

(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
2016 年 1 月 21 日(21.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/010151 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/08 (2006.01) *C23C 14/06* (2006.01)
B32B 15/04 (2006.01) *F24J 2/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/070611
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 17 日(17.07.2015)
- (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 2014-147857 2014 年 7 月 18 日(18.07.2014) JP
- (71) 出願人: イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5038604 岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者: 古市 渉 (FURUICHI Wataru); 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP). 長田 淳仁 (OSADA Junji); 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP). 水向 祐樹 (MIZUMUKAI Yuki); 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所, 外 (EIKOH PATENT FIRM, P.C. et al.); 〒1050003 東京

都港区西新橋一丁目 7 番 13 号 虎ノ門イーストビルディング 10 階 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, 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).

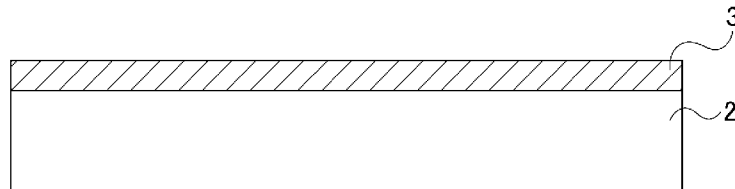
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MIRROR

(54) 発明の名称: ミラー

[図1]



(57) Abstract: The present invention relates to a mirror, characterized by having a support material that has a reflecting surface, and an amorphous SiC layer provided on the support material. This mirror has high reflectance, resists scratching, and has long-term reliability.

(57) 要約: 本発明は、反射面を有する支持材と、前記支持材上に備えられた非晶質の SiC 層とを有することを特徴とするミラーに関する。当該ミラーは、高い反射率を有するとともに、傷つきにくく、長期信頼性を有する。

明 細 書

発明の名称： ミラー

技術分野

[0001] 本発明は、ミラーに関するものである。

背景技術

[0002] 近時、化石燃料の枯渇や二酸化炭素排出による諸問題に鑑み、二酸化炭素や窒素酸化物などの有害物質の排出が少ない自然エネルギー、資源を再利用するリサイクルエネルギーなどのクリーンエネルギーを利用した発電が注目されている。

[0003] 新たなエネルギー源の1つとして、太陽光を集光してエネルギーとして使用する太陽熱発電がある。太陽熱の利用は半導体を用いないため、太陽電池に比べて単位面積当たりのコストを低くすることができ、大面積で利用した場合の初期投資が低く抑えられるため、近年注目を再び集めている。

[0004] 太陽熱を利用して発電を行なう太陽熱発電装置は、エネルギー利用の効率化、更には石油代替エネルギー源の開発の点からもその重要性、実用化が注目されるに至っている。この発電装置は、太陽光を集光して水、フロン等を加熱し、過熱蒸気により、タービンを回して発電するものである。

[0005] ここで、太陽熱発電装置には、一般的に、ガラスにAgなどの反射膜を成膜した太陽熱発電用ミラーが用いられてきた。

[0006] 一方、特許文献1には、樹脂基材上に構成層として少なくとも銀反射層及び該銀反射層の光入射側に設けられたC-H結合を有する樹脂層を有するフィルムミラーであって、該C-H結合を有する樹脂層の表面に、該C-H結合がC-F結合に置換（改質）されたフッ素含有樹脂層を有するフィルムミラーが記載されている。また、このようなフィルムミラーは、製造コストを抑え大面積化・大量生産することのできる耐光性及び耐候性に優れていることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開2011-158751号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ここで、大規模な太陽熱発電には、地価が安く、日照時間の長い地域が設置場所として適している。このような地域の一つとして、砂漠が挙げられる。砂漠は、降雨が極端に少なく、砂や岩石の多い土地である。また、塩類を含む水が土壌から外部へ流出することなく蒸散するので、砂の塩類の含有量が高く緑化が困難であり、利用価値が小さく地価が安いというのに、日照時間が長く、大規模な太陽熱発電の候補地として注目されている。

[0009] 砂漠は、地域によって異なり、砂の成分、粒の大きさは多種多様である。詳細には、砂漠の砂は、様々な鉱石の混合物であり、かんらん石、輝石、角閃石、長石、石英（ SiO_2 ）などがその成分として知られているが、コランダム（ Al_2O_3 ）などの研磨剤として使用される鉱物も一部含まれており、風で飛散して、ミラーの表面を傷つける原因となる。

[0010] したがって、このような過酷な環境下で長期間用いられた場合であっても、ミラーの反射率が劣化せず、長期的な信頼性を保障することが課題となっている。ここで、ガラスにAgなどの反射膜を成膜した従来のミラーでは、長期間使用すると砂によって表面が傷つけられ、反射率が低下したり、割れの起点となる。また、特許文献1に記載されたフィルムミラーは、有機物の被膜を有しているので、砂漠での使用に耐えうるものではない。

[0011] 本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、その課題は、高い反射率を有するとともに、傷つきにくく、長期信頼性を有するミラーを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明者らは、前記課題を鑑みて鋭意研究を重ねた結果、下記の構成を有するミラーによって前記課題を解決できることを見出し、本発明を完成する

に至った。

[0013] すなわち、本発明のミラーは、反射面を有する支持材と、前記支持材上に備えられた非晶質のS i C層とを有することを特徴とする。

[0014] 本発明のミラーの好ましい一態様において、前記S i C層は、物理気相成長法により形成されたS i C層である。

[0015] ここで、以下においては、物理気相成長法（PVD）により形成されたS i C層を、「PVD-S i C層」ということがある。

[0016] 本発明のミラーの好ましい一態様において、前記支持材の前記反射面は、金属面である。

[0017] また、本発明のミラーの好ましい一態様において、前記金属面を構成する金属は、タングステン、モリブデン、アルミニウム、金、銀、銅、クロム及びニッケルから選ばれる1又は2以上の金属を主成分とする純金属または合金である。

[0018] また、本発明のミラーの別の好ましい一態様において、前記S i C層は、厚さが10nm～10μmである。

[0019] また、本発明のミラーの別の好ましい一態様において、前記ミラーは、前記支持材の前記反射面と前記S i C層との間に、前記S i C層よりも屈折率の低い中間層をさらに有する。

[0020] また、本発明のミラーの別の好ましい一態様において、前記中間層は、S i O₂よりなる。

[0021] また、本発明のミラーの別の好ましい一態様において、前記中間層は、物理気相成長法により形成されたものである。

[0022] また、本発明のミラーの別の好ましい一態様において、前記中間層は、厚さが1nm～100μmである。

[0023] また、本発明のミラーの別の好ましい一態様において、前記支持材は、前記反射面を与える金属層と、基材とからなる。

[0024] また、本発明のミラーの別の好ましい一態様において、前記ミラーは、太陽光集光用ミラーである。

発明の効果

[0025] 本発明のミラーは、支持体上に、天然に広く存在する多くの鉱石より硬い非晶質のSiC層を備えている。また、当該SiC層は非晶質（アモルファス状）のSiC層であり、粒界が存在せず、強度上の弱点が無いため、粒界を起点とするような劣化が起こらない。したがって、本発明のミラーは、傷つきにくく、長期信頼性を有するものである。

[0026] また、本発明によれば、PVD-SiC層等の非晶質のSiC層は、可視光～赤外線領域に透過率の高い領域を有しているので、支持体の反射面と組み合わせることにより高い反射率を有するミラーとして好適に利用することができる。

[0027] さらに、当該SiC層は、高い強度と硬度を有しているので、傷つきにくく、薄くしても割れにくいものである。このため、これを用いたミラーを軽量化することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明のミラーの一実施形態を示す断面図である。

[図2]図2は、本発明のミラーの別の実施形態を示す断面図である。

[図3]図3は、本発明のミラーの別の実施形態を示す断面図である。

[図4]図4は、本発明のミラーの別の実施形態を示す断面図である。

[図5]図5は、各実施例及び比較例のミラーの正反射率の測定結果を示すグラフである。

[図6]図6は、実施例1～4と同条件で作製したPVD-SiC層のX線回折スペクトルの測定結果である。

[図7]図7は、比較例1で用いたものと同じCVD-SiC層のX線回折スペクトルの測定結果である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下において、本発明のミラーの実施形態について詳細に説明する。なお、図面中における各層の層厚及び長さ等の寸法や形状、積層状態等は、実際のものとは異なりうる。

[0030] 本発明のミラーは、反射面を有する支持材と、支持材上に備えられた非晶質のS i C層とを有する。

[0031] ここで、非晶質のS i C層は支持材の反射面上に設けられてもよく、あるいは、たとえば、支持材が後述する基材と反射面を与える金属層あるいは誘電体被膜（誘電体多層膜）とからなる組み合わせ部材の場合には、支持材の、金属層あるいは誘電体被膜側とは反対側の面上に設けられてもよい。

[0032] （支持材）

本発明のミラーにおける支持材は、反射面を有する。なお、以下において、反射面を有する支持材を、反射部材ともいうことがある。

[0033] ここで、支持材の反射面とは、光を反射するための面であり、平面であっても曲面であってもよい。反射面が複数ある場合、平面状の反射面を、少しずつ角度を変え、曲面に近い構成となるように並べてもよい。

[0034] 支持材の反射面は、金属面であることが好ましい。支持材の反射面が金属面であると、波長依存性が小さいため、光エネルギーを効率良く集めることができる。

[0035] 前記金属面を構成する金属は、タングステン、モリブデン、アルミニウム、金、銀、銅、クロム及びニッケルから選ばれる1又は2以上の金属を主成分とする純金属または合金であることが好ましい。これらの金属は、非晶質のS i C層を形成する際に変質しにくく、反射率が低下しにくい。また、熱エネルギーに変換されやすい可視光～赤外域において高い反射率を有している。このため、非晶質のS i C層を有していても高い反射率を維持することができる。なお、「タングステン、モリブデン、アルミニウム、金、銀、銅、クロム及びニッケルから選ばれる1又は2以上の金属を主成分とする」とは、これら1又は2以上の金属を、たとえば90重量%以上、好ましくは95重量%以上含有することを表す。

[0036] 本発明において、反射部材としては、反射面を有するものであれば特に限定されないが、たとえば、以下の二つの形態が利用できる。すなわち、単一の金属で構成されている単一部材の形態、及び、金属、セラミックスあるい

はガラス等からなる基材と、反射面を与える金属層あるいは誘電体被膜（誘電体多層膜）とからなる組み合わせ部材の形態、の二つの形態である。

[0037] 以下において、これらについて順に説明する。

[0038] <単一部材の場合>

反射部材としては、たとえば、反射部材全体が金属で構成されている単一部材を用いることができる。単一部材からなる反射部材は、金属からなる部材であって、板状、ブロック状などの形状を有し、光を反射するための反射面を有している。光を反射するための反射面を有していれば、その形状は特に限定されない。反射部材の反射面は、光を反射しやすいように滑らかな面である。また、反射部材の反射面は、平面であっても曲面であってもよい。

この場合において、反射面は、光を反射しやすいように研磨されていることが好ましい。また、反射部材を構成する金属と同一の金属を被覆してもよい。被覆の方法は特に限定されず、スパッタリング、蒸着、熔射、めっきなどが利用できる。同一の金属を被覆することによって表面が滑らかになり、光が散乱しにくくなる。

[0039] また、反射部材を構成する金属としては、純金属、合金を問わず利用することができる。たとえば、前記した、タングステン、モリブデン、アルミニウム、金、銀、銅、クロム及びニッケルから選ばれる1又は2以上の金属を主成分とする純金属または合金を好適に用いることができる。

[0040] 単一部材からなる反射部材を用いた場合の本発明のミラーの一実施形態を図1に示す。本実施形態において、ミラー1は、反射面を有する支持材2と、支持材2上に設けられた非晶質のSiC層3とを備えている。

[0041] <組み合わせ部材の場合>

また、反射部材としては、金属、セラミックスあるいはガラス等からなる基材と、反射面を与える金属層または誘電体被膜とからなる組み合わせ部材を用いることもできる。基材と、反射面を与える金属層または誘電体被膜とが別々に存在することにより、基材に必要な性能と、反射面に必要な性能とを、それぞれ実現することができる。

- [0042] 基材には、ミラーの変形を防止するため、軽量であり、弾性率が高く、非晶質のSiC層との熱膨張係数が近いことや、非晶質のSiC層の形成時の熱に耐えられる程度の耐熱性を有していることが要求される。このような材料としては、たとえば、金属、セラミックス、ガラスなどが利用できる。
- [0043] 基材の材料としては、金属であれば、たとえば、鉄、アルミ、ステンレスなどが利用できる。セラミックスであれば、たとえば、黒鉛、アルミナ、Si₃N₄などが利用できる。ガラスであれば、たとえば、石英ガラス、高透過ガラス、テンパックスガラスなどが利用できる。これらの材料は、耐熱性を有している上に、非晶質のSiC層との熱膨張係数が近く、ミラーを薄くしても熱膨張差により発生する反りを小さくすることができる。
- [0044] 反射面を与える金属層または誘電体被膜には、可視光～赤外域での反射率が高く、非晶質のSiC層との熱膨張係数が近いことや、非晶質のSiC層の形成時の熱に耐えられる程度の耐熱性を有していることが要求される。
- [0045] 金属層の材料としては、純金属、合金を問わず利用することができる。たとえば、前記した、タングステン、モリブデン、アルミニウム、金、銀、銅、クロム及びニッケルから選ばれる1又は2以上の金属を主成分とする純金属または合金を好適に用いることができる。
- [0046] なお、金属層の形成方法としては、特に限定されないが、たとえば、スパッタリング、蒸着、熔射、めっきなどが利用できる。
- [0047] また、誘電体被膜（誘電体多層膜）の材料としては、たとえば、酸化チタン（TiO₂）、酸化シリコン（SiO₂）、ニオブ（Nb₂O₅）、タンタル（Ta₂O₅）、フッ化マグネシウム（MgF₂）、酸化亜鉛（ZnO）等が挙げられる。中でも、屈折率の高い酸化チタン、酸化亜鉛等が好ましく用いられる。
- [0048] 反射部材として組み合わせ部材を用いた場合の本発明のミラーの一実施形態を図2に示す。本実施形態において、ミラー1は、基材4及び反射面を与える金属層5とからなる支持材2と、金属層5上に設けられた非晶質のSiC層3とを備えている。

[0049] また、反射部材として組み合わせ部材を用いた場合の本発明のミラーの別の一実施形態を図3に示す。本実施形態において、ミラー1は、基材4及び反射面を与える金属層5とからなる支持材2と、支持材2の金属層5が設けられた面とは反対側の面上に設けられた非晶質のSiC層3とを備えている。

[0050] 反射部材の厚みは、特に限定されないが、単一の金属で構成されている単一部材の形態の場合、処理中の基材温度を必要以上に変化させず、均質な膜厚を得るためには、たとえば10nm～1μmである。また、金属、セラミックスあるいはガラス等からなる基材と、表面が反射面となる金属層または誘電体被膜とからなる組み合わせ部材の形態の場合、使用される環境における構造物としての質量を考慮すると、基材の厚みは、たとえば100μm～5mmであり、金属層または誘電体被膜の厚みは、たとえば10nm～1μmである。

[0051] (非晶質のSiC層)

本発明のミラーにおいては、支持材上に、非晶質のSiC層が設けられている。非晶質のSiC層としては、たとえば、物理気相成長法(PVD)により形成されたSiC層(PVD-SiC層)が挙げられる。

[0052] 本発明において、非晶質のSiC層の形成に用いられる物理気相成長法(PVD)としては、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング等が挙げられる。なお、物理気相成長法(PVD)によれば、均質な膜形成が可能である。

[0053] 非晶質のSiC層を形成する際の物理気相成長法(PVD)の条件については、非晶質のSiC層を形成できる条件であれば、特に限定されず、形成する非晶質のSiC層の厚みや光学特性等を考慮して、適切な条件を選択すればよい。

[0054] 本発明において、非晶質のSiC層の厚みは特に限定されるものではないが、当該SiC層は非晶質(アモルファス状)であるため、粒界がなく、強度上の弱点が無いことになり、薄くても粒界を起点とした層の破壊が起こり

にくい。そのような非晶質のSiC層の効果をより有効に発揮するためには、厚みが10nm～10μmであることが好ましい。非晶質のSiC層の厚みが10nm以上であると、基材表面の面の粗さに左右されることなく膜の形成が出来る。また、10μm以下であると、光の吸収量が少なく、光の反射を十分に維持することができる。非晶質のSiC層の厚みは、より好ましくは10nm～1μm、さらに好ましくは10nm～100nmである。

[0055] 非晶質のSiC層は、波長600nmの光に対して80%以上の透過率を有していることが望ましい。80%以上の透過率を有していると、光を効率良く反射することができる。波長600nmの光に対する透過率は、より好ましくは、90%以上である。前記透過率が90%以上であると、さらに効率良く光を反射することができる。非晶質のSiC層の光透過率は、その厚さを適宜調整すること等によって調整することができる。

[0056] 非晶質のSiC層は、面粗さRaが20nm以下であることが好ましい。面粗さRaが20nm以下であると、熱エネルギー源となる可視光や赤外線波長の波長より面粗さが十分に小さいので、光が散乱されにくく、効率良く光を反射するミラーを提供することができる。なお、当該面粗さは、JIS B 0601に基づいて測定することができる。

[0057] (中間層)

本発明のミラーにおいては、必要に応じて、支持材の反射面と非晶質のSiC層との間に、非晶質のSiC層よりも屈折率の低い中間層を有してもよい。非晶質のSiC層よりも屈折率の低い中間層を備えることにより、ミラーの反射率をより高めることができる。また、中間層の存在により、反射面とミラー外表面との距離を遠ざけることができるので、反射面をより損傷しにくくすることができる。

[0058] 中間層の屈折率は、非晶質のSiC層の屈折率よりも低ければ特に限定されず、たとえば、2以下であり、好ましくは1～1.5である。

[0059] 中間層を構成する材料としては、非晶質のSiC層よりも屈折率の低いものであれば、特に限定されるものではないが、たとえば、SiO₂、MgF₂

、 Al_2O_3 等のセラミックス等が挙げられ、 SiO_2 が、特に好ましい。 SiO_2 は、透明度が高く、反射面を構成する金属よりも硬いので、反射面を保護する効果が強い。

[0060] 中間層を形成する方法は特に限定されないが、物理気相成長法（PVD）により形成することが好ましい。中間層の形成に用いられる物理気相成長法（PVD）としては、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング等が挙げられる。これらの方法は、電荷による加速作用が働くので、中間層を、反射面により強固に被覆することができる。金属反射膜へのダメージ（エッチング）の防止の観点からは、真空蒸着が特に好ましい。

[0061] 中間層としては、PVDにより形成される SiO_2 層（PVD- SiO_2 層ともいう）が、特に好ましい。

[0062] 中間層の厚みは、特に限定されないが、好ましくは $1\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ であり、より好ましくは $10\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ である。ここで、膜厚と波長には、 $nd = \lambda / 4$ の関係があり（ n ：屈折率、 d ：厚み、 λ ：波長）があり、材料の屈折率に応じて任意の膜厚を形成させる。

[0063] 中間層を備えた本発明のミラーの一実施形態を図4に示す。本実施形態において、ミラー1は、基材4及び反射面を与える金属層5とからなる支持材2と、金属層5上に設けられた中間層6と、中間層6上に設けられた非晶質の SiC 層3とを備えている。

[0064] つづいて、本発明のミラーの製造方法の一実施形態について説明する。

[0065] 本発明のミラーは、たとえば、反射面を有する支持材上に、PVD等により非晶質の SiC 層を形成することにより製造することができる。

[0066] また、中間層を有するミラーの場合は、たとえば、反射面を有する支持材上に、PVD等により中間層を形成した後、当該中間層上にPVD等により非晶質の SiC 層を形成することにより製造することができる。

[0067] 本発明のミラーは、前記した構成を有することにより、高い反射率を有するとともに、傷つきにくく、長期信頼性を有するものである。したがって、特に、太陽光集光用ミラーとして好適に使用できる。

実施例

[0068] 以下、本発明の実施例について説明する。ただし、本発明は、これら実施例により限定されるものではない。

[0069] (実施例 1)

まず、支持材としてのガラス板（厚み：1 mm）の面上に、DCスパッタリングにより厚み100 nmのAg層を成膜することにより、反射面を有する支持材を作製した。当該DCスパッタリングは、徳田製作所製のDCスパッタリング装置（CFS-4ES）を用いて、以下の条件で行った。

Agターゲット：田中貴金属工業製

初期真空度： 1.0×10^{-3} Pa

スパッタガス：Ar

スパッタガス圧力：0.6 Pa

DC出力：200 W

成膜時間：150 秒

成膜温度：常温

[0070] つづいて、支持材のAg層を形成した面とは反対側の面上に、RFスパッタリングにより厚み20 nmのPVD-SiC層を成膜することにより、実施例1のミラーを作製した。当該RFスパッタリングは、RFスパッタリング装置を用いて、以下の条件で行った。

初期真空度： 1.0×10^{-3} Pa

スパッタガス：Ar

スパッタガス圧力：0.6 Pa

RF出力：500 W

成膜時間：140 秒

成膜温度：常温

[0071] (実施例 2)

PVD-SiC層を成膜する際の成膜温度を300℃とした以外は実施例1と同様にして、実施例2のミラーを作製した。

[0072] (実施例3)

まず、実施例1と同様の手法によりガラス板上に厚み100nmのAg層を成膜し、反射面を有する支持材を作製した。

[0073] つづいて、支持材のAg層を形成した側の面上に、真空蒸着により、厚み116nmのSiO₂層を成膜した。当該真空蒸着は、真空蒸着装置を用いて、以下の条件で行った。

圧力：0.6Pa

成膜時間：120秒

[0074] その後、実施例1と同様の手法により、SiO₂層上に20nmのPVD-SiC層を成膜し、実施例3のミラーを作製した。

[0075] (実施例4)

PVD-SiC層を成膜する際の成膜温度を300℃とした以外は実施例3と同様にして、実施例4のミラーを作製した。

[0076] (比較例1)

まず、実施例3と同様の手法によりガラス板上に厚み100nmのAg層を成膜し、反射面を有する支持材を作製した。その後、実施例3と同様の手法により、支持材のAg層を形成した側の面上に厚み116nmのSiO₂層を成膜した。

[0077] つづいて、SiO₂層上に厚み50μmのCVD-SiC層を貼り合わせるにより、比較例1のミラーを作製した。なお、CVD-SiC層とは、化学気相成長法(CVD)により形成されたSiC層を表す。ここで、CVD-SiC層としては、研磨により両面の面粗さRaを1.5nmとしたものを用いた。

[0078] (比較例2)

PVD-SiC層を設けなかった以外は実施例1と同様にして、比較例2のミラー(ガラスミラー)を作製した。

[0079] (分光反射率の測定)

各実施例及び比較例のミラーについて、φ60積分球を用いた島津製作所

製Solid spec 3700を用いて、正反射率を測定した。測定は、測定波長250–1000nm、入射角8°、スリット幅5nmの条件で行った。

[0080] なお、実施例1～4のミラーについては、PVD–SiC層側から光を入射させた。また、比較例1のミラーについては、CVD–SiC層側から光を入射させた。比較例2のミラーについては、支持材のAg層を形成した面とは反対側の面側から光を入射させた。

[0081] 図5に、各実施例及び比較例のミラーの正反射率の測定結果を示す。

[0082] PVD–SiC層を有する実施例1～4のミラーは、CVD–SiC層を有する比較例1のミラーと比較して、可視光線領域から赤外線領域にかけてより高い反射率を有するものであった。

[0083] 特に、中間層としてのSiO₂層を有する実施例3～4のミラーは、可視光線領域から赤外線領域にかけて特に高い反射率を有するものであり、その可視光線領域から赤外線領域における反射率は、比較例2のガラスミラーと同等であった。

[0084] なお、実施例3～4のミラーは、波長400nm付近の反射率が局所的に低かったが、これは光干渉の影響によるものと推察される。

[0085] (X線回折測定及び面粗さRaの測定)

各実施例で用いたのと同じガラス板上に、各実施例と同様の手法により厚み20nmのPVD–SiC層を成膜し、リガク製X線回折装置：Ulti ma l Vを用いて、侵入深さ：5nmの条件で、X線回折スペクトルを測定した。その測定結果を図6に示す。図6に示されるように、形成されたPVD–SiC層は非晶質であることが確認された。

[0086] また、X線回折測定で用いた試料と同様にして作製した試料について、PVD–SiC層側の面粗さRaを、JIS B0601に準拠して測定したところ、1.0nmであった。

[0087] また、比較例1で用いたCVD–SiC層について、上記と同様にX線回折スペクトルを測定した。その測定結果を図7に示す。図7に示されるよう

に、CVD-SiC層のX線回折スペクトルにおいては(111)に強いピークが確認され、結晶性が高いことが確認された。

[0088] なお、上記したように、比較例1で用いたCVD-SiC層は、両面の面粗さRaが1.5nmであった。

[0089] 本発明を特定の態様を参照して詳細に説明したが、本発明の精神と範囲を離れることなく様々な変更および修正が可能であることは、当業者にとって明らかである。

なお、本出願は、2014年7月18日付けで出願された日本特許出願（特願2014-147857）に基づいており、その全体が引用により援用される。

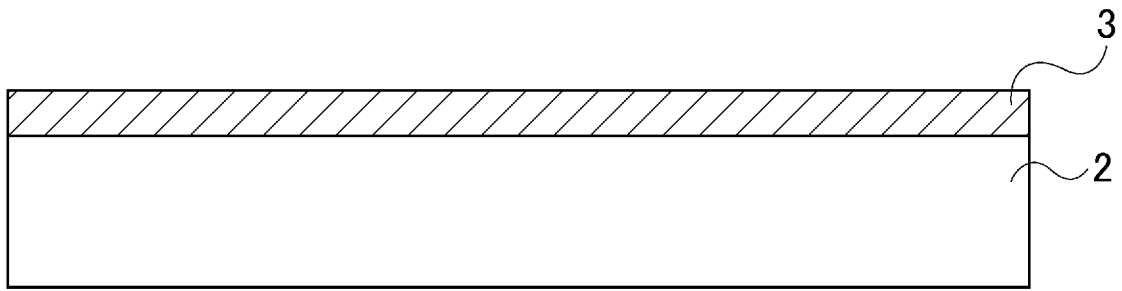
符号の説明

- [0090]
- 1 ミラー
 - 2 支持材
 - 3 非晶質のSiC層
 - 4 基材
 - 5 金属層
 - 6 中間層

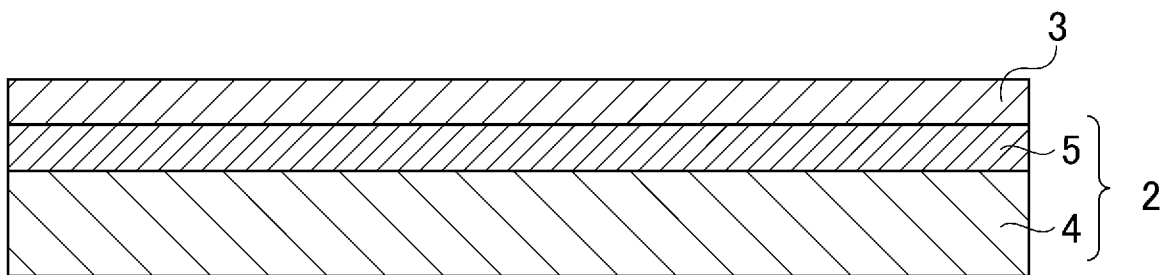
請求の範囲

- [請求項1] 反射面を有する支持材と、前記支持材上に備えられた非晶質の SiC 層とを有することを特徴とするミラー。
- [請求項2] 前記 SiC 層が、物理気相成長法により形成された SiC 層であることを特徴とする請求項 1 に記載のミラー。
- [請求項3] 前記支持材の前記反射面が、金属面であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のミラー。
- [請求項4] 前記金属面を構成する金属が、タングステン、モリブデン、アルミニウム、金、銀、銅、クロム及びニッケルから選ばれる 1 又は 2 以上の金属を主成分とする純金属または合金であることを特徴とする請求項 3 に記載のミラー。
- [請求項5] 前記 SiC 層は、厚さが 10 nm～10 μmであることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のミラー。
- [請求項6] 前記支持材の前記反射面と前記 SiC 層との間に、前記 SiC 層よりも屈折率の低い中間層をさらに有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のミラー。
- [請求項7] 前記中間層は、SiO₂よりなることを特徴とする請求項 6 に記載のミラー。
- [請求項8] 前記中間層は、物理気相成長法により形成されたものであることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のミラー。
- [請求項9] 前記中間層は、厚さが 1 nm～100 μmであることを特徴とする請求項 6～8 のいずれか 1 項に記載のミラー。
- [請求項10] 前記支持材は、前記反射面を与える金属層と、基材とからなることを特徴とする請求項 3～9 のいずれか 1 項に記載のミラー。
- [請求項11] 太陽光集光用ミラーであることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載のミラー。

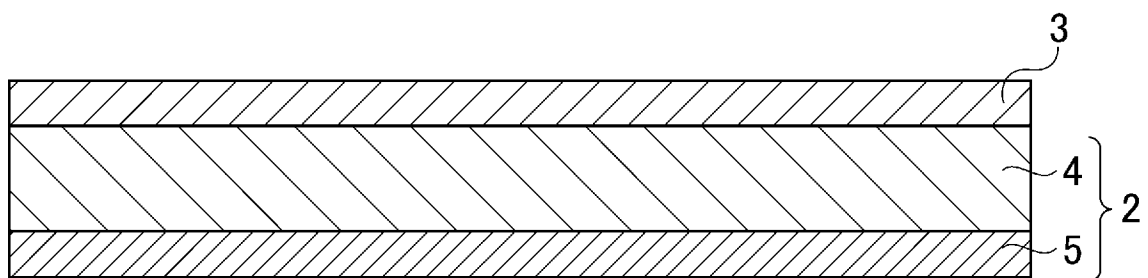
[図1]



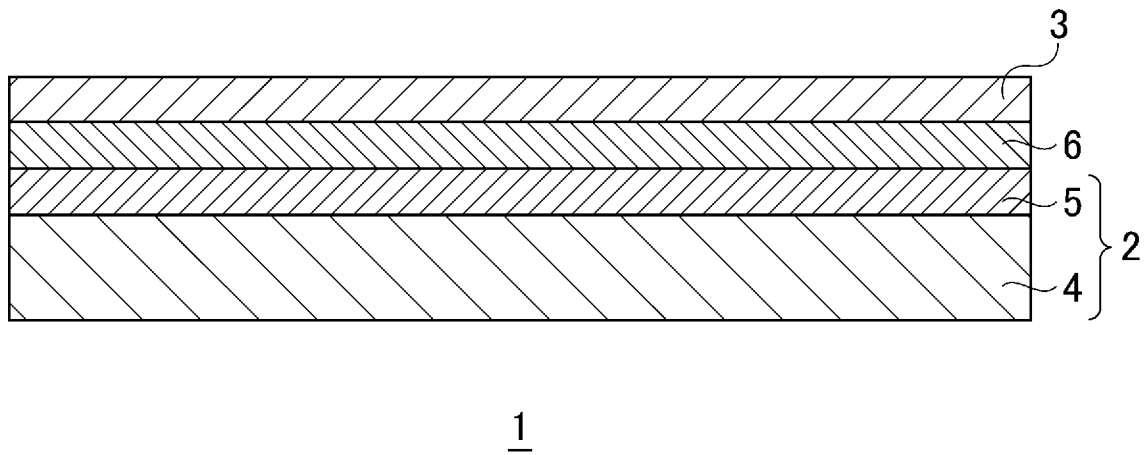
[図2]



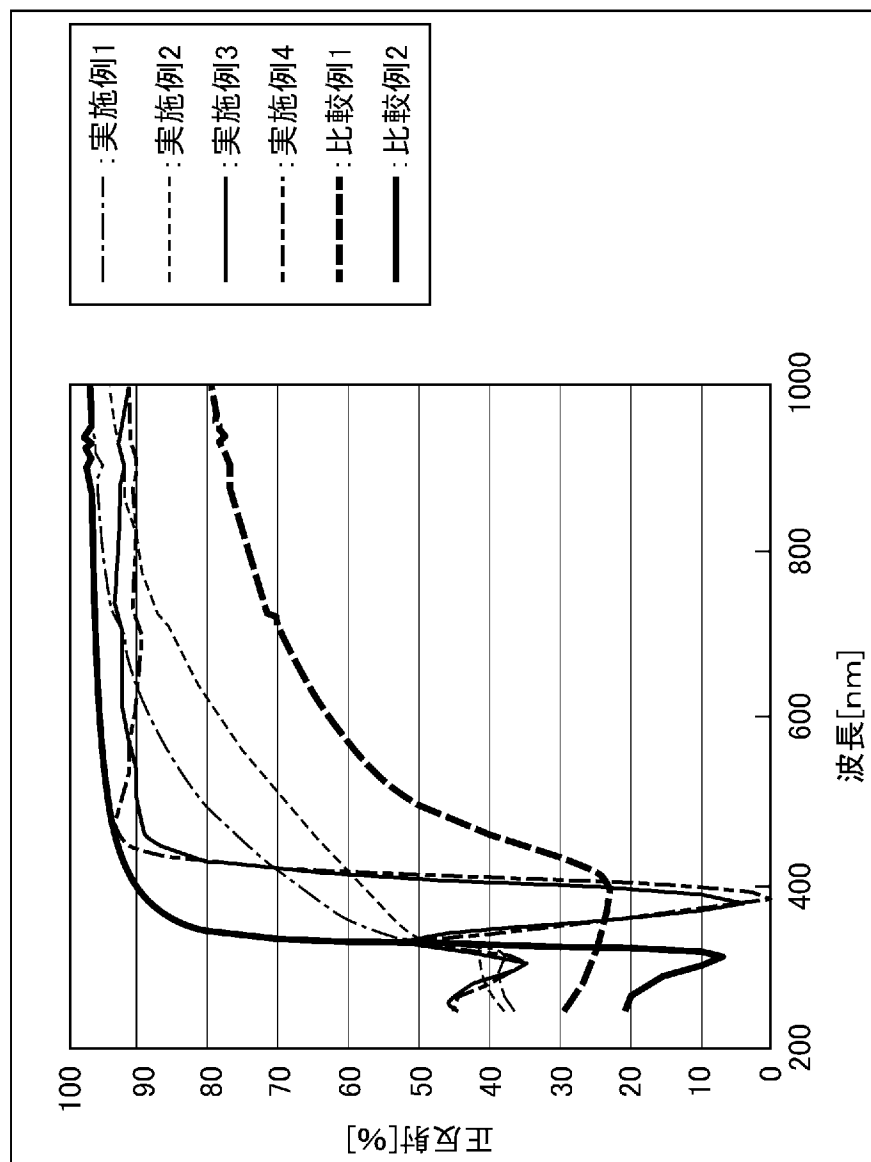
[図3]



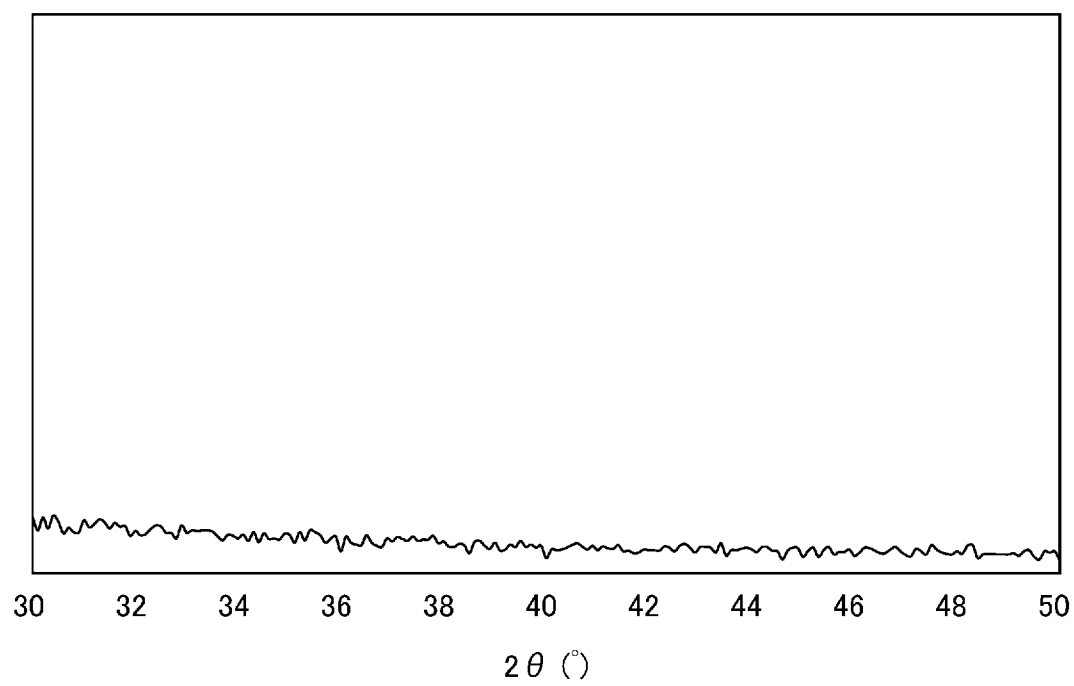
[図4]



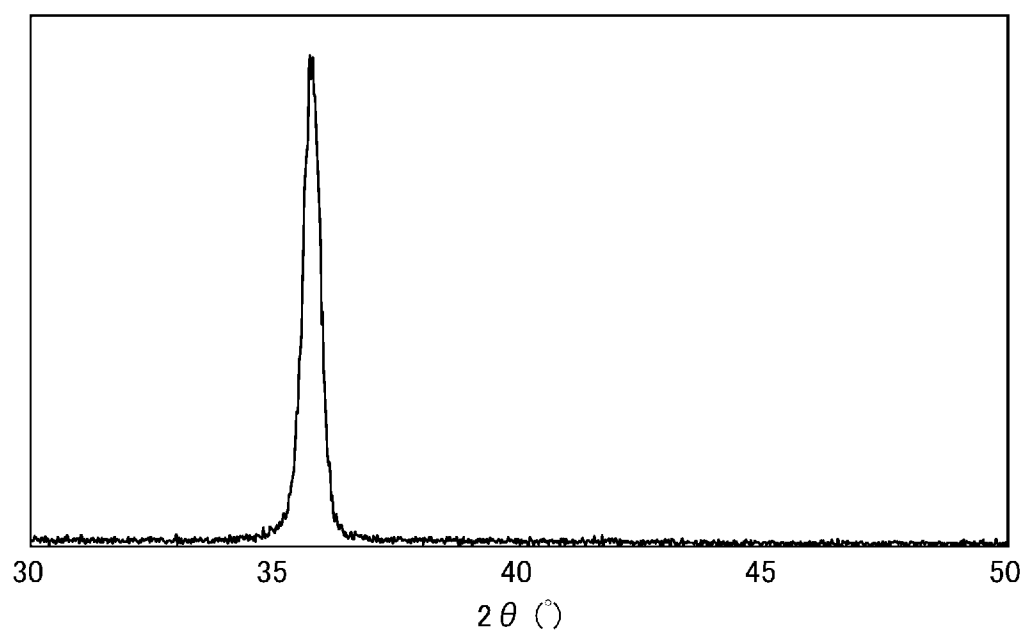
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/08(2006.01)i, B32B15/04(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i, F24J2/10(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)

G02B5/08, B32B15/04, C23C14/06, F24J2/10

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	1996-2015
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.
X Y	JP 2013-504095 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Forderung der angewandten Forschung e.V.), 04 February 2013 (04.02.2013), paragraphs [0010], [0012] to [0015], [0018], [0023], [0029] & US 2013/0057952 A1 & WO 2011/029603 A1 & EP 2470683 A & DE 102009040785 A1	1-6, 8-9 1-11
X Y	JP 8-068897 A (Nikon Corp.), 12 March 1996 (12.03.1996), paragraphs [0017] to [0025], [0030] to [0032]; example 2; fig. 1 (Family: none)	1-5 1-11

☒ 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
10 September 2015 (10.09.15)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070611

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-329918 A (Nikon Corp.), 30 November 1999 (30.11.1999), paragraphs [0042] to [0045], [0052] to [0055], [0061] to [0062], [0081] to [0083]; fig. 2 & US 6377655 B1 & EP 955565 A2	1-4 1-11
X Y	JP 5-070267 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 March 1993 (23.03.1993), paragraphs [0005], [0007], [0009]; fig. 1 (Family: none)	1-3,5 1-11
X Y	JP 64-044898 A (Canon Inc.), 17 February 1989 (17.02.1989), page 2, upper left column, lines 5 to 20; page 2, upper right column, lines 13 to 17; page 2, lower left column, lines 11 to 13; fig. 2 (Family: none)	1-3 1-11
Y	JP 2011-507296 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Forderung der angewandten Forschung e.V.), 03 March 2011 (03.03.2011), claims 1, 10 to 13; paragraphs [0026], [0028], [0030] & US 2011/0127546 A1 & WO 2009/080354 A1 & EP 2073280 A1 & KR 10-2010-0107467 A & CN 101952977 A	1-11
Y	JP 57-004003 A (Toshiba Electric Equipment Corp.), 09 January 1982 (09.01.1982), page 2, upper right column, lines 1 to 19; fig. 3 (Family: none)	5
Y	JP 3162189 U (Sino-American Electronics Co., Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0009] to [0014]; fig. 2 (Family: none)	6-9
Y	JP 5-281405 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 29 October 1993 (29.10.1993), paragraph [0002] & US 5424876 A & DE 4236637 A & FR 2687799 A	6-9
A	JP 63-210276 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 31 August 1988 (31.08.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070611

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-096708 A (Mitsubishi Materials Corp.), 08 April 1997 (08.04.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B5/08(2006.01)i, B32B15/04(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i, F24J2/10(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（I P C））

Int.Cl. G02B5/08, B32B15/04, C23C14/06, F24J2/10

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 Y	JP 2013-504095 A（フラオンホファー・ゲゼルシャフト・ツア・フェルデルング・デア・アンゲヴァンテン・フォルシュング・エー・ファオ）2013.02.04, 【0010】、【0012】－【0015】、【0018】、【0023】、【0029】 & US 2013/0057952 A1 & WO 2011/029603 A1 & EP 2470683 A & DE 102009040785 A1	1-6, 8-9 1-11
X Y	JP 8-068897 A（株式会社ニコン）1996.03.12, 【0017】－【0025】、【0030】－【0032】、実施例2、図1（ファミリーなし）	1-5 1-11

☒ 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

10.09.2015

国際調査報告の発送日

29.09.2015

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）

最首 祐樹

20

5063

電話番号 03-3581-1101 内線 3229

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
X Y	JP 11-329918 A (株式会社ニコン) 1999. 11. 30, 【0042】－【0045】、 【0052】－【0055】、【0061】－【0062】、【0081】－【0083】、図 2 & US 6377655 B1 & EP 955565 A2	1-4 1-11
X Y	JP 5-070267 A (三菱電機株式会社) 1993. 03. 23, 【0005】、【0007】、 【0009】、図 1 (ファミリーなし)	1-3, 5 1-11
X Y	JP 64-044898 A (キヤノン株式会社) 1989. 02. 17, 第 2 頁左上欄第 5－20 行目、第 2 頁右上欄第 13－17 行目、第 2 頁左下欄第 1 1－13 行目、第 2 図 (ファミリーなし)	1-3 1-11
Y	JP 2011-507296 A (フラウンホッフアーゲゼルシャフト ツアー フェーデルング デア アンゲバンテン フォルシュング エー ファー) 2011. 03. 03, 請求項 1、10－13、【0026】、【0028】、【0030】 & US 2011/0127546 A1 & WO 2009/080354 A1 & EP 2073280 A1 & KR 10-2010-0107467 A & CN 101952977 A	1-11
Y	JP 57-004003 A (東芝電材株式会社) 1982. 01. 09, 第 2 頁右上欄第 1－19 行目、第 3 図 (ファミリーなし)	5
Y	JP 3162189 U (華美電子股▲ふん▼有限公司) 2010. 08. 26, 【0009】 －【0014】、図 2 (ファミリーなし)	6-9
Y	JP 5-281405 A (旭光学工業株式会社) 1993. 10. 29, 【0002】 & US 5424876 A & DE 4236637 A & FR 2687799 A	6-9
A	JP 63-210276 A (三井造船株式会社) 1988. 08. 31, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-11
A	JP 9-096708 A (三菱マテリアル株式会社) 1997. 04. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11