

(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
2024年1月18日(18.01.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/014342 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01) H01L 23/522 (2006.01)
H01L 21/3205 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024636

(22) 国際出願日: 2023年7月3日(03.07.2023)

(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 2022-112651 2022年7月13日(13.07.2022) 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).

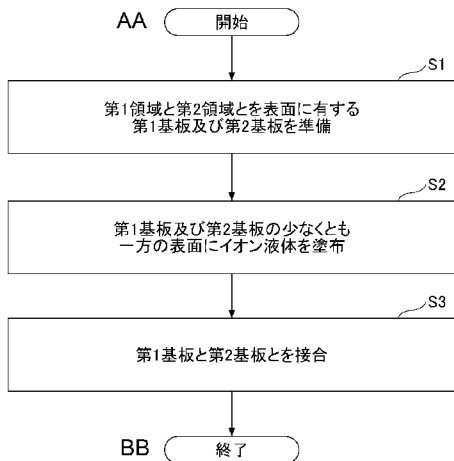
(72) 発明者: 上田 博一(UEDA, Hirokazu); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原3-4-30 ニッセイ新大阪ビル 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内 Osaka (JP).
関口 賢治(SEKIGUCHI, Kenji); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 岩下光秋(IWASHITA, Mitsuaki); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(54) Title: BONDING METHOD AND BONDING DEVICE

(54) 発明の名称: 接合方法及び接合装置

〔図1〕



S1 Prepare first substrate and second substrate, each of which has first region and second region on surface thereof
S2 Apply ionic fluid to surface of at least one of first substrate and second substrate
S3 Bond first substrate and second substrate
AA Start
BB End

(57) Abstract: A bonding method according to one embodiment of the present disclosure has: a step for preparing a first substrate and a second substrate, each of which has, on the surface thereof, a first region where an insulating film is exposed and a second region where an electroconductive film is exposed; a step for applying an ionic fluid to the surface of at least one of the first substrate and the second substrate; and a step for bonding the surface of the first substrate and the surface of the second substrate via the ionic fluid.

(57) 要約: 本開示の一態様による接合方法は、絶縁膜が露出する第1領域と、導電膜が露出する第2領域とを表面に有する第1基板及び第2基板を準備する工程と、前記第1基板及び前記第2基板の少なくとも一方の前記表面にイオン液体を塗布する工程と、前記イオン液体を介して前記第1基板の前記表面と前記第2基板の前記表面とを接合する工程と、を有する。

〔続葉有〕

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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：接合方法及び接合装置

技術分野

[0001] 本開示は、接合方法及び接合装置に関する。

背景技術

[0002] 表面に絶縁膜と導電膜とが形成された基板同士を接合する技術が知られている（例えば、特許文献 1，2 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 8 － 1 3 5 5 1 5 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 7 － 0 9 8 4 6 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、基板同士の接合面の酸化を抑制できる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様による接合方法は、絶縁膜が露出する第 1 領域と、導電膜が露出する第 2 領域とを表面に有する第 1 基板及び第 2 基板を準備する工程と、前記第 1 基板及び前記第 2 基板の少なくとも一方の前記表面にイオン液体を塗布する工程と、前記イオン液体を介して前記第 1 基板の前記表面と前記第 2 基板の前記表面とを接合する工程と、を有する。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板同士の接合面の酸化を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図 1 は、実施形態に係る接合方法を示すフローチャートである。

[図2]図 2 は、実施形態に係る接合方法を示す断面図である。

[図3]図 3 は、実施形態に係る接合方法を示す断面図である。

[図4]図4は、実施形態に係る接合方法を示す断面図である。

[図5]図5は、実施形態に係る接合方法を示す断面図である。

[図6]図6は、実施形態に係る接合方法を示す断面図である。

[図7]図7は、実施形態に係る接合方法を示す断面図である。

[図8]図8は、実施形態に係る接合装置を示す横断面図である。

[図9]図9は、実施形態に係る接合装置を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、添付の図面を参照しながら、本開示の限定的でない例示の実施形態について説明する。添付の全図面中、同一又は対応する部材又は部品については、同一又は対応する参照符号を付し、重複する説明を省略する。

[0009] [基板同士の接合]

近年、V L S I (Very Large-Scale Integration) の微細化、立体形化と共に、別々に作製された異なる基板の上に形成した電子回路素子同士を直接貼り合わせて1つの電子回路素子として造り込む3次元積層技術が注目されている。特に、一方の基板の絶縁膜及び導電膜を、それぞれ他方の基板の絶縁膜及び導電膜に同時に貼り合わせて圧着するハイブリッド接合は、V L S I の更なる高速化と低消費電力化のために重要である。導電膜は、例えば電極パッドであり、電気信号の入出力のために用いられる。

[0010] ハイブリッド接合では、それぞれ許容できる熱処理 (Thermal Budget) が異なる2つの基板 (例えばS i 基板上に作りこんだC - F E T (Complementary - Field Effect Transistor) のNチャネル (N c h) トランジスタ回路部とPチャネル (P c h) トランジスタ回路部の縦方向立体積層形成やS i 基板とG e やIII - V 族基板等の異種基板) を、電子回路素子を形成した後に貼り合わせることで1つの素子を形成できる。ハイブリッド接合では、異なる基板に形成された低インピーダンスの入出力回路間で信号通信をする必要がないため、基板に形成された電子回路素子間の信号伝達を飛躍的に高速化できる。

[0011] 以下では、ハイブリッド接合に関し、基板同士の接合面の酸化を抑制でき

る接合方法について説明する。

[0012] 〔接合方法〕

図1～図7を参照し、実施形態に係る接合方法について説明する。図1に示されるように、実施形態に係る接合方法はステップS1～S3を有する。ステップS1～S3は、この順に実施される。

[0013] ステップS1では、第1基板10及び第2基板20を準備する。

[0014] 第1基板10は、図2に示されるように、演算部11と、配線層12とを有する。

[0015] 演算部11は、下地基板13の一部を含んで形成される。演算部11は、例えばトランジスタ等の半導体デバイスを含む。下地基板13は、例えば半導体ウエハである。

[0016] 配線層12は、例えば多層配線である。配線層12は、配線14と、電極パッド15と、第1絶縁膜16と、第2絶縁膜17とを有する。配線14は、多層に設けられる。配線14は、例えば銅（Cu）により形成される。配線14は、演算部11と電氣的に接続される。電極パッド15は、下地基板13から最も離れた位置にある配線14の上に設けられる。電極パッド15は、配線14と電氣的に接続される。電極パッド15は、配線14を介して演算部11と電氣的に接続される。電極パッド15は、上面が露出する。電極パッド15は、例えばCuにより形成される。第1絶縁膜16は、例えば配線14間を埋める層間絶縁膜である。層間絶縁膜は、好ましくは低誘電率（Low-k）膜である。層間絶縁膜は、特に限定されないが、例えばSiO膜、SiN膜、SiOC膜、SiON膜、又はSiOCN膜である。SiO膜とは、珪素（Si）と酸素（O）とを含む膜を意味する。SiO膜におけるSiとOの原子比は1：1には限定されない。SiN膜、SiOC膜、SiON膜、及びSiOCN膜について同様である。第2絶縁膜17は、第1絶縁膜16の上に設けられる。第2絶縁膜17は、上面が露出する。第2絶縁膜17の上面は、例えば電極パッド15の上面と面一である。第2絶縁膜17は、例えば酸化膜を除く絶縁膜であってよい。この場合、ステップS

2において第1基板10の表面にイオン液体が塗布された際に、イオン液体に溶けて変質することを抑制できる。第2絶縁膜17は、例えばSiC膜である。

[0017] 配線層12は、例えば配線14と第1絶縁膜16との間にバリア膜を更に有していてもよい。配線層12は、例えば電極パッド15と第1絶縁膜16との間にバリア膜を更に有していてもよい。バリア膜は、配線14及び電極パッド15から第1絶縁膜16への金属拡散を抑制する。バリア膜は、特に限定されないが、例えばTa₂N₅膜、TiN膜である。Ta₂N₅膜とは、タンタル（Ta）と窒素（N）とを含む膜を意味する。Ta₂N₅膜におけるTaとNの原子比は1：1には限定されない。TiN膜についても同様である。

[0018] このように、第1基板10は、第2絶縁膜17が露出する第1領域A11と、電極パッド15が露出する第2領域A12とを表面10aに有する。なお、第2絶縁膜17は絶縁膜の一例であり、電極パッド15は導電膜の一例である。

[0019] 第2基板20は、例えば第1基板10と実質的に同じ構成を有する。第2基板20は、図3に示されるように、演算部21と、配線層22とを有する。

[0020] 演算部21は、下地基板23の一部を含んで形成される。

[0021] 配線層22は、例えば多層配線である。配線層22は、配線24と、電極パッド25と、第1絶縁膜26と、第2絶縁膜27とを有する。電極パッド25は、例えば電極パッド15と同じ材料により形成される。この場合、ステップS3において、イオン液体を介して電極パッド15と電極パッド25とが接触しても、異種金属接触腐食（ガルバニック腐食）が生じない。

[0022] このように、第2基板20は、第2絶縁膜27が露出する第1領域A21と、電極パッド25が露出する第2領域A22とを表面20aに有する。なお、第2絶縁膜27は絶縁膜の一例であり、電極パッド25は導電膜の一例である。

[0023] ステップS1は、化学的機械研磨（Chemical Mechanical Polishing：CM

P)により第1基板10の表面10a及び第2基板20の表面20aを平坦化することを含んでもよい。この場合、ステップS3において第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとを接合する際に、電極パッド15、25の露出面と第2絶縁膜17、27の露出面との間の段差に起因するボイドの発生を抑制できる。ステップS1は、表面10a、20aを平坦化した後に、洗浄液により表面10a、20aを洗浄することを含んでもよい。

[0024] ステップS2では、図4に示されるように、第1基板10の表面10aにイオン液体を塗布する。これにより、第1基板10の表面10aがイオン液体の液膜18で覆われるため、電極パッド15の露出面の酸化を防止できる。

[0025] ステップS2は、例えば第1基板10の表面10aに塗布された液膜18をゲル化又は固化させることを含んでもよい。この場合、塗布されたイオン液体が電極パッド15を構成する材料と反応して電極パッド15の露出面が溶けることを抑制できる。例えば、第1温度でゲル又は固体となるイオン液体を第2温度に加熱して液化させた状態で、第1温度に保持された第1基板10に塗布することにより、液膜18をゲル化又は固化できる。第1温度は、例えば室温であってよい。第2温度は、第1温度よりも高い温度であり、イオン液体を液化できる温度であれば特に限定されない。

[0026] イオン液体は、例えば酸化膜を溶かす材料を含んでもよい。この場合、第1基板10の表面10aにイオン液体を塗布することにより、電極パッド15の露出面に生じうる自然酸化膜等の酸化膜を除去できる。

[0027] イオン液体は、例えば炭素数が6以上のオキソ酸構造を含んでもよい。炭素数が6以上である場合、イオン液体は比較的低い温度で低粘性を示すため、比較的低い温度で第1基板10にイオン液体を塗布できる。炭素数は8以上であることが好ましい。この場合、低温で第1基板10にイオン液体を塗布しやすい。オキソ酸構造は、例えば陽イオン（カチオン）及び陰イオン（アニオン）の少なくとも一方が有してよい。オキソ酸構造としては、例え

ば炭素数が6以上のカルボン酸アニオンが挙げられる。炭素数が6以上のカルボン酸アニオンとしては、デカン酸アニオン ($C_{10}H_{19}COO^-$) が好適である。イオン液体が、炭素数が6以上のカルボン酸アニオンを含む場合、陽イオンとしては種々のものを利用できる。陽イオンとしては、例えばリン酸カチオン、硫酸カチオンが挙げられる。イオン液体としては、トリヘキシルテトラデシルホスホニウムデカノエート (THTDPO) が好適である。

[0028] ステップS2では、図5に示されるように、第1基板10と同様に、第2基板20の表面20aにイオン液体を塗布する。これにより、第2基板20の表面20aがイオン液体の液膜28で覆われるため、電極パッド25の露出面の酸化を防止できる。

[0029] ステップS2では、例えば第1基板10の表面10aのみにイオン液体を塗布してもよく、第2基板20の表面20aのみにイオン液体を塗布してもよい。ステップS2では、例えば第1基板10及び第2基板20の少なくとも一方の表面10a、20aにイオン液体を塗布してもよい。

[0030] ステップS3では、液膜18、28を介して第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとを接合する。

[0031] まず、図6に示されるように、第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとを対向させて保持し、第1基板10と第2基板20との位置合わせを行う。位置合わせは、例えば電極パッド15と電極パッド25とを対向させることを含む。位置合わせは、例えば第2絶縁膜17と第2絶縁膜27とを対向させることを含む。

[0032] 次に、図7に示されるように、液膜18、28が液化する温度に第1基板10及び第2基板20を加熱しながら、第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとを接近させて第1基板10と第2基板20とを圧着する。これにより、第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとが密着する。このとき、液膜18、28が液化したイオン液体が電極パッド15、25を溶かす。このため、イオン液体を介在して金属-金属結合、金

属－炭素－金属結合が生成され、電極パッド１５と電極パッド２５との間の接触抵抗が低減される。また、第１基板１０の表面１０aと第２基板２０の表面２０aとを接合する際に、第１基板１０と第２基板２０の接合面にあるイオン液体が押し出されて除去される。このため、第１基板１０の表面１０aと第２基板２０の表面２０aとを接合する前に液膜１８，２８を除去する必要がない。また、例えば電極パッド１５と電極パッド２５とが同じ材料により形成される場合には、イオン液体を介して電極パッド１５と電極パッド２５とが接触しても、ガルバニック腐食が生じない。例えばイオン液体としてＴＨＴＤＰ－ＤｃＯを用いる場合、ステップＳ３では、第１基板１０及び第２基板２０を２３０℃～２４０℃に加熱することが好ましい。

[0033] ステップＳ３では、例えば第１基板１０と第２基板２０とを圧着し、次いで液膜１８，２８が液化する温度に第１基板１０及び第２基板２０を加熱してもよい。

[0034] ステップＳ３では、真空雰囲気下で、液膜１８，２８を介して第１基板１０の表面１０aと第２基板２０の表面２０aとを接合してもよい。この場合、電極パッド１５，２５の表面が酸化性ガスや水分に触れることがないため、酸化腐食を抑制できる。イオン液体は、真空雰囲気下及び高温環境下でも揮発しにくいため、第１基板１０の表面１０aと第２基板２０の表面２０aとを接合する前に液膜１８，２８が消失することがない。

[0035] 以上に説明したように、実施形態に係る接合方法によれば、第１基板１０及び第２基板２０の少なくとも一方の接合面にイオン液体を塗布し、次いでイオン液体を介して第１基板１０の表面１０aと第２基板２０の表面２０aとを接合する。これにより、第１基板１０と第２基板２０との接合面がイオン液体で保護された状態で、第１基板１０と第２基板２０とを接合できる。このため、第１基板１０と第２基板２０との接合面の酸化を抑制できる。

[0036] 実施形態に係る接合方法によれば、第１基板１０の表面１０aと第２基板２０の表面２０aとを接合する際に、第１基板１０と第２基板２０の接合面にあるイオン液体が押し出されて除去される。このため、第１基板１０の表

面10aと第2基板20の表面20aとを接合する前にイオン液体の液膜18, 28を除去する必要がある。

[0037] 実施形態に係る接合方法によれば、真空雰囲気下で液膜18, 28を介して第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとを接合する。このため、電極パッド15, 25の表面が酸化性ガスや水分に触れることがないため、酸化腐食を抑制できる。イオン液体は、真空雰囲気下及び高温環境下でも揮発しにくいため、第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとを接合する前に液膜18, 28が消失することがない。このため、第1基板10と第2基板20とを圧着する際に液膜18, 28から脱ガスが生じにくい。また、圧着された面を高温環境下で真空状態に保つことができるため、非常に強い密着力が得られる。

[0038] 実施形態に係る接合方法によれば、第1基板10の表面10aと第2基板20の表面20aとを接合する際に、イオン液体が電極パッド15, 25を溶かす。このため、イオン液体を介在して金属－金属結合、金属－炭素－金属結合が生成され、電極パッド15と電極パッド25との間の接触抵抗が低減される。

[0039] ところで、従来のハイブリッド接合の一例として、基板の接合面をCMPにより平坦化した後に接合面にベンゾトリアゾール（BTA）を塗布し、接合面に露出する導電膜の表面酸化を抑制する方法がある。この方法では、BTAを除去した後に基板同士を接合するため、導電膜同士の接合が弱く、導電膜同士の接合面にボイドが発生し、接続不良となりやすい。

[0040] 従来のハイブリッド接合の別の一例として、基板の接合面をCMPにより平坦化した後に接合面に導電性接着剤を塗布し、導電性接着剤を介して導電膜同士を接合する方法がある。この方法では、導電性接着剤に起因して抵抗が上昇しやすい。また、導電性接着剤を介して隣り合う導電膜の間でリーク電流が流れやすい。

[0041] これに対し、実施形態に係る接合方法によれば、イオン液体を介して基板同士を接合するので、導電膜同士が強い密着力で接合する。このため、導電

膜同士の接合面にボイドが発生することを抑制できる。また、実施形態に係る接合方法によれば、基板同士を接合する際に不要なイオン液体が接合面から押し出され、隣り合う導電膜の間のイオン液体が除去される。このため、隣り合う導電膜の間でリーク電流が流れにくい。

[0042] 〔接合装置〕

図8及び図9を参照し、実施形態に係る接合方法を実施するための接合装置について説明する。

[0043] 図8に示されるように、接合装置は、内部を密閉可能な処理容器100を有する。処理容器100のX方向正方向側の側面には、上基板WU、下基板WL及び重合基板WTを搬送するための搬入出口101が設けられる。搬入出口101は、開閉シャッタ102により開閉される。

[0044] 処理容器100の内部は、内壁103によって、搬送領域T1と処理領域T2に区画される。搬入出口101は、搬送領域T1における処理容器100の側面に形成される。内壁103には、上基板WU、下基板WL及び重合基板WTを搬送するための搬入出口104が形成される。搬入出口104は、ゲートバルブ105により開閉される。ゲートバルブ105は、設けられなくてもよい。

[0045] 搬送領域T1のX方向正方向側には、上基板WU、下基板WL及び重合基板WTを一時的に載置するためのトランジション110が設けられる。トランジション110は、例えば2段に形成され、上基板WU、下基板WL及び重合基板WTのいずれか2つを同時に載置できる。

[0046] 搬送領域T1には、X方向に延伸する搬送路111上を移動自在な基板搬送体112が設けられる。基板搬送体112は、鉛直方向及び鉛直軸周りにも移動自在であり、搬送領域T1内、又は搬送領域T1と処理領域T2との間で上基板WU、下基板WL及び重合基板WTを搬送する。

[0047] 搬送領域T1のX方向負方向側には、上基板WU及び下基板WLの水平方向の向きを調節する位置調節機構120が設けられる。

[0048] 搬送領域T1における位置調節機構120のX方向負方向側には、Y方向

に沿って延伸するレール１３０が設けられる。レール１３０は、例えば位置調節機構１２０のＹ方向負方向側の外方からＹ方向正方向側の外方まで設けられる。レール１３０には、例えば２本のノズルアーム１３１、１３２が取り付けられる。

[0049] ノズルアーム１３１には、イオン液体を吐出するノズル１３３が支持される。ノズルアーム１３１は、ノズル駆動部１３４により、レール１３０上を移動自在である。これにより、ノズル１３３は、位置調節機構１２０のＹ方向正方向側から位置調節機構１２０に保持された上基板ＷＵ及び下基板ＷＬの上方まで移動できる。ノズルアーム１３１は、ノズル駆動部１３４によって昇降自在であり、ノズル１３３の高さを調節できる。ノズル１３３には、ノズル１３３にイオン液体を供給する供給管（図示せず）が接続される。供給管には、内部を流れるイオン液体を加熱するヒータ等の加熱機構が設けられる。

[0050] ノズルアーム１３２には、イオン液体を吐出するノズル１５０が支持される。ノズルアーム１３２は、ノズル駆動部１５１により、レール１３０上を移動自在である。これにより、ノズル１５０は、位置調節機構１２０のＹ方向負方向側から位置調節機構１２０に保持された上基板ＷＵ及び下基板ＷＬの上方まで移動できる。ノズルアーム１３２は、ノズル駆動部１５１によって昇降自在であり、ノズル１５０の高さを調節できる。ノズル１５０には、ノズル１５０にイオン液体を供給する供給管（図示せず）が接続される。供給管には、内部を流れるイオン液体を加熱するヒータ等の加熱機構が設けられる。ノズル１３３及びノズル１５０は、いずれか一方のみが設けられてもよい。

[0051] 処理領域Ｔ２には、下基板ＷＬを上面で載置して保持する下部チャック１６０と、上基板ＷＵを下面で吸着保持する上部チャック１６１とが設けられる。下部チャック１６０及び上部チャック１６１は、処理領域Ｔ２に収容される。上部チャック１６１は、下部チャック１６０の上方に設けられる。上部チャック１６１は、下部チャック１６０と対向配置可能に構成される。す

なわち、下部チャック１６０に保持された下基板WLと、上部チャック１６１に保持された上基板WUとは、対向して配置可能である。

[0052] 下部チャック１６０の内部には、直流電源（図示せず）に電氣的に接続されている静電吸着用の電極（図示せず）もしくは真空ポンプ（図示せず）に連通する吸引管（図示せず）が設けられる。下基板WLは、静電吸着用の電極に生じたクーロン力等の静電力もしくは吸引管からの吸引により下部チャック１６０の上面に吸着保持される。

[0053] 下部チャック１６０の内部には、ヒータ等の加熱機構１６０aが設けられる。加熱機構１６０aは、下部チャック１６０に吸着保持された下基板WLを加熱する。

[0054] 下部チャック１６０の下方には、シャフト１６２を介してチャック駆動部１６３が設けられる。チャック駆動部１６３は、下部チャック１６０を昇降させるように構成される。チャック駆動部１６３は、下部チャック１６０を水平方向に移動させるように構成されてもよい。チャック駆動部１６３は、下部チャック１６０を鉛直軸周りに回転させるように構成されてもよい。

[0055] 上部チャック１６１の内部には、直流電源（図示せず）に電氣的に接続されている静電吸着用の電極（図示せず）もしくは真空ポンプ（図示せず）に連通する吸引管（図示せず）が設けられる。上基板WUは、静電吸着用の電極に生じたクーロン力等の静電力もしくは吸引管からの吸引により上部チャック１６１の下面に吸着保持される。

[0056] 上部チャック１６１の内部には、ヒータ等の加熱機構１６１aが設けられる。加熱機構１６１aは、上部チャック１６１に吸着保持された上基板WUを加熱する。

[0057] 上部チャック１６１の上方には、Y方向に沿って延伸するレール１６４が設けられる。上部チャック１６１は、チャック駆動部１６５によりレール１６４上を移動可能である。チャック駆動部１６５は、上部チャック１６１を昇降させるように構成される。チャック駆動部１６５は、上部チャック１６１を鉛直軸周りに回転させるように構成されてもよい。

[0058] 搬送領域 T 1 には、搬送領域 T 1 と処理領域 T 2 との間を移動し、かつ上基板 W U の表裏面を反転させる反転機構 1 7 0 が設けられる。反転機構 1 7 0 は、上基板 W U を保持する保持アーム 1 7 1 を有する。保持アーム 1 7 1 上には、上基板 W U を吸着して水平に保持する吸着パッド（図示せず）が設けられる。保持アーム 1 7 1 は、駆動部 1 7 3 に支持される。駆動部 1 7 3 は、保持アーム 1 7 1 を水平軸周りに回転させるように構成され、かつ保持アーム 1 7 1 を水平方向に伸縮させるように構成される。駆動部 1 7 3 の下方には、駆動部 1 7 4 が設けられる。駆動部 1 7 4 は、駆動部 1 7 3 を鉛直軸周りに回転させるように構成され、かつ駆動部 1 7 3 を鉛直方向に昇降させるように構成される。駆動部 1 7 4 は、Y 方向に延伸するレール 1 7 5 に取り付けられる。レール 1 7 5 は、処理領域 T 2 から搬送領域 T 1 まで延伸する。反転機構 1 7 0 は、駆動部 1 7 4 によりレール 1 7 5 に沿って位置調節機構 1 2 0 と上部チャック 1 6 1 との間を移動可能になっている。反転機構 1 7 0 の構成は、これに限定されず、上基板 W U の表裏面を反転させることができればよい。反転機構 1 7 0 は、例えば処理領域 T 2 に設けられてもよい。また、基板搬送体 1 1 2 に反転機構を設け、反転機構 1 7 0 の位置に別の搬送機構を設けてもよい。

[0059] 処理領域 T 2 における処理容器 1 0 0 の側面には、排気ポート 1 8 1 が設けられる。排気ポート 1 8 1 には、排気通路 1 8 2 が接続される。排気通路 1 8 2 には、圧力調整弁 1 8 3 及び真空ポンプ 1 8 4 が順次介設されて、処理領域 T 2 を排気できるようになっている。

[0060] [接合装置の動作]

接合装置において、上基板 W U と下基板 W L とを接合する場合の動作について説明する。下基板 W L は第 1 基板 1 0 に対応し、上基板 W U は第 2 基板 2 0 に対応する。

[0061] まず、接合装置に上基板 W U が搬送される。上基板 W U は、トランジション 1 1 0 を介して基板搬送体 1 1 2 により位置調節機構 1 2 0 に搬送される。続いて、ノズルアーム 1 3 1 によってノズル 1 3 3 を上基板 W U の中心部

上方に移動させる。続いて、上基板WUを回転させながら、ノズル133から上基板WUの表面にイオン液体を供給する。供給されたイオン液体は遠心力により上基板WUの表面に拡散されて、当該表面にイオン液体が塗布される（図1のステップS2）。続いて、位置調節機構120によって上基板WUの水平方向の向きが調節される。

[0062] 次に、位置調節機構120から反転機構170の保持アーム171に上基板WUが受け渡される。続いて、搬送領域T1において、保持アーム171を反転させることにより、上基板WUの表裏面が反転される。すなわち、上基板WUの表面が下方に向けられる。続いて、反転機構170が上部チャック161側に移動し、反転機構170から上部チャック161に上基板WUが受け渡される。上基板WUは、上部チャック161にその裏面が吸着保持される。続いて、上部チャック161は、チャック駆動部165によって下部チャック160の上方であって当該下部チャック160に対向する位置まで移動する。そして、上基板WUは、後述する下基板WLが接合装置に搬送されるまで上部チャック161で待機する。なお、上基板WUの表裏面の反転は、反転機構170の移動中に行われてもよい。

[0063] 次に、接合装置に下基板WLが搬入される。下基板WLは、トランジション110を介して基板搬送体112により位置調節機構120に搬送される。続いて、ノズルアーム131によってノズル133を下基板WLの中心部上方に移動させる。続いて、下基板WLを回転させながら、ノズル133から下基板WLの表面にイオン液体を供給する。供給されたイオン液体は遠心力により下基板WLの表面に拡散されて、当該表面にイオン液体が塗布される（図1のステップS2）。続いて、位置調節機構120によって下基板WLの水平方向の向きが調節される。

[0064] 次に、下基板WLは、基板搬送体112によって下部チャック160に搬送され、下部チャック160に吸着保持される。このとき、下基板WLの表面が上方を向くように、下基板WLの裏面が下部チャック160に保持される。なお、下部チャック160の上面には基板搬送体112の形状に適合す

る溝（図示せず）が形成され、下基板WLの受け渡しの際に基板搬送体112と下部チャック160とが干渉するのを避けるようにしてもよい。

[0065] 次に、ゲートバルブ105により搬入出口104を閉じ、真空ポンプ184により処理領域T2を排気して減圧する。

[0066] 次に、下部チャック160に保持された下基板WLと上部チャック161に保持された上基板WUとの水平方向の位置調節を行う。具体的には、まず、例えばCCDカメラを用いて、下基板WLの表面と上基板WUの表面を撮像する。そして、撮像された画像に基づいて、予め定められた下基板WLの表面の基準点（図示せず）と上基板WUの表面の基準点（図示せず）とが合致するように、上部チャック161によって上基板WUの水平方向の位置が調節される。なお、下部チャック160がチャック駆動部163によって水平方向に移動自在である場合には、下部チャック160によって下基板WLの水平方向の位置を調節してもよい。また、下部チャック160及び上部チャック161の両方で下基板WLと上基板WUの相対的な水平方向の位置を調節してもよい。

[0067] 次に、チャック駆動部163によって下部チャック160を上昇させ、下部チャック160に保持された下基板WLの表面と上部チャック161に保持された上基板WUの表面とを当接させて圧着する。また、加熱機構160aにより下基板WLを加熱し、加熱機構161aにより上基板WUを加熱する。これにより、イオン液体を介して上基板WUと下基板WLとが接合され、重合基板WTが形成される（図1のステップS3）。

[0068] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0069] 本国際出願は、2022年7月13日に出願した日本国特許出願第2022-112651号に基づく優先権を主張するものであり、当該出願の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

[0070] 1 0 第 1 基板
 1 0 a 表面
 1 5 電極パッド
 1 7 第 2 絶縁膜
 1 8 液膜
 2 0 第 2 基板
 2 0 a 表面
 2 5 電極パッド
 2 7 第 2 絶縁膜
 2 8 液膜
 A 1 1 , A 2 1 第 1 領域
 A 1 2 , A 2 2 第 2 領域

請求の範囲

- [請求項1] 絶縁膜が露出する第1領域と、導電膜が露出する第2領域とを表面に有する第1基板及び第2基板を準備する工程と、
前記第1基板及び前記第2基板の少なくとも一方の前記表面にイオン液体を塗布する工程と、
前記イオン液体を介して前記第1基板の前記表面と前記第2基板の前記表面とを接合する工程と、
を有する、接合方法。
- [請求項2] 前記準備する工程は、化学的機械研磨により前記第1基板の表面及び前記第2基板の表面を処理する工程を含む、
請求項1に記載の接合方法。
- [請求項3] 前記塗布する工程は、前記第1基板の表面及び前記第2基板の表面に前記イオン液体を塗布する工程を含む、
請求項1に記載の接合方法。
- [請求項4] 前記接合する工程は、
前記第1基板と前記第2基板とを圧着する工程と、
前記第1基板及び前記第2基板を加熱する工程と、
を含む、
請求項1に記載の接合方法。
- [請求項5] 前記塗布する工程は、前記第1基板及び前記第2基板の少なくとも一方の前記表面に塗布された前記イオン液体をゲル化させることを含み、
前記加熱する工程は、前記塗布する工程においてゲル化した前記イオン液体を液化させることを含み、
請求項4に記載の接合方法。
- [請求項6] 前記接合する工程は、真空雰囲気下で行われる、
請求項1に記載の接合方法。
- [請求項7] 前記第1基板の表面に露出する導電膜と、前記第2基板の表面に露

出する導電膜とは、同じ材料により形成される、
請求項 1 に記載の接合方法。

[請求項8] 前記イオン液体は、T H T D P - D c Oである、
請求項 1 に記載の接合方法。

[請求項9] 絶縁膜が露出する第 1 領域と、導電膜が露出する第 2 領域とを表面
に有する第 1 基板及び第 2 基板の少なくとも一方の前記表面にイオン
液体を塗布する塗布機構と、

前記第 1 基板の表面と前記第 2 基板の表面とを対向させてそれぞれ
保持する第 1 保持部及び第 2 保持部と、

前記第 1 保持部及び前記第 2 保持部を相対的に接近させることによ
り、前記第 1 基板の前記表面と前記第 2 基板の前記表面とを密着させ
る駆動機構と、

を備える、

接合装置。

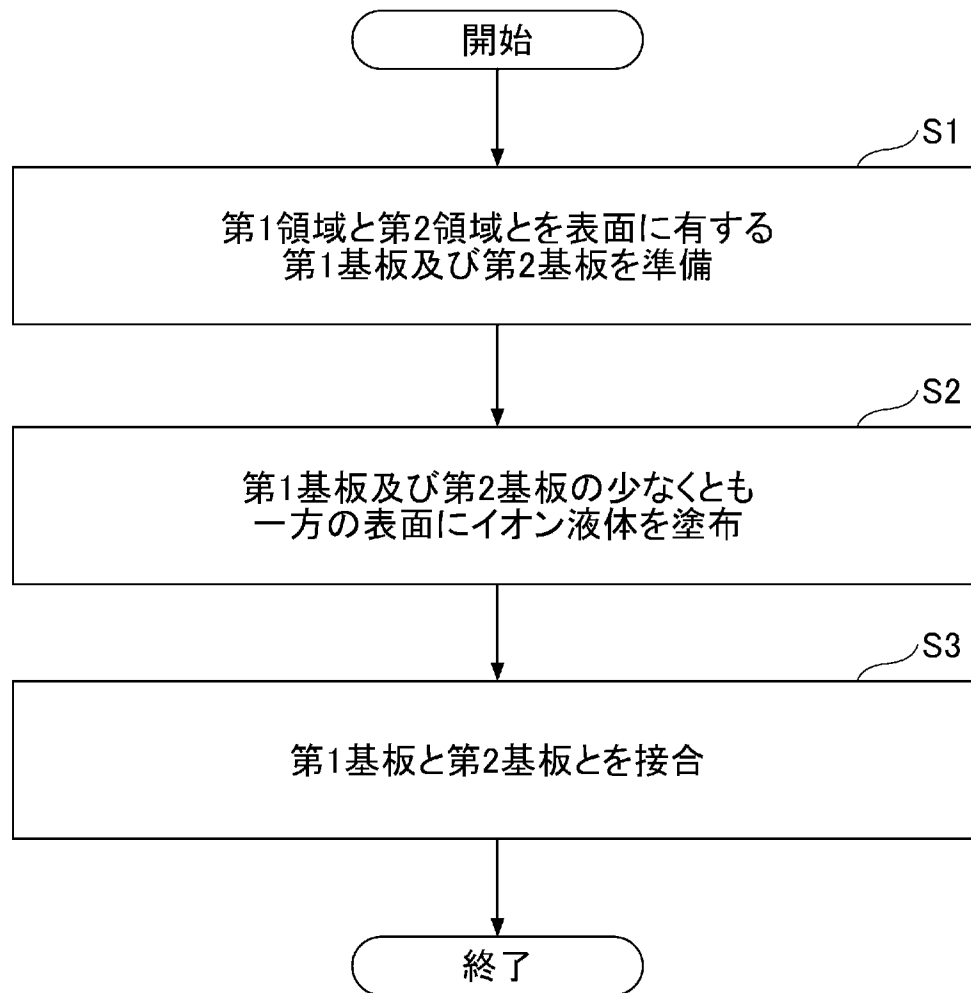
[請求項10] 前記第 1 保持部及び前記第 2 保持部にそれぞれ保持された前記第 1
基板及び前記第 2 基板を加熱する加熱機構を更に備える、
請求項 9 に記載の接合装置。

[請求項11] 前記第 1 保持部及び前記第 2 保持部を収容する処理容器と、
前記処理容器の内部を排気する真空ポンプと、
を更に備える、
請求項 9 に記載の接合装置。

[請求項12] 前記第 1 基板の表面に露出する導電膜と、前記第 2 基板の表面に露
出する導電膜とは、同じ材料により形成される、
請求項 9 に記載の接合装置。

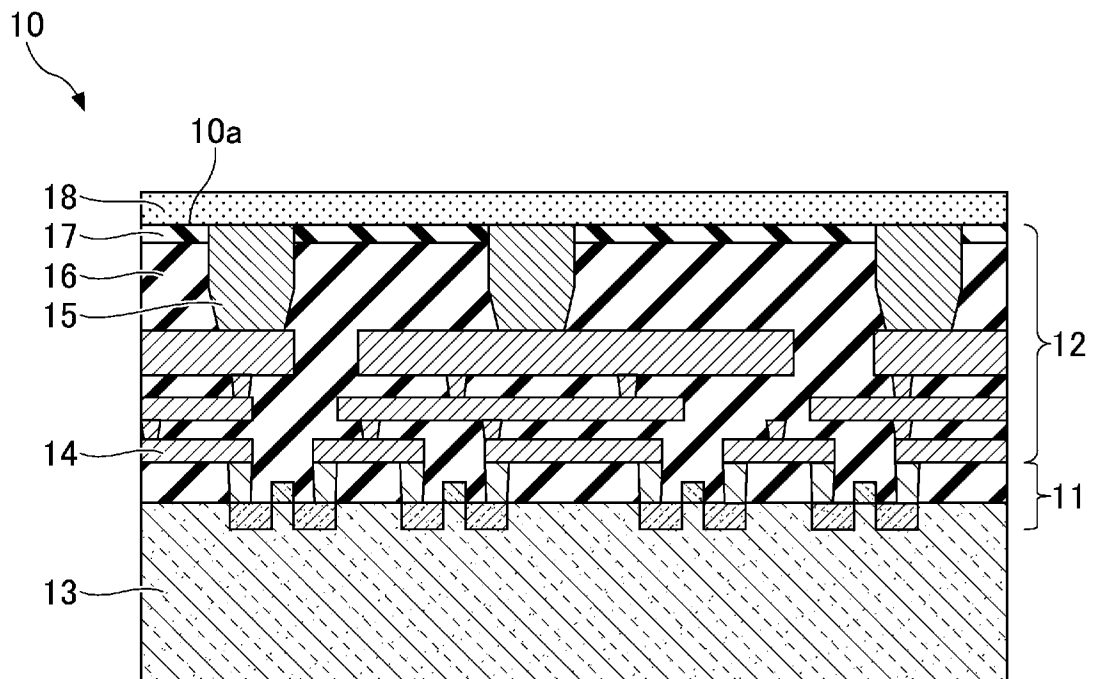
[請求項13] 前記イオン液体は、T H T D P - D c Oである、
請求項 9 に記載の接合装置。

[図1]

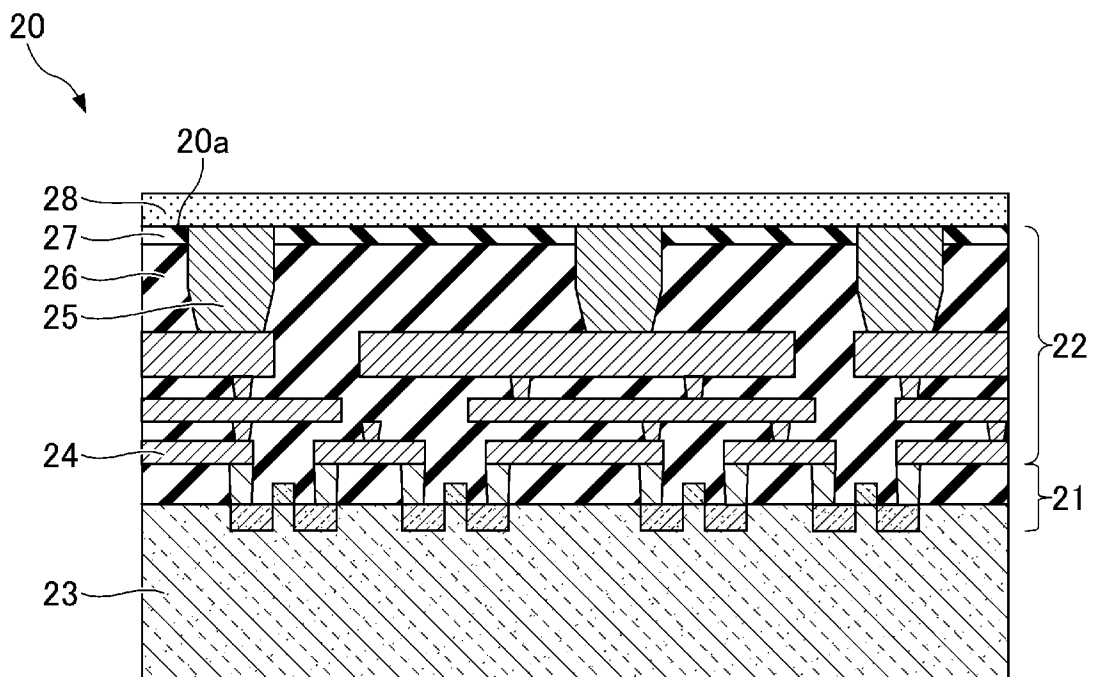


A cross-sectional view of a semiconductor device 10. The device features a substrate 13 at the base, which is covered by a layer 14. Above layer 14 is a stack of layers 15, 16, and 17. A series of vertical structures, labeled 10a, are formed in the substrate 13 and extend through layers 14, 15, 16, and 17. The device is divided into two regions, A11 and A12, by a vertical dashed line. The regions A11 and A12 are defined by the width of the vertical structures 10a. The regions A11 and A12 are separated by a vertical dashed line.

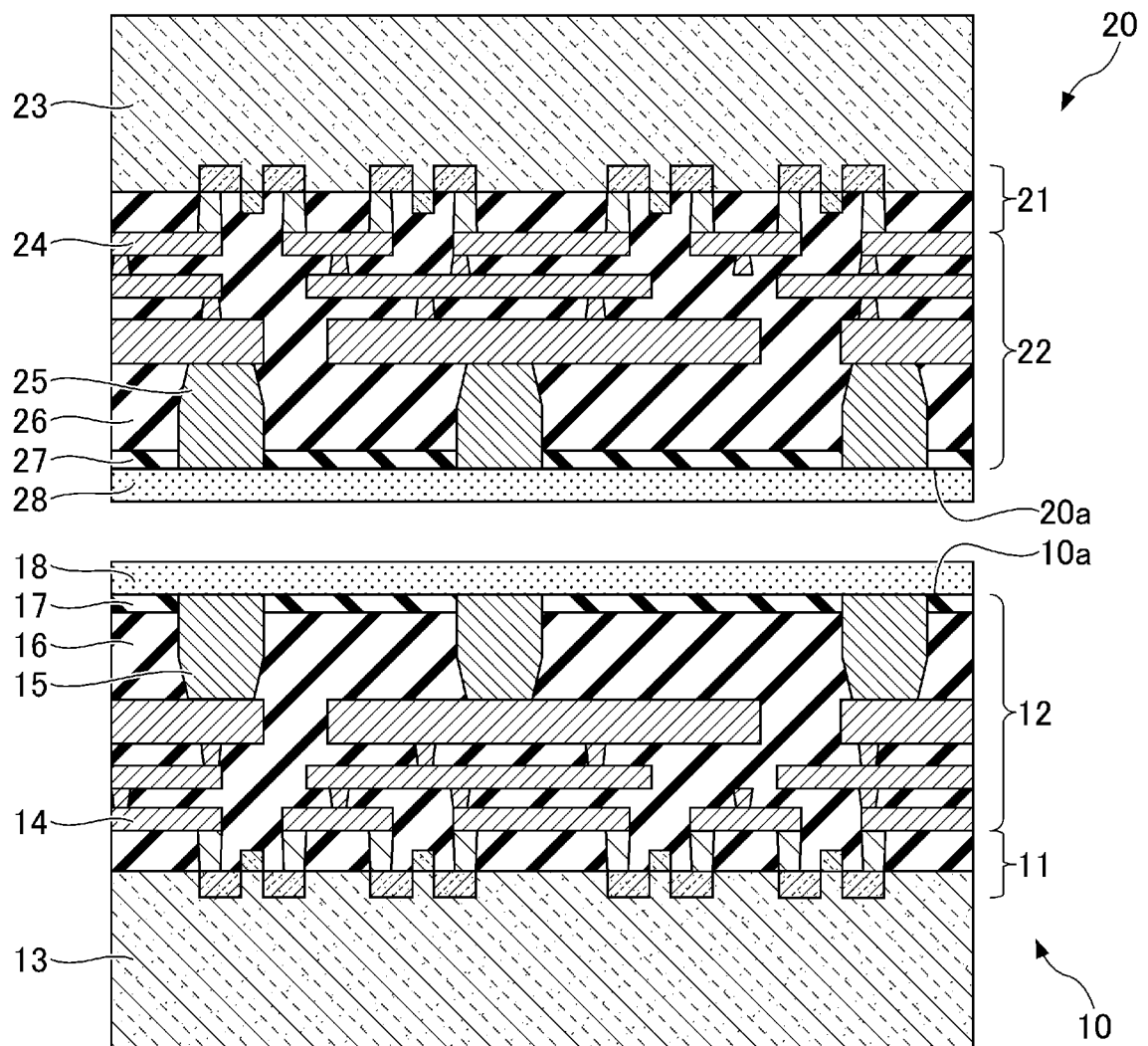
[図4]



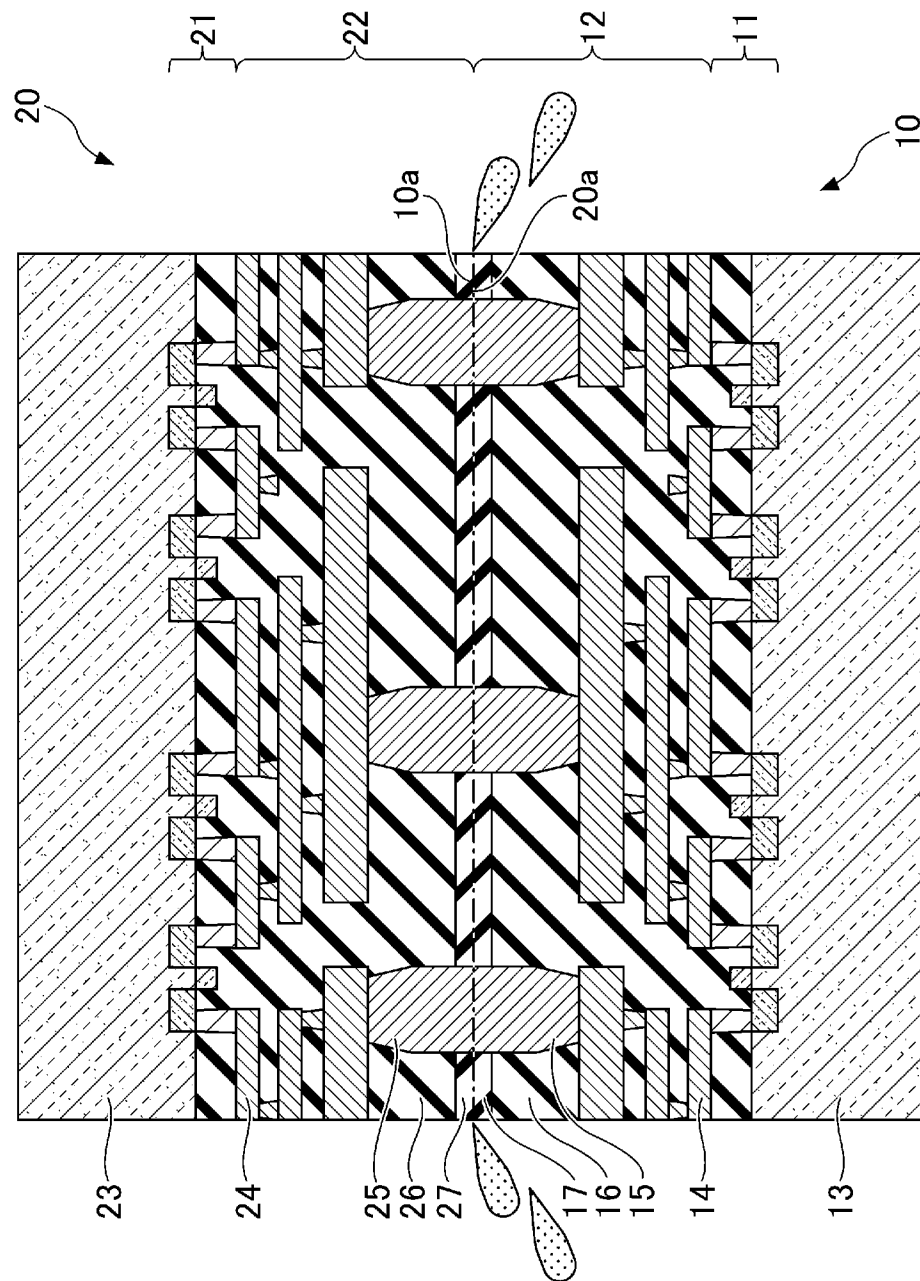
[図5]



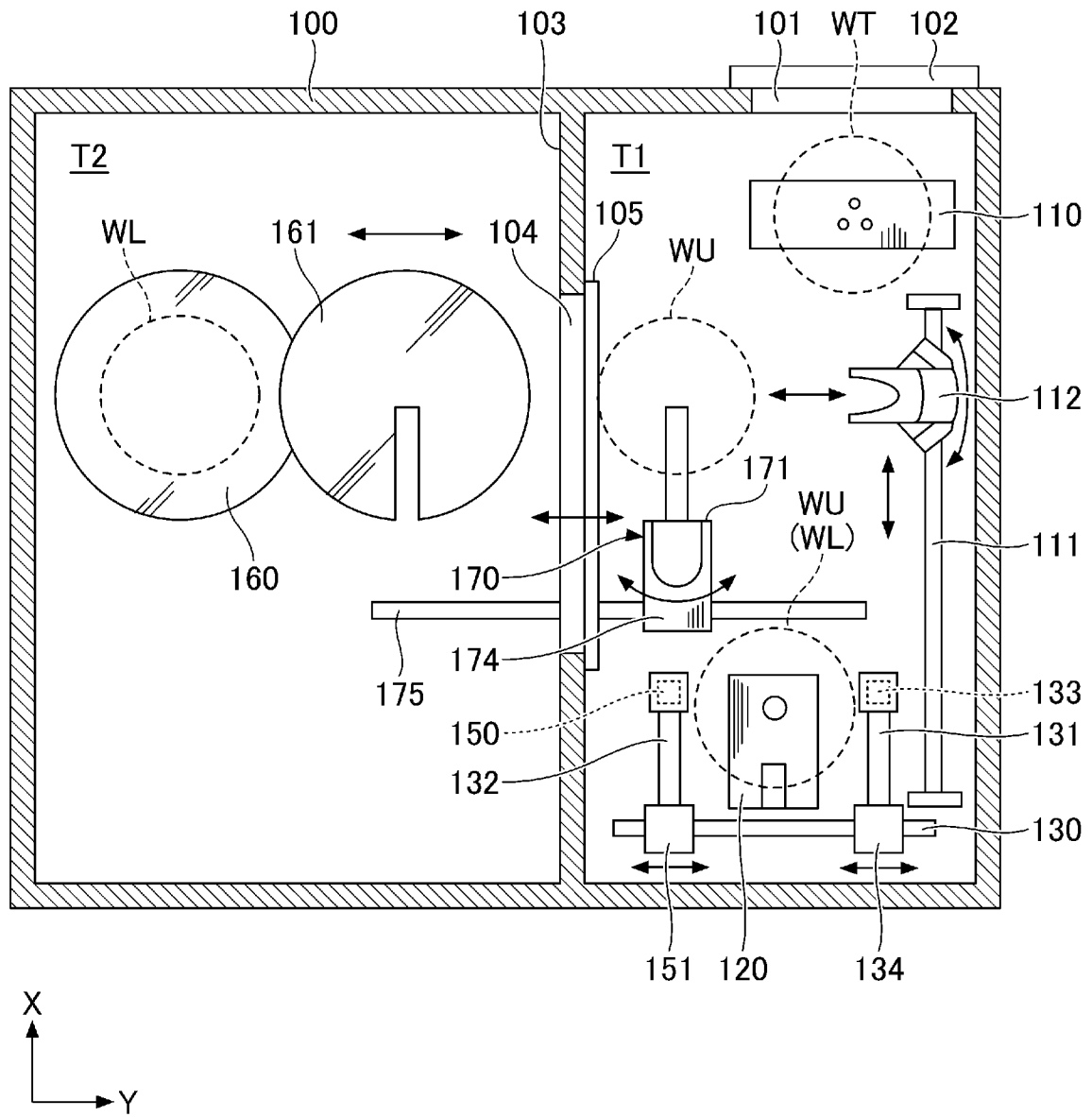
[図6]



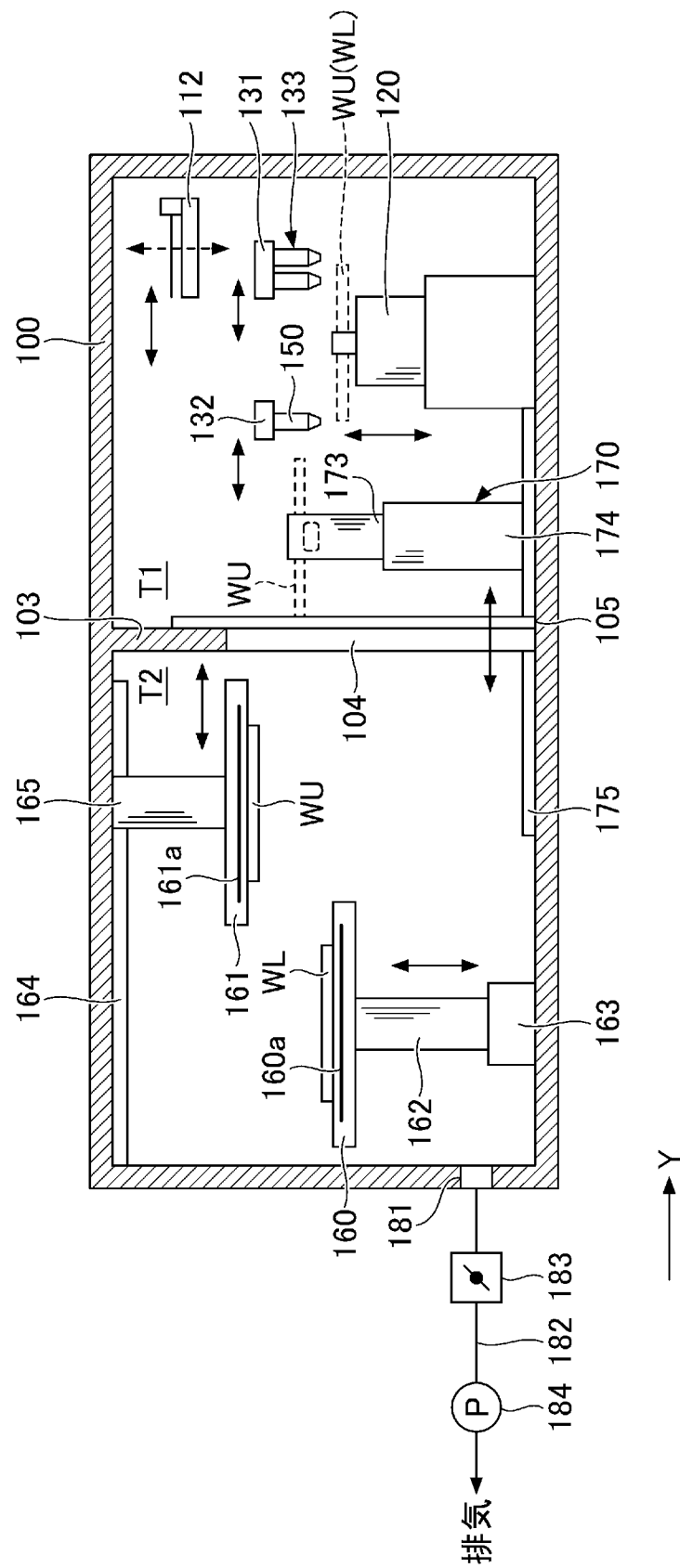
[図7]



[図8]



【図9】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024636

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/02(2006.01)i; **H01L 21/60**(2006.01)i; **H01L 21/3205**(2006.01)i; **H01L 21/768**(2006.01)i; **H01L 23/522**(2006.01)i
FI: H01L21/02 B; H01L21/88 T; H01L21/60 311Z

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)

H01L21/02; H01L21/60; H01L21/3205; H01L21/768; H01L23/522

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2021-157934 A (JAPAN DISPLAY INC) 07 October 2021 (2021-10-07) paragraphs [0016], [0021], [0053]-[0070], fig. 9-14	1, 6, 7, 9, 11, 12
A		2-5, 8, 10, 13
A	WO 2014/157227 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 02 October 2014 (2014-10-02) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2013-251405 A (SUGA, Tadatomo) 12 December 2013 (2013-12-12) entire text, all drawings	1-13
A	WO 2021/220883 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 04 November 2021 (2021-11-04) entire text, all drawings	1-13
E, A	JP 2023-105681 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 31 July 2023 (2023-07-31) entire text, all drawings	1-13
E, A	JP 2023-105682 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 31 July 2023 (2023-07-31) entire text, all drawings	1-13



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

06 September 2023

Date of mailing of the international search report

19 September 2023

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/024636

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-157934	A	07 October 2021	US 2023/0013572 A1 paragraphs [0036], [0041], [0073]-[0090], fig. 9-14 WO 2021/192865 A1	
WO	2014/157227	A1	02 October 2014	US 2016/0013088 A1 entire text, all drawings JP 2014-189583 A KR 10-2015-0125682 A TW 201437318 A	
JP	2013-251405	A	12 December 2013	JP 2017-216469 A	
WO	2021/220883	A1	04 November 2021	CN 115443523 A KR 10-2023-0002781 A TW 202208075 A	
JP	2023-105681	A	31 July 2023	(Family: none)	
JP	2023-105682	A	31 July 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/02(2006.01)i; H01L 21/60(2006.01)i; H01L 21/3205(2006.01)i; H01L 21/768(2006.01)i; H01L 23/522(2006.01)i FI: H01L21/02 B; H01L21/88 T; H01L21/60 311Z		
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）） H01L21/02; H01L21/60; H01L21/3205; H01L21/768; H01L23/522 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 A	JP 2021-157934 A（株式会社ジャパンディスプレイ）07.10.2021（2021-10-07） 段落[0016], [0021], [0053]-[0070], 図9-14	1, 6, 7, 9, 11, 12 2-5, 8, 10, 13
A	WO 2014/157227 A1（富士フイルム株式会社）02.10.2014（2014-10-02） 全文、全図	1-13
A	JP 2013-251405 A（須賀 唯知）12.12.2013（2013-12-12） 全文、全図	1-13
A	WO 2021/220883 A1（東京エレクトロン株式会社）04.11.2021（2021-11-04） 全文、全図	1-13
E, A	JP 2023-105681 A（東京エレクトロン株式会社）31.07.2023（2023-07-31） 全文、全図	1-13
E, A	JP 2023-105682 A（東京エレクトロン株式会社）31.07.2023（2023-07-31） 全文、全図	1-13
☐ 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、一般的な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 06.09.2023		国際調査報告の発送日 19.09.2023
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） 正山 旭 5F 9276 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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/JP2023/024636

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-157934	A	07.10.2021	US 2023/0013572 A1 段落[0036], [0041], [0073]- [0090], 図9-14 WO 2021/192865 A1	
WO	2014/157227	A1	02.10.2014	US 2016/0013088 A1 全文、全図 JP 2014-189583 A KR 10-2015-0125682 A TW 201437318 A	
JP	2013-251405	A	12.12.2013	JP 2017-216469 A	
WO	2021/220883	A1	04.11.2021	CN 115443523 A KR 10-2023-0002781 A TW 202208075 A	
JP	2023-105681	A	31.07.2023	(ファミリーなし)	
JP	2023-105682	A	31.07.2023	(ファミリーなし)	