(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
2021年9月16日(16.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/182644 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/21 (2014.01) *F28D 15/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/010248

(22) 国際出願日： 2021年3月12日(12.03.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

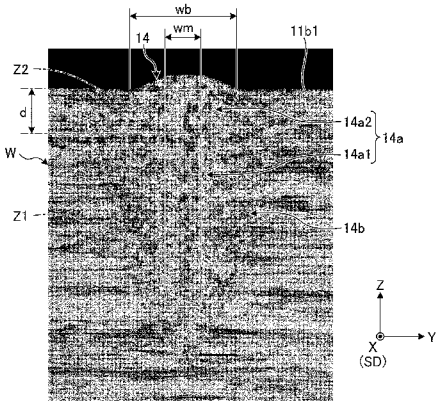
(30) 優先権データ：
特願 2020-044226 2020年3月13日(13.03.2020) JP

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社(**FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目６番４号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松本 暢康(**MATSUMOTO, Nobuyasu**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 西野 史香(**NISHINO, Fumika**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 安岡 知道(**YASUOKA, Tomomichi**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 寺田 淳(**TERADA, Jun**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 尹 大烈(**YOON, Daeyoul**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 梅野 和行(**UMENO, Kazuyuki**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 金子 昌充(**KANEKO, Masamitsu**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 菅 紗世(**SUGA, Sayo**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 稲垣 義勝(**INAGAKI, Yoshikatsu**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 青木 博史(**AOKI, Hirofumi**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** VAPOR CHAMBER AND METHOD FOR MANUFACTURING VAPOR CHAMBER

(54) 発明の名称： ベーパチャンバおよびベーパチャンバの製造方法



(57) **Abstract:** A vapor chamber equipped with, for example, a metal plate-shaped first member having a first center section and a first peripheral section at the periphery of the first center section, a metal plate-shaped second member having a second center section that forms between itself and the first center section a coolant storage part, and a second peripheral section located at the periphery of the second center section and overlapping the first peripheral section in a thickness direction, and a linear welded part that extends along a first surface of the first peripheral section on the opposite side from the second peripheral section, and that welds the first peripheral section and the second peripheral section to each other, wherein the welded part has a welded metal extending in the thickness direction from the first surface, and a heat affected zone located around the welded metal, and the welded metal has a first region, which is separated from the first surface in the thickness direction, and a second region, which is located between the first region and the first surface, and for which the average value of the cross-sectional area of crystal grains in a cross section orthogonal to the extension direction of the welded part is greater than that of the first region.

WO 2021/182644 A1

[続葉有]

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング 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.

(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))

(57) 要約: ベーパチャンバは、例えば、第一中央部と当該第一中央部の周縁の第一周縁部とを有した金属製の板状の第一部材と、第一中央部との間に冷媒の収容部を形成する第二中央部と当該第二中央部の周縁に位置し第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部とを有した金属製の板状の第二部材と、第一周縁部の第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び第一周縁部と第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、を備え、溶接部は、第一表面から厚さ方向に延びた溶接金属と、溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、を有し、前記溶接金属は、第一表面から厚さ方向に離れて位置された第一部位と、当該第一部位と第一表面との間に位置され第一部位よりも溶接部の延び方向と直交する断面における結晶粒の断面積の平均値が大きい第二部位と、を有する。

明　細　書

発明の名称 ： ベーパチャンバおよびベーパチャンバの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ベーパチャンバおよびベーパチャンバの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、重ねられた二つの板状の金属部材の間に冷媒を収容する収容室を設け、当該二つの金属部材の周縁部を溶接することにより冷媒を封止したベーパチャンバが知られている（例えば、特許文献１）。このようなベーパチャンバは、ヒートパイプとも呼ばれている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１６－３５３４８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このように周縁部が溶接されることにより冷媒が封止されたベーパチャンバでは、例えば、スパッタが少ないなど、より溶接品質の高い溶接部を備えたベーパチャンバが得られれば、有益である。

[0005] そこで、本発明の課題の一つは、例えば、より溶接品質の高い溶接部を備えたベーパチャンバおよび当該ベーパチャンバの製造方法を得ること、である。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のベーパチャンバにあっては、例えば、冷媒と、金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と

前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、を備え、前記溶接部は、前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、を有し、前記溶接金属は、前記第一表面から前記厚さ方向に離れて位置された第一部位と、当該第一部位と前記第一表面との間に位置され前記第一部位よりも前記溶接部の延び方向と直交する断面における結晶粒の断面積の平均値が大きい第二部位と、を有する。

[0007] 前記ベーパチャンバでは、前記第二部位に含まれる結晶粒の断面積の平均値は、前記第一部位に含まれる結晶粒の断面積の平均値の１．８倍以上であってもよい。

[0008] 本発明のベーパチャンバにあっては、例えば、冷媒と、金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、を備え、前記溶接部は、前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、を有し、第一粒界数比率を次の式（３－１）

$$Rb1 = N12 / N11 \quad \cdots (3-1)$$

（ここに、Ｒｂ１は、第一粒界数比率、Ｎ１１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿った所定の長さの直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ１２は、前記試験断面において、前記第一表面と直交した方向に延びた前記所定の長さの直線試験線と交差した粒界数である。）と表した場合に、前記溶接金属は、前記第一表面に対して前記厚さ方向に離れて位置された第三部位と、当該第三部位と前記第一表面との間に位置され前記第一粒界数比率が前記第三部位の前記第一粒界数比率よりも低い第四部位と、を有する。

[0009] 本発明のベーパチャンバにあっては、例えば、冷媒と、金属材料で作られ

、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、を備え、前記溶接部は、前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、を有し、第二粒界数比率を次の式（３－２）

Ｒｂ２＝ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）　・・・（３－２）

（ここに、Ｒｂ２は、第二粒界数比率、Ｎ２１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿う方向および前記第一表面と直交する方向の間の第一方向に延びた所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ２２は、前記試験断面おいて、前記第一方向と直交した第二方向に延びた前記所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）は、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）以上である場合は（Ｎ２２／Ｎ２１）とし、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）未満である場合は（Ｎ２１／Ｎ２２）とする。）と表した場合に、前記溶接金属は、前記第一表面に対して前記厚さ方向に離れて位置された第三部位と、当該第三部位と前記第一表面との間に位置され前記第二粒界数比率が前記第三部位の前記第二粒界数比率よりも高い第四部位と、を有する。

[0010] 本発明のベーパチャンバにあっては、例えば、冷媒と、金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と

前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、を備え、前記溶接部は、前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、を有し、第一粒界数比率を次の式（３－１）

$$Rb1 = N12 / N11 \quad \cdots (3-1)$$

（ここに、Ｒｂ１は、第一粒界数比率、Ｎ１１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿った所定の長さの直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ１２は、前記試験断面において、前記第一表面と直交した方向に延びた前記所定の長さの直線試験線と交差した粒界数である。）と表し、かつ、第二粒界数比率Ｒｂ２を次の式（３－２）

$$Rb2 = max(N22/N21, N21/N22) \quad \cdots (3-2)$$

（ここに、Ｒｂ２は、第二粒界数比率、Ｎ２１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿う方向および前記第一表面と直交する方向の間の第一方向に延びた所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ２２は、前記試験断面おいて、前記第一方向と直交した第二方向に延びた前記所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）は、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）以上である場合は（Ｎ２２／Ｎ２１）とし、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）未満である場合は（Ｎ２１／Ｎ２２）とする。）と表した場合に、前記溶接金属は、前記第一表面に対して前記厚さ方向に離れて位置された第三部位と、当該第三部位と前記第一表面との間に位置され前記第一粒界数比率が前記第三部位の前記第一粒界数比率よりも低くかつ前記第二粒界数比率が前記第三部位の前記第二粒界数比率よりも高い第四部位と、を有する。

[0011] 前記ベーパチャンバでは、前記第一部材および前記第二部材は、それぞれ、銅系金属材料、アルミニウム系金属材料、ニッケル系金属材料、鉄系金属材料、およびチタン系金属材料のうちのいずれかで作られてもよい。

[0012] 前記ベーパチャンバでは、例えば、前記第一周縁部の厚さと前記第二周縁部の厚さとの合計が、０．０５［ｍｍ］以上２．０［ｍｍ］以下であってもよい。

[0013] また、本発明のベーパチャンバの製造方法は、例えば、冷媒と、金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、を備えたベーパチャンバの製造方法であって、前記第一周縁部と前記第二周縁部とが重ねられた状態で、前記第一表面に、前記第一周縁部に沿って相対的に照射点が移動するようレーザ光を照射することにより、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接し、前記レーザ光は、８００［ｎｍ］以上かつ１２００［ｎｍ］以下の波長の第一レーザ光と、５５０［ｎｍ］以下の波長の第二レーザ光と、を含む。

[0014] 前記ベーパチャンバの製造方法では、前記第一表面において、前記第二レーザ光の第二照射領域は、前記第一レーザ光の第一照射領域よりも広く、かつ前記第二照射領域の第二外縁は、前記第一照射領域の第一外縁を取り囲んでもよい。

[0015] 前記ベーパチャンバの製造方法では、前記第二レーザ光を照射せずに前記第一レーザ光のみを照射した場合に前記第一表面に形成される溶接部の幅をｗｂ、前記第一レーザ光および前記第二レーザ光を照射する場合における当該第二レーザ光の前記第一表面における第二スポットの外径をＤ２としたとき、次の式（１）

ｗｂ－４００＜Ｄ２＜ｗｂ＋４００ ・・・（１）

を満たすよう、前記第二スポットの外径を設定してもよい。

[0016] 前記ベーパチャンバの製造方法では、前記第一表面上において、前記第二

レーザ光のパワーの前記第一レーザ光のパワーに対する出力比が、０．１以上２以下であってもよい。

[0017] 前記ベーパチャンバの製造方法では、前記レーザ光の前記第一表面上における掃引速度は、５０［ｍｍ／ｓ］以上であってもよい。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、例えば、より溶接品質の高い溶接部を備えたベーパチャンバおよび当該ベーパチャンバの製造方法を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図１は、実施形態のベーパチャンバの例示的かつ模式的な断面図である。

[図2]図２は、実施形態のレーザ溶接装置の例示的な概略構成図である。

[図3]図３は、実施形態のベーパチャンバの被溶接部位の表面上におけるレーザ光のビーム（スポット）を示す例示的な模式図である。

[図4]図４は、照射するレーザ光の波長に対する各金属材料の光の吸収率を示すグラフである。

[図5]図５は、実施形態の溶接部の例示的な断面図である。

[図6]図６は、実施形態の溶接部の一部を示す例示的な断面図である。

[図7]図７は、実施形態のレーザ溶接装置による第一レーザ光を単体で照射した場合の溶接部の幅と第二スポット径との組み合わせにおける溶接の実験結果を示すグラフである。

[図8]図８は、実施形態のレーザ溶接装置による第二レーザ光のパワーに対する第一レーザ光のパワーの比である出力比と、スパッタ抑制率との相関関係を示すグラフである。

[図9]図９は、実施形態の溶接部の例示的かつ模式的な断面図であって、掃引方向に沿うとともに表面と直交した断面における断面図である。

[図10]図１０は、参考例として図９の場合と同じパワーでの第一レーザ光の単独の照射により形成された溶接部の例示的かつ模式的な断面図であって、掃引方向に沿うとともに表面と直交した断面における断面図である。

[図11]図１１は、図９の一部の拡大図である。

[図12]図１２は、実施形態の溶接部の断面中の一つの位置について、第一基準線を適用した場合を示す説明図である。

[図13]図１３は、実施形態の溶接部の断面中の一つの位置について、第二基準線を適用した場合を示す説明図である。

[図14]図１４は、実施形態の溶接部の掃引方向に沿うとともに表面と直交した断面における例示的かつ模式的な断面図であって、溶接部の掃引方向の前端部の断面図である。

[図15]図１５は、参考例として図１４の場合と同じパワーでの第一レーザ光の単独の照射により形成された溶接部の掃引方向に沿うとともに表面と直交した断面における例示的かつ模式的な断面図であって、溶接部の掃引方向の前端部の断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の例示的な実施形態が開示される。以下に示される実施形態の構成、ならびに当該構成によってもたらされる作用および結果（効果）は、一例である。本発明は、以下の実施形態に開示される構成以外によっても実現可能である。また、本発明によれば、構成によって得られる種々の効果（派生的な効果も含む）のうち少なくとも一つを得ることが可能である。

[0021] また、各図において、方向Ｘを矢印Ｘで表し、方向Ｙを矢印Ｙで表し、方向Ｚを矢印Ｚで表している。方向Ｘ、方向Ｙ、および方向Ｚは、互いに交差するとともに直交している。

[0022] ［実施形態］

［ベーパチャンバの構成］

図１は、実施形態のベーパチャンバ１０の断面図である。ベーパチャンバ１０は、Ｚ方向に薄く、Ｘ方向およびＹ方向に広がった扁平な形状を有している。また、ベーパチャンバ１０は、Ｚ方向に見た場合に、例えば、長方形状のような四角形状の形状を有している。

[0023] 図１に示されるように、ベーパチャンバ１０は、第一部材１１と、第二部

材１２と、を備えている。

[0024] 第一部材１１および第二部材１２は、いずれも、金属材料で作られた板状の部材である。第一部材１１および第二部材１２は、それぞれ、熱伝導率の比較的高い金属材料で作られ得る。金属材料は、例えば、銅系金属材料や、アルミニウム系金属材料、ニッケル系金属材料、鉄系金属材料、チタン系金属材料などであり、具体的には、銅や、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、錫、ニッケル、ニッケル合金、鉄、ステンレス、チタン、チタン合金等である。第一部材１１および第二部材１２は、同じ材料で作られてもよいし、異なる材料で作られてもよい。

[0025] 第一部材１１は、中央部１１ａと、周縁部１１ｂと、を有している。中央部１１ａは、底壁１１ａ１と、側壁１１ａ２とを有している。底壁１１ａ１は、Ｚ方向に見た場合に、四角形状の形状を有している。側壁１１ａ２は、底壁１１ａ１の四つの側縁のそれぞれから、Ｚ方向の反対方向に延びている。側壁１１ａ２のＺ方向の高さは略一定である。底壁１１ａ１と四つの側壁１１ａ２とによって、Ｚ方向に凹んだキャビティが形成されている。中央部１１ａは、第一中央部の一例である。

[0026] 周縁部１１ｂは、中央部１１ａの周縁に、当該中央部１１ａを取り囲むように配置されている。周縁部１１ｂは、本実施形態では、一例として、四角形の枠状の形状を有している。周縁部１１ｂは、側壁１１ａ２の底壁１１ａ１とは反対側の端部から、当該側壁１１ａ２と交差しかつ底壁１１ａ１から離れる方向に張り出している。周縁部１１ｂは、Ｘ方向およびＹ方向に沿った平板状の形状を有している。周縁部１１ｂは、フランジとも称されうる。周縁部１１ｂは、第一周縁部の一例である。

[0027] 第一部材１１は、図１に示されているＸ方向に延びた二つの周縁部１１ｂと、図１に示されていないＹ方向に延びた二つの周縁部１１ｂと、を有している。図１に示されている二つの周縁部１１ｂについては、延び方向は、Ｘ方向であり、図１に示されていない二つの周縁部１１ｂについては、延び方向は、Ｙ方向である。

[0028] 第二部材１２は、中央部１２ａと、周縁部１２ｂと、を有している。第二部材１２は、全体として四角形状かつ板状の形状、すなわち平板状の形状を有している。第二部材１２は、Ｚ方向に第一部材１１と重なっている。第二部材１２のうち、第一部材１１の中央部１１ａとＺ方向に重なる部位が、中央部１２ａであり、第一部材１１の周縁部１１ｂとＺ方向に重なる部位が、周縁部１２ｂである。すなわち、周縁部１２ｂは、中央部１２ａの周縁に、当該中央部１２ａを取り囲むように配置されている。なお、第二部材１２も、第一部材１１のように、底壁と側壁とを有して第一部材１１の底壁１１ａ１から離れる方向に凹むキャビティを形成する形状を有してもよい。中央部１２ａは、第二中央部の一例であり、周縁部１２ｂは、第二周縁部の一例である。

[0029] 第二部材１２は、図１に示されているＸ方向に延びた二つの周縁部１２ｂと、図１に示されていないＹ方向に延びた二つの周縁部１２ｂと、を有している。図１に示されている二つの周縁部１２ｂについては、延び方向は、Ｘ方向であり、図１に示されていない二つの周縁部１２ｂについては、延び方向は、Ｙ方向である。

[0030] 中央部１１ａと中央部１２ａとの間には、収容室Ｒが設けられている。収容室Ｒ内には、冷媒１３が収容されている。ベーパチャンバ１０は、高温部と低温部とに渡って設けられる。高温部は、例えば、ＣＰＵ（central processing unit）のような発熱体であり、低温部は、例えば、ヒートシンクのような放熱体である。冷媒１３は、高温部から受熱することにより液相から気相に変化するとともに、低温部へ放熱することにより気相から液相に変化する。収容室Ｒ内の高温部と隣接する領域で気体となった冷媒１３は、当該気体の状態で、収容室Ｒ内を、当該収容室Ｒ内の低温部と隣接した領域へ移動する。また、収容室Ｒ内の低温部と隣接した領域で液体となった冷媒１３は、収容室Ｒ内を、毛細管現象により、収容室Ｒ内の高温部と隣接した領域へ移動する。このような、冷媒１３による熱の輸送により、ベーパチャンバ１０は、高温部の冷却機構として機能することができる。

[0031] 周縁部１１ｂと周縁部１２ｂとは、レーザ溶接によって形成される溶接部１４を介して接合されている。レーザ光Ｌは、本実施形態では、周縁部１１ｂの表面１１ｂ１に向けて、Ｚ方向の反対方向へ照射される。表面１１ｂ１は、周縁部１１ｂのＺ方向の端面である。溶接部１４は、表面１１ｂ１から周縁部１２ｂの表面１２ｂ１に向けて延びる。表面１２ｂ１は、周縁部１２ｂのＺ方向の反対方向の端面であり、裏面とも称されうる。なお、図１の例では、溶接部１４は、表面１１ｂ１から周縁部１２ｂのＺ方向の中間部分に渡って延びているが、周縁部１１ｂと周縁部１２ｂとを貫通してもよい。表面１１ｂ１は、第一表面の一例である。

[0032] 溶接部１４は、各周縁部１１ｂ（１２ｂ）に設けられている。レーザ光Ｌは、周縁部１１ｂの延び方向に沿って掃引される。よって、溶接部１４は、表面１１ｂ１に沿って線状に延びている。また、溶接部１４は、図１に示されているＸ方向に延びた二つの溶接部１４と、図１に示されていないＹ方向に延びた二つの溶接部１４と、を有している。図１に示されている二つの溶接部１４については、延び方向は、Ｘ方向であり、図１に示されていない二つの溶接部１４については、延び方向は、Ｙ方向である。

[0033] 図２は、周縁部１１ｂ，１２ｂの溶接を行うレーザ溶接装置１００の概略構成図である。図２に示されるように、レーザ溶接装置１００は、レーザ装置１１１と、レーザ装置１１２と、光学ヘッド１２０と、光ファイバ１３０と、を備えている。

[0034] レーザ装置１１１，１１２は、それぞれ、レーザ発振器を備えており、一例としては、数ｋＷのパワーのレーザ光を出力できるよう構成されている。また、レーザ装置１１１，１１２は、例えば、内部に複数の半導体レーザ素子を備え、当該複数の半導体レーザ素子の合計の出力として数ｋＷのパワーのマルチモードのレーザ光を出力できるよう構成されてもよい。また、レーザ装置１１１，１１２は、ファイバレーザ、ＹＡＧレーザ、ディスクレーザ等様々なレーザ光源を備えてもよい。

[0035] レーザ装置１１１は、８００［ｎｍ］以上かつ１２００［ｎｍ］以下の波

長の第一レーザ光を出力する。レーザ装置１１１は、第一レーザ装置の一例である。

[0036] 他方、レーザ装置１１２は、５００［ｎｍ］以下の波長の第二レーザ光を出力する。レーザ装置１１２は、第二レーザ装置の一例である。

[0037] 光ファイバ１３０は、それぞれ、レーザ装置１１１，１１２から出力されたレーザ光を光学ヘッド１２０に導く。

[0038] 光学ヘッド１２０は、レーザ装置１１１，１１２から入力されたレーザ光を、加工対象に向かって照射するための光学装置である。光学ヘッド１２０は、コリメートレンズ１２１と、集光レンズ１２２と、ミラー１２３と、フィルタ１２４と、を備えている。コリメートレンズ１２１、集光レンズ１２２、ミラー１２３、およびフィルタ１２４は、光学部品とも称されうる。

[0039] 光学ヘッド１２０は、加工対象としての周縁部１１ｂ，１２ｂ上でレーザ光Ｌの照射を行いながらレーザ光Ｌを掃引するために、周縁部１１ｂ，１２ｂとの相対位置を変更可能に構成されている。光学ヘッド１２０と周縁部１１ｂ，１２ｂとの相対移動は、光学ヘッド１２０の移動、加工対象の移動、または光学ヘッド１２０および加工対象の双方の移動により、実現されうる。

[0040] なお、光学ヘッド１２０は、図示しないガルバノミラー等を有することにより、周縁部１１ｂ，１２ｂにおいてレーザ光Ｌを掃引可能に構成されてもよい。

[0041] コリメートレンズ１２１（１２１－１，１２１－２）は、それぞれ、光ファイバ１３０を介して入力されたレーザ光をコリメートする。コリメートされたレーザ光は、平行光になる。

[0042] ミラー１２３は、コリメートレンズ１２１－１で平行光となった第一レーザ光を反射する。ミラー１２３で反射した第一レーザ光は、Ｚ方向の反対方向に進み、フィルタ１２４へ向かう。なお、第一レーザ光が光学ヘッド１２０においてＺ方向の反対方向へ進むように入力される構成にあっては、ミラー１２３は不要である。

[0043] フィルタ１２４は、第一レーザ光を透過し、かつ第二レーザ光を透過せずに反射するハイパスフィルタである。第一レーザ光は、フィルタ１２４を透過してＺ方向の反対方向へ進み、集光レンズ１２２へ向かう。他方、フィルタ１２４は、コリメートレンズ１２１－２で平行光となった第二レーザ光を反射する。フィルタ１２４で反射した第二レーザ光は、Ｚ方向の反対方向に進み、集光レンズ１２２へ向かう。

[0044] 集光レンズ１２２は、平行光としての第一レーザ光および第二レーザ光を集光し、レーザ光Ｌ（出力光）として、加工対象としての周縁部１１ｂ，１２ｂへ照射する。

[0045] なお、光学ヘッド１２０は、例えば、ＤＯＥ（diffractive optical element、回折光学素子）のような、ビームシェイパ（不図示）を有してもよい。例えば、光学ヘッド１２０は、コリメートレンズ１２１－１の後段に設けられ第一レーザ光のビーム形状を調整するビームシェイパや、コリメートレンズ１２１－２の後段に設けられ第二レーザ光のビーム形状を調整するビームシェイパ、フィルタ１２４の後段に設けられ第一レーザ光および第二レーザ光のビーム形状を調整するビームシェイパ等を有することができる。

[0046] 図３は、表面１１ｂ１上に照射されたレーザ光Ｌのビーム（スポット）を示す模式図である。図３に示されるように、表面１１ｂ１上において、レーザ光Ｌのビームは、第一レーザ光のビームＢ１と第二レーザ光のビームＢ２とを含んでいる。本実施形態では、レーザ光Ｌのビームは、ビームＢ１とビームＢ２とが重なり、ビームＢ２がビームＢ１よりも大きく（広く）、かつ、ビームＢ２の外縁Ｂ２ａがビームＢ１の外縁Ｂ１ａを取り囲むように、形成されている。表面１１ｂ１上において、ビームＢ１は、第一照射領域の一例であり、ビームＢ２は、第二照射領域の一例である。

[0047] 図３に示される矢印ＳＤは、掃引方向を示す。図３に示されるように、レーザ光Ｌのビームは、中心点Ｃに対する点対称形状を有しているため、任意の掃引方向ＳＤについて、レーザ光Ｌのビーム（スポット）の形状は同じになる。よって、レーザ光Ｌの表面１１ｂ１上での掃引のために光学ヘッド１

２０とベーパチャンバ１０とを相対的に動かす移動機構を備える場合、当該移動機構は、少なくとも相対的に並進可能な機構を有すればよく、相対的に回転可能な機構は省略できる場合がある。

[0048] ［波長と光の吸収率、溶融状態］

ここで、金属材料の光の吸収率について説明する。図４は、照射するレーザ光Ｌの波長に対する各金属材料の光の吸収率を示すグラフである。図４のグラフの横軸は波長であり、縦軸は吸収率である。図３には、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、金（Ａｕ）、ニッケル（Ｎｉ）、銀（Ａｇ）、タンタル（Ｔａ）、およびチタン（Ｔｉ）について、波長と吸収率との関係が示されている。

[0049] 材料によって特性が異なるものの、図４に示されている各金属に関しては、一般的な赤外線（ＩＲ）のレーザ光（第一レーザ光）を用いるよりも、青や緑のレーザ光（第二レーザ光）を用いた方が、エネルギの吸収率がより高いことが理解できよう。この特徴は、銅（Ｃｕ）や、金（Ａｕ）等においては顕著となる。

[0050] 使用波長に対して吸収率が比較的低い加工対象にレーザ光が照射された場合、大部分の光エネルギは反射され、加工対象に熱としての影響を及ぼさない。そのため、十分な深さの溶融領域を得るには比較的高いパワーを与える必要がある。その場合、ビーム中心部は急激にエネルギが投入されることで、昇華が生じ、キーホールが形成される。

[0051] 他方、使用波長に対して吸収率が比較的高い加工対象にレーザ光が照射された場合、投入されるエネルギの多くが加工対象に吸収され、熱エネルギへと変換される。すなわち、過度なパワーを与える必要はないため、キーホールの形成を伴わず、熱伝導型の溶融となる。

[0052] 本実施形態では、周縁部１１ｂ，１２ｂの第二レーザ光に対する吸収率が、第一レーザ光に対する吸収率よりも高くなるよう、第一レーザ光の波長、第二レーザ光の波長、および周縁部１１ｂ，１２ｂの材質、すなわち第一部材１１および第二部材１２の材質が、選択される。この場合、掃引方向が図

３中の太い実線で示される掃引方向ＳＤ１である場合、レーザ光Ｌのスポットの掃引により、周縁部１１ｂ，１２ｂの溶接される部位（以下、被溶接部位と称する）には、まずは、第二レーザ光のビームＢ２の、図３におけるＳＤの前方に位置する領域Ｂ２ｆによって、第二レーザ光が照射される。その後、被溶接部位には、第一レーザ光のビームＢ１が照射され、その後、第二レーザ光のビームＢ２の、掃引方向ＳＤ１の後方に位置する領域Ｂ２ｂによって、再度第二レーザ光が照射される。

[0053] したがって、被溶接部位には、まずは、領域Ｂ２ｆにおける吸収率が高い第二レーザ光の照射により、熱伝導型の溶融領域が生じる。その後、被溶接部位には、第一レーザ光の照射によって、より深いキーホール型の溶融領域が生じる。この場合、被溶接部位には、予め熱伝導型の溶融領域が形成されているため、当該熱伝導型の溶融領域が形成されない場合に比べて、より低いパワーの第一レーザ光によって所要の深さの溶融領域を形成することができる。さらにその後、被溶接部位には、領域Ｂ２ｂにおける吸収率が高い第二レーザ光の照射により、溶融状態が変化する。このような観点から、第二レーザ光の波長は５５０ｎｍ以下とするのが好ましく、５００ｎｍ以下とするのがより好ましい。

[0054] また、発明者らの実験的な研究により、図３のようなビームのレーザ光Ｌの照射による溶接にあっては、スパッタを低減できることが確認されている。これは、ビームＢ１が到来する前にビームＢ２の領域Ｂ２ｆによって周縁部１１ｂ，１２ｂを予め加熱しておくことにより、ビームＢ２およびビームＢ１によって形成される周縁部１１ｂ，１２ｂの溶融池がより安定化するためであると推定できる。

[0055] ［溶接方法］

レーザ溶接装置１００を用いた溶接にあっては、まず、加工対象としてのベーパチャンバ１０が、レーザ光Ｌが略密着状態に重ねられた周縁部１１ｂ，１２ｂに照射されるよう、セットされる。そして、ビームＢ１およびビームＢ２を含むレーザ光Ｌが重ねられた周縁部１１ｂ，１２ｂに照射されてい

る状態で、レーザ光Ｌと周縁部１１ｂ，１２ｂとが相対的に動かされる。これにより、レーザ光Ｌが表面１１ｂ１上に照射されながら当該表面１１ｂ１上を掃引方向ＳＤに移動する（掃引する）。レーザ光Ｌが照射された部分は、溶融し、その後、温度の低下に伴って凝固することにより、周縁部１１ｂ，１２ｂが溶接され、これにより、収容室Ｒ内に冷媒１３が封止される。

[0056] ［溶接部の断面］

図５は、ベーパチャンバ１０の周縁部１１ｂ，１２ｂと同等の加工対象Ｗに形成された溶接部１４の断面図である。図５は、図１と同等位置での断面図であって、掃引方向ＳＤ（Ｘ方向）と垂直であるとともに厚さ方向（Ｚ方向）に沿う断面図である。溶接部１４は、掃引方向ＳＤ、すなわち図５の紙面と垂直な方向に、延びている。なお、図５は、厚さ２［ｍｍ］の１枚の銅板である加工対象Ｗに形成された溶接部１４の断面を示している。厚さ方向（Ｚ方向）に重ねられた複数枚の板状の金属材料に形成される溶接部１４の形態は、同じ厚さの１枚の金属材料に形成される溶接部の形態と略同等であると推定できる。

[0057] 図５に示されるように、溶接部１４は、表面１１ｂ１からＺ方向の反対方向に延びた溶接金属１４ａと、当該溶接金属１４ａの周囲に位置される熱影響部１４ｂと、を有している。溶接金属１４ａは、レーザ光Ｌの照射によって溶融し、その後凝固した部位である。溶接金属１４ａは、溶融凝固部とも称されうる。また、熱影響部１４ｂは、加工対象Ｗの母材が熱影響を受けた部位であって、溶融はしていない部位である。

[0058] 溶接金属１４ａのＹ方向に沿う幅は、表面１１ｂ１から離れるほど狭くなっている。すなわち、溶接金属１４ａの断面は、Ｚ方向の反対方向に向けて細くなるテーパ形状を有している。

[0059] また、発明者らによる当該断面の詳細な分析により、溶接金属１４ａは、表面１１ｂ１から離れた第一部位１４ａ１と、第一部位１４ａ１と表面１１ｂ１との間の第二部位１４ａ２と、を含むことが判明した。

[0060] 第一部位１４ａ１は、第一レーザ光の照射によるキーホール型の溶融によ

って得られた部位であり、第二部位１４ａ２は、第二レーザ光のビームＢ２中の掃引方向ＳＤ１の後方に位置する領域Ｂ２ｂの照射による溶融によって得られた部位である。ＥＢＳＤ法（electron back scattered diffraction pattern、電子線後方散乱回折）による解析により、第一部位１４ａ１と第二部位１４ａ２とでは、結晶粒のサイズが異なっており、具体的には、Ｘ方向（掃引方向ＳＤ）と直交する断面において、第二部位１４ａ２の結晶粒の断面積の平均値は、第一部位１４ａ１の結晶粒の断面積の平均値よりも大きいことが判明した。

[0061] 発明者らは、被溶接部位に、第一レーザ光のビームＢ１のみが照射された場合、すなわちビームＢ２中の掃引方向ＳＤ１の後方に位置する領域Ｂ２ｂの照射が無かった場合には、第二部位１４ａ２が形成されず、第一部位１４ａ１が表面１１ｂ１からＺ方向の反対方向に深く延びていることを確認した。すなわち、本実施形態にあっては、ビームＢ２中の掃引方向ＳＤ１の後方に位置する領域Ｂ２ｂの照射によって、表面１１ｂ１の近くに第二部位１４ａ２が形成されるため、第一部位１４ａ１は、当該第二部位１４ａ２に対して表面１１ｂ１とは反対側、言い換えると、表面１１ｂ１からＺ方向の反対方向に離れた位置に、形成されていると推定できる。

[0062] 図６は、溶接部１４の一部を示す断面図である。図６は、ＥＢＳＤ法によって得られた結晶粒の境界を示している。また、図６中、一例として結晶粒径が１３［μｍ］以下の結晶粒Ａは、黒色に塗られている。なお、１３［μｍ］は、物理的特性の閾値ではなく、当該実験結果の分析のために設定した閾値である。また、図６から、結晶粒Ａは、第一部位１４ａ１には比較的多く存在し、第二部位１４ａ２には比較的少なく存在していることが明らかである。すなわち、第二部位１４ａ２内の結晶粒の断面積の平均値は、第一部位１４ａ１内の結晶粒の断面積の平均値よりも大きい。発明者らは、実験的な分析により、第二部位１４ａ２内の結晶粒の断面積の平均値は、第一部位１４ａ１内の結晶粒の断面積の平均値の１．８倍以上であることを確認した。

[0063] 図６中の領域Ｉ内に示されているように、このような比較的サイズが小さい結晶粒Ａは、表面１１ｂ１からＺ方向に離れた位置で、Ｚ方向に細長く延びた状態で密集している。また、Ｘ方向（掃引方向ＳＤ）の位置が異なる複数箇所での分析から、結晶粒Ａが密集した領域は、掃引方向ＳＤにも延びていることが確認されている。掃引しながらの溶接であるため、掃引方向ＳＤには結晶が同様の形態に形成されることが推定できる。

[0064] 断面における外観あるいは硬度分布等からは第一部位１４ａ１と第二部位１４ａ２とを判別し難い場合にあっては、図５，６のような、溶接金属１４ａの表面１１ｂ１における位置および幅ｗｂから幾何学的に定めた第一領域Ｚ１および第二領域Ｚ２を、それぞれ、第一部位１４ａ１および第二部位１４ａ２としてもよい。一例として、第一領域Ｚ１および第二領域Ｚ２は、掃引方向ＳＤと直交する断面において、幅ｗｍ（Ｙ方向における等幅）で、Ｚ方向に延びた四角形状の領域であり、第二領域Ｚ２は、表面１１ｂ１からＺ方向に深さｄまでの領域とし、第一領域Ｚ１は、深さｄよりもさらに深い領域、言い換えると深さｄの位置に対して表面１１ｂ１とは反対側の領域とすることができる。幅ｗｍは、例えば、溶接金属１４ａの表面１１ｂ１での幅ｗｂ（ビード幅の平均値）の１／３とし、第二領域Ｚ２の深さｄ（高さ、厚さ）は、例えば、幅ｗｂの１／２とすることができる。また、第一領域Ｚ１の深さは、例えば、第二領域Ｚ２の深さｄの３倍とすることができる。発明者らは、複数サンプルに対する実験的な分析により、このような第一領域Ｚ１および第二領域Ｚ２の設定において、第二領域Ｚ２における結晶粒の断面積の平均値は、第一領域Ｚ１における結晶粒の断面積の平均値よりも大きく、かつ、１．８倍以上となっていたことを確認した。このような第一領域Ｚ１および第二領域Ｚ２の結晶粒の大きさの関係は、加工対象Ｗにおいて強固な溶接強度を実現する要因と考えられるとともに、このような判別も、溶接により、溶接金属１４ａにおいて第一部位１４ａ１と第二部位１４ａ２とが形成されていることの証拠となりうる。

[0065] また、発明者らの実験的な研究により、本実施形態のレーザ溶接による加

工対象Ｗとしての周縁部１１ｂ，１２ｂの厚さの合計Ｔ（図１参照）が、０．０５［ｍｍ］以上でありかつ２．０［ｍｍ］以下である場合に、同様の結果が得られることが判明した。

[0066] ［スポット径］

ビームＢ１およびビームＢ２のそれぞれは、そのビームの光軸方向と直交する断面の径方向において、例えばガウシアン形状のパワー分布を有する。ただし、ビームＢ１およびビームＢ２のパワー分布はガウシアン形状に限定されない。また、図３のように各ビームＢ１，Ｂ２を円で表している各図において、当該ビームＢ１，Ｂ２を表す円の直径が、各ビームＢ１，Ｂ２のビーム径である。各ビームＢ１，Ｂ２のビーム径は、そのビームのピークを含み、ピーク強度の１／ｅ^{2}以上の強度の領域の径として定義する。なお、図示されないが、円形でないビームの場合は、掃引方向ＳＤと垂直方向における、ピーク強度の１／ｅ^{2}以上の強度となる領域の長さをビーム径と定義できる。また、表面１１ｂ１におけるビーム径は、スポット径と称する。

[0067] 図７は、ビームＢ１の単体照射時の溶接部の幅ｗｂ（ビード幅）とビームＢ２のスポット径Ｄ２（外径、図３参照）との組み合わせによる溶接の実験結果を示す図である。図７中、「〇」は、スパッタおよびブローホールが非常に少なかった場合（優）、「◇」は、スパッタおよびブローホール数が少なかった場合（良）、△は、スパッタおよびブローホールは少ないものの例えばエネルギロスが大きいなど他に若干の不都合が生じている場合（可）を示す。ここでは、一例として、「優」は、線状の溶接部位の単位長さ（例えば、１［ｃｍ］）あたりのブローホール数が１個以下であった場合を示し、「良」および「可」は、溶接部位の単位長さあたりのブローホール数が２個以上５個未満であった場合を示す。また、この実験において、第一レーザ光の波長は、１０７０［ｎｍ］、出力は、１［ｋＷ］であり、第二レーザ光の波長は、４５０［ｎｍ］、出力は、４００［Ｗ］であった。

[0068] 発明者らの実験的研究により、ビームＢ１の単体照射時の溶接部の幅ｗｂとスポット径Ｄ２とが所定の関係にある場合、すなわち、以下の式（１）

ｗｂ－４００＜Ｄ２＜ｗｂ＋４００　・・・（１）

を満たす場合に、スパッタ数を抑制できることが判明した。

さらに、以下の式（１Ａ）

ｗｂ－５０＜Ｄ２＜ｗｂ＋５０　　・・・（１Ａ）

を満たす場合に、エネルギロスの増大のような他の不都合を生じることなくスパッタ数を抑制できることが判明した。

[0069] ［第一レーザ光と第二レーザ光の出力比によるスパッタの抑制］

図８は、第二レーザ光のパワー（Ｐｗ２）に対する第一レーザ光のパワー（Ｐｗ１）の比である出力比（Ｒｐ＝Ｐｗ２／Ｐｗ１）と、スパッタ抑制率との相関関係を示すグラフである。ここで、スパッタ抑制率Ｒｓは、以下の式（２）のように定義する。

Ｒｓ＝１－Ｎｈ／Ｎｉｒ　・・・（２）

ここに、Ｎｈは、第一レーザ光と第二レーザ光との双方を照射した場合に所定エリア内に生じたスパッタ数であり、Ｎｉｒは、Ｎｈの計測時と同じパワーで第一レーザ光のみを照射した場合に所定エリア内に生じたスパッタ数である。また、図８は、各出力比において複数回実験を行った結果を示している。出力比に対応した線分は当該出力比における複数サンプル（少なくとも３サンプル以上）の実験結果におけるスパッタ抑制率のばらつきの範囲を示し、□は、出力比毎のスパッタ抑制率の中央値を示している。

[0070] 図８に示されるように、発明者らの実験的な研究により、出力比Ｒｐは、０．１以上かつ０．１８未満である場合が好ましく（〇）、０．１８以上かつ０．３未満である場合により好ましく（◎）、０．３以上かつ２以下である場合により一層好ましい（◎◎）ことが判明した。

[0071] ［掃引速度］

また、発明者らは、異なる掃引速度で複数サンプルについて実験を実施し、掃引速度により、スパッタやブローホールの発生状況が異なるという知見を得た。具体的に、スパッタやブローホールの発生数が減少するという観点において、掃引速度は、５０［ｍｍ／ｓ］以上であるのが好ましく、１００

［ｍｍ／ｓ］以上であるのがより好ましいことが判明した。

[0072] ［ボイドの抑制効果］

また、発明者らの実験的な研究により、第一レーザ光と第二レーザ光との双方の照射による溶接においては、第一レーザ光の単独での照射による溶接に比べて、溶接部１４におけるボイド（ブローホール）の発生が少なくなることが判明した。

[0073] 図９は、第一レーザ光と第二レーザ光との双方の照射により形成された溶接部１４の、掃引方向に沿うとともに表面Ｗａと直交した断面における断面図である。また、図１０は、参考例として図９の場合と同じパワーでの第一レーザ光の単独の照射により形成された溶接部１４の、掃引方向に沿うとともに表面Ｗａと直交した断面における断面図である。なお、図１０の例における第一レーザ光の単独照射である点以外の条件は、図９の例の場合と同じに設定されている。なお、図９，１０の実験は、１枚の金属材料としての加工対象Ｗに対して実施した。第一部材１１および第二部材１２が密着している場合には、この実験結果と略同様の結果が得られることは確認済みである。表面Ｗａは、表面１１ｂ１に相当し、裏面Ｗｂは、表面１２ｂ１に相当する。

[0074] 図９と図１０とを比較すれば、第一レーザ光と第二レーザ光との双方の照射による溶接（図９）においては、第一レーザ光の単独での照射による溶接（図１０）に比べて、溶接部１４におけるボイドＶの発生が少なくなることが、明らかである。

[0075] ［結晶粒の向きによる部位の区別］

図１１は、図９の一部の拡大図である。発明者らの実験的な研究により、図１１に示されるように、第一レーザ光と第二レーザ光との双方の照射により形成された溶接部１４にあっては、表面Ｗａからの深さに応じて結晶粒の向き（長手方向、成長方向）が異なることが判明した。これは、第一レーザ光の照射によるキーホール型の溶融によって得られた第三部位１４ａ３と、第二レーザ光のビームＢ２中の掃引方向の後方に位置する領域Ｂ２ｂの照射

による溶融によって得られた第四部位１４ａ４とで、凝固時の結晶粒の成長の状況が異なることに起因するものと考えられる。ここで、第三部位１４ａ３は、表面Ｗａから離れて位置された部位であって、上述した第一部位１４ａ１に相当する部位である。また、第四部位１４ａ４は、第三部位１４ａ３と表面Ｗａとの間に位置した部位であって、上述した第二部位１４ａ２に相当する部位である。

[0076] このような構成を数値的に表すため、発明者らは、ＪＩＳ　Ｇ　０５５１：２０２０のＡ．２：切断法に準拠し、溶接部１４内の各部における結晶粒の向き（長手方向）を表す指標を定義した。

[0077] 具体的には、図１１に示されるように、断面の画像において、互いに直交した２本の直線試験線を含む二種類の第一基準線Ｒ１および第二基準線Ｒ２を用いる。図１１において、第一基準線Ｒ１は、実線で示されており、第二基準線Ｒ２は、破線で示されている。第一基準線Ｒ１は、直線試験線Ｌ１１，Ｌ１２として、基準円Ｒ０の互いに直交する２本の直径を有しており、一つの直線試験線Ｌ１１は、表面Ｗａに沿うＸ方向（掃引方向）に延びており、もう一つの直線試験線Ｌ１２は、表面Ｗａと直交するＺ方向に延びている。また、第二基準線Ｒ２は、直線試験線Ｌ２１，Ｌ２２として、第一基準線Ｒ１と同じ基準円Ｒ０の互いに直交する２本の直径を有しており、一つの直線試験線Ｌ２１は、Ｘ方向とＺ方向との間の方向に延びており、もう一つの直線試験線Ｌ１２は、Ｘ方向の反対方向とＺ方向の間の方向、あるいはＺ方向の反対方向とＸ方向の間の方向に、延びている。直線試験線Ｌ１１と直線試験線Ｌ２１との間の角度差は４５°または１３５°であり、直線試験線Ｌ１２と直線試験線Ｌ２２との間の角度差は４５°または１３５°である。基準円Ｒ０の直径の長さ、すなわち、直線試験線Ｌ１１，Ｌ１２，Ｌ２１，Ｌ２２の長さは、一例としては、２００［μｍ］に対応する長さ（所定の長さ、の一例）であるが、結晶粒の大きさに応じて、適宜に設定することができる。

[0078] そして、溶接部１４内の各点Ｐにおいて、第一基準線Ｒ１および第二基準

線Ｒ２を適用し、次の式（３－１），（３－２）により、第一粒界数比率Ｒｂ１および第二粒界数比率Ｒｂ２を求める。

Ｒｂ１＝Ｎ１２／Ｎ１１　　・・・（３－１）

Ｒｂ２＝ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）　・・・（３－２）

ここに、Ｎ１１は、直線試験線Ｌ１１と交差する結晶粒の数であり、Ｎ１２は、直線試験線Ｌ１２と交差する結晶粒の数である。Ｎ２１は、直線試験線Ｌ２１と交差する結晶粒の数であり、Ｎ２２は、直線試験線Ｌ２２と交差する結晶粒の数である。結晶粒の数は、粒界数とも称されうる。また、式（３－２）において、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）以上である場合、ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）は（Ｎ２２／Ｎ２１）であり、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）未満である場合、ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）は（Ｎ２１／Ｎ２２）である。実際の測定では、５０倍で撮影されたＸ－Ｚ断面の顕微鏡写真において、任意の所定箇所以上、例えば１０箇所以上で上記の測定を行い、その平均値をそれぞれＲｂ１，Ｒｂ２とすることができる。尚、溶接部１４内のある点ＰにおいてＮ１１，Ｎ１２，Ｎ２１，Ｎ２２のいずれかが０となる場合、当該点Ｐでの粒界数はＲｂ１，Ｒｂ２の算出に用いなくてよい。

[0079] 図１２，１３は、溶接部１４の断面内の一つの点Ｐについて、第一基準線Ｒ１を適用した場合（図１２）、および第二基準線Ｒ２を適用した場合（図１３）を示す模式的な説明図である。図１２，１３に示されるように、結晶粒Ａ（粒界）が直線試験線Ｌ１１，Ｌ１２，Ｌ２１，Ｌ２２と交差する数は、それぞれ異なっている。図１２，１３の例では、直線試験線Ｌ２１と結晶粒Ａとの角度差が比較的小さいため、粒界数Ｎ２１が、他の粒界数Ｎ１１，Ｎ１２，Ｎ２２よりも小さくなる。よって、図１２，１３の例に示す点Ｐは、第二粒界数比率Ｒｂ２が第一粒界数比率Ｒｂ１よりも高い点Ｐということになる。同様に、上述した定義においては、基準円Ｒ０内において結晶粒Ａの長手方向とＸ方向との角度差が比較的小さい点Ｐでは、第一粒界数比率Ｒｂ１が比較的高くなるとともに第二粒界数比率Ｒｂ２よりも大きくなる。ま

た、結晶粒Ａの長手方向とＸ方向およびＺ方向の間の方向（４５°方向）との角度差が比較的小さい点Ｐにおいては、第二粒界数比率Ｒｂ２が比較的高くなるとともに第一粒界数比率Ｒｂ１よりも大きくなる。

[0080] 発明者らの実験的な研究により、第四部位１４ａ４内の各点Ｐにおける第一粒界数比率Ｒｂ１は、第三部位１４ａ３内の各点Ｐにおける第一粒界数比率Ｒｂ１よりも低いことが判明した。また、第四部位１４ａ４内の各点Ｐにおける第二粒界数比率Ｒｂ２は、第三部位１４ａ３内の各点Ｐにおける第二粒界数比率Ｒｂ２よりも高いことが判明した。また、第三部位１４ａ３内の各点Ｐにおいては、第一粒界数比率Ｒｂ１が第二粒界数比率Ｒｂ２よりも高く、第四部位１４ａ４内の各点Ｐにおいては、第二粒界数比率Ｒｂ２が第一粒界数比率Ｒｂ１よりも高いことが判明した。溶接部１４内にこのような第一粒界数比率Ｒｂ１および第二粒界数比率Ｒｂ２の異なる部位が存在していることは、加工対象Ｗにおいて強固な溶接強度を実現する要因と考えられるとともに、第一レーザ光と第二レーザ光との双方の照射による溶接が行われたことの証拠となりうる。

[0081] 以上、説明したように、本実施形態では、例えば、溶接金属１４ａは、表面１１ｂ１（第一表面）から厚さ方向（Ｚ方向の反対方向）に離れて位置された第一部位１４ａ１と、当該第一部位１４ａ１と表面１１ｂ１との間に位置され第一部位１４ａ１よりも結晶粒の断面積の平均値が大きい第二部位１４ａ２と、を有している。

[0082] また、本実施形態では、溶接部１４の延び方向（Ｘ方向、掃引方向ＳＤ）と直交する断面において、第二部位１４ａ２に含まれる結晶粒の断面積の平均値は、第一部位１４ａ１に含まれる結晶粒の断面積の平均値の、１．８倍以上である。

[0083] 上述したように、このような溶接部１４は、図３に示されるような第一レーザ光のビームＢ１と第二レーザ光のビームＢ２とを有したレーザ光Ｌのビームを表面１１ｂ１に掃引方向ＳＤに掃引しながら照射することによって得られたものである。また、上述したように、発明者らは実験的に、図３のよ

うなレーザ光Ｌのビームの照射による溶接にあっては、スパッタを低減できることを確認した。これは、上述したように、ビームＢ１が到来する前にビームＢ２の領域Ｂ２ｆによって周縁部１１ｂ，１２ｂを予め加熱しておくことにより、ビームＢ２およびビームＢ１によって形成される周縁部１１ｂ，１２ｂの溶融池がより安定化するためであると推定できる。よって、本実施形態の上記構成によれば、例えば、よりスパッタの少ないより溶接品質の高い溶接部１４を備えたベーパチャンバ１０を得ることができる。また、本実施形態によれば、例えば、第一レーザ光のパワーをより低くすることができたり、光学ヘッド１２０とベーパチャンバ１０との相対的な回転が不要となったりといった、利点も得られる。

[0084] また、本実施形態では、例えば、第一部材１１および第二部材１２は、それぞれ、銅系金属材料、アルミニウム系金属材料、ニッケル系金属材料、鉄系金属材料、およびチタン系金属材料のうちのいずれかで作られる。

[0085] 本実施形態の溶接部１４を有したベーパチャンバ１０は、第一部材１１および第二部材１２が、それぞれ、上記材料のうちのいずれかで作られる場合に、構成することができる。

[0086] また、本実施形態では、例えば、周縁部１１ｂ（第一周縁部）の厚さと周縁部１２ｂ（第二周縁部）の厚さとの合計が、０．０５［ｍｍ］以上２．０［ｍｍ］以下である。

[0087] 本実施形態の溶接部１４を有したベーパチャンバ１０は、周縁部１１ｂの厚さと周縁部１２ｂの厚さとの合計が上記範囲内である場合に、構成することができる。

[0088] また、本実施形態のベーパチャンバの製造方法では、周縁部１１ｂと周縁部１２ｂとが重ねられた状態で、表面１１ｂ１に、周縁部１１ｂに沿って相対的にスポットが移動するようレーザ光Ｌを照射することにより、周縁部１１ｂと周縁部１２ｂとを溶接する。レーザ光Ｌは、８００［ｎｍ］以上かつ１２００［ｎｍ］以下の波長の第一レーザ光と、５５０［ｎｍ］以下の波長の第二レーザ光と、を含んでいる。

[0089] このような方法によれば、例えば、よりスパッタの少ないより溶接品質の高い溶接部１４を備えたベーパチャンバ１０を得ることができる。

[0090] また、本実施形態では、例えば、表面１１ｂ１において、第二レーザ光のビームＢ２（第二照射領域）は、第一レーザ光のビームＢ１（第一照射領域）よりも広く、かつビームＢ２の外縁Ｂ２ａ（第二外縁）は、ビームＢ１の外縁Ｂ１ａ（第一外縁）を取り囲んでいる。

[0091] このような方法によれば、例えば、よりスパッタの少ないより溶接品質の高い溶接部１４を備えたベーパチャンバ１０を得ることができる。また、例えば、第一レーザ光のパワーをより低くすることができたり、光学ヘッド１２０とベーパチャンバ１０との相対的な回転が不要となったりといった、利点も得られる。

[0092] ［溶接部の断面］

図１４は、実施形態の溶接部１４の掃引方向ＳＤに沿うとともに表面Ｗａと直交した断面における断面図であって、溶接部１４の掃引方向ＳＤの前端部分の断面図である。また、図１５は、参考例として図１４の場合と同じパワーでの第一レーザ光の単独の照射により形成された溶接部１４の掃引方向ＳＤに沿うとともに表面Ｗａと直交した断面における断面図であって、溶接部１４の掃引方向ＳＤの前端部分の断面図である。

[0093] 図１４，１５に示す断面図では、画像処理により溶融池（溶接部１４）の輪郭が可視化されている。図１４に示される本実施形態の第一レーザ光と第二レーザ光とを照射するハイブリッドレーザでの加工において形成される溶融池は、図１５に示される第一レーザ光のみを照射するファイバレーザでの加工によって形成される溶融池に比べて、図１４中に破線枠ＤＬで示されるように、掃引方向ＳＤの後方に長く尾を引いている。また、図１４に示されるように、本実施形態の溶融池（溶接部１４）の前部１４ｆは、掃引方向ＳＤの前方に張り出している。これらにより、ハイブリッドレーザでの加工において形成された溶融池の掃引方向ＳＤにおける長さＬｗ１（図１４参照）は、ファイバレーザでの加工において形成された溶融池の掃引方向ＳＤにお

ける長さＬｗ２（図１５参照）よりも長くなっている。すなわち、ハイブリッドレーザでの加工においては、ファイバレーザでの加工に比べて、溶融池が大きくなる。本実施形態の第一レーザ光と第二レーザ光とを照射するハイブリッドレーザ加工によれば、第二レーザ光（青色レーザ光）の照射により、溶融池が拡大し内部の熱対流がより安定化するとともに、キーホール開口部の拡大が生じて蒸発時の蒸気圧がより外へ逃げ易くなるため、第一レーザ光の単独照射に比べてスパッタの発生が抑えられるとともに安定した溶融池が得られると推定できる。

[0094] 以上、本発明の実施形態が例示されたが、上記実施形態は一例であって、発明の範囲を限定することは意図していない。上記実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、組み合わせ、変更を行うことができる。また、各構成や、形状、等のスペック（構造や、種類、方向、型式、大きさ、長さ、幅、厚さ、高さ、数、配置、位置、材質等）は、適宜に変更して実施することができる。

[0095] 例えば、周縁部に対してレーザ光を掃引する場合には、公知のウォブリングやウィービングや出力変調等により掃引を行い、溶融池の表面積を調節するようにしてもよい。

[0096] また、周縁部は、めっき付き金属板のように、金属の表面に薄い他の金属の層が存在するものでもよい。

[0097] また、第一レーザ光のビームは、部分的に第二レーザ光のビームの外側に位置してもよい。

産業上の利用可能性

[0098] 本発明は、ベーパチャンバおよびベーパチャンバの製造方法に利用することができる。

符号の説明

[0099] １０…ベーパチャンバ

１１…第一部材

１１ａ…中央部

１１ａ１…底壁

１１ａ２…側壁

１１ｂ…周縁部

１１ｂ１…表面

１２…第二部材

１２ａ…中央部

１２ｂ…周縁部

１２ｂ１…表面

１３…冷媒

１４…溶接部

１４ａ…溶接金属

１４ａ１…第一部位

１４ａ２…第二部位

１４ａ３…第三部位

１４ａ４…第四部位

１４ｂ…熱影響部

１４ｆ…前部

１００…レーザ溶接装置

１１１…レーザ装置

１１２…レーザ装置

１２０…光学ヘッド

１２１，１２１－１，１２１－２…コリメートレンズ

１２２…集光レンズ

１２３…ミラー

１２４…フィルタ

１３０…光ファイバ

Ａ…結晶粒

Ｂ１…ビーム

Ｂ１ａ…外縁

Ｂ２…ビーム

Ｂ２ａ…外縁

Ｂ２ｂ…領域

Ｂ２ｆ…領域

Ｃ…中心点

ｄ…深さ

Ｄ２…スポット径

Ｉ…領域

Ｌ…レーザ光

Ｌ１１，Ｌ１２，Ｌ２１，Ｌ２２…直線試験線

Ｌｗ１，Ｌｗ２…長さ

Ｎ１１，Ｎ１２，Ｎ２１，Ｎ２２…粒界数

Ｐ…点

Ｒ…収容室

Ｒ０…基準円

Ｒ１…第一基準線

Ｒ２…第二基準線

ＳＤ…掃引方向

ＳＤ１…掃引方向

Ｔ…（厚さの）合計

Ｖ…ボイド（ブローホール）

Ｗ…加工対象

Ｗａ…表面

Ｗｂ…裏面

ｗｂ…（溶接金属の表面での）幅

ｗｍ…（第一領域および第二領域の）幅

Ｘ…方向（延び方向）

Ｙ…方向

Ｚ…方向（厚さ方向）

Ｚ１…第一領域（第一部位）

Ｚ２…第二領域（第二部位）

請求の範囲

[請求項1] 冷媒と、

金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、

金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、

前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、

を備え、

前記溶接部は、

前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、

前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、

を有し、

前記溶接金属は、前記第一表面から前記厚さ方向に離れて位置された第一部位と、当該第一部位と前記第一表面との間に位置され前記第一部位よりも前記溶接部の延び方向と直交する断面における結晶粒の断面積の平均値が大きい第二部位と、を有した、ベーパチャンバ。

[請求項2] 前記第二部位に含まれる結晶粒の断面積の平均値は、前記第一部位に含まれる結晶粒の断面積の平均値の１．８倍以上である、請求項１に記載のベーパチャンバ。

[請求項3] 冷媒と、

金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、

金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、

前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延

び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、

を備え、

前記溶接部は、

前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、

前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、

を有し、

第一粒界数比率を次の式（３－１）

$$Rb1 = N12 / N11 \quad \cdots (3-1)$$

（ここに、Ｒｂ１は、第一粒界数比率、Ｎ１１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿った所定の長さの直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ１２は、前記試験断面において、前記第一表面と直交した方向に延びた前記所定の長さの直線試験線と交差した粒界数である。）

と表した場合に、

前記溶接金属は、前記第一表面に対して前記厚さ方向に離れて位置された第三部位と、当該第三部位と前記第一表面との間に位置され前記第一粒界数比率が前記第三部位の前記第一粒界数比率よりも低い第四部位と、を有した、ベーパチャンバ。

[請求項4] 冷媒と、

金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、

金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、

前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、

を備え、

前記溶接部は、

前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、

前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、

を有し、

第二粒界数比率を次の式（３－２）

Ｒｂ２＝ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）　・・・（３－２）

（ここに、Ｒｂ２は、第二粒界数比率、Ｎ２１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿う方向および前記第一表面と直交する方向の間の第一方向に延びた所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ２２は、前記試験断面おいて、前記第一方向と直交した第二方向に延びた前記所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）は、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）以上である場合は（Ｎ２２／Ｎ２１）とし、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）未満である場合は（Ｎ２１／Ｎ２２）とする。）

と表した場合に、

前記溶接金属は、前記第一表面に対して前記厚さ方向に離れて位置された第三部位と、当該第三部位と前記第一表面との間に位置され前記第二粒界数比率が前記第三部位の前記第二粒界数比率よりも高い第四部位と、を有した、ベーパチャンバ。

[請求項5] 冷媒と、

金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、

金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、

前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延

び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、

を備え、

前記溶接部は、

前記第一表面から前記厚さ方向に延びた溶接金属と、

前記溶接金属の周囲に位置される熱影響部と、

を有し、

第一粒界数比率を次の式（３－１）

$$Rb1 = N12 / N11 \quad \cdots (3-1)$$

（ここに、Ｒｂ１は、第一粒界数比率、Ｎ１１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿った所定の長さの直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ１２は、前記試験断面において、前記第一表面と直交した方向に延びた前記所定の長さの直線試験線と交差した粒界数である。）

と表し、かつ、

第二粒界数比率Ｒｂ２を次の式（３－２）

$$Rb2 = max(N22/N21, N21/N22) \quad \cdots (3-2)$$

（ここに、Ｒｂ２は、第二粒界数比率、Ｎ２１は、前記第一表面と直交しかつ前記溶接部の延び方向に沿った試験断面において、前記第一表面に沿う方向および前記第一表面と直交する方向の間の第一方向に延びた所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、Ｎ２２は、前記試験断面おいて、前記第一方向と直交した第二方向に延びた前記所定の長さを有する直線試験線と交差した粒界数であり、ｍａｘ（Ｎ２２／Ｎ２１，Ｎ２１／Ｎ２２）は、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）以上である場合は（Ｎ２２／Ｎ２１）とし、（Ｎ２２／Ｎ２１）が（Ｎ２１／Ｎ２２）未満である場合は（Ｎ２１／Ｎ２２）とする。）

と表した場合に、

前記溶接金属は、前記第一表面に対して前記厚さ方向に離れて位置された第三部位と、当該第三部位と前記第一表面との間に位置され前記第一粒界数比率が前記第三部位の前記第一粒界数比率よりも低くかつ前記第二粒界数比率が前記第三部位の前記第二粒界数比率よりも高い第四部位と、を有した、ベーパチャンバ。

[請求項6] 前記第一部材および前記第二部材は、それぞれ、銅系金属材料、アルミニウム系金属材料、ニッケル系金属材料、鉄系金属材料、およびチタン系金属材料のうちのいずれかで作られた、請求項１～５のうちいずれか一つに記載のベーパチャンバ。

[請求項7] 前記第一周縁部の厚さと前記第二周縁部の厚さとの合計が、０．０５［ｍｍ］以上２．０［ｍｍ］以下である、請求項１～６のうちいずれか一つに記載のベーパチャンバ。

[請求項8] 冷媒と、

金属材料で作られ、第一中央部と、当該第一中央部の周縁の第一周縁部と、を有した板状の第一部材と、

金属材料で作られ、前記第一中央部との間に前記冷媒の収容部を形成する第二中央部と、当該第二中央部の周縁に位置し前記第一周縁部と厚さ方向に重なった第二周縁部と、を有した板状の第二部材と、

前記第一周縁部の前記第二周縁部とは反対側の第一表面に沿って延び、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接する線状の溶接部と、

を備えたベーパチャンバの製造方法であって、

前記第一周縁部と前記第二周縁部とが重ねられた状態で、前記第一表面に、前記第一周縁部に沿って相対的に照射点が移動するようレーザ光を照射することにより、前記第一周縁部と前記第二周縁部とを溶接し、

前記レーザ光は、８００［ｎｍ］以上かつ１２００［ｎｍ］以下の波長の第一レーザ光と、５５０［ｎｍ］以下の波長の第二レーザ光と、を含む、ベーパチャンバの製造方法。

[請求項9] 前記第一表面において、前記第二レーザ光の第二照射領域は、前記第一レーザ光の第一照射領域よりも広く、かつ前記第二照射領域の第二外縁は、前記第一照射領域の第一外縁を取り囲んでいる、請求項８に記載のベーパチャンバの製造方法。

[請求項10] 前記第二レーザ光を照射せずに前記第一レーザ光のみを照射した場合に前記第一表面に形成される溶接部の幅をｗｂ、前記第一レーザ光および前記第二レーザ光を照射する場合における当該第二レーザ光の前記第一表面における第二スポットの外径をＤ２としたとき、次の式（１）

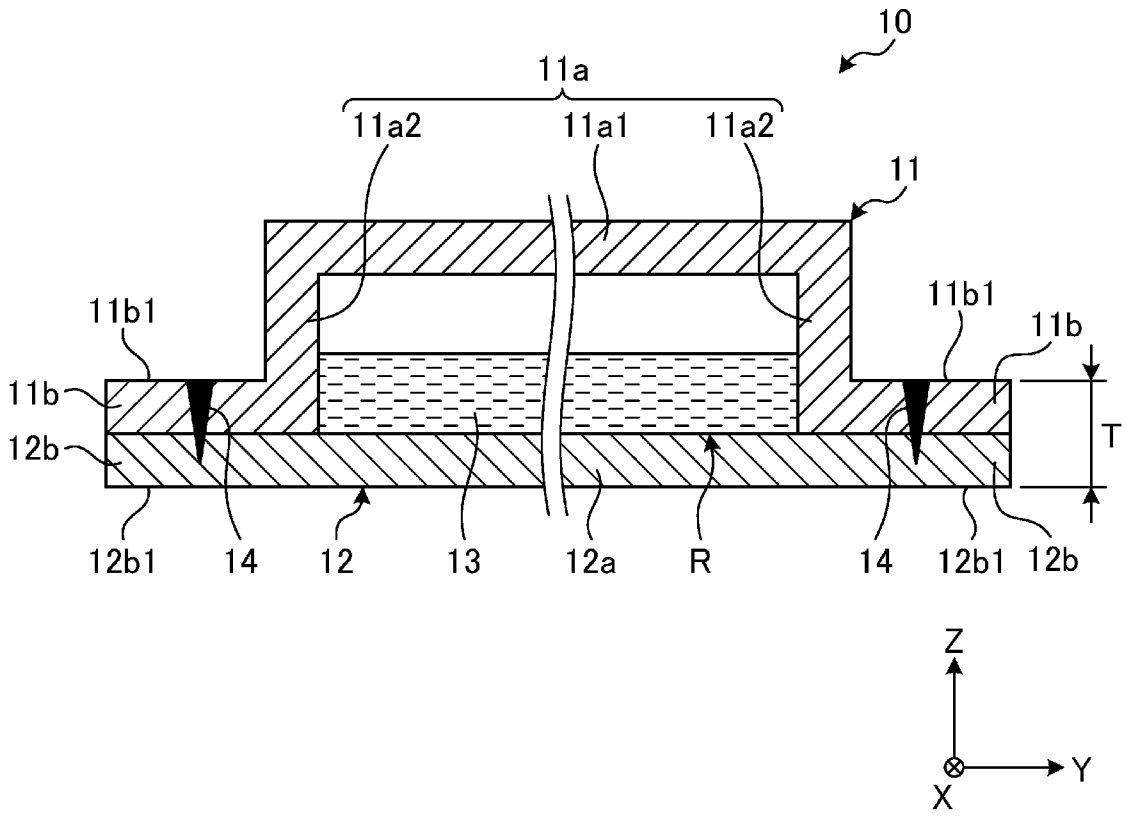
ｗｂ－４００＜Ｄ２＜ｗｂ＋４００ ・・・（１）

を満たすよう、前記第二スポットの外径を設定した、請求項８または９に記載のベーパチャンバの製造方法。

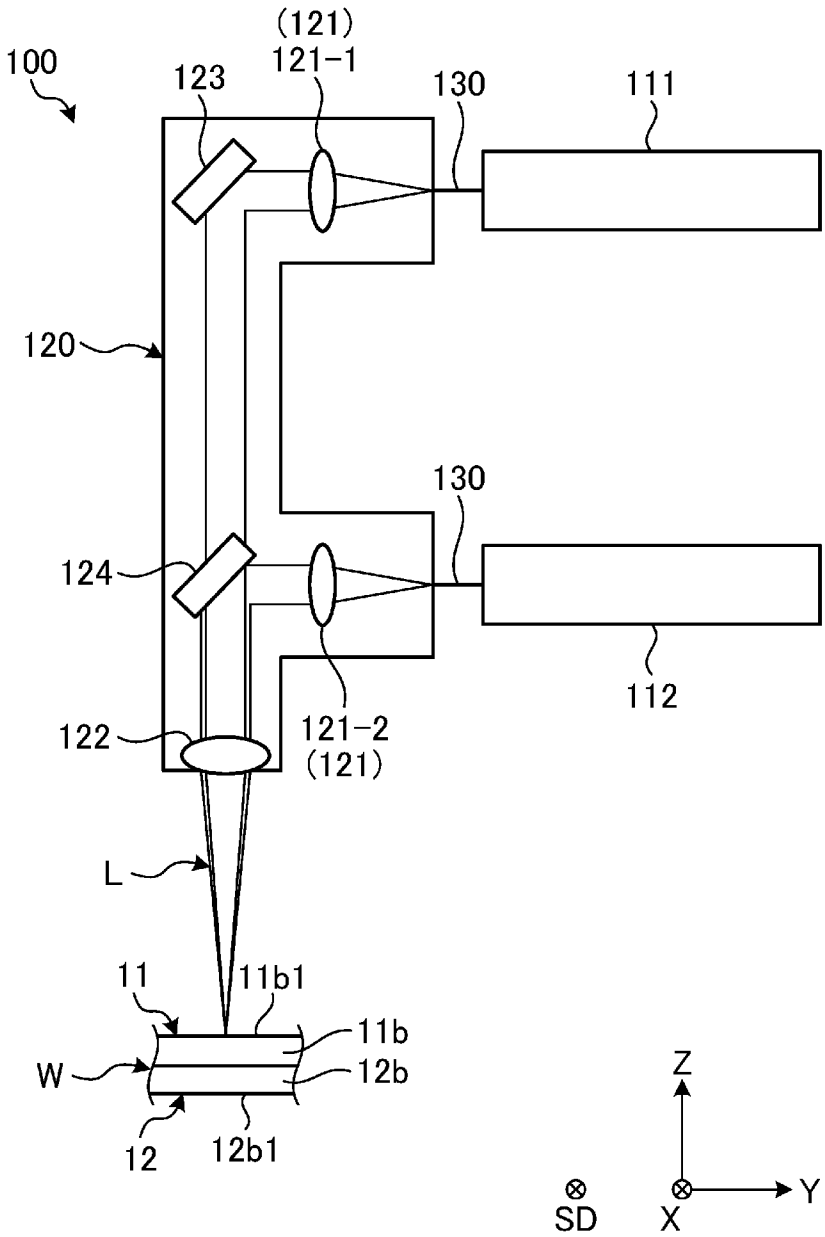
[請求項11] 前記第一表面上において、前記第二レーザ光のパワーの前記第一レーザ光のパワーに対する出力比が、０．１以上２以下である、請求項８～１０のうちいずれか一つに記載のベーパチャンバの製造方法。

[請求項12] 前記レーザ光の前記第一表面上における掃引速度は、５０［ｍｍ／ｓ］以上である、請求項８～１１のうちいずれか一つに記載のベーパチャンバの製造方法。

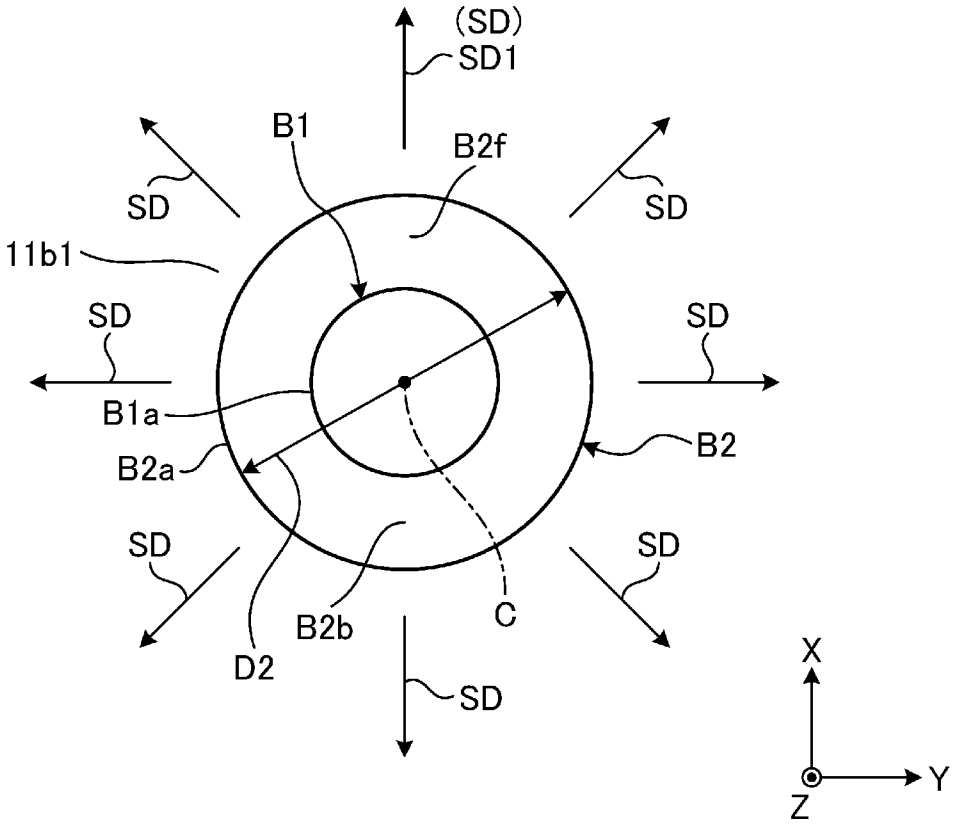
[図1]


10
11a
11a2
11a1
11a2
11
11b1
11b1
11b
11b
12b
T
12b1
14
12
13
12a
R
14
12b1
12b
Z
Y
X

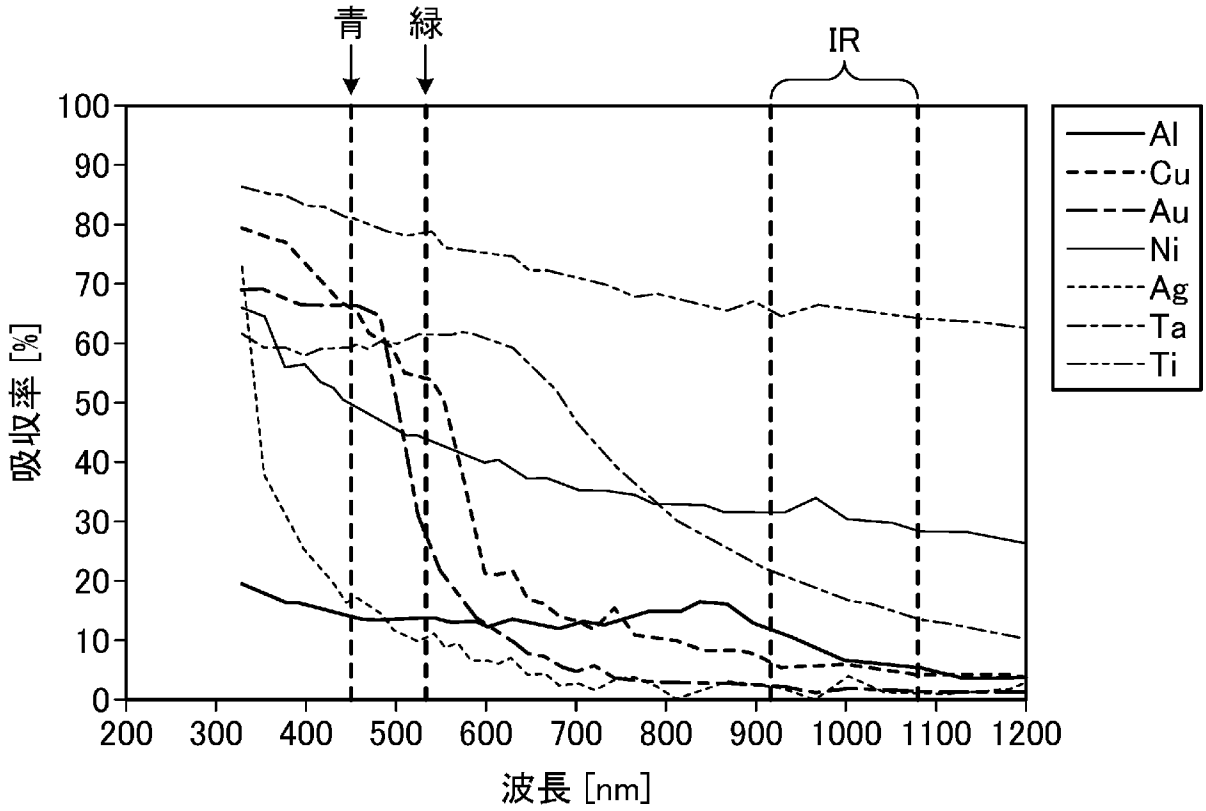
[図2]


100
123
(121)
121-1
130
111
120
130
124
112
122
121-2
(121)
L
11
11b1
11b
W
12b
12
12b1
Z
SD
X
Y

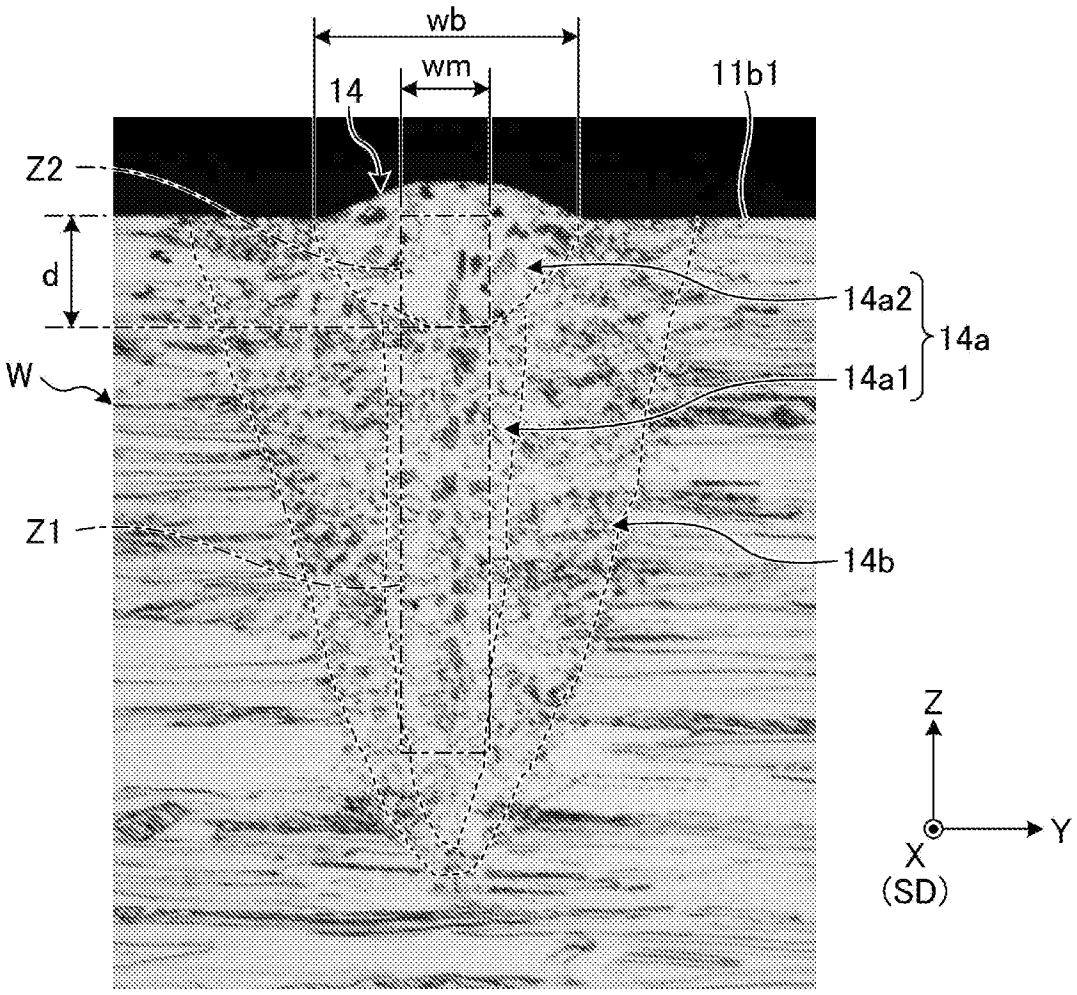
[図3]


(SD)
SD1
B1
B2f
SD
SD
11b1
SD
SD
B1a
B2
B2a
SD
SD
B2b
C
D2
SD
X
Y
Z

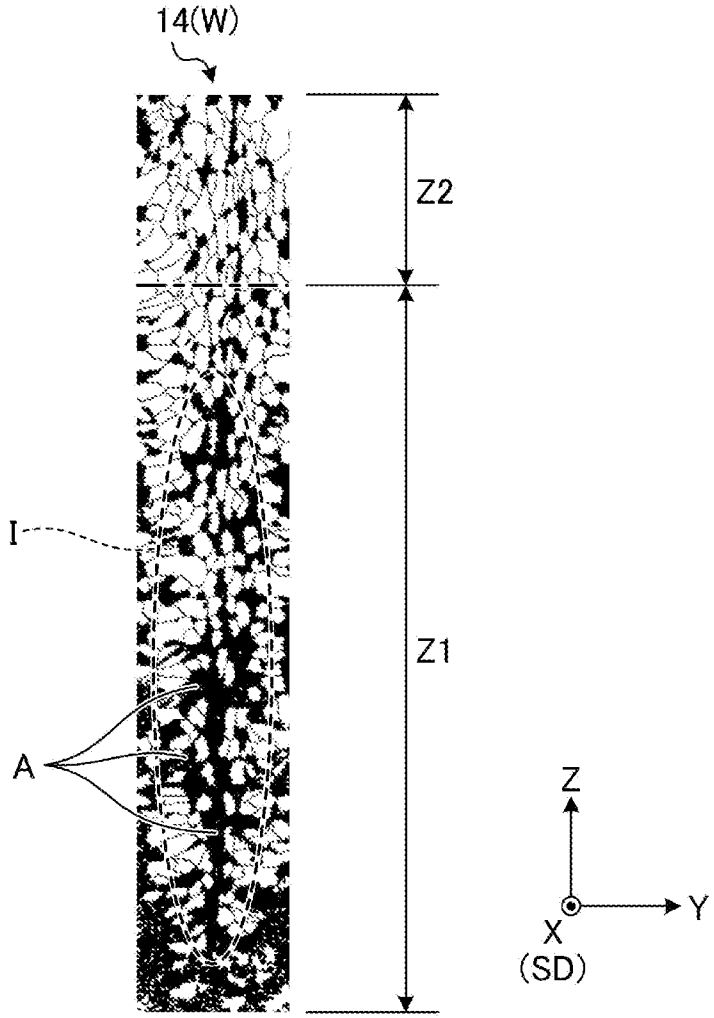
[図4]


青
緑
IR
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
吸収率 [%]
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
波長 [nm]
Al
Cu
Au
Ni
Ag
Ta
Ti

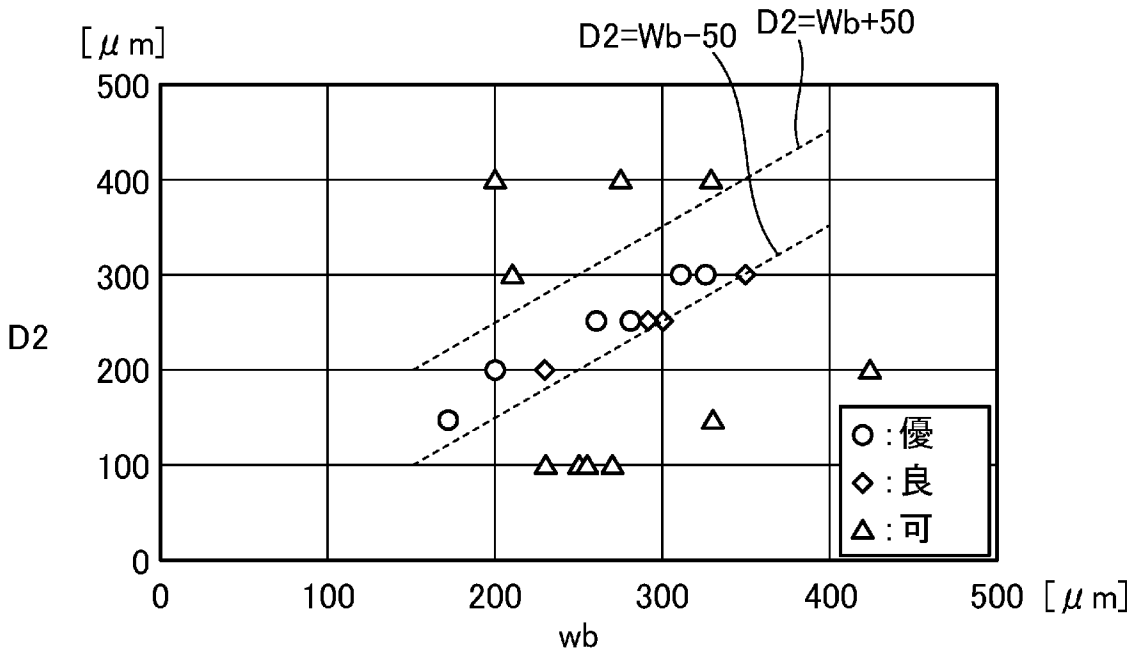
[図5]



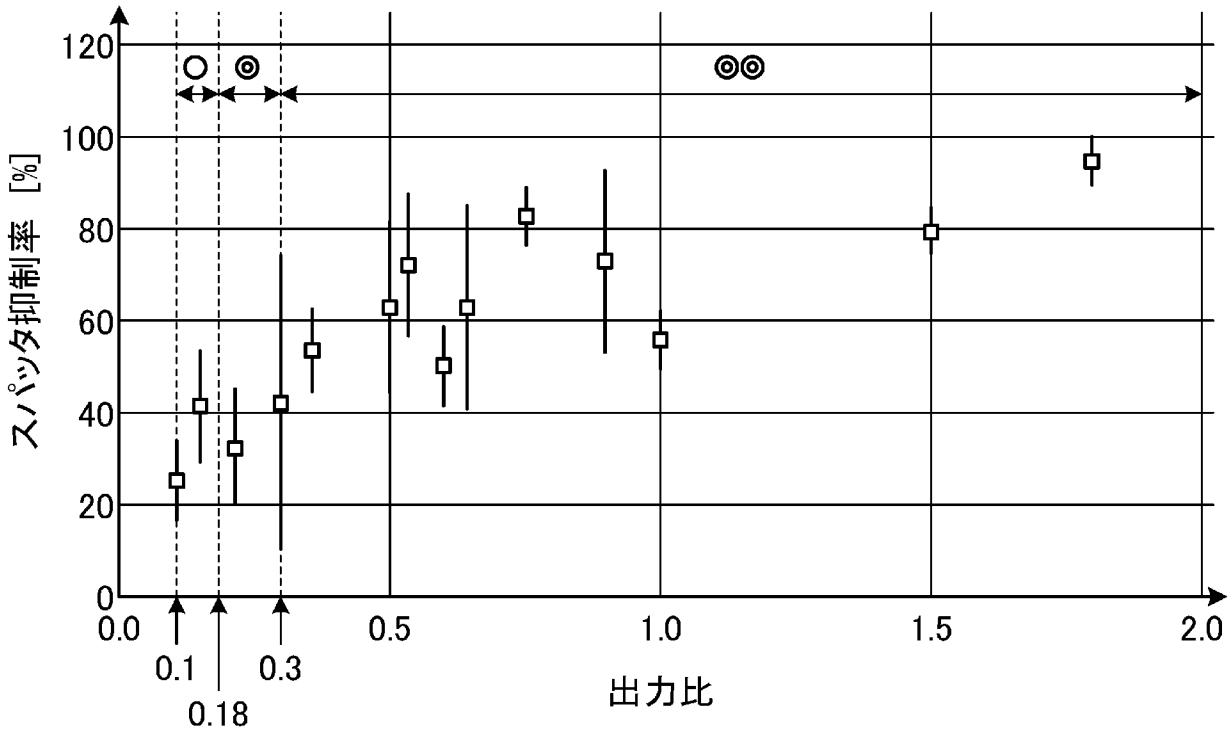
[図6]



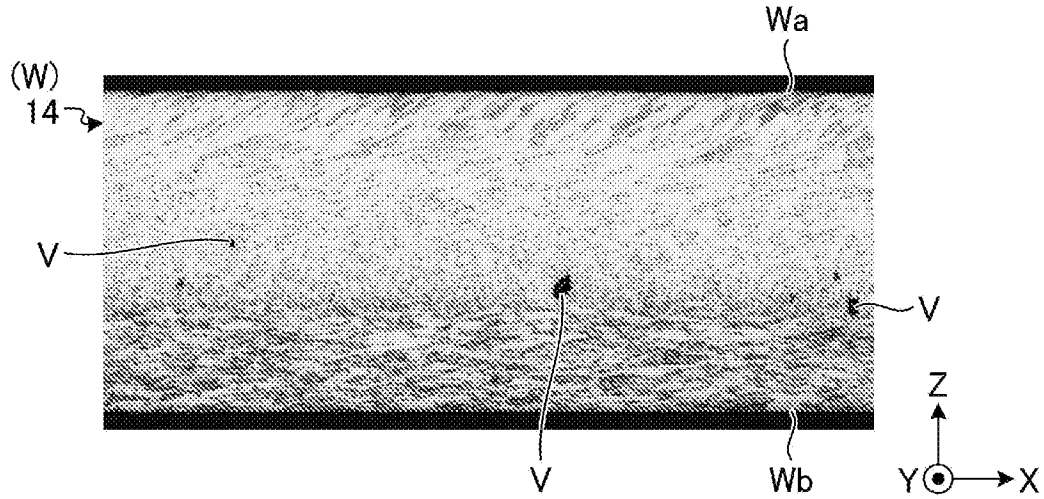
[図7]


[μm]
D2=Wb−50
D2=Wb+50
500
400
300
200
100
0
D2
○:優
◇:良
△:可
0
100
200
300
400
500 [μm]
wb

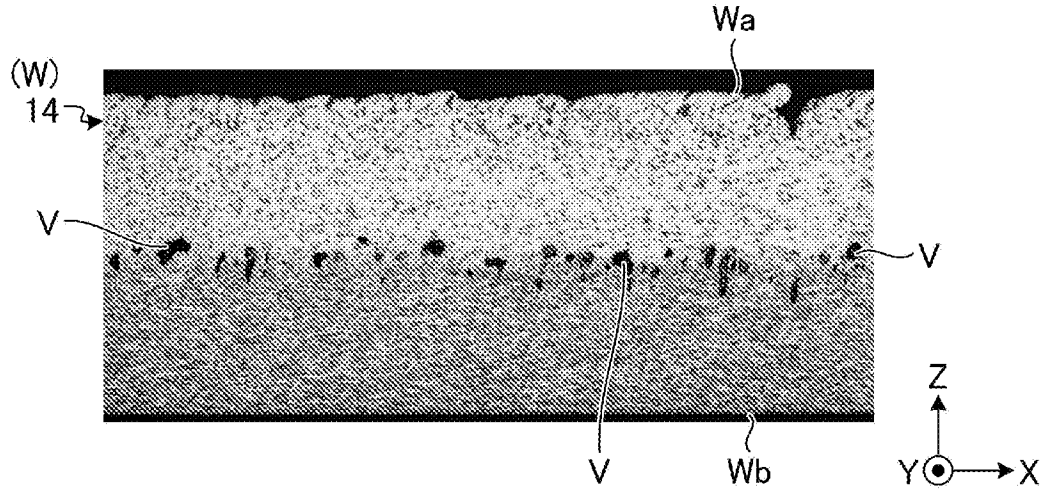
[図8]


120
100
80
60
40
20
0
スパッタ抑制率 [%]
0.0
0.1
0.18
0.3
0.5
1.0
1.5
2.0
出力比

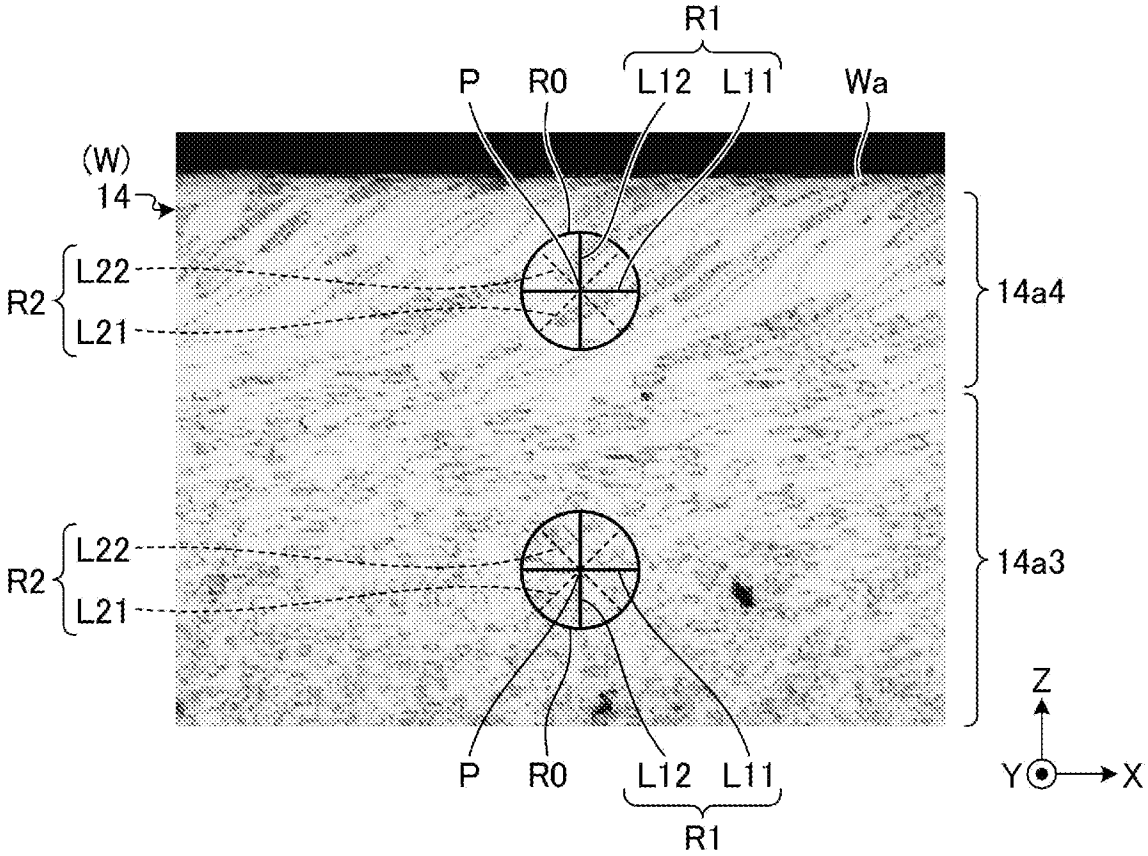
[図9]



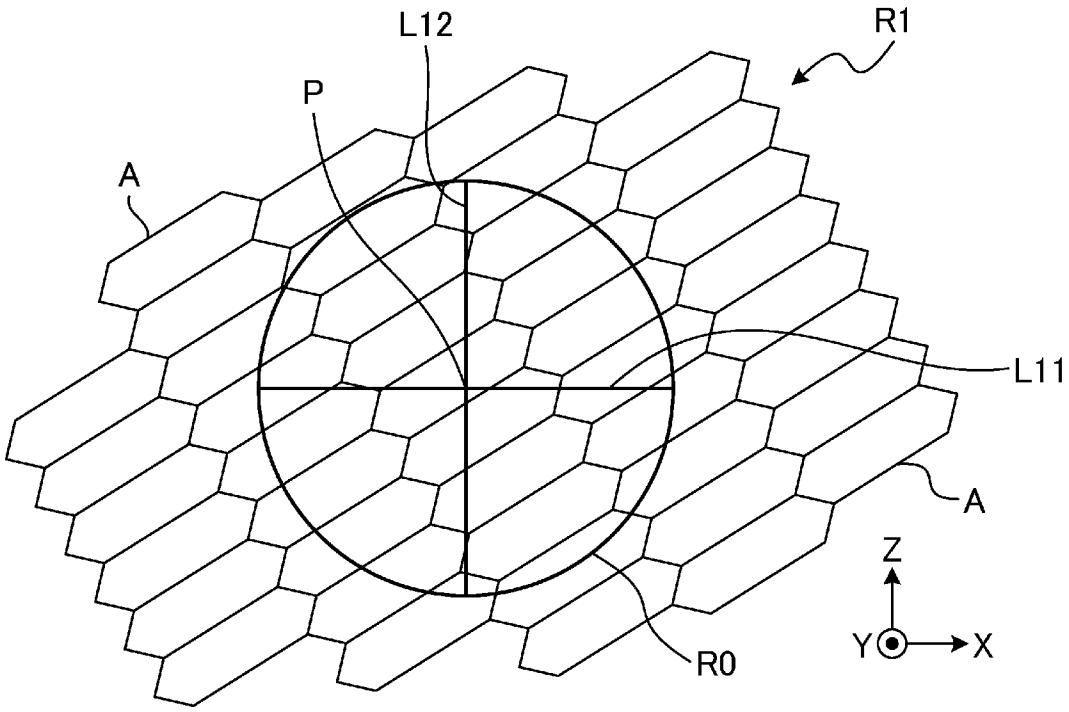
[図10]



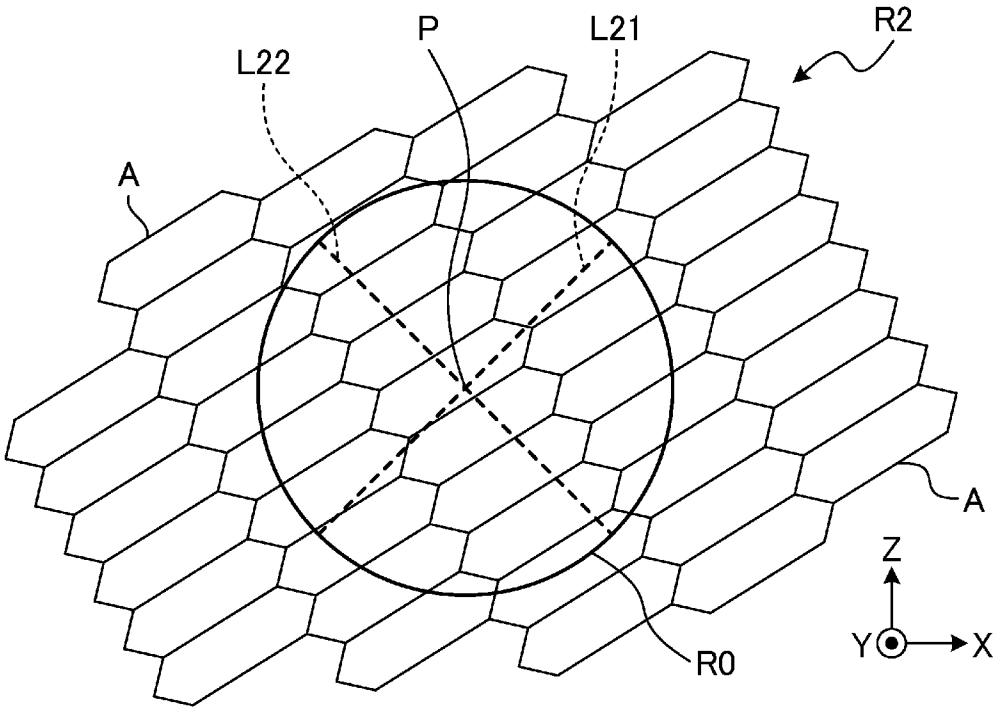
[図11]



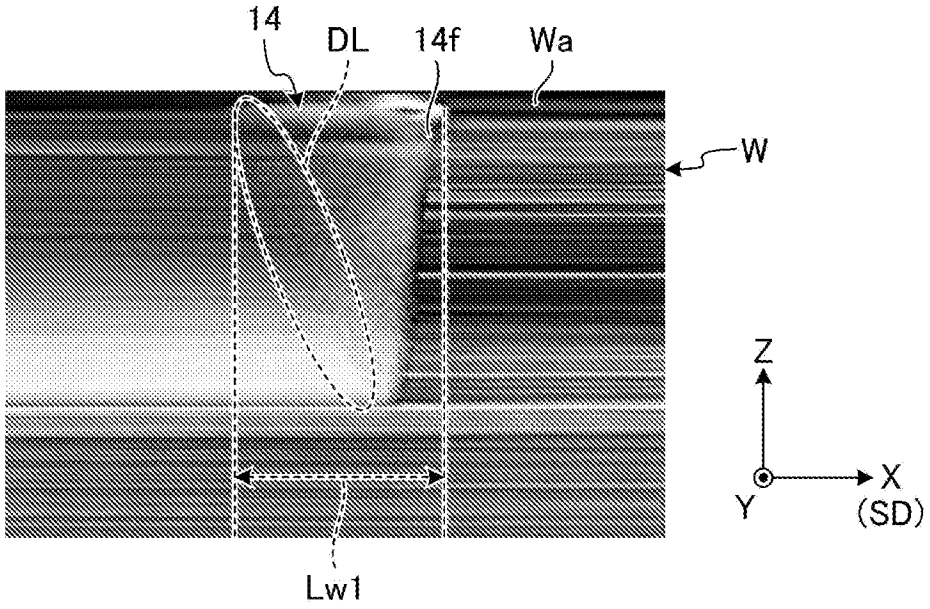
[図12]



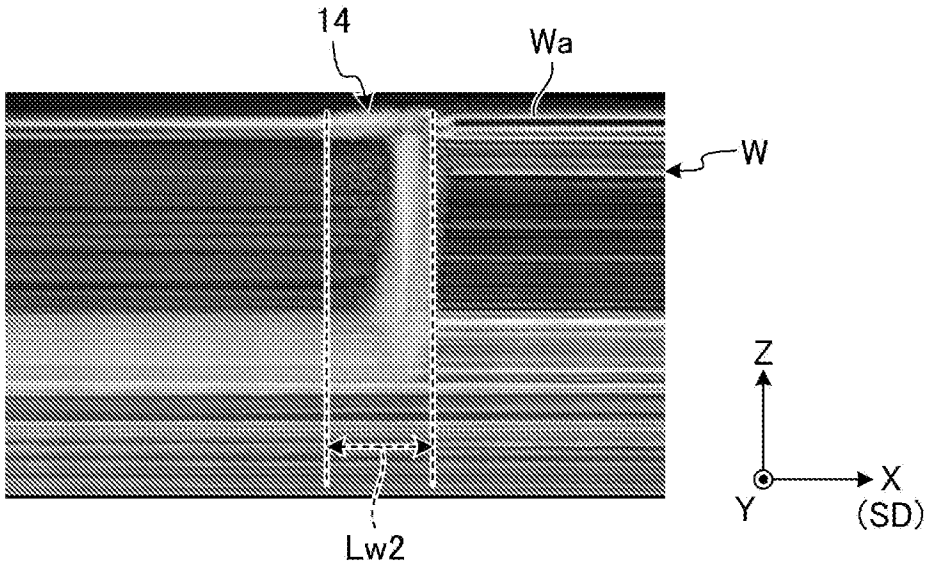
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/010248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K 26/21(2014.01)i; F28D 15/02(2006.01)i
FI: F28D15/02 106F; B23K26/21 P

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)
B23K26/21; F28D15/02

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.
Y	WO 2019/230385 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 05 December 2019 (2019-12-05) paragraphs [0018]-[0019], [0040]-[0041], fig. 1-3	1-12
Y	JP 2004-154813 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 03 June 2004 (2004-06-03) paragraphs [0012]-[0015], [0022], fig. 1-2	1-12
Y	JP 2005-313195 A (MIYACHI TECHNOS CORP.) 10 November 2005 (2005-11-10) paragraphs [0034], [0036], fig. 1	1-12
Y	JP 2002-316282 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 29 October 2002 (2002-10-29) paragraph [0040], fig. 9	1-12

☐ 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
02 April 2021 (02.04.2021)	20 April 2021 (20.04.2021)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/010248

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/230385 A1	05 Dec. 2019	JP 2019-207076 A TW 202004114 A	
JP 2004-154813 A	03 Jun. 2004	(Family: none)	
JP 2005-313195 A	10 Nov. 2005	(Family: none)	
JP 2002-316282 A	29 Oct. 2002	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/010248

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23K 26/21(2014.01)i; F28D 15/02(2006.01)i
FI: F28D15/02 106F; B23K26/21 P

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））

B23K26/21; F28D15/02

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
Y	WO 2019/230385 A1 (古河電気工業株式会社) 05.12.2019 (2019-12-05) [0018]-[0019], [0040]-[0041], [図1]-[図3]	1-12
Y	JP 2004-154813 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 03.06.2004 (2004-06-03) [0012]-[0015], [0022], [図1]-[図2]	1-12
Y	JP 2005-313195 A (ミヤチテクノス株式会社) 10.11.2005 (2005-11-10) [0034], [0036], [図1]	1-12
Y	JP 2002-316282 A (松下電器産業株式会社) 29.10.2002 (2002-10-29) [0040], [図9]	1-12

☐ 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
02.04.2021	20.04.2021

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）
古川　峻弘 3L 5370
電話番号 03-3581-1101 内線 3337

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/JP2021/010248

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/230385 A1	05.12.2019	JP 2019-207076 A	
		TW 202004114 A	
JP 2004-154813 A	03.06.2004	（ファミリーなし）	
JP 2005-313195 A	10.11.2005	（ファミリーなし）	
JP 2002-316282 A	29.10.2002	（ファミリーなし）	