

(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8月31日(31.08.2017)

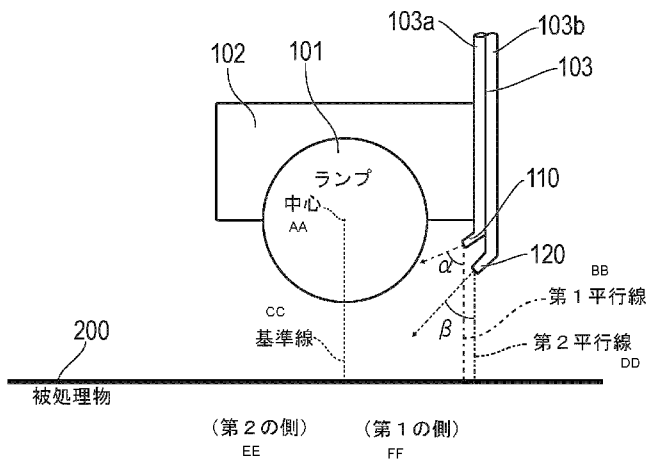


(10) 国際公開番号
WO 2017/145635 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 65/00 (2006.01) B01J 19/12 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002785
 - (22) 国際出願日: 2017年1月26日(26.01.2017)
 - (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 2016-033643 2016年2月24日(24.02.2016) JP
 - (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 伊藤 聡(ITO, Satoshi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 森 孝博(MORI, Takahiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 八田国際特許業務法人(HATTA & ASSOCIATES); 〒1020084 東京都千代田区二番町1-1番地9 ダイアパレス二番町 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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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: LIGHT IRRADIATION DEVICE AND LIGHT IRRADIATION METHOD

(54) 発明の名称: 光照射装置および光照射方法



- 101 Lamp
- 200 Object to be processed
- AA Center
- BB First parallel line
- CC Reference line
- DD Second parallel line
- EE (Second side)
- FF (First side)

(57) Abstract: Provided is a light irradiation device that limits dirt from appearing on a lamp, the dirt being caused by sublimates arising during light irradiation. This light irradiation device comprises: a lamp (101) for irradiating light onto an object to be processed (200); a first gas spraying part (110) for spraying in a direction that causes a gas to be sprayed directly onto the lamp (101); and a second gas spraying part (120) spraying in a direction that causes the gas to be sprayed directly onto the object to be processed (200). The first gas spraying part (110) and the second gas spraying part (120) are both disposed on either a first side or a second side, the first side and the second side being divided by a reference line acting as a line of symmetry and which is a line joining the center of the lamp (101) to the object to be processed (200) by the shortest distance. The second gas spraying part (120) is installed in such a manner that the angle β , which is between an extended line centered on the gas spraying direction of the second gas spraying part (120), and a line parallel to the reference line (second parallel line), which is drawn from a gas spraying port of the second gas spraying part (120) in the direction of the object to be processed, is greater than 0 degree and smaller than or equal to 90 degrees.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/145635 A1



光照射時に発生する昇華物に起因したランプの汚れを抑えることのできる光照射装置を提供する。光照射装置は、被処理物（200）に光を照射するランプ（101）と、ランプ（101）にガスを直接噴き付ける方向に噴射する第1ガス噴射部（110）と、被処理物（200）にガスを直接噴き付ける方向に噴射する第2ガス噴射部（120）と、を有し、第1ガス噴射部（110）および第2ガス噴射部（120）は、ランプ（101）の中心と被処理物（200）とを最短距離で結ぶ線を基準線として、基準線を線対称とする第1の側と第2の側に分け、第1の側または第2の側のいずれか一方の側に両方設置され、第2ガス噴射部（120）は、第2ガス噴射部（120）のガス噴射口から被処理物方向に基準線と平行に引いた平行線（第2平行線）と第2ガス噴射部（120）のガス噴射方向中心の延長線とのなす角 β が0度を超えて90度以下となるように設置されている。

明 細 書

発明の名称：光照射装置および光照射方法

技術分野

[0001] 本発明は、光照射装置および光照射方法に関する。

背景技術

[0002] 光照射装置は、キセノンなどの希ガスまたは希ガスのハロゲン化物などを無声放電すなわち誘電体バリア放電を行うことで光を照射する。このため、光照射装置は、固有の単色に近い光を放射させるために、誘電体バリア放電ランプ、たとえばエキシマ放電ランプが用いられている。

[0003] 誘電体バリア放電ランプは、数多くの文献に記載されていて、従来から知られている。具体的には、特許文献1に記載されているような管状またはトラス状のランプが一般的に用いられる。

[0004] 誘電体バリア放電ランプ内に封入される希ガスとしてキセノンを用いた場合は、172nmを中心波長とする発光が得られる。波長172nmの紫外線は、そのエネルギーが低圧水銀ランプから得られる波長185nmや254nmの紫外線より大きい。このため誘電体バリア放電ランプによる紫外線は、効果的に有機化合物の結合を切断し、分解して除去することができる。このことから誘電体バリア放電ランプを用いた光照射装置は、たとえば液晶基板のアッシングといったドライ洗浄用光照射装置として広く用いられている。また、光照射装置は感光性樹脂の硬化および殺菌など多様な用途に応用されている。

[0005] このような光照射装置では、光照射工程において被処理物からの飛散物や昇華物がランプ管面に付着することがある。このため光照射装置は、従来から、このような付着物によって照射工程の処理時間が経過すると共にランプ照度が低下するという課題があった。

[0006] このような従来からの課題に対して、たとえば特許文献2は、気流発生手段を設け、ランプの軸方向に沿った前面部を横切って気流を形成することで

、被処理物からの飛散物や昇華物を気流によって吹き飛ばすことで、ランプ管面にこれらが付着することを抑制できるものとしている。

[0007] しかし、特許文献2の構成では、気流が乱流となるため、被処理物から昇華物をかえって巻き上げてしまい、ランプ管面の汚れ防止効果があまり高くない。

[0008] 近年、光照射装置は、無機前駆体であるケイ素酸化物前駆体を含有する層を硬化させるために使用されている（たとえば特許文献3）。以前は、ケイ素酸化物前駆体を硬化させるため方法としては、特定硬化触媒、たとえば有機スズ化合物を用いることが一般的であった。この点、光照射装置を用いることで、規制の対象となった有機スズ化合物なしでも硬化を行うことができる。このため光照射装置を用いた技術は、環境的にも望ましい硬化方法として期待されている。

[0009] しかし、ケイ素酸化物前駆体は光照射工程において、低分子ケイ素化合物の昇華物を生じ、これがランプ管面に強固に固着して、ランプ照度を著しく低下させるという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2003-197152号公報

特許文献2：特開2006-185656号公報

特許文献3：特開2014-223578号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明の目的は、光照射時に発生する昇華物に起因したランプの汚れを抑えることのできる光照射装置および光照射方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の上記目的は、下記的手段によって達成される。

[0013] (1) 被処理物に光を照射するランプと、

前記ランプにガスを直接噴き付ける方向に噴射する第1ガス噴射部と、
前記被処理物にガスを直接噴き付ける方向に噴射する第2ガス噴射部と、
を有し、

前記ランプの中心と前記被処理物とを最短距離で結ぶ線を基準線として、
前記基準線を線対称とする第1の側と第2の側に分けたときに、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部は、前記第1の側または前記第2の側のいずれか一方の側に両方設置され、

前記第2ガス噴射部のガス噴射口から前記被処理物方向に前記基準線と平行に引いた平行線と前記第2ガス噴射部のガス噴射方向中心の延長線とのなす角を β とし、前記平行線からガス噴射方向中心の延長線が前記ランプ方向へ開く角度を正としたときに、前記第2ガス噴射部は、なす角 β が0度を超えて90度以下となるように設置されている、光照射装置。

[0014] (2) 前記第2ガス噴射部は、前記なす角 β が20度以上90度以下となるように設置されている、上記(1)に記載の光照射装置。

[0015] (3) 前記被処理物は前記ランプに対して相対的に移動しており、前記ランプと前記被処理物との相対速度を一定とした場合に、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部を設置していない場合に前記被処理物表面が受ける積算光量をA、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部を設置した場合に前記被処理物表面が受ける積算光量をBとして、 $B/A \geq 0.8$ となる位置に、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部が設置されている、上記(1)または(2)に記載の光照射装置。

[0016] (4) 前記被処理物は前記ランプに対して相対的に移動しており、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部は共に前記基準線よりも前記被処理物の移動方向上流側に設置されている、上記(1)～(3)のいずれか一つに記載の光照射装置。

[0017] (5) 前記被処理物は前記ランプに対して相対的に移動しており、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部は共に前記基準線よりも前記被処理物の移動方向下流側に設置されている、上記(1)～(3)のいずれか一つ

に記載の光照射装置。

- [0018] (6) ランプから被処理物へ光を照射する光照射方法であって、
前記ランプから前記被処理物へ光を照射すると共に、前記ランプの中心と前記被処理物とを最短距離で結ぶ線を基準線として、前記基準線を線対称として第1の側と第2の側に分けたときに、第1の側または第2の側のいずれか一方の側から第1ガス流と第2ガス流を噴射する段階を有し、
前記第1ガス流と第2ガス流を噴射する段階において、
前記第1ガス流は前記ランプにガスを直接噴き付ける方向に噴射させ、
前記第2ガス流のガス噴射口から前記被処理物方向に前記基準線と平行に引いた平行線と前記第2ガス流のガス噴射方向中心の延長線とのなす角を β とし、前記平行線からガス噴射方向中心の延長線が前記ランプ方向へ開く角度を正としたときに、前記第2ガス流は、なす角 β が0度を超えて90度以下となるように噴射させる、光照射方法。
- [0019] (7) 前記第2ガス流は、前記なす角 β が20度以上90度以下となるように前記第2ガス流を噴射する、上記(6)に記載の光照射方法。
- [0020] (8) 前記被処理物を前記ランプに対して相対的に移動させて光を照射し、前記第1ガス流および前記第2ガス流は共に前記被処理物の移動方向下流側から噴射する、上記(6)または(7)に記載の光照射方法。
- [0021] (9) 前記被処理物を前記ランプに対して相対的に移動させて光を照射し、前記第1ガス流および前記第2ガス流は共に前記被処理物の移動方向上流側から噴射する、上記(6)または(7)に記載の光照射方法。

発明の効果

- [0022] 本発明によれば、2つのガス噴射部を設けることで、ランプと被処理物との間に2つのガス流を形成する。2つのガス流のうち、第2ガス噴射部から噴射されたガス流は昇華物を被処理体から素早く取り去る。一方、第1ガス噴射部から噴射されたガス流は、ランプ表面近傍まで到達した昇華物を吹き飛ばす。これによりランプへの昇華物の付着を抑制できるようになり、一定の照度を維持しながら長時間連続で光照射することが可能になる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]実施形態の光照射装置の概略斜視図である。
- [図2]実施形態の光照射装置の1つのランプの概略側面図である。
- [図3]ノズルのガス噴射口を説明するための概略斜視図である。
- [図4]他のノズルのガス噴射口を説明するための概略斜視図である。
- [図5]ガス流の方向を変えるガス流方向変更板を用いた例を示す側面図である。
- [図6]ノズルによる作用を説明するための側面図である。
- [図7]比較例1を説明するための説明図である。
- [図8]比較例2を説明するための説明図である。
- [図9]比較例3を説明するための説明図である。
- [図10]比較例4を説明するための説明図である。
- [図11]比較例5を説明するための説明図である。
- [図12]比較例6を説明するための説明図である。
- [図13]比較例7を説明するための説明図である。
- [図14]実施例1を説明するための説明図である。
- [図15]実施例2を説明するための説明図である。
- [図16]実施例3を説明するための説明図である。
- [図17]実施例4を説明するための説明図である。
- [図18]比較例8を説明するための説明図である。
- [図19]比較例9を説明するための説明図である。
- [図20]比較例10を説明するための説明図である。
- [図21]実施例5を説明するための説明図である。
- [図22]比較例11を説明するための説明図である。
- [図23]実施例6を説明するための説明図である。
- [図24]比較例12を説明するための説明図である。
- [図25]比較例13を説明するための説明図である。
- [図26]実施例7を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

- [0024] 以下、添付した図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。
- [0025] 図1は実施形態の光照射装置の概略斜視図である。図2は実施形態の光照射装置の1つのランプの概略側面図である。
- [0026] 本実施形態による光照射装置100は、複数の円管状のランプ101が配列されている。ランプ101はランプホルダー102によって支持されている。ランプホルダー102はランプ101の外部電極を兼ねている部材である。このためランプホルダー102はランプ101と接している。ランプホルダー102の側面に複数のガス供給管103が設けられている。ガス供給管103内は2つのガス配管103aと103bが設けられている。ガス配管103aと103bのそれぞれの先端にはガス噴射部としてノズルが設けられている(図2参照)。それぞれのノズルは、第1ノズル110(第1ガス噴射部)と、第2ノズル120(第2ガス噴射部)である。第1ノズル110および第2ノズル120は、いずれもランプ101長手方向に連続したスリット状の開口を有する形状であることが好ましい。このような形状以外にも、たとえば第1ノズル110および第2ノズル120は、ランプ101の長手方向に複数の開口が配置されたノズルとしてもよいし、ガスの流れを変更する変更板などとするとしてもよい。これらノズル形状については後述する。
- [0027] ガス供給管103は、集約されて、最終的にガス供給源(不図示)に接続されている。
- [0028] 供給されるガスは、後述する被処理物と反応せず、かつ紫外光を吸収しないガスであることが好ましい。このようなガスとしては、たとえば、窒素ガスや不活性(ヘリウムやアルゴンなど)ガスなどである。このためガス供給源は、これらガスのガスポンペなどとなる。ガス供給管103またはガス配

管103aと103bのそれぞれの途中にはガス流量計、流量制御弁（いずれも不図示）などが配置されている。またこれらの途中に増圧ポンプ（不図示）が設けられていてもよい。

[0029] なお、図2においては、第1ノズル110および第2ノズル120はそれぞれガス配管103aと103bに設けているが、これに代えて、一つのガス配管をノズル直前で分岐させて第1ノズル110および第2ノズル120にガスを分配するようにしてもよい。

[0030] 光照射装置100は、ランプ101の下に被処理物200を移動（搬送ともいう）させるための複数のローラー150が設置されている。被処理物200は、ランプ101の長手方向と交差する方向（たとえば垂直方向）に移動される。ローラー150は回転自在となっていて被処理物200の移動に伴い従動する。被処理物200は、図外の巻き取り機によって被処理物200が巻き取られることでランプ101の下を移動する。なお、複数のローラー150の全部または一部は動力源と接続されていて被処理物200の移動を助けるために回転するようになっていてもよい。

[0031] ランプ101は、被処理物200を処理する目的に応じて様々なランプ101が使用される。本実施形態では、被処理物200（詳細後述）の光照射による硬化（改質）工程であるので、使用するランプ101は紫外線ランプとなる。ランプ形状は、管状またはトーラス状である（本実施形態の図においては管状を示した）。ほかにも球体のランプ101も使用可能である。ただし、ノズルからのガス流が乱される形状のものは好ましくない。たとえば、球体のランプ101を複数使用する場合は、間隔を密に配置したり、間隔部分を埋めたりして、ガス流が乱れないようにすることが好ましい。

[0032] 図2を参照して、2つのノズルの取り付け位置について説明する。

[0033] ノズル位置を説明するために、円管状のランプ101を長手方向（軸方向）から見たときに、ここではランプ101中心と被処理物200との間を最短距離で結ぶ仮想の線を設定して、これを基準線とする。この基準線を中心線として、線対称となるように、図示右側を第1の側、左側を第2の側とす

る。第1ノズル110および第2ノズル120は、両方とも同じ側（ここでは第1の側）に設置している。設置する側は、被処理物200の移動方向との関係では、上流側でも下流側でもよい。

[0034] そして、第1ノズル110はランプ101に向けてガス（第1ガス流）を直接噴き付ける位置に設置され、第2ノズル120は被処理物200に向けてガス（第2ガス流）を直接噴き付ける位置に設置されている。

[0035] 第2ノズル120は、第1ノズル110よりも被処理物200に近い位置に設けられている。これにより、第1ノズル110からのガス噴射方向中心と第2ノズル120からのガス噴射方向中心が交差することはない。

[0036] 第1ノズル110および第2ノズル120とランプ101と位置関係は、第1ノズル110、第2ノズル120およびガス供給管103の大きさを加味して、ランプ101から照射された光をあまり遮らない位置に設置する。たとえば、被処理物200を移動させたときのランプ101との相対速度（以下単に相対速度という）を一定とした場合、被処理物表面が受ける積算光量（ J/cm^2 ）が、ノズル非設置の値をA、ノズル設置後の値をBとして、 $B/A \geq 0.8$ とすることが好ましい。つまり被処理物200が受ける光量が、ノズルを設置した場合に設置なかった場合と比較して80%以上確保できる位置とする。このようにすることで両ノズルを設置しなかった場合に比較して積算光量が極端に低下することがない。このため、ノズルを設置しない場合と比較して、移動速度を下げるなどの対応は不要であり、生産性に影響することはない。より好ましくは $B/A \geq 0.9$ 、さらに好ましくは $B/A \geq 0.95$ である。

[0037] 図2を参照してさらに具体的に説明する。ここでは第1ノズル110および第2ノズル120のそれぞれのガス噴射角度を表すために仮想線を設定した。仮想線は、第1ノズル110および第2ノズル120のそれぞれの噴射口から被処理物200方向へ基準線と平行に引いた平行線である。ここでは、第1ノズル110の噴射口から被処理物200方向へ基準線と平行に引いた線を第1平行線とし、第2ノズル120の噴射口から被処理物200方向

へ基準線と平行に引いた線を第2平行線とする。

[0038] 第1ノズル110のガス噴射方向と第1平行線とのなす角を α とする。なす角 α は、第1平行線からランプ101方向へ開く方向を正とする。このなす角 α は第1ノズル110のガス噴射角度となる。このなす角 α の許容範囲は、ランプ101の大きさ、およびランプ101と第1ノズル110との距離によって異なる。つまり、なす角 α の許容範囲は、ランプ101の大きさが同じであれば、ランプ101と第1ノズル110との距離が短ければなす角 α の許容範囲は大きくなり、距離が長ければなす角 α の許容範囲は小さくなる。

[0039] たとえば、ランプ101に近い位置に第1ノズル110を設置するとすれば、なす角 $\alpha = 60$ 度程度であれば、第1ノズル110からのガス噴射方向中心をランプ101方向に向けることができる。また、ランプ101から離して第1ノズル110を設置するとすれば、なす角 $\alpha = 120$ 度としてもよい。このような角度範囲であれば第1ノズル110からのガス噴射方向中心がランプ101方向を向くようになる。すなわち、このような角度範囲であれば、照射される光を遮ることのない位置に第1ノズル110を設置して、第1ノズル110から噴射されたガスをランプ101方向へ直接噴き付けることができる。しかも、ランプ管面に沿った層流を生み出すことができる。

[0040] 第2ノズル120のガス噴射方向と第2平行線とのなす角を β とする。なす角 β は第2平行線からランプ101方向へ開く方向を正とする。このなす角 β は第2ノズル120のガス噴射角度となる。なす角 β は、好ましくは、0度を超えて90度以下である。この角度範囲であれば、第2ノズル120から噴射されたガスを被処理物200方向へ直接噴き付けることができると共に、照射される光を遮ることなく、第2ノズル120を設置することができ、ランプ101と被処理物200との間に層流を生み出すことができる。より好ましくは20度以上90度以下であり、この角度範囲とすることで、ランプ101と被処理物200との間で、被処理物200近傍に層流を生み出すことができる。

- [0041] 各ノズルからのガス流量は、ランプ101と被処理物200との間に2つのガス流を作り出すことができればよく、特に限定されない。したがって、あまりにも流量が少ないと、ガス流を作り出すことができない。一方、不必要に多すぎても、ガス消費量に対するランプ汚れ抑制効果は向上しなくなるため意味はない。このような観点から、第1ノズル110および第2ノズル120のそれぞれのガス流量は、ランプ101の発光有効長（幅）1mあたり換算で、0.02~4.0 (m³/min) 程度であることが好ましい。なお、第1ノズル110および第2ノズル120のそれぞれのガス流量は、できるだけ同じにすることが好ましい。これは、一方のノズルからのガス流量が多すぎると、バランスが悪く2つのガス流をうまく形成できないからである。たとえば一方を100%とすれば、他方は50%以上とすることが好ましく、より好ましくは、両者のガス流量を同じにすることである。
- [0042] 第1ノズル110および第2ノズル120は、ランプ101の長手方向に対して垂直にガスを噴射する方向としている。
- [0043] 第1ノズル110および第2ノズル120のガス噴射口の形状について説明する。図3はノズルのガス噴射口を説明するための概略斜視図である。この図は、被処理物側からランプ方向を見た概略斜視図である。
- [0044] 第1ノズル110および第2ノズル120は、図3に示すように、それぞれランプ長手方向に（発光有効長）の全長にわたる長方形の1つの開口を有する。つまり、ノズルの噴射口だけを見ればスリット状に見える形状である。このようなスリット状の1つの開口を有するノズルであれば、第1ノズル110はランプ管面に略一様な流量でガスを噴射することができる。同様に第2ノズル120は被処理物に略一様な流量でガスを噴射することができる。このことから第1ノズル110および第2ノズル120は、それぞれ1つスリット状の開口とする形態が最も好ましい。
- [0045] 各ノズルのランプ長手方向と直交する方向の噴射拡散角度（いわゆるスプレー角）は、広がる形状にする必要はなく、0~45度程度で十分である。一方、ランプ長手方向のスプレー角（スリットの長手方向端部のガス拡散）

はあってもなくてもよい。このためランプ長手方向のスプレー角はたとえば0～45度程度でよい。

[0046] なお、ガス配管103aおよび103bは一つのスリット状の開口を有する第1ノズル110および第2ノズル120に対して複数設けている（図1参照）。ガス配管103aおよび103bの数は、ランプ長手方向の長さによって異なり特に限定されない。たとえば1本のガス配管を用いてスリット状の開口のノズルにより略一様な流量でガスを噴射するようにしてもよい。またたとえば、ランプの長手方向の長さが長い場合には、それに合わせて数本から数十本のガス配管を用いてもよい。

[0047] このスリット状の開口から噴射するガス流量のバラツキは、一定の範囲内にすることが好ましい。たとえば最もガス流量が多い位置の流量を100%としたとき、最少ガス流量となっている位置でも50%以上となるようにすることが好ましい。より好ましくは最少ガス流量が80%以上となるようにすることである。

[0048] また、各ノズル110および120のそれぞれの幅（ランプ101の発光有効長の方向にガスを噴射する領域）は、ランプ101の発光有効長を100%としたときに、80%以上にすることが好ましい。このような範囲とすることでランプ101の発光有効長の全長にわたり、ランプ汚れ抑制の効果が得られる。

[0049] 一方、各ノズル110および120のそれぞれの開口高さ（ランプ101の発光有効長と直交する方向）は、たとえば0.05～2mm、好ましくは0.1～1mmである。このような開口高さとすることで、第1ノズル110および第2ノズル120は、それぞれランプ方向、被処理物方向に層流（詳細後述）を作り出すようにガスを噴射させることができる。

[0050] 第1ノズル110および第2ノズル120のガス噴射口の他の形状について説明する。図4は、他のノズルのガス噴射口を説明するための概略斜視図である。この図は、被処理物側からランプ方向を見た概略斜視図である。

[0051] 第1ノズル110および第2ノズル120は、図4に示すように、それぞれ

れ独立した複数のノズルからなってもよい。つまり、第1ノズル110はノズル1101~1107からなり、第2ノズル120はノズル1201~1207からなるようにする。それぞれのノズル1101~1107とノズル1201~1207の開口はランプ101の長手方向が長径となった楕円形である。

[0052] ノズル1101~1107とノズル1201~1207の設置数は発光有効長さにわたり略一様な流量でガスを噴射することができるように設置すればよい。このために、スリット状の場合と同様に、複数のノズル1101~1107とノズル1201~1207は、ランプ101の発光有効長の80%以上にガスを噴き付けることができる設置数にする。また、この場合の噴射するガス流量のバラツキも、スリット状の場合と同様に、たとえば最もガス流量が多い位置の流量を100%としたとき、最少ガス流量となっている位置でも50%以上となるようにすることが好ましい。より好ましくは最少ガス流量が80%以上となるようにする。

[0053] ノズル1101~1107とノズル1201~1207における一つひとつのノズルのガス噴射拡散角度（スプレー角度）は、たとえば、ランプ長手方向においては多少広がりがあるようにする。これにより上記のガス流量のバラツキを抑える。たとえば、一つひとつのノズルのスプレー角は5~120度程度とすることが好ましい。これによりランプ101の発光有効長の全長にわたり、略一様な流量でガスを噴射することができる。なお、ランプ長手方向と交差する方向のスプレー角は、スリット状の場合と同様に0~45度程度で十分である。

[0054] なお、個々のノズルの開口形状は、ここでは楕円形の場合を示したが、たとえば円形や矩形の開口を有するようにしてもよい。

[0055] さらにガス噴射部の別の形態について説明する。たとえばノズルに代えてガス流の方向を変えるガス流方向変更板を使用してもよい。図5はガス流の方向を変えるガス流方向変更板を用いた例を示す側面図である。

[0056] 図5に示すように、ガス流方向変更板を用いる場合は、ガス配管103a

および103bを設ける。ガス配管103aおよび103bは、いずれも直管で被処理物方向（図示下方向）に開口がある。そしてガス配管103aの開口部分に第1ガス流方向変更板111、ガス配管103bの開口部分に第2ガス流方向変更板121を設ける。第1ガス流方向変更板111は第1ガス噴射部であり、第2ガス流方向変更板121は第2ガス噴射部である。

[0057] 第1ガス流方向変更板111は、ガス配管103aからのガスをランプ101へ直接噴き付ける方向に変更する。この第1ガス流方向変更板111は、板状の部材を第1ノズル110の場合と同様の角度に取り付けることで、ガス配管103aからのガスをランプ101へ直接噴き付けることができる。第2ガス流方向変更板121は、ガス配管103bからのガスを被処理物200へ直接噴き付ける方向に変更する。この第2ガス流方向変更板121は、板状の部材を第2ノズル120の場合と同様の角度に取り付けることで、ガス配管103bからのガスを被処理物200へ直接噴き付けることができる。

[0058] このような第1ガス流方向変更板111および第2ガス流方向変更板121は、ランプ101の長手方向に複数設けたガス配管103aに対して、長手方向に1枚物の第1ガス流方向変更板111、同様にランプ101の長手方向に複数設けたガス配管103bに対して、長手方向に1枚物の第2ガス流方向変更板121を設けることが好ましい。これにより、ランプ101の発光有効長の全長にわたり略一様な流量でガスを噴射することができる。

[0059] また、各ガス配管103aおよび103bにそれぞれ分離した第1ガス流方向変更板111および第2ガス流方向変更板121を設けてもよい。もちろんこのようにした場合も、ランプ101の発光有効長の全長にわたり略一様な流量でガスを噴射できるように、第1ガス流方向変更板111および第2ガス流方向変更板121を設ける。

[0060] このようにガス流の方向を変える第1ガス流方向変更板111および第2ガス流方向変更板121を用いても、ノズル同様の設置位置と角度とすることで、ランプ管面の汚染を抑制することができる。なお、図5は、図2とは

逆の位置に第1ガス流方向変更板111および第2ガス流方向変更板121が来るように描いたものである。第1ガス流方向変更板111および第2ガス流方向変更板121は、ランプ101に対してどちら側に配置してもよい。もちろん上述した第1ノズル110および第2ノズル120も同様にランプ101に対してどちら側に配置してもよい。

[0061] 各ガス噴射部の形状や形態は図3～5に示したもののほかにも、発光有効長の全長にわたり略一様な流量でガスを噴射することができる形状であればどのような形状でもよく、限定されない。

[0062] 第1ノズル110および第2ノズル120による作用を説明する。図6はノズルによる作用を説明するための側面図である。なお、ガス流方向変更板を用いた場合も同様の作用である。

[0063] 第1ノズル110は、ランプ101に直接ガスを噴き付けることで、ランプ管面の近傍に層流（矢印aで示した第1ガス流）を生み出す。この第1ガス流aはランプ管面近くに到来した昇華物（その他の飛散物を含む。以下同様）をランプ管面近傍から排除して、ランプ管面に付着するのを抑制する。

[0064] 第2ノズル120は、被処理物200方向へ直接ガスを噴き付けることで、被処理物200の表面近傍に層流（矢印bで示した第2ガス流）を生み出す。この第2ガス流bは舞い上がった昇華物をいち早く吹き流して、ランプ近くへ飛来することを抑制する。なお、第2ノズル120が噴射するガスが被処理物200の表面上から昇華物を舞い上げてしまう可能性もあるが、一方向から噴き付けることで舞い上がった昇華物は一定方向に流れる層流によって排除することができる。また、昇華物が仮にランプ近くまで飛来したとしても、第1ノズル110による層流がランプ管面への付着を防止するのである。

[0065] 次に、被処理物200について説明する。

[0066] 本実施形態における被処理物200は、基材上に、たとえば紫外線照射によって硬化するケイ素酸化物前駆体またはケイ素酸窒化物前駆体を含むシート状、帯状、または板状の部材である。このような部材には、たとえばガス

バリア性フィルムがある。ガスバリア性フィルムは、フィルム基材上にケイ素酸化物前駆体またはケイ素酸窒化物前駆体が塗布されていて、紫外線照射によってケイ素酸化物前駆体またはケイ素酸窒化物前駆体が硬化することで改質されてガスバリア効果が付与される。ガスバリア性フィルムは、たとえば、有機EL素子、液晶表示素子（LCD）、薄膜トランジスタ、タッチパネル、電子ペーパー、太陽電池（PV）等の電子デバイスに広く利用されている。

[0067] ガスバリア性フィルムの具体例を説明する。ガスバリア性フィルムに用いられるフィルム基材としては、たとえば、シリコン等の金属基板、ガラス基板、セラミックス基板、プラスチックフィルム等が挙げられるが、好ましくはプラスチックフィルムが用いられる。用いられるプラスチックフィルムは、ガスバリア膜、ハードコート層等を保持できるフィルムであれば材質、厚み等に特に制限はなく、使用目的等に応じて適宜選択することができる。前記プラスチックフィルムとしては、具体的には、ポリエステル樹脂、メタクリル樹脂、メタクリル酸-マレイン酸共重合体、ポリスチレン樹脂、透明フッ素樹脂、ポリアミド、フッ素化ポリアミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、セルロースアシレート樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリカーボネート樹脂、脂環式ポリオレフィン樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリスルホン樹脂、シクロオレフィンコポリマー、フルオレン環変性ポリカーボネート樹脂、脂環変性ポリカーボネート樹脂、フルオレン環変性ポリエステル樹脂、アクリロイル化合物などの熱可塑性樹脂が挙げられる。

[0068] ガスバリア性フィルムを有機EL素子等の電子デバイスの基板として使用する場合は、フィルム基材は耐熱性を有する素材からなることが好ましい。具体的には、線膨張係数が15 ppm/K以上100 ppm/K以下で、かつガラス転移温度（Tg）が100℃以上300℃以下の樹脂フィルム基材が使用される。該樹脂フィルム基材は、電子部品用途、ディスプレイ用積層

フィルムとしての必要条件を満たしている。これらの用途にガスバリア性フィルムを用いる場合、ガスバリア性フィルムは、150℃以上の工程に曝されることがある。この場合、ガスバリア性フィルムにおけるフィルム基材の線膨張係数が100 ppm/Kを超えると、ガスバリア性フィルムを前記のような温度の工程に流す際に基板寸法が安定せず、熱膨張および収縮に伴い、遮断性性能が劣化する不都合や、熱工程に耐えられないという不具合が生じやすくなる。15 ppm/K未満では、フィルムがガラスのように割れてしまいフレキシビリティが劣化する場合がある。

[0069] フィルム基材のT_gや線膨張係数は、添加剤などによって調整することができる。フィルム基材として用いることができる熱可塑性樹脂のより好ましい具体例としては、たとえば、ポリエチレンテレフタレート（PET：70℃）、ポリエチレンナフタレート（PEN：120℃）、ポリカーボネート（PC：140℃）、脂環式ポリオレフィン（たとえば日本ゼオン株式会社製、ゼオノア（登録商標）1600：160℃）、ポリアリレート（PAR：210℃）、ポリエーテルスルホン（PES：220℃）、ポリスルホン（PSF：190℃）、シクロオレフィンコポリマー（COC：特開2001-150584号公報に記載の化合物：162℃）、ポリイミド（たとえば三菱ガス化学株式会社製、ネオプリム（登録商標）：260℃）、フルオレン環変性ポリカーボネート（BCF-PC：特開2000-227603号公報に記載の化合物：225℃）、脂環変性ポリカーボネート（IP-PC：特開2000-227603号公報に記載の化合物：205℃）、アクリロイル化合物（特開2002-80616号公報に記載の化合物：300℃以上）等が挙げられる（括弧内はT_gを示す）。

[0070] さらにこのようなガスバリア性フィルムは、偏光板と組み合わせて使用されるものがある。偏光板と組み合わる場合は、ガスバリア性フィルムのガスバリア膜がセルの内側に向くようにし、最も内側に（素子に隣接して）配置することが好ましい。このとき、偏光板よりセルの内側にガスバリア性フィルムが配置されることになるため、ガスバリア性フィルムのレターデーショ

ン値が重要になる。このような態様でのガスバリア性フィルムの使用形態は、レターデーション値が10nm以下のフィルム基材を用いたガスバリア性フィルムと円偏光板（1/4波長板＋（1/2波長板）＋直線偏光板）を積層して使用するか、あるいは1/4波長板として使用可能な、レターデーション値が100nm～180nmのフィルム基材を用いたガスバリア性フィルムに直線偏光板を組み合わせて用いるのが好ましい。

[0071] レターデーションが10nm以下のフィルム基材としては、たとえば、セルローストリアセテート（富士フィルム株式会社製：フジタック（登録商標））、ポリカーボネート（帝人化成株式会社製：ピュアエース（登録商標））、株式会社カネカ製：エルメック（登録商標）、シクロオレフィンポリマー（JSR株式会社製：アートン（登録商標）、日本ゼオン株式会社製：ゼオノア（登録商標））、シクロオレフィンコポリマー（三井化学株式会社製：アペル（登録商標）（ペレット）、ポリプラスチック株式会社製：トパス（登録商標）（ペレット）、ポリアリレート（ユニチカ株式会社製：U100（ペレット））、透明ポリイミド（三菱ガス化学株式会社製：ネオプリム（登録商標））等を挙げることができる。

[0072] また1/4波長板としては、上記のフィルム基材を適宜延伸することで所望のレターデーション値に調整したフィルム基材を用いることができる。

[0073] また、ガスバリア性フィルムは、有機EL素子等の電子デバイスとして利用されることから、プラスチックフィルムは透明であることが好ましい。すなわち、光線透過率が通常80%以上、好ましくは85%以上、さらに好ましくは90%以上である。光線透過率は、JIS K7105：1981に記載された方法、すなわち積分球式光線透過率測定装置を用いて全光線透過率および散乱光量を測定し、全光線透過率から拡散透過率を引いて算出することができる。ただし、ガスバリア性フィルムをディスプレイ用途に用いる場合であっても、観察側に設置しない場合などは必ずしも透明性が要求されない。したがって、このような場合は、プラスチックフィルムとして不透明な材料を用いることもできる。不透明な材料としては、たとえば、ポリイミ

ド、ポリアクリロニトリル、公知の液晶ポリマーなどが挙げられる。

[0074] ガスバリア性フィルムの基材として用いられるプラスチックフィルムの厚みは、用途によって適宜選択されるため特に制限がないが、典型的には1～800 μm であり、好ましくは10～200 μm である。これらのプラスチックフィルムは、透明導電層、プライマー層等の機能層を有していてもよい。機能層については、上述したもののほか、特開2006-289627号公報の段落番号0036～0038に記載されているものを好ましく採用できる。

[0075] 基材は、表面の平滑性が高いものが好ましい。表面の平滑性としては、平均表面粗さ(Ra)が2nm以下であるものが好ましい。下限は特にないが、実用上、0.01nm以上である。必要に応じて、基材の両面、少なくともガスバリア膜を設ける側を研磨し、平滑性を向上させておいてもよい。

[0076] また、上記に挙げた樹脂等を用いた基材は、未延伸フィルムでもよく、延伸フィルムでもよい。

[0077] 次に、ケイ素酸化物前駆体およびケイ素酸窒化物前駆体について説明する。

[0078] ケイ素酸化物前駆体またはケイ素酸窒化物前駆体（以下、単に前駆体とも称する）の具体的な例としては、たとえば、パーヒドロポリシラザン、オルガノポリシラザン、シルセスキオキサン、テトラメチルシラン、トリメチルメトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、トリメチルエトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、テトラメトキシシラン、テトラメトキシシラン、ヘキサメチルジシロキサン、ヘキサメチルジシラザン、1,1-ジメチル-1-シラシクロブタン、トリメチルビニルシラン、メトキシジメチルビニルシラン、トリメトキシビニルシラン、エチルトリメトキシシラン、ジメチルジビニルシラン、ジメチルエトキシエチニルシラン、ジアセトキシジメチルシラン、ジメトキシメチル-3,3,3-トリフルオロプロピルシラン、3,3,3-トリフルオロプロピルトリメトキシシラン、アリールトリメトキシシラン、エト

キシジメチルビニルシラン、アリールアミノトリメトキシシラン、N-メチル-N-トリメチルシリルアセトアミド、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、メチルトリビニルシラン、ジアセトキシメチルビニルシラン、メチルトリアセトキシシラン、アリールオキシジメチルビニルシラン、ジエチルビニルシラン、ブチルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルジメチルエトキシシラン、テトラビニルシラン、トリアセトキシビニルシラン、テトラアセトキシシラン、3-トリフルオロアセトキシプロピルトリメトキシシラン、ジアリールジメトキシシラン、ブチルジメトキシビニルシラン、トリメチル-3-ビニルチオプロピルシラン、フェニルトリメチルシラン、ジメトキシメチルフェニルシラン、フェニルトリメトキシシラン、3-アクリロキシプロピルジメトキシメチルシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、ジメチルイソペンチロキシビニルシラン、2-アリールオキシエチルチオメトキシトリメチルシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-アリールアミノプロピルトリメトキシシラン、ヘキシルトリメトキシシラン、ヘプタデカフルオロデシルトリメトキシシラン、ジメチルエチキシフェニルシラン、ベンゾイロキシトリメチルシラン、3-メタクリロキシプロピルジメトキシメチルシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-イソシアネートプロピルトリエトキシシラン、ジメチルエトキシ-3-グリシドキシプロピルシラン、ジブトキシジメチルシラン、3-ブチルアミノプロピルトリメチルシラン、3-ジメチルアミノプロピルジエトキシメチルシラン、2-(2-アミノエチルチオエチル)トリエトキシシラン、ビス(ブチルアミノ)ジメチルシラン、ジビニルメチルフェニルシラン、ジアセトキシメチルフェニルシラン、ジメチル-p-トリルビニルシラン、p-スチリルトリメトキシシラン、ジエチルメチルフェニルシラン、ベンジルジメチルエトキシシラン、ジエトキシメチルフェニルシラン、デシルメチルジメトキシシラン、ジエトキシ-3-グリシドキシプロピルメチルシラン、オクチロキシトリメチルシラン、フェニルトリビニルシラン、テトラアリールオキシシラン、ドデシルトリメチルシラン、ジアリールメチ

ルフェニルシラン、ジフェニルメチルビニルシラン、ジフェニルエトキシメチルシラン、ジアセトキシジフェニルシラン、ジベンジルジメチルシラン、ジアリールジフェニルシラン、オクタデシルトリメチルシラン、メチルオクタデシルジメチルシラン、ドコシルメチルジメチルシラン、1, 3-ジビニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン、1, 3-ジビニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシラザン、1, 4-ビス(ジメチルビニルシリル)ベンゼン、1, 3-ビス(3-アセトキシプロピル)テトラメチルジシロキサン、1, 3, 5-トリメチル-1, 3, 5-トリビニルシクロトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(3, 3, 3-トリフルオロプロピル)-1, 3, 5-トリメチルシクロトリシロキサン、オクタメチルシクロテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラエトキシ-1, 3, 5, 7-テトラメチルシクロテトラシロキサン、デカメチルシクロペンタシロキサン等を挙げることができる。これら前駆体は、単独でもまたは2種以上組み合わせても用いることができる。

[0079] 上記シルセスキオキサンとしては、たとえば、Mayaterials製 Q8シリーズのOctakis(tetramethylammonium)pentacyclo-octasiloxane-octakis(yloxide)hydrate; Octa(tetramethylammonium)silsesquioxane、Octakis(dimethylsiloxy)octasilsesquioxane、Octa[[3-[(3-ethyl-3-oxetanyl)methoxy]propyl]dimethylsiloxy]octasilsesquioxane; Octaallyloxetane silsesquioxane、Octa[(3-Propylglycidylether)dimethylsiloxy]silsesquioxane; Octakis[[3-(2,3-epoxypropoxy)propyl]dimethylsiloxy]octasilsesquioxane、Octakis[[2-(3,4-epoxycyclohexyl)ethyl]d

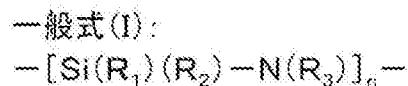
dimethylsiloxy] octasilsesquioxane、Octakis [2-(vinyl) dimethylsiloxy] silsesquioxane; Octakis (dimethylvinylsiloxy) octasilsesquioxane、Octakis [(3-hydroxypropyl) dimethylsiloxy] octasilsesquioxane、Octa [(methacryloylpropyl) dimethylsilyloxy] silsesquioxane、Octakis [(3-methacryloxypropyl) dimethylsiloxy] octasilsesquioxane、および有機基を含まない水素化シルセスキオキサン等が挙げられる。

[0080] これら前駆体の中でも、成膜性、クラック等の欠陥が少ないこと、残留有機物の少なさの点で、パーヒドロポリシラザン、オルガノポリシラザン等のポリシラザン；シルセスキオキサン等のポリシロキサン等が好ましく、ガスバリア性能が高く、屈曲時および高温高湿条件下であってもバリア性能が維持されることから、ポリシラザンがより好ましく、パーヒドロポリシラザンが特に好ましい。

[0081] ポリシラザンとは、ケイ素-窒素結合を有するポリマーであり、Si-N、Si-H、N-H等の結合を有し、かつSiO₂、Si₃N₄、および両方の中間固溶体SiO_xN_y等の前駆体となる無機ポリマーである。

[0082] 具体的には、ポリシラザンは、好ましくは下記の構造を有する。

[0083] [化1]



[0084] 上記一般式 (I) において、R₁、R₂およびR₃は、それぞれ独立して、水素原子、置換または非置換の、アルキル基、アリール基、ビニル基または（トリアルコキシシリル）アルキル基である。この際、R₁、R₂およびR₃は、それぞれ、同じであってもあるいは異なるものであってもよい。ここで、アルキル基としては、炭素原子数1～8の直鎖、分岐鎖または環状のアルキル

基が挙げられる。より具体的には、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、2-エチルヘキシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などがある。また、アリール基としては、炭素原子数6~30のアリール基が挙げられる。より具体的には、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基などの非縮合炭化水素基；ペンタレニル基、インデニル基、ナフチル基、アズレニル基、ヘプタレニル基、ビフェニレニル基、フルオレニル基、アセナフチレニル基、プレイアデニル基、アセナフテニル基、フェナレニル基、フェナントリル基、アントリル基、フルオランテニル基、アセフェナントリレニル基、アセアントリレニル基、トリフェニレニル基、ピレニル基、クリセニル基、ナフタセニル基などの縮合多環炭化水素基が挙げられる。(トリアルコキシシリル)アルキル基としては、炭素原子数1~8のアルコキシ基で置換されたシリル基を有する炭素原子数1~8のアルキル基が挙げられる。より具体的には、3-(トリエトキシシリル)プロピル基、3-(トリメトキシシリル)プロピル基などが挙げられる。上記R₁~R₃に場合によって存在する置換基は、特に制限はないが、たとえば、アルキル基、ハロゲン原子、ヒドロキシル基(-OH)、メルカプト基(-SH)、シアノ基(-CN)、スルホ基(-SO₃H)、カルボキシル基(-COOH)、ニトロ基(-NO₂)などがある。なお、場合によって存在する置換基は、置換するR₁~R₃と同じとなることはない。たとえば、R₁~R₃がアルキル基の場合には、さらにアルキル基で置換されることはない。これらのうち、好ましくは、R₁、R₂およびR₃は、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、フェニル基、ビニル基、3-(トリエトキシシリル)プロピル基または3-(トリメトキシシリルプロピル)基である。

[0085] また、上記一般式(1)において、*n*は、整数であり、一般式(1)で表

される構造を有するポリシラザンが150～150,000 g／モルの数平均分子量を有するように定められることが好ましい。

[0086] 上記一般式(1)で表される構造を有する化合物において、好ましい態様の一つは、 R_1 、 R_2 および R_3 のすべてが水素原子であるパーヒドロポリシラザンである。

[0087] または、ポリシラザンとしては、下記一般式(11)で表される構造を有する。

[0088] [化2]

一般式(II):



[0089] 上記一般式(11)において、 $R_{1'}$ 、 $R_{2'}$ 、 $R_{3'}$ 、 $R_{4'}$ 、 $R_{5'}$ および $R_{6'}$ は、それぞれ独立して、水素原子、置換または非置換の、アルキル基、アリーール基、ビニル基または(トリアルコキシシリル)アルキル基である。この際、 $R_{1'}$ 、 $R_{2'}$ 、 $R_{3'}$ 、 $R_{4'}$ 、 $R_{5'}$ および $R_{6'}$ は、それぞれ、同じであってもあるいは異なるものであってもよい。上記における、置換または非置換の、アルキル基、アリーール基、ビニル基または(トリアルコキシシリル)アルキル基は、上記一般式(1)の定義と同様であるため、説明を省略する。

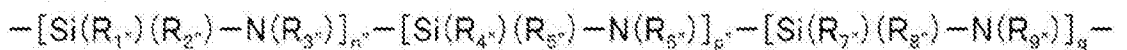
[0090] また、上記一般式(11)において、 n' および p は、整数であり、一般式(11)で表される構造を有するポリシラザンが150～150,000 g／モルの数平均分子量を有するように定められることが好ましい。なお、 n' および p は、同じであってもあるいは異なるものであってもよい。

[0091] 上記一般式(11)のポリシラザンのうち、 $R_{1'}$ 、 $R_{3'}$ および $R_{6'}$ が各々水素原子を表し、 $R_{2'}$ 、 $R_{4'}$ および $R_{5'}$ が各々メチル基を表す化合物； $R_{1'}$ 、 $R_{3'}$ および $R_{6'}$ が各々水素原子を表し、 $R_{2'}$ 、 $R_{4'}$ が各々メチル基を表し、 $R_{5'}$ がビニル基を表す化合物； $R_{1'}$ 、 $R_{3'}$ 、 $R_{4'}$ および $R_{6'}$ が各々水素原子を表し、 $R_{2'}$ および $R_{5'}$ が各々メチル基を表す化合物が好ましい。

[0092] または、ポリシラザンとしては、下記一般式(111)で表される構造を有する。

[0093] [化3]

一般式(III):



[0094] 上記一般式(III)において、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 、 R_8 および R_9 は、それぞれ独立して、水素原子、置換または非置換の、アルキル基、アリール基、ビニル基または(トリアルコキシシリル)アルキル基である。この際、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 、 R_8 および R_9 は、それぞれ、同じであってもあるいは異なるものであってもよい。上記における、置換または非置換の、アルキル基、アリール基、ビニル基または(トリアルコキシシリル)アルキル基は、上記一般式(III)の定義と同様であるため、説明を省略する。

[0095] また、上記一般式(III)において、 n 、 p および q は、整数であり、一般式(III)で表される構造を有するポリシラザンが150~1500, 000 g/モルの数平均分子量を有するように定められることが好ましい。なお、 n 、 p および q は、同じであってもあるいは異なるものであってもよい。

[0096] 上記一般式(III)のポリシラザンのうち、 R_1 、 R_3 および R_6 が各々水素原子を表し、 R_2 、 R_4 、 R_5 および R_8 が各々メチル基を表し、 R_9 が(トリエトキシシリル)プロピル基を表し、 R_7 がアルキル基または水素原子を表す化合物が好ましい。

[0097] 一方、そのSiと結合する水素原子部分の一部がアルキル基等で置換されたオルガノポリシラザンは、メチル基等のアルキル基を有することにより下地である基材との接着性が改善され、かつ硬くてもろいポリシラザンによるセラミック膜に韌性を持たせることができ、より(平均)膜厚を厚くした場合でもクラックの発生が抑えられる利点がある。このため、用途に応じて適宜、これらパーヒドロポリシラザンとオルガノポリシラザンを選択してよく、混合して使用することもできる。

[0098] パーヒドロポリシラザンは、直鎖構造と6および8員環を中心とする環構

造が存在した構造と推定されている。その分子量は数平均分子量（ M_n ）で約600～2000程度（ポリスチレン換算）で、液体または固体の物質があり、その状態は分子量により異なる。

[0099] ポリシラザンの別の例としては、以下に制限されないが、たとえば、上記ポリシラザンにケイ素アルコキシドを反応させて得られるケイ素アルコキシド付加ポリシラザン（特開平5-238827号公報）、グリシドールを反応させて得られるグリシドール付加ポリシラザン（特開平6-122852号公報）、アルコールを反応させて得られるアルコール付加ポリシラザン（特開平6-240208号公報）、金属カルボン酸塩を反応させて得られる金属カルボン酸塩付加ポリシラザン（特開平6-299118号公報）、金属を含むアセチルアセトナート錯体を反応させて得られるアセチルアセトナート錯体付加ポリシラザン（特開平6-306329号公報）、金属微粒子を添加して得られる金属微粒子添加ポリシラザン（特開平7-196986号公報）等の、低温でセラミック化するポリシラザンが挙げられる。

[0100] 以上のような前駆体は、塗膜を形成するための塗布液（以下、塗膜形成用塗布液とも称する）に調製される。調製に用いられる溶剤としては、前駆体を溶解できるものであれば特に制限されないが、前駆体と容易に反応してしまう水および反応性基（たとえば、ヒドロキシル基、あるいはアミン基等）を含まず、前駆体に対して不活性の有機溶剤が好ましく、非プロトン性の有機溶剤がより好ましい。具体的には、溶剤としては、非プロトン性溶剤；たとえば、ペンタン、ヘキサン、シクロヘキサン、トルエン、キシレン、ソルベッソ、ターベン等の、脂肪族炭化水素、脂環式炭化水素、芳香族炭化水素等の炭化水素溶媒；塩化メチレン、トリクロロエタン等のハロゲン炭化水素溶媒；酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル類；アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類；ジブチルエーテル、ジオキサン、テトラヒドロフラン等の脂肪族エーテル、脂環式エーテル等のエーテル類；たとえば、テトラヒドロフラン、ジブチルエーテル、モノーおよびポリアルキレングリコールジアシルエーテル（ジグライム類）などを挙げることができる。上記溶剤は、

前駆体の溶解度や溶剤の蒸発速度等の目的にあわせて選択され、単独で使用されてもまたは2種以上の混合物の形態で使用されてもよい。

[0101] 塗膜形成用塗布液における前駆体の濃度は、特に制限されず、ガスバリア膜の膜厚や塗布液のポットライフによっても異なるが、好ましくは1~80重量%、より好ましくは5~50重量%、さらに好ましくは10~40重量%である。

[0102] 塗膜形成用塗布液は、改質を促進するために、触媒を含有することが好ましい。適用可能な触媒としては、たとえば、N,N-ジエチルエタノールアミン、N,N-ジメチルエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリエチルアミン、3-モルホリノプロピルアミン、N,N,N',N'-テトラメチルー1,3-ジアミノプロパン、N,N,N',N'-テトラメチルー1,6-ジアミノヘキサン等のアミン化合物、Ptアセチルアセトナート等のPt化合物、プロピオン酸Pd等のPd化合物、Rhアセチルアセトナート等のRh化合物等の金属触媒、N-複素環式化合物、ピリジン、 α -ピコリン、 β -ピコリン、 γ -ピコリン、ピペリジン、ルチジン、ピリミジン、ピリダジン等のピリジン化合物、DBU(1,8-ジアザビシクロ[5.4.0]-7-ウンデセン)、DBN(1,5-ジアザビシクロ[4.3.0]-5-ノネン)、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、マレイン酸、ステアリン酸、等の有機酸、塩酸、硝酸、硫酸、過酸化水素等の無機酸等が挙げられる。これらのうち、アミン化合物を用いることが好ましい。この際添加する触媒の濃度としては、ポリシラザンを基準としたとき、好ましくは0.1~10重量%、より好ましくは0.5~7重量%の範囲である。触媒添加量をこの範囲とすることで、反応の急激な進行による過剰なシラノール形成、および膜密度の低下、膜欠陥の増大などを避けることができる。

[0103] 塗膜形成用塗布液には、必要に応じて下記に挙げる添加剤を用いることができる。たとえば、セルロースエーテル類、セルロースエステル類；たとえば、エチルセルロース、ニトロセルロース、セルロースアセテート、セルロースアセトブチレート等、天然樹脂；たとえば、ゴム、ロジン樹脂等、合成

樹脂；たとえば、重合樹脂等、縮合樹脂；たとえば、アミノプラスト、特に尿素樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、アルキド樹脂、アクリル樹脂、ポリエステルもしくは変性ポリエステル、エポキシド、ポリイソシアネートもしくはブロック化ポリイソシアネート、ポリシロキサン等である。

[0104] 塗膜形成用塗布液を塗布する方法としては、従来公知の適切な湿式塗布方法が採用され得る。具体例としては、スピンコート法、ロールコート法、フローコート法、インクジェット法、スプレーコート法、プリント法、ディップコート法、流延成膜法、バーコート法、グラビア印刷法等が挙げられる。

[0105] 塗布厚さは、目的に応じて適切に設定され得る。たとえば、ガスバリア膜1層当たりの塗布厚さは、乾燥後の厚さが5～500nm程度であることが好ましく、10～400nmであることがより好ましい。膜厚が5nm以上であれば十分なバリア性を得ることができ、500nm以下であれば、塗膜形成時に安定した塗布性を得ることができ、かつ高い光線透過性を実現できる。

[0106] 塗布液を塗布した後は、塗膜を乾燥させることが好ましい。塗膜を乾燥することによって、塗膜中に含有される有機溶媒を除去することができる。この際、塗膜に含有される有機溶媒は、すべてを乾燥させてもよいが、一部残存させていてもよい。一部の有機溶媒を残存させる場合であっても、好適なガスバリア膜が得られうる。なお、残存する溶媒は後に除去されうる。

[0107] 塗膜の乾燥温度は、適用する基材によっても異なるが、50～200℃であることが好ましい。たとえば、ガラス転移温度(T_g)が70℃のポリエチレンテレフタレート基材を基材として用いる場合には、乾燥温度は、熱による基材の変形等を考慮して150℃以下に設定することが好ましい。上記温度は、ホットプレート、オーブン、ファーネスなどを使用することによって設定されうる。乾燥時間は短時間に設定することが好ましく、たとえば、乾燥温度が150℃である場合には30分以内に設定することが好ましい。また、乾燥雰囲気は、大気雰囲気下、窒素雰囲気下、アルゴン雰囲気下、真空雰囲気下、酸素濃度をコントロールした減圧雰囲気下等のいずれの条件で

あってもよい。

[0108] 上部塗膜形成用塗布液を塗布して得られた塗膜は、改質処理前または改質処理中に水分を除去する工程を含んでもよい。水分を除去する方法としては、低湿度環境を維持して除湿する形態が好ましい。低湿度環境における湿度は温度により変化するので、温度と湿度の関係は露点温度の規定により好ましい形態が示される。好ましい露点温度は4℃以下（温度25℃／湿度25％）で、より好ましい露点温度は−5℃（温度25℃／湿度10％）以下であり、維持される時間はガスバリア膜の膜厚によって適宜設定することが好ましい。ガスバリア膜の膜厚が1.0μm以下の条件においては、露点温度は−5℃以下で、維持される時間は1分以上であることが好ましい。なお、露点温度の下限は特に制限されないが、通常、−50℃以上であり、−40℃以上であることが好ましい。改質処理前、あるいは改質処理中に水分を除去することによって、ガスバリア膜の脱水反応を促進する観点から好ましい形態である。

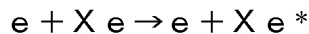
[0109] 好ましい前駆体であるポリシラザンは、有機溶媒に溶解した溶液状態で市販されており、市販品をそのまま塗膜形成用塗布液として使用することができる。ポリシラザン溶液の市販品としては、メルクパフォーマンスマテリアルズ社製のNN120-10、NN120-20、NAX120-20、NN110、NN310、NN320、NL110A、NL120A、NL120-20、NL150A、NP110、NP140、SP140等が挙げられる。

[0110] 上記前駆体を塗布した後、硬化させるために、本実施形態に係る光照射装置を用いて紫外線を照射することにより行う。たとえばケイ素酸化物またはケイ素酸窒化物内の原子間結合力より大きい、200nm未満の波長成分の光エネルギーを用い、好ましくは100~180nmの波長成分を含む紫外光を用い、原子の結合を光量子プロセスと呼ばれる光子のみの作用により、直接切断しながら活性酸素やオゾンによる酸化反応を進行させることで、比較的低温（約200℃以下）で、ケイ素酸化物膜および／またはケイ素酸窒

化物膜の形成を行う。

[0111] このような紫外光源としては、200 nm未満の波長成分を含む紫外光を発生させるものであればよい。好適にはエキシマラジエータ（たとえば、約172 nmに最大放射を有するXeエキシマランプや約193 nmに最大放射を有するArFエキシマランプ、約161 nmに最大放射を有するArBrエキシマランプ等のエキシマランプ）、約185 nmおよび254 nmに輝線を有する低圧水銀ランプやアマルガムランプ、重水素ランプ、約156 nmと約165 nmに強い輝線を有する一酸化炭素を用いたランプ（たとえば特開2010-135162公報）などが用いられる。

[0112] これら紫外光源の中でも、希ガスエキシマランプが特に好ましく用いられる。Xe、Kr、Ar、Ne等の希ガスの原子は化学的に結合して分子を作らないため、不活性ガスと呼ばれる。しかし、放電等によりエネルギーを得た希ガスの原子（励起原子）は他の原子と結合して分子を作ることができる。希ガスがキセノンの場合には、



$Xe^* + Xe + Xe \rightarrow Xe_2^* + Xe$ となり、励起されたエキシマ分子である Xe_2^* が基底状態に遷移するとき172 nmのエキシマ光を発光する。

[0113] エキシマランプの特徴としては、放射が一つの波長に集中し、必要な光以外がほとんど放射されないので効率が高いことが挙げられる。また、余分な光が放射されないので、対象物の温度を低く保つことができる。さらには始動・再始動に時間を要さないので、瞬時の点灯点滅が可能である。

[0114] エキシマ発光を得るには、誘電体バリア放電を用いる方法が知られている。誘電体バリア放電とは、両電極間に誘電体（エキシマランプの場合は透明石英）を介してガス空間を配し、電極に数10 kHzの高周波高電圧を印加することによりガス空間に生じる、雷に似た非常に細いマイクロ放電（micro discharge）と呼ばれる放電で、マイクロ放電のストリーマが管壁（誘電体）に達すると誘電体表面に電荷が溜まるため、マイクロ放電は消滅する。このマイクロ放電が管壁全体に広がり、生成・消滅を繰り返

している放電である。このため肉眼でもわかる光のチラツキを生じる。また、非常に温度の高いストリーマが局所的に直接管壁に達するため、管壁の劣化を早める可能性もある。

[0115] 効率よくエキシマ発光を得る方法としては、誘電体バリア放電以外には無電極電界放電でも可能である。

[0116] 容量性結合による無電極電界放電で、別名高周波放電（RF（Radio Frequency）放電）とも呼ばれる。ランプ101と電極およびその配置は、基本的には誘電体バリア放電と同じでよいが、両極間に印加される高周波は数MHzで点灯される。無電極電界放電はこのように空間的にまた時間的に一様な放電が得られるため、チラツキがない長寿命のランプ101が得られる。

[0117] 誘電体バリア放電の場合は、マイクロ放電が電極間のみで生じるため、放電空間全体で放電を行わせるには外側の電極は外表面全体を覆い、かつ外部に光を取り出すために光を透過するものでなければならない。このため細い金属線を網状にした電極が用いられる。この電極は光を遮らないようにできるだけ細い線が用いられるため、酸素雰囲気中では真空紫外光により発生するオゾン等により損傷しやすい。

[0118] これを防ぐためにはランプ101の周囲、すなわち照射装置内を窒素等の不活性ガスの雰囲気にし、合成石英の窓を設けて照射光を取り出す必要が生じる。合成石英の窓は高価な消耗品であるばかりでなく、光の損失も生じる。

[0119] 二重円筒型ランプは外径が25mm程度であるため、ランプ軸の直下とランプ側面では照射面までの距離の差が無視できず、照度に大きな差を生じる。したがって仮にランプ101を密着して並べても、一様な照度分布が得られない。合成石英の窓を設けた照射装置にすれば酸素雰囲気中の距離を一様にでき、一様な照度分布が得られる。

[0120] 無電極電界放電を用いた場合には、外部電極を網状にする必要はない。ランプ外面の一部に外部電極を設けるだけでグロー放電は放電空間全体に広が

る。外部電極には、通常アルミのブロックで作られた光の反射板を兼ねた電極がランプ背面に使用される。しかし、ランプ101の外径は誘電体バリア放電の場合と同様に大きいため一様な照度分布にするためには合成石英が必要となる。

[0121] これら合成石英の窓を用いた場合は、合成石英の窓がランプ管面ということになる。したがって、昇華物などにより汚染されると、この合成石英の窓の洗浄または交換が必要となる。

[0122] 細管エキシマランプの最大の特徴は、構造がシンプルなことである。石英管の両端を閉じ、内部にエキシマ発光を行うためのガスを封入しているだけである。したがって、非常に安価な光源を提供できる。

[0123] 二重円筒型ランプは、内外管の両端を接続して閉じる加工をしているため、細管ランプに比べ取り扱いや輸送で破損しやすい。細管ランプの管の外径は6~12mm程度で、あまり太いと始動に高い電圧が必要になる。

[0124] 放電の形態は、誘電体バリア放電でも無電極電界放電のいずれでも使用できる。電極の形状はランプ101に接する面が平面であってもよいが、ランプ101の曲面に合わせた形状にすればランプ101をしっかり固定できると共に、電極がランプ101に密着することにより放電がより安定する。また、アルミで曲面を鏡面にすれば光の反射板にもなる。

[0125] 希ガスエキシマランプのうち、Xeエキシマランプは、波長の短い172nmの紫外光を単一波長で放射することから、発光効率に優れている。この光は、酸素の吸収係数が大きいため、微量な酸素でラジカルな酸素原子種やオゾンを高濃度で発生させることができる。

[0126] また、波長の短い172nmの光のエネルギーは、有機物の結合を解離させる能力が高いことが知られている。この活性酸素やオゾンと紫外線放射が持つ高いエネルギーによって、短時間で塗膜の改質を実現できる。

[0127] エキシマランプは光の発生効率が高いため、低い電力の投入で点灯させることが可能である。また、光による温度上昇の要因となる波長の長い光は発せず、紫外線領域で、すなわち短い波長でエネルギーを照射するため、解射

対象物の表面温度の上昇が抑えられる特徴を持っている。このため、熱の影響を受けやすいとされるPETなどのフレキシブルフィルム材料に適している。

[0128] 本実施形態に係る光照射装置100においても、これら誘電体バリア放電や無電極電界放電によるランプ101が好適に用いられる。

[0129] 照射時の反応には、酸素が必要であるが、200nm以下の波長成分を含む紫外光は、酸素による吸収があるため効率が低下しやすいことから、照射は可能な限り酸素濃度および水蒸気濃度の低い状態で行うことが好ましい。すなわち、照射時の酸素濃度は、0.01~5体積%であることが好ましく、0.01~1体積%であることがより好ましく、0.01~0.5体積%であることがさらに好ましい。この範囲であれば、塗膜の改質が十分に進み、また酸素による紫外光の吸収も抑制されることから、オゾンの発生も抑制され、得られるガスバリア性フィルムの損傷も抑えられる。

[0130] 紫外光照射時に用いられる、照射雰囲気を満たすガスとしては乾燥不活性ガスとすることが好ましく、特にコストの観点から乾燥窒素ガスとすることが好ましい。酸素濃度の調整は、照射庫内へ導入する酸素ガス、不活性ガスの流量を計測し、流量比を変えることで調整可能である。これらを満たすため本実施形態の装置では、装置内雰囲気の酸素濃度を上記範囲に維持しつつ、乾燥窒素ガスを第1ノズル110および第2ノズル120から噴き付けるとよい。

[0131] 塗膜が受ける塗膜面での紫外光のピーク照度は50~500mW/cm²であることが好ましく、80~300mW/cm²であることがより好ましい。この範囲であれば、塗膜の深部まで改質が可能となる。

[0132] 塗膜面における紫外光の照射エネルギー量（照射量）は、0.01~20J/cm²であることが好ましく、0.1~20J/cm²であることがより好ましく、0.3~15J/cm²であることがさらに好ましい。この範囲であれば、硬化が十分に進み、生産性が向上する。また、過剰改質によるクラック発生や、フィルム基材の熱変形を防ぐことができる。なお、紫外線照射

工程は、複数回行われてもよいが、その場合、照射量の合計が上記範囲となるように、1回あたりの照射量を適宜選択すればよい。

[0133] 紫外光の照射は、照射される塗膜を担持しているフィルム基材がダメージを受けない範囲で、フィルム基材—紫外光源間の距離や照射時間を設定することが好ましい。

[0134] フィルム基材としてプラスチックフィルムを用いた場合を例にとると、基材—紫外線照射ランプ間の距離は、酸素による光吸収を抑制するという観点から、0.01～10mmが好ましい。また、照射時間は、改質効率や生産性の観点から、0.05～300秒が好ましい。

[0135] また、紫外線照射は、200nm以上230nm未満の波長を有する紫外光を用いることもある。このような波長の紫外光源は、200nm以上230nm未満の波長を有する紫外光を発生させるものであればよく、たとえば、KrClエキシマランプ（222nmの単一波長）、KrBrエキシマランプ（207nm）、AlGa_NやAlNを用いたLED素子等が挙げられるが、特に限定されない。またXeエキシマランプのガラス管内部に蛍光体を設けること（たとえば特開2011-175823）や、Xeエキシマランプと塗膜間に蛍光体を設けたフィルターを介することで当該波長の紫外線を発生させることができる。

[0136] この場合も、酸素が必要であり、照射時の酸素濃度は、0.01～21体積%であることが好ましく、0.1～21体積%であることがより好ましい。この範囲であれば、塗膜の改質が十分に進む。また照射雰囲気を満たすガスとしては乾燥不活性ガスとすることが好ましく、特にコストの観点から乾燥窒素ガスにすることが好ましい。酸素濃度の調整は、照射庫内へ導入する酸素ガス、不活性ガスの流量を計測し、流量比を変えることで調整可能である。このような波長の場合も上記200nm未満お波長の紫外線照射と同様に本実施形態の装置では、装置内雰囲気の酸素濃度を上記範囲に維持しつつ、乾燥窒素ガスを第1ノズル110および第2ノズル120から噴き付けるとよい。

[0137] このような波長の紫外線照射の場合は、塗膜が受ける塗膜面での該紫外光のピーク照度は $10 \sim 500 \text{ mW/cm}^2$ であることが好ましく、 $50 \sim 300 \text{ mW/cm}^2$ であることがより好ましい。この範囲であれば、塗膜の深部まで硬化が可能となる。また、塗膜面における紫外光の照射エネルギー量（照射量）は、 $0.01 \sim 20 \text{ J/cm}^2$ であることが好ましく、 $0.1 \sim 15 \text{ J/cm}^2$ であることがより好ましく、 $0.3 \sim 10 \text{ J/cm}^2$ であることがさらに好ましい。この範囲であれば、硬化が十分に進み、生産性が向上する。また、過剰改質によるクラック発生や、フィルム基材の熱変形を防ぐことができる。この場合も紫外線照射を複数回行ってよいが、その場合、照射量の合計が上記範囲となるように、1回あたりの照射量を適宜選択すればよい。紫外光の照射は、照射される塗膜を担持しているフィルム基材がダメージを受けない範囲で、フィルム基材—紫外光源間の距離や照射時間を設定することが好ましい。

[0138] フィルム基材としてプラスチックフィルムを用いた場合を例にとると、基材—紫外線照射ランプ間の距離は、酸素による光吸収を抑制するという観点から、 $0.01 \sim 100 \text{ mm}$ が好ましい。また、照射時間は、改質効率や生産性の観点から、 $0.05 \sim 300 \text{ 秒}$ が好ましい。

[0139] 紫外線源であるランプ101と被処理物200との間隔は上記紫外線照射エネルギーとなるように設置すればよく、特に制限されないが、たとえば、 $5 \sim 50 \text{ mm}$ であることが好ましい。また、ランプ101は、被処理物200の移動方向に一定間隔（たとえば、 $5 \sim 200 \text{ mm}$ 間隔）で設置する。このときランプ101の設置本数は、被処理物200との相対速度によって異なり、ランプ照度が同じであれば、ランプ101の設置本数が少ない場合には相対速度を遅くすることで、硬化に必要なエネルギー量となるようにし、ランプ101の設置本数が多い場合には相対速度を速くすることでスループットを上げることが可能となる。

実施例

[0140] 本発明を適用した実施例を説明する。

[0141] (試験内容)

エキシマランプ1本の光照射装置を使用した。被処理物は、エキシマランプに対して移動させた。被処理物の移動はロールトゥロール方式によって行った。光照射装置および被処理物の構成は下記のとおりである。

[0142] 光照射装置は、エム・ディ・コム社製の水冷式エキシマランプを有する。エキシマランプは外形20mmφのサイズであり、有効照射幅が500mmである。また、管面照度はランプの管面から3mmの距離（間隙は窒素充填）で、 $120 \pm 5 \text{ mW/cm}^2$ の範囲に調整して用いた。

[0143] ガス噴射ノズルは、第1ノズルおよび第2ノズル共に、噴射口の開口が高さ0.5mm、長さ500mmのスリット状（矩形状）の噴射口を有する。使用したガスは窒素ガスである。

[0144] 被処理物の基材は550mm幅、 $100 \mu\text{m}$ のPET基材（東レ社製のUH13）を用いた。

[0145] 塗布液として、ポリシラザン（メルクパフォーマンスマテリアルズ社製、NN120）をジブチルエーテルで5質量%に希釈して調製した。

[0146] 基材を0.5m/minの速度で移動させ、エクストルージョンコータを用い、基材の平滑面側に、乾燥膜厚で100nmとなるように塗布液を塗布した。塗布幅は500mm幅である。この移動速度においては、塗布後、第一乾燥部で50℃10分間の乾燥の後、第二乾燥部で80℃10分間の乾燥が行われる条件である。

[0147] 光照射装置のチャンバーに窒素を供給し、ランプ管面と基材塗布面との間の空間の酸素濃度が、0.05~0.1体積%の範囲に維持されるよう制御し、ランプから紫外線照射を行った。このときノズルの配置および窒素ガス流量を変化させて、実施例および比較例となるように、500mの連続処理を行った。なお各実施例および比較例ともに、開始時には新品のランプを用いた。

[0148] (評価方法)

ランプ管面照度測定

500 mの連続処理前後における管面照度を下記のように測定した。

[0149] ランプの管面から3 mmの距離（間隙は窒素充填）での照度を500 mの連続処理の前と後で測定し、連続処理前の照度を100としたときの、連続処理後の照度をランプ汚れ指標とした。照度は、ランプ中央、ランプ中央から左右に200 mm離れた合計3点で測定し、3点の平均値を照度とした。それぞれの測定はランプ管面の最も被処理物に近い部位で行った。

[0150] 図7～図26は各実施例および比較例を説明するための説明図であり、各図において、（a）は設定条件および汚れ指標の結果を示す図表であり、（b）は被処理物移動方向をx軸、被処理物から垂直の高さ方向をy軸とした2次元座標上に、被処理物移動位置と方向、ランプ、および各ノズルの配置を示す図である。（a）の図表に示した設定条件は、ランプと被処理物の距離、ノズル設定値（位置および噴射角度）、ガス流量である。（b）の図においてはランプ管面の最も被処理物に近い位置を2次元座標の原点（ゼロ）となるように示した。

[0151] また、表1に各実施例および比較例の設定条件概要とランプ汚れ指標の結果をまとめた。なお、表1において設定条件概要とは、図7～図26に示した設定条件の概要であり、「 α 」および「 β 」は噴射角度（なす角 α およびなす角 β ）、「流量」は窒素ガスの流量、「向き」はガスを噴射させた方向でランプ方向か被処理物方向かを示している。「配置」は被処理物の移動方向に対してノズルをランプよりも上流側に配置したか下流側に配置したかを示している。

[0152]

[表1]

実施例/ 比較例	設定条件概要				ランプ 汚れ指標
	第1ノズル		第2ノズル		
	α (度) 流量 (m^3/min)	向き 配置	β (度) 流量 (m^3/min)	向き 配置	
比較例1 (図7)	90.0 0.20	ランプ方向 下流側	—	—	90
比較例2 (図8)	78.7 0.20	ランプ方向 下流側	—	—	90
比較例3 (図9)	68.2 0.20	ランプ方向 下流側	—	—	91
比較例4 (図10)	51.3 0.20	被処理物方向 下流側	—	—	90
比較例5 (図11)	51.3 0.40	被処理物方向 下流側	—	—	90
比較例6 (図12)	26.6 0.20	被処理物方向 下流側	—	—	87
比較例7 (図13)	0.0 0.20	被処理物垂直 下流側	—	—	84
実施例1 (図14)	78.7 0.10	ランプ方向 下流側	45.0 0.10	被処理物方向 下流側	98
実施例2 (図15)	78.7 0.15	ランプ方向 下流側	45.0 0.15	被処理物方向 下流側	99
実施例3 (図16)	68.2 0.10	ランプ方向 下流側	45.0 0.10	被処理物方向 下流側	99
実施例4 (図17)	68.2 0.10	ランプ方向 下流側	26.2 0.10	被処理物方向 下流側	97
比較例8 (図18)	68.2 0.10	ランプ方向 下流側	0.0 0.10	被処理物垂直 下流側	92
比較例9 (図19)	51.3 0.10	被処理物方向 下流側	45.0 0.10	被処理物方向 下流側	93
比較例10 (図20)	78.7 0.10	ランプ方向 下流側	73.3 0.10	ランプ方向 下流側	92
実施例5 (図21)	78.7 0.10	ランプ方向 上流側	45.0 0.10	被処理物方向 上流側	97
比較例11 (図22)	78.7 0.10	ランプ方向 下流側	45.0 0.10	被処理物方向 上流側	88
実施例6 (図23)	78.7 0.10	ランプ方向 下流側	45.0 0.10	被処理物方向 下流側	97
比較例12 (図24)	68.2 0.10	被処理物方向 下流側	45.0 0.10	被処理物方向 下流側	86
比較例13 (図25)	78.7 0.10	ランプ方向 下流側	73.3 0.10	ランプ方向 下流側	88
実施例7 (図26)	78.7 0.10	ランプ方向 下流側	45.0 0.10	被処理物方向 下流側	100

- [0153] 上記試験結果から以下のことがわかる。ノズルが1つ（第1ノズルのみ）の比較例1～7では、ノズルの角度や窒素ガス流量が違って汚れ指標は、良いものでも91、そのほかはどれも90以下となっている。しかも、ノズルが1つでは、ランプ方向へ噴射しても、被処理物方向へ噴射しても、汚れ指標はあまり変わらない。
- [0154] 一方、実施例1～4は、上述した実施例の各条件の範囲内となるように第1ノズルおよび第2ノズルを設置している。これら実施例1～4は、汚れ指標が97以上と、比較例1～7と比べて明らかに良い値となっている。このことから1つのノズルによるガス流と比較して、2つのノズルによってランプと被処理物との間に2つのガス流を形成することで、ランプ汚れが抑えられていることがわかる。
- [0155] また、比較例8は、第1ノズルはランプ方向に噴射している。一方、第2ノズルは完全に被処理物と垂直な方向（ $\beta = 0$ 度）に噴射している。ちなみに実施例1～4は $\beta > 0$ である。このような比較例8は2つのノズルを用いているものの汚れ指標が92と実施例1～4と比較して悪い結果である。これは、第2ノズルの角度が被処理物に対して垂直であるため、ランプと被処理物との間に2つのガス流による層流がうまく形成されなかったためと考えられる。
- [0156] また、比較例9および10はいずれも2つのノズルを用いているものの、両方のノズルがランプ方向へガスを噴射するか、被処理方向へガスを噴射している。このようにした場合も、実施例1～4と比較して汚れ指標が悪くなっている。これらの結果から、2つのガス噴射部を設けたとしても、一方をランプ方向、他方を被処理物方向となるようにガスを流さないと、ランプ汚れを抑制する効果が少ないことがわかる。
- [0157] また、実施例1および3は、第2ノズルの噴射角度 β 、およびガス流量を同じにして、第1ノズルの噴射角度 α を変えている。実施例1および3の汚れ指標はいずれも比較例8～10より良い結果となっている。この結果から、第1ノズルからのガス流はランプに直接当たる方向であれば、汚れを抑制

できることがわかる。ちなみに、これらの実施例1および3は、ランプ管面と第1ノズルとの最短距離を5mmに設定している。このとき第1ノズルの第1平行線とガス噴射方向中心の延長線とのなす角 α （噴射角度）は、おおむね60度以上80度以下であることがわかる。

[0158] また、実施例3および4は、第1ノズルの噴射角度 α 、およびガス流量を同じにして、第2ノズルの噴射角度 β を変えている。実施例3および4の汚れ指標はいずれも比較例8～10より良い結果となっている。この結果から、第2ノズルからのガス流は被処理物に直接当たる方向であって、かつ、被処理物に対して垂直よりも傾いている必要のあることがわかる。つまり、 β は0度を超えて90度以下となるように設定することになる。特に実施例3および4からは、 β が20度以上にすることが好ましいことがわかる。なお、上限の90度は幾何学的に考えて、 β を90度以上にしてしまうと第2ノズルからのガスが直接ランプに噴き付けることになってしまい、これでは比較例10と同じことになる。

[0159] また、実施例1～4は第1ノズルおよび第2ノズルを被処理物移動方向のランプより下流側に設けたものである。一方、実施例5は第1ノズルおよび第2ノズルを被処理物移動方向のランプより上流側に設けたものである。これら実施例1～4と5を比較すると、汚れ指標はほとんど同じである。したがって、2つのノズルの位置は、上流側であっても下流側であっても、ほぼ同様の効果が得られることがわかる。

[0160] また、比較例11は、第1ノズルは下流から上流へランプ方向に噴射し、第2ノズルは上流から下流へ被処理物方向に噴射している。この場合も汚れ指標は、実施例1～4よりも悪い。このように2つのノズルから2つのガス流を噴射したとしても、互いにぶつかり合う方向に噴射させたのでは、汚れを抑制する効果は実施例と比較してよくないことがわかる。

[0161] また、実施例6は、ランプと被処理物との距離を5mmとして、実施例1～4の10mmよりも短くしたものである。この場合も、同様の効果が得られることがわかる。一方、比較例12および13は、2つのノズルがランプ

方向または被処理物方向を向いた例で、かつランプと被処理物との距離を5 mmにした例である。この場合も比較例9および10と同様に実施例6よりも汚れ指標が悪い結果となっている。さらに、実施例7は逆に、ランプと被処理物との距離を20 mmと長くしたものである。実施例1～4よりも汚れ指標がよくなっている。これらの結果は、ランプと被処理物との距離にかかわらず、2つのノズルによってランプと被処理物との間に2つのガス流を形成することで、ランプ汚れが抑えられることを示している。

[0162] 以上のように、2つのノズルを用いて、それぞれのノズルからランプ方向と被処理物方向にそれぞれ直接ガスを噴き付けることで、ランプの汚れを抑制できることがわかった。

[0163] 以上本発明を適用した実施形態および実施例を説明したが、本発明は、これら実施形態および実施例に限定されるものではない。たとえば、被処理物に対してランプを移動する構成としてもよい。この場合、被処理物は固定でも移動してもよい。また、ランプからの光照射中、被処理物は移動していてもよいし、停止する形態であってもよい。ただし、ランプに対して被処理物が相対的に移動させずに光を照射する場合、第1および第2ガス噴射部やガス配管は、ランプから照射された光が第1および第2ガス噴射部やガス配管によって遮られて、被処理物に影ができない位置に設置する。また、各図においては図面としてランプの下に被処理物を配置して描いているが、ランプと被処理物は、上下左右どのような位置関係であってもよい。また、ランプの数は1つでもよいし、複数でもよい。また、被処理物の形状はシート状に限らず、ガス流の流れを遮るものでなければ、凹凸のある部材であってもよい。また、本発明は、紫外線を照射するランプを用いた光照射装置に限定されるものではない。たとえば赤外線や可視光のランプ、さらにX線照射などのランプを使用した光照射装置にも適用可能であり、それらランプ管面の汚染を抑制または防止することができる。

[0164] そのほか、本発明は、その技術思想の範囲内において当業者が適宜に追加、変形、および省略することができ、それらもまた本発明の範疇である。

[0165] 本出願は、2016年2月24日に出願された日本特許出願番号2016-033643号に基づいており、その開示内容は、参照により全体として本開示に引用される。

(符号の説明)

- 100 光照射装置、
- 101 ランプ、
- 102 ランプホルダー、
- 103 ガス供給管、
- 103a、103b ガス配管、
- 110 第1ノズル、
- 111 第1ガス流方向変更板、
- 121 第2ガス流方向変更板、
- 120 第2ノズル、
- 150 ローラー、
- 200 被処理物、
- 1101～1107、1201～1207 ノズル。

請求の範囲

- [請求項1] 被処理物に光を照射するランプと、
前記ランプにガスを直接噴き付ける方向に噴射する第1ガス噴射部と、
前記被処理物にガスを直接噴き付ける方向に噴射する第2ガス噴射部と、を有し、
前記ランプの中心と前記被処理物とを最短距離で結ぶ線を基準線として、前記基準線を線対称とする第1の側と第2の側に分けたときに、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部は、前記第1の側または前記第2の側のいずれか一方の側に両方設置され、
前記第2ガス噴射部のガス噴射口から前記被処理物方向に前記基準線と平行に引いた平行線と前記第2ガス噴射部のガス噴射方向中心の延長線とのなす角を β とし、前記平行線からガス噴射方向中心の延長線が前記ランプ方向へ開く角度を α としたときに、前記第2ガス噴射部は、なす角 β が0度を超えて90度以下となるように設置されている、光照射装置。
- [請求項2] 前記第2ガス噴射部は、前記なす角 β が20度以上90度以下となるように設置されている、請求項1に記載の光照射装置。
- [請求項3] 前記被処理物は前記ランプに対して相対的に移動しており、前記ランプと前記被処理物との相対速度を一定とした場合に、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部を設置していない場合に前記被処理物表面が受ける積算光量をA、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部を設置した場合に前記被処理物表面が受ける積算光量をBとして、 $B/A \geq 0.8$ となる位置に、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部が設置されている、請求項1または2に記載の光照射装置。
- [請求項4] 前記被処理物は前記ランプに対して相対的に移動しており、前記第1ガス噴射部および前記第2ガス噴射部は共に前記基準線よりも前記

被処理物の移動方向上流側に設置されている、請求項 1～3 のいずれか一つに記載の光照射装置。

[請求項5] 前記被処理物は前記ランプに対して相対的に移動しており、前記第 1 ガス噴射部および前記第 2 ガス噴射部は共に前記基準線よりも前記被処理物の移動方向下流側に設置されている、請求項 1～3 のいずれか一つに記載の光照射装置。

[請求項6] ランプから被処理物へ光を照射する光照射方法であって、
前記ランプから前記被処理物へ光を照射すると共に、前記ランプの中心と前記被処理物とを最短距離で結ぶ線を基準線として、前記基準線を線対称として第 1 の側と第 2 の側に分けたときに、第 1 の側または第 2 の側のいずれか一方の側から第 1 ガス流と第 2 ガス流を噴射する段階を有し、

前記第 1 ガス流と第 2 ガス流を噴射する段階において、

前記第 1 ガス流は前記ランプにガスを直接噴き付ける方向に噴射させ、

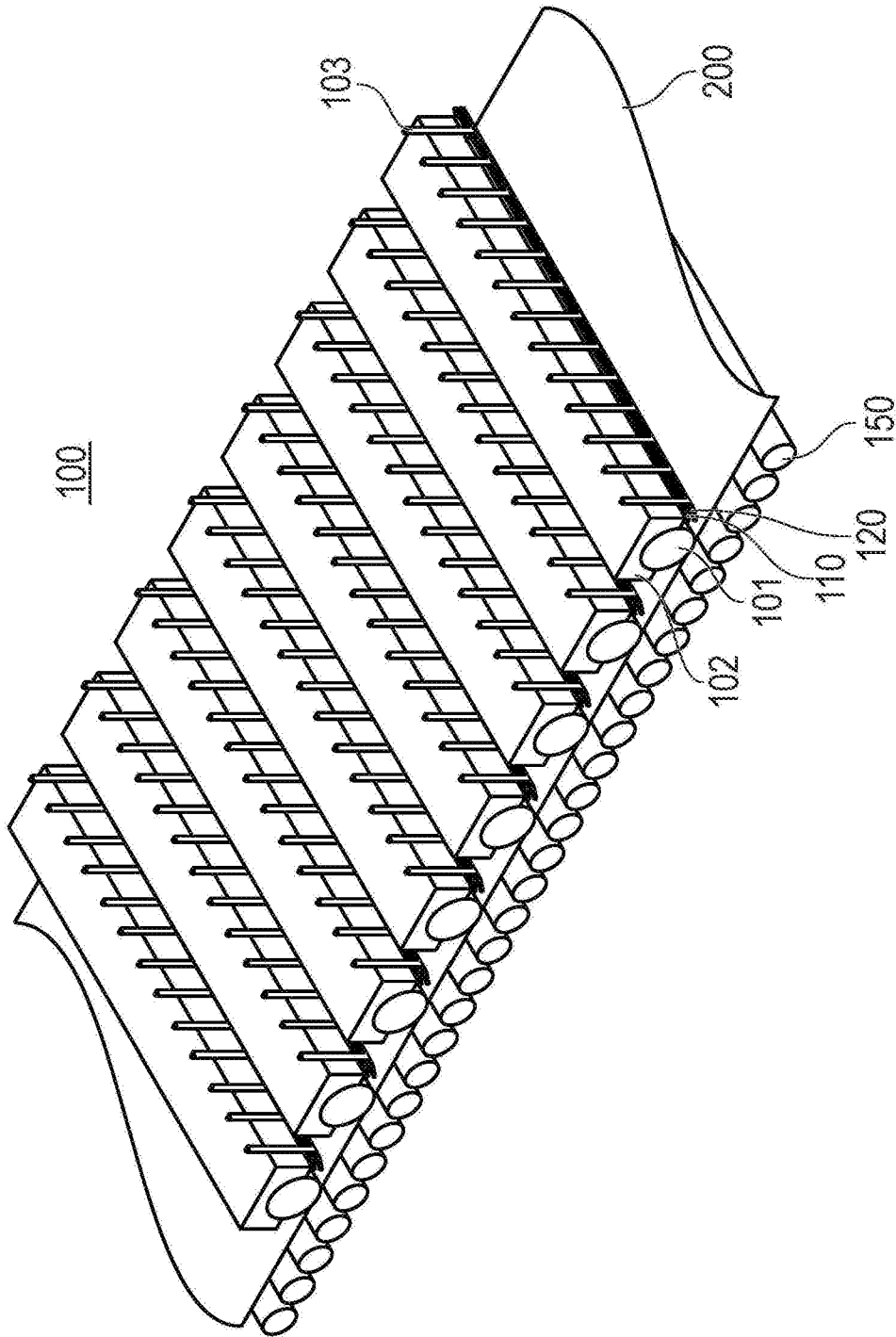
前記第 2 ガス流のガス噴射口から前記被処理物方向に前記基準線と平行に引いた平行線と前記第 2 ガス流のガス噴射方向中心の延長線とのなす角を β とし、前記平行線からガス噴射方向中心の延長線が前記ランプ方向へ開く角度を正としたときに、前記第 2 ガス流は、なす角 β が 0 度を超えて 90 度以下となるように噴射させる、光照射方法。

[請求項7] 前記第 2 ガス流は、前記なす角 β が 20 度以上 90 度以下となるように前記第 2 ガス流を噴射する、請求項 6 記載の光照射方法。

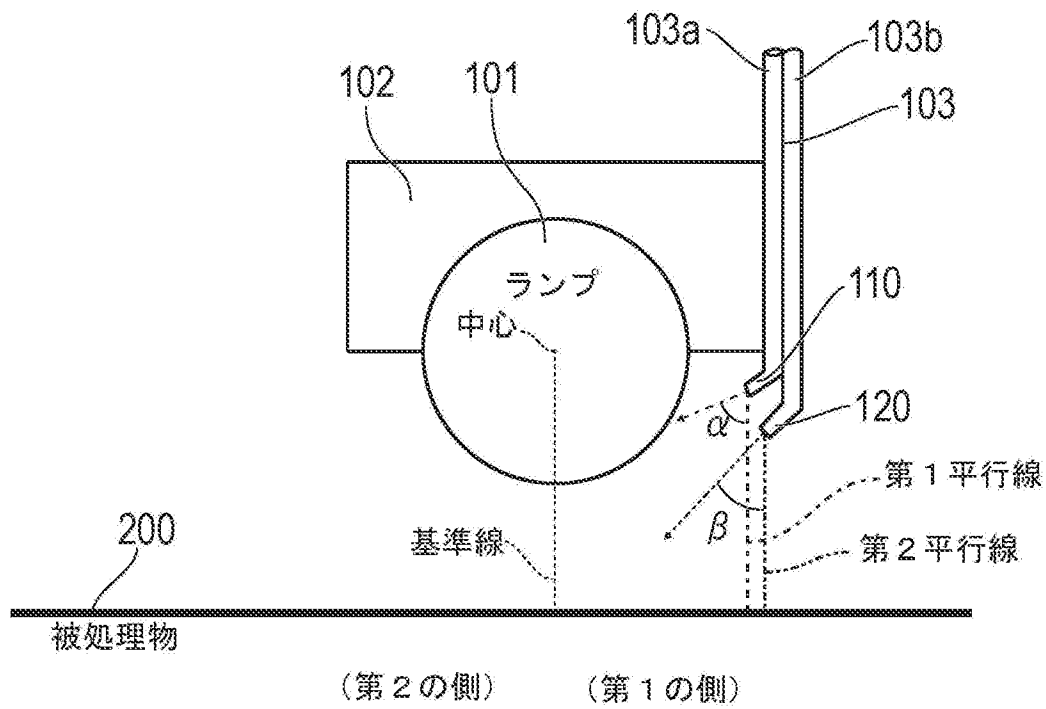
[請求項8] 前記被処理物を前記ランプに対して相対的に移動させて光を照射し、前記第 1 ガス流および前記第 2 ガス流は共に前記被処理物の移動方向下流側から噴射する、請求項 6 または 7 に記載の光照射方法。

[請求項9] 前記被処理物を前記ランプに対して相対的に移動させて光を照射し、前記第 1 ガス流および前記第 2 ガス流は共に前記被処理物の移動方向上流側から噴射する、請求項 6 または 7 に記載の光照射方法。

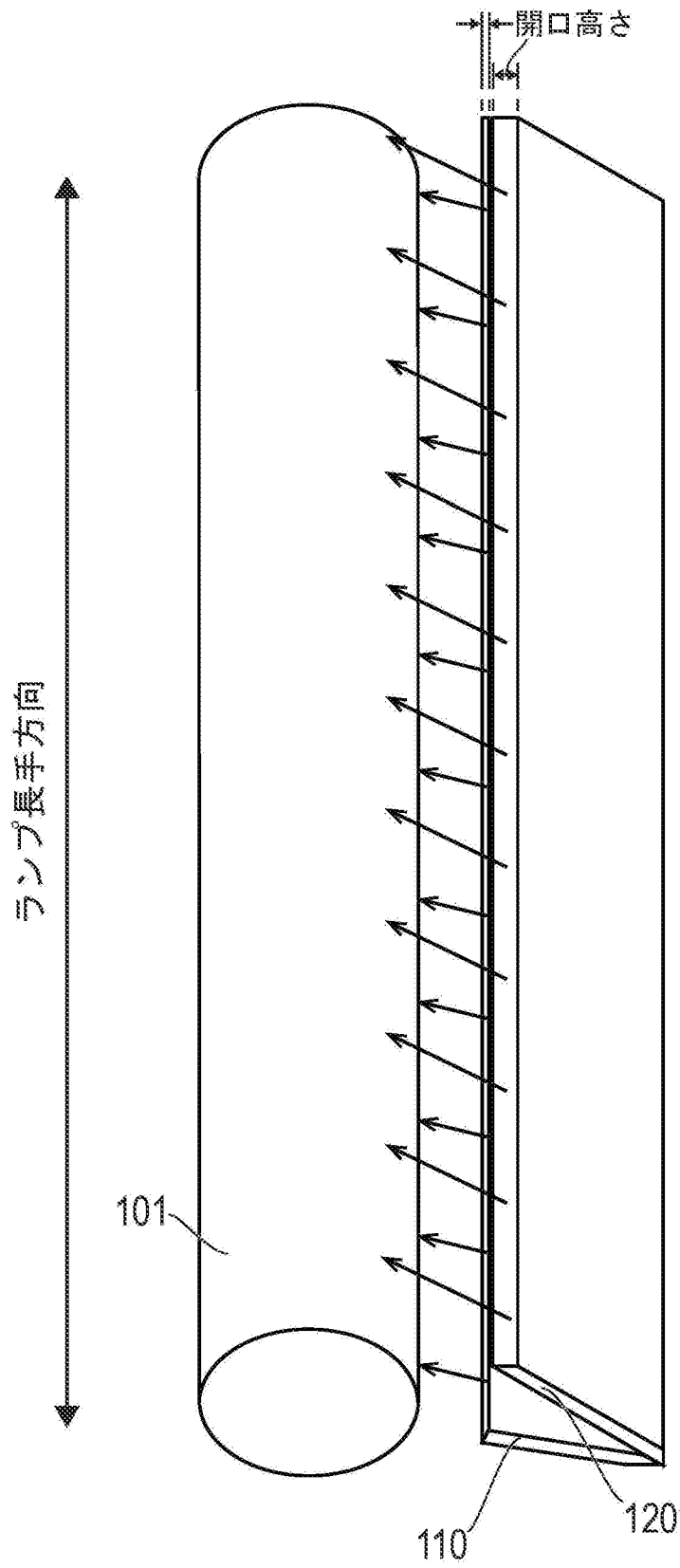
[図1]



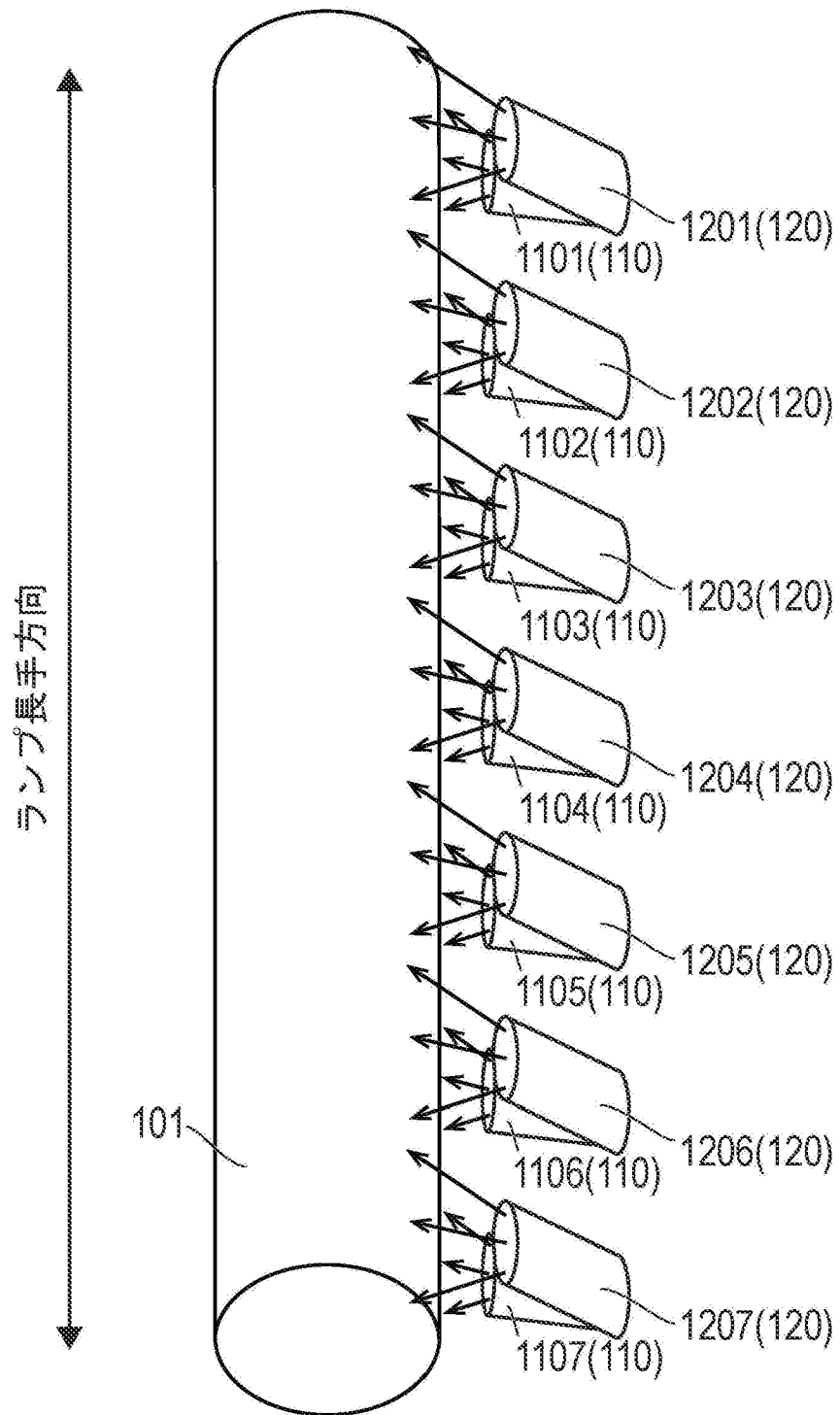
[図2]



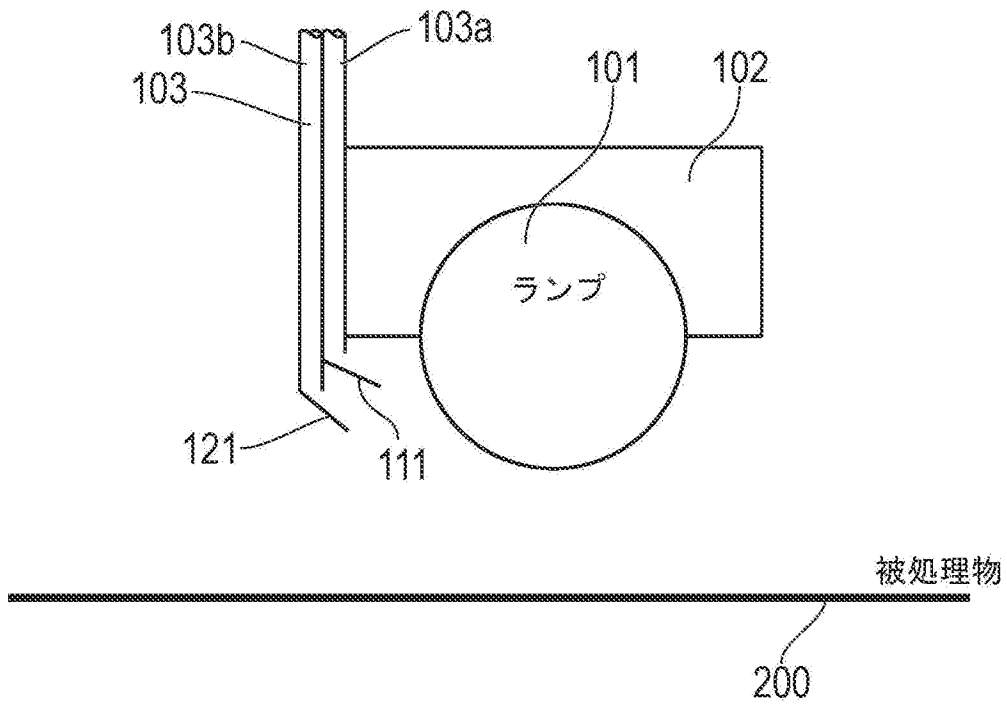
[図3]



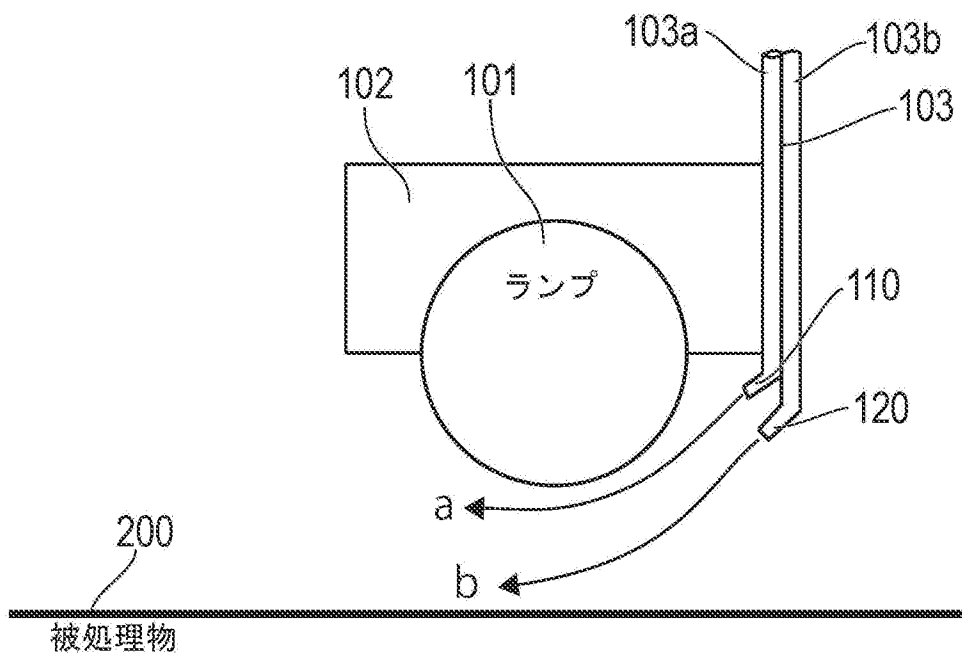
[図4]



[図5]



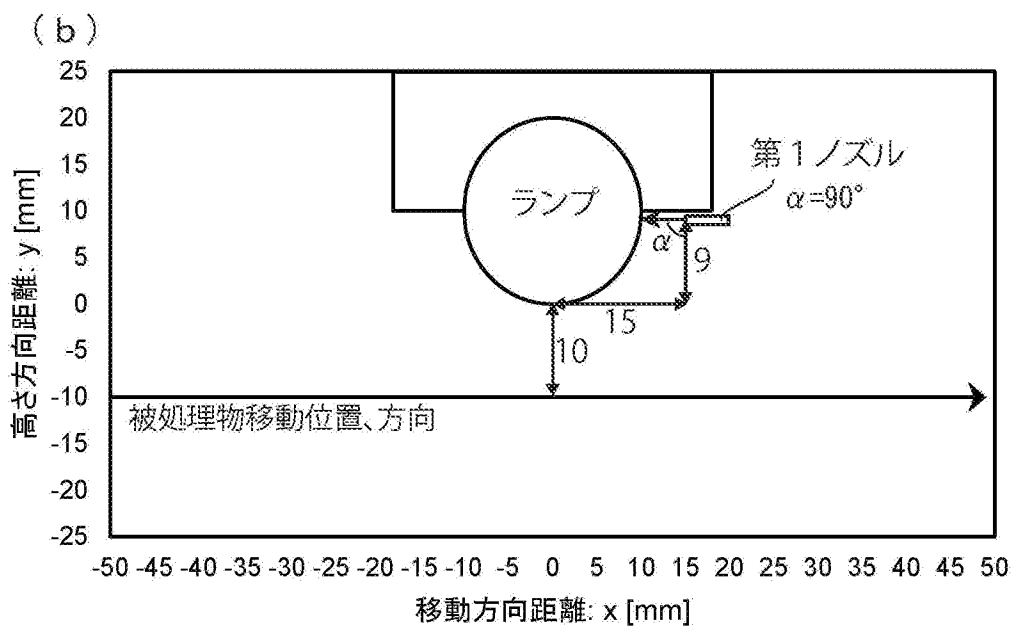
[図6]



[図7]

(a)

(比較例1)光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	9.0	(mm)
	噴射角度 α	90.0	(度)
	ガス流量	0.20	(m ³ /min)
第2ノズル設定値	先端 x位置	/	(mm)
	先端 y位置	/	(mm)
	噴射角度 β	/	(度)
	ガス流量	/	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		90	/

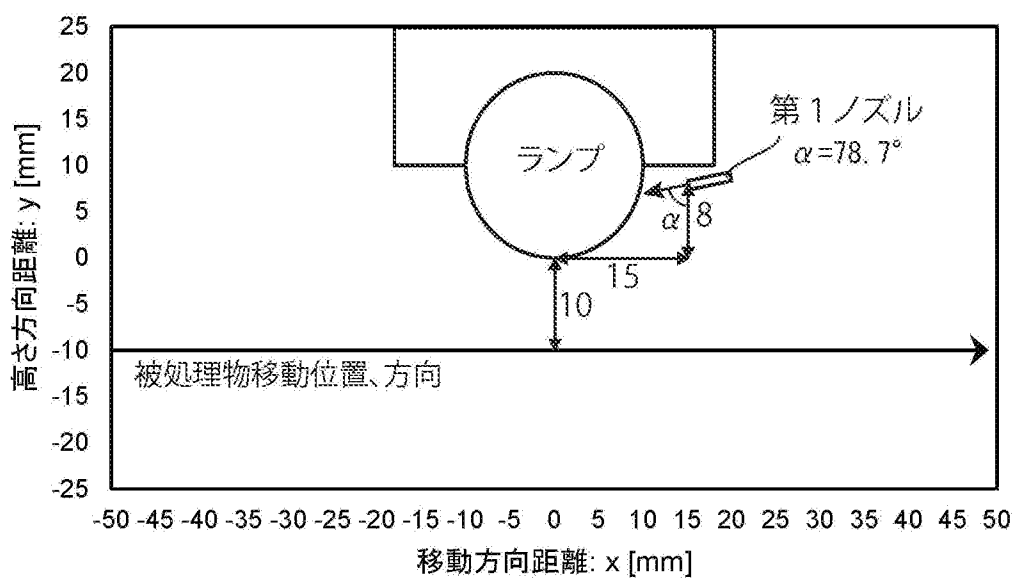


[図8]

(a)

(比較例2) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.20	(m ³ /min)
第2ノズル設定値	先端 x位置	/	(mm)
	先端 y位置	/	(mm)
	噴射角度 β	/	(度)
	ガス流量	/	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		90	/

(b)

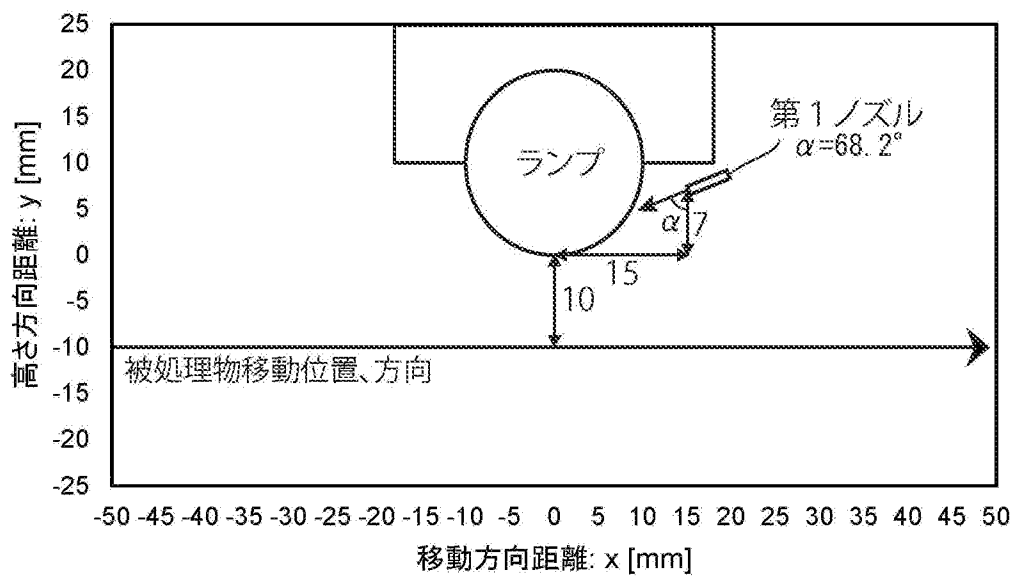


[図9]

(a)

(比較例3)光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離	10.0	(mm)	
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	7.0	(mm)
	噴射角度 α	68.2	(度)
	ガス流量	0.20	(m ³ /min)
第2ノズル設定値	先端 x位置	/	(mm)
	先端 y位置	/	(mm)
	噴射角度 β	/	(度)
	ガス流量	/	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標	91	/	/

(b)

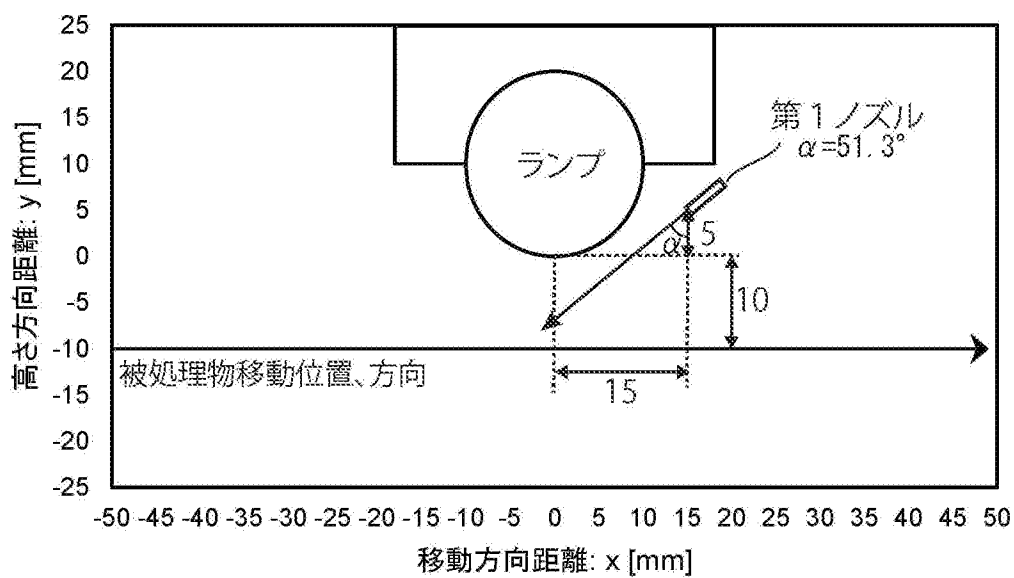


[図10]

(a)

(比較例4)光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	5.0	(mm)
	噴射角度 α	51.3	(度)
	ガス流量	0.20	(m ³ /min)
第2ノズル設定値	先端 x位置	/	(mm)
	先端 y位置	/	(mm)
	噴射角度 β	/	(度)
	ガス流量	/	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		90	/

(b)

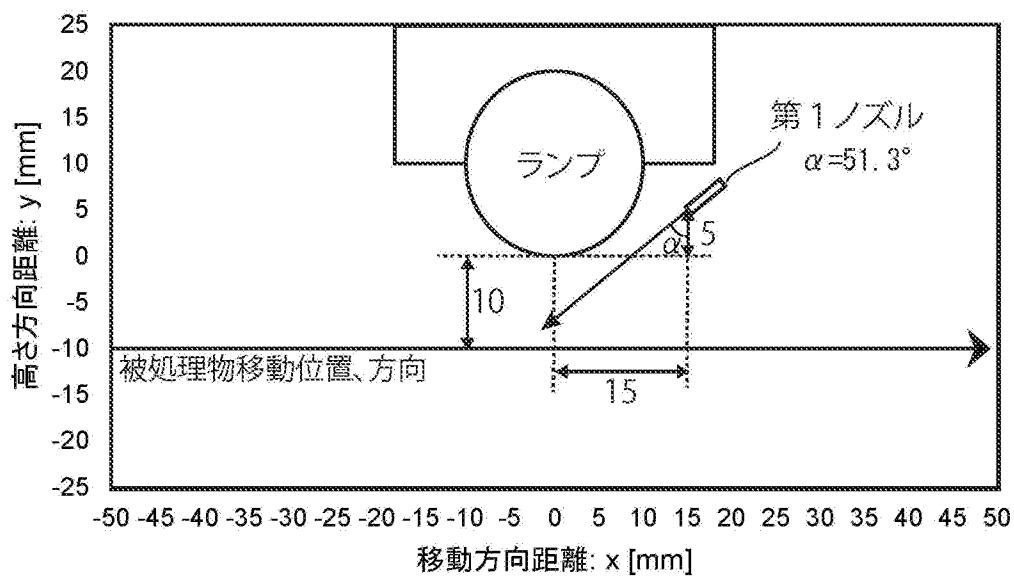


[図11]

(a)

(比較例5) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	5.0	(mm)
	噴射角度 α	51.3	(度)
	ガス流量	0.40	(m ³ /min)
第2ノズル設定値	先端 x位置	/	(mm)
	先端 y位置	/	(mm)
	噴射角度 β	/	(度)
	ガス流量	/	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.40	(m ³ /min)
汚れ指標		90	/

(b)

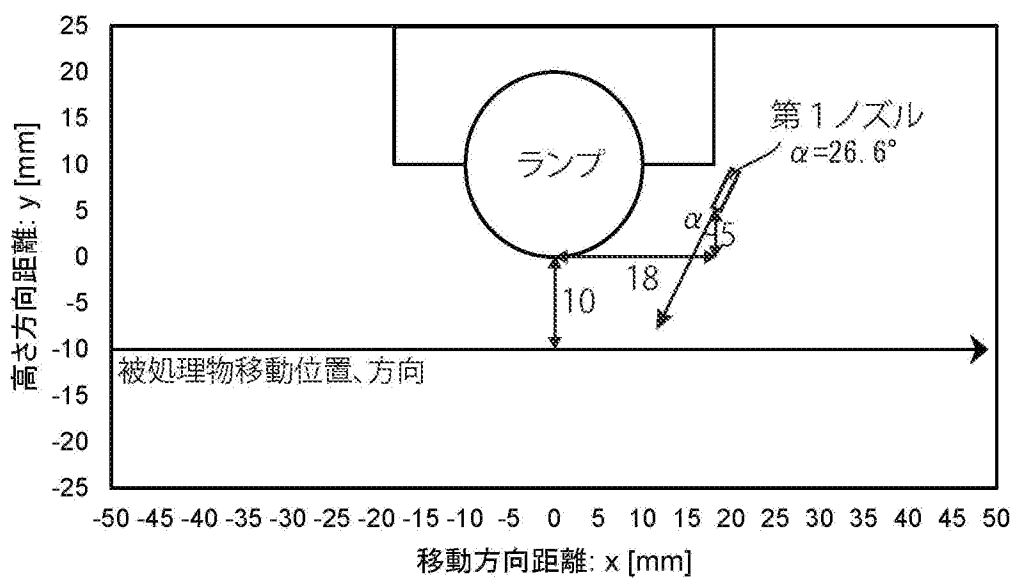


[図12]

(a)

(比較例6)光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	18.0	(mm)
	先端 y位置	5.0	(mm)
	噴射角度 α	26.6	(度)
	ガス流量	0.20	(m ³ /min)
第2ノズル設定値	先端 x位置	/	(mm)
	先端 y位置	/	(mm)
	噴射角度 β	/	(度)
	ガス流量	/	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		87	/

(b)

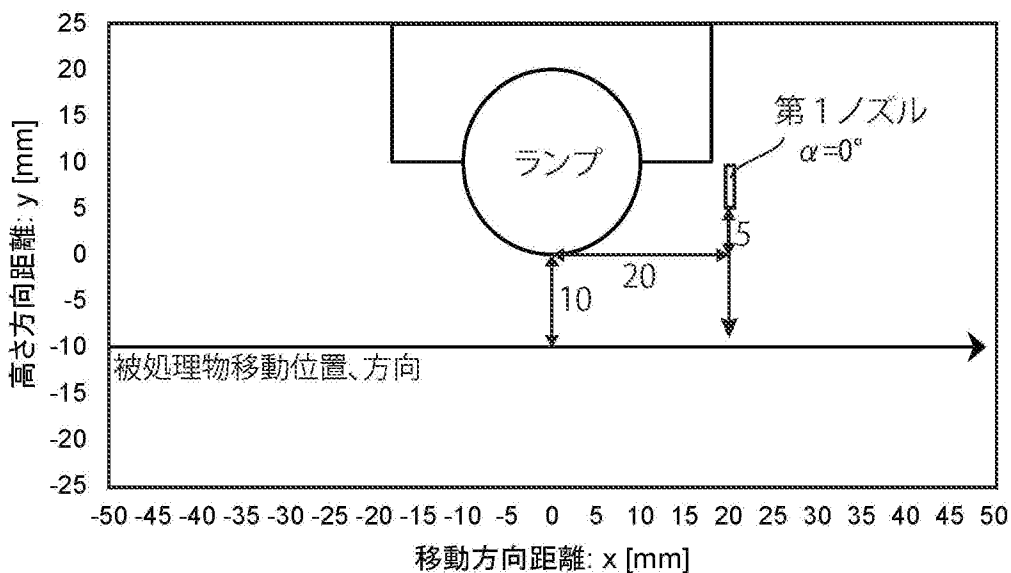


[図13]

(a)

(比較例7) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	5.0	(mm)
	噴射角度 α	0.0	(度)
	ガス流量	0.20	(m ³ /min)
第2ノズル設定値	先端 x位置	/	(mm)
	先端 y位置	/	(mm)
	噴射角度 β	/	(度)
	ガス流量	/	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		84	/

(b)

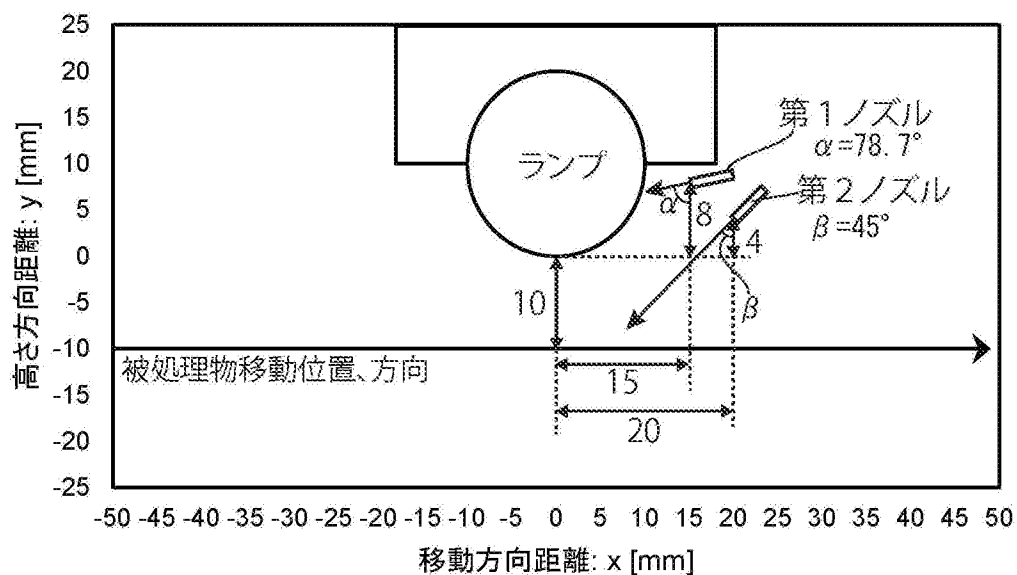


[図14]

(a)

(実施例1) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計		0.20	(m^3/min)
汚れ指標		98	

(b)

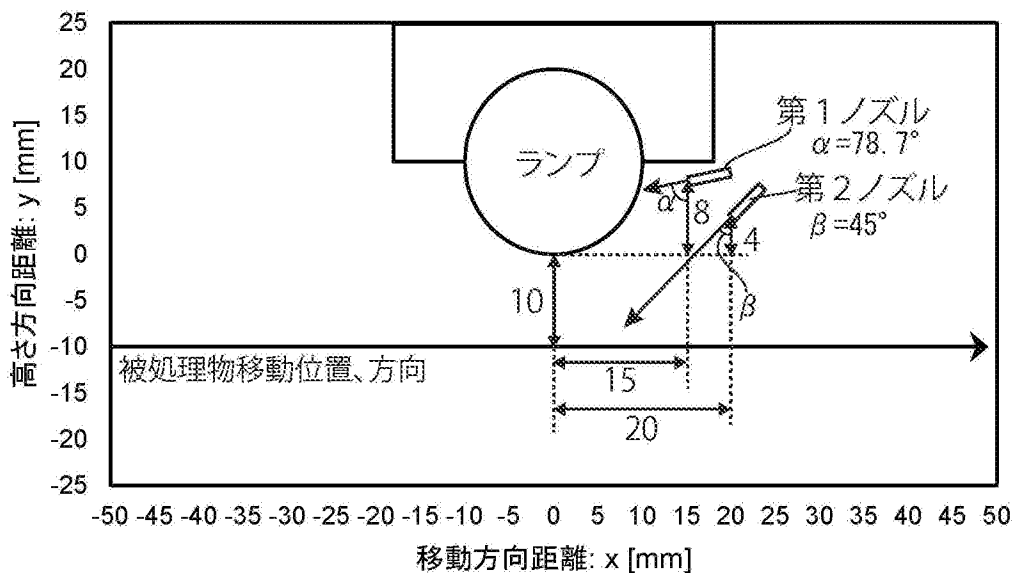


[図15]

(a)

(実施例2) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.15	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.15	(m^3/min)
ガス流量合計		0.30	(m^3/min)
汚れ指標		99	

(b)

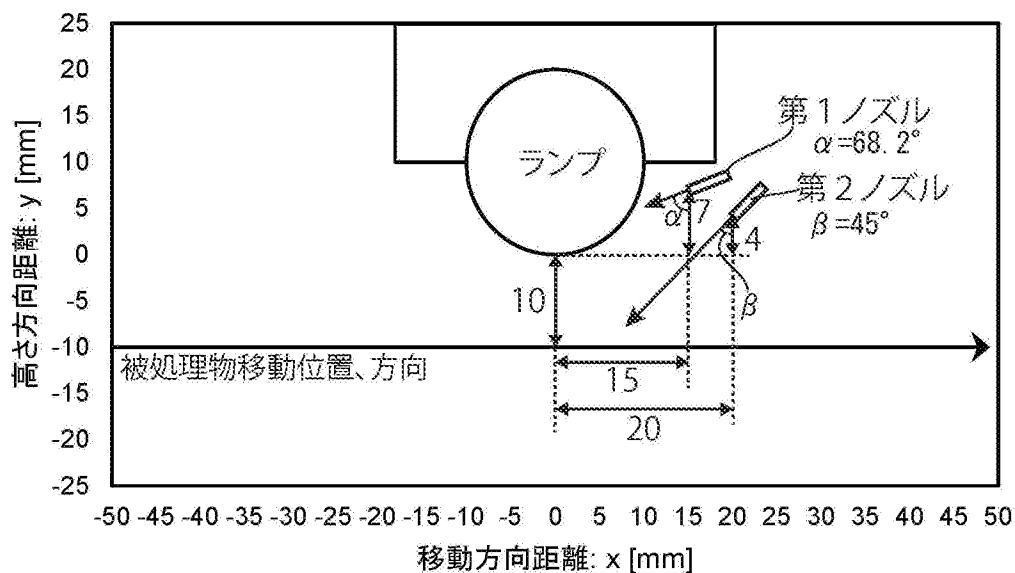


[図16]

(a)

(実施例3) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	7.0	(mm)
	噴射角度 α	68.2	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計		0.20	(m^3/min)
汚れ指標		99	

(b)

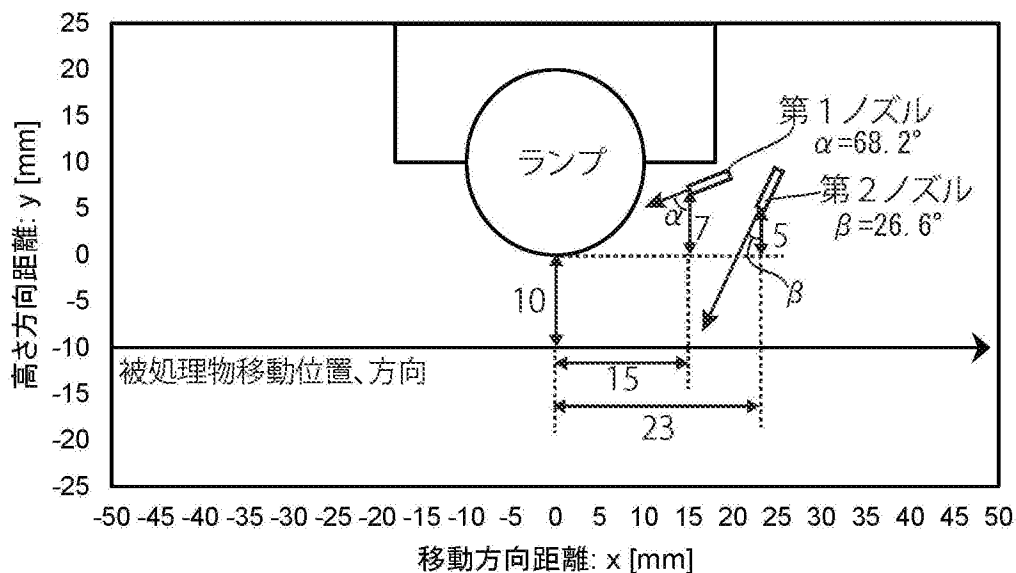


[図17]

(a)

(実施例4)光照射装置の設定条件			
ランプ管面/基材間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	7.0	(mm)
	噴射角度 α	68.2	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	23.0	(mm)
	先端 y位置	5.0	(mm)
	噴射角度 β	26.6	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計		0.20	(m^3/min)
汚れ指標		97	

(b)

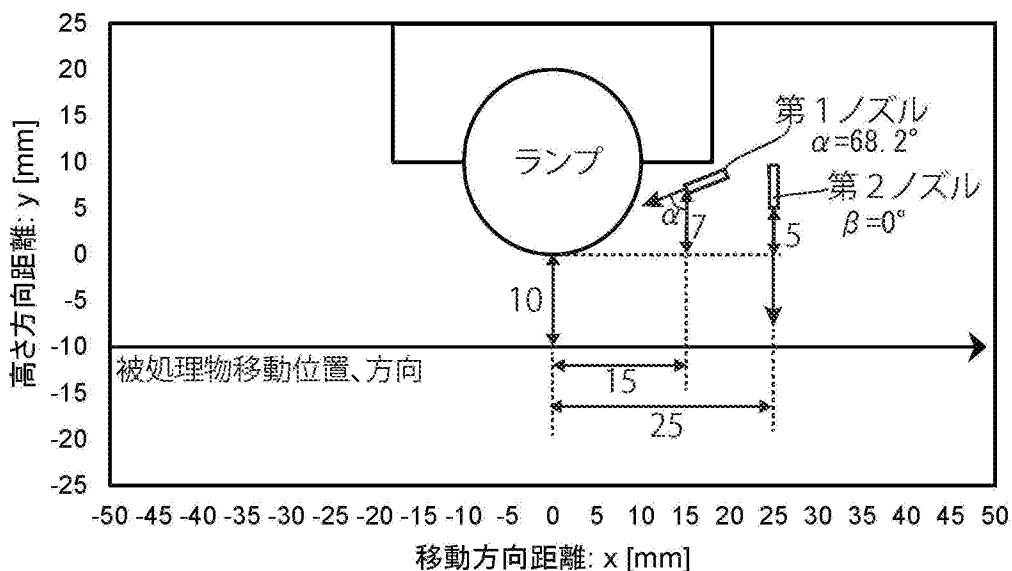


[図18]

(a)

(比較例8) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	7.0	(mm)
	噴射角度 α	68.2	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	25.0	(mm)
	先端 y位置	5.0	(mm)
	噴射角度 β	0.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計		0.20	(m^3/min)
汚れ指標		92	

(b)

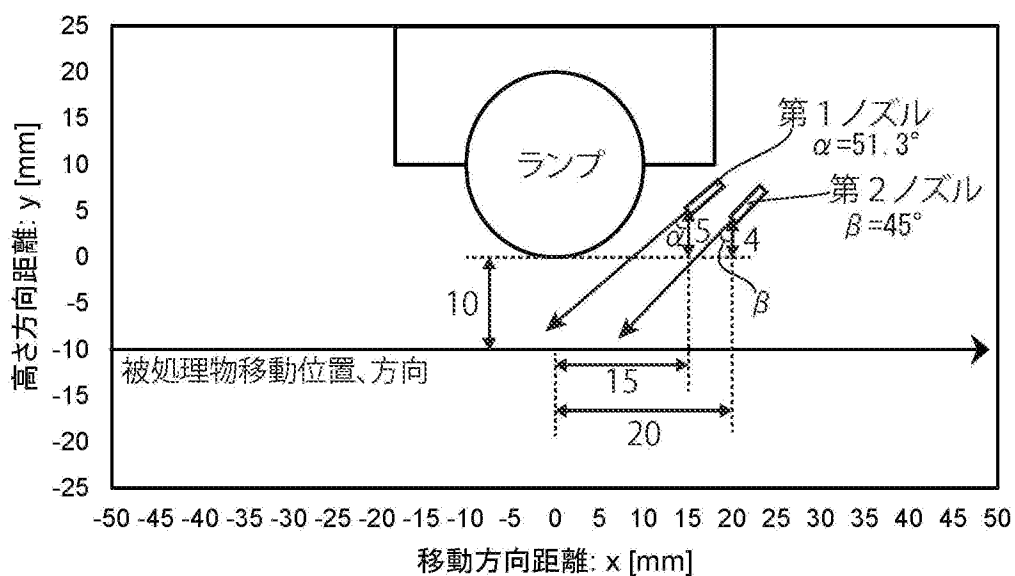


[図19]

(a)

(比較例9) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	5.0	(mm)
	噴射角度 α	51.3	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		93	

(b)

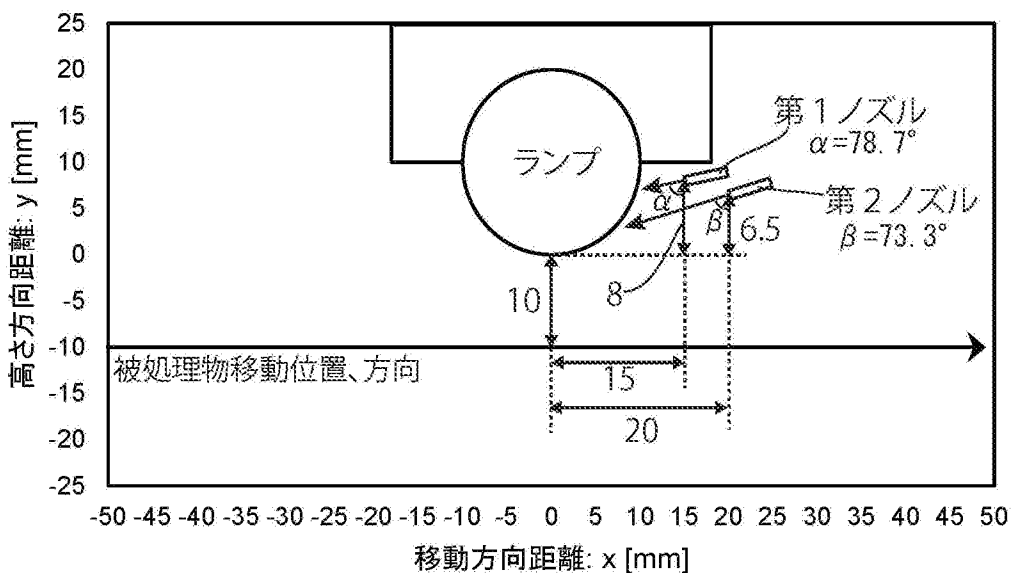


[図20]

(a)

(比較例10) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
第2ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	6.5	(mm)
	噴射角度 β	73.3	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		92	

(b)

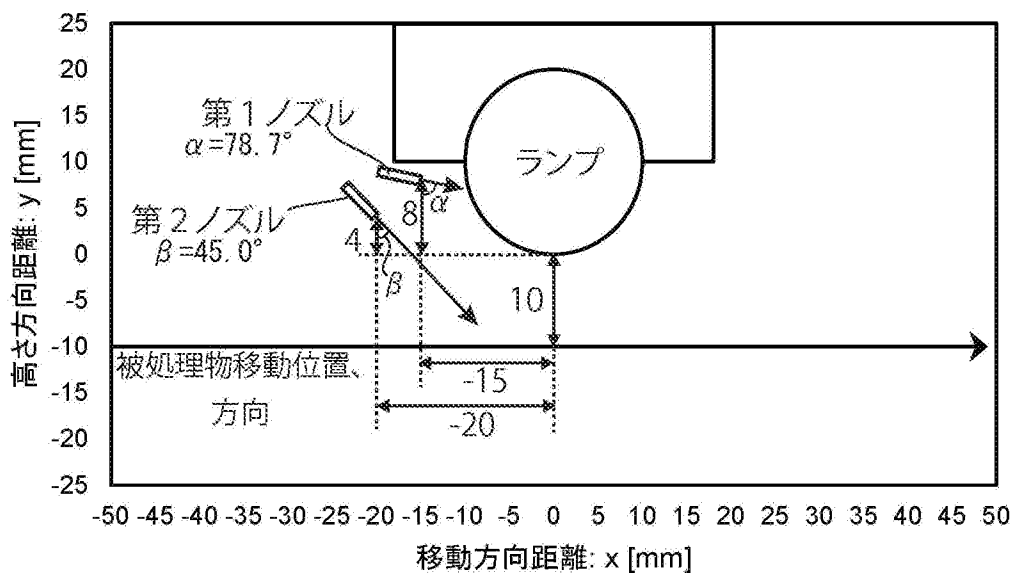


[図21]

(a)

(実施例5) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離	10.0	(mm)	
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	-15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	-20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計	0.20	(m^3/min)	
汚れ指標	97		

(b)

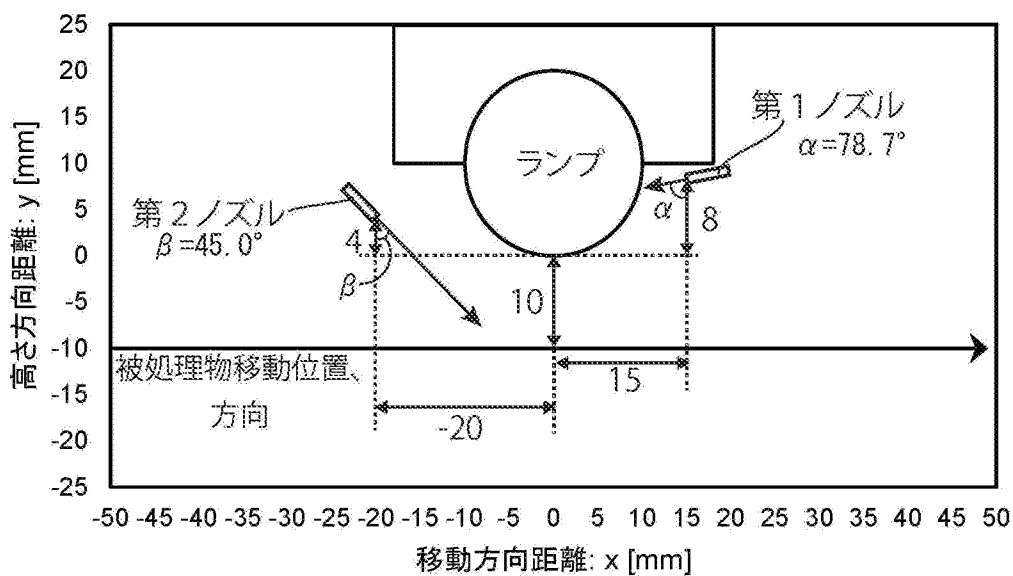


[図22]

(a)

(比較例11) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		10.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	-20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計		0.20	(m^3/min)
汚れ指標		88	

(b)

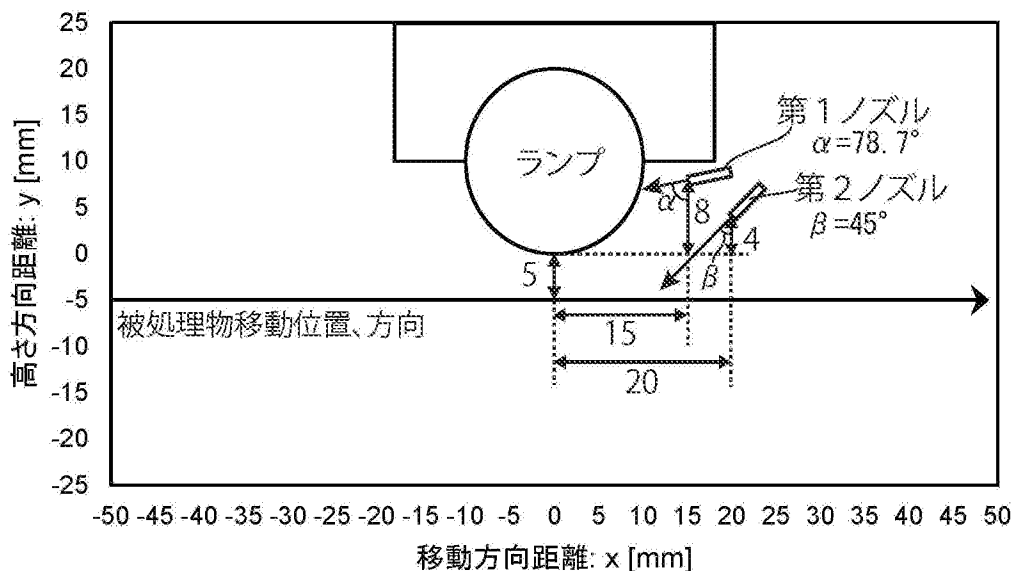


[図23]

(a)

(実施例6)光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		5.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計		0.20	(m^3/min)
汚れ指標		97	

(b)

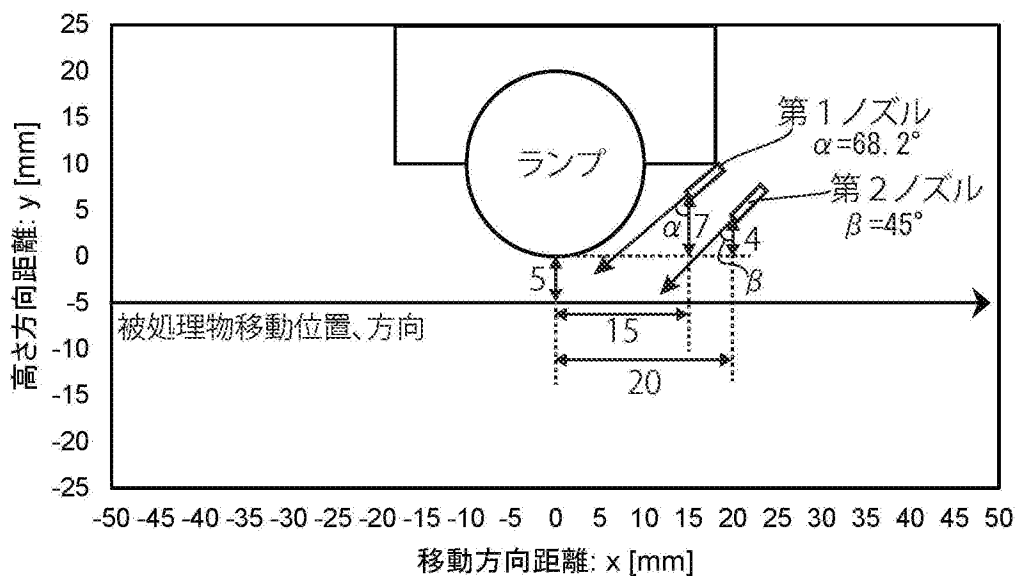


[図24]

(a)

(比較例12) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		5.0	(mm)
第1ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	7.0	(mm)
	噴射角度 α	68.2	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		86	

(b)

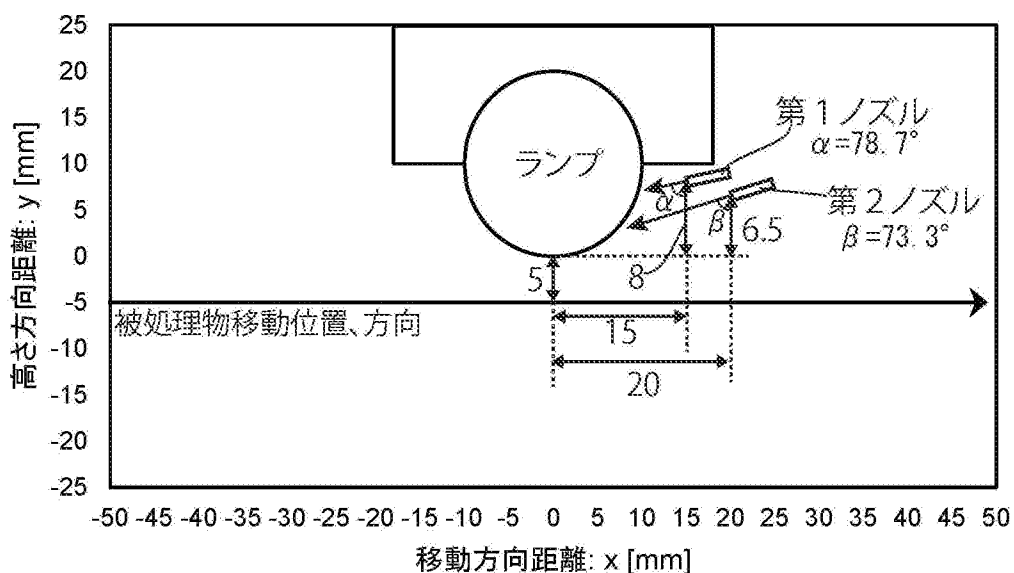


[図25]

(a)

(比較例13) 光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		5.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
第2ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	6.5	(mm)
	噴射角度 β	73.3	(度)
	ガス流量	0.10	(m ³ /min)
ガス流量合計		0.20	(m ³ /min)
汚れ指標		88	

(b)

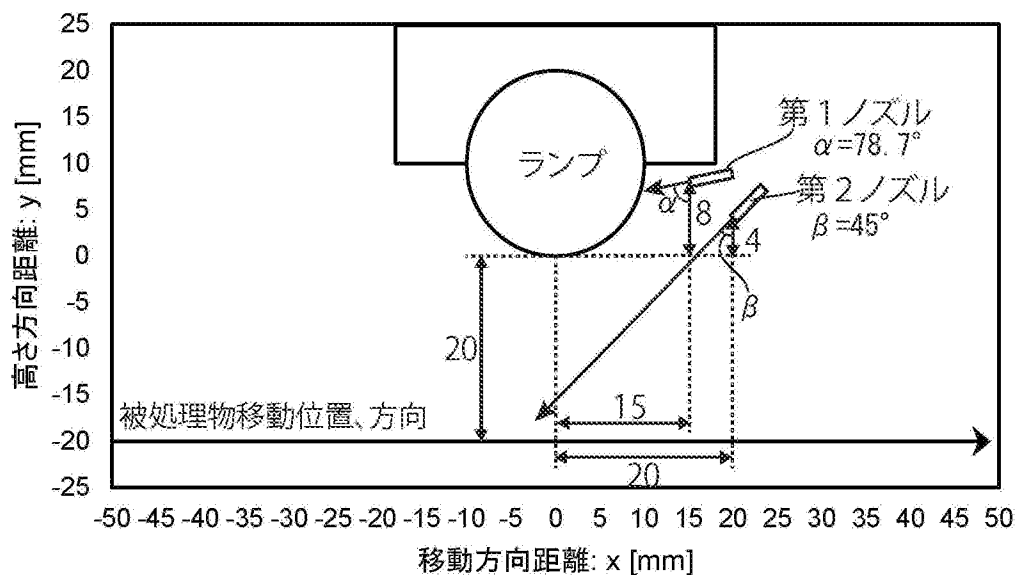


[図26]

(a)

(実施例7)光照射装置の設定条件			
ランプ管面/被処理物間最短距離		20.0	(mm)
第1ノズル設定値 (ランプ方向へ噴射)	先端 x位置	15.0	(mm)
	先端 y位置	8.0	(mm)
	噴射角度 α	78.7	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
第2ノズル設定値 (被処理物方向へ噴射)	先端 x位置	20.0	(mm)
	先端 y位置	4.0	(mm)
	噴射角度 β	45.0	(度)
	ガス流量	0.10	(m^3/min)
ガス流量合計		0.20	(m^3/min)
汚れ指標		100	

(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/002785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J65/00(2006.01)i, B01J19/12(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)
H01J61/52, H01J63/00, H01J65/00, B01J19/12

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2006-185656 A (Harison Toshiba Lighting Corp.), 13 July 2006 (13.07.2006), entire text; all drawings & KR 10-2006-0074889 A & CN 1797697 A & TW 200627506 A	1-9
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 162340/1986(Laid-open No. 69429/1988) (Pacific Machinery & Engineering Co., Ltd.), 10 May 1988 (10.05.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 28 March 2017 (28.03.17)	Date of mailing of the international search report 11 April 2017 (11.04.17)
---	--

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/JP2017/002785

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 2004-152842 A (Ushio Inc.), 27 May 2004 (27.05.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01J65/00(2006.01)i, B01J19/12(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. H01J61/52, H01J63/00, H01J65/00, B01J19/12

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2006-185656 A (ハリソン東芝ライティング株式会社) 2006.07.13, 全文、全図 & KR 10-2006-0074889 A & CN 1797697 A & TW 200627506 A	1-9
A	日本国実用新案登録出願61-162340号(日本国実用新案登録出願公開63-69429号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (大平洋機工株式会社) 1988.05.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 28.03.2017	国際調査報告の発送日 11.04.2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 鳥居 祐樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3226
	2G 4070

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 2004-152842 A (ウシオ電機株式会社) 2004.05.27, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9