(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
2014 年 4 月 10 日(10.04.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/054497 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 9/14 (2006.01) *H01J 35/08* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/076043

(22) 国際出願日: 2013 年 9 月 26 日(26.09.2013)

(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 2012-222452 2012 年 10 月 4 日(04.10.2012) JP

(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 杉本 直三 (SUGIMOTO, Naozo); 〒1950061 東京都町田市鶴川４－１７－２１ Tokyo (JP). 梅原 康敏(UMEHARA, Yasutoshi); 〒1838705 東京都府中市住吉町２－３０－７ 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

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

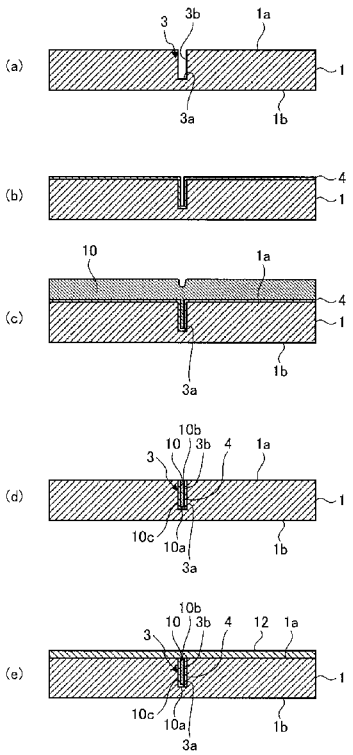
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) **Title**: METHOD FOR MANUFACTURING TARGET FOR X-RAY GENERATION AND TARGET FOR X-RAY GENERATION

(54) 発明の名称 : Ｘ線発生用ターゲットの製造方法及びＸ線発生用ターゲット

[図8]



(57) **Abstract**: This method for manufacturing a target for x-ray generation is characterized by including an addition step in which a metal precursor for a metal that forms material for a target for x-ray generation is added to a supercritical fluid and a deposition step in which the supercritical fluid is brought into contact with a substrate (1) in which a hole (3) with a bottom is formed and a metal (10) is deposited in the hole (3). Thus, a method for manufacturing a target for x-ray generation in which a target part can be suitably formed and a target for x-ray generation can be achieved.

(57) 要約: 本発明のＸ線発生用ターゲットの製造方法は、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体を超臨界流体に添加する添加工程と、有底状の穴（３）が形成された基板（１）と前記超臨界流体とを接触させることで、前記金属（１０）を前記穴（３）に堆積させる堆積工程とを含むことを特徴とする。これにより、ターゲット部を適切に形成可能となるＸ線発生用ターゲットの製造方法、及びＸ線発生用ターゲットを実現することができる。

WO 2014/054497 A1

(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)）

明　細　書

発明の名称 ：

Ｘ線発生用ターゲットの製造方法及びＸ線発生用ターゲット

技術分野

[0001] 本発明の種々の側面及び実施形態は、Ｘ線発生用ターゲットの製造方法及びＸ線発生用ターゲットに関するものである。

背景技術

[0002] Ｘ線発生装置は、Ｘ線非破壊検査など様々な分野で用いられている。Ｘ線発生装置は、電子を出射するフィラメント部と、フィラメント部から出射された電子が照射されるＸ線発生用ターゲットとを備える。Ｘ線発生装置は、フィラメント部から出射された電子をＸ線発生用ターゲットに衝突させることで、Ｘ線を外部に照射する。

[0003] ここで、Ｘ線発生用ターゲットは、基板と、基板に埋設されたターゲット部とを備える。例えば、イオンビーム（Ｆｏｃｕｓｅｄ　Ｉｏｎ　Ｂｅａｍ：ＦＩＢ）加工装置を用いてＸ線発生用ターゲットを製造する手法がある。

[0004] 具体的には、イオンビームを基板に照射してスパッタすることで、基板に有底状の穴を形成する。そして、基板の穴付近にＸ線発生用ターゲットの材料ガスを流しながら基板の穴にイオンビームを照射することで、穴に金属を堆積させてターゲット部を形成する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１１－７７０２７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上述の従来技術では、ターゲット部が適切に形成されないという問題がある。例えば、基板の穴底部にＶＯＩＤ（ボイド、空隙）が形成されることがある。また、例えば、ターゲット部に蓄積される金属に不純

物が含まれることがある。

[0007] 基板の穴底部にＶＯＩＤ（ボイド、空隙）が形成される点について説明する。イオンビームによるスパッタで形成された穴は、微細に加工されているので、穴径が小さく、かつ、穴のアスペクト比が大きい。これにより、材料ガスは穴の内部まで流れ難く、穴の底部ほど材料ガスの濃度が低くなる傾向にある。これに加えて、イオンビームによるスパッタで形成された穴は、底に向かうにしたがって穴径が小さくなり、穴の側壁がテーパー状に形成される場合がある。

[0008] ここで、材料ガスを流しながらイオンビームを穴径方向にスキャンしながら照射すると、イオンビームが穴の底に到達する前にテーパー状の側壁に衝突する場合がある。すると、穴の底部よりもテーパー状の側壁においてイオンビームが材料ガスと反応しやすくなることで、穴の底に金属が堆積する前に側壁に金属が堆積し、この結果、穴底にＶＯＩＤが形成されるおそれがある。

[0009] また、例えばイオンビームをスキャンせず穴の中央部に固定して照射することも考えられる。この場合、底部の材料ガスの濃度が低くなると、堆積した金属がイオンビームによって切削される結果、金属の堆積が進まない。

[0010] ターゲット部に蓄積される金属に不純物が含まれる点について説明する。イオンビームを用いてターゲット部を作成する場合には、ガスとして打ち込まれた不純物が金属に混じることがあることがわかった。この結果、イオンビームを用いてターゲット部を作成する手法では、ターゲット部に蓄積される金属に不純物が含まれる結果、金属の純度を高くすることが難しい。

課題を解決するための手段

[0011] 開示するＸ線発生用ターゲットの製造方法は、実施形態の一例において、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体を超臨界流体に添加する添加工程と、有底状の穴が形成された基板と前記超臨界流体とを接触させることで、前記金属を前記穴に堆積させる堆積工程とを含む。

発明の効果

[0012] 本発明の種々の側面及び実施形態によれば、ターゲット部を適切に形成可能となるＸ線発生用ターゲットの製造方法、及びＸ線発生用ターゲットを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの断面構成を説明するための図である。

[図2]図２は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの分解斜視図である。

[図3]図３は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの断面構成を説明するための図である。

[図4]図４は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの断面構成を説明するための図である。

[図5]図５は、第１の実施形態におけるＦＩＢ装置の構成の概略の一例を示す図である。

[図6]図６は、第１の実施形態における超臨界流体装置の構成の概略の一例を示す図である。

[図7]図７は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法の一例を説明するためのフローチャートである。

[図8]図８は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法の一例を説明するための図である。

[図9]図９は、第１の実施形態におけるＸ線発生装置の断面構成を示す図である。

[図10]図１０は、第１の実施形態におけるモールド電源部の構成を示す図である。

[図11]図１１は、基板に複数の穴が形成されるＸ線発生用ターゲットの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] （第１の実施形態）

第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法は、１つの実施形態において、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体を超臨界流体に添加する添加工程と、有底状の穴が形成された基板と超臨界流体とを接触させることで、金属を穴に堆積させる堆積工程とを含む。

[0015] 第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法は、１つの実施形態において、基板と超臨界流体とを接触させることで穴に金属を堆積させる前に、基板にライナー層を形成する形成工程をさらに含む。

[0016] 第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法は、１つの実施形態において、基板と超臨界流体とを接触させた後、金属前駆体の還元処理を行う還元工程をさらに含む。

[0017] 第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法は、１つの実施形態において、還元工程では、超臨界流体にＨ２ガスを供給しつつ加熱することで還元処理を行う。

[0018] 第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法は、１つの実施形態において、基板の表面を研磨することで、基板の表面に堆積した金属を除去する研磨工程をさらに含む。

[0019] 第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットは、１つの実施形態において、Ｘ線発生用ターゲットの材料を超臨界流体と接触させる接触工程と、有底状の穴が形成された基板に超臨界流体を接触させることで、Ｘ線発生用ターゲットの材料を穴に堆積させる堆積工程とを有する方法によって製造される。

[0020] 以下、図面を参照して種々の実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を付す。

[0021] 図１及び図２を参照して、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットＴ１について説明する。図１は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの断面構成を説明するための図である。図２は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの分解斜視図である。

[0022] Ｘ線発生用ターゲットＴ１は、図１及び図２に示されるように、基板１と

、ターゲット部１０とを有する。

[0023] 基板１は、ダイヤモンドで形成され、円板形状に形成される。基板１は、板面の一方の表面１ａと、板面の反対側の裏面１ｂを有する。基板１は、円板形状に限られず、他の形状、例えば角板形状に形成されていても良い。基板１の厚みは、例えば、１００μｍ程度に設定される。基板１の外径は、例えば、３ｍｍ程度に設定される。

[0024] このように、穴３がダイヤモンドに形成されることで、Ｘ線発生用時にでる熱を効率良く拡散することが可能となり、大きな電流をかけることが可能となる。

[0025] 基板１には、表面１ａ側から有底状の穴３が形成される。穴３は、底面３ａと側壁面３ｂとで形成される内側空間を有する。穴３の内側空間は、例えば、円柱体形状に形成される。ただし、穴３の内側空間は円柱体形状に限定されるものではなく、角柱体形状など任意の形状であっても良い。穴３の内径は、例えば、１００ｎｍ程度に設定される。穴３の深さは、例えば、１μｍ程度に設定される。このように、穴３は、穴径が小さく形成されるとともに、穴のアスペクト比が大きく形成される。

[0026] ターゲット部１０は、基板１に形成されている穴３内に配置される。ターゲット部１０は、金属で形成され、穴３の内側空間に対応した円柱体形状に形成される。ターゲット部１０は、第１の端面１０ａ、第２の端面１０ｂ、及び外側面１０ｃを有する。ターゲット部１０を構成する金属としては、例えば、銅、タングステン、金、白金等である。

[0027] ターゲット部１０は、穴３の底面３ａから表面１ａ側に向かって金属が堆積されることで形成される。この結果、ターゲット部１０の第１の端面１０ａは、その全体が穴３の底面３ａと密着している。ターゲット部１０の外側面１０ｃは、その全体が穴３の側壁面３ｂと密着している。

[0028] ターゲット部１０は、穴３の内側空間の形状に対応して形成される。円柱形状の軸方向の長さは、例えば、１μｍ程度となる。円柱形状の径方向の長さは、例えば、１００ｎｍ程度となる。

[0029] 図３は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの断面構成を説明するための図である。図４は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの断面構成を説明するための図である。図３及び図４に示されるように、Ｘ線発生用ターゲットＴ１は、導電層１２を備えていても良い。導電層１２は、基板１の表面１ａ側に膜状に形成される。導電層１２は、例えば、不純物（例えば、ボロン等）をドープしたダイヤモンドで形成される。導電層１２の厚みは、例えば５０ｎｍ程度である。

[0030] 図３に示された導電層１２は、基板１の表面１ａ及びターゲット部１０の第２の端面１０ｂを覆うように、表面１ａ上に形成される。図４に示された導電層１２は、ターゲット部１０の第２の端面１０ｂが露出するように、表面１ａ上に形成される。

[0031] 続いて、Ｘ線発生用ターゲットＴ１に穴３を形成するためのＦＩＢ装置の一例について説明する。図５は、ＦＩＢ装置の構成の概略の一例を示す図である。なお、図５に示すＦＩＢ装置は、一例であり、実施形態に係るＸ線発生用ターゲットを製造する上で用いるＦＩＢ装置は、図５に示すＦＩＢ装置に限定されるものではなく、任意のＦＩＢ装置を用いて良い。

[0032] 図５に示すように、ＦＩＢ装置１００は、第１の筐体１１０内に、液体金属イオン源貯蔵部１１２、ブランカ１１４、アパーチャ１１６、走査電極１１８、及び対物レンズ１２０を備える。また、ＦＩＢ装置１００は、第１の筐体１１０に接続された第２の筐体１３０内に、載置台１３２、及びガス銃１３４を備える。また、ＦＩＢ装置１００は、第２の筐体１３０に接続されたポンプ１３６を備える。

[0033] 液体金属イオン源貯蔵部１１２は、例えば、Ｇａ液体金属イオン源を貯蔵する。ブランカ１１４は、液体金属イオン源貯蔵部１１２から照射されるイオンビームを偏向させる偏向器である。ブランカ１１４は、例えば、イオンビームを照射する場合に、イオンビームを穴３に照射している状態（ＯＮ状態）からイオンビームを偏向させることでイオンビームを穴３に照射していない状態（ＯＦＦ状態）に切り替える。

[0034] アパーチャ１１６は、液体金属イオン源貯蔵部１１２から照射されたイオンビームの電流を絞り穴によって選択的に制限する。走査電極１１８は、液体金属イオン源貯蔵部１１２から照射されたイオンビームを、例えば基板１の穴３の径に応じてスキャン（走査）する。対物レンズ１２０は、液体金属イオン源貯蔵部１１２から照射されたイオンビームを集束する。

[0035] 載置台１３２は、Ｘ線発生用ターゲットＴ１を載置する。ポンプ１３６は、真空排気を行うことで、第１の筐体１１０及び第２の筐体１３０内を所定の真空状態に保つ。

[0036] ＦＩＢ装置１００は、液体金属イオン源貯蔵部１１２から、ブランカ１１４、アパーチャ１１６、走査電極１１８、対物レンズ１２０を介してＸ線発生用ターゲットＴ１へイオンビーム１２２を照射する。

[0037] ここで、ＦＩＢ装置１００は、スキャンしながら基板１にイオンビーム１２２を照射してスパッタすることで、穴３を形成する。

[0038] Ｘ線発生用ターゲットＴ１を製造するための超臨界流体装置２００の一例について説明する。図６は、超臨界流体装置の概略の一例を示す図である。図６に示す例では、超臨界流体装置２００は、反応容器２１０と、供給装置２２０と、排気装置２３０とを有する。なお、図６に示す超臨界流体装置２００は、一例であり、実施形態に係るＸ線発生用ターゲットを製造する上で用いる超臨界流体装置２００は、図６に示す超臨界流体装置２００に限定されるものではなく、基板と超臨界流体とを接触させることができれば任意の超臨界流体装置であって良い。

[0039] 反応容器２１０は、処理対象となる被処理体を内部に収容する。具体的には、反応容器２１０は、有底状の穴３が形成された基板１を収容する。反応容器２１０は、周囲に、反応容器２１０の内部温度を調節するためのマントルヒータ２１１が設けられる。マントルヒータ２１１は、例えば、反応容器２１０の内部を上方から加熱する上部マントルヒータ２１１ａと、反応容器２１０の内部を下方から加熱する下部マントルヒータ２１１ｂの２つのヒータを有する。上部マントルヒータ２１１ａ及び下部マントルヒータ２１１ｂ

は、例えば、互いに独立に作動し、反応容器２１０の内部を上部又は下部から個別に加熱する。ただし、これに限定されるものではなく、マントルヒータ２１１は、１つのマントルヒータのみを有しても良い。

[0040] 供給装置２２０は、反応容器２１０の内部に超臨界流体を供給する。具体的には、供給装置２２０は、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体が添加された超臨界流体を供給する。この結果、反応容器２１０の内部において、基板の有底状の穴に超臨界流体を用いてＸ線発生用ターゲットの材料となる金属を堆積させる。

[0041] 供給装置２２０は、超臨界流体供給装置２２１、金属前駆体供給装置２２２及び水素供給装置２２３を有する。超臨界流体供給装置２２１、金属前駆体供給装置２２２及び水素供給装置２２３は、互いに独立して作動させて良い。

[0042] 超臨界流体供給装置２２１は、超臨界流体貯蔵装置２２１ａ、液化装置２２１ｂ及び超臨界流体送出装置２２１ｃとを有する。超臨界流体供給装置２２１は、供給装置２２０から反応容器２１０を経て排気装置２３０へと向かう超臨界流体装置２００における超臨界流体の流路において、最上流部に設けられる。超臨界流体供給装置２２１は、超臨界流体の原料を反応容器２１０に向けて供給する。例えば、超臨界流体供給装置２２１は、二酸化炭素、水、アセトン、ヘキサン、アンモニアなどを供給する。

[0043] ここで、二酸化炭素は、約３１度で約７．４ＭＰａの雰囲気下において、流体の一種である超臨界流体（Super Critical Fluid）となる。超臨界流体は、気相（気体）とも液相（液体）とも区別がつかず、気相及び液相の両方の性質を併せ持つ。以下では、二酸化炭素からなる超臨界流体を用いる場合を例に説明するが、これに限定されるものではない。

[0044] 超臨界流体貯蔵装置２２１ａは、例えば、サイホン式ボンベである。超臨界流体送出装置２２１ｃは、例えば、高圧ポンプである。超臨界流体貯蔵装置２２１ａは、例えば、二酸化炭素を略液体の状態で貯蔵する。超臨界流体貯蔵装置２２１ａから取り出された二酸化炭素は、液化装置２２１ｂにより

冷却されて液化される。そして、液化された二酸化炭素は、超臨界流体送出装置２２１ｃにより昇圧されて反応容器２１０に向けて送液される。超臨界流体送出装置２２１ｃは、例えば、液体状の二酸化炭素を１０ＭＰａまで昇圧する。

[0045] 金属前駆体供給装置２２２は、金属前駆体貯蔵装置２２２ａ、金属前駆体送出装置２２２ｂ及び金属前駆体送出バルブ２２２ｃを有する。金属前駆体供給装置２２２は、超臨界流体装置２００の超臨界流体の流路に対して、反応容器２１０よりも上流、かつ、超臨界流体供給装置２２１よりも下流で接続される。金属前駆体供給装置２２２は、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体を超臨界流体中に溶解させて供給する。なお、その際には、補助溶媒を金属前駆体と併せて用いることで、金属前駆体を超臨界流体中に添加しやすくしても良い。補助溶媒は、金属前駆体と溶解する任意の溶媒を用いて良く、例えば、有機溶媒である。

[0046] 金属前駆体貯蔵装置２２２ａは、金属前駆体を貯蔵する。金属前駆体貯蔵装置２２２ａは、金属前駆体として、例えば、Ｃｕ（ｈｆａｃ）２やＣｕ（ｄｐｍ）２、Ｃｕ（ｈｆａｃ）（ｂｕｔｙｎｅ）、ｂｉｓ（２，２，６，６－ｔｅｔｒａｍｅｔｈｙｌ－３，５－ｈｅｐｔａｎｅｄｉｏｎａｔｏ）ｃｏｐｐｅｒなどを貯蔵する。金属前駆体貯蔵装置２２２ａは、例えば、金属前駆体を補助溶媒に溶解させられた状態にて貯蔵する。金属前駆体送出装置２２２ｂは、例えば、ポンプである。

[0047] 例えば、金属前駆体貯蔵装置２２２ａに貯蔵されている金属前駆体は、金属前駆体送出装置２２２ｂにより補助溶媒中に溶解させられたままの状態で金属前駆体貯蔵装置２２２ａ内から取り出される。そして、金属前駆体送出バルブ２２２ｃを開くことで、金属前駆体貯蔵装置２２２ａ内から取り出された金属前駆体は、超臨界流体供給装置２２１から送られてくる超臨界流体中に添加される。すなわち、金属前駆体は、補助溶媒に溶解させられた状態でさらに超臨界流体中に溶解させられる。この結果、金属前駆体は、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体が超臨界流体とともに反応容

器２１０の内部に向けて供給される。

[0048] また、水素供給装置２２３は、水素貯蔵装置２２３ａ及び混合装置２２３ｂから構成される。水素供給装置２２３は、超臨界流体装置２００の超臨界流体の流路に対して、金属前駆体供給装置２２２よりも上流、かつ、超臨界流体供給装置２２１よりも下流で接続される。水素供給装置２２３は、金属前駆体から金属の析出を促進させる反応促進剤を超臨界流体中に供給する。例えば、水素供給装置２２３は、反応促進剤として水素を供給する。ただし、これに限定されるものではなく、任意の物質を用いて良い。

[0049] 水素貯蔵装置２２３ａは、例えば、サイホン式ボンベである。水素貯蔵装置２２３ａに貯蔵された水素は、水素供給装置２２３と超臨界流体供給装置２２１から反応容器２１０に向かう超臨界流体の流路との接続部に設けられる混合装置２２３ｂにより超臨界流体に混入される。

[0050] また、超臨界流体装置２００は、流路において、金属前駆体供給装置２２２よりも上流、かつ、混合装置２２３ｂよりも下流に、超臨界流体送出バルブ２５０を有する。超臨界流体送出バルブ２５０を開くことで、超臨界流体又は水素が添加された超臨界流体が反応容器２１０の内部に向けて供給される。

[0051] 排気装置２３０は、圧力計２３１、圧力調節バルブ２３２、圧力調整装置（Back Pressure Regulator：ＢＰＲ）２３３及び分離器２３４を有する。排気装置２３０は、反応容器２１０の内部から外部に超臨界流体を排出する。具体的には、排気装置２３０では、圧力調節バルブ２３２を開くとともに圧力調整装置２３３を作動させることで、超臨界流体装置における超臨界流体の流路のうち反応容器２１０から下流側の流路の圧力を反応容器２１０の内部圧力よりも低くする。この結果、反応容器２１０の内部から外部に超臨界流体が排出される。ここで、例えば、圧力計２３１は、反応容器２１０から下流側の流路の圧力を監視し、圧力調節バルブ２３２及び圧力調整装置２３３が、圧力計２３１により得られた圧力に基づいて圧力を制御する。

[0052] 反応容器２１０から排出された超臨界流体は、圧力調整装置２３３の下流

側に設けられている分離器（セパレータ）２３４に送られる。分離器２３４は、超臨界流体に含まれている未反応の金属前駆体を分離することで回収する。

[0053] また、超臨界流体供給装置２２１と水素供給装置２２３との接続部から反応容器２１０までの超臨界流体の流路は、温度調整装置２４０の内側に設けられる。温度調整装置２４０は、超臨界流体の原料である二酸化炭素の温度を超臨界状態を保持できる温度に調節する。二酸化炭素は約３１℃で超臨界状態となることを踏まえ、温度調整装置２４０は、例えば、内部を４０度に保持する。

[0054] （製造方法の流れの一例）

図７は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法の一例を説明するためのフローチャートである。図８は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットの製造方法の一例を説明するための図である。

[0055] 図７に示すように、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットＴ１の製造方法では、ＦＩＢ装置１００の載置台１３２の上に基板１を配置する（ステップＳ１０１）。そして、ＦＩＢ装置１００は、基板１に穴３を形成する（ステップＳ１０２）。具体的には、ＦＩＢ装置１００は、基板１に有底状の穴３を形成する。例えば、ＦＩＢ装置１００は、Ｇａ＋のようなイオンビーム１２２を基板１に照射することで表面１ａ側からスパッタし、図８の（ａ）のように穴３を形成する。例えば、ＦＩＢ装置１００は、基板１に、径が１００ｎｍであって深さが６００ｎｍとなる穴３を形成する。ただし、これに限定されるものではなく、超臨界流体が内部に浸透する範囲において、穴３の径を１００ｎｍより小さくしても良く、深さを６００ｎｍより深くしても良い。

[0056] ここで、イオンビーム１２２によって基板１をスパッタして形成された穴３は、底面３ａに向かうにつれて径が小さくなり、側壁面３ｂがテーパー状に形成されることがある。なお、図８の（ａ）に示す例では、記載の便宜上、側壁面３ｂが底面３ａから垂直に形成される場合を例に示した。

[0057] そして、ライナー層４を形成する形成工程を実行する（ステップＳ１０３）。具体的には、図８の（ｂ）に示すように、基板１と超臨界流体とを接触させることで穴３に金属を堆積させる前に、基板１にライナー層４を形成する。ライナー層４を設けることで、穴３に堆積される金属と基板１との密着性を向上させることが可能となる。ライナー層４は、堆積させる金属と基板１との密着性を向上させるという観点から、堆積させる金属と格子間隔が近い材料を用いて形成するのが好ましい。例えば、銅を堆積させる場合には、Ｒｕ（ルテニウム）やＷＣＮを用いるのが好ましい。より詳細な一例をあげて説明すると、基板１は、基板１の画眼面に、ＷＣＮ層とＲｕ層とが、それぞれ４ｎｍ、２０ｎｍ程度成膜されても良い。これらは、堆積させる金属と基板１との密着性を向上させるためのＧｌｕｅ層となる。

[0058] ライナー層４は、任意の手法を用いて形成して良く、例えば、ＡＬＤ（Atomic Layer Deposition）法を用いても良く、超臨界流体を用いて形成しても良い。なお、超臨界流体を用いてライナー層４を形成する場合には、基板１を反応容器２１０内に配置した後、後述のステップＳ１０４を実行する前に、ライナー層４を基板１に形成する。この場合においては、同一反応容器内でライナー層とＸ線発生用ターゲットの材料となる金属を連続して成膜することができる。

[0059] そして、超臨界流体装置２００は、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体を超臨界流体に添加する添加工程を実行する（ステップＳ１０４）。例えば、超臨界流体装置２００では、金属前駆体供給装置２２２において、金属前駆体送出装置２２２ｂが、金属前駆体貯蔵装置２２２ａに貯蔵されている金属前駆体を金属前駆体貯蔵装置２２２ａ内から取り出す。そして、金属前駆体送出バルブ２２２ｃが開かれることで、金属前駆体送出装置２２２ｂは、金属前駆体貯蔵装置２２２ａ内から取り出した金属前駆体を、超臨界流体供給装置２２１から送られてくる超臨界流体中に添加する。例えば、金属前駆体供給装置２２２は、Ｃｕ（ｈｆａｃ）（ｂｕｔｙｎｅ）、ｂｉｓ（２，２，６，６－ｔｅｔｒａｍｅｔｈｙｌ－３，５－ｈｅｐｔａｎ

ｅｄｉｏｎａｔｏ）ｃｏｐｐｅｒを、超臨界流体供給装置２２１から送られてくる二酸化炭素の超臨界流体に添加する。

[0060] そして、超臨界流体装置２００は、有底状の穴が形成された基板１と超臨界流体とを接触させることで、金属を穴３に堆積させる堆積工程を実行する（ステップＳ１０５）。具体的には、金属前駆体が添加された超臨界流体が反応容器２１０の内部に供給されることで、基板１と超臨界流体とを接触させる。この結果、図８の（ｃ）に示すように、基板１にＸ線発生用ターゲットの材料となる金属が堆積される。例えば、金属前駆体が基板１と接触すると、基板１により還元されて金属が堆積したり、金属前駆体そのものが堆積したりする。

[0061] ここで、金属前駆体が添加された超臨界流体は、基板１の穴３だけでなくその他の外面にも接触する結果、図８の（ｄ）に示すように、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属は、基板１の穴３だけでなく、基板１の表面にも堆積される。

[0062] また、超臨界流体装置２００は、基板１と超臨界流体とを接触させた後、金属前駆体の還元処理を行う（ステップＳ１０６）。具体的には、超臨界流体装置２００は、超臨界流体にＨ２ガスを供給しつつ加熱することで還元処理を行う。水素供給装置２２３の混合装置２２３ｂは、水素貯蔵装置２２３ａに貯蔵された水素ガスを超臨界流体に混入することで、水素ガスを反応容器２１０内に導入する。また、反応容器２１０の内部の圧力と温度を堆積工程よりも高くする。例えば、反応容器２１０の内部の圧力を９．５ＭＰａにし、温度を４０度から２２０度まで、毎分４．５度の昇温速度で加熱する。このように、水素ガスを供給しつつ加熱することで、超臨界流体に添加された金属前駆体から金属が還元され、基板１への金属の堆積を促進することが可能となる。

[0063] また、還元処理を行うことで、金属前駆体が穴３に堆積していたとしても、金属前駆体のうち、有機官能基部分を除去することができ、純度を向上することが可能である。例えば、金属前駆体をＣｕＬ２とすると、有機官能基

部分となるＬの除去は以下のメカニズムで表される。

[0064] ＣｕＬ２＋Ｈ２→Ｃｕ＋２ＨＬ

[0065] その後、基板１の表面を研磨することで、基板１の表面１ａに堆積した金属を除去する研磨工程を行う（ステップＳ１０７）。例えば、ＣＭＰ（Chemical Mechanical Polishing）装置を用いて基板１の表面１ａを研磨する。ＣＭＰ装置は、任意の装置を用いて良い。この結果、図８の（ｄ）に示すように、基板１の表面１ａから金属が除去される。

[0066] そして、導電層１２を形成する（ステップＳ１０８）。導電層１２は、基板１の表面１ａ及び穴３に堆積された金属の上部を覆うように形成される。導電層１２は、例えば、既知のマイクロ波プラズマＣＶＤ装置を用いて形成される。より詳細な一例をあげて説明すると、導電層１２は、マイクロ波プラズマＣＶＤ装置を用い、表面１ａ及び金属の上部に、マイクロ波プラズマＣＶＤ法により、ボロンをドーピングしながらダイヤモンド粒子を生成及び成長させることで形成される。この結果、図８の（ｅ）に示すように、基板１の表面１ａに導電層１２が形成される。

[0067] なお、図７及び図８を用いて説明した製造方法の処理手順は、上記の順番に限定されるものではなく、処理内容を矛盾させない範囲で適宜変更しても良い。例えば、上記のステップＳ１０３を省略しても良く、Ｓ１０６とＳ１０５とを同時に行っても良い。

[0068] （Ｘ線発生装置の一例）

Ｘ線発生用ターゲットＴ１を用いたＸ線発生装置について説明する。図９は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットＴ１を用いたＸ線発生装置の断面構成の一例を示す図である。図１０は、第１の実施形態に係るＸ線発生用ターゲットＴ１を用いたＸ線発生装置のモールド電源部の一例を示す図である。なお、図９及び図１０を用いて説明するＸ線発生装置は、一例であり、これに限定されるものではない。

[0069] 図９に示されるように、Ｘ線発生装置２１は、開放型であり、使い捨てに供される閉鎖型と異なり、真空状態を任意に作り出すことができ、消耗品で

あるフィラメント部ＦやＸ線発生用ターゲットＴ１の交換を可能にしている。Ｘ線発生装置２１は、動作時に真空状態になる円筒形状のステンレス製の筒状部２２を有する。筒状部２２は、下側に位置する固定部２３と上側に位置する着脱部２４とで２分割され、着脱部２４はヒンジ部２５を介して固定部２３に取り付けられている。したがって、着脱部２４が、ヒンジ部２５を介して横倒しになるように回動することで、固定部２３の上部を開放させることができ、固定部２３内に収容されているフィラメント部（カソード）Ｆへのアクセスを可能にする。

[0070] 着脱部２４内には、電磁偏向レンズとして機能する上下一対の筒状のコイル部２６，２７が設けられると共に、コイル部２６，２７の中心を通るよう、筒状部２２の長手方向に電子通路２８が延在し、電子通路２８はコイル部２６，２７で包囲される。着脱部２４の下端にはディスク板２９が蓋をするように固定され、ディスク板２９の中心には、電子通路２８の下端側に一致させる電子導入孔２９ａが形成される。

[0071] 着脱部２４の上端は円錐台に形成され、頂部には、電子通路２８の上端側に位置して電子透過型のＸ線出射窓を形成するＸ線発生用ターゲットＴ１が装着される。Ｘ線発生用ターゲットＴ１は、着脱自在な回転式キャップ部３１内にアースさせた状態で収容される。したがって、回転式キャップ部３１の取り外しによって、消耗品であるＸ線発生用ターゲットＴ１の交換も可能になる。また、フィラメント部Ｆは、着脱自在なキャップ部３０内に収容され、キャップ部３０の取り外しによって、フィラメント部Ｆの交換も可能になる。

[0072] 固定部２３には真空ポンプ３２が固定される。真空ポンプ３２は筒状部２２内全体を高真空状態にするためのものである。すなわち、Ｘ線発生装置２１が真空ポンプ３２を装備することによって、消耗品であるフィラメント部ＦやＸ線発生用ターゲットＴ１の交換が可能になっている。

[0073] 筒状部２２の基端側には、電子銃３６との一体化が図られたモールド電源部３４が固定される。モールド電源部３４は、電気絶縁性の樹脂（例えば、

エポキシ樹脂）でモールド成形させたものであると共に、金属製のケース４０内に収容される。そして、筒状部２２の固定部２３の下端（基端）は、ケース４０の上板４０ｂに対し、シールさせた状態でネジ止め等によりしっかりと固定される。

[0074] モールド電源部３４内には、図１０に示されるように、高電圧（例えば、Ｘ線発生用ターゲットＴ１をアースさせる場合には最大－１６０ｋＶ）を発生させるようなトランスを構成させた高圧発生部３５が封入される。具体的に、モールド電源部３４は、下側に位置して直方体形状をなすブロック状の電源本体部３４ａと、電源本体部３４ａから上方に向けて固定部２３内に突出する円柱状のネック部３４ｂとからなる。高圧発生部３５は、重い部品であるから電源本体部３４ａ内に封入され、Ｘ線発生装置２１全体の重量バランスから、できるだけ下側に配置させることが好ましい。

[0075] ネック部３４ｂの先端部には、電子通路２８を挟むように、Ｘ線発生用ターゲットＴ１に対峙させるよう配置させた電子銃３６が装着される。

[0076] 図１０に示されるように、モールド電源部３４の電源本体部３４ａ内には、高圧発生部３５に電気的に接続させた電子放出制御部５１が封入され、電子放出制御部５１によって、電子の放出のタイミングや管電流などを制御している。電子放出制御部５１が、グリッド用端子３８及びフィラメント用端子５０に対し、グリッド接続配線５２及びフィラメント接続配線５３を介してそれぞれ接続され、各接続配線５２，５３は、供に高電圧に印加されるゆえにネック部３４ｂ内に封入される。

[0077] 電源本体部３４ａは、金属製のケース４０内に収容される。電源本体部３４ａとケース４０との間に、高電圧制御部４１が配置される。ケース４０には、外部電源に接続させるための電源用端子４３が固定され、高電圧制御部４１は電源用端子４３に接続されると共に、モールド電源部３４内の高圧発生部３５及び電子放出制御部５１に対してそれぞれ配線４４，４５を介して接続される。外部からの制御信号に基づき、高電圧制御部４１によって、トランスを構成する高圧発生部３５で発生させ得る電圧を、高電圧（例えば１

６０ｋＶ）から低電圧（０Ｖ）までコントロールしている。電子放出制御部５１により、電子の放出のタイミングや管電流などをコントロールする。

[0078] Ｘ線発生装置２１では、コントローラ（不図示）の制御に基づき、ケース４０内の高電圧制御部４１から、モールド電源部３４の高圧発生部３５及び電子放出制御部５１に電力及び制御信号がそれぞれ供給される。それと同時に、コイル部２６，２７にも給電される。この結果、フィラメント部Ｆから適切な加速度をもって電子線が出射され、制御させたコイル部２６，２７で電子線を適切に収束させ、Ｘ線発生用ターゲットＴ１に電子線が照射される。照射された電子線がＸ線発生用ターゲットＴ１に衝突することで、Ｘ線が外部に照射される。

[0079] ところで、Ｘ線発生装置において、高い分解能は、電子線を高い電圧（例えば、５０～１５０ｋｅＶ程度）で加速し、ターゲット上で微小な焦点へフォーカスすることで、得ることができる。電子がターゲット中でエネルギーを失う際に、Ｘ線、いわゆる制動放射Ｘ線が発生する。この際、焦点サイズは、照射される電子線のスポットサイズでほぼ決まることとなる。

[0080] Ｘ線の微細な焦点サイズを得るためには、電子線を小さなスポットに収束させれば良い。発生するＸ線の量を増やすためには、電子線の量を増やせば良い。しかしながら、空間電荷効果により、電子線のスポットサイズと電流量は相反する関係にあり、小さなスポットに大きな電流を流すことはできない。そして、小さなスポットに大きな電流を流すと発熱によりターゲットが消耗しやすくなるおそれが生じてしまう。

[0081] 本実施形態では、上述したように、Ｘ線発生用ターゲットＴ１は、ダイヤモンドからなる基板１と、穴３の底面３ａと側壁面３ｂとに密着したターゲット部１０とを備えていることから、放熱性に極めて優れており、上述した状況下においても、Ｘ線発生用ターゲットＴ１の消耗を防ぐことができる。

[0082] また、ターゲット部１０がナノサイズとされていることから、上述した高い加速電圧（例えば、５０～１５０ｋｅＶ程度）で電子を照射して、ターゲット部１０付近で電子が拡がってしまった場合でも、Ｘ線焦点径が拡がるよ

うなことはなく、分解能の劣化が抑制される。また、ターゲット部１０の深さを深くすることで、Ｘ線量を増やすことが可能となる。すなわち、ターゲット部１０のサイズで決まる分解能が得られることとなる。したがって、Ｘ線発生用ターゲットＴ１を用いたＸ線発生装置２１では、Ｘ線量を増やしつつ、ナノオーダー（数十～数百ｎｍ）での分解能を得ることができる。

[0083] このように、上述した実施形態によれば、Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体を超臨界流体に添加し、有底状の穴３が形成された基板１と超臨界流体とを接触させることで、金属を穴３に堆積させることでＸ線発生用ターゲットＴ１を製造するので、Ｘ線発生用ターゲット部を適切に形成可能となる。

[0084] 例えば、イオンビームによりＸ線発生用ターゲットを形成する手法では、基板１の穴底部にＶＯＩＤ（ボイド、空隙）が形成されることがあるのに対して、上述の実施形態によれば、超臨界流体を用いて金属を穴３に堆積することで、ＶＯＩＤ（ボイド、空隙）の形成を防止することが可能となり、イオンビームを用いる手法と比較して簡単にアスペクト比を大きくすることが可能である。つまり、ＶＯＩＤがなく、微少なピラーを有するＸ線発生用ターゲット部を製造可能となる。

[0085] 例えば、超臨界流体を用いた場合、穴３の径が２０ｎｍ程度であっても、穴３の中に超臨界流体が浸透する。例えば、穴３の径を１００ｎｍとし、深さを１０００ｎｍとすることも可能となる。この結果、イオンビームを用いて堆積する手法と比較して、穴３の径を細くでき、深さを深くすることができ、ＶＯＩＤの形成を防止でき、金属の純度を向上可能となる。第１の実施形態に係る製造方法により製造されたＸ線発生用ターゲットを用いることで、イオンビームを用いて堆積する手法と比較して、より穴３が小さくできる結果、Ｘ線発生装置により照射されるＸ線がより細くなって分解能を向上することが可能となる。また、第１の実施形態に係る製造方法により製造されたＸ線発生用ターゲットを用いることで、イオンビームを用いて堆積する手法と比較して、穴３の深さを深くでき、Ｘ線発生装置により照射されるＸ線

を増やすことが可能となる。

[0086] また、上述したように、基板１の外形は３ｍｍ程度であり、超臨界流体装置２００の反応容器２１０が小型であっても適用することが可能である。超臨界流体処理装置２００内部は非常に高圧になるため、装置の大型化は困難なのである。

[0087] また、例えば、イオンビームによりＸ線発生用ターゲットを形成する手法では、ガスとして打ち込まれた不純物が金属に混じることがあり、純度を高くできないことが想定される。これに対して、上述の実施形態によれば、イオンビームを用いていた場合には打ち込まれていた不純物が混入せず、純度を向上することが可能である。

[0088] また、上述した実施形態によれば、基板と超臨界流体とを接触させることで穴に金属を堆積させる前に、基板にライナー層４を形成する形成工程をさらに含む。この結果、基板に金属を効率良く堆積させることが可能となる。すなわち、基板として用いられるダイヤモンドの導電性は他の物質の導電性と比較して高くない。このことを踏まえ、予めライナー層４を形成しておくことで、金属を効率良く堆積可能となる。

[0089] また、上述した実施形態によれば、基板と超臨界流体とを接触させた後、金属前駆体の還元処理を行う還元工程をさらに含む。この結果、金属の堆積を促進するとともに、基板１に堆積していた金属前駆体から有機官能基を除去することで、穴３に堆積された金属の純度を向上可能となる。

[0090] また、上述した実施形態によれば、還元工程では、超臨界流体にＨ２ガスを供給しつつ加熱することで還元処理を行う。この結果、堆積工程から連続して簡単に還元工程を実行可能となる。

[0091] また、上述した実施形態によれば、基板の表面を研磨することで、基板の表面に堆積した金属を除去する研磨工程をさらに含む。超臨界流体を用いて金属を堆積する場合には、穴３だけでなく、基板１の表面１ａにも金属が堆積してしまう。このことを踏まえ、基板の表面を研磨して表面１ａから金属を除去することで、余計な層のないＸ線発生用ターゲット部を製造可能とな

る。

[0092]（その他の実施形態）

さて、これまで、第１の実施形態について説明したが、上述した実施形態以外にも、その他の実施形態にて実施されても良い。そこで、以下では、その他の実施形態について説明する。

[0093]（基板に設けられた穴の数）

例えば、第１の実施形態では、基板１が穴３を１つ有する場合を例に示したが、これに限定されるものではなく、複数の穴３を有しても良い。図１１は、基板に複数の穴が形成されるＸ線発生用ターゲットの一例を示す図である。図１１に示す例では、基板１が、穴３－１～穴３－９を有する場合を示した。言い換えると、基板１が９つの穴３を有する場合を例に示した。

[0094] このように、基板１が複数の穴３を有し、複数の穴３それぞれに金属が堆積されてＸ線発生用ターゲットとして機能することで、一枚の基板１を長く使用することが可能となる。例えば、基板１に設けられた１つのＸ線発生用ターゲットが使えなくなったとしても、別のＸ線発生用ターゲットを用いることができ、１つの基板を長く使用することが可能となる。

[0095] また、基板１が複数の穴３を有していたとしても、第１の実施形態にて説明したのと同一の製造方法を用いて、複数の穴３各々に金属を堆積することが可能であり、実施形態に係る製造方法によれば、複数のＸ線発生用ターゲットを簡単に作成することが可能である。

[0096]（金属）

また、第１の実施形態では、金属として銅が穴３に堆積される場合を例に示したが、これに限定されるものではなく、超臨界流体を用いて堆積可能な任意の金属であって良い。例えば、Ｗ（タングステン）、Ｐｔ（プラチナ）、Ａｕ（金）を用いても良く、任意の重金属を用いて良い。例えば、Ｗを用いる場合には金属前駆体はＷ（ＣＯ）６でも良い。Ｐｔを用いる場合には、金属前駆体は、Ｐｔ（ＣＯＤ）（ＣＨ３）２や、Ｐｔ（ｈｆａｃ）２を用いて良い。Ａｕを用いる場合には、金属前駆体としてＡｕ（ａｃａｃ）（ＣＨ

３）２を用いて良い。

[0097]（イオンドープ）

また、第１の実施形態では、基板１にライナー層４を形成する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、ライナー層４を形成しなくても良く、ライナー層４の代わりにイオンドープを行っても良い。

[0098]（ライナー層４）

また、例えば、第１の実施形態では、ライナー層４を有する場合を例に示したが、これに限定されるものではない。例えば、ライナー層４を形成することなく、金属を堆積しても良い。また、ライナー層４を形成する場合には、超臨界流体中にて形成しても良く、予めライナー層４を形成した基板１を超臨界流体と接触させても良い。

符号の説明

[0099] １　基板

１ａ　表面

１ｂ　裏面

１０　ターゲット部

１０　金属

１２　導電層

Ｔ１　Ｘ線発生用ターゲット

請求の範囲

[請求項1] Ｘ線発生用ターゲットの材料となる金属の金属前駆体を超臨界流体に添加する添加工程と、

有底状の穴が形成された基板と前記超臨界流体とを接触させることで、前記金属を前記穴に堆積させる堆積工程と

を含むことを特徴とするＸ線発生用ターゲットの製造方法。

[請求項2] 前記基板と前記超臨界流体とを接触させることで前記穴に前記金属を堆積させる前に、前記基板にライナー層を形成する形成工程をさらに含むことを特徴とする請求項１に記載のＸ線発生用ターゲットの製造方法。

[請求項3] 前記基板と前記超臨界流体とを接触させた後、前記金属前駆体の還元処理を行う還元工程をさらに含むことを特徴とする請求項１に記載のＸ線発生用ターゲットの製造方法。

[請求項4] 前記還元工程では、前記超臨界流体にＨ２ガスを供給しつつ加熱することで還元処理を行うことを特徴とする請求項３に記載のＸ線発生用ターゲットの製造方法。

[請求項5] 前記基板の表面を研磨することで、前記基板の表面に堆積した前記金属を除去する研磨工程をさらに含むことを特徴とする請求項１に記載のＸ線発生用ターゲットの製造方法。

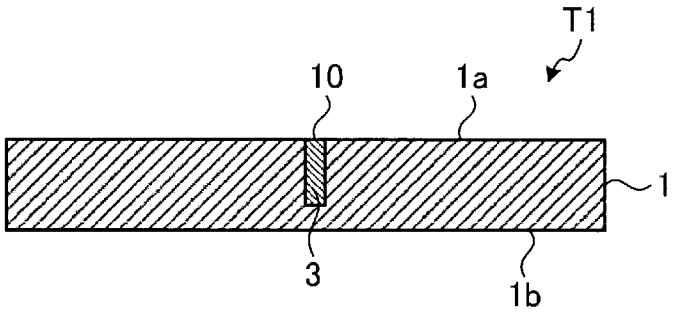
[請求項6] 前記基板に前記穴が複数形成されていることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載のＸ線発生用ターゲットの製造方法。

[請求項7] Ｘ線発生用ターゲットの材料を超臨界流体と接触させる接触工程と、

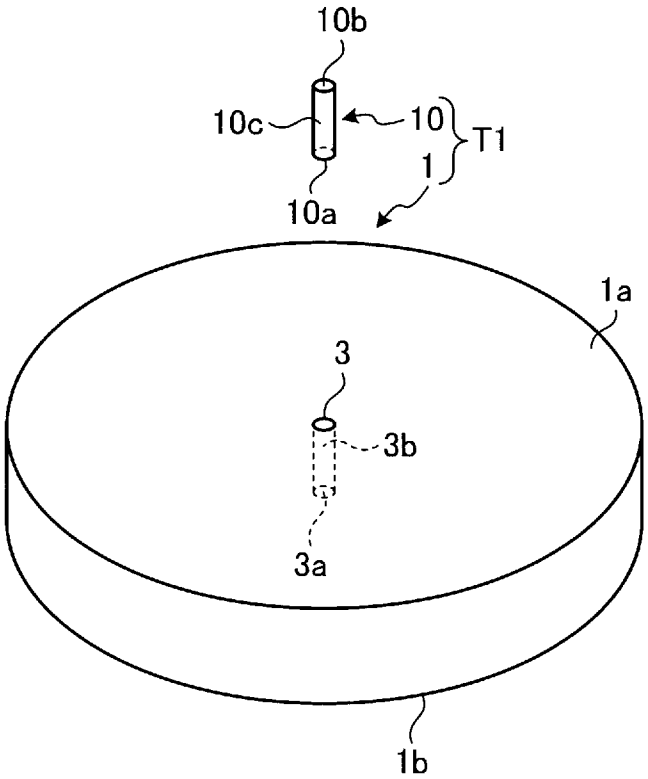
有底状の穴が形成された基板に前記超臨界流体を接触させることで、Ｘ線発生用ターゲットの材料を前記穴に堆積させる堆積工程と

を有する方法によって製造されたＸ線発生用ターゲット。

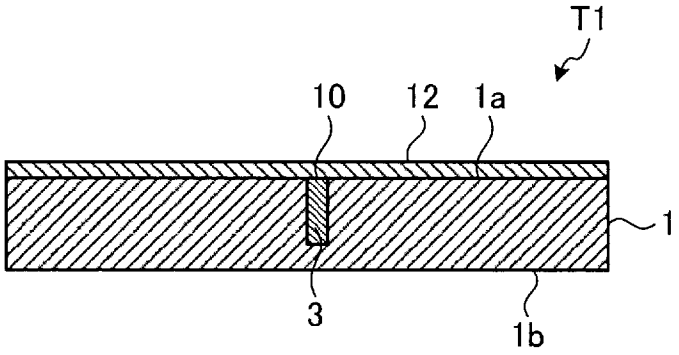
[図1]



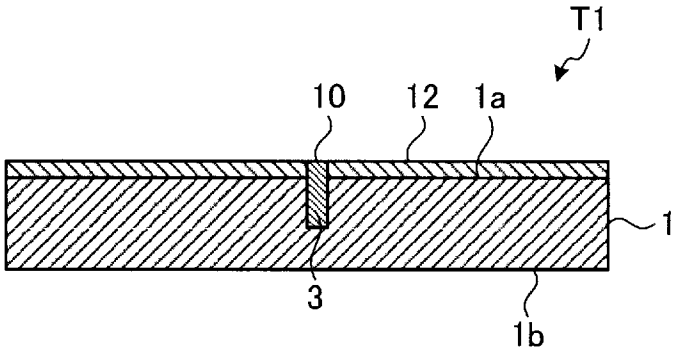
[図2]



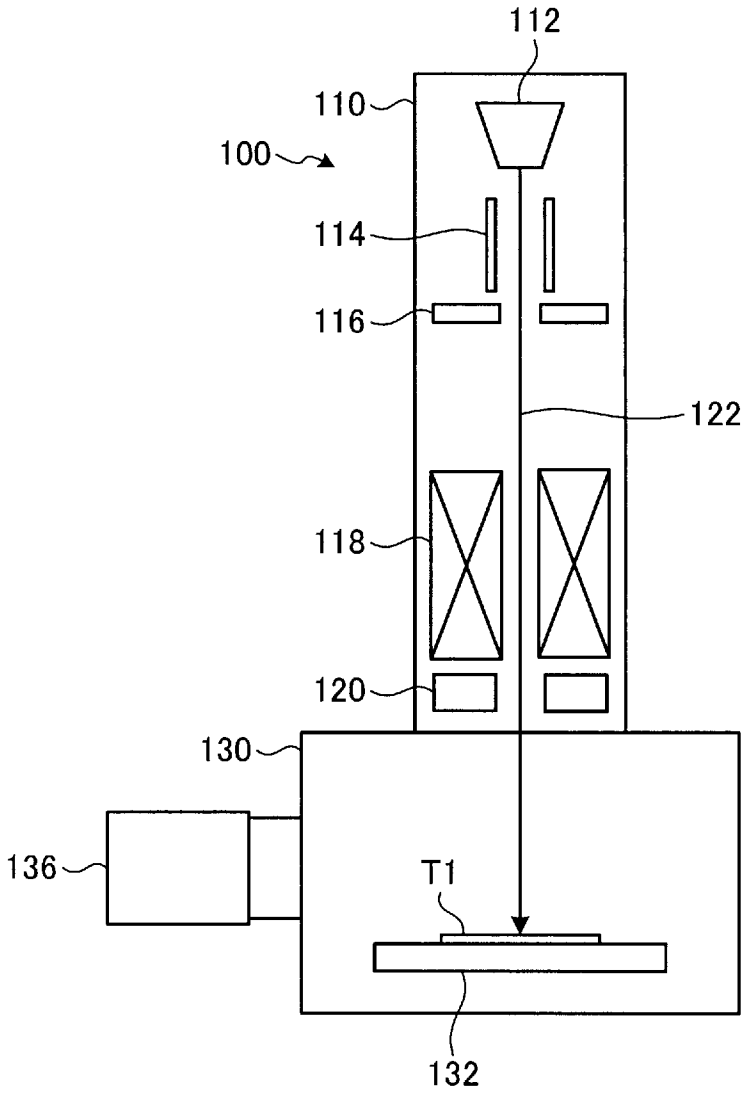
[図3]



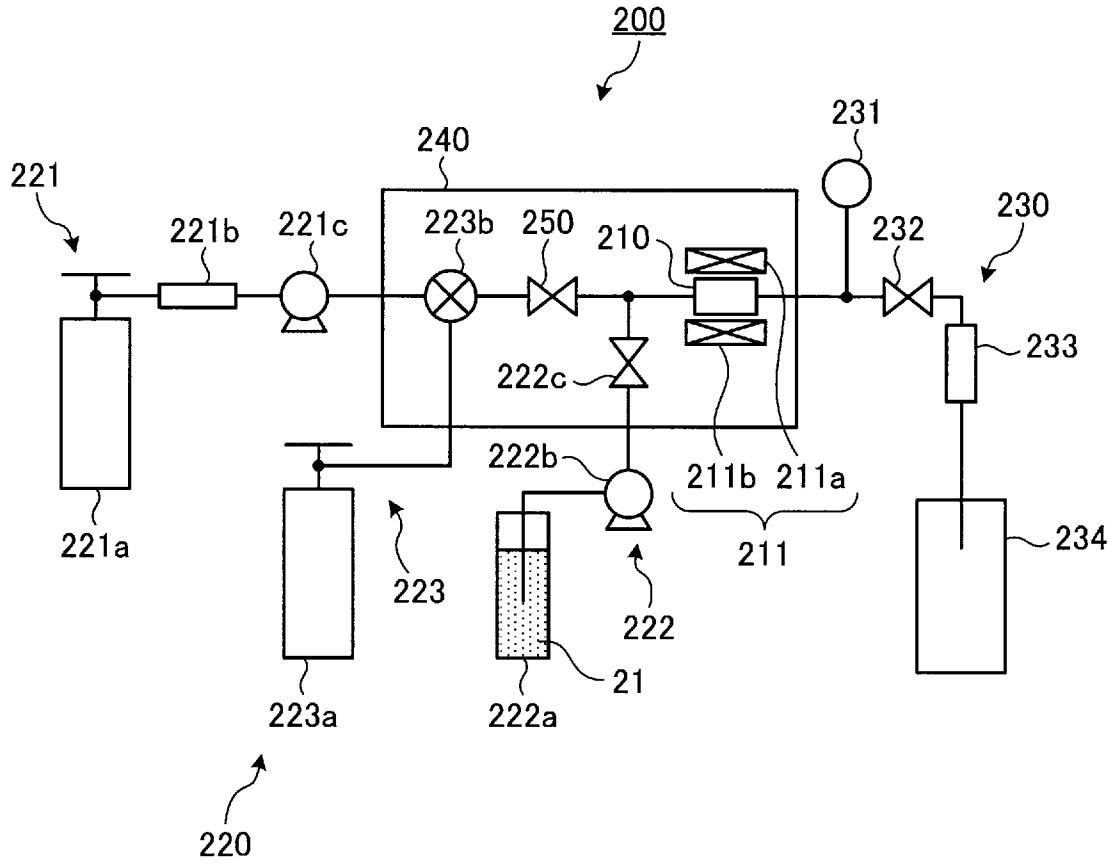
[図4]



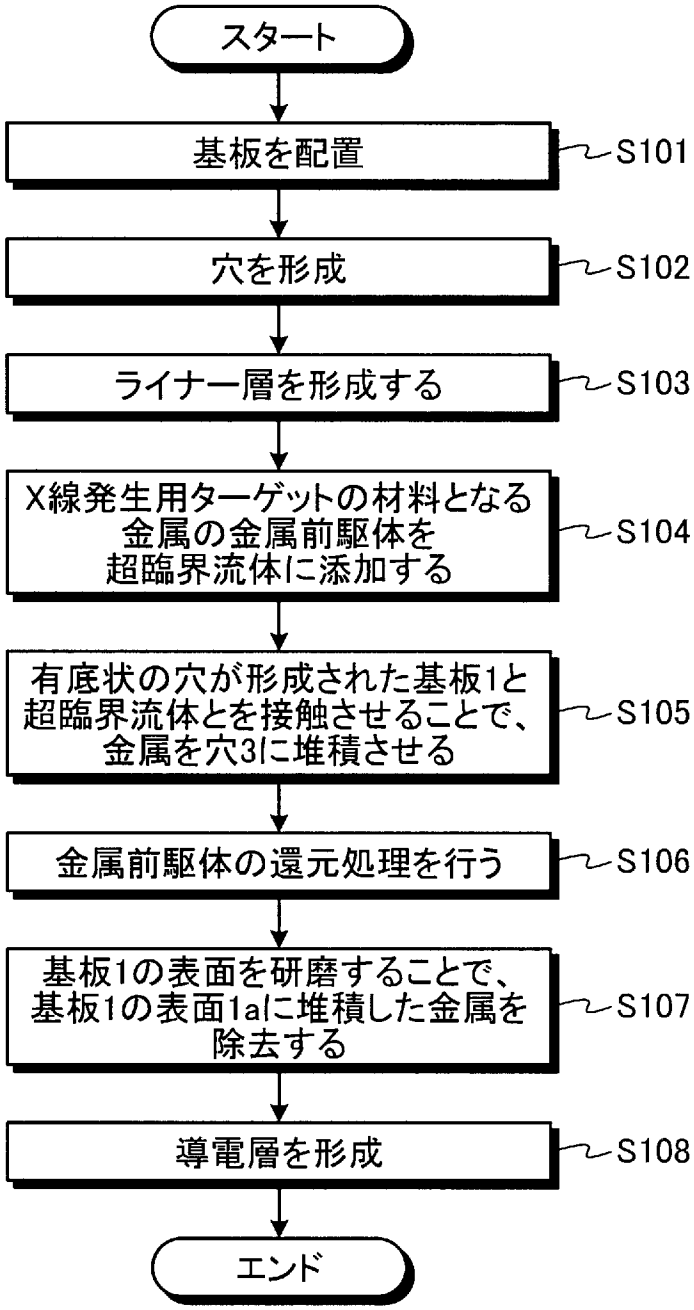
[図5]



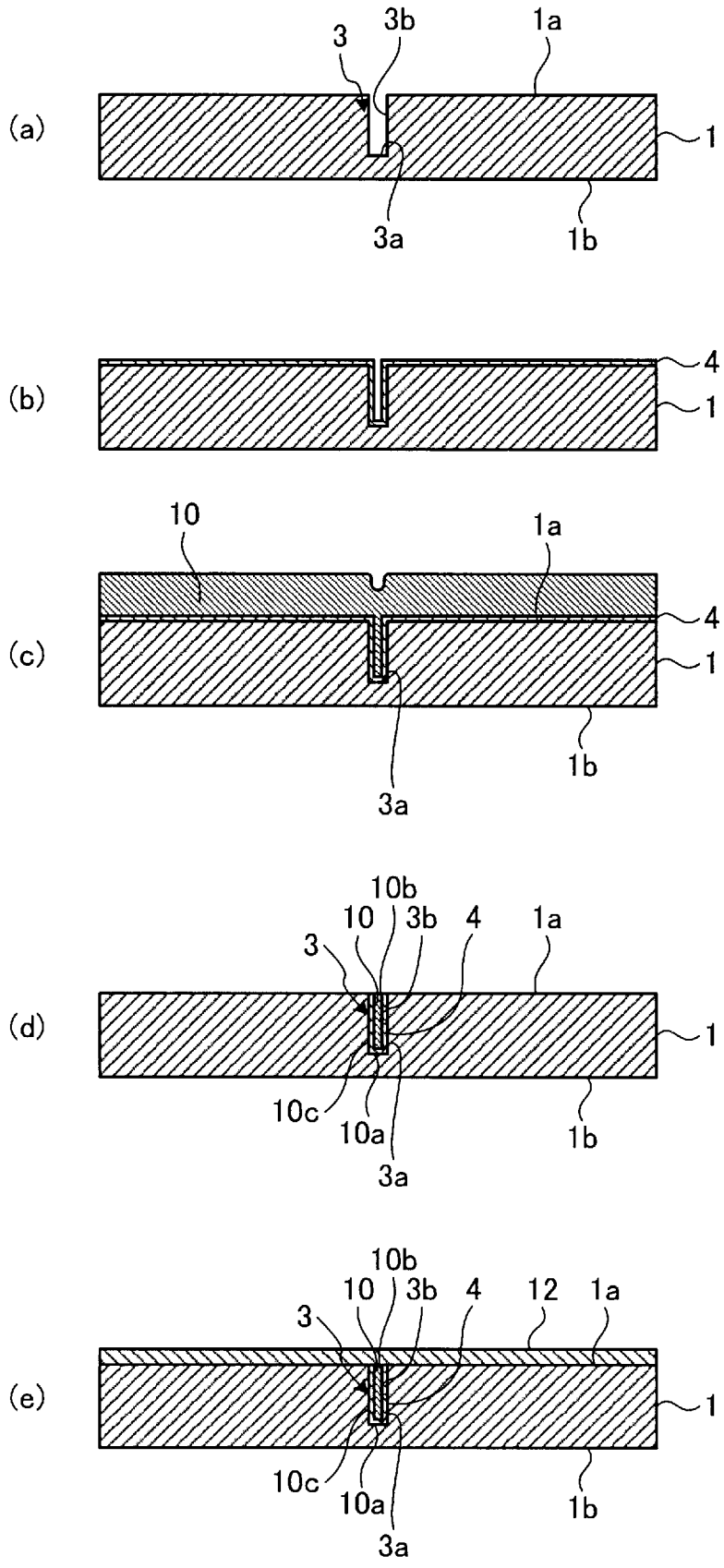
[図6]


200
231
240
221
230
221b
221c
223b
250
210
232
233
222c
222b
211b
211a
221a
234
223
211
222
21
223a
222a
220

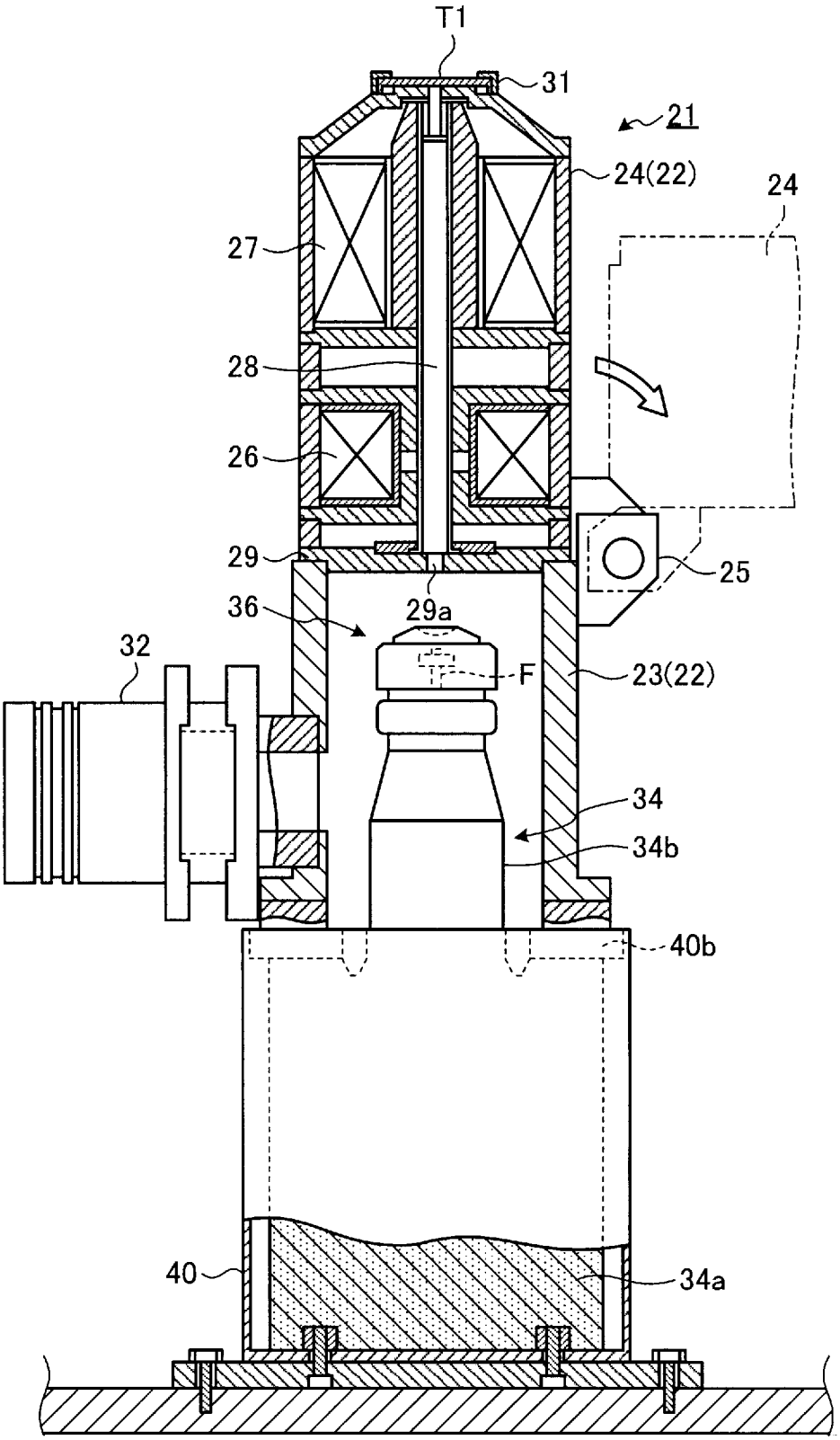
[図7]


スタート
基板を配置
S101
穴を形成
S102
ライナー層を形成する
S103
X線発生用ターゲットの材料となる
金属の金属前駆体を
超臨界流体に添加する
S104
有底状の穴が形成された基板1と
超臨界流体とを接触させることで、
金属を穴3に堆積させる
S105
金属前駆体の還元処理を行う
S106
基板1の表面を研磨することで、
基板1の表面1aに堆積した金属を
除去する
S107
導電層を形成
S108
エンド

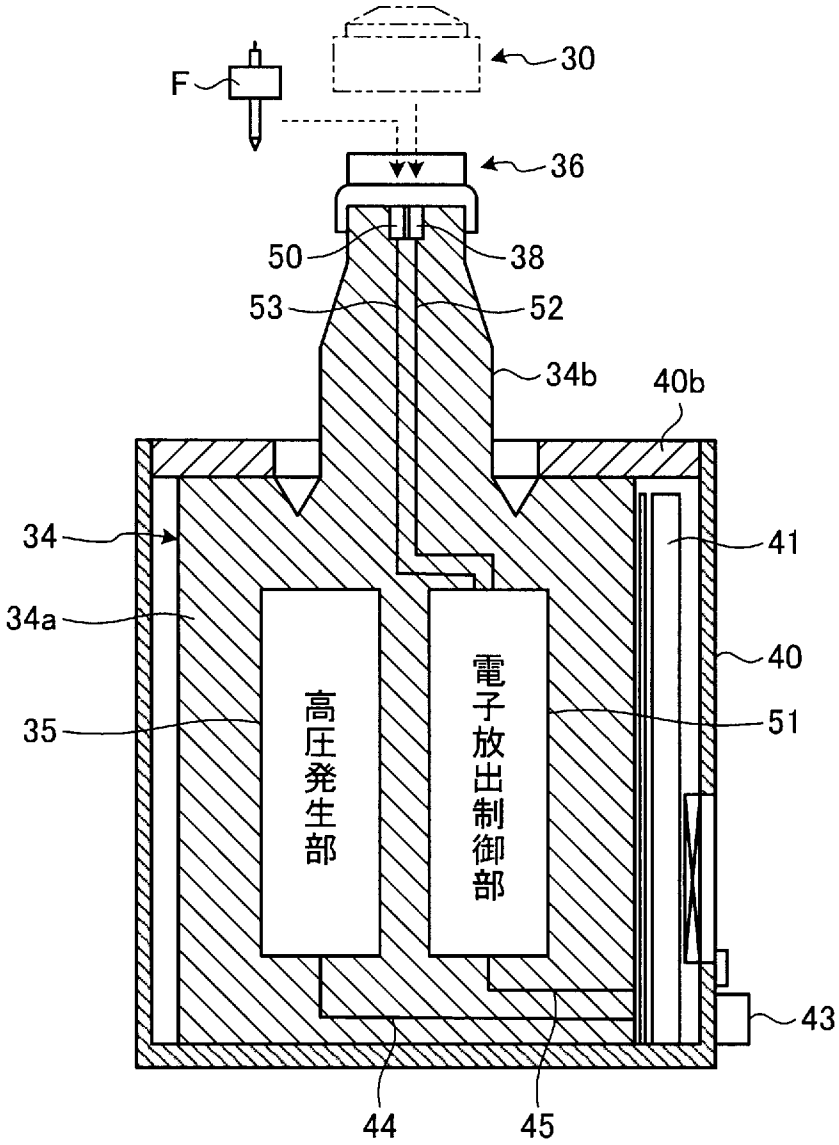
[図8]


(a)
3
3b
1a
1
3a
1b
(b)
4
1
(c)
10
1a
4
1
1b
3a
(d)
10b
10
3b
4
1a
3
1
10c
10a
1b
3a
(e)
10b
10
3b
4
12
1a
3
1
10c
10a
1b
3a

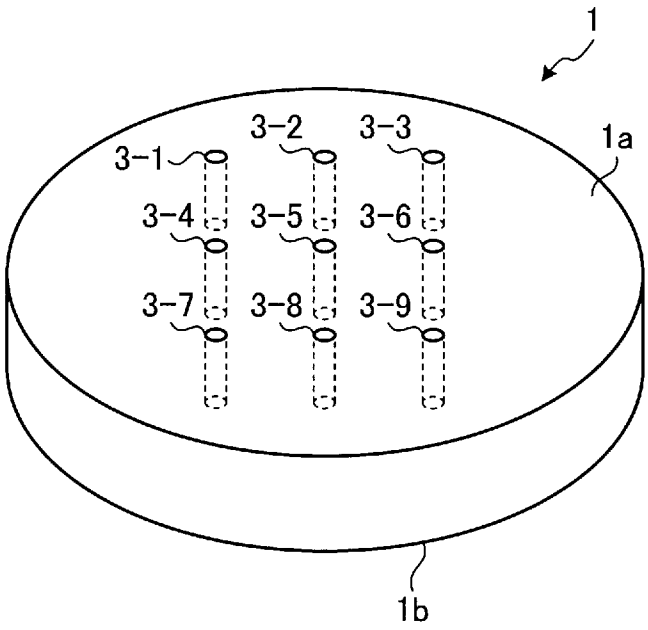
[図9]



[図10]


F
30
36
50
38
53
52
34b
40b
34
41
34a
40
35
51
高圧発生部
電子放出制御部
43
44
45

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/076043

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J9/14(2006.01)i, *H01J35/08*(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)
H01J9/14, H01J35/08

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 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
Y	JP 2011-77027 A (Tokyo Electron Ltd.), 14 April 2011 (14.04.2011), claim 1; paragraphs [0004] to [0005], [0024] to [0026]; fig. 1 & US 2011/0058655 A1 & EP 2293318 A1 & EP 2618360 A1 & CN 102013378 A & TW 201137917 A	1-7
Y	JP 2006-150350 A (Tokyo Electron Ltd.), 15 June 2006 (15.06.2006), paragraphs [0005] to [0006], [0024] to [0026], [0028], [0034], [0056]; fig. 7 & US 2006/0093746 A1 & US 2011/0203523 A1	1-7

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 December, 2013 (05.12.13)	17 December, 2013 (17.12.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/076043

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-505845 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Forderung der angewandten Forschung e.V.), 12 February 2003 (12.02.2003), paragraph [0016] & US 6850598 B1 & EP 1198820 A & WO 2001/008195 A1 & DE 19934987 A & DE 50012611 D & AT 323947 T	2 1,3-7
Y A	JP 2011-178642 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 15 September 2011 (15.09.2011), paragraph [0077]; fig. 6 (Family: none)	5 1-4,6-7
Y A	JP 2002-195961 A (Shimadzu Corp.), 10 July 2002 (10.07.2002), paragraph [0020]; fig. 4 (Family: none)	6 1-5,7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７６０４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01J9/14(2006.01)i, H01J35/08(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.　H01J9/14, H01J35/08

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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
Y	JP 2011-77027 A (東京エレクトロン株式会社) 2011.04.14, 【請求項 1】, 【0004】-【0005】, 【0024】-【0026】, 図 1 & US 2011/0058655 A1 & EP 2293318 A1 & EP 2618360 A1 & CN 102013378 A& TW 201137917 A	1-7
Y	JP 2006-150350 A (東京エレクトロン株式会社) 2006.06.15, 【0005】-【0006】, 【0024】-【0026】, 【0028】, 【0034】, 【0056】, 図 7 & US 2006/0093746 A1 & US 2011/0203523 A1	1-7

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０５．１２．２０１３	１７．１２．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｇ　５０６１
桐畑　幸▲廣▼
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2003-505845 A (フラウンホーファー－ゲゼルシャフト　ツルフェルデルング　デル　アンゲヴァンテン　フォルシュング　エーファウ)2003.02.12, 【0016】 & US 6850598 B1 & EP 1198820 A & WO 2001/008195 A1 & DE 19934987 A & DE 50012611 D & AT 323947 T	2 1，3-7
Y A	JP 2011-178642 A (日本板硝子株式会社) 2011.09.15, 【0077】，図 6 (ファミリーなし)	5 1-4，6-7
Y A	JP 2002-195961 A (株式会社島津製作所) 2002.07.10, 【0020】，図 4 (ファミリーなし)	6 1-5，7