(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
2022年2月3日(03.02.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/025053 A1

(51) 国際特許分類:
B05B 1/04 (2006.01)　*B05B 7/26* (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)　*B05B 14/30* (2018.01)
B01J 19/08 (2006.01)　*H05H 1/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/027731

(22) 国際出願日：　2021年7月27日(27.07.2021)

(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 2020-126079　2020年7月27日(27.07.2020)　JP

(71) 出願人：株式会社ニコン (**NIKON CORPORATION**) [JP/JP]；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：奥井公太郎 (**OKUI Kotaro**)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 鬼頭義昭 (**KITO Yoshiaki**)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 佐々木健至 (**SASAKI Takeshi**)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：千葉剛宏，外 (**CHIBA Yoshihiro** et al.)；〒1510053 東京都渋谷区代々木２丁目１番１号 新宿マインズタワー １６階 Tokyo (JP).

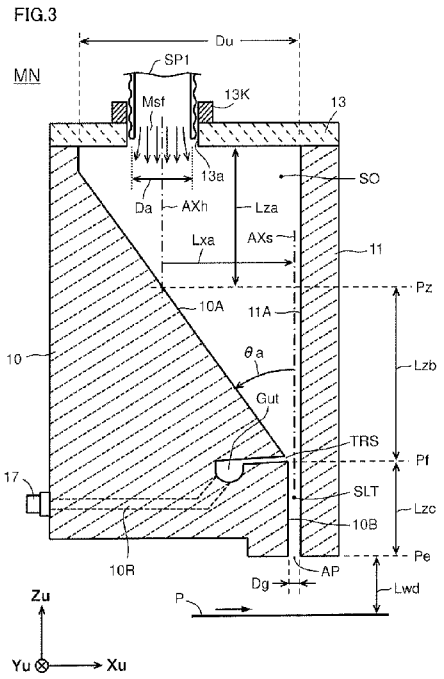
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

WO 2022/025053 A1

(54) **Title:** FILM FORMING DEVICE, MIST FILM FORMING DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING ELECTROCONDUCTIVE FILM

(54) 発明の名称： 成膜装置、ミスト成膜装置、および導電膜の製造方法

FIG.3



(57) **Abstract:** A film forming device for supplying a mist to the surface of an object to form a film of a material substance included in the mist on the surface of the object, the film forming device having: a mist generating unit for generating the mist; and a mist supply part having an introduction port for introducing the mist generated by the mist generating unit into a space, and a supply port for supplying the mist from the space to the surface of the object. The supply port is provided in a different position than the introduction port in a first direction in a first prescribed plane through which the mist passes, in which the first direction and a second direction intersect, and which includes the supply port.

(57) 要約：ミストを物体の表面に供給して前記物体の表面に前記ミストが含む材料物質の膜を成膜する成膜装置は、前記ミストを発生させるミスト発生部と、前記ミスト発生部で発生した前記ミストを空間に導入する導入口と、前記空間から前記物体の表面に前記ミストを供給する供給口とを有するミスト供給部とを有する。前記供給口は、第１方向と第２方向とが交差する前記供給口を含み、前記ミストが通過する第１所定平面内の前記第１方向において前記導入口と異なる位置に設けられる。

[続葉有]

(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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

成膜装置、ミスト成膜装置、および導電膜の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、微細なナノ粒子（材料粒子）を含むミストをキャリア気体に乗せて被処理基板に噴霧し、被処理基板の表面にナノ粒子による材料物質の膜を堆積させる成膜装置、ミスト成膜装置、および導電膜の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 電子デバイスの製造過程では、電子デバイスが形成される基板（被処理対象）の表面に各種の材料物質による薄膜を形成する成膜工程（成膜処理）が実施されている。成膜工程での成膜方法には各種の方式があり、近年、材料物質の微粒子（ナノ粒子）を含む溶液から発生させたミストを基板の表面に噴霧し、基板に付着したミスト（溶液）に含まれる溶媒成分を反応又は蒸発させて、基板の表面に材料物質（金属材料等）による薄膜を形成するミスト成膜法が注目されている。

[0003] 国際公開第２０１２／１２４０４７号には、ミスト発生器から発生させた成膜の原料となるミストを基板へと噴射するミスト噴射用ノズルを設けたミスト成膜装置が開示されている。国際公開第２０１２／１２４０４７号のミスト噴射用ノズルは、中空部を有する本体部と、その本体部の横方向に設けられて、ミストを本体部内に供給するミスト供給口と、ミストを基板に向けて噴射するスリット状の噴出口と、本体部の上方に設けられて、本体内にキャリアガスを供給するキャリアガス供給口と、本体内のミスト供給口よりも上方に配置されて、複数の孔が形成されたシャワープレートと、を備えている。そのシャワープレートの配設によって、本体内の中空部は、キャリアガス供給口と接続される第１の空間と、ミスト供給口と噴出口とに接続される第２の空間とに分割され、キャリアガスがシャワープレートを経ることで均

一化されて第２の空間内へ流れ込み、それによって噴出口から基板に吹き付けられるミストを均一化している。

[0004] このように、ミスト噴射用ノズルの本体内の中空部にシャワープレートを設けて、第２の空間内に流れ込む際のキャリアガスの分布を均一化する場合、第２の空間内に横方向から供給されるミストの分布がスリット状の噴出口の長手方向（スリット長手方向）に関して一様化されていないと、最終的に基板に噴霧されるミストの濃度分布をスリット長手方向に良好に均一化することが難しい。

発明の概要

[0005] 本発明の第１の態様は、ミストを物体の表面に供給して前記物体の表面に前記ミストが含む材料物質の膜を成膜する成膜装置であって、前記ミストを発生させるミスト発生部と、前記ミスト発生部で発生した前記ミストを空間に導入する導入口と、前記空間から前記物体の表面に前記ミストを供給する供給口とを有するミスト供給部とを有し、前記供給口は、第１方向と第２方向とが交差する前記供給口を含み、前記ミストが通過する第１所定平面内の前記第１方向において前記導入口と異なる位置に設けられる。

[0006] 本発明の第２の態様は、キャリアガスに含まれるミストを物体の表面に供給して前記物体の表面に前記ミストが含む材料物質の膜を成膜する成膜装置であって、前記物体を表面に沿った第１方向に移動させる移動機構と、前記物体の表面から所定の間隔で対向した先端部から前記ミストを、前記第１方向と交差した第２方向にスリット状に延びた分布で噴出するように、前記先端部に形成された供給口と、前記ミストの導入口から前記供給口まで、前記ミストを前記第２方向に広がった空間内に満たす為に、前記供給口の前記第１方向の一方の端部に連なる第１壁面と、前記供給口の前記第１方向の他方の端部に連なると共に、前記第１壁面との間隔が前記導入口から前記供給口に向けて狭くなるような第２壁面とで構成されるミスト供給部と、を備え、前記導入口から導入される前記ミストの導入ベクトルの中心の延長線と前記第２壁面との成す交差角を鋭角に設定した。

[0007] 本発明の第３の態様は、導電膜の製造方法であって、第１の態様または第２の態様の成膜装置を用いて前記物体上に前記材料物質である導電膜材料を成膜する成膜工程と、成膜された前記物体を乾燥させる乾燥工程と、を含む。

[0008] 本発明の第４の態様は、ミスト成膜装置であって、材料物質を含むミストを発生させるミスト発生部と、導入口と、供給口とを有し、前記導入口から導入された前記ミストを前記供給口から物体の表面に供給するミスト供給部と、を有し、前記供給口は、前記ミストの導入方向と異なる方向である第１方向において、前記導入口と異なる位置に設けられる。

[0009] 本発明の第５の態様は、ミスト成膜装置であって、材料物質を含むミストを発生させるミスト発生部と、導入口と、供給口とを有し、前記導入口から導入された前記ミストを前記供給口から物体の表面に供給するミスト供給部と、を有し、前記ミストの導入方向と異なる方向である第１方向において、前記供給口の幅は、前記導入口の幅よりも狭い。

[0010] 本発明の第６の態様は、ミスト成膜装置であって、材料物質を含むミストを発生させるミスト発生部と、導入口と、供給口とを有し、前記導入口から導入された前記ミストを前記供給口から物体の表面に供給するミスト供給部と、を有し、前記ミスト供給部は、前記導入口から導入されたミストを前記供給口に導く空間であって、第１壁面と、前記第１壁面と対向する第２壁面との間に設けられる空間を有し、前記第１壁面および第２壁面の少なくとも一方は、前記第１壁面と第２壁面との間隔が前記導入口から前記供給口に向けて狭くなるように設けられる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第１の実施形態によるミスト成膜装置の全体的な構成を概略的に示した図である。

[図2]図１に示したミスト成膜装置のノズルユニット部の外観構成を示す斜視図である。

[図3]図２に示したノズルユニット部のＹｕ（Ｙ）方向の一部をＸｕＺｕ（Ｘ

Ｚ）面と平行な面で破断した断面図である。

[図4]図４Ａ～図４Ｃは、ノズルユニット部内の空間ＳＯの構造の違いによる流速分布の違いをシミュレーションしたときのいくつかのモデル例を示す。

[図5]図４Ａ～図４Ｃに示したノズルユニット部ＭＮの各々のスリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近から噴出されるミスト気体ＭｓｆのＺｕ方向の流速の違いをシミュレーションした結果を表すグラフである。

[図6]図４Ａ（図３）に示したノズルユニット部ＭＮの空間ＳＯ内でのミスト気体ＭｓｆのＹｕ Ｚｕ面内での流速分布のシミュレーション結果を表した図である。

[図7]図７Ａ～図７Ｃは、ノズルユニット部ＭＮ内の空間ＳＯの形状として、特に傾斜内壁面１０Ａの角度θａを３０°以外にした３つのモデル例を示す。

[図8]図７Ａ～図７Ｃに示したノズルユニット部ＭＮの各々のスリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近から噴出されるミスト気体ＭｓｆのＺｕ方向の流速の違いをシミュレーションした結果を表すグラフである。

[図9]図８に示したシミュレーション結果のグラフ中の一部分を拡大して表したグラフである。

[図10]図１０Ａ～図１０Ｄは、シミュレーションの為に、ノズルユニット部ＭＮ内の傾斜内壁面１０Ａの角度θａを変えずに、他の部分の寸法を異ならせたノズルユニット部ＭＮの変形例（変形例１）の部分断面図である。

[図11]図１０Ａ～図１０Ｄに示したノズルユニット部ＭＮの各々のミスト気体ＭｓｆのＺｕ方向の流速の違いをシミュレーションした結果を表すグラフである。

[図12]シミュレーション結果を参酌したノズルユニット部ＭＮの変形例（変形例２）を示す部分断面図である。

[図13]シミュレーション結果を参酌したノズルユニット部ＭＮの変形例（変形例３）を示す部分断面図である。

[図14]シミュレーション結果を参酌したノズルユニット部ＭＮの変形例（変

形例４）の一部を破断した斜視図である。

[図15]図１４に示したノズルユニット部ＭＮのＸｕＺｕ面と平行な面で見た部分断面図である。

[図16]図１４、図１５のノズルユニット部ＭＮを基板Ｐの傾斜に合わせて傾けて配置する様子を示す図である。

[図17]第２の実施の形態によるミスト成膜部のノズルユニット部ＭＮ、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の具体的な構成を表す図である。

[図18]図１７のミスト成膜部の変形例（変形例５）を部分断面で表した斜視図である。

[図19]図１８のミスト成膜部の構成の更なる変形例（変形例６）を示す部分断面図である。

[図20]図１９のミスト成膜部の底面を基板Ｐ側から見た平面図である。

[図21]先の図２、図１２、図１７～２０の各々で示した電極保持ブロック部材１６の構造の変形例（変形例７）を示す斜視図である。

[図22]図１９、図２１に示した電極保持ブロック部材１６を、－Ｚｕ側から＋Ｚｕ側に見た変形例を示す。

[図23]図２３Ａ～図２３Ｃは、ノズルユニット部ＭＮのブロック部材１３に形成される複数の導入口の形状と配置に関する幾つかの変形例（変形例８）を示す平面図である。

[図24]第３の実施の形態によるミスト成膜装置の概略的な構成を示す図である。

[図25]ノズルユニット部ＭＮ、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２、及び電極保持ブロック部材１６が組付けられて、図２４のミスト成膜装置に適用されるカバー部ＣＢの変形構造（変形例９）を示す斜視図である。

[図26]図２５のカバー部ＣＢをＸｕＺｕ面と平行な面で破断した断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の態様に係る成膜装置、ミスト成膜装置、および導電膜の製造方法

について、好適な実施の形態を掲げ、添付の図面を参照しながら以下、詳細に説明する。なお、本発明の態様は、これらの実施の形態に限定されるものではなく、多様な変更又は改良を加えたものも含まれる。つまり、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれ、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。また、本発明の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

[0013] 〔第１の実施の形態〕

図１は、第１の実施の形態によるミスト成膜装置ＭＤＥの概略的な全体構成を示す図である。図１において、特に断わりのない限り重力方向を－Ｚ方向とするＸＹＺ直交座標系を設定する。ミスト成膜装置ＭＤＥは、被処理基板（物体）としての可撓性のシート基板Ｐ（単に基板Ｐとも呼ぶ）の表面に、ナノ粒子（材料物質）を含むミスト気体を噴霧する為のミスト成膜部１と、ミストが噴霧された基板Ｐの表面を乾燥させる為の乾燥ユニット２と、基板Ｐを長尺方向（Ｘｕ方向）に平面状に支持してＸｕ方向（搬送方向）に搬送する為の無端ベルト３Ａと、無端ベルト３Ａが掛け回される回転ローラＲ１、Ｒ２と、回転ローラＲ２を一定速度で回転させる回転駆動部（モータや減速器を含む）３Ｂと、基板Ｐを支持する無端ベルト３Ａの平坦部分の裏面側を平面支持する支持ステージ３Ｃと、を備える。また、無端ベルト３Ａと回転ローラＲ１、Ｒ２と回転駆動部３Ｂと支持ステージ３Ｃを少なくとも含む構成を搬送部３Ｄとする。無端ベルト３ＡのＹ方向の幅は、シート基板Ｐの長尺方向と直交したＹ方向の幅よりも大きく設定され、長尺方向に搬送されるシート基板Ｐは回転ローラＲ１側で無端ベルト３Ａに接触し、回転ローラＲ２側で無端ベルト３Ａから離脱する。

[0014] 本実施の形態において、長尺のシート基板Ｐは、重力方向と直交したＸＹ面（水平面）に対して角度θｐだけ傾いて＋Ｚ方向に上昇する状態で搬送されるように、無端ベルト３Ａの平坦部分と支持ステージ３Ｃの平坦な上面とが角度θｐだけ傾いて配置される。その為、ミスト成膜部１と乾燥ユニット

２も、基板Ｐの搬送方向に沿って、角度θｐだけ傾けて配置される。ミスト成膜部１については、その詳細な構成を以下で説明する都合から、基板Ｐの平坦な表面と平行な長尺方向をＸｕ軸方向、基板Ｐの長尺方向と直交した幅方向をＹｕ軸（Ｙ軸と平行）方向、そして基板Ｐの表面の法線方向をＺｕ軸方向とするＸｕＹｕＺｕ直交座標系を設定する。従って、ＸｕＹｕＺｕ直交座標系は、ＸＹＺ直交座標系内でＹ軸の回りに角度θｐだけ回転させたものとなる。角度θｐは３０度～６０度の範囲に設定される。このように、基板Ｐを傾けた状態でミスト成膜する構成は、例えば、国際公開第２０１６／１３３１３１号に開示されている。

[0015] シート基板Ｐは、本実施の形態では、長尺なＰＥＴ（ポリエチレン・テレフタレート）、ＰＥＮ（ポリエチレン・ナフタレート）、又はポリイミド等の樹脂を母材とした厚みが数百μｍ～数十μｍ程度のフレキシブルシートとするが、その他の材料、例えば、ステンレス、アルミ、真鍮、銅等の金属材料を薄く圧延した金属箔シート、厚みを１００μｍ以下にして可撓性を持たせた極薄ガラスシート、セルロースナノファイバーを含有する樹脂製シートであっても良い。なお、シート基板Ｐは、必ずしも長尺である必要はなく、例えば、Ａ４サイズ、Ａ３サイズ、Ｂ４サイズ、Ｂ３サイズのように長辺や短辺の寸法が規格化された枚葉のシート基板、或いは規格外の不定型な枚葉のシート基板であっても良い。

[0016] 本実施の形態のミスト成膜部１は、図１に示すように、ミスト気体（ミストを含むキャリアガス）を基板Ｐに向けて噴出するノズルユニット部（ミスト供給部）ＭＮと、基板Ｐの表面に付着せずに基板Ｐの表面に沿って流れるミスト気体を回収する為に、基板Ｐの搬送方向（Ｘｕ方向）に関してノズルユニット部ＭＮの上流側と下流側とに配置された回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２とを有する。さらにミスト成膜部１には、ミスト気体を噴出するノズルユニット部ＭＮの先端部と、ミスト気体を吸引によって回収する回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各先端部と、基板Ｐの上面の全体とを覆うカバー部ＣＢが設けられる。カバー部ＣＢは、ノズルユニット部ＭＮから噴出されて基

板Ｐに付着せずに流れるミスト気体が基板Ｐの表面の上方空間から遺漏することを抑制して、効率的に回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２に導く導風部材として機能する。

[0017] ノズルユニット部ＭＮには、複数の霧化器５Ａ、５Ｂ（ここでは２つ）の各々で発生したミスト気体が供給される。霧化器５Ａ、５Ｂは、いずれも同じ構成であるので、代表して霧化器５Ａの構成を中心に説明する。霧化器（ミスト発生部）５Ａ（５Ｂ）には、成膜すべき材料物質のナノ粒子（粒径が数ｎｍ～数百ｎｍ）を所定の濃度で分散させた溶液Ｌｑがパイプ６Ａ（６Ｂ）を介して内部の容器に供給される。ここで、ナノ粒子は導電性を有する。容器内の溶液Ｌｑは超音波振動子で加振され、溶液Ｌｑの表面からは数μｍ～十数μｍ程度の粒径のミストが発生する。その容器内で発生したミストは、パイプ７Ａ（７Ｂ）を介して所定の流量で供給されるキャリアガスＣｇｓ（空気、O_2ガス、窒素ガス、アルゴンガス、炭酸ガス等のいずれか１つ、又は２つ以上の混合ガス）に乗って、パイプ８Ａ（ＳＰ１）、８Ｂ（ＳＰ２）を介してミスト気体となってノズルユニット部ＭＮに導かれる。

[0018] 複数本のパイプ８Ａ（８Ｂ）の各々の噴出口は、ノズルユニット部ＭＮの上部にＹ方向（Ｙｕ方向）に並んで配置され、ほぼ同じ流量に調整されたミスト気体をノズルユニット部ＭＮの内部空間に噴出する。ノズルユニット部ＭＮのＹｕ方向（Ｙ方向）の長さに応じて、ミスト気体を供給するパイプ８Ａ、８Ｂは３本以上に増設することができる。その場合、霧化器５Ａ、５Ｂも３個以上に増設される。なお、パイプ８Ａ、８Ｂは、以降、パイプＳＰｎ（ｎは２以上の整数）とも呼ぶことにする。本ミスト成膜装置を用いることで、基板上に導電性膜を成膜することができる。成膜された導電性膜は、ディスプレイなどの電子デバイスの製造の際に用いられてもよい。

[0019] 図２は、図１中に示したノズルユニット部ＭＮの外観形状を部分的に分解して表した斜視図であり、図３は、図２のノズルユニット部ＭＮの一部をＸｕＹｕＺｕ座標系のＸｕＺｕ面と平行な面で破断した断面図である。図２、図３のように、ノズルユニット部ＭＮは、Ｙｕ方向を長手としてＸｕＺｕ面

内での断面形状が概略的に台形のブロック部材１０と、ブロック部材１０とＸｕ方向に対向するように配置され、Ｙｕ方向を長手としてＸｕＺｕ面内での断面形状がＺｕ方向に細長い長方形のブロック部材１１と、ブロック部材１０、１１のＹｕ方向の各々の端部を塞ぐ矩形状のブロック部材１２Ａ、１２Ｂと、ブロック部材１０、１１、１２Ａ、１２Ｂの各々のＺｕ方向の上端部を塞ぐＸｕＹｕ面と平行な板状のブロック部材（天板）１３とで構成される。これによって、ノズルユニット部ＭＮは全体としてＹｕ方向に延びた角柱状に形成され、ブロック部材１０、１１のＺｕ方向の下端部には、ミスト気体をＹｕ方向にスリット状に均一な分布とするようにＹｕ方向に延設されたスロット部ＳＬＴと、ミスト気体を基板Ｐに向けて噴出するようにＹｕ方向に直線的に延設されたスリット開口部（供給口）ＡＰとが形成される。また、スリット開口部ＡＰを含む平面を第１所定平面とし、ブロック部材１３を含む平面を第２所定平面とする。

[0020] さらに、ブロック部材１０、１１のＺｕ方向の下端部で、スリット開口部ＡＰの下方には、噴出されたミスト気体にプラズマ放電を照射する為に、Ｙｕ方向に延びた２本の電極棒１５Ａ、１５ＢをＸｕ方向に一定間隔で平行に保持する電極保持ブロック部材１６が配置される。ミスト気体にプラズマを照射するプラズマアシスト付のミスト成膜装置は、例えば、国際公開第２０１６／１３３１３１号に開示されている。なお、プラズマアシストが必須でない場合、電極保持ブロック部材１６は不要である。

[0021] ブロック部材１０、１１、１２Ａ、１２Ｂは、絶縁性が高く、加工性や成型性が良い硬質の合成樹脂、例えばアクリル樹脂（ポリメタクリル酸メチル：ＰＭＭＡ）、フッ素樹脂（ポリテトラフルオロエチレン：ＰＴＦＥ）、熱可塑性プラスチックのポリカーボネート、或いは、石英等のガラス硝材で構成される。但し、プラズマアシストを行わない場合、ブロック部材１０、１１、１２Ａ、１２Ｂの材料は、ステンレス等の金属材としても良い。また、天板としてのブロック部材１３は、上記の合成樹脂、プラスチック、ガラス硝材、或いは金属材で構成され、ブロック部材１３には、図１に示した複数

本のパイプＳＰｎ（ここではｎ＝６）の各々が接続される６つの円形の導入口１３ａ～１３ｆがＹｕ方向に所定の間隔で形成されている。ブロック部材１０、１１、１２Ａ、１２Ｂ、１３の各々は、ネジ又は接着剤によって図２、図３のように固定される。なお、図２に示したノズルユニット部ＭＮの場合、６つのパイプＳＰ１～ＳＰ６が接続されるので、図１に示した霧化器５Ａ、５Ｂ・・・も６個用意される。

[0022] 図３は、図２に示された円形の導入口１３ａのＹｕ方向の中心を通って、Ｙｕ軸と直交した面（ＸｕＺｕ面）で、ノズルユニット部ＭＮのブロック部材１０、１１、１３を破断した断面図であり、プラズマア放電用の電極棒１５Ａ、１５Ｂと電極保持ブロック部材１６との図示は省略されている。ミスト気体（ミストを含むキャリアガスＣｇｓ）Ｍｓｆを噴出する導入口１３ａには、パイプＳＰ１が締結部１３Ｋを介して取り付けられる。ここで、導入口１３ａのＸｕＹｕ面内での直径をＤａ、導入口１３ａの円形の中心点を通ってＺｕ軸と平行な中心線をＡＸｈとする。

[0023] ブロック部材１１は、図３に示すように、ブロック部材１３から－Ｚｕ方向の下端部でスリット開口部ＡＰが形成される下端面Ｐｅにかけて、ＹｕＺｕ面と平行な内壁面（垂直内壁面）１１Ａを有する。ブロック部材１０は、図３に示すように、ブロック部材１３側から－Ｚｕ方向に向けて、ＹｕＺｕ面に対して角度θａで傾斜した内壁面（傾斜内壁面、第１壁面）１０Ａと、ブロック部材１１の平面状の内壁面（第２壁面）１１Ａと、Ｘｕ方向に間隔Ｄｇで平行に対向して下端面Ｐｅのスリット開口部ＡＰに至る内壁面（垂直内壁面）１０Ｂとを有する。スリット開口部ＡＰのＹｕ方向の長さは、図２に示したブロック部材１２Ａ、１２Ｂの各々の内壁面のＹｕ方向の間隔で設定され、内壁面１０Ａ、１０Ｂ、１１Ａの各々はスリット開口部ＡＰのＹｕ方向の長さ全体に亘って延設されている。以上の構成によって、ノズルユニット部ＭＮの内部には図３のように、ＸｕＺｕ面内で見たとき、傾斜内壁面１０Ａと垂直内壁面１１Ａとで囲まれた三角形のロート状の空間ＳＯと、垂直内壁面１０Ｂと垂直内壁面１１Ａとで囲まれたスロット状の空間であるス

ロット部ＳＬＴとが形成される。

[0024] 空間ＳＯは、ＸｕＺｕ面内で見たとき、ブロック部材１３側（Ｚｕ方向の上部）のＸｕ方向の広い間隔Ｄｕから、スロット部ＳＬＴのＺｕ方向の上部位置Ｐｆの狭い間隔Ｄｇにかけて、傾斜内壁面１０Ａと垂直内壁面１１ＡとのＸｕ方向の間隔が連続的に減少するように構成される。空間ＳＯ内において、導入口１３ａの中心線ＡＸｈ（Ｚｕ軸と平行）の延長は、ブロック部材１０の傾斜内壁面１０ＡとＺｕ方向の高さ位置Ｐｚで交差すると共に、スロット部ＳＬＴのＸｕ方向の中心を通ってＺｕ軸と平行な中心線ＡＸｓに対して、Ｘｕ方向に間隔Ｌｘａだけシフト（横ずれ）している。また、ブロック部材１３で導入口１３ａをＺｕ方向（第３方向）に延伸させたとき、内壁面１０Ａと交差するように、前記導入口１３ａが設けられる。また、ブロック部材１３の下面（内壁面）の位置（間隔ＤｕのＺｕ方向の上端位置）から、中心線ＡＸｈの延長が傾斜内壁面１０Ａと交差する位置ＰｚまでのＺｕ方向の寸法をＬｚａ、位置Ｐｚからスロット部ＳＬＴの上部の位置ＰｆまでのＺｕ方向の寸法をＬｚｂ、位置Ｐｆから下端面Ｐｅまでのスロット部ＳＬＴのＺｕ方向の寸法をＬｚｃとする。

[0025] 導入口１３ａ（他の導入口１３ｂ～１３ｆも同様）から空間ＳＯ内に噴出されるミスト気体Ｍｓｆは、導入口１３ａの出口付近では直径Ｄａ内でほぼ均一な流量分布で－Ｚｕ方向にまっすぐに進むが、空間ＳＯ内を－Ｚｕ方向に進むに従ってＸｕ方向とＹｕ方向とに徐々に広がっていく。しかしながら、導入口１３ａ（１３ｂ～１３ｆ）から噴出したミスト気体Ｍｓｆは、そのほとんど全部がブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａに噴霧され、位置Ｐｆのスロット部ＳＬＴの上部に直接達することが無いように、直径Ｄａ、間隔Ｌｘａ、寸法Ｌｚａ、寸法Ｌｚｂが設定されている。なお、導入口１３ａ（１３ｂ～１３ｆ）から噴出されるミスト気体Ｍｓｆの送流方向を噴出ベクトルとしたとき、本実施の形態では、ミスト気体Ｍｓｆの噴出ベクトルの中心線を導入口１３ａ（１３ｂ～１３ｆ）の中心線ＡＸｈと一致させているものとする。また、スリット開口部ＡＰの下端面Ｐｅと基板Ｐの表面とのＺｕ方

向の間隔（ワーキングディスタンス）をＬｗｄとする。

[0026] 図２、図３に示したように、導入口１３ａ～１３ｆの各々からのミスト気体Ｍｓｆは、噴出時の流速を保ったままブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａに噴霧される為、傾斜内壁面１０Ａには、ミスト気体Ｍｓｆに含まれるミストの一部の付着によって液滴が生じる。その液滴は徐々に成長し、やがてミスト気体Ｍｓｆの流れと重力との影響によって傾斜内壁面１０Ａに沿って下方（－Ｚｕ方向）に流れ落ちる。液滴がそのまま流れ落ちると、液滴はスリット開口部ＡＰから基板Ｐに滴下され、ミスト成膜によるナノ粒子の成膜均一性を大きく阻害することになる。そこで、本実施の形態では、傾斜内壁面１０Ａの－Ｚｕ方向の終端部である位置Ｐｆの高さに、Ｙｕ方向に延設されたスリット部（回収部）ＴＲＳが液滴のトラップ部として形成される。スリット部ＴＲＳのＸｕ方向の奥には、Ｙｕ方向に延設されたマニュホールド部（回収部）Ｇｕｔが形成される。スリット部ＴＲＳは傾斜内壁面１０Ａに付着して液化したミストを回収する回収機構である。スリット部ＴＲＳの隙間でトラップされた液滴は、マニュホールド部Ｇｕｔに溜められて、ブロック部材１０内に形成された流路１０Ｒを通って排出口１７を介して排出される。なお、不図示であるが、排出口１７には吸引ポンプからのパイプが接続されている。

[0027] 本実施の形態において、図２、図３に示したノズルユニット部ＭＮの空間ＳＯの寸法は、一例として、Ｙｕ方向の長さ（スロット部ＳＬＴのＹｕ方向の長さ）が３０～３５ｍｍ、上端部のＸｕ方向の間隔（幅）Ｄｕが約３５ｍｍ、ブロック部材（天板）１３の下面からスロット部ＳＬＴの上端部までのＺｕ方向の長さＬｚａ＋Ｌｚｂが約６０ｍｍに設定され、ブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａの角度θａは約３０度（ＸｕＹｕ面に対しては約６０度）となり、傾斜内壁面１０ＡのＸｕＺｕ面内での長さは約７０ｍｍになる。また、スロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）のＸｕ方向の間隔（幅）Ｄｇは５～６ｍｍに設定され、スロット部ＳＬＴのＺｕ方向の寸法（長さ）Ｌｚｃは、ここでは約１５ｍｍに設定したが、５ｍｍ程度であっても良い。さ

らに、図３に示した導入口１３ａ～１３ｆの各々の直径Ｄａは約１３ｍｍ、導入口１３ａ～１３ｆの各々の中心線ＡＸｈとスロット部ＳＬＴの中心線ＡＸｓとのＸｕ方向の間隔（寸法）Ｌｘａは２５～２０ｍｍの範囲に設定される。また、導入口１３ａはＸｕ方向においてスリット開口部ＡＰとは異なる位置に設けられる。さらに、スリット開口部ＡＰのＸｕ方向における幅（間隔）Ｄｇは、導入口１３ａのＸｕ方向における幅（間隔）Ｄａよりも短く設定されることが好ましい。また、導入口１３ａ～１３ｆの各々の中心線ＡＸｈのＹｕ方向の間隔Ｌｙｐ（図２参照）は５０～６０ｍｍ程度に設定されるが、その間隔は導入口１３ａ～１３ｆの個数によって変更され、例えば、導入口１３ａ～１３ｆを６つから８つに増やした場合、間隔Ｌｙｐは３５～４０ｍｍ程度に設定される。従って、図３の構成では、Ｌｘａ＞（Ｄａ＋Ｄｇ）／２の関係に設定される。

[0028] 本実施の形態では、ノズルユニット部ＭＮの構造や寸法を以上のように設定したが、その設定の為に、いくつかの異なる構造や寸法を設定して、予め流体シミュレーションを行った。その前提として、例えば、国際公開第２０２０／０２６８２３号に開示されているノズルユニット部のように、ミスト気体の導入口の直下（ミスト気体の噴出方向の延長上）にスロット開口が配置される構成を検討した。その構成の場合、スロット開口の長手方向に関する噴霧ミスト気体の流速分布の一様性（均一性）を良好にする為には、導入口からノズルユニット部内に流入した直後のミスト気体のスロット開口の長手方向に関する流速分布が一様である必要がある。その為、国際公開第２０１２／１２４０４７号に開示されているように、複数の孔が形成されたシャワープレートを設けることも考えられるが、ミスト気体の流れに対する圧損が大きくなり、シャワープレートに大量の液滴が溜まるといった問題、或いは乱流が発生し易いといった問題が生じ得る。

[0029] そこで、本実施の形態では、図２、図３に示したように、ミスト気体Ｍｓｆの導入口１３ａ～１３ｆをＹｕ方向に沿って３つ以上設けると共に、導入口１３ａ～１３ｆの中心線ＡＸｈとスリット開口部ＡＰ（スロット部ＳＬＴ

）の中心線ＡＸｓとを、Ｘｕ方向に間隔Ｌｘａだけオフセットさせて、導入口１３ａ～１３ｆの各々から噴出されるミスト気体Ｍｓｆが直接的にスリット開口部ＡＰ（スロット部ＳＬＴ）に向かわないように設定する。さらに、複数の導入口１３ａ～１３ｆの各々から噴出されるミスト気体Ｍｓｆの大部分をブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａに噴霧する構成とする。これにより、ミスト気体Ｍｓｆの進行方向を傾斜内壁面１０Ａに沿うように滑らかに変化させながら、スリット開口部ＡＰ（スロット部ＳＬＴ）の長手方向（Ｙｕ方向）に関するミスト気体Ｍｓｆの流速分布（或いはミストの濃度分布）を一様化することができる。

[0030] 以上の図１～図３に示したように、キャリアガスＣｇｓにミストを含ませたミスト気体Ｍｓｆを基板Ｐの表面に噴霧し、ミストに含有させたナノ粒子を基板Ｐの表面に薄膜状に堆積するミスト成膜装置ＭＤＥは、基板Ｐを表面に沿ったＸｕ方向（第１方向）に移動させる回転ローラＲ１、Ｒ２、無端ベルト３Ａによる移動機構と、基板Ｐの表面から所定の間隔で対向した先端部からミスト気体Ｍｓｆを、Ｘｕ方向と交差したＹｕ方向（第２方向）にスリット状に延びた分布で噴出するように、先端部に形成されたＡＰ（スロット開口）と、ミスト気体Ｍｓｆの導入口１３ａ～１３ｆからスリット開口部ＡＰまで、ミスト気体ＭｓｆをＹｕ方向に広がった空間ＳＯ内に満たす為に、スリット開口部ＡＰのＸｕ方向の一方の端部に連なる内壁面１１Ａ（第１内壁面）と、スリット開口部ＡＰのＸｕ方向の他方の端部に連なると共に、内壁面１１Ａとの間隔が導入口１３ａ～１３ｆからスリット開口部ＡＰ（スロット部ＳＬＴ）に向けて狭くなるような傾斜内壁面１０Ａ（第２内壁面）とで構成されるノズルユニット部ＭＮと、を備え、導入口１３ａ～１３ｆから噴出されるミスト気体Ｍｓｆの噴出ベクトルの中心の延長線としての中心線ＡＸｈと第２内壁面との成す傾斜角度θａが鋭角に設定される。

[0031] 図４Ａ、図４Ｂ、図４Ｃは、導入口１３ａ～１３ｆの個数とＹｕ方向の配置や各導入口１３ａ～１３ｆからのミスト気体Ｍｓｆ（キャリアガスＣｇｓ）の流速を同じにして、ノズルユニット部ＭＮ内の空間ＳＯの構造の違いに

よる流速分布の違いをシミュレーションしたときのいくつかのモデル例を示す。図４Ａは、図３と同じ構造のノズルユニット部ＭＮのモデルの断面形状を示し、図４Ｂは図３に示したブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａの傾斜角度θａを６０°にしたモデルの断面形状を示す。さらに、図４Ｃは図４Ｂのモデルの傾斜内壁面１０ＡのＸｕＺｕ面内での長さと同じ長さで、傾斜角度θａを３０°にしたモデルの断面形状を示す。シミュレーションでは、ノズルユニット部ＭＮの導入口１３ａ～１３ｆをＹｕ方向に４つ並べた状態とし、スリット開口部ＡＰからのＹｕ方向の流速分布として、乱れると予想されるスリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近での流速分布を調べた。なお、シミュレーションは、ＳＩＥＭＥＮＳ社から提供されるシミュレータ・ソフトのＳｔａｒ－ＣＣＭ＋（登録商標）を利用して行った。

[0032] 図４Ｂのノズルユニット部ＭＮの場合、導入口１３ａの中心線ＡＸｈとスロット部ＳＬＴの中心線ＡＸｓとのＸｕ方向の間隔Ｌｘａは、図４Ａのノズルユニット部ＭＮの間隔Ｌｘａと同じに設定される。その為、図４Ｂのノズルユニット部ＭＮの寸法Ｌｚａ、寸法Ｌｚｂは、いずれも図４Ａのノズルユニット部ＭＮの各寸法に対して小さくなっている。図４Ａ、図４Ｂ、図４Ｃのいずれのノズルユニット部ＭＮでも、ブロック部材（天板）１３の下面側とブロック部材１１の垂直内壁面１１Ａとが接合されている空間付近では、ミスト気体Ｍｓｆの乱流が生じるが、その乱流によってスリット開口部ＡＰから噴出されるミスト気体Ｍｓｆの流速分布が劣化する影響は、傾斜内壁面１０ＡのＸｕＺｕ面内での長さや寸法Ｌｚｂが大きいと緩和される。

[0033] 図５は、図４Ａ、図４Ｂ、図４Ｃの各々のノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近から噴出されるミスト気体ＭｓｆのＺｕ方向の流速の違いをシミュレーションした結果を表すグラフである。図５の横軸は、スリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近の約７０ｍｍの範囲の距離を表し、縦軸は、スリット開口部ＡＰから噴出するミスト気体ＭｓｆのＺｕ方向の流速成分の規格化された比率（ｍ／ｓ）を表す。その比率は、導入口１３ａから噴出されるミスト気体ＭｓｆのＺｕ方向の流速を基準値とし、

その基準値に対してＺｕ方向の流速が半分になった場合を－０．５（５０％減）とする。従って、比率が大きい場合（縦軸の数値の絶対値が大きい場合）は、スリット開口部ＡＰから噴出するミスト気体Ｍｓｆのうち、Ｚｕ軸と平行な向きの成分の他に、Ｚｕ軸と非平行な傾いた向きの成分が多くなることを意味する。

[0034] 図５において、図４Ａのノズルユニット部ＭＮの場合は、特性（４Ａ）で示すように、スリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近でのミスト気体Ｍｓｆの流速の低下（減衰）は全体的に滑らかである。また、図４Ｃのノズルユニット部ＭＮの場合は、傾斜内壁面１０ＡのＸｕＺｕ面内での傾斜角度θａが図４Ａの場合と同じであるが、寸法Ｌｚｂが図４Ａの場合よりも短い為、図５中の特性（４Ｃ）で示すように、特性（４Ａ）に比べると僅かではあるがムラがある。一方、傾斜内壁面１０Ａの傾斜角度θａを６０°にした図４Ｂのノズルユニット部ＭＮの場合は、寸法Ｌｚａ、寸法Ｌｚｂがいずれも図４Ａの場合よりも短くなっており、ノズルユニット部ＭＮの空間ＳＯ内で発生する乱流が強くなることから、図５中の特性（４Ｂ）で示すように、ムラが多くなっている。

[0035] 図６は、図４Ａ（図３）に示したノズルユニット部ＭＮの空間ＳＯ内でのミスト気体ＭｓｆのＹｕＺｕ面内での流速分布のシミュレーション結果を表した図である。図６の流速分布は、ノズルユニット部ＭＮの空間ＳＯの＋Ｙｕ方向の端部側（ブロック部材１２Ｂ側）のみを表し、図４Ａ又は図３のスロット部ＳＬＴの中心線ＡＸｓを含んでＹｕＺｕ面と平行な面内に設定した多数の点の各々における流れの大きさと方向をベクトルで表したものである。なお、図６では、ノズルユニット部ＭＮのスロット部ＳＬＴ（Ｚｕ方向の寸法Ｌｚｃ）の両端部を、ブロック部材１８Ａによってブロック部材１２Ｂ側から距離Ｌｙｅ（例えば、５～１５ｍｍ）の範囲で塞いだ状態でシミュレーションを行った。

[0036] 図４Ａ（図３）に示した様に、導入口１３ａ～１３ｆの各々から噴出されるミスト気体Ｍｓｆは、一様な流速分布で－Ｚｕ方向に進んでブロック部材

１０の傾斜内壁面１０Ａに当たる。傾斜内壁面１０Ａに当たった後のミスト気体Ｍｓｆの大部分は、その進行方向がブロック部材１１の垂直内壁面１１Ａに斜めに向かうように偏向されて、Ｚｕ方向の位置Ｐｆのスロット部ＳＬＴに流入する。また、導入口１３ａ～１３ｆの中心線ＡＸｈが傾斜内壁面１０Ａと交差する位置Ｐｚの付近では、ミスト気体Ｍｓｆの流れが乱され、±Ｙｕ方向や＋Ｘｕ方向、或いは＋Ｚｕ方向に向かう成分も発生する。しかしながら、複数の導入口１３ａ～１３ｆがＹｕ方向に一定間隔で配置されていること、ノズルユニット部ＭＮ内の空間ＳＯのＸｕ方向の幅（傾斜内壁面１０Ａと垂直内壁面１１ＡのＸｕ方向の間隔）が、－Ｚｕ方向（スロット部ＳＬＴの位置Ｐｆ）に向かって順次減少して絞られていることによって、スロット部ＳＬＴに流入するミスト気体Ｍｓｆの流速分布はＹｕ方向に関して一様にされる。

[0037] 以上のように、導入口１３ａ～１３ｆの中心線ＡＸｈとブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａとが成す角度θａが３０°前後が良いことを確認する為、角度θａを異ならせた幾つかのノズルユニット部ＭＮの構造について、同様のシミュレーションを行った。そのシミュレーションの為に、図７Ａ～図７Ｃに示すような３つのモデル例を設定した。図７Ａは、図３（図４Ａ）と同様に傾斜内壁面１０ＡのＸｕＺｕ面内での長さを約７０ｍｍとし、角度θａを４０°としたモデルを示し、図７Ｂは、図７Ａと同様に傾斜内壁面１０ＡのＸｕＺｕ面内での長さを約７０ｍｍとし、角度θａを１０°としたモデルを示す。さらに、図７Ｃは、図７Ａと同様に傾斜内壁面１０ＡのＸｕＺｕ面内での長さを約７０ｍｍとし、角度θａを２０°としたモデルを示す。図７Ａのノズルユニット部ＭＮのモデル例の場合、長さＬｚａは約１２．５ｍｍ、長さＬｚｂは約４７．５ｍｍ、寸法Ｌｘａは約３７ｍｍになる。図７Ｂのノズルユニット部ＭＮのモデル例の場合は、長さＬｚａが約４５ｍｍ、長さＬｚｂが約２４ｍｍ、寸法Ｌｘａが約７ｍｍになり、図７Ｃのノズルユニット部ＭＮのモデル例の場合は、長さＬｚａが約２５ｍｍ、長さＬｚｂが約４０ｍｍ、寸法Ｌｘａが約１７．５ｍｍになる。

[0038] 図８は、図７Ａ、図７Ｂ、図７Ｃの各々のノズルユニット部ＭＮと図４Ａのノズルユニット部ＭＮとのスリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近から噴出されるミスト気体ＭｓｆのＺｕ方向の流速の違いを、図５と同様にシミュレーションした結果を表すグラフであり、図８の横軸と縦軸は図５と同じに設定される。また図９は、図８のグラフ中のＹｕ方向の距離が０ｍｍ～３０ｍｍの範囲ＧＡ８におけるシミュレーション結果を拡大して表したグラフである。

[0039] 図８に示したように、先の図４Ａのノズルユニット部ＭＮでのミスト気体Ｍｓｆのｚｕ方向の流速特性（４Ａ）３０°に対して、図７Ａ、図７Ｂ、図７Ｃの各々のノズルユニット部ＭＮでのミスト気体Ｍｓｆのｚｕ方向の流速特性（７Ａ）４０°、（７Ｂ）１０°、（７Ｃ）２０°は、全体的な傾向は大きく変わることはない。しかしながら、ノズルユニット部ＭＮのＹｕ方向の端部から内側の範囲ＧＡ８では、図９に示すように、流速特性（７Ａ）４０°、（７Ｂ）１０°、（７Ｃ）２０°は、いずれも流速特性（４Ａ）３０°に比べてムラ（Ｙｕ方向の位置に応じた流速の変化の度合い）が大きくなっている。但し、流速特性（７Ｃ）２０°は流速特性（４Ａ）３０°に近似した傾向となっていることから、傾斜内壁面１０Ａの角度θａは、２０°＜θａ＜４０°に設定されるのが好ましく、更には、θａ＝３０°±５°の範囲にするのが望ましい。

[0040] 〔変形例１〕

以上で説明したノズルユニット部ＭＮのうち、図３に示したノズルユニット部ＭＮの構成をベースにして、その傾斜内壁面１０Ａ（角度θａ＝３０°）と対峙するブロック部材１１側の内壁面の形状を変形した幾つかの例について、図１０Ａ～図１０Ｄを参照して説明する。図１０Ａ、図１０Ｂ、図１０Ｃ、図１０Ｄは、いずれも傾斜内壁面１０Ａの傾斜の角度θａを３０°に設定したノズルユニット部ＭＮのＸｕＺｕ面と平行な面での部分断面を示す。

[0041] 図１０Ａでは、ノズルユニット部ＭＮの傾斜内壁面１０Ａと対峙するブロ

ック部材１１の内壁面１１Ａ側に、傾斜内壁面１０ＡからＸｕ方向に一定の間隔Ｓｇｘで離間して傾斜内壁面１０Ａと平行に配置された斜面１１Ａａが設けられる。間隔Ｓｇｘは、天板としてのブロック部材１３に形成される導入口１３ａのＸｕ方向の寸法（例えば、直径１３ｍｍ）よりも少し大きい寸法（例えば、１５～２０ｍｍ）に設定される。その他の各部の寸法は、先の図３で説明したノズルユニット部ＭＮの寸法と同じに設定される。

[0042] 図１０Ｂでは、ノズルユニット部ＭＮの傾斜内壁面１０Ａと対峙するブロック部材１１の内壁面１１Ａ側に、天板としてのブロック部材１３の下面からスロット部ＳＬＴのスリット開口部ＡＰの位置近傍まで、傾斜内壁面１０ＡからのＸｕ方向の間隔が漸次減少する斜面１１Ａｂが設けられる。傾斜内壁面１０Ａと斜面１１Ａｂとのブロック部材１３の下面でのＸｕ方向の間隔は、図１０Ａと同じに間隔Ｓｇｘに設定され、傾斜内壁面１０Ａと斜面１１Ａｂとのスリット開口部ＡＰの近傍でのＸｕ方向の間隔は、図３に示したノズルユニット部ＭＮのスロット部ＳＬＴの間隔Ｄｇ程度に設定される。

[0043] 図１０Ｃでは、ノズルユニット部ＭＮの傾斜内壁面１０Ａと対峙するブロック部材１１側に、ＹｕＺｕ面と平行な内壁面１１Ａｃと、傾斜内壁面１０Ａと平行な内壁面１１ＡｄとがＺｕ方向に連続して設けられている。傾斜内壁面１０Ａと内壁面１１Ａｃとのブロック部材１３の下面でのＸｕ方向の間隔は、図１０Ａと同じに間隔Ｓｇｘに設定され、傾斜内壁面１０Ａと内壁面１１ＡｄとのＸｕ方向の間隔は、スロット部ＳＬＴの間隔Ｄｇと同程度の一定間隔に設定される。従って、ＸｕＺｕ面内での内壁面１１Ａｃと内壁面１１Ａｄとの成す角度は、傾斜内壁面１０Ａの角度θａに応じて、１８０°－θａに設定される。

[0044] 図１０Ｄでは、ノズルユニット部ＭＮの傾斜内壁面１０Ａと対峙するブロック部材１１側に、ＸｕＺｕ面内で傾斜内壁面１０Ａと反対側に傾斜した内壁面１１Ａｅと、傾斜内壁面１０Ａと平行な内壁面１１ＡｆとがＺｕ方向に連続して設けられている。傾斜内壁面１０Ａと内壁面１１Ａｅとは、ＹｕＺｕ面と平行で導入口１３ａの中心線ＡＸｈを含む面に関して対称的に配置さ

れる。さらに、傾斜内壁面１０Ａと内壁面１１Ａｅとのブロック部材１３の下面でのＸｕ方向の間隔は、図１０Ａと同じに間隔Ｓｇｘに設定され、傾斜内壁面１０Ａと内壁面１１Ａｆとの Ｘｕ方向の間隔は、スロット部ＳＬＴの間隔Ｄｇと同程度の一定間隔に設定される。従って、ＸｕＺｕ面内での内壁面１１Ａｅと内壁面１１Ａｆとの成す角度は、傾斜内壁面１０Ａの角度θａに応じて、１８０°－２・θａに設定される。

[0045] 以上の図１０Ａ、図１０Ｂ、図１０Ｃ、図１０Ｄの各々のノズルユニット部ＭＮについて、先の図５、図８と同様のシミュレーションを行ったところ、図１１に示すような特性が得られた。図１１において、横軸は、スリット開口部ＡＰのＹｕ方向の端部付近の約７０ｍｍの範囲の距離を表し、縦軸は、スリット開口部ＡＰから噴出するミスト気体Ｍｓｆの Ｚｕ方向の流速成分の規格化された比率（ｍ／ｓ）を表す。図１１のグラフにおいて、特性（１０Ａ）は、図１０Ａのノズルユニット部ＭＮの流速特性を示し、特性（１０Ｂ）は、図１０Ｂのノズルユニット部ＭＮの流速特性を示し、特性（１０Ｃ）は、図１０Ｃのノズルユニット部ＭＮの流速特性を示し、特性（１０Ｄ）は、図１０Ｄのノズルユニット部ＭＮの流速特性を示す。

[0046] 図１１のシミュレーション結果のように、図１０Ａ、図１０Ｂの構造のノズルユニット部ＭＮの場合は、その流速特性（１０Ａ）、（１０Ｂ）が図５中の特性（４Ａ）とほぼ同じ傾向で、流速分布のムラも少なくなっている。一方、図１０Ｃ、図１０Ｄの構造のノズルユニット部ＭＮの場合は、その流速特性（１０Ｃ）、（１０Ｄ）が互いにほぼ同じであるが、流速特性（１０Ａ）、（１０Ｂ）に比べて、スリット開口部ＡＰの端部付近での流速の落ち込みが大きくなっている。これは、図１０Ｃ、図１０Ｄの構造の場合、導入口１３ａからスリット開口部ＡＰに至るミスト気体Ｍｓｆが、傾斜内壁面１０Ａと狭い間隔Ｄｇで平行に対向した内壁面１１Ａｄ又は内壁面１１Ａｆとで挟まれた空間を通る為に生じたものと考えられる。以上のことから、図１０Ａ、図１０Ｂに示した変形構造のノズルユニット部ＭＮでも、図３に示したノズルユニット部ＭＮと同様の作用、効果を得ることができる。

[0047] 〔変形例２〕

図１２は、先の各種の変形例でのシミュレーション結果を参酌したノズルユニット部ＭＮの変形例を示し、先の図３と同様に、ＸｕＺｕ面と平行な面での部分断面を示す。図１２において、図３中に示した部材や配置と同じものには同じ符号を付してある。本変形例では、ＸｕＺｕ面内で見たとき、ブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａとブロック部材１１の内壁面１１Ａとが、なだらかな曲面状に形成される。傾斜内壁面１０Ａは、天板としてのブロック部材１３の下面直下の部分、及び、スリット開口部ＡＰの付近（スロット部ＳＬＴ）の部分ではＹｕＺｕ面とほぼ平行に形成され、その間の部分では緩やかなＳ字状に形成されている。また、本変形例でも、ＸｕＺｕ面内で見たとき、導入口１３ａの中心線ＡＸｈと傾斜内壁面１０Ａとの成す角度θａは、２５°～４０°の範囲、好ましくは３０°に設定され、スロット部ＳＬＴの中心線ＡＸｓと導入口１３ａの中心線ＡＸｈとは、Ｘｕ方向に間隔（寸法）Ｌｘａだけオフセットされている。

[0048] 従って、本変形例においても、Ｘｕ方向に関する導入口１３ａの直径（寸法）Ｄａ、スロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）の間隔Ｄｇ、間隔（寸法）Ｌｘａは、図３の構成と同様に、Ｌｘａ＞（Ｄａ＋Ｄｇ）／２の関係に設定される。なお、図１２のノズルユニット部ＭＮにおいて、ブロック部材１１の内壁面１１Ａは、図３の構成と同様にＹｕＺｕ面と平行な平坦面としても良い。

[0049] 〔変形例３〕

図１３は、先の各種の変形例でのシミュレーション結果を参酌したノズルユニット部ＭＮの変形例を示し、先の図３と同様にＸｕＺｕ面と平行な面での部分断面を示す。図１３において、図３中に示した部材や配置と同じものには同じ符号を付してある。本変形例では、ＸｕＺｕ面内で見たとき、ブロック部材１０の内壁面１０Ａとブロック部材１１の内壁面１１Ａとの両方が、図１２中の傾斜内壁面１０Ａと同様に緩やかにＳ字状に湾曲した曲面に形成され、内部の空間ＳＯはＸｕＺｕ面内でロート状に形成される。図１３の

傾斜内壁面１０Ａと内壁面１１Ａとは、スロット部ＳＬＴの中心線ＡＸｓを含むＹｕＺｕ面と平行な面に関してＸｕ方向に対称的に配置される。

[0050] 本変形例では、天板としてのブロック部材１３に取り付けられる複数のパイプＳＰ１、ＳＰ２、・・・のうち、奇数番のパイプＳＰ１、ＳＰ３、・・・と、偶数番のパイプＳＰ２、ＳＰ４、・・・とがＸｕ方向に一定の間隔で離れて位置するように配置される。さらに、奇数番のパイプＳＰ１、ＳＰ３、・・・の各々の先端部（導入口１３ａ側）は、Ｙｕ方向に延設された軸１３０Ａの回りに回転可能に軸支された回動部材１３０に貫通して設けられ、偶数番のパイプＳＰ２、ＳＰ４、・・・の各々の先端部（導入口１３ｂ側）は、Ｙｕ方向に延設された軸１３１Ａの回りに回転可能に軸支された回動部材１３１に貫通して設けられる。本変形例では、複数のパイプＳＰ１、ＳＰ２、・・・の各々の先端の円形の射出口が導入口１３ａ、１３ｂ・・・として機能し、その射出口の中心線ＡＸｈ１、ＡＸｈ２・・・の各々は、ＸｕＺｕ面内で見たとき、スロット部ＳＬＴの中心線ＡＸｓに対して傾いている。

[0051] 奇数番のパイプＳＰ１、ＳＰ３、・・・の各々の射出口の中心線ＡＸｈ１の延長は、ＸｕＺｕ面内で見たときブロック部材１１の内壁面１１Ａと角度θａで交差し、偶数番のパイプＳＰ２、ＳＰ２、・・・の各々の射出口の中心線ＡＸｈ２の延長は、ＸｕＺｕ面内で見たときブロック部材１０の傾斜内壁面１０Ａと角度θａで交差する。その角度θａは、２５°～４０°の範囲に設定されるが、本変形例では、回動部材１３０、１３１の各々によって角度θａが簡単に調整可能となっている。但し、本変形例でも、奇数番のパイプＳＰ１、ＳＰ３、・・・、及び偶数番のパイプＳＰ２、ＳＰ４、・・・の各々の射出口から噴出されるミスト気体Ｍｓｆは、直接的にスロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）に向かわないように設定される。

[0052] 本変形例によれば、複数のパイプＳＰ１、ＳＰ２、・・・の各々からノズルユニット部ＭＮの内部空間に噴出されるミスト気体Ｍｓｆの風量（風速）にばらつきが生じたり、複数のパイプＳＰ１、ＳＰ２、・・・の各々から噴出されるミスト気体Ｍｓｆの風量（風速）を全体的に大きく変化させたりす

る場合に、スリット開口部ＡＰから噴出されるミスト気体Ｍｓｆの Ｙｕ方向の風量（風速）分布のムラを小さくするように、回動部材１３０、１３１の回転により調整することができる。なお、図１３のような回動部材１３０を設けて、パイプＳＰ１、ＳＰ２、・・・の各々からのミスト気体Ｍｓｆの噴出方向を調整可能とする構成は、先の図３のノズルユニット部ＭＮにも同様に適用可能である。

[0053] 〔変形例４〕

図１４は、先の各種の変形例でのシミュレーション結果を参酌したノズルユニット部ＭＮの変形例を示し、先の図３と同様にＸｕＺｕ面と平行な面であって導入口１３ａの位置で破断した斜視図である。図１５は図１４のノズルユニット部ＭＮのＸｕＺｕ面と平行な面での部分断面図である。図１４、図１５において、先の図３のノズルユニット部ＭＮの部材、材質、配置と同等のものには同じ符号を付してあり、またミスト気体Ｍｓｆが供給される複数の導入口は、代表的に導入口１３ａ～１３ｃの３つのみを示したが、それ以上の個数としても良い。

[0054] 本変形例では、ノズルユニット部ＭＮの長手方向（Ｙｕ方向）の両端に設けられるブロック部材１２Ａ、１２Ｂ（図１４ではブロック部材１２Ａは不図示）の内壁面はＸｕＺｕ面と平行な平面であり、天板としてのブロック部材１３の内壁面はＹｕＺｕ面に対して僅かに傾いた平面となっている。但し、ブロック部材１３の内壁面はＹｕＺｕ面と平行に配置しても良い。また本変形例では、図１５に示すように、円形断面の導入口１３ａ（及び他の導入口）の中心線ＡＸｈとスロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）のＸｕ方向の中心線ＡＸｓとは、ＸｕＺｕ面内で９０°以上の角度（鈍角）θｗを成すように設定される。

[0055] さらに本変形例では、ブロック部材１０の内壁面１０Ａとブロック部材１１の内壁面１１Ａとで囲まれる空間ＳＯのＸｕＺｕ面内で見た形状は、先の図１３に示したノズルユニット部ＭＮの空間ＳＯを角度θｗだけ折り曲げた屈曲ロート状に形成される。ブロック部材１０の内壁面１０Ａとブロック部

材１１の内壁面１１Ａは、ＸｕＺｕ面内では緩急カーブ状（曲率半径が大きな状態、小さい状態、大きな状態で連続した曲線状）に湾曲して形成される。これにより、導入口１３ａ～１３ｃから噴出されたミスト気体Ｍｓｆは、ＸｕＺｕ面内では空間ＳＯ内で絞られながらスロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）に向かう。図１５に示すように、本変形例では、導入口１３ａ～１３ｃの中心線ＡＸｈの延長は、ブロック部材１１の内壁面１１Ａと交わるが、その交点ｐｋにおける内壁面１１Ａの垂線と直交する接平面と中心線ＡＸｈとの成す角度θａは、２５°～４０°の範囲になるように設定されている。従って、本変形例では、ブロック部材１１の内壁面１１Ａが傾斜内壁面として機能する。

[0056] 図１４、図１５のように、ノズルユニット部ＭＮの内部の空間ＳＯを屈曲ロート状にする場合でも、ブロック部材１１の内壁面１１Ａ又はブロック部材１０の内壁面１０Ａに付着したミストの集合（凝集）による液滴が、スロット部ＳＬＴの壁面を伝わって流れてスリット開口部ＡＰから基板Ｐに滴下する可能性がある。その為、内壁面１０Ａ、１１Ａの各々のスリット開口部ＡＰの近傍には、図３と同様に、液滴をトラップするスリット部ＴＲＳが設けられる。

[0057] 図１６は、図１４、図１５のノズルユニット部ＭＮの配置例を示し、スリット開口部ＡＰと対向する基板Ｐの表面は、先の図１に示したように、ＸＹＺ座標系内でＸＹ面から角度θｐ（例えば４５°）だけ傾けた状態に設定される。その為、図１６において、図１４、図１５のノズルユニット部ＭＮのＸｕＹｕＺｕ座標系は、ＸＹＺ座標系内でＹ軸の回りに角度θｐだけ傾けて配置される。このような配置とした場合、導入口１３ａ～１３ｃの中心線ＡＸｈは、ＸＺ面内で見たとき、ＸＹ面に対して角度θｕだけ傾いたものとなり、その角度θｕは、θｕ＝９０°－（θｗ－θｐ）となる。一例として、角度θｗ（図１５参照）を１０５°、角度θｐを４５°とした場合、角度θｕは３０°となる。従って、導入口１３ａ～１３ｃの各々から空間ＳＯ内に噴出されるミスト気体Ｍｓｆの中心噴霧ベクトルは、ＸＹＺ座標系内で見る

と、斜め上方に向かうものとなる。

[0058] さらに、空間ＳＯの下側（－Ｚ方向）に位置するブロック部材１０の内壁面１０Ａと天板としてのブロック部材１３との接合部は、Ｚ方向に関して最も下側に位置すると共に、内壁面１０Ａの大部分は、その接合部に向けて斜めに傾斜したものとなる。同様に、ブロック部材１１の内壁面１１Ａのうち、交点ｐｋよりもブロック部材１３側の表面は、ＸＹ面に対して－Ｚ方向に傾いたものとなっている。その為、内壁面１１Ａに付着した液滴は、その多くが内壁面１１Ａに沿ってブロック部材１３側に流れるか、下側の内壁面１０Ａに落下する。交点ｐｋよりも－Ｘ方向側の内壁面１０Ａの部分は、ブロック部材１３側に－Ｚ方向に傾斜している為、内壁面１１Ａからその部分に落下した液滴は、内壁面１０Ａに沿ってブロック部材１３側に流れる。

[0059] そこで、本変形例では、ノズルユニット部ＭＮのブロック部材１３の内壁面と下側のブロック部材１０の内壁面１０Ａとの接合部に、液滴を捕集するようにＹ（Ｙｕ）方向に延設された溝１０Ｐが形成され、その溝１０Ｐ内の一部に、液滴を外部に排出する排出ポート部ＳＰｄが形成される。排出ポート部ＳＰｄには排出（排水）用のパイプが接続されている。このように、本変形例のノズルユニット部ＭＮを角度θｐだけ傾けて配置することにより、ノズルユニット部ＭＮの内部の空間ＳＯを規定する内壁面１０Ａ、１１Ａに付着した液滴の多くを排出ポート部ＳＰｄから回収することができ、スリット開口部ＡＰに向かう液滴を大幅に減少させることができる。仮に、スロット部ＳＬＴの内壁面を伝わってスリット開口部ＡＰに向かう液滴が生じたとしても、その液滴はスリット開口部ＡＰの直前に配置されたスリット部ＴＲＳによって捕集される。

[0060] 〔第２の実施の形態〕

図１７は、図１に示したミスト成膜装置ＭＤＥのノズルユニット部ＭＮ、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２、並びにカバー部ＣＢの具体的な構成を示し、ＸｕＺｕ面と平行な面で破断した部分断面図である。図１７では、ノズルユニット部ＭＮの構成を先の図３と同じとするが、図１０Ａ、図１０Ｂ、図

１２～図１４のいずれかの構成であっても良い。また、図１７に示したノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰと基板Ｐの間には、プラズマアシスト用の電極棒１５Ａ、１５ＢをＸｕ方向に所定間隔で支持する電極保持ブロック部材１６が配置される。ＸｕＹｕ面（基板Ｐの表面）と平行な電極保持ブロック部材１６の下面と、基板Ｐの表面とは数ｍｍ程度の間隔に設定される。スリット開口部ＡＰから噴出して基板Ｐの表面に付着しなかった余剰のミスト気体Ｍｓｆは、スリット開口部ＡＰに対して基板Ｐの搬送方向の上流側に配置された回収ユニット部ＤＮ１と、下流側に配置された回収ユニット部ＤＮ２とによって回収される。

[0061] 回収ユニット部ＤＮ１は、全体に板材で囲まれた構造を有し、ノズルユニット部ＭＮのＹｕ方向の寸法とほぼ同じ長さでＹｕ方向に延設して構成され、底面には電極保持ブロック部材１６の下面と同一面となるように配置された底板ＤＮ１ａが設けられる。底板ＤＮ１ａと電極保持ブロック部材１６とのＸｕ方向の間には、Ｙｕ方向に延びたスリット状の開口部ＤＮ１ｂが形成される。回収ユニット部ＤＮ１の内部空間は、真空ポンプに接続された排気パイプＥＰ１ａを介して減圧される。それによって、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰから噴出した余剰のミスト気体Ｍｓｆは、負圧にされた開口部ＤＮ１ｂから回収ユニット部ＤＮ１の内部空間内に吸引される。回収ユニット部ＤＮ１の内部空間内には、排気パイプＥＰ１ａに向かうミスト気体Ｍｓｆ中のミストはトラップして気体は通すフィルタ部ＤＮ１ｃが斜めに設けられる。フィルタ部ＤＮ１ｃでトラップされたミストは捕集（凝集）されて、底板ＤＮ１ａ上に液状に溜まるが、吸引ポンプに接続された排水パイプＥＰ１ｂを介して回収される。

[0062] 回収ユニット部ＤＮ２は、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰを挟んで回収ユニット部ＤＮ１と対称的に配置され、回収ユニット部ＤＮ１と同様に、底板ＤＮ２ａ、開口部ＤＮ２ｂ、フィルタ部ＤＮ２ｃ、排気パイプＥＰ２ａ、及び排水パイプＥＰ２ｂとで構成される。回収ユニット部ＤＮ２は、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰから噴出されて基板Ｐの表

面に沿って上流側に流れる余剰のミスト気体Ｍｓｆを、開口部ＤＮ２ｂから吸引し、気体は排気パイプＥＰ２ａで吸引され、ミストが凝集した液体は排水パイプＥＰ２ｂを介して回収される。なお、回収ユニット部ＤＮ１の開口部ＤＮ１ｂと回収ユニット部ＤＮ２の開口部ＤＮ２ｂとのＹｕ方向の長さは、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰのＹｕ方向の長さと同等に設定されている。

[0063] 本実施の形態において、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰの中心線ＡＸｓから回収ユニット部ＤＮ１の開口部ＤＮ１ｂまでのＸｕ方向の距離（間隔）Ｘｅ１と、スリット開口部ＡＰの中心線ＡＸｓから回収ユニット部ＤＮ２の開口部ＤＮ２ｂまでのＸｕ方向の距離（間隔）Ｘｅ２とは、ほぼ等しく設定されると共に、なるべく短く設定される。その距離（間隔）Ｘｅ１、Ｘｅ２は、底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの下面と基板Ｐの表面とのＺｕ方向の間隔（ギャップ幅）の３～５倍の寸法よりも小さく設定される。例えば、ギャップ幅を数ｍｍ（３～６ｍｍ）とした場合、距離（間隔）Ｘｅ１、Ｘｅ２は、９～３０ｍｍの範囲に設定される。さらに、回収ユニット部ＤＮ１の開口部ＤＮ１ｂで吸引される気体の流量（リットル／秒）、並びに回収ユニット部ＤＮ２の開口部ＤＮ２ｂで吸引される気体の流量（リットル／秒）は、それぞれ、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰから噴出されるミスト気体Ｍｓｆの流量（リットル／秒）と同等以上に設定され、好ましくは１．５倍以上に設定される。

[0064] このように、回収ユニット部ＤＮ１の開口部ＤＮ１ｂ、回収ユニット部ＤＮ２の開口部ＤＮ２ｂの各々での吸引流量を設定すると、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰから噴出して、基板Ｐの表面に沿ってＹｕ方向に流れ出すミスト気体Ｍｓｆを抑制することができる。図１、又は図１７に示したように、ノズルユニット部ＭＮの－Ｚｕ方向側の下端面（電極保持ブロック部材１６の下面）は基板Ｐの表面から数ｍｍ程度の間隔（ギャップ）で配置される。その為、回収ユニット部ＤＮ１、回収ユニット部ＤＮ２が無い場合、スリット開口部ＡＰから噴出されるミスト気体ＭｓｆはＸｕＹｕ面内

で四方八方に広がって遺漏し、ミスト成膜装置内の至る所にミスト気体Ｍｓｆのミストが付着してしまう。

[0065] 図１７のような回収ユニット部ＤＮ１、回収ユニット部ＤＮ２を設けることによって、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰから噴出したミスト気体Ｍｓｆの流れを、基板Ｐの表面に沿ったＸｕ方向に制限することができると共に、余剰のミスト気体Ｍｓｆのほぼ全部を効率的に回収することができる。従って、ノズルユニット部ＭＮ、回収ユニット部ＤＮ１、回収ユニット部ＤＮ２で構成されるミスト成膜部１からミスト成膜装置ＭＤＥ内に遺漏するミスト気体Ｍｓｆが皆無となり、装置内をクリーニングする為に装置稼働を一時的に停止させる頻度を極めて少なくする、又は皆無にすることができる。

[0066] 〔変形例５〕

図１８は、図１７に示した第２の実施の形態のミスト成膜部１の変形例を示し、ＸｕＹｕＺｕ座標系のＸｕＺｕ面と平行な面で破断した部分断面で表した斜視図である。本変形例では、ノズルユニット部ＭＮは先の図５に示した構造と同等とし、ミスト気体Ｍｓｆは５つの導入口１３ａ～１３ｅの各々から供給され、内部空間の傾斜内壁面１０Ａによってスロット部ＳＬＴに流入するミスト気体ＭｓｆのＹｕ方向の流速分布が一様化される。また、本変形例では、ノズルユニット部ＭＮの－Ｚｕ方向に、プラズマ放電用の一対の電極棒１５Ａ、１５Ｂ（図１８では図示省略）を支持する電極保持ブロック部材１６が設けられる。ノズルユニット部ＭＮのスロット部ＳＬＴを通ったミスト気体Ｍｓｆは、電極保持ブロック部材１６の－Ｚｕ方向の底部にＹｕ方向に延びるように形成されたスリット開口部ＡＰ’を通って基板Ｐの表面に噴霧される。なお、図１８中の各部材や構造で、先の図１７中の部材と同じものには同じ符号を付してある。

[0067] ノズルユニット部ＭＮ及び電極保持ブロック部材１６の－Ｘｕ方向側には、底板ＤＮ１ａとスリット状の開口部ＤＮ１ｂとを含む回収ユニット部ＤＮ１のブロック部材が配置され、＋Ｘｕ方向側には、底板ＤＮ２ａとスリット

状の開口部ＤＮ２ｂとを含む回収ユニット部ＤＮ２のブロック部材が配置される。本変形例の回収ユニット部ＤＮ１、回収ユニット部ＤＮ２の各ブロック部材は、ＸｕＺｕ面内で見ると全体に角柱状に形成され、その内部にはＹｕ方向に延設された断面が矩形の空間Ｓｖ１、Ｓｖ２が形成されている。スリット状の開口部ＤＮ１ｂは傾斜した流路を介して空間Ｓｖ１に連通し、スリット状の開口部ＤＮ２ｂは傾斜した流路を介して空間Ｓｖ２に連通している。また、回収ユニット部ＤＮ１、回収ユニット部ＤＮ２の各ブロック部材のＹｕ方向の両端部は、空間Ｓｖ１、Ｓｖ２や開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂが開放されないように板材によって閉鎖されている。

[0068] さらに、回収ユニット部ＤＮ１のブロック部材の－Ｘｕ方向側には、空間Ｓｖ１を減圧する為の複数の真空発生器（以下、エジェクターと呼ぶ）ＥＪ１ａ、ＥＪ１ｂ、・・・がＹｕ方向に並んで取り付けられている。エジェクターＥＪ１ａ、ＥＪ１ｂ、・・・の各々は、パイプＰＶａを介して供給される加圧気体（圧縮空気）をパイプＰＶｂに向けて排出する流路（排気ポート）と、その流路によりベンチュリー効果等で作られる減圧した流路（吸引ポート）とを形成するように構成され、減圧された真空圧が発生する排気ポートが回収ユニット部ＤＮ１のブロック部材の－Ｘｕ方向の壁面に形成された孔Ｈｄに接続されている。エジェクターＥＪ１ａ、ＥＪ１ｂ、・・・の各々によって、回収ユニット部ＤＮ１のブロック部材の空間Ｓｖ１が減圧されるので、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰ’から噴出された余剰のミスト気体Ｍｓｆは、回収ユニット部ＤＮ１のブロック部材の開口部ＤＮ１ｂから吸引され、エジェクターＥＪ１ａ、ＥＪ１ｂ、・・・の各々のパイプＰＶｂを介して回収される。

[0069] 同様に、回収ユニット部ＤＮ２のブロック部材の＋Ｘｕ方向側には、空間Ｓｖ２を減圧する為の複数の真空発生器（エジェクター）ＥＪ２ａ、ＥＪ２ｂ、ＥＪ２ｃがＹｕ方向に並んで取り付けられている。エジェクターＥＪ２ａ、ＥＪ２ｂ、ＥＪ２ｃの各々も、パイプＰＶａから供給される加圧気体（圧縮空気）によって作られる真空圧を発生する排気ポートを介して、回収ユ

ニット部ＤＮ２のブロック部材の空間Ｓｖ２を減圧する。これによって、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰ’から噴出された余剰のミスト気体Ｍｓｆは、回収ユニット部ＤＮ２のブロック部材の開口部ＤＮ２ｂから吸引され、エジェクターＥＪ２ａ、ＥＪ２ｂ、ＥＪ２ｃの各々のパイプＰＶｂを介して回収される。

[0070] 本変形例においても、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各ブロック部材の開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂの各々で吸引される風量（リットル／秒）は、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰ’から噴出されるミスト気体Ｍｓｆの風量（リットル／秒）に対して、１～２倍の範囲で大きくなるように、エジェクターＥＪ１ａ、ＥＪ１ｂ、ＥＪ２ａ、ＥＪ２ｂ、ＥＪ２ｃの各々にパイプＰＶａを介して供給される加圧気体の風量が設定される。なお、エジェクターＥＪ１ａ、ＥＪ１ｂ、ＥＪ２ａ、ＥＪ２ｂ、ＥＪ２ｃとしては、粒体や粉体を含む気体を搬送できるものとして、例えば、株式会社日本ピスコから販売されている真空発生器ＶＲＬを利用することができる。

[0071] 本変形例では、ノズルユニット部ＭＮ、電極保持ブロック部材１６、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各々を密接させて、ほぼ一体化するように組み付けられ、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各々の底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの底面と、電極保持ブロック部材１６の底面とは、隙間が無いように互いにＸｕＹｕ面と平行な同一面を成すように形成される。また、先にも説明したが、ノズルユニット部ＭＮの各ブロック部材、電極保持ブロック部材１６、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各ブロック部材は、アクリル樹脂（ポリメタクリル酸メチル：ＰＭＭＡ）、フッ素樹脂（ポリテトラフルオロエチレン：ＰＴＦＥ）、熱可塑性プラスチックのポリカーボネート、或いは、石英等のガラス硝材のいずれかで構成される。

[0072] 以上のような真空発生器（エジェクター）を用いることで、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各々の開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂから吸引された余剰のミスト気体Ｍｓｆは、パイプＰＶｂまでほとんど圧損なく搬送される。なお、エジェクターＥＪ１ａ、ＥＪ１ｂ、ＥＪ２ａ、ＥＪ２ｂ、ＥＪ２ｃの各々

からのパイプＰＶｂの先端は１本にまとめられて回収機構に接続される。回収機構としては、余剰のミスト気体Ｍｓｆから水分を冷凍乾燥器で取り除いて、ミストに含有されたナノ粒子を粉体状態で回収する方式が用いられる。

[0073] 〔変形例６〕

図１９は、図１８のミスト成膜部１の構成の更なる変形例を示す部分断面図であり、図１９に示した各部の部材や構造において、図１８中の部材と同じものには同じ符号を付してある。図１８の構成では、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各々の底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの底面と、電極保持ブロック部材１６の底面とが同一面となるように形成されたが、図１９の構成では、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各々の底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの底面に、周囲よりも僅かな寸法（数ｍｍ程度）だけ窪んだ窪み面Ｐｂｏが形成されている。図２０は、図１９のミスト成膜部１の底面を基板Ｐ側から見た図である。

[0074] 図１９、図２０に示すように、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の各々の底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの窪み面Ｐｂｏ（図１９中の斜線部分）のＺｕ方向の高さ位置は、ノズルユニット部ＭＮの下方の電極保持ブロック部材１６の平坦な底面１６ＢのＺｕ方向の高さ位置と同じに設定されている。従って、電極保持ブロック部材１６のスリット開口部ＡＰ’から噴出されたミスト気体Ｍｓｆは、基板Ｐの表面と底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの窪み面Ｐｂｏとで挟まれた間隔ｈｂｏ（図１９参照）の空間内に溜まりつつ、開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂを介して吸引される。ＸｕＹｕ面内において、底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの底面の窪み面Ｐｂｏの周囲部分（平坦面）は、基板Ｐの表面との間の間隔（ギャップ）が間隔ｈｂｏよりも小さくなるように設定される。その為、開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂによる気体の吸引圧（減圧）も作用して、間隔ｈｂｏの空間内に溜まったミスト気体Ｍｓｆが回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２（底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａ）の底面部から外側に遺漏することが抑制される。

[0075] なお、図２０に示したように、電極保持ブロック部材１６の底面１６Ｂの

スリット開口部ＡＰ’のＹｕ方向の寸法（ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰ’の長さ）に対して、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２の底板ＤＮ１ａ、ＤＮ２ａの各々に形成されたスリット状の開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂのＹｕ方向の寸法は少しだけ長く設定される。また、電極保持ブロック部材１６の底面１６Ｂのスリット開口部ＡＰ’のＹｕ方向の両端部分の面と基板Ｐの表面との間隔は、間隔ｈｂｏのままだが、余剰のミスト気体Ｍｓｆの遺漏を抑制する為に、その両端部分の面に吸引圧を供給する排気口を設けても良い。さらに、図１９では、電極保持ブロック部材１６の電極棒１５Ａ、１５Ｂの下方（－Ｚｕ側）に位置し、スリット開口部ＡＰ’のＸｕ方向の端面を成す部分には、ミストの凝集による液滴をトラップする為のスリット部ＴＲＳが形成されている。

[0076] 〔変形例７〕

図２１は、先の図２、図１２、図１７～２０の各々で示した電極保持ブロック部材１６の構造の変形例を示す斜視図である。図２１において、直交座標系は従前の各図面で示した座標系ＸｕＹｕＺｕと同じに設定され、また、従前の各図面で示した部材や配置と同じ部材には同じ符号を付してある。図２１において、電極保持ブロック部材１６は、Ｙｕ方向に延びた２本の電極棒１５Ａ、１５ＢをＸｕ方向に所定のギャップ（スリット開口部ＡＰ又はＡＰ’の間隔Ｄｇ以上）で平行に支持する底部支持部材１６０を有する。底部支持部材１６０は、電極棒１５Ａ、１５ＢのＹｕ方向の両端部のみを保持するようにＵ字状に切り取られた凹部１６０Ａ、１６０Ｂと、スリット開口部ＡＰ（又はＡＰ’）のＹｕ方向の長さに亘って電極棒１５Ａ、１５Ｂが露出するようにくり貫かれたスロット状の開口部１６０Ｃと、上側カバー板１６１が接合されるようにＸｕＹｕ面と平行に形成された上端面１６０Ｄとで構成される。

[0077] 上側カバー板１６１は、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰ（又はＡＰ’）の－Ｚｕ方向の直下に配置され、スリット開口部ＡＰ（又はＡＰ’）のＹｕ方向、Ｘｕ方向の各寸法とほぼ同じ寸法に形成されたスリット状

の開口部１６１Ａを有する。さらに、金属製（鉄、ＳＵＳ等）の電極棒１５Ａ、１５Ｂの各々の外周面は、柔軟性（伸縮性）を有するフッ素樹脂（ポリテトラフルオロエチレン：ＰＴＦＥ）のチューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔで被覆されている。基板Ｐに噴霧されるミスト気体Ｍｓｆにプラズマを照射する場合、電極棒１５Ａ、１５ＢのＸｕ方向の間に安定してプラズマが発生させる必要がある。その為に、電極棒１５Ａ、１５Ｂの各々を、耐薬品性と耐熱性を有し、誘電率が高い石英管の内部に挿入するのが望ましい。しかしながら、石英管の内壁面の全体と電極棒１５Ａ、１５Ｂの外周面の全体とを一様に密着させることが難しいことがある。

[0078] そこで、本変形例では、誘電率が比較的に高く、耐薬品性と耐熱性を有する可撓性のＰＴＦＥ製のチューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔにより、電極棒１５Ａ、１５Ｂの外周面の全体を密着して被覆する。例えば、電極棒１５Ａ、１５Ｂの各々の外周面の公称の直径φｅに対して、チューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔの各々の内周面の公称の直径φｆを数％～３０％程度だけ小さなものとし、電極棒１５Ａ、１５Ｂの各々をチューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔの各々の内部に圧入することで、絶縁体で被覆された電極棒１５Ａ、１５Ｂを容易に作製できる。なお、チューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔの各々の厚みが単体（単層）では不足する場合は、ＰＴＦＥ製の第２のチューブによって、チューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔの各々の外周面を更に被覆すれば良い。また、図２１に示した上側カバー板１６１は必須ではなく、省略しても良い。

[0079] ところで、先の図２、図１２、図１７、図１９、図２１に示したプラズマアシスト用の電極棒１５Ａ、１５Ｂの構成では、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰから噴出されるミスト気体Ｍｓｆに、Ｙｕ方向に関して均一な分布でプラズマ放電が照射される必要がある。その為には、Ｘｕ方向のギャップを一定にした電極棒１５Ａ、１５Ｂを高い平行度で維持すると共に、プラズマが安定的に発生するように、比較的に高い周波数（２ＫＨｚ以上）でピーク強度が２０Ｋｖ程度に及ぶ高圧パルス電力を電極棒１５Ａ、１５Ｂ間に印加する必要がある。

[0080] その為、電極棒１５Ａ、１５Ｂの周囲の絶縁性を高めて、不要な部分でのコロナ放電やアーク放電の発生を防止することが必要である。図２２は、先の図１９や図２１に示した電極保持ブロック部材１６を、－Ｚｕ側から＋Ｚｕ側に見た変形例を示す。図２２において、電極保持ブロック部材１６の底部支持部材１６０（又は、図１９で示した底面１６Ｂ）に形成されたスリット開口部ＡＰ’の－Ｘｕ側に配置される電極棒１５Ａの＋Ｙｕ方向の端部には、高圧パルス電源からの一方のケーブル１５Ａｗが接続される圧着端子部１５Ａｎが設けられる。圧着端子部１５Ａｎは、電極保持ブロック部材１６（底部支持部材１６０、又は底面１６Ｂ）の＋Ｙｕ方向の端部から突出するように設置される。一方、電極棒１５Ａの－Ｙｕ方向の端部１５Ａｅは、電極保持ブロック部材１６（底部支持部材１６０、又は底面１６Ｂ）の－Ｙｕ方向の端部よりも内側に位置するように設置される。

[0081] 同様に、電極保持ブロック部材１６の底部支持部材１６０（又は、図１９で示した底面１６Ｂ）に形成されたスリット開口部ＡＰ’の＋Ｘｕ側に配置される電極棒１５Ｂの－Ｙｕ方向の端部には、高圧パルス電源からの他方のケーブル１５Ｂｗが接続される圧着端子部１５Ｂｎが設けられる。圧着端子部１５Ｂｎは、電極保持ブロック部材１６（底部支持部材１６０、又は底面１６Ｂ）の－Ｙｕ方向の端部から突出するように設置される。一方、電極棒１５Ｂの＋Ｙｕ方向の端部１５Ｂｅは、電極保持ブロック部材１６（底部支持部材１６０、又は底面１６Ｂ）の＋Ｙｕ方向の端部よりも内側に位置するように設置される。

[0082] 図２２に示すように、電極棒１５Ａの圧着端子部１５Ａｎと電極棒１５Ｂの端部１５ＢｅとはＹｕ方向に距離Ｙｓｓだけ離れ、電極棒１５Ｂの圧着端子部１５Ｂｎと電極棒１５Ａの端部１５ＡｅとはＹｕ方向に距離Ｙｓｓだけ離れている。距離Ｙｓｓを十分に大きくして、電極棒１５Ａ、１５Ｂの各々の全体長に亘ってチューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔを被覆すれば、圧着端子部１５Ａｎと端部１５Ｂｅの間、又は圧着端子部１５Ｂｎと端部１５Ａｅの間で、不要なアーク放電等は発生しないが、距離Ｙｓｓが十分に取れない場合、

不要なアーク放電が発生し、電極保持ブロック部材１６が損傷、破損するおそれがある。

[0083] そこで、チューブ１５Ａｔは、圧着端子部１５Ａｎから端部１５Ａｅまでの全体長に対して、距離Ｙｓｓよりも長い寸法距離で、電極棒１５Ａを被覆する。即ち、チューブ１５Ａｔの－Ｙｕ方向側の端部が、電極棒１５Ｂ側の圧着端子部１５Ｂｎの位置に対して、更に－Ｙｕ側に位置するように設定される。同様に、チューブ１５Ｂｔも、圧着端子部１５Ｂｎから端部１５Ｂｅまでの全体長に対して、距離Ｙｓｓよりも長い寸法距離で、電極棒１５Ｂを被覆する。即ち、チューブ１５Ｂｔの＋Ｙｕ方向側の端部が、電極棒１５Ａ側の圧着端子部１５Ａｎの位置に対して、更に＋Ｙｕ側に位置するように設定される。

[0084] また、先の図２１にも同様の構造が開示されているが、スリット開口部ＡＰ’のＹｕ方向の両端側でミスト気体Ｍｓｆの噴霧範囲のＹｕ方向の外側であって、チューブ１５Ａｔで被覆された電極棒１５Ａとチューブ１５Ｂｔで被覆された電極棒１５ＢとのＸｕ方向の間の空間には、ＰＴＦＥ（絶縁体）によるブロック部材１６２Ａ、１６２Ｂが設けられている。ブロック部材１６２Ａ、１６２Ｂの各々の－Ｚｕ方向の上面は、チューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔの高さよりも少し高く形成され、ブロック部材１６２Ａは電極棒１５Ａの開放側の端部１５Ａｅの横に、ブロック部材１６２Ｂは電極棒１５Ｂの開放側の端部１５Ｂｅの横に、それぞれ位置するように配置される。

[0085] このようなブロック部材１６２Ａ、１６２Ｂを設けることにより、電極棒１５Ａの端部１５Ａｅ側と電極棒１５Ｂの端部１５Ｂｅ側の各々の近傍でプラズマ放電が強く集中する（場合によってはアーク放電したりする）ことが緩和され、チューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔの損傷を抑制することができる。その為、プラズマアシストの電極保持ブロック部材１６の全体としての耐久性が向上する。なお、チューブ１５Ａｔ、１５Ｂｔの材料としては、柔軟性のあるＰＴＦＥが作製上の取り扱いも容易なので、好ましい材料であるが、その他、エポキシ樹脂にガラス繊維を含有したガラスエポキシ樹脂で電極棒１

５Ａ、１５Ｂの各々の外周面を所定の厚みで被覆しても良い。

[0086] 〔変形例８〕

図２３Ａ～図２３Ｃは、ノズルユニット部ＭＮの天板としてのブロック部材１３に形成される複数の導入口の形状と配置に関する幾つかの変形例をＸｕＹｕ面内で見た平面図である。図２３Ａは、８つの円形の導入口１３ａ～１３ｈをＹｕ方向に並べた場合を示し、図２３Ｂは、Ｙｕ方向を長軸とする小判形（オーバル形）の５つの導入口１３ａ～１３ｅをＹｕ方向に並べた場合を示し、図２３Ｃは、頂角の１つを交互に＋Ｘｕ方向と－Ｘｕ方向に向けた三角形（二等辺三角形）の７つの導入口１３ａ～１３ｇをＹｕ方向に並べた場合を示す。図２３Ａ、図２３Ｂ、図２３Ｃにおいて、ノズルユニット部ＭＮの構造は、一例として先の図２、図３と同じとするが、構造としては、図１０Ａ、図１０Ｂ、図１２、図１４のようなノズルユニット部ＭＮであっても良い。

[0087] 図２３Ａにおいて、先の図２、図３で説明したように、導入口１３ａ～１３ｈの各々の中心線はＡＸｈ、導入口１３ａ～１３ｈの各々の直径はＤａ、導入口１３ａ～１３ｈの中心点のＹｕ方向の間隔はＬｙｐ、ブロック部材１３の内側の導入口１３ａ～１３ｈが形成された面のＸｕ方向の間隔（幅）はＤｕ、そして中心線ＡＸｈからスロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）までのＸｕ方向の間隔（寸法）はＬｘａに設定されている。また、ノズルユニット部ＭＮ内部の空間ＳＯのＹｕ方向の寸法（スロット部ＳＬＴの長さ）をＬｙｓとする。

[0088] 先に図３で説明したように、間隔（寸法）Ｌｘａと直径Ｄａとは、Ｌｘａ＞Ｄａ／２の関係に設定され、８つの導入口１３ａ～１３ｈは、空間ＳＯの寸法Ｌｙｓ内でＹｕ方向にほぼ均等な分布で位置するように設定される。さらに、直径Ｄａと間隔Ｌｙｐとの比Ｌｙｐ／Ｄａは、導入口１３ａ～１３ｈから噴出されるミスト気体Ｍｓｆの流量によっても異なるが、１．１≧Ｌｙｐ／Ｄａ≧２．０の範囲に設定される。従って、空間ＳＯの寸法Ｌｙｓによっては、比Ｌｙｐ／Ｄａの範囲を保つように直径Ｄａを変えたり、導入口１

３ａ～１３ｈの個数を減少又は増加させたりすると良い。

[0089] 図２３Ｂでは、オーバル形状の導入口１３ａ～１３ｅの各々のＸｕ方向の寸法をＤａ、Ｙｕ方向の寸法をＤｙａとしたとき、その比Ｄｙａ／Ｄａは１．５≧Ｄｙａ／Ｄａ≧２．０程度の範囲に設定され、寸法Ｄｙａと間隔Ｌｙｐとの比Ｌｙｐ／Ｄｙａは、図２３Ａの場合と同様に、１．１≧Ｌｙｐ／Ｄｙａ≧２．０の範囲に設定される。

[0090] 図２３Ｃでは、三角形の導入口１３ａ～１３ｇの各々の中心線ＡＸｈが通る位置を重心点としたとき、導入口１３ａ～１３ｇの各々の重心点は、そのＹｕ方向の並びの順にＸｕ方向に交互に僅かにずれて位置する。しかしながら、三角形の導入口１３ａ～１３ｇの各々の中心線ＡＸｈがノズルユニット部ＭＮ内の傾斜内壁面１０Ａ（図３参照）と交わるＸｕ方向の位置の平均的な位置と、スロット部ＳＬＴのＸｕ方向の中心位置とは、図２３Ａ、図２３Ｂと同様の間隔（寸法）Ｌｘａに設定される。

[0091] 図２３Ｃにおいて、導入口１３ａ～１３ｇの各々を二等辺三角形として、その頂角（６０°以外）と対向する底辺のＹｕ方向の寸法をＤｙａ、頂角の底辺からの高さ寸法をＤａとしたとき、その頂角が約５３°のとき、Ｄｙａ≒Ｄａの関係になる。また、図２３Ｃの場合、中心線ＡＸｈのＹｕ方向の間隔（寸法）Ｌｙｐは、導入口１３ａ～１３ｇの各々をＹｕ方向に仕切る隔壁のＹｕ方向の寸法をＷｋとすると、Ｌｙｐ≒Ｗｋ＋（Ｄｙａ／２）に設定される。その為、頂角を小さくすると共に、隔壁の寸法Ｗｋを小さくすることにより、間隔（寸法）Ｌｙｐと導入口１３ａ～１３ｇの各々のＹｕ方向の寸法Ｄｙａとを、Ｌｙｐ≦Ｄｙａの関係に設定することもできる。

[0092] 〔第３の実施の形態〕

図２４は、第３の実施の形態によるミスト成膜装置の概略的な構成を示す図であり、座標系ＸＹＺ、座標系ＸｕＹｕＺｕの各々は、先の図１中で定義したものと同じである。また、ノズルユニット部ＭＮは先の図２、図３で示した構造のものと同じとする。本実施の形態では、シート状の基板Ｐを長尺方向に円筒面状に湾曲させて支持して一定速度で回転する回転ドラムＤＲが

設けられる。回転ドラムＤＲは、座標系ＸＹＺのＹ軸（並びに座標系ＸｕＹｕＺｕのＹｕ軸）と平行に設置される回転中心線ＡＸｏから一定半径の外周面ＤＲａと、不図示の駆動モータや減速器（ギヤボックス）のトルク軸と接続されて、回転中心線ＡＸｏ回りのトルクが伝達されるシャフトＳｆｔとを備える。そのシャフトＳｆｔは回転ドラムＤＲのＹ方向の両端側に突出して設けられ、装置本体の支持フレーム（支持コラム）にベアリングを介して軸支される。本実施の形態では、基板Ｐを周方向に搬送する回転ドラムＤＲが移動機構に相当する。

[0093] さらに本実施の形態では、シート状の基板Ｐを回転ドラムＤＲの外周面ＤＲａにシワなく密着させる為のテンションローラＴＲが、基板Ｐの搬送方向に関して回転ドラムＤＲの上流側に配置される。ＸＺ面内で見たとき、基板Ｐは外周面ＤＲａ上の周方向の位置Ｐｉｎで外周面ＤＲａに接触し始め、位置Ｐｏｕｔで外周面ＤＲａから離脱する。回転ドラムＤＲの回転速度は、駆動モータをオープン制御した場合、減速機のギヤ特性、ベアリング性能等によって、目標値に対して数％程度の速度ムラを有することがある。ミスト成膜の場合も、基板Ｐの搬送速度は、出来るだけ等速性が高い方が好ましく、速度ムラとしては、例えば、±０．５％以下にするのが望ましい。

[0094] そこで、本実施の形態では、シャフトＳｆｔと同軸にエンコーダ計測用のスケール円盤ＳＤを取り付け、スケール円盤ＳＤの外周面の周方向に一定ピッチで形成された格子目盛を読取りヘッド（エンコーダヘッド）ＥＨ１、ＥＨ２を設ける。エンコーダヘッドＥＨ１、ＥＨ２の各々で読取られる格子目盛の移動量に基づいて、回転ドラムＤＲの外周面ＤＲａの周方向の単位時間当たりの移動量を計測して、外周面ＤＲａ（即ち、基板Ｐ）の移動速度を逐次求める。そして、計測された実際の移動速度の目標速度値に対する偏差をフィードバック情報として駆動モータをサーボ制御することで、速度ムラが低減される。

[0095] ノズルユニット部ＭＮから噴出されるミスト気体Ｍｓｆは、回転ドラムＤＲの周方向の接触位置Ｐｉｎと離脱位置Ｐｏｕｔとの間の何処かで基板Ｐの

表面に噴霧される。図２４に示すように、ノズルユニット部ＭＮのスロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）の中心線ＡＸｓの延長線は、回転ドラムＤＲの回転中心線ＡＸｏ（又はシャフトＳｆｔ）に向かうように、ＸＹ面に対して角度θｐだけ傾くように配置される。角度θｐは、図１で説明したように、ミスト気体ＭｓｆをＸＹ面に対して４５°程度傾いた基板Ｐの表面に噴霧するものとするので、図２４においても、ノズルユニット部ＭＮの座標系ＸｕＹｕＺｕは座標系ＸＹＺ内でＹｕ軸の回りに４５°程度傾けられる。

[0096] そのようにノズルユニット部ＭＮの配置に合せて、エンコーダヘッドＥＨ１は、スケール円盤ＳＤの外周面の周方向に関して、ノズルユニット部ＭＮの中心線ＡＸｓの延長線と同じ方位に配置され、エンコーダヘッドＥＨ２は、回転中心線ＡＸｏを挟んで、エンコーダヘッドＥＨ１の反対側（１８０°回転した方位）に配置される。エンコーダヘッドＥＨ１の格子目盛Ｇｓｓの読取り位置は、ノズルユニット部ＭＮのスリット開口部ＡＰの周方向の方位と同じに設定されるので、ミスト気体Ｍｓｆの基板Ｐ上の噴出位置と計測位置とは、周方向のアッベ誤差が無い状態で配置される。なお、本来は、スケール円盤ＳＤの周囲には１つのエンコーダヘッドＥＨ１を配置すれば良いが、図２４のように２つ目のエンコーダヘッドＥＨ２を１８０°の間隔で配置することにより、遺漏したミスト気体Ｍｓｆの一部が主たるエンコーダヘッドＥＨ１に付着して計測エラーが発生した場合でも、エンコーダヘッドＥＨ２で計測される移動量や移動速度の情報を直ちに代替使用することができ、装置の稼働停止を防ぐことができる。

[0097] 図２４において、ノズルユニット部ＭＮを回転中心線ＡＸｏの回りに回転させて、スロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）の中心線ＡＸｓが、ＸＹ面（水平面）に対して角度θｍ（数度程度）だけ下方に傾くような配置のノズルユニット部ＭＮａとしても良い。ノズルユニット部ＭＮａの内部構造が先の図２、図３と同じである場合、図２４のように、接触位置Ｐｉｎよりも下流側に中心線ＡＸｓが位置するようにノズルユニット部ＭＮａを配置すると、ノズルユニット部ＭＮａ内の傾斜内壁面１０Ａ、内壁面１１Ａ、或いは

スロット部ＳＬＴ内にミストの凝集により付着した液滴が、スロット部ＳＬＴやスリット開口部ＡＰを伝わって基板Ｐ上に滴下されることが防止される。

[0098] また、図２４において、ノズルユニット部ＭＮを回転中心線ＡＸｏの回りに回転させて、スロット部ＳＬＴ（スリット開口部ＡＰ）の中心線ＡＸｓが、ＹＺ面（垂直面）に対して角度θｆ（数度程度）だけ基板Ｐの搬送方向の下流側に傾くと共に、離脱位置Ｐｏｕｔよりも上流側にスリット開口部ＡＰが配置するようなノズルユニット部ＭＮｂとしても良い。ノズルユニット部ＭＮｂの配置では、ミスト気体Ｍｓｆの噴出位置（スリット開口部ＡＰの位置）が、ＸＺ面内で見ると、基板Ｐの表面が離脱位置Ｐｏｕｔに向けて傾斜し始めた位置となり、ミスト噴霧された基板Ｐを、直後の離脱位置Ｐｏｕｔから斜め下向きに一定の角度を保って搬送させることができる。

[0099] 即ち、図２４に示したノズルユニット部ＭＮｂの配置では、ミスト成膜によって基板Ｐの表面に形成された薄い液膜を乾燥させるまでの間、ミスト成膜の直後から基板Ｐの姿勢を一方向に傾けた状態にすることができる。その為、重力の影響で薄い液膜が流れようとする方向性を一方向（図２４の場合は下流側）に制限することができ、液膜の乾燥後に得られるナノ粒子層の厚み分布を基板Ｐの表面の全体に亘って均一にすることが可能となる。

[0100] 〔変形例９〕

図２５は、図２４のように回転ドラムＤＲで基板Ｐを支持する際のノズルユニット部ＭＮ、回収ユニット部ＤＮ１、ＤＮ２、及び電極保持ブロック部材１６が組付けられるカバー部ＣＢの変形構造を、回転ドラムＤＲ側から見た斜視図である。また、図２６は、図２５のカバー部ＣＢをＸｕＺｕ面と平行な面で破断した断面図である。図２５、図２６において、座標系ＸｕＹｕＺｕは、従前の各図で定義した座標系と同じであり、ノズルユニット部ＭＮの内部構造は、ここでは先の図２、図３と同じとするが、その他に先の図１０Ａ、図１０Ｂ、図１２～図１４のいずれかに示した構造と同じであっても良い。

[0101] 図２５、図２６に示すように、カバー部ＣＢは、回転ドラムＤＲの外周面ＤＲａ（基板Ｐ）の曲率に合わせて、全体として回転中心線ＡＸｏから所定の半径で湾曲した円弧状の形状とされ、基板Ｐの表面と径方向に一定の間隔で対向するように湾曲して、Ｙｕ方向の幅が基板Ｐの幅（又は外周面ＤＲａの幅）よりも広い内壁面４０Ａを有する。内壁面４０Ａの回転中心線ＡＸｏから半径Ｒｃｂは、回転ドラムＤＲの外周面ＤＲａ（又は基板Ｐ）の半径Ｒｄｐよりも５ｍｍ～１５ｍｍ程度大きく設定される。また、内壁面４０ＡのＹｕ方向の両側には、回転ドラムＤＲの外周面ＤＲａのＹｕ方向の端部付近と数ｍｍ以下（例えば、１～３ｍｍ）のギャップで対向するような扇状のフランジ部４０Ｂ１、４０Ｂ２が設けられる。フランジ部４０Ｂ１、４０Ｂ２は、内壁面４０Ａに形成された電極保持ブロック部材１６のスリット開口部ＡＰ’から噴出されて、内壁面４０Ａと基板Ｐの表面との間の空間内に満たされるミスト気体Ｍｓｆが、カバー部ＣＢの下方からＹｕ方向に遺漏することを抑制する。

[0102] さらに、カバー部ＣＢの内壁面４０Ａの周方向に沿った両端部の各々には、基板Ｐの表面と所定のギャップで対向するようにＹｕ方向に延設されたリム部４０Ｅ１、４０Ｅ２が設けられている。リム部４０Ｅ１、４０Ｅ２の基板Ｐと対向する面は、内壁面４０Ａの半径Ｒｃｂと同じ曲率の円筒状の部分曲面としても良いが、径方向に関して半径Ｒｃｂと半径Ｒｄｐの間の位置に設定しても良い。カバー部ＣＢの内壁面４０Ａの周方向の中央部に形成されたスリット開口部ＡＰ’に対して、基板Ｐの搬送方向の上流側と下流側の各々には、内壁面４０Ａよりも窪んだ凹部４０Ｃ１、４０Ｃ２が形成されている。凹部４０Ｃ１、４０Ｃ２の各々は、Ｙｕ方向に内壁面４０Ａの幅と同じ長さで形成され、周方向に関しては回収ユニット部ＤＮ１のスリット状の開口部ＤＮ１ｂ、回収ユニット部ＤＮ２のスリット状の開口部ＤＮ２ｂの幅よりも大きく形成されている。

[0103] また、凹部４０Ｃ１のスリット開口部ＡＰ’側の端部エッジは、内壁面４０Ａと垂直な面（回転中心線ＡＸｏを含みＹｕ方向に延びる面）に対してス

リット開口部ＡＰ’側に傾斜した斜面４０Ｄ１にされ、凹部４０Ｃ２のスリット開口部ＡＰ’側の端部エッジは、内壁面４０Ａと垂直な面（回転中心線ＡＸｏを含みＹｕ方向に延びる面）に対してスリット開口部ＡＰ’側に傾斜した斜面４０Ｄ２にされている。内壁面４０Ａの凹部４０Ｃ１内に形成された回収ユニット部ＤＮ１のスリット状の開口部ＤＮ１ｂの中心を通り、回転中心線ＡＸｏから径方向に延びる線をＬ３１とし、回収ユニット部ＤＮ２のスリット状の開口部ＤＮ２ｂの中心を通り、回転中心線ＡＸｏから径方向に延びる線をＬ３２としたとき、ノズルユニット部ＭＮのスロット部ＳＬＴの中心（スリット開口部ＡＰ’の中心）を通る中心線ＡＸｓに対する線Ｌ３１のＸｕＺｕ面内での開き角度と、中心線ＡＸｓに対する線Ｌ３２のＸｕＺｕ面内での開き角度とはほぼ等しく設定されている。

[0104] 本変形例においても、ミスト気体Ｍｓｆを噴出するスリット開口部ＡＰ’、余剰のミスト気体Ｍｓｆを吸引するスリット状の開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂの各々のＹｕ方向の長さはほぼ同じに設定されるが、開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂの長さをスリット開口部ＡＰ’よりも少し長くなるように設定しても良い。また、開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂの各々での吸引流量（リットル／秒）は、スリット開口部ＡＰ’から噴出されるミスト気体Ｍｓｆの流量（リットル／秒）に対して同程度以上（例えば、１．２倍～２倍）に設定される。従って、本変形例でも、スリット開口部ＡＰ’から噴出されたミスト気体Ｍｓｆは、直下の基板Ｐの表面に噴霧された後、カバー部ＣＢの内壁面４０Ａと基板Ｐの表面との間の空間を周方向に沿って上流側と下流側とに流れて凹部４０Ｃ１、４０Ｃ２に達する。

[0105] 凹部４０Ｃ１、４０Ｃ２の空間の基板Ｐの表面からの径方向の寸法は、内壁面４０Ａと基板Ｐの間の空間の径方向の寸法に比べて大きい為、凹部４０Ｃ１、４０Ｃ２の空間に達したミスト気体Ｍｓｆは、内壁面４０Ａの下の空間を流れるミスト気体Ｍｓｆの流速（ｍ／秒）よりも低下した流速（ｍ／秒）になって、開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂの各々で吸引される。このような凹部４０Ｃ１、４０Ｃ２を設けることにより、カバー部ＣＢのリム部４０Ｅ１

、４０Ｅ２の各々と基板Ｐの表面との間の隙間からは、周囲の外気が凹部４０Ｃ１、４０Ｃ２内に流入する強い流れが生じ、余剰のミスト気体Ｍｓｆのカバー部ＣＢ内からの遺漏を効率的に防止することができる。

[0106] 以上の変形例において、基板Ｐの温度をミスト気体Ｍｓｆの温度よりも低くすると、ミストの基板Ｐへの付着率が向上することから、回転ドラムＤＲの外周面ＤＲａの温度を低下させる温調機構を回転ドラムＤＲ内に設けても良い。さらに、カバー部ＣＢ（特に内壁面４０Ａ）の温度をミスト気体Ｍｓｆの温度と同じにするような温調機構を設けても良い。図２５で示したカバー部ＣＢのフランジ部４０Ｂ１、４０Ｂ２は、開口部ＤＮ１ｂ、ＤＮ２ｂの各々による余剰のミスト気体Ｍｓｆの吸引力が十分に確保できていれば、省略しても良い。また、図２６で示した中心線ＡＸｓに対する線Ｌ３１の回転中心線ＡＸｏ回りの開き角度と、中心線ＡＸｓに対する線Ｌ３２の回転中心線ＡＸｏ回りの開き角度とは必ずしも同じにする必要はない。その開き角度は、基板Ｐの目標となる搬送速度とスリット開口部ＡＰ’から噴出されるミスト気体Ｍｓｆの流量との関係から設定される。

[0107] なお、以上の実施形態の説明に関して、更に以下の付記を開示する。

（付記１）

キャリア気体にミストを含むミスト気体を基板の表面に噴霧し、前記ミストに含有させたナノ粒子を前記基板の表面に薄膜状に堆積するミスト成膜装置であって、前記基板を表面に沿った第１方向に移動させる移動機構と、前記基板の表面から所定の間隔で対向した先端部から前記ミスト気体を、前記第１方向と交差した第２方向にスリット状に延びた分布で噴出するように、前記先端部に形成されたスリット開口部と、前記ミスト気体の導入口から前記スリット開口部まで、前記ミスト気体を前記第２方向に広がった空間内に満たす為に、前記スリット開口部の前記第１方向の一方の端部に連なる第１内壁面と、前記スリット開口部の前記第１方向の他方の端部に連なると共に、前記第１内壁面との間隔が前記導入口から前記スリット開口部に向けて狭くなるような第２内壁面とで構成されるノズルユニットと、を備え、前記導

入口から噴出される前記ミスト気体の噴出ベクトルの中心の延長線と前記第２内壁面との成す交差角を鋭角に設定した、ミスト成膜装置。

（付記２）

付記１に記載のミスト成膜装置であって、前記導入口からの前記ミスト気体の噴出ベクトルの中心の延長線を中心線ＡＸｈ、前記スリット開口部からの前記ミスト気体の噴出方向と平行で前記スリット開口部の前記第１方向に関する中心を通る線を中心線ＡＸｓ、前記導入口の前記第１方向の寸法をＤａ、前記スリット開口部の前記第１方向の寸法をＤｇとしたとき、前記中心線ＡＸｈと前記第２内壁面との交点から前記中心線ＡＸｓまでの前記第１方向の間隔Ｌｘａは、Ｌｘａ＞（Ｄａ＋Ｄｇ）／２の関係に設定される、ミスト成膜装置。

（付記３）

付記２に記載のミスト成膜装置であって、前記中心線ＡＸｈと前記第２内壁面との成す前記交差角を角度θａとしたとき、角度θａを、２０°＜θａ＜４０°の範囲に設定した、ミスト成膜装置。

（付記４）

付記２に記載のミスト成膜装置であって、前記中心線ＡＸｈと前記第２内壁面との成す前記交差角を角度θａとしたとき、角度θａを、３０°±５°の範囲に設定した、ミスト成膜装置。

（付記５）

付記２～４のいずれか１項に記載のミスト成膜装置であって、前記ノズルユニットは、前記第１内壁面を構成する第１のブロック部材と、前記第２内壁面を構成する第２のブロック部材と、前記空間内に前記ミスト気体を供給する前記導入口が形成され、前記第１方向に離れた前記第１内壁面と前記第２内壁面とをつなぐように配置された第３のブロック部材と、を有する、ミスト成膜装置。

（付記６）

付記５に記載のミスト成膜装置であって、前記第３のブロック部材に形成

される前記導入口は、前記第２方向に沿って所定の間隔Ｌｙｐで複数設けられ、複数の前記導入口の各々に接続されて、霧化器により発生させた前記ミスト気体を個別に供給する為の複数のパイプを更に有する、ミスト成膜装置。

（付記７）

付記６に記載のミスト成膜装置であって、複数の前記導入口の各々は、前記間隔Ｌｙｐよりも小さく設定された前記寸法Ｄａを直径とする円形に形成される、ミスト成膜装置。

（付記８）

付記２～４のいずれか１項に記載のミスト成膜装置であって、前記ノズルユニットの前記スリット開口部から噴出されて、前記基板の表面に沿って流れる前記ミスト気体の余剰分を吸引する為に、前記スリット開口部に対して前記基板の搬送方向の上流側に配置された第１の回収ユニットと下流側に配置された第２の回収ユニットとを更に備える、ミスト成膜装置。

（付記９）

付記８に記載のミスト成膜装置であって、前記第１及び第２の回収ユニットの各々は、前記ノズルユニットの前記スリット開口部と平行に配置されて、前記ミスト気体の余剰分を吸引する負圧を発生するスリット状の開口部を有する、ミスト成膜装置。

（付記１０）

付記９に記載のミスト成膜装置であって、前記第１及び第２の回収ユニットの各々は、前記スリット状の開口部と連通して前記第２方向に延設された内部空間を有し、圧縮気体の供給により真空圧を発生させて前記内部空間を減圧する真空発生器を、前記第１及び第２の回収ユニットの各々の前記第２方向に沿って所定の間隔で複数接続した、ミスト成膜装置。

（付記１１）

付記９に記載のミスト成膜装置であって、前記ノズルユニットの前記スリット開口部と前記基板との間に配置されて、前記ミスト気体にプラズマを照

射する為に、前記第１方向に関して前記スリット開口部から噴出する前記ミスト気体を挟むように配置されたプラズマ放電用の一対の電極棒を支持する電極保持ブロック部材を更に備える、ミスト成膜装置。

（付記１２）

付記１１に記載のミスト成膜装置であって、前記電極保持ブロック部材は、前記一対の電極棒の前記基板側に前記ミスト気体を通すスロット状の開口部を形成した底部支持部材を有し、前記第１の回収ユニットと前記第２の回収ユニットは、前記電極保持ブロック部材を挟んで前記第１方向に密接して配置される、ミスト成膜装置。

（付記１３）

付記１２に記載のミスト成膜装置であって、前記電極保持ブロック部材の前記底部支持部材の前記基板と対向した面と、前記第１及び第２の回収ユニットの各々の前記スリット状の開口部が形成されて前記基板と対向した面とを、前記基板の表面と平行な同一面に設定した、ミスト成膜装置。

請求の範囲

[請求項1] ミストを物体の表面に供給して前記物体の表面に前記ミストが含む材料物質の膜を成膜する成膜装置であって、

前記ミストを発生させるミスト発生部と、

前記ミスト発生部で発生した前記ミストを空間に導入する導入口と、

前記空間から前記物体の表面に前記ミストを供給する供給口とを有するミスト供給部とを有し、

前記供給口は、第１方向と第２方向とが交差する前記供給口を含み、前記ミストが通過する第１所定平面内の前記第１方向において前記導入口と異なる位置に設けられる、成膜装置。

[請求項2] 請求項１に記載の成膜装置であって、

前記ミスト供給部は、前記導入口を複数有する、成膜装置。

[請求項3] 請求項２に記載の成膜装置であって、

前記ミスト供給部は、複数の前記導入口を前記第２方向に沿って設ける、成膜装置。

[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載の成膜装置であって、

前記ミスト供給部は、第１壁面と、前記第１壁面と対向する第２壁面とを有し、

前記ミスト供給部は、前記導入口の前記ミストが通過する第２所定平面における前記導入口を前記第２所定平面に直交する第３方向に沿って延伸したとき、前記導入口が前記第１壁面と交差するように前記導入口を設ける、成膜装置。

[請求項5] 請求項４に記載の成膜装置であって、

前記供給口の幅は、前記導入口の幅よりも狭い、成膜装置。

[請求項6] 請求項５に記載の成膜装置であって、

前記供給口の前記第１方向の幅は、前記導入口の前記第１方向の幅よりも短い、成膜装置。

[請求項7] 請求項４～６のいずれか１項に記載の成膜装置であって、

前記ミスト供給部は、前記第１壁面に付着した液化した前記ミストを回収する回収部を有する、成膜装置。

[請求項8] 請求項４～７のいずれか１項に記載の成膜装置であって、

前記第１壁面は曲面を有する、成膜装置。

[請求項9] 請求項４～８のいずれか１項に記載の成膜装置であって、

前記第２壁面は曲面を有する、成膜装置。

[請求項10] 請求項１～９のいずれか１項に記載の成膜装置であって、

第２所定平面内で前記物体を保持する物体保持部を有し、

前記ミスト供給部は、前記物体に対向する位置に設けられ、前記供給口から前記物体に前記ミストを供給する、成膜装置。

[請求項11] 請求項１０に記載の成膜装置であって、

前記ミスト供給部は、前記第１所定平面と前記第２所定平面が平行な面になるよう、前記物体保持部に対向して設けられる、成膜装置。

[請求項12] 請求項１０又は１１に記載の成膜装置であって、

前記物体保持部は、前記物体を搬送する搬送部を備え、

前記ミスト供給部は、搬送されている前記物体に対して前記ミストを供給する、成膜装置。

[請求項13] 請求項１２に記載の成膜装置であって、

前記搬送部は、前記物体を前記第１方向と平行である前記第２所定平面内の第３方向に搬送する、成膜装置。

[請求項14] 請求項１３に記載の成膜装置であって、

前記物体保持部は、前記物体の短尺側を前記第２所定平面内で前記第３方向に交差し、かつ前記第２方向と平行な第４方向に配置する、成膜装置。

[請求項15] キャリアガスに含まれるミストを物体の表面に供給して前記物体の表面に前記ミストが含む材料物質の膜を成膜する成膜装置であって、

前記物体を表面に沿った第１方向に移動させる移動機構と、

前記物体の表面から所定の間隔で対向した先端部から前記ミストを、前記第１方向と交差した第２方向にスリット状に延びた分布で噴出するように、前記先端部に形成された供給口と、

前記ミストの導入口から前記供給口まで、前記ミストを前記第２方向に広がった空間内に満たす為に、前記供給口の前記第１方向の一方の端部に連なる第１壁面と、

前記供給口の前記第１方向の他方の端部に連なると共に、前記第１壁面との間隔が前記導入口から前記供給口に向けて狭くなるような第２壁面とで構成されるミスト供給部と、

を備え、

前記導入口から導入される前記ミストの導入ベクトルの中心の延長線と前記第２壁面との成す交差角を鋭角に設定した、成膜装置。

[請求項16] 請求項１～１５のいずれか１項に記載の成膜装置であって、

前記物体は可撓性基板である、成膜装置。

[請求項17] 請求項１～１６のいずれか１項に記載の成膜装置を用いて前記物体上に前記材料物質である導電膜材料を成膜する成膜工程と、

成膜された前記物体を乾燥させる乾燥工程と、

を含む、導電膜の製造方法。

[請求項18] 材料物質を含むミストを発生させるミスト発生部と、

導入口と、供給口とを有し、前記導入口から導入された前記ミストを前記供給口から物体の表面に供給するミスト供給部と、

を有し、

前記供給口は、前記ミストの導入方向と異なる方向である第１方向において、前記導入口と異なる位置に設けられる、ミスト成膜装置。

[請求項19] 請求項１８に記載のミスト成膜装置であって、

前記第１方向において、前記供給口の幅は、前記導入口の幅よりも狭い、ミスト成膜装置。

[請求項20] 材料物質を含むミストを発生させるミスト発生部と、

導入口と、供給口とを有し、前記導入口から導入された前記ミストを前記供給口から物体の表面に供給するミスト供給部と、

を有し、

前記ミストの導入方向と異なる方向である第１方向において、前記供給口の幅は、前記導入口の幅よりも狭い、ミスト成膜装置。

[請求項21] 請求項１８～２０のいずれか１項に記載のミスト成膜装置であって、

前記供給口は、前記導入口を複数有する、ミスト成膜装置。

[請求項22] 請求項１８～２１のいずれか１項に記載のミスト成膜装置であって、

前記ミスト供給部は、前記導入口から導入されたミストを前記供給口に導く空間を有する、ミスト成膜装置。

[請求項23] 請求項２２に記載のミスト成膜装置であって、

前記空間に接する壁面に付着して液化した前記ミストを回収する回収部を有する、ミスト成膜装置。

[請求項24] 請求項２２に記載のミスト成膜装置であって、

前記空間は、第１壁面と、前記第１壁面と対向する第２壁面との間に設けられる、ミスト成膜装置。

[請求項25] 請求項２４に記載のミスト成膜装置であって、

前記第１壁面および第２壁面の少なくとも一方は、前記第１壁面と第２壁面との間隔が前記導入口から前記供給口に向けて狭くなるように設けられる、ミスト成膜装置。

[請求項26] 請求項２４又は２５に記載のミスト成膜装置であって、

第１壁面に付着して液化した前記ミストを回収する回収部を有する、ミスト成膜装置。

[請求項27] 請求項２４～２６のいずれか１項に記載のミスト成膜装置であって、

前記第１壁面は曲面を有する、ミスト成膜装置。

[請求項28] 請求項２４～２７のいずれか１項に記載のミスト成膜装置であって、

前記第２壁面は曲面を有する、ミスト成膜装置。

[請求項29] 請求項１８～２８のいずれか１項に記載のミスト成膜装置であって、

前記物体を搬送する搬送部を備え、

前記ミスト供給部は、搬送されている前記物体に対して前記ミストを供給する、ミスト成膜装置。

[請求項30] 請求項２９に記載のミスト成膜装置であって、

前記第１方向は、前記物体の搬送方向である、ミスト成膜装置。

[請求項31] 材料物質を含むミストを発生させるミスト発生部と、

導入口と、供給口とを有し、前記導入口から導入された前記ミストを前記供給口から物体の表面に供給するミスト供給部と、

を有し、

前記ミスト供給部は、

前記導入口から導入された前記ミストを前記供給口に導く空間であって、第１壁面と、前記第１壁面と対向する第２壁面との間に設けられる空間を有し、

前記第１壁面および第２壁面の少なくとも一方は、前記第１壁面と第２壁面との間隔が前記導入口から前記供給口に向けて狭くなるように設けられる、ミスト成膜装置。

[図1]

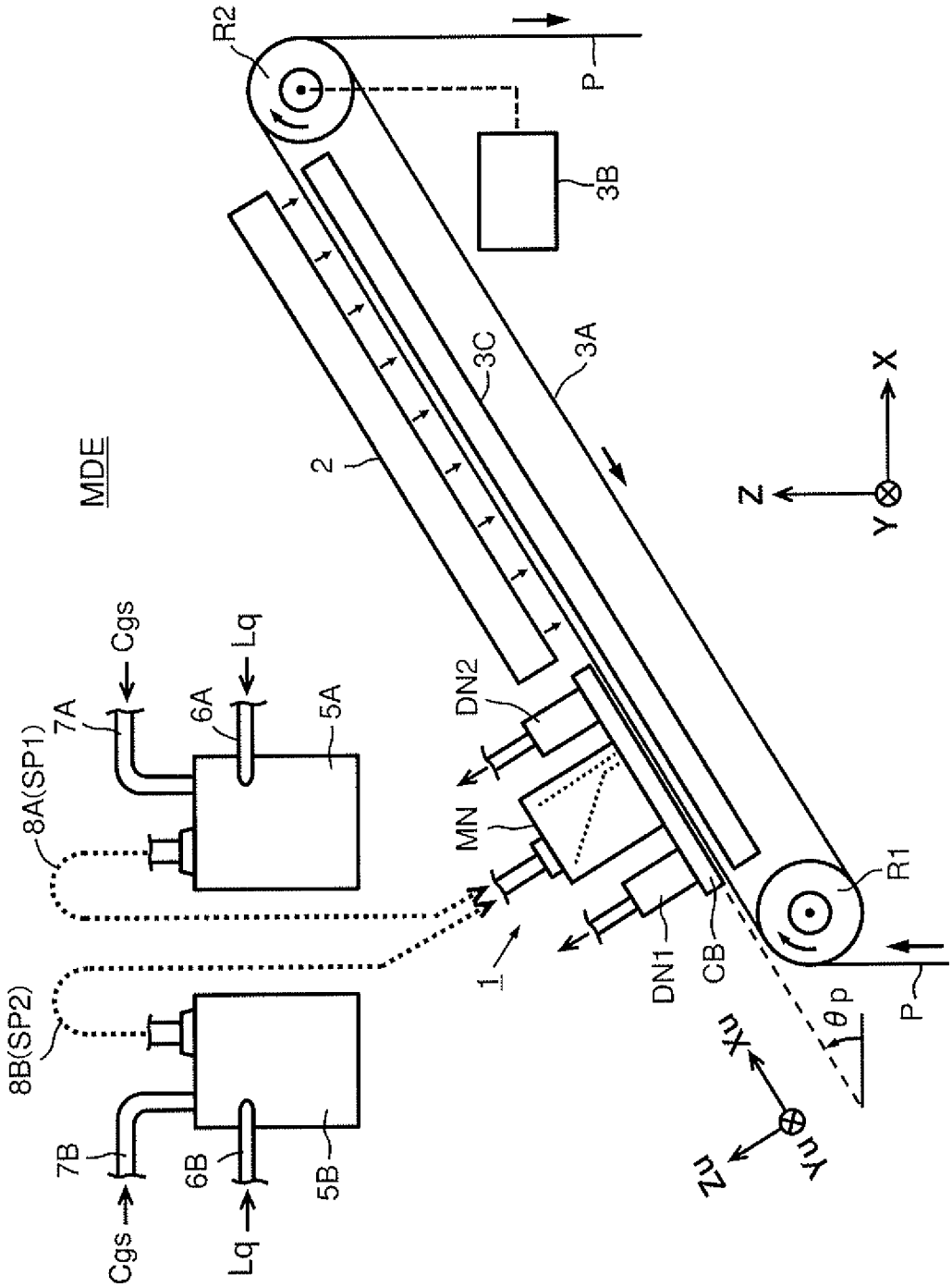

R2
P
3B
3C
3A
2
MDE
X
Z
Y
Cgs
Lq
7A
6A
5A
8A(SP1)
DN2
MN
R1
1
DN1
CB
θp
8B(SP2)
7B
6B
5B
nX
nY
nZ

FIG.1

[図2]

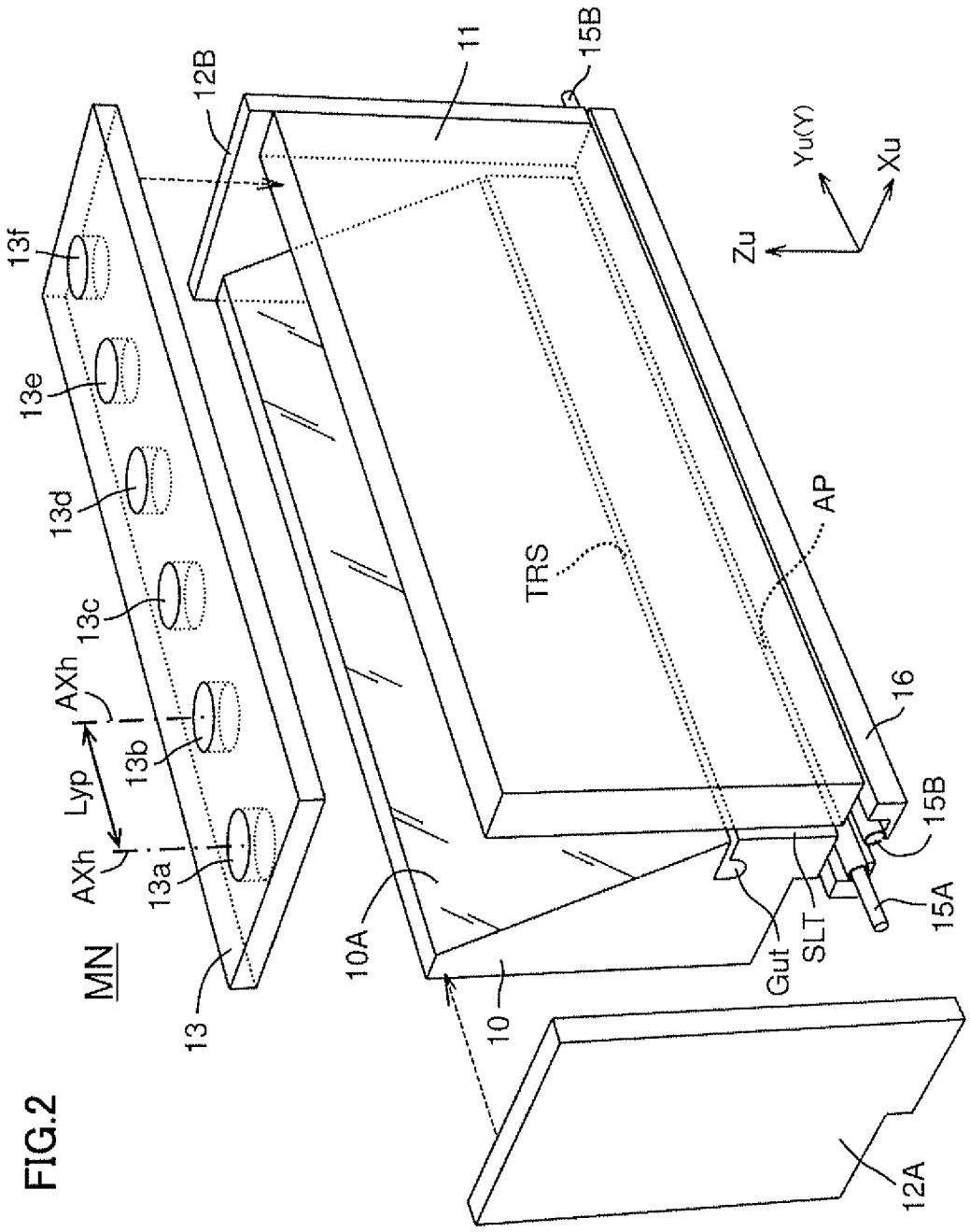
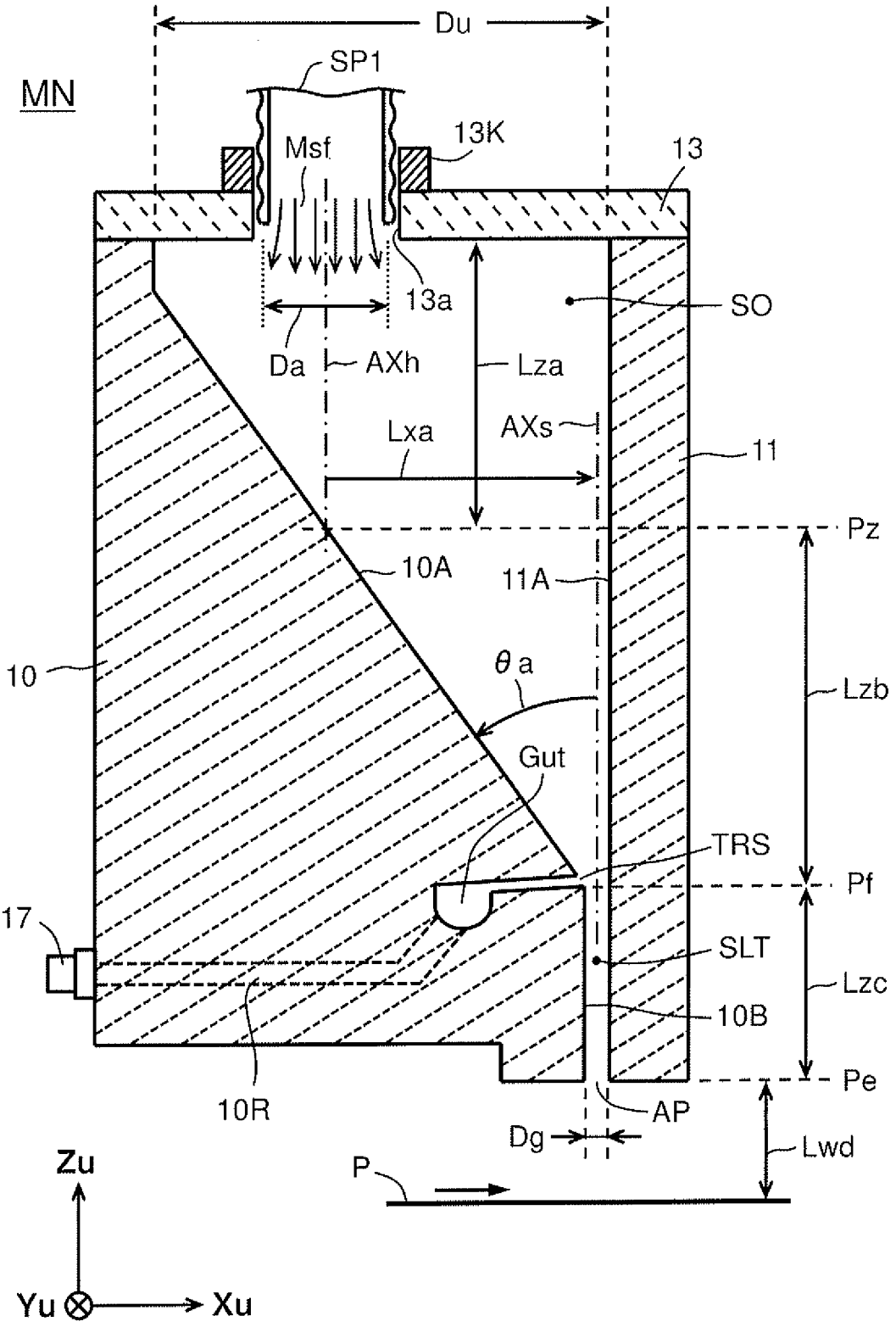

11
15B
12B
13f
13e
13d
13c
13b
13a
13
AXh
Lyp
AXh
MN
Yu(Y)
Xu
Zu
TRS
AP
16
15B
15A
SLT
Gut
10A
10
12A

FIG.2

[図3]

FIG.3


Du
SP1
MN
Msf
13K
13
13a
SO
Da
AXh
Lza
Lxa
AXs
11
Pz
10A
11A
10
θa
Lzb
Gut
TRS
Pf
17
SLT
Lzc
10B
Pe
10R
AP
Dg
Lwd
P
Zu
Yu
Xu

[図4]

FIG.4A

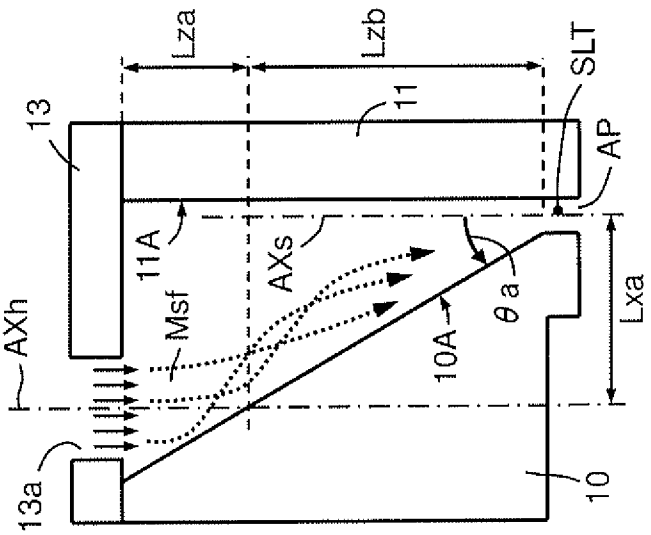


FIG.4B

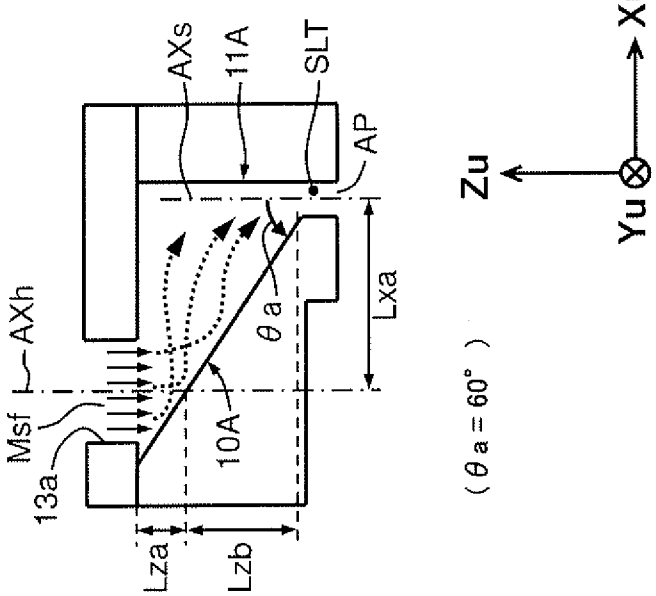
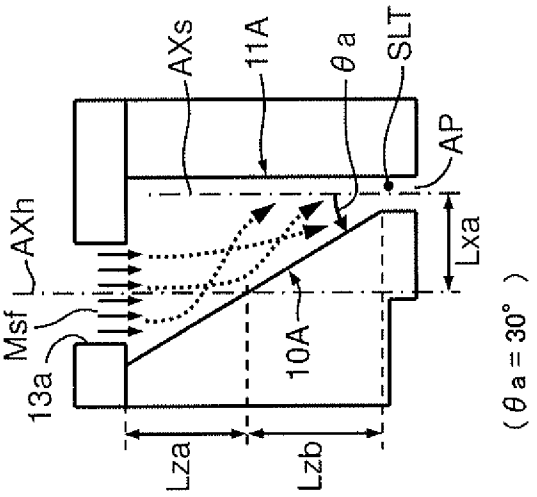
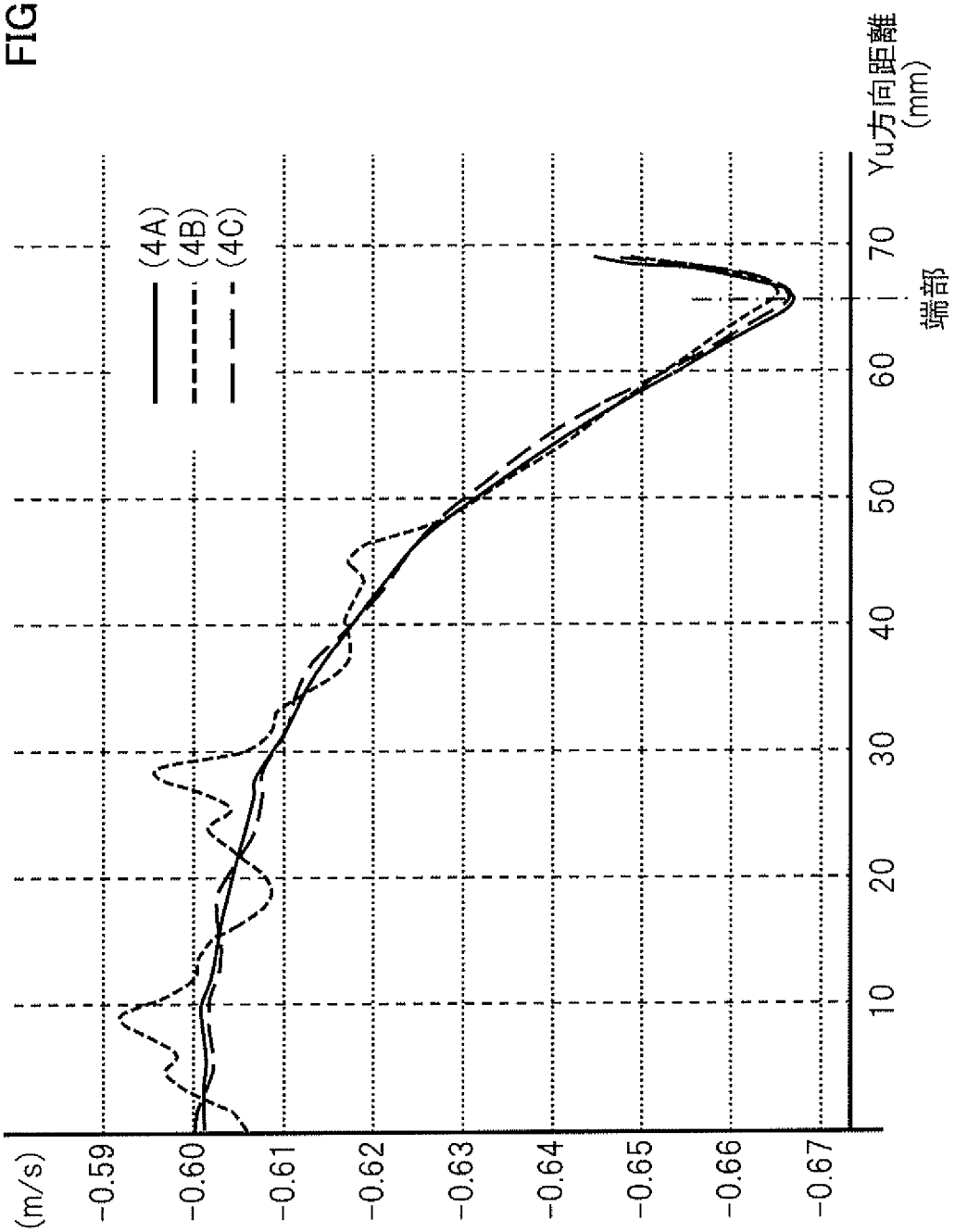


FIG.4C



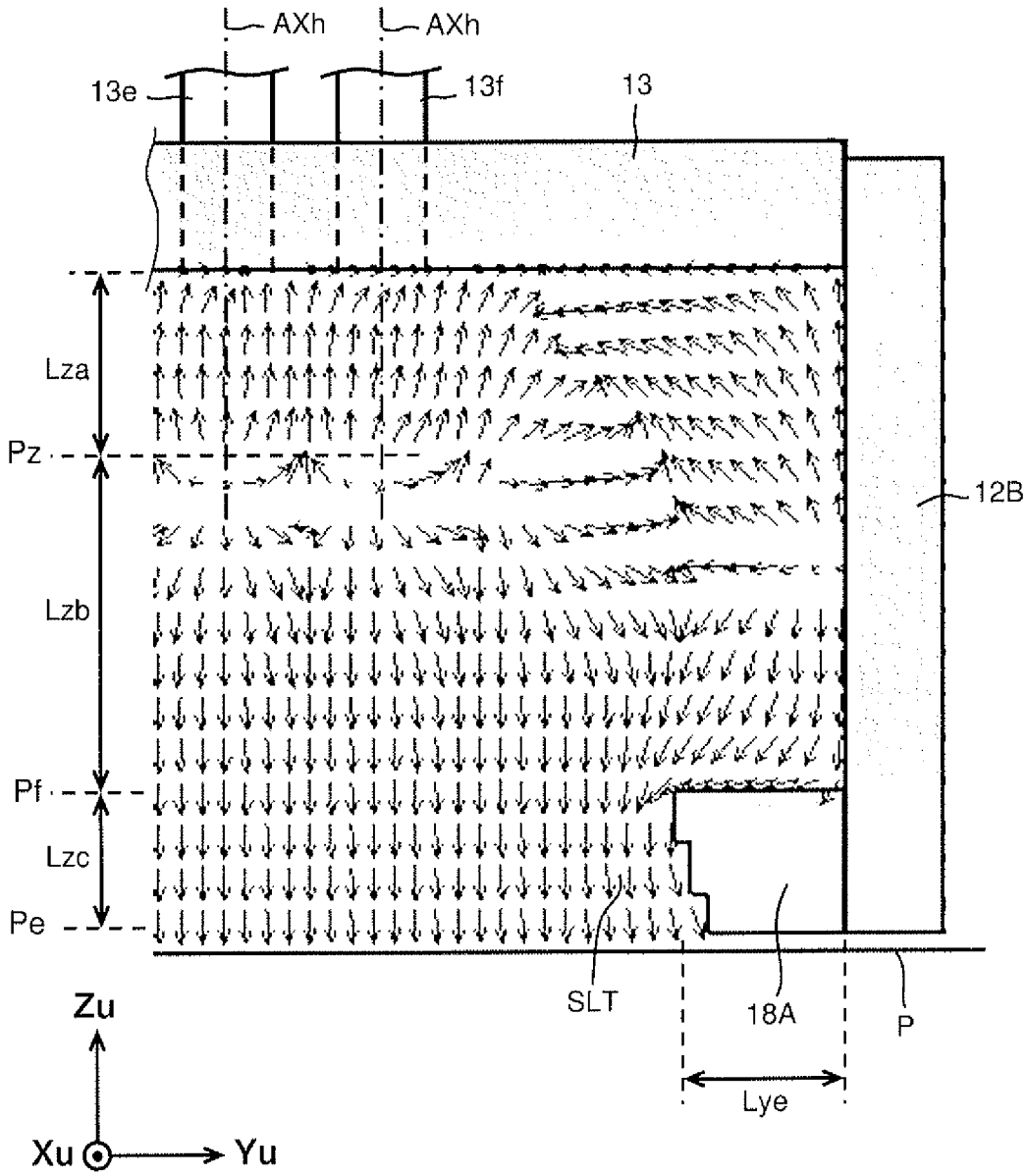
[図5]

FIG.5

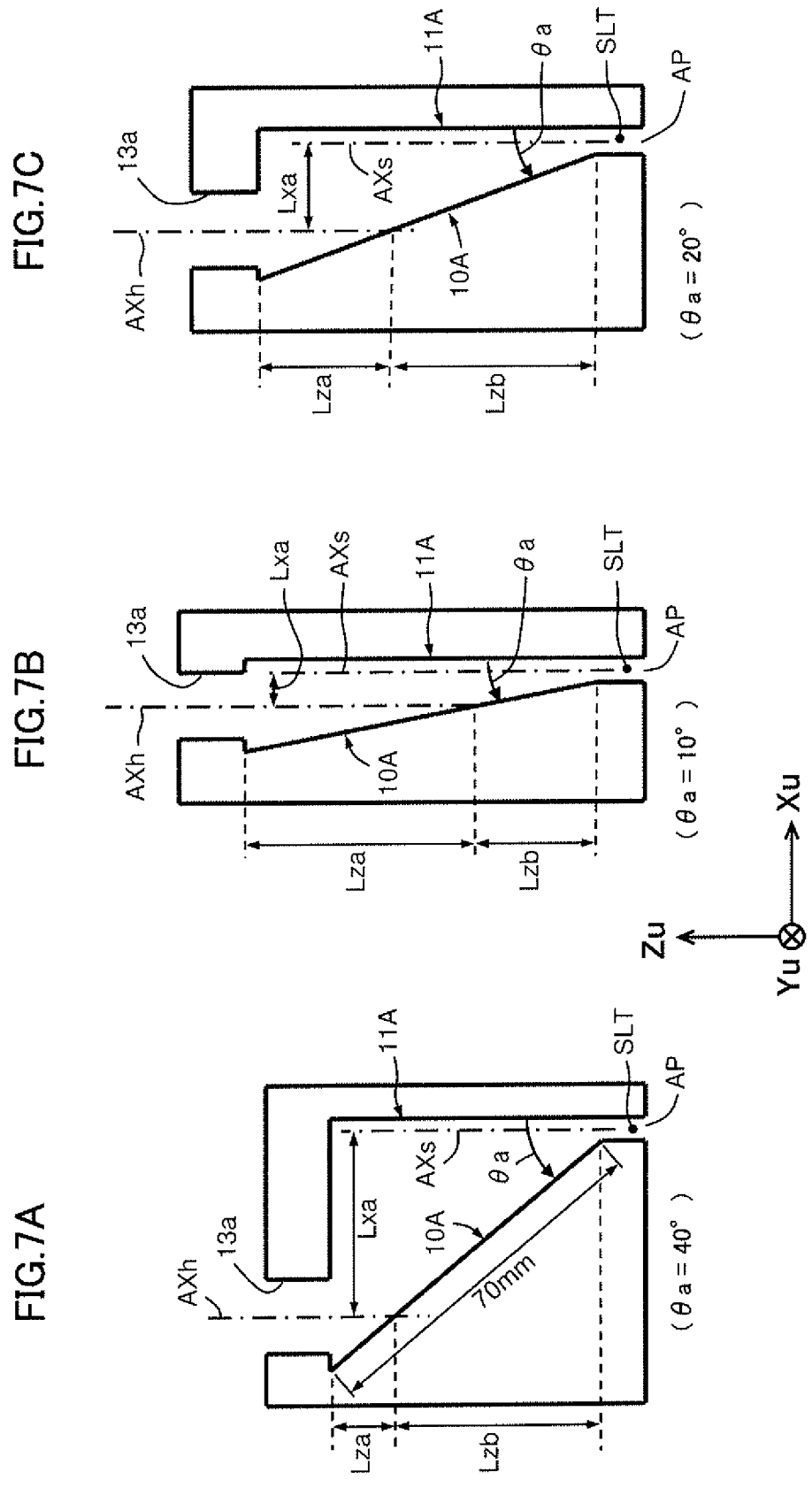

(4A)
(4B)
(4C)
(m/s)
-0.59
-0.60
-0.61
-0.62
-0.63
-0.64
-0.65
-0.66
-0.67
10
20
30
40
50
60
70
端部
Yu方向距離
(mm)

[図6]

FIG.6

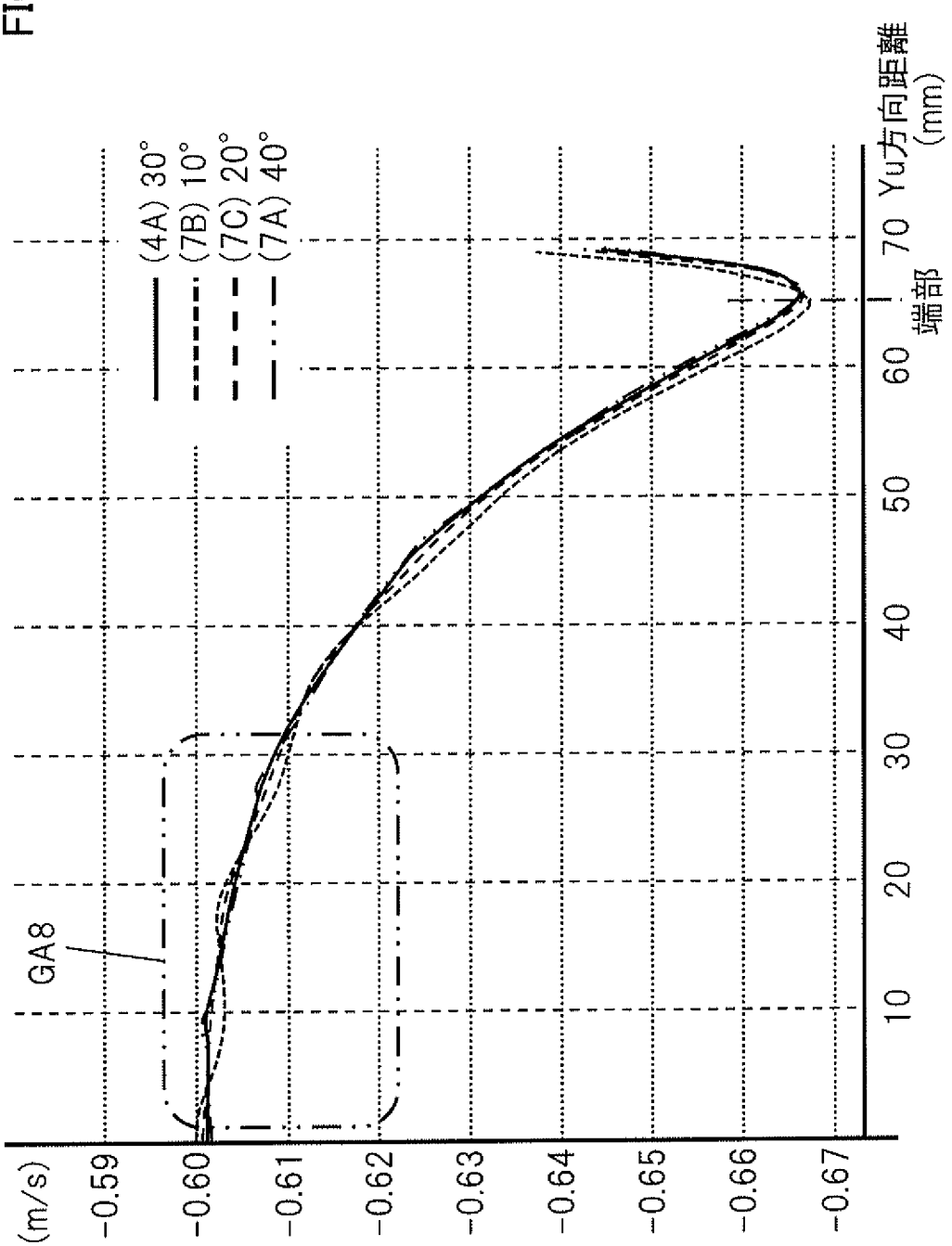


[図7]


FIG.7C
11A
θa
SLT
AP
13a
Lxa
AXs
AXh
10A
(θa=20°)
Lza
Lzb
FIG.7B
Lxa
AXs
11A
θa
SLT
13a
AP
AXh
10A
(θa=10°)
Lza
Lzb
Zu
Xu
Yu
FIG.7A
11A
SLT
AP
AXs
θa
13a
Lxa
10A
AXh
70mm
(θa=40°)
Lza
Lzb

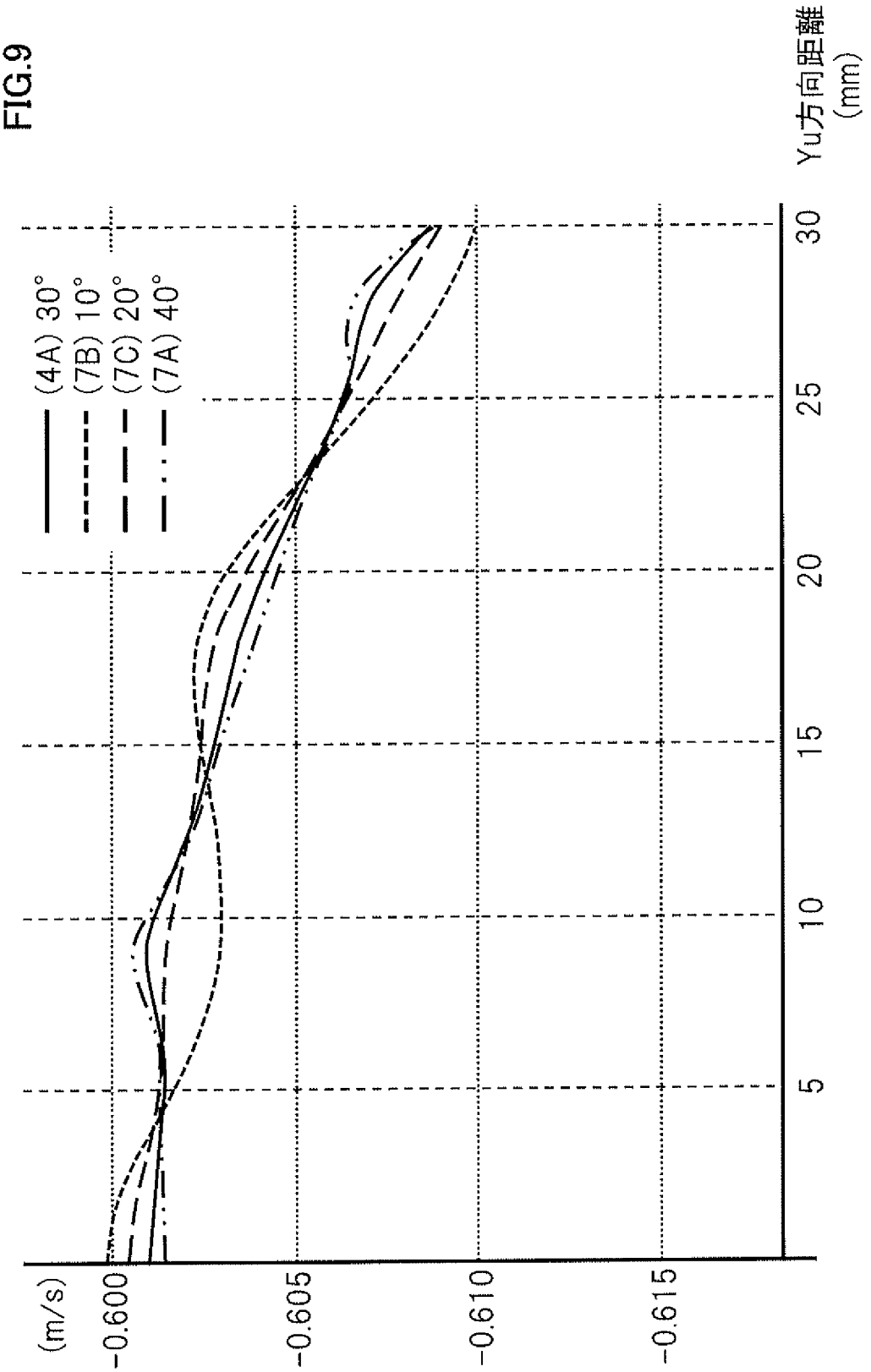
[図8]

FIG.8


(4A) 30°
(7B) 10°
(7C) 20°
(7A) 40°
GA8
(m/s)
-0.59
-0.60
-0.61
-0.62
-0.63
-0.64
-0.65
-0.66
-0.67
10
20
30
40
50
60
70
端部
Yu方向距離
(mm)

[図9]

FIG.9


(4A) 30°
(7B) 10°
(7C) 20°
(7A) 40°
Yu方向距離
(mm)
5
10
15
20
25
30
(m/s)
-0.600
-0.605
-0.610
-0.615

[図10]

FIG.10A

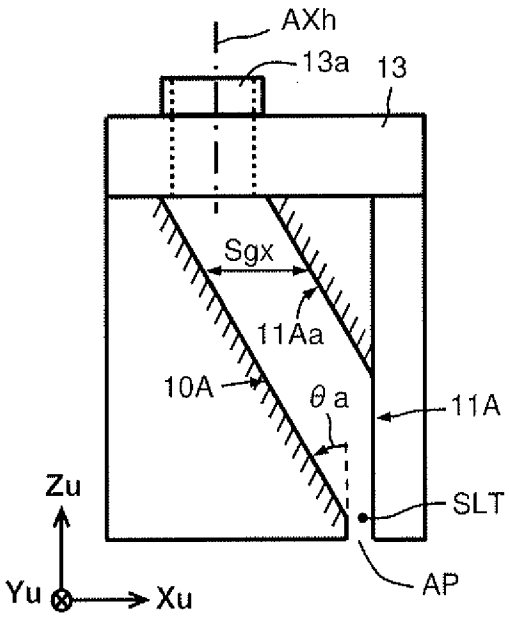


FIG.10B

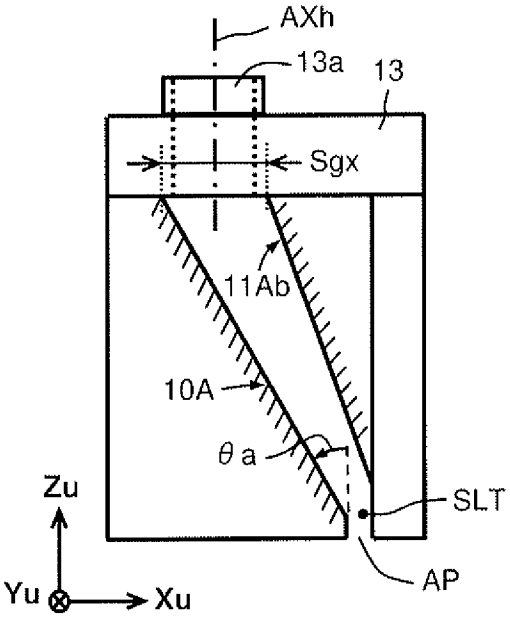


FIG.10C

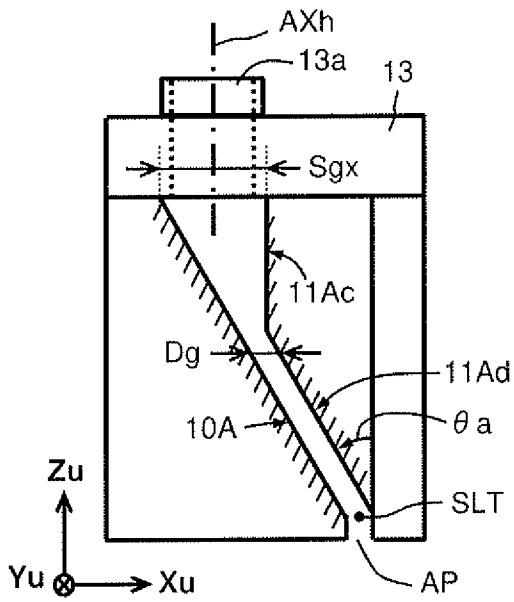
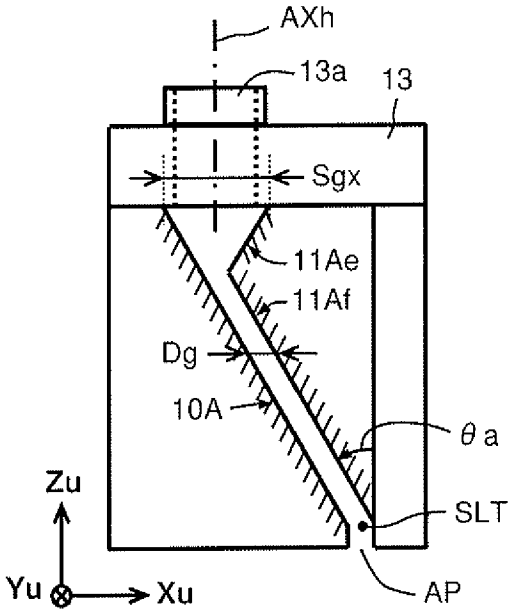
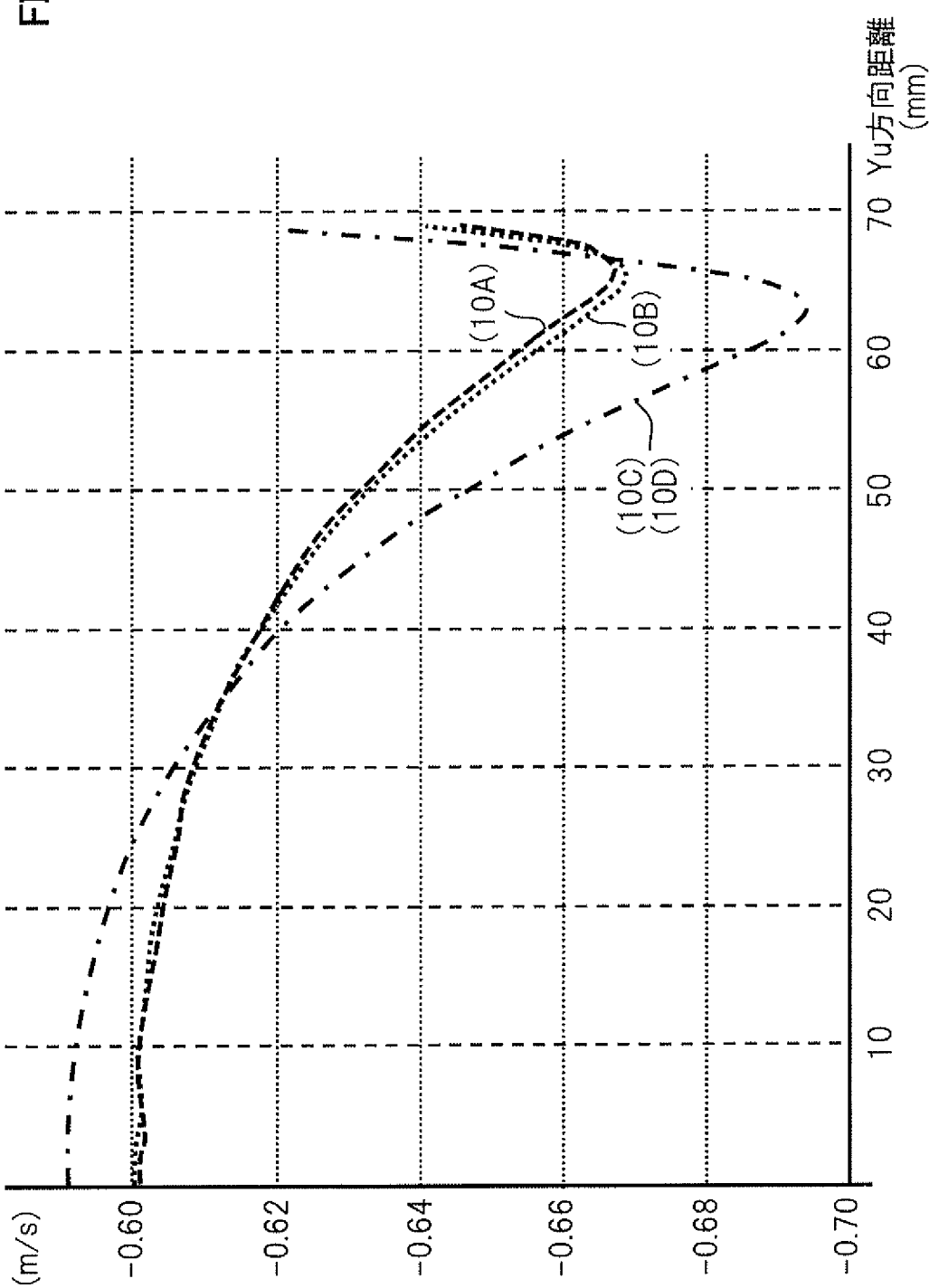


FIG.10D



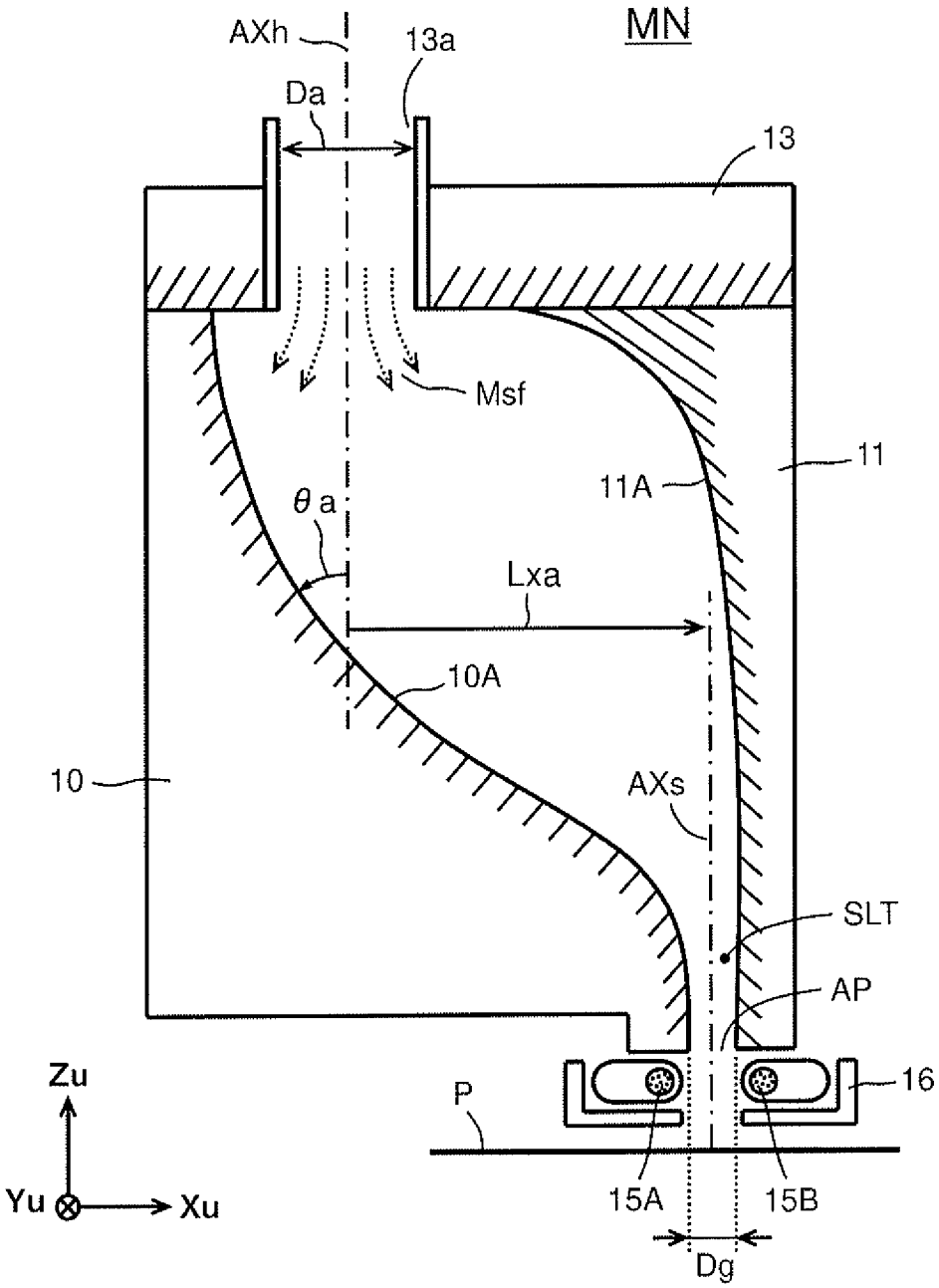
[図11]

FIG.11


Yu方向距離
(mm)
10
20
30
40
50
60
70
(m/s)
-0.60
-0.62
-0.64
-0.66
-0.68
-0.70
(10A)
(10B)
(10C)
(10D)

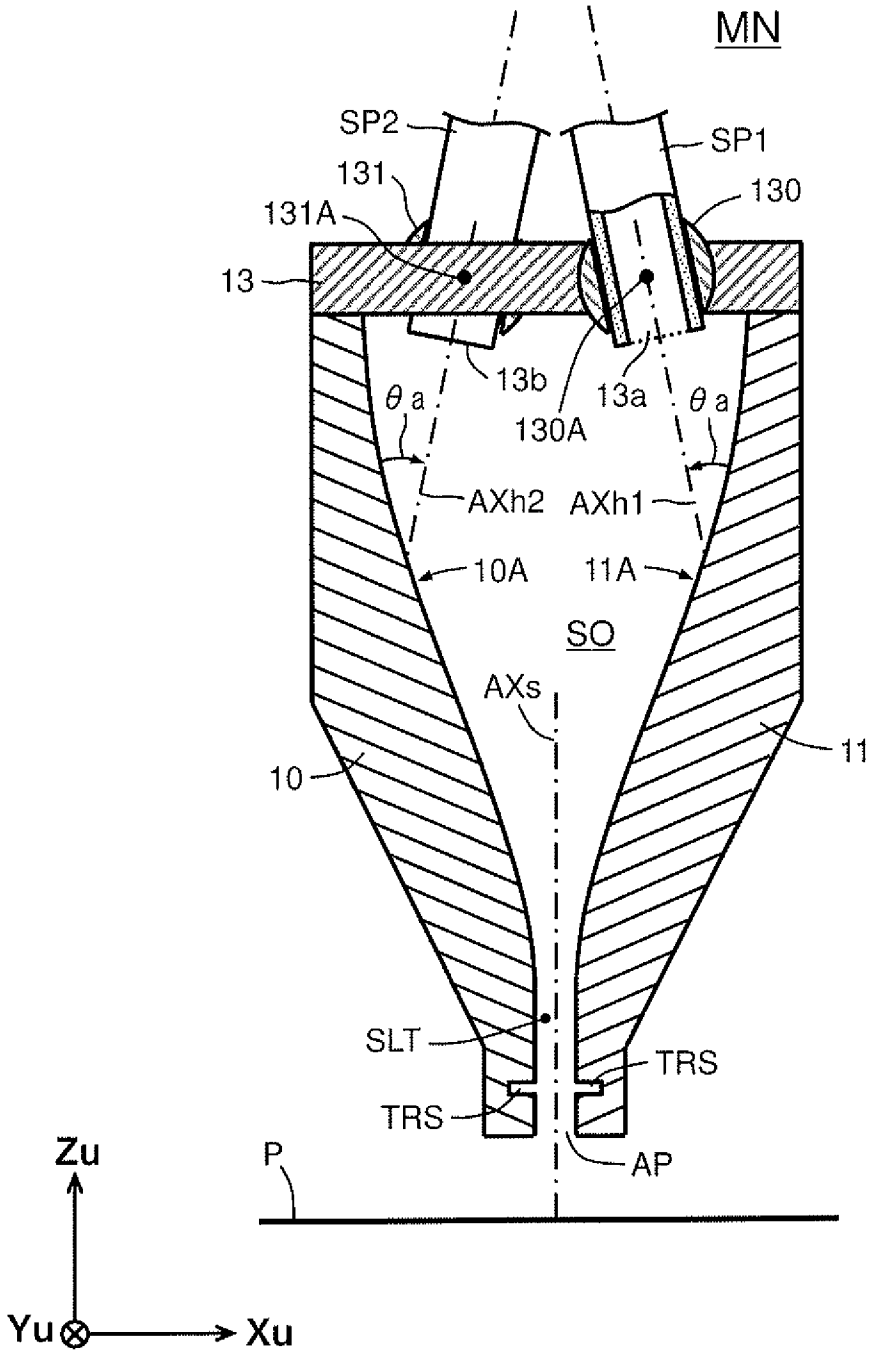
[図12]

FIG.12


AXh
13a
MN
Da
13
Msf
11
11A
θa
Lxa
10A
10
AXs
SLT
AP
16
P
Zu
Yu
Xu
15A
15B
Dg

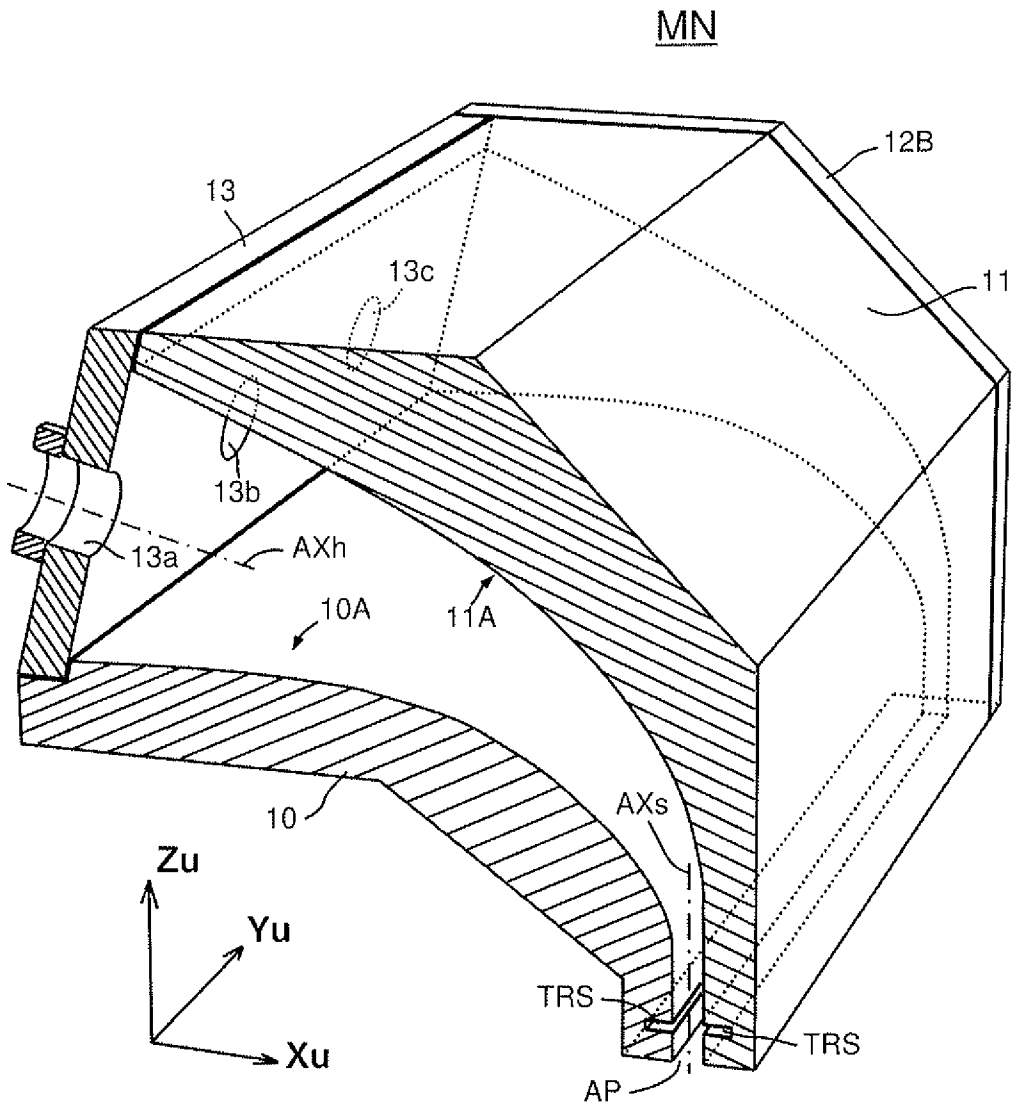
[図13]

FIG.13


MN
SP2
SP1
131
130
131A
13
13b
13a
θa
θa
130A
AXh2
AXh1
10A
11A
SO
AXs
11
10
SLT
TRS
TRS
P
AP
Zu
Yu
Xu

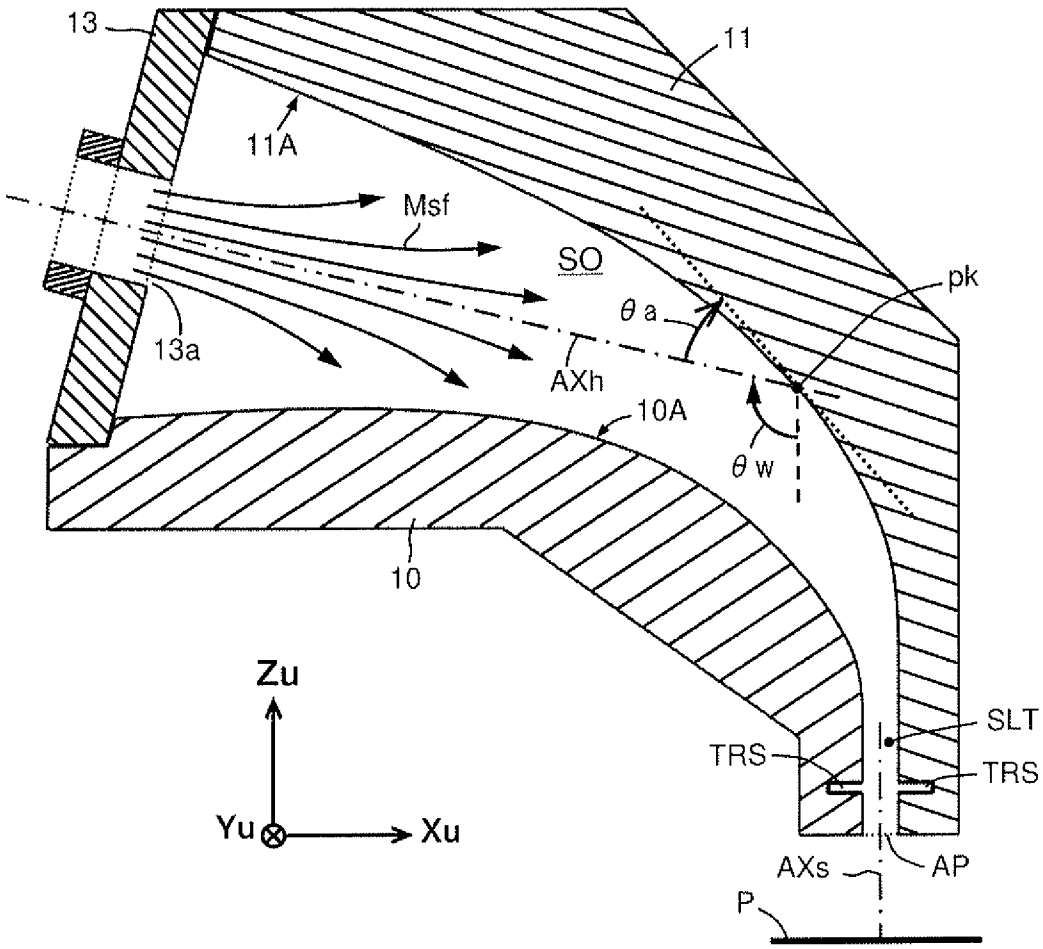
[図14]

FIG.14



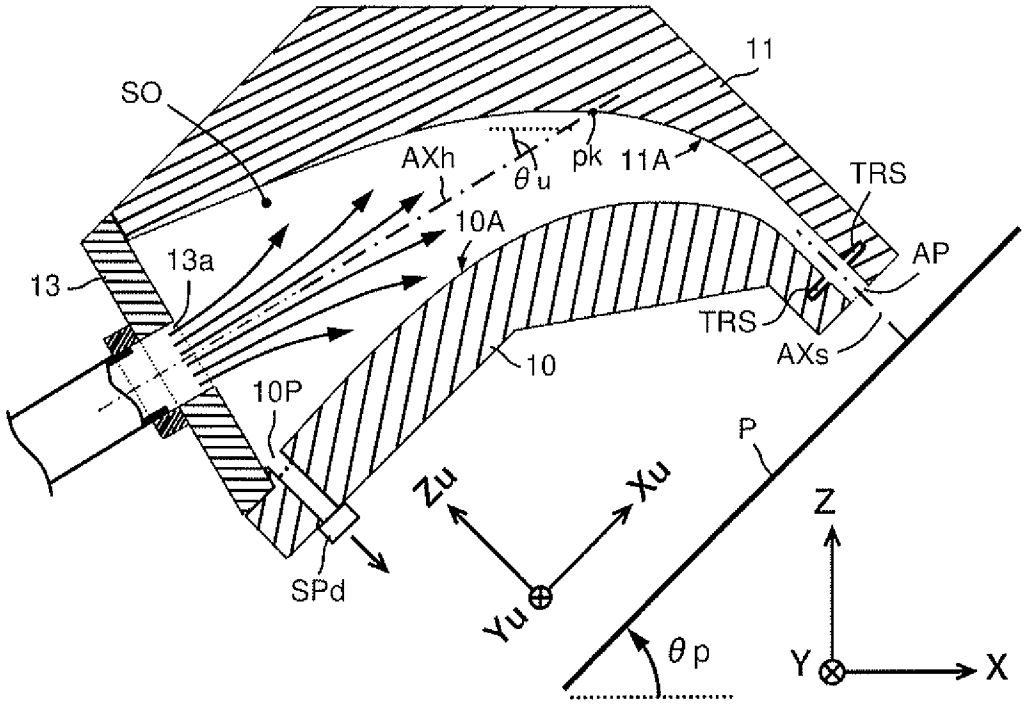
[図15]

FIG.15


13
11
11A
Msf
SO
pk
θa
13a
AXh
10A
θw
10
Zu
Yu
Xu
SLT
TRS
TRS
AXs
AP
P

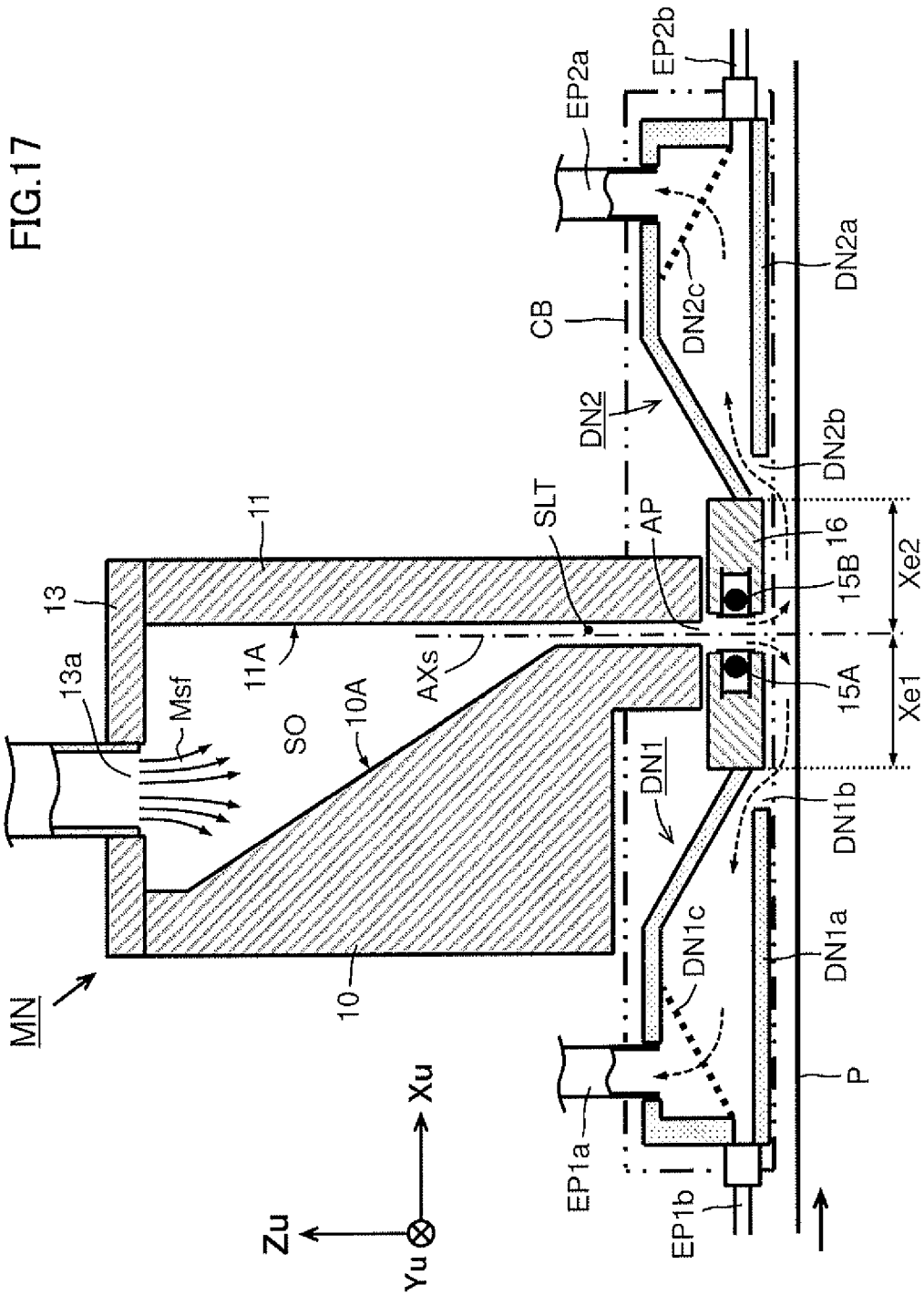
[図16]

FIG.16


SO
11
AXh
θu
pk
11A
TRS
10A
AP
13
13a
TRS
AXs
10
10P
P
Zu
Xu
Z
Yu
θp
Y
X
SPd

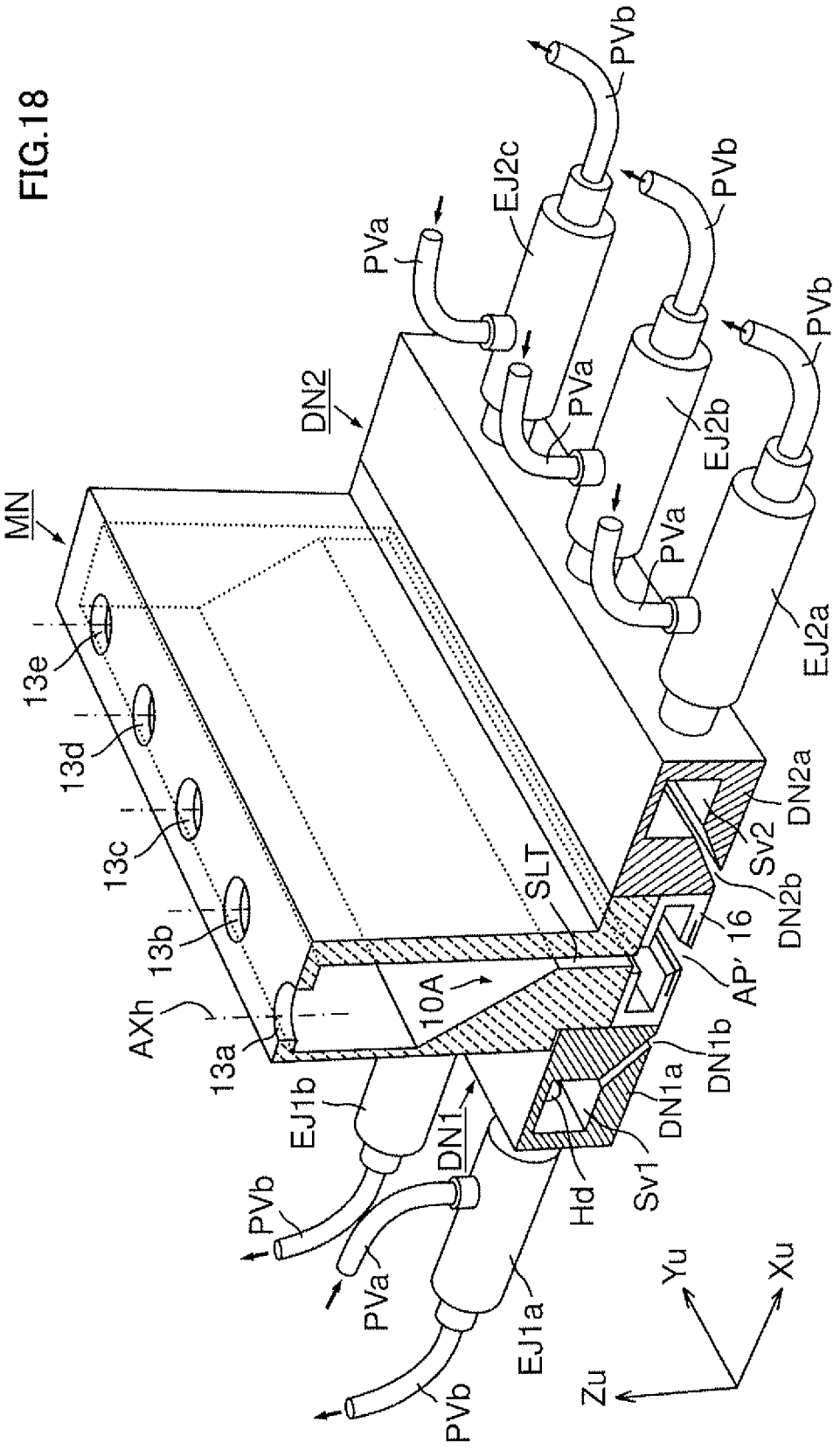
[図17]

FIG.17


EP2a
EP2b
DN2a
DN2c
CB
DN2
DN2b
SLT
AP
11
16
15B
Xe2
13
13a
Msf
11A
SO
10A
AXs
15A
Xe1
DN1
DN1b
DN1a
DN1c
MN
10
P
EP1a
EP1b
Xu
Zu
Yu

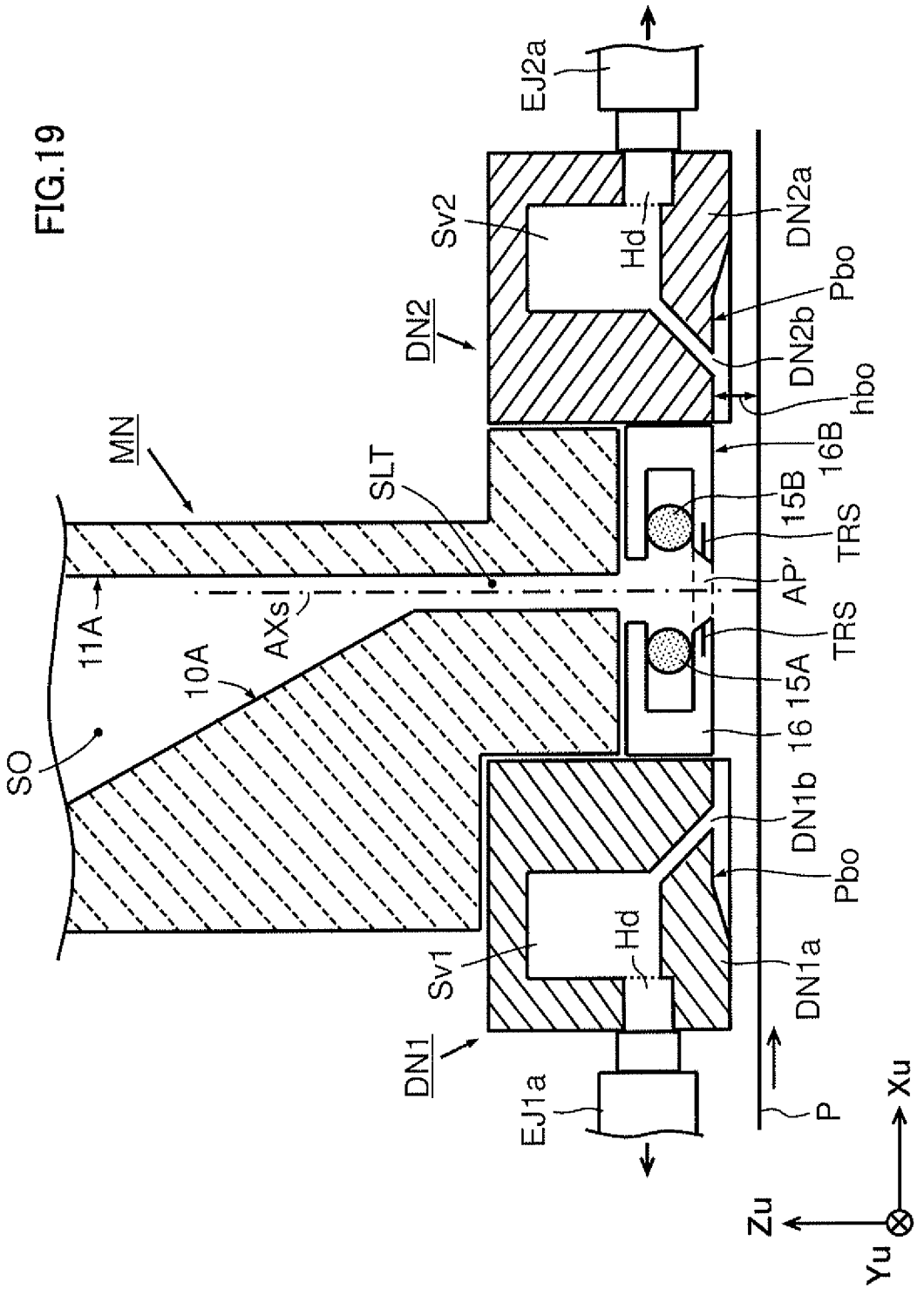
[図18]

FIG.18


MN
DN2
PVa
EJ2c
PVb
PVa
EJ2b
PVb
PVa
EJ2a
PVb
13e
13d
13c
13b
AXh
13a
SLT
10A
DN2a
Sv2
DN2b
16
AP'
DN1b
DN1a
Sv1
Hd
EJ1b
DN1
PVb
PVa
EJ1a
PVb
Yu
Xu
Zu

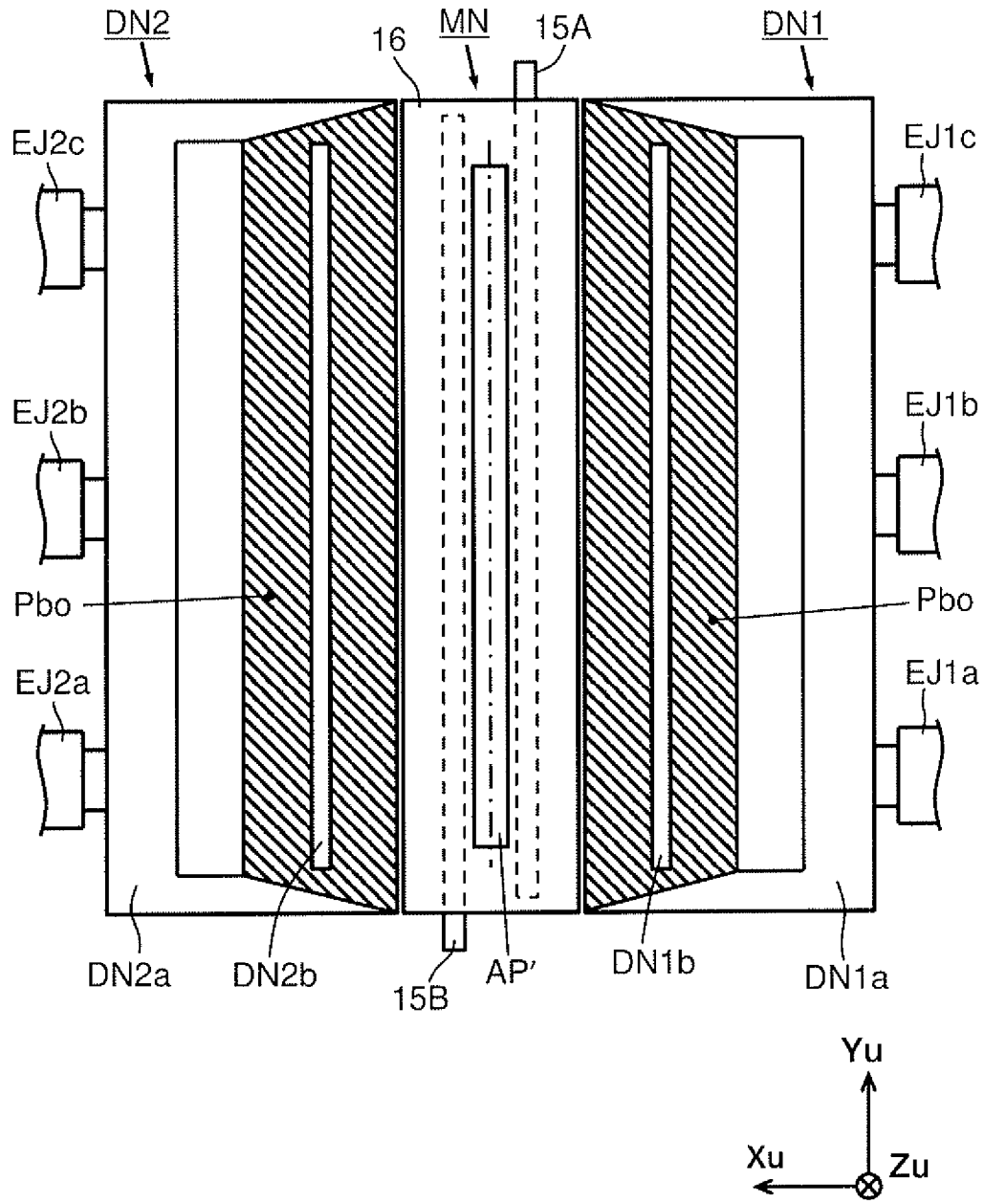
[図19]

FIG.19


EJ2a
Sv2
Hd
DN2a
DN2
Pbo
DN2b
hbo
MN
SLT
16B
15B
TRS
AP'
TRS
11A
AXs
10A
15A
16
SO
DN1b
Pbo
Hd
Sv1
DN1a
DN1
EJ1a
P
Xu
Zu
Yu

[図20]

FIG.20


DN2
16
MN
15A
DN1
EJ2c
EJ1c
EJ2b
EJ1b
Pbo
Pbo
EJ2a
EJ1a
DN2a
DN2b
15B
AP'
DN1b
DN1a
Yu
Xu
Zu

[図21]

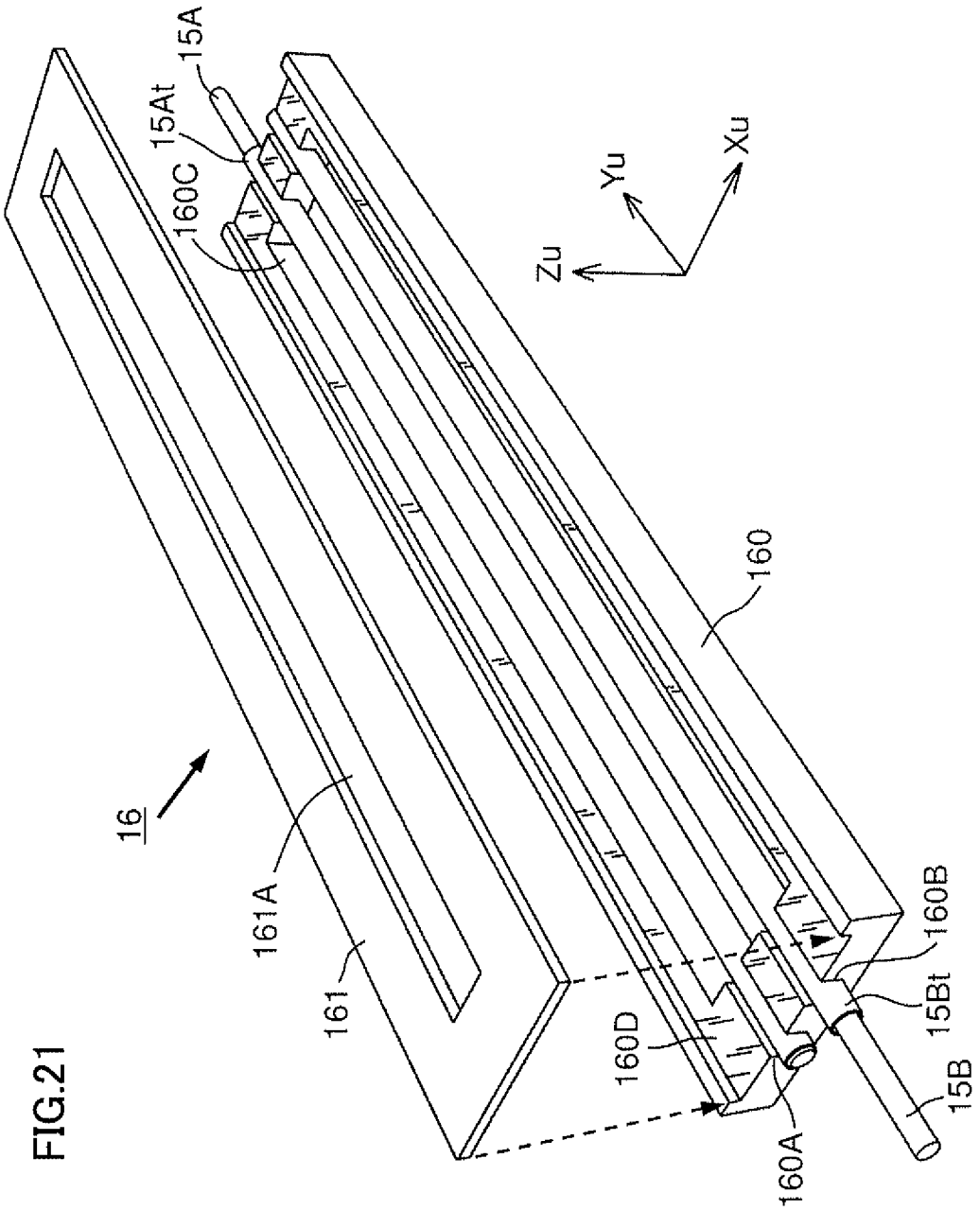
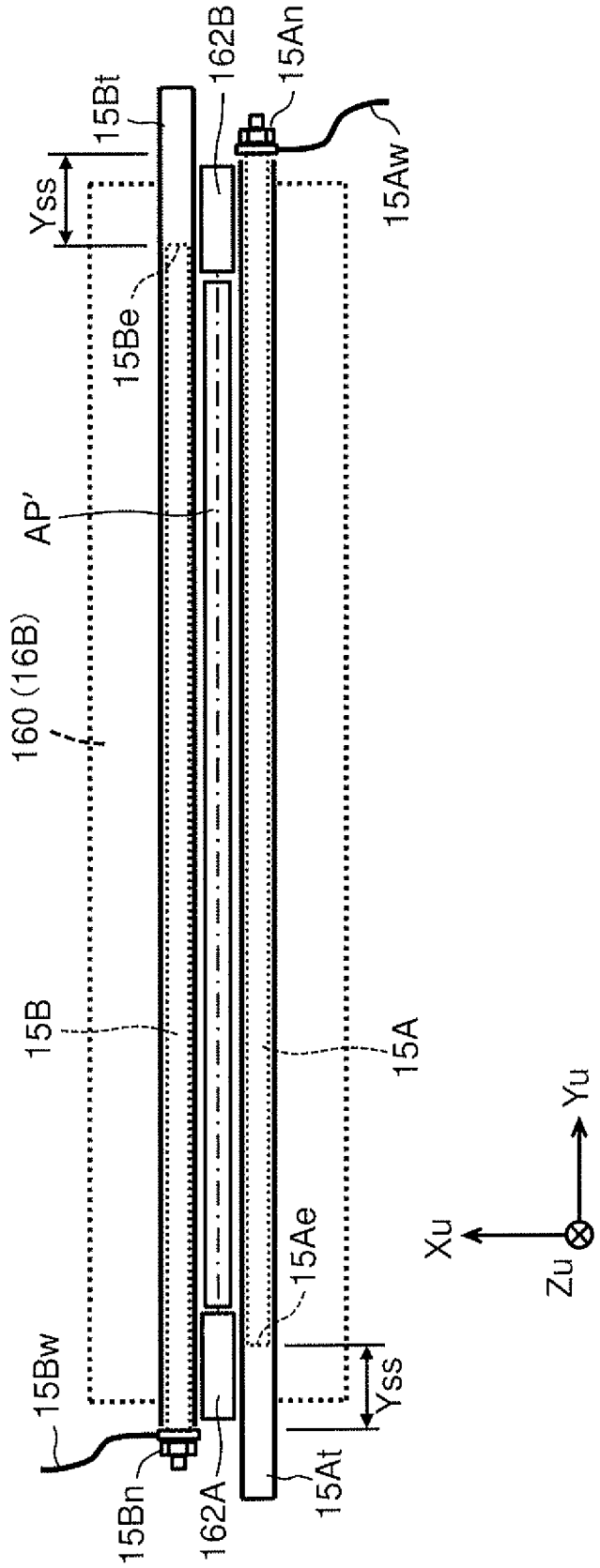


FIG.21

[図22]

FIG.22


15Bt
162B
15An
Yss
15Aw
15Be
AP'
160 (16B)
15B
15A
15Ae
Yu
Xu
Zu
15Bw
Yss
15Bn
162A
15At

[図23]

FIG.23A

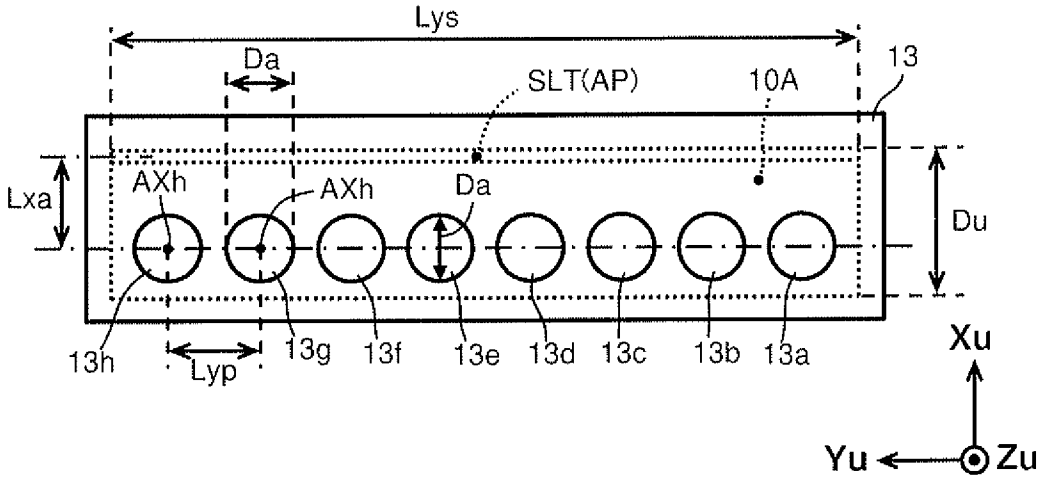


FIG.23B

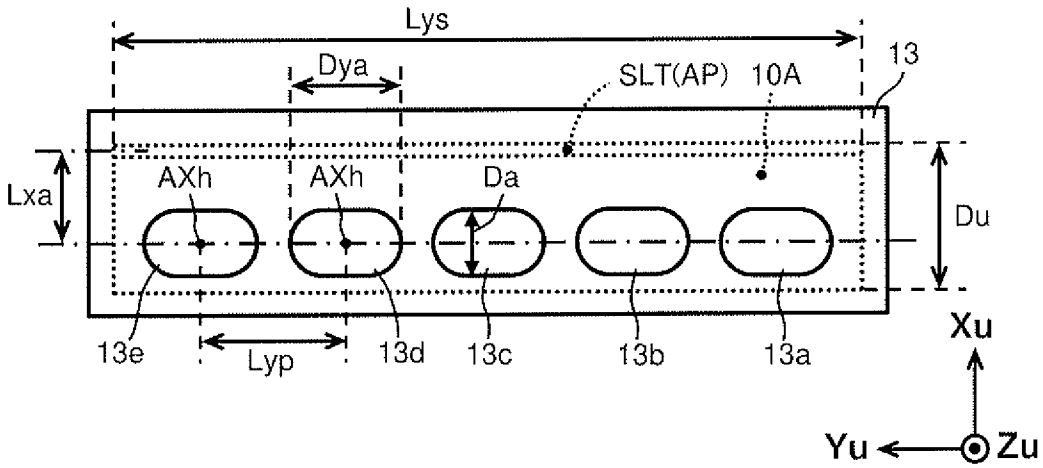
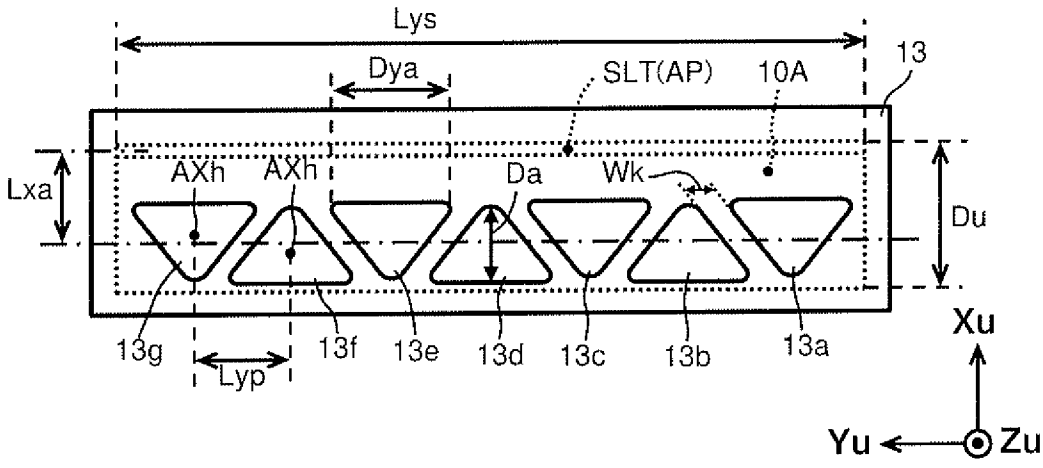
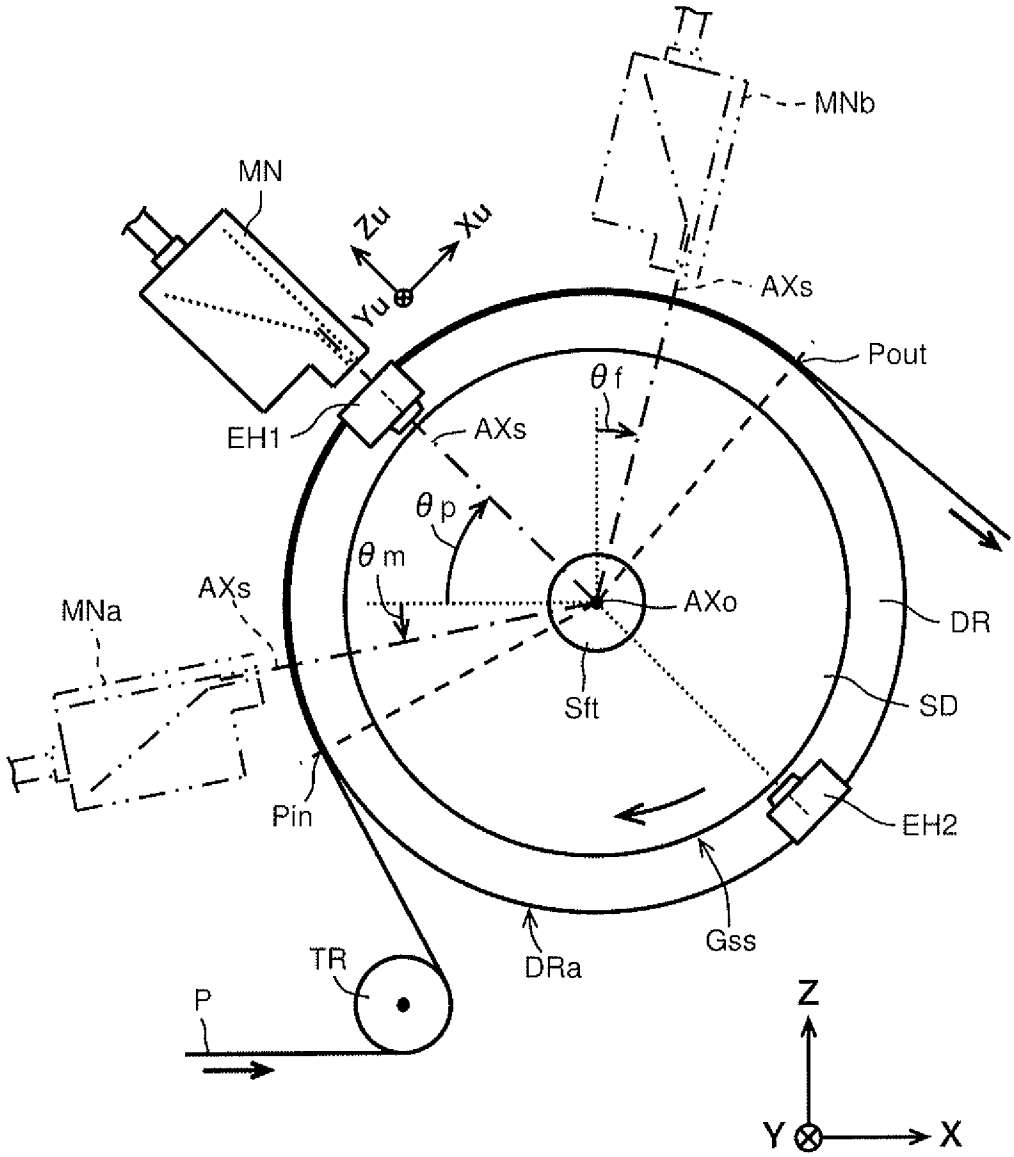


FIG.23C



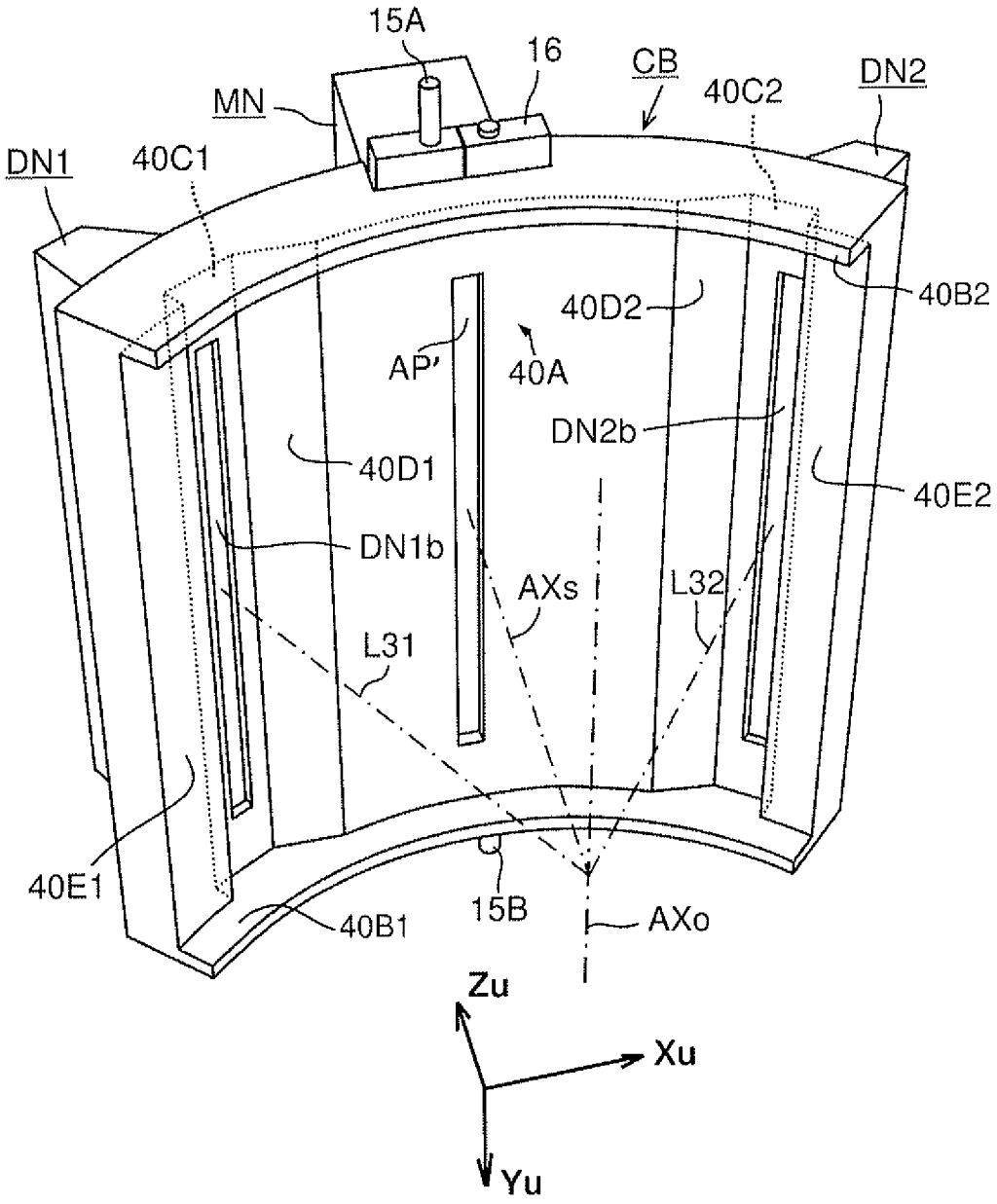
[図24]

FIG.24


MNb
MN
Zu
Xu
Yu
AXs
Pout
θf
EH1
AXs
θp
θm
MNa
AXs
AXo
DR
Sft
SD
Pin
EH2
Gss
DRa
TR
P
Z
Y
X

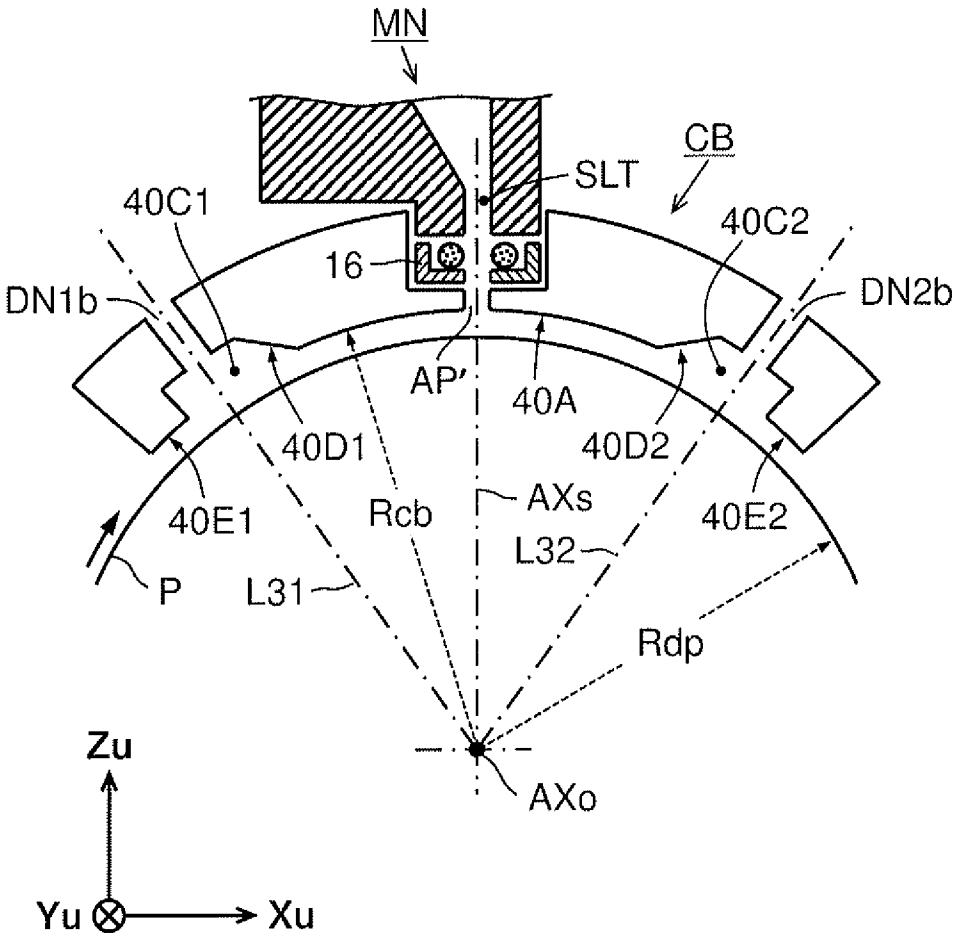
[図25]

FIG.25


15A
16
CB
MN
40C2
DN2
DN1
40C1
40B2
40D2
AP'
40A
DN2b
40D1
40E2
DN1b
AXs
L32
L31
40E1
15B
AXo
40B1
Zu
Xu
Yu

[図26]

FIG.26


MN
CB
SLT
40C1
40C2
16
DN1b
DN2b
AP'
40A
40D1
40D2
40E1
40E2
Rcb
AXs
L32
P
L31
Rdp
AXo
Zu
Yu
Xu

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/027731

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B05B 1/04(2006.01)i; ***B01J 19/00***(2006.01)i; ***B01J 19/08***(2006.01)i; ***B05B 7/26***(2006.01)i; ***B05B 14/30***(2018.01)i; ***H05H 1/24***(2006.01)i
FI: B05B1/04; B01J19/00 K; B01J19/08 H; B05B7/26; B05B14/30; H05H1/24

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)

B05B1/00-3/18; 7/00-9/08; 12/16-12/36; 14/00-16/80; B01J10/00-12/02; 14/00-19/32; H05H1/00-1/54; B05D1/00-7/26

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 2005-313046 A (HITACHI INDUSTRIES CO., LTD.) 10 November 2005 (2005-11-10) claims 1, 7, paragraphs [0001], [0010]-[0016], [0019], [0027], [0028], [0032]-[0035], fig. 1, 6, 8	1-3, 10-16, 18, 21-22, 24-25, 29-31
Y		17
A		4-9, 19-20, 23, 26-28
X	WO 2018/220756 A1 (TOSHIBA MITSUBISHI ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CO., LTD.) 06 December 2018 (2018-12-06) claims 1-2, 4, 6-7, paragraphs [0005], [0013]-[0016], [0020], [0023]-[0045], [0055], [0062]-[0077], fig. 1-3, 5-7	1, 10-14, 16-20, 22-24, 26, 29-30
Y		17
A		2-9, 15, 21, 25, 27-28, 31
A	JP 2007-77435 A (FUJIKURA LTD.) 29 March 2007 (2007-03-29) entire text, all drawings	1-31

☑ 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
05 October 2021	**19 October 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/027731

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-102571 A (HITACHI INDUSTRIES CO., LTD.) 20 April 2006 (2006-04-20) entire text, all drawings	1-31
A	KR 10-2018-0099024 A (NP HOLDINGS CO., LTD.) 05 September 2018 (2018-09-05) entire text, all drawings	1-31
A	WO 2012/124047 A1 (TOSHIBA MITSUBISHI ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CO., LTD.) 20 September 2012 (2012-09-20) entire text, all drawings	1-31
A	WO 2016/133131 A1 (NIKON CORP.) 25 August 2016 (2016-08-25) entire text, all drawings	1-31
A	WO 2020/026823 A1 (NIKON CORP.) 06 February 2020 (2020-02-06) entire text, all drawings	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/027731

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2005-313046 A	10 November 2005	(Family: none)	
WO 2018/220756 A1	06 December 2018	US 2020/0171514 A1 claims 1-2, 4, 6-7, paragraphs [0005], [0025]-[0030], [0034], [0037]-[0060], [0070], [0077]-[0099], fig. 1-3, 5-7 KR 10-2019-0140049 A CN 110769941 A	
JP 2007-77435 A	29 March 2007	US 2008/0254223 A1 entire text, all drawings EP 1926109 A1 CN 101263565 A KR 10-2008-0049051 A	
JP 2006-102571 A	20 April 2006	(Family: none)	
KR 10-2018-0099024 A	05 September 2018	(Family: none)	
WO 2012/124047 A1	20 September 2012	US 2013/0247820 A1 entire text, all drawings CN 103314134 A KR 10-2013-0087560 A	
WO 2016/133131 A1	25 August 2016	US 2018/0066361 A1 entire text, all drawings CN 107250429 A	
WO 2020/026823 A1	06 February 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/027731

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B05B 1/04(2006.01)i; B01J 19/00(2006.01)i; B01J 19/08(2006.01)i; B05B 7/26(2006.01)i; B05B 14/30(2018.01)i; H05H 1/24(2006.01)i
FI: B05B1/04; B01J19/00 K; B01J19/08 H; B05B7/26; B05B14/30; H05H1/24

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））

B05B1/00-3/18; 7/00-9/08; 12/16-12/36; 14/00-16/80; B01J10/00-12/02; 14/00-19/32; H05H1/00-1/54; B05D1/00-7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	JP 2005-313046 A (株式会社 日立インダストリイズ) 10.11.2005 (2005-11-10) 請求項1,7, 段落0001,0010-0016,0019,0027-0028,0032-0035, 図1,6,8	1-3,10-16,18,21-22,24-25,29-31
Y		17
A		4-9,19-20,23,26-28
X	WO 2018/220756 A1 (東芝三菱電機産業システム株式会社) 06.12.2018 (2018-12-06) 請求項1-2,4,6-7, 段落0005,0013-0016,0020,0023-0045,0055,0062-0077, 図1-3,5-7	1,10-14,16-20,22-24,26,29-30
Y		17
A		2-9,15,21,25,27-28,31
A	JP 2007-77435 A (株式会社フジクラ) 29.03.2007 (2007-03-29) 全文, 全図	1-31
A	JP 2006-102571 A (株式会社 日立インダストリイズ) 20.04.2006 (2006-04-20) 全文, 全図	1-31

☑ 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抵触するものではなく、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
05.10.2021	19.10.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
河内　浩志 4S 1779

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

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	KR 10-2018-0099024 A (NP HOLDINGS CO., LTD.) 05.09.2018 (2018-09-05) 全文，全図	1-31
A	WO 2012/124047 A1 (東芝三菱電機産業システム株式会社) 20.09.2012 (2012-09-20) 全文，全図	1-31
A	WO 2016/133131 A1 (株式会社ニコン) 25.08.2016 (2016-08-25) 全文，全図	1-31
A	WO 2020/026823 A1 (株式会社ニコン) 06.02.2020 (2020-02-06) 全文，全図	1-31

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/027731

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-313046 A	10.11.2005	（ファミリーなし）	
WO 2018/220756 A1	06.12.2018	US 2020/0171514 A1 請求項1-2,4,6-7，段落0005,0025-0030,0034,0037-0060,0070,0077-0099，図1-3,5-7 KR 10-2019-0140049 A CN 110769941 A	
JP 2007-77435 A	29.03.2007	US 2008/0254223 A1 全文，全図 EP 1926109 A1 CN 101263565 A KR 10-2008-0049051 A	
JP 2006-102571 A	20.04.2006	（ファミリーなし）	
KR 10-2018-0099024 A	05.09.2018	（ファミリーなし）	
WO 2012/124047 A1	20.09.2012	US 2013/0247820 A1 全文，全図 CN 103314134 A KR 10-2013-0087560 A	
WO 2016/133131 A1	25.08.2016	US 2018/0066361 A1 全文，全図 CN 107250429 A	
WO 2020/026823 A1	06.02.2020	（ファミリーなし）	