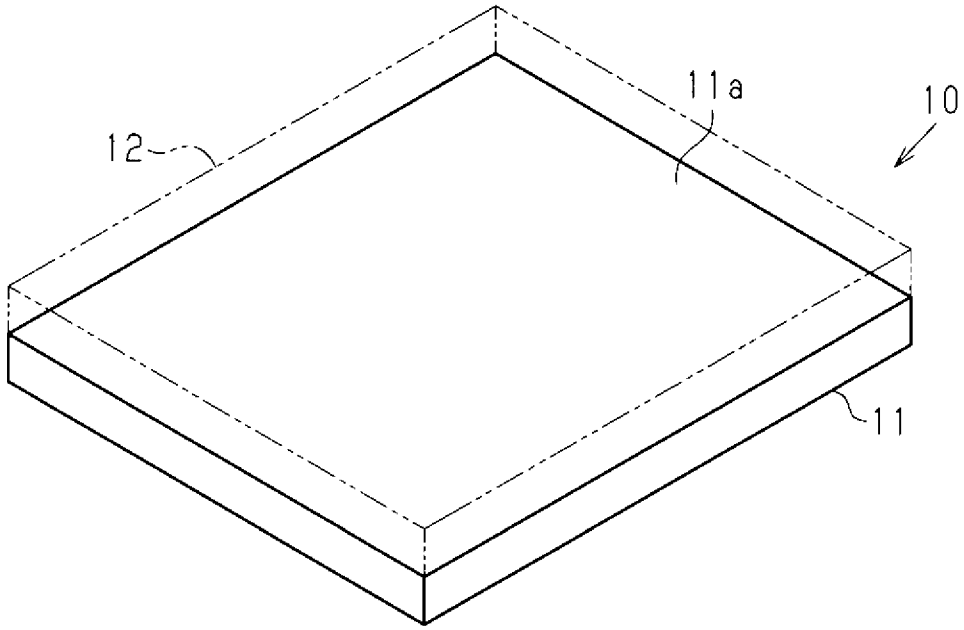
前記メタルマスク基材に、前記メタルマスク基材の厚さ方向に沿って窪み、かつ、前記表面に開口を有した複数の凹部を形成するための貫通孔を前記レジストに形成することと、

前記レジストを介して、前記メタルマスク基材に複数の前記凹部を形成することと、を備え、

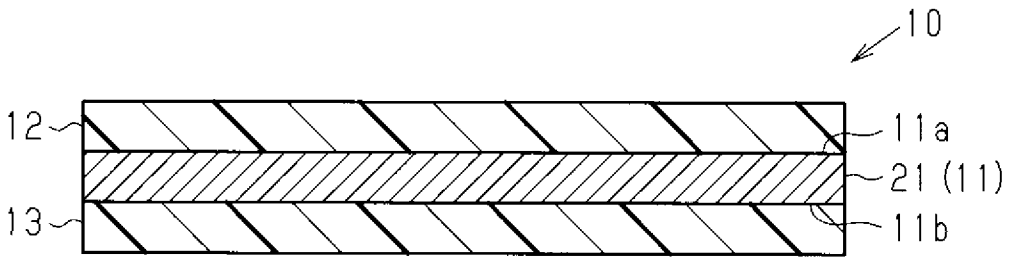
前記メタルマスク基材に複数の前記凹部を形成することでは、前記表面と対向する平面視での前記開口の寸法における平均値をＡとし、前記寸法の標準偏差に３を掛けた値をＢとするとき、（Ｂ／Ａ）×１００（％）が１０％以下となるように前記メタルマスク基材に複数の前記凹部を形成する

メタルマスクの製造方法。

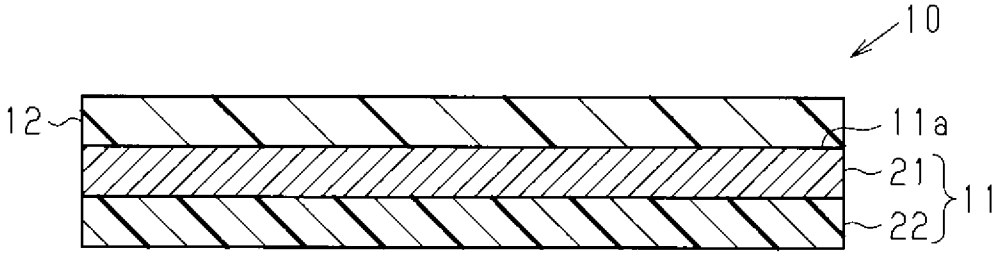
[図1]



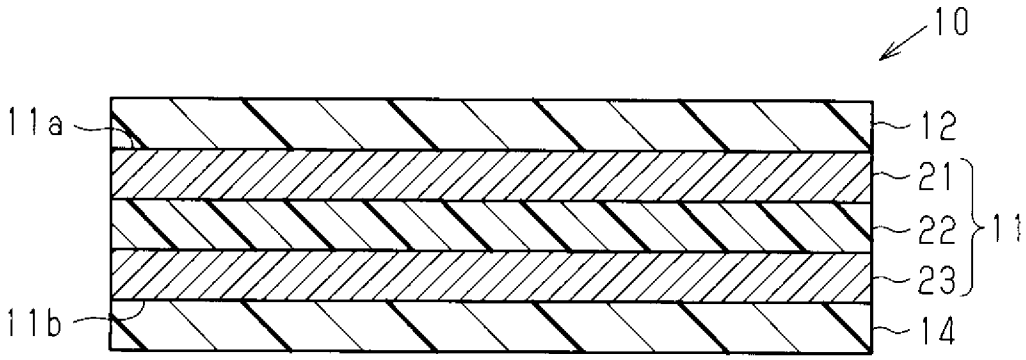
[図2]



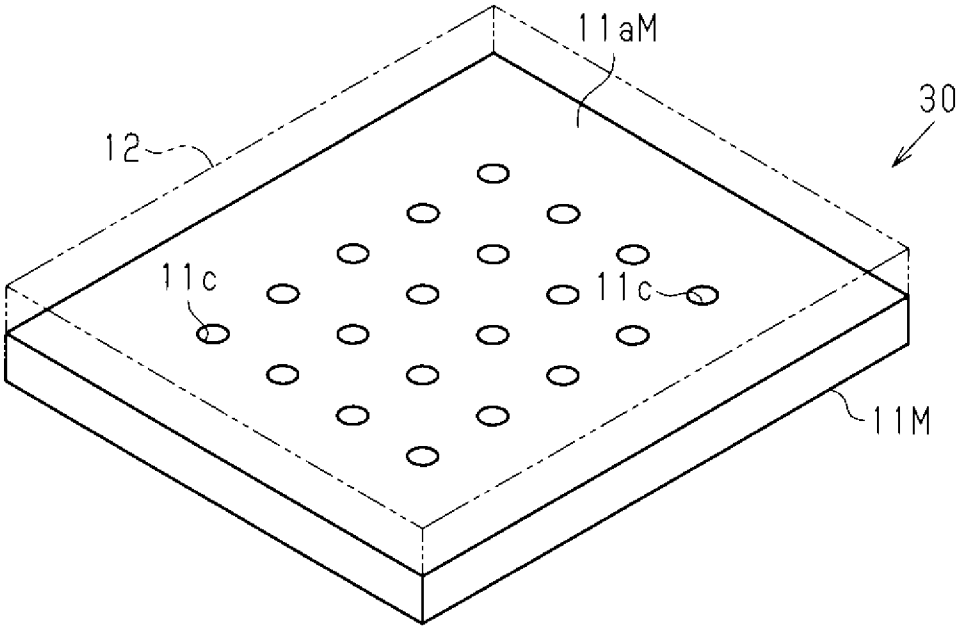
[図3]



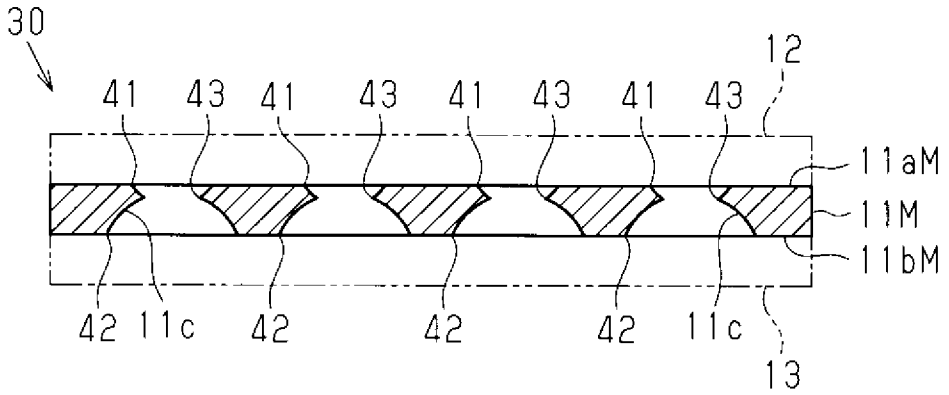
[図4]


10
11a
12
21
22
11
23
11b
14

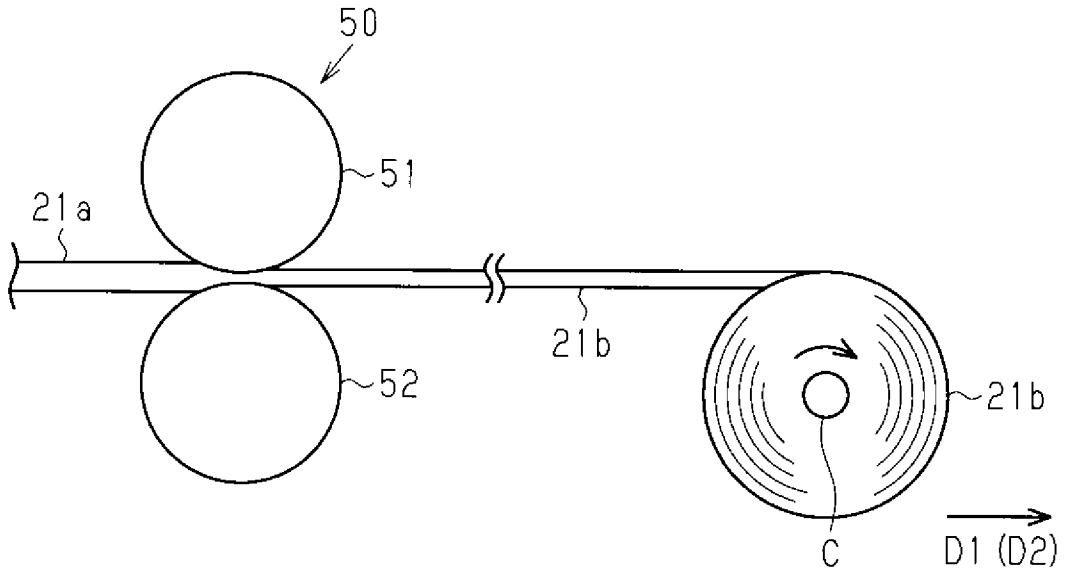
[図5]


11aM
30
12
11c
11c
11M

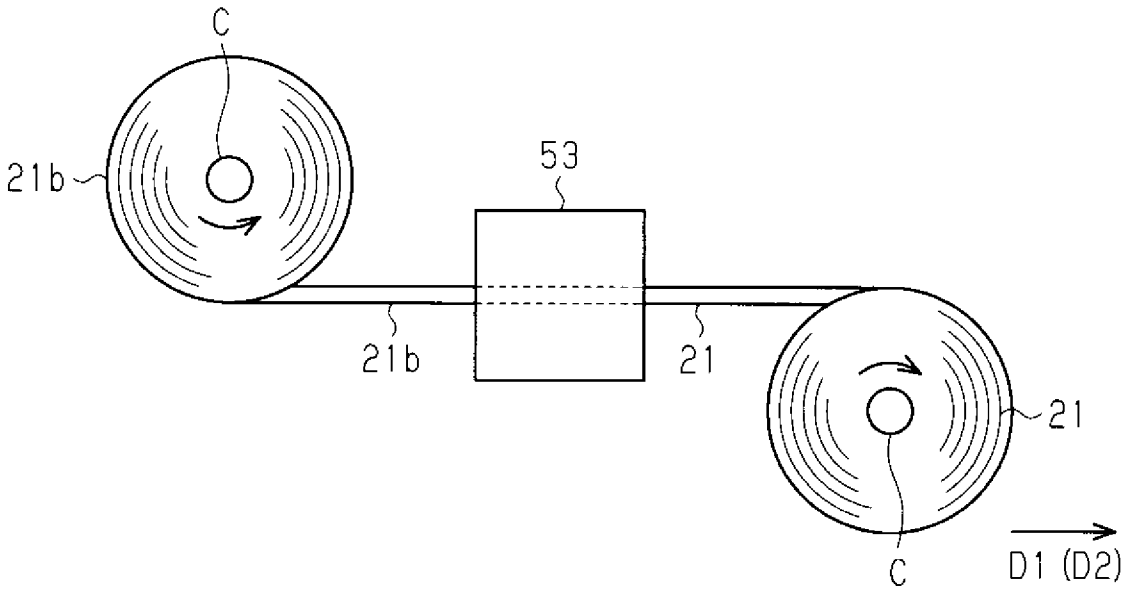
[図6]


30
12
41
43
41
43
41
43
41
43
11aM
11M
11bM
42
11c
42
42
42
11c
13

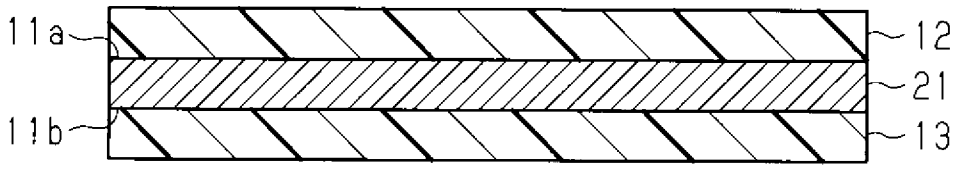
[図7]



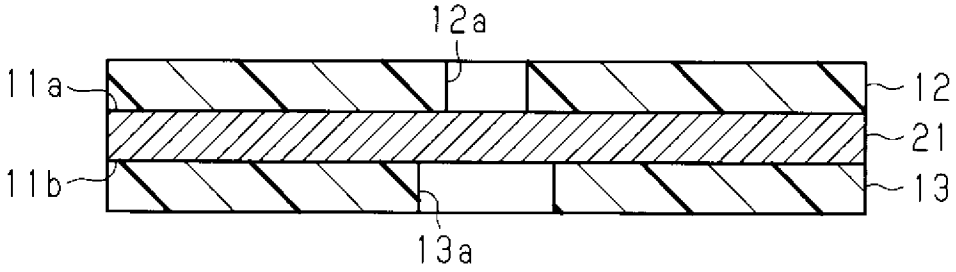
[図8]



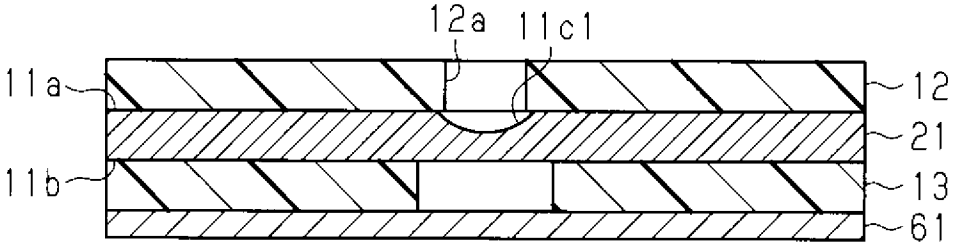
[図9]



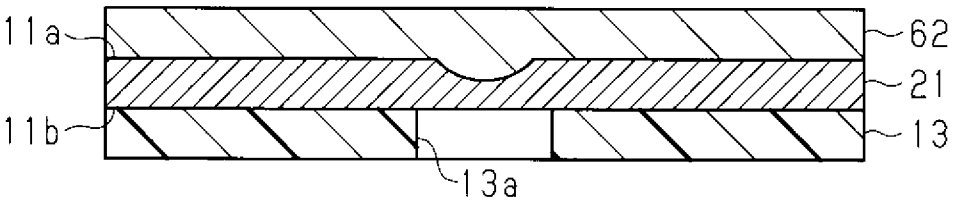
[図10]



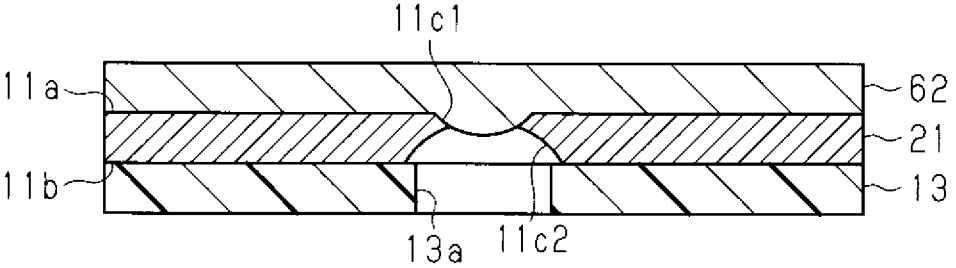
[図11]



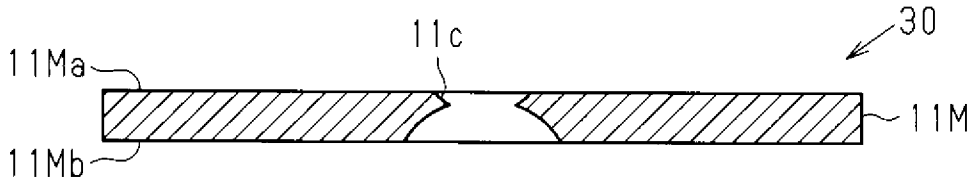
[図12]



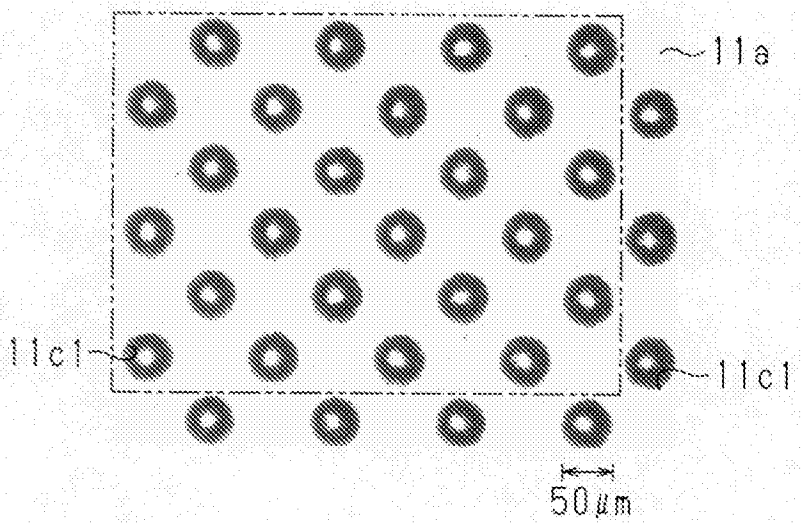
[図13]



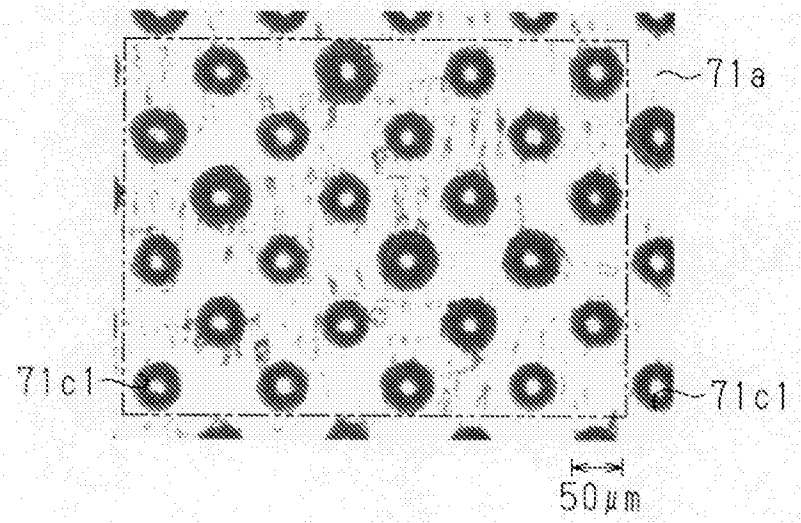
[図14]



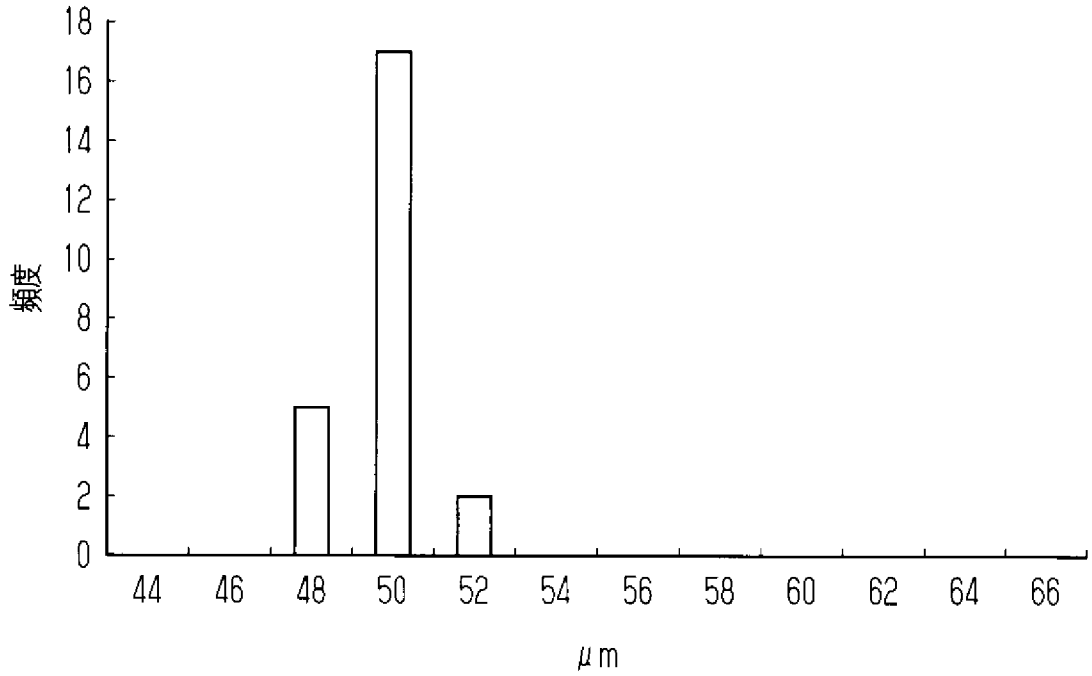
[図15]



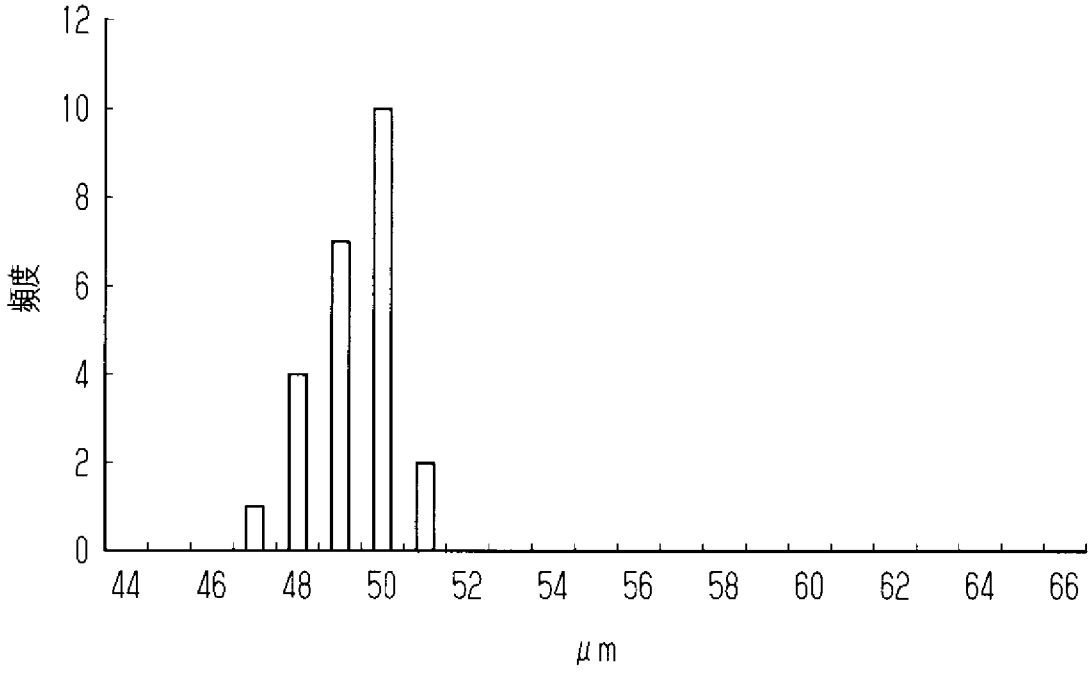
[図16]



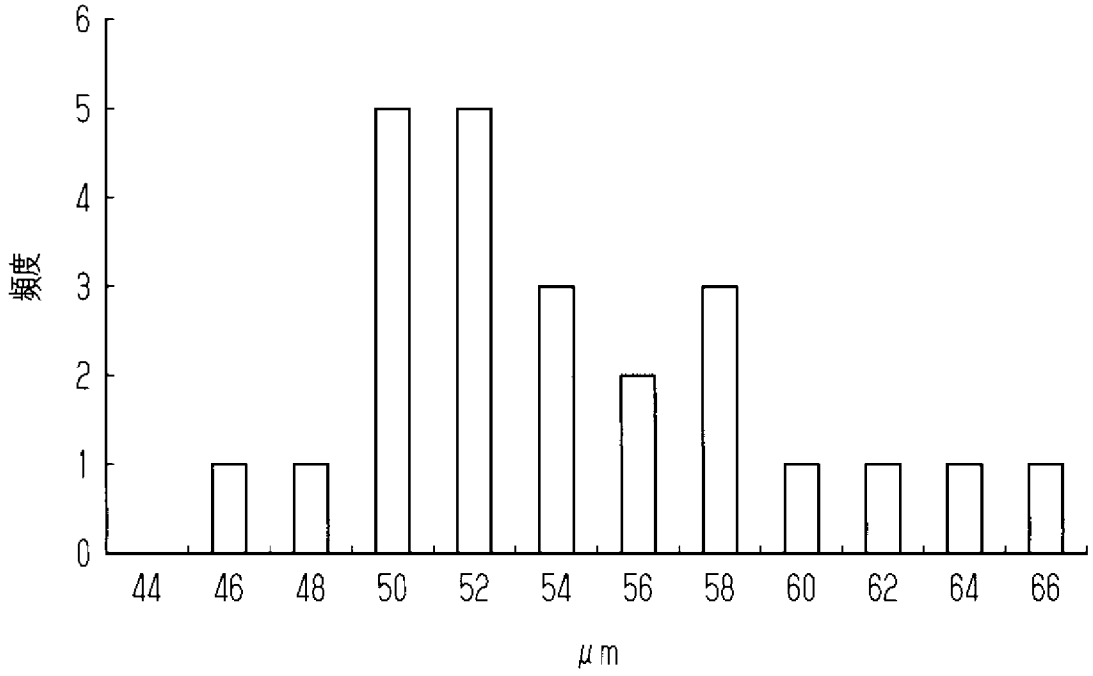
[図17]


18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
頻度
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
μm

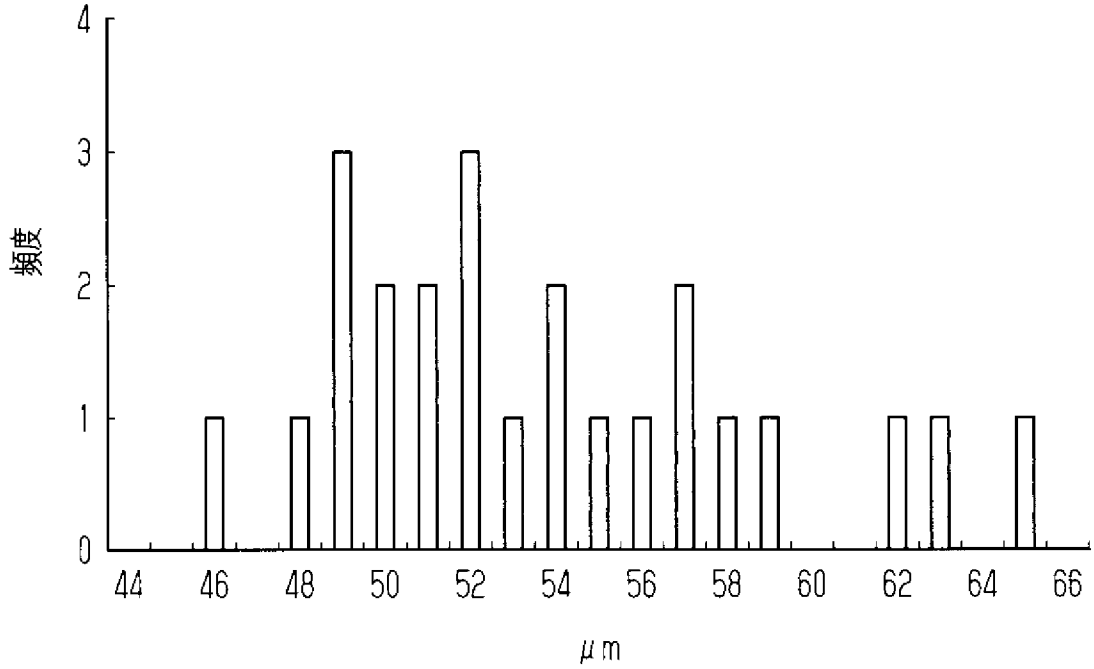
[図18]


12
10
8
6
4
2
0
頻度
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
μm

[図19]


6
5
4
3
2
1
0
頻度
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
μm

[図20]


4
3
2
1
0
頻度
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
μm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/059041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C14/04(2006.01)i, *H01L51/50*(2006.01)i, *H05B33/10*(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)
C23C14/04, H01L51/50, H05B33/10

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X A	JP 5641462 B1 (Dainippon Printing Co., Ltd.), 17 December 2014 (17.12.2014), paragraphs [0108], [0112], [0115]; fig. 25(a) & WO 2015/174269 A1	6 1-5,7
Y	JP 2015-129334 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 16 July 2015 (16.07.2015), paragraphs [0069], [0072], [0073], [0075], [0078], [0079] to [0081]; fig. 10 to 15 (Family: none)	1-7
Y	JP 2005-76068 A (Canon Components, Inc.), 24 March 2005 (24.03.2005), claim 1; paragraphs [0001], [0014], [0024], [0026], [0028]; fig. 1 (Family: none)	1-7

☒ 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	Date of mailing of the international search report
20 May 2016 (20.05.16)	31 May 2016 (31.05.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/059041

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-129333 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 16 July 2015 (16.07.2015), claim 1; paragraphs [0041], [0042], [0065]; fig. 9 to 21 (Family: none)	4
Y	JP 2013-245392 A (V Technology Co., Ltd.), 09 December 2013 (09.12.2013), claims 2, 3; paragraphs [0020], [0023]; fig. 1 (Family: none)	4
Y A	JP 2008-41553 A (Sony Corp.), 21 February 2008 (21.02.2008), paragraphs [0021], [0025], [0026], [0029] to [0031], [0034] to [0036]; fig. 3 to 6 (Family: none)	1,2,5-7 3,4
Y A	JP 2011-166018 A (JX Nippon Mining & Metals Corp.), 25 August 2011 (25.08.2011), paragraphs [0059], [0086] (Family: none)	1,2,5-7 3,4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５９０４１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C14/04(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C14/04, H01L51/50, H05B33/10

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
X A	JP 5641462 B1 (大日本印刷株式会社) 2014.12.17, 段落 0108, 0112, 0115, 図 25(a) & WO 2015/174269 A1	6 1-5, 7
Y	JP 2015-129334 A (大日本印刷株式会社) 2015.07.16, 段落 0069, 0072, 0073, 0075, 0078, 0079-0081, 図 10-15 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2005-76068 A (キヤノン・コンポーネンツ株式会社) 2005.03.24, 請求項 1, 段落 0001, 0014, 0024, 0026, 0028, 図 1 (ファミリーなし)	1-7

☑　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	国際調査報告の発送日
２０．０５．２０１６	３１．０５．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　４Ｇ　５７９５
安齋　美佐子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2015-129333 A（大日本印刷株式会社）2015.07.16，請求項1，段落0041，0042，0065，図9-21（ファミリーなし）	4
Y	JP 2013-245392 A（株式会社ブイ・テクノロジー）2013.12.09，請求項2，3，段落0020，0023，図1（ファミリーなし）	4
Y A	JP 2008-41553 A（ソニー株式会社）2008.02.21，段落0021，0025，0026，0029-0031，0034-0036，図3-6（ファミリーなし）	1，2，5-7 3，4
Y A	JP 2011-166018 A（ＪＸ日鉱日石金属株式会社）2011.08.25，段落0059，0086（ファミリーなし）	1，2，5-7 3，4