

(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
2012年2月9日(09.02.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/018075 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 16/458 (2006.01) H01L 21/318 (2006.01)
C23C 14/50 (2006.01) H01L 31/04 (2006.01)
H01L 21/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/067854
- (22) 国際出願日: 2011年8月4日(04.08.2011)
- (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 2010-175176 2010年8月4日(04.08.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社島津製作所(SHIMADZU CORPORATION)
[JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 東 正久(HIGASHI, Masahisa) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 中谷 敦夫(NAKATANI,

Atsuo) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).

- (74) 代理人: 永井 冬紀(NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 富国生命ビル 永井特許事務所 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, 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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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,

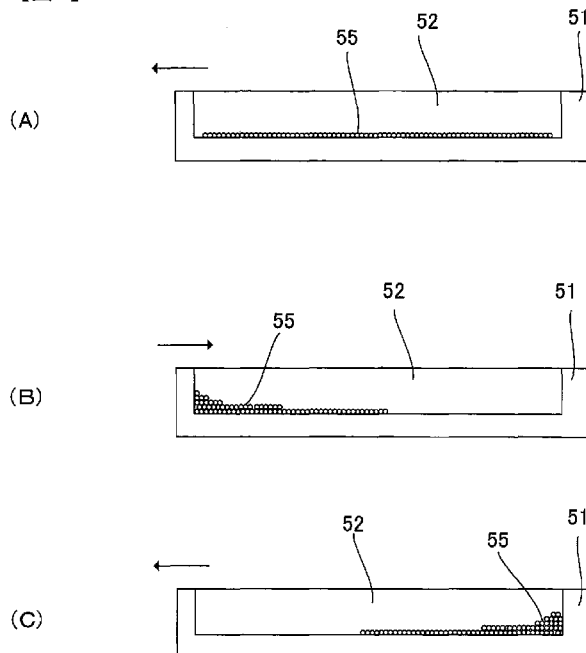
[続葉有]

(54) Title: SURFACE TREATMENT DEVICE AND SURFACE TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 表面処理装置および表面処理方法

[図5]

【図5】



(57) Abstract: This surface treatment method comprises a step for accommodating a container in which an object to be treated is accommodated, and a treatment step for treating a surface of the object while the container is caused to perform a reciprocating motion and/or a swinging motion, and the object is caused to roll in the container.

(57) 要約: 本発明の表面処理方法は、被処理体が收容される容器を收容工程と、容器を往復動作あるいは揺動動作の少なくとも一方の動作をさせて被処理体を容器内で転動させながら、被処理体の表面に処理を施す処理工程とを備えている。

WO 2012/018075 A1



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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： 表面処理装置および表面処理方法

技術分野

[0001] この発明は、被処理体の表面に薄膜を成膜したり、不純物イオンを拡散する等の表面処理を施すための表面処理装置および表面処理方法に関する。

背景技術

[0002] p型シリコン基板にn型不純物を拡散した球状の太陽電池が知られている。このような球状の部材の表面に不純物イオンを拡散したり、あるいは反射防止兼性能向上用の、例えばSiN_x（窒化シリコン）等のパッシベーション膜を成膜する場合、通常の基板への表面処理と同様な方法では、均一な厚さに処理することが困難である。

[0003] 球状の被処理体の表面に、スパッタリング法あるいはプラズマCVD法により薄膜を形成する方法として、真空チャンバ内に六角筒型バレルを配置し、この六角筒型バレルを、重力に対して垂直な方向に配置された軸を中心に回転させ、六角筒型バレル内に収容された被処理体を攪拌させながら薄膜を形成する方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-257472号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記先行文献に記載された方法では、六角筒型バレル内に収容された被処理体は、六角筒型バレルの回転に伴って上昇し、重力の作用によって落下させながら、被処理体の表面に薄膜を形成するものである。このようにすれば、球状の被処理体は、六角筒型バレルの回転に伴って上昇し、重力の作用によって落下する動作によって回転させ、全表面に薄膜が形成される。

しかしながら、被処理体が球状の場合、特に、微小な部材である場合には

、被処理体は、六角筒型バレルの回転に追従して上昇する作用が小さくなり、上昇する高さが極めて小さくなってしまふ。つまり、被処理体は、六角筒型バレルの最も低い箇所の直ぐ近傍に、ほぼ直線状の厚い層状に集合し、殆ど攪拌作用が行われない状態となる。このため、被処理体に均一な厚さに成膜をすることが困難であった。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の表面処理装置は、被処理体が収容される容器と、容器を収容する空間を有し、被処理体の表面を処理するためのガスが導入される処理室を有する表面処理ユニットと、被処理体が収容される容器を、往復動作または揺動動作の少なくとも一つの動作をさせる容器駆動機構とを具備する。

本発明の第2の態様による表面処理装置は、第1の態様における表面処理装置において、表面処理ユニットは、容器と対向する面が平坦な電極板を含み、容器駆動機構は、容器を、電極板にほぼ平行な面内において、容器に収容される被処理体を転動させるように構成されている。

本発明の第3の態様による表面処理装置は、第1の態様または第2の態様のいずれかの態様における表面処理装置において、表面処理ユニットは、容器と対向する面が平坦な電極板を含み、容器駆動機構は、容器を、電極板に垂直な方向に揺動動作させるように構成されている。

本発明の第4の態様による表面処理装置は、第1乃至第3の態様のいずれかの態様における表面処理装置において、容器駆動機構は、少なくとも一対のローラと、ローラを駆動する駆動ユニットを有する。

本発明の第5の態様による表面処理装置は、第1乃至第4の態様のいずれかの態様における表面処理装置において、容器駆動機構は、容器の移動を停止させるストッパを含む。

本発明の第6の態様による表面処理装置は、第1乃至第5の態様のいずれかの態様における表面処理装置において、表面処理ユニットは、球状、柱状または多面体の被処理体の表面に薄膜を成膜するためのプラズマ発生ユニットを有する。

[0007] 本発明の第7の態様による表面処理方法は、被処理体が収容される容器を収容する収容工程と、容器を往復動作あるいは揺動動作の少なくとも一方の動作をさせて被処理体を容器内で転動させながら被処理体の表面に処理を施す処理工程とを備えている。

本発明の第8の態様による表面処理方法は、第7の態様の表面処理方法において、重力に対してほぼ垂直な面内において、容器を往復動作あるいは揺動動作の少なくとも一方の動作をさせる。

本発明の第9の態様による表面処理方法は、第7の態様または第8の態様における表面処理方法において、容器を、重力方向に揺動動作させる。

発明の効果

[0008] この発明によれば、容器を往復動作または揺動動作させることにより、被処理体の表面を均一に処理することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]この発明のインライン式プラズマCVD装置のブロック図。

[図2]図1の成膜室の搬送系構造を説明するためのII—II線切断断面図。

[図3]図1の成膜室に設けられた搬送機構の斜視図。

[図4] (A) ~ (C) は容器の往復動作を説明するための側面図。

[図5] (A) ~ (C) は、それぞれ、図4 (A) ~ (C) における容器内の被処理体の転動の状態を示す断面図。

[図6] (A) ~ (C) は、容器の動作の第1の変形例を説明するための側面図。
。

[図7] (A) ~ (H) は、容器の動作の第2の変形例を説明するための側面図。
。

[図8] (A) ~ (C) は、容器の動作の第3の変形例を説明するための側面図。
。

[図9]容器収容部の第1の変形例を示す断面図。

[図10]容器収容部の第2の変形例を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、この発明の表面処理装置および表面処理方法の一実施形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態を示すインライン式プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 装置のブロック図である。プラズマCVD装置1は、ロード室10、加熱室20、成膜室30を備えている。

[0011] ロード室10は、被処理体が収容された容器51を、カート41上に取り付けるための室である。容器51には、上面から厚さ方向に開口された収容部52が形成されている。収容部52は底面が平坦状とされ、この収容部52内には、球状、円柱状または多面体等の微小な被処理体が収容される。ロード室10には、搬送機構60Aが設けられている。搬送機構60Aは多数のローラ11を備えている。このローラ11上に、カート41が搭載される。搬送機構の詳細については、後述する。

[0012] 加熱室20は、被処理体を予備加熱するための室である。加熱室20には、ランプヒータ22、搬送機構60Bが設けられている。搬送機構60Bは多数のローラ21を備えている。被処理体はランプヒータにより加熱される。また、ガスバルブ27および配管を介して、加熱室20内のガスを排気する真空ポンプ25が設けられている。

[0013] 成膜室30は、被処理体の表面に処理を施すための室である。成膜室30には、搬送機構60Cが設けられている。搬送機構60Cは多数のローラ31を備えている。ローラ31上にはカート41が搭載され、このカート41の下面に、カート41を介して容器51内に収容された被処理体を加熱するシーズヒータ33が設けられている。

シーズヒータ33およびローラ31の上方には、電極板34が設けられている。電極板34にはRF電源35が接続されている。また、成膜室30内に供給される原料ガスの流量を調整するマスフローコントローラ36および導入ガスバルブが設けられている。成膜時にマスフローコントローラ36およびガス導入バルブ37を通して流れるガスを排気するための排気バルブ39及び真空ポンプ38が設けられている。

[0014] 図2は、図1の成膜室30内の搬送機構60Cおよびシーズヒータ33を含む領域をII-II線で切断した断面図であり、図3は、カート41、容器51および搬送機構60Cの斜視図である。但し、図3においては、図面の都合上、基台61、支持機構等は図示を省略されている。搬送機構60Aおよび60Bも搬送機構60Cと同様な構造を有する。

搬送機構60Cは、ローラ31およびローラ31を駆動する機構が左右に対称に形成されている。

各ローラ31は、図1では、二対のみが図示されているが、実際には、左右の1個ずつを一对として多数対が配置されている。図3では四対が図示されているが、これは一例であって、適宜の数量とすることができる。各ローラ31は、その回転軸77が基台61（図2参照）に回転可能に支持されている。基台61の外側にはモータ62が配置されており、モータ62の回転軸63は、傘歯車64に結合されている。傘歯車64には、傘歯車72が噛合っている。傘歯車64と傘歯車72との軸角は90度である。

[0015] 傘歯車72の中心には、軸71が設けられている。軸71には、4個の傘歯車73が設けられている。各傘歯車73は、ローラ31の回転軸77に対応する領域に配置されており、各傘歯車73に噛合う傘歯車74が各ローラ31の回転軸77に設けられている。傘歯車73と傘歯車74の軸角は90度である。

[0016] ローラ31上にはカート41が搭載される。このカート41は、モータ62を駆動してローラ31を回転することによりローラ31の回転方向に移動される。カート41上には、容器51が固定具(図示せず)により固定されている。従って、容器51は、カート41と一体的にローラ31によって移動される。

[0017] 搬送機構60Cは、このように構成されており、図3に示すように、モータ62の回転軸63が→印に示すように時計方向に回転すると、傘歯車64－傘歯車72－軸71－傘歯車73－傘歯車74を介してローラ31の回転軸77を反時計方向に回転し、ローラ31上に搭載されたカート41を左側

方向に搬送する。また、モータ62の回転軸63を反時計方向に回転すると、同じ伝達経路を経て、ローラ31の回転軸77を時計方向に回転し、ローラ31上に搭載されたカート41を右側方向に搬送する。

[0018] カート41の下面における左右のローラ31間には、シーズヒータ33が設けられている。シーズヒータ33は、金属ケース81の中に、ニクロム線等の発熱体82を保持し、両者間に無機絶縁材料が強固に充填された構造を有する。このシーズヒータ33は、カート41の下面に、カート41に接近して配置されており、カート41および容器51を介して、容器51の収容部52内に収容された被処理体を速やかに加熱する。

[0019] 次に、このプラズマCVD装置1により被処理体の表面に薄膜を形成する方法について説明する。

まず、ロード室10のローラ11上に搭載されたカート41に、収容部52内に被処理体が収容された容器51を取り付ける。容器51が取り付けられたカート41をローラ11上に配置して、容器51の収容部52内に被処理体を収容するようにしてもよい。

被処理体の一例として、球状のp型シリコンの表面にn型拡散層を有する太陽電池用素子を挙げることができる。太陽電池用素子は、直径が0.5～1.0mm程度の球状体である。この例示は、本発明を限定する意味ではなく、理解を明確にすることを目的とするものである。

[0020] 仕切弁2を開き、モータを駆動してローラ11を回転することにより、カート41および容器51を加熱室20に搬送する。仕切弁2を閉じ、真空ポンプ25により加熱室20を真空にして、ランプヒータ22により容器51の収容部52内に収容された被処理体を予備加熱する。

[0021] 次に、仕切弁3を開き、モータを駆動してローラ21を回転することにより、カート41および予備加熱された被処理体が収容された容器51を成膜室30に搬送する。仕切弁3を閉じ、真空ポンプ38により、成膜室30内を真空にする。シーズヒータ33により、容器51の収容部52内の被処理体を加熱しながらマスフローコントローラ36により流量を調整して原材料

を成膜室30内に導入する。また、RF電源35から電極板34に電力を供給する。カート41がカーボン等により形成されていると、電極板34を陰極、カート41を陽極として、プラズマが発生する。

[0022] 被処理体である球状の太陽電池用素子の表面にパッシベーション膜として SiN_x を形成する一例について説明する。この例では、原料ガスとして、 SiH_4 （シラン）、 NH_3 （アンモニア）、 N_2 （窒素ガス）を供給する。この成膜工程中、モータ63を駆動してカート41および容器51を、図1において、左右方向に往復移動させ、容器51の収容部52内に収容された被処理体を収容部52内において転動させる。

[0023] 図4（A）～（C）は、搬送機構60Cにより搬送されるカート41と容器51の移動状態を示す側面図であり、図5（A）～（C）は、それぞれ、図4（A）～（C）に対応する位置における容器51の収容部52内に収容された被処理体55の転動の状態を示すための図である。

図4（A）は、モータ62が回転する前の状態を示す。この状態では、カート41および容器51は静止しており、容器51の収容部52の底面はほぼ平坦とされているので、容器51の収容部52内に収容された被処理体55は、図4（A）に図示されるように、収容部52の底面の全面にほぼ一様に分散している。

[0024] 図4（A）の状態から、モータ62を駆動して回転軸63を時計方向に回転させ、傘歯車64－傘歯車72－軸71－傘歯車73－傘歯車74の伝達経路を介してローラ31を反時計方向に回転させる。これにより、同図に図示の←印(左側)方向にカート41と共に容器51が移動されて、図4（B）に示す状態となる。この位置で、モータ62を停止すると、図5（B）に示すように、容器51の収容部52内に収容されている被処理体55は、慣性力の作用で収容部52の底面を回転しながら移動し、収容部52の左側の内壁に当接する。

[0025] 次に、モータ62の回転軸63を逆方向である反時計方向に回転させ、上述と同じ伝達経路を介して、ローラ31を時計方向に回転させる。これによ

り、同図に図示の→印(右側)方向にカート4 1と共に容器5 1が移動されて図4 (C)に示す状態となる。カート4 1と容器5 1が図4 (C)に示す位置に達したタイミングでモータ6 2を停止すると、図5 (C)に示すように、容器5 1の収容部5 2内に収容されている被処理体5 5は、慣性力の作用で収容部5 2の底面を回転しながら移動し、収容部5 2の右側の内壁に当接する。

[0026] 図4 (B)～図4 (C)に図示される駆動を、繰り返し行い、その間、被処理体5 5への成膜を続けることにより、各被処理体5 5の全表面に均一に薄膜を形成することができる。例えば、被処理体5 5が上述した太陽電池用素子の場合、原料ガスとして、 SiH_4 (シラン)、 NH_3 (アンモニア)、 N_2 (窒素ガス)を供給することにより、太陽電池用素子の全表面に SiN_x が均一な膜厚に成膜される。

[0027] 上述した実施形態では、容器5 1を往復動作させることにより、球状の被処理体5 5を収容部5 2の底面を転動させながら被処理体5 5の表面に薄膜を形成するので、被処理体5 5の全表面に形成される薄膜を均一な厚さにすることができる。また、被処理体5 5を底面がほぼ平坦状の収容部5 2内に収容するので、被処理体5 5は収容部5 2の底面に広く分散され、転動する領域が広がるので、被処理体の転動が確実となり、また、収容部5 2内に収容できる被処理体の量を多くすることができる。

なお、容器5 1に対しては往復動作に変えて他の動作をさせてもよい。以下にその変形例を示す。

[0028] (容器動作の変形例1)

図6 (A)～(C)は、容器5 1を揺動動作させる方法を説明するための図である。

搬送機構6 0は、基台6 1の中心に、基台6 1の揺動の中心となる支軸6 7を有する。図6 (A)は、基台6 1が重力に対してほぼ垂直な方向(水平方向)に静止している状態を示す。この状態から、図示の↑印の如く、基台6 1を支軸6 7を中心に時計方向に回転すると、図6 (B)に図示されているよ

うに、カート41と共に容器51が右下がりに傾斜する。このため、容器51の収容部52内に収容された被処理体は、被処理体55が収容部52の底面を回転しながら、右側下方に移動する。

[0029] 次に、図示の↓印の如く、基台61を、支軸67を中心に反時計方向に回転すると、図6(C)に図示されているように、カート41と共に容器51が右上がりに傾斜する。このため、容器51の収容部52内に収容された被処理体は、被処理体55が収容部52の底面を回転しながら、左側下方に移動する。図6(B)～図6(C)に図示された動作を繰り返し行いながら、その間、被処理体の表面に薄膜を形成する。

このような被処理体が収容された容器を揺動動作させることによっても、被処理体の表面に均一な厚さの薄膜を形成することができる。

なお、基台61を駆動する構造として、基台61の端部に、往復動作するシリンダのロッドを連結する、またはモータにより回転される偏心カムを連結する等、適宜な駆動機構を採用することができる。

[0030] (容器動作の変形例2)

図7(A)～(H)は、容器に、往復動作と揺動動作の複合的な動作をさせる方法を説明するための図である。

図7(A)は、基台61を、重力に対して、垂直な状態(水平状態)に静止している状態を示す。

この状態で、モータ62を駆動し、ローラ31を回転させて、←印に示すようにカート41と容器51を左側方向に移動させると共に、↑印に示すように基台61を、支軸67を中心に時計方向に回転させると、図7(B)に図示するように容器51は少し右下がりの状態となる。

[0031] 図7(B)の状態から、さらに、モータ62を同方向に駆動し、ローラ31を回転させて、←印に示すようにカート41と容器51をさらに左側方向に移動させると共に、↑印に示すように基台61を、支軸67を中心にさらに時計方向に回転させると、図7(C)に図示するように容器51はさらに右下がりの状態となる。

[0032] 図7 (C) の状態で、モータ62を逆方向に回転させて、ローラ31を逆方向に回転し、→印に示すようにカート41と容器51を右側方向に移動させると共に、↓印に示すように基台61を、支軸67を中心に反時計方向に回転させると、図7 (D) に図示するように容器51は少し右下がりの状態となる。

図7 (D) の状態から、さらに、モータ62を同方向に駆動し、ローラ31を回転させて、→印に示すようにカート41と容器51をさらに右側方向に移動させると共に、↓印に示すように基台61を、支軸67を中心にさらに反時計方向に回転させると、図7 (E) に図示するように、カート41と容器51は水平状態となる。

[0033] 図7 (E) の状態から、さらに、モータ62を同方向に駆動し、ローラ31を回転させて、→印に示すようにカート41と容器51をさらに右側方向に移動させると共に、↓印に示すように基台61を、支軸67を中心にさらに反時計方向に回転させると、図6 (F) に図示するように容器51は少し右上がりの状態となる。

図7 (F) の状態から、さらに、モータ62を同方向に駆動し、ローラ31を回転させて、→印に示すようにカート41と容器51をさらに右側方向に移動させると共に、↓印に示すように基台61を、支軸67を中心にさらに反時計方向に回転させると、図7 (G) に図示するように容器51はさらに右上がりの状態となる。

[0034] 図7 (G) の状態から、モータ62を逆方向に駆動し、ローラ31を回転させて、←印に示すようにカート41と容器51を左側方向に移動させると共に、↑印に示すように基台61を、支軸67を中心に時計方向に回転させると、図7 (H) に図示するように容器51は少し右下がりの状態となる。

図7 (H) の状態から、モータ62を同方向に駆動し、ローラ31を回転させて、←印に示すようにカート41と容器51をさらに左側方向に移動させると共に、↑印に示すように基台61を、支軸67を中心にさらに時計方向に回転させると、図7 (A) に図示するように容器51は水平状態となる。

。

[0035] 図7(A)～図7(H)に図示される駆動を、繰り返し行い、その間、被処理体55への成膜を続けることにより、各被処理体55の全表面に均一に薄膜を形成することができる。

この容器動作の変形例2では、容器51を水平方向に往復動作させながら、且つ、重力の作用する方向に揺動動作させるので、容器51の収容部52内に収容された被処理体には、水平方向の慣性力と重力とが作用する。このため、被処理体の転動をさらに確実にすることができる。

[0036] (容器動作の変形例3)

図8(A)～(C)は、被処理体に作用する慣性力を一層大きくすることができる例を示す。

この実施例の搬送機構60には、基台61の両端にストッパ68が設けられている。ストッパ68の間隔は、カート41の長さより大きくされ、ストッパ68間でカート41が往復動作可能な長さとなっている。また、容器51の両側の外側面は、カート41に植立されたストップピン56に当接され、長さ方向への移動が規制されている。

[0037] 図8(A)は、モータ62が駆動されず、停止した状態である。この状態から、モータ62を駆動して、ローラ31により、カート41と容器51を同図の←印に示された左側方向に移動する。モータ62を駆動し続けると、図8(B)に図示されるように、左側のストッパ68にカート41の左端が衝突する。この衝突による衝撃により、容器51の収容部52内に収容されている被処理物は、確実に転動する。

[0038] 図8(B)の状態になったら、モータ62の駆動を停止し、直後に、逆方向に回転させる。そして、→印に示されるようにカート41と容器51を右側方向に移動させ、今度は、図8(C)に図示されるように、カート41の右端を右側のストッパ68に衝突させる。この後は、モータ62の駆動を停止し、直後に、逆回転をさせる。これにより、図8(A)に示す状態を経て、図8(B)の状態となる。このように、図8(A)～図8(C)に図示さ

れた動作を繰り返し行い、その間、被処理体 5 5 への成膜を続けることにより、各被処理体 5 5 の全表面に均一に薄膜を形成することができる。

[0039] この実施形態では、カート 4 1 をストッパ 6 8 に衝突させ、その際の衝撃力で容器 5 1 の収容部 5 2 に収容された被処理物 5 5 を転動させる方法であり、カート 4 1 がストッパ 6 8 に衝突する際の衝撃は、モータ 6 2 を急に停止するより大きいので、収容部 5 2 内の被処理体の転動を確実にする。また、容器 5 1 の搬送速度を調整することにより、衝撃力を任意の大きさに設定することが可能である。

[0040] また、容器 5 1 の収容部 5 2 の形状も、種々、変形することが可能であり、以下に、その変形例を示す。

(収容部形状の変形例 1)

図 9 は、容器 5 1 の収容部 5 2 の変形例の断面図を示す。この変形例では、収容部 5 2 の底面 5 2 a の両側縁に緩やかな傾斜部 5 2 b が形成されている。また、緩やかな傾斜部 5 2 b に引き続いて急な傾斜部 5 2 c が形成されている。緩やかな傾斜部 5 2 b は、微小な被処理体が底面と側面との境界部である垂直な角部に挟まって、転動が規制されるのを防止する。また、急な傾斜部 5 2 c は、被処理体が緩やかな傾斜部 5 2 b から、収容部 5 2 の外部に飛び出すのを防止する。

[0041] (収容部形状の変形例 2)

図 10 は、容器 5 1 の別の変形例の断面図を示す。この変形例においては、収容部 5 2 の底面 5 2 d が円弧状となっている。収容部 5 2 の側面は、端部に R がついた直線状の急傾斜面 5 2 e となっている。また、急傾斜面 5 2 e の上部には、オーバーハング部 5 2 f が形成されている。オーバーハング部 5 2 f は、被処理体が収容部 5 2 から飛び出すのを防止する。また、オーバーハング部 5 2 f は、それでも、収容部 5 2 から飛び出した被処理体を、再び、収容部 5 2 内に落下させる。

[0042] 収容部 5 2 の底面の粗さも被処理体の転動動作に影響を与える。被処理体が球状であれば、収容部 5 2 の底面は鏡面であってもよい。また、被処理体

と収容部の底面に多少の摩擦力を付与するために、収容部 5 2 の底面に微細な凹凸を形成してもよい。被処理体が多面体の場合は、収容部 5 2 の底面が鏡面であると、被処理体の一面が、収容部 5 2 の底面上を滑ってしまい、転動しにくくなる。このような場合には、収容部 5 2 の底面に微細な凹凸を形成することが推奨される。但し、収容部 5 2 の底面に形成される微細な凹凸が、深すぎたり、凹凸のピッチが多面体の各表面サイズより大きいと多面体は凹部内に停留するようになってしまうので留意する必要がある。

[0043] 以上の通り、本発明は、容器 5 1 を、往復動作または揺動動作の少なくとも一つの動作をさせることにより、被処理体 5 5 を収容部 5 2 の底面を転動させながら被処理体 5 5 の表面に薄膜を形成するので、被処理体 5 5 の全表面に形成される薄膜を均一な厚さにすることができる。また、被処理体 5 5 を底面がほぼ平坦状の収容部 5 2 内に収容するので、被処理体 5 5 は収容部 5 2 の底面に広く分散され、転動する領域が広くなり、被処理体の転動動作を一層確実とすることができ、また、収容部 5 2 内に収容できる被処理体の量を多くして生産性を向上することができる。

[0044] なお、上記実施形態では被処理体上に薄膜を形成する場合を例として説明したが、被処理体に不純物イオンを拡散したり、イオンビーム等を照射して、物理的あるいは化学的変化を与えたりする場合等を含め、各種の処理を行う場合に適用することが可能である。

[0045] 被処理体の処理を行う装置についても、プラズマ CVD 装置に限らず、スパッタ装置等他の装置にも適用が可能である。水平状態において、容器を往復動作させる例で説明したが、水平状態においても、容器を揺動動作させる等、一次元的でなく、二次元的な動作をさせるようにしてもよい。また、容器の動作として、これらの動作と重力方向での揺動動作とを組み合わせた動作とすることもできる。

[0046] 被処理体 5 5 は、カート 4 1 とは別の容器 5 1 に収容する実施形態で説明したが、カート 4 1 に被処理体の収容部を設けて、被処理体 5 5 を直接カート 4 1 の収容部に収容する形態とすることもできる。

[0047] その他、本発明の表面処理装置は、種々、変形して構成することが可能であり、要は、被処理体が収容される容器と、容器を収容する空間を有し、被処理体の表面を処理するためのガスが導入される処理室を有する表面処理ユニットと、被処理体が収容される容器を、往復動作または揺動動作の少なくとも一つの動作をさせる容器駆動機構とを具備するものであればよい。

[0048] また、本発明は、被処理体が収容される容器を収容する収容工程と、容器を往復動作あるいは揺動動作の少なくとも一方の動作をさせて被処理体を容器内で転動させながら被処理体の表面に処理を施す処理工程とを備える表面処理方法のいずれにも適用される。

[0049] 以上では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0050] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2010 年第 175176 号（2010 年 8 月 4 日出願）

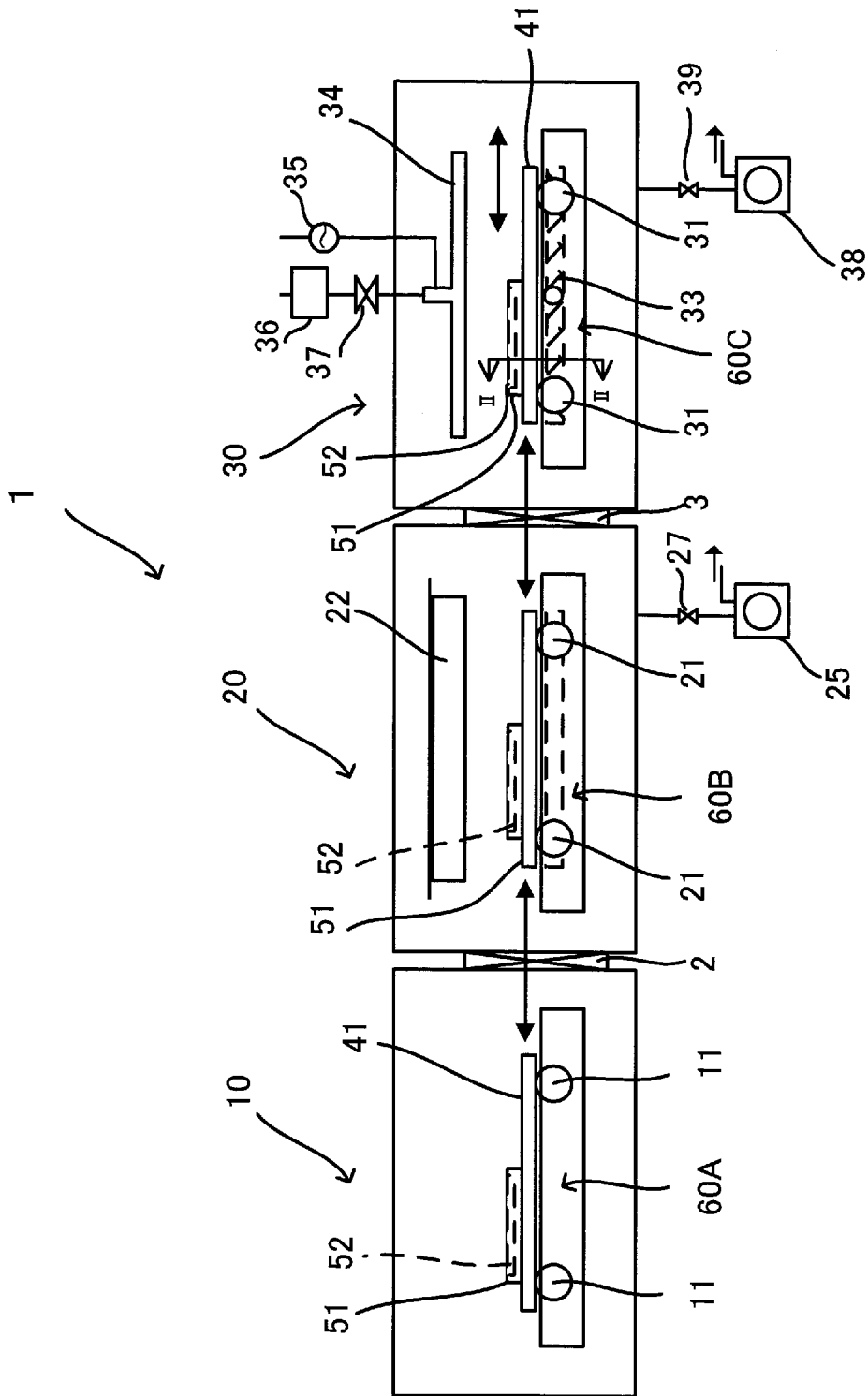
請求の範囲

- [請求項1] 被処理体が収容される容器と、
前記容器を収容する空間を有し、前記被処理体の表面を処理するためのガスが導入される処理室を有する表面処理ユニットと、
被処理体が収容される前記容器を、往復動作または揺動動作の少なくとも一つの動作をさせる容器駆動機構と
を具備する表面処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の表面処理装置において、前記表面処理ユニットは、前記容器と対向する面が平坦な電極板を含み、前記容器駆動機構は、前記容器を、前記電極板にほぼ平行な面内において、前記容器に収容される被処理体を転動させる。
- [請求項3] 請求項1または2のいずれか1項に記載の表面処理装置において、前記表面処理ユニットは、前記容器と対向する面が平坦な電極板を含み、前記容器駆動機構は、前記容器を、前記電極板に垂直な方向に揺動動作させる。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の表面処理装置において、前記容器駆動機構は、少なくとも一対のローラと、前記ローラを駆動する駆動ユニットを有する。
- [請求項5] 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の表面処理装置において、前記容器駆動機構は、前記容器の移動を停止させるストッパを含む。
- [請求項6] 請求項1乃至5のいずれか1項に記載の表面処理装置において、前記表面処理ユニットは、球状、柱状または多面体の被処理体の表面に薄膜を成膜するためのプラズマ発生ユニットを有する。
- [請求項7] 被処理体が収容される容器を収容する収容工程と、
前記容器を往復動作あるいは揺動動作の少なくとも一方の動作をさせて前記被処理体を前記容器内で転動させながら前記被処理体の表面に処理を施す処理工程とを備える表面処理方法。
- [請求項8] 請求項7に記載の表面処理方法において、重力に対してほぼ垂直な

面内において、前記容器を往復動作あるいは揺動動作の少なくとも一方の動作をさせる。

[請求項9] 請求項7または8に記載の表面処理方法において、前記容器を、重力方向に揺動動作させる。

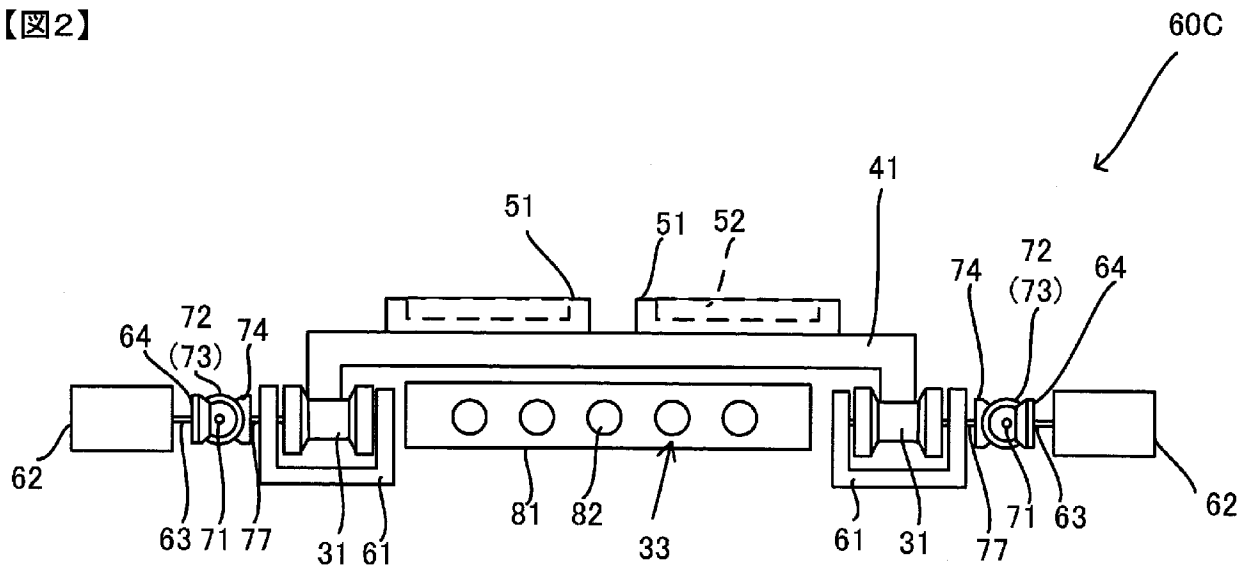
【図1】



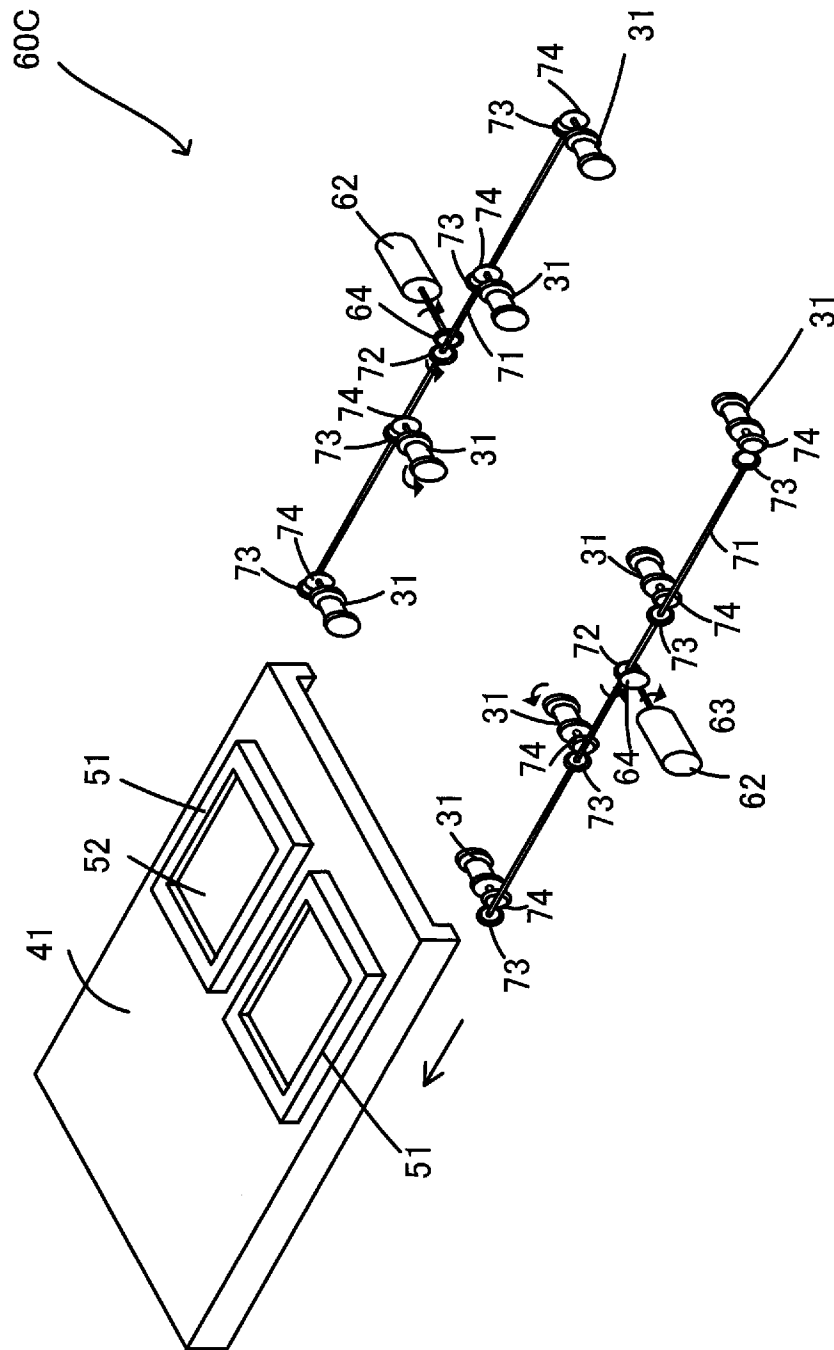
【図1】

[図2]

【図2】

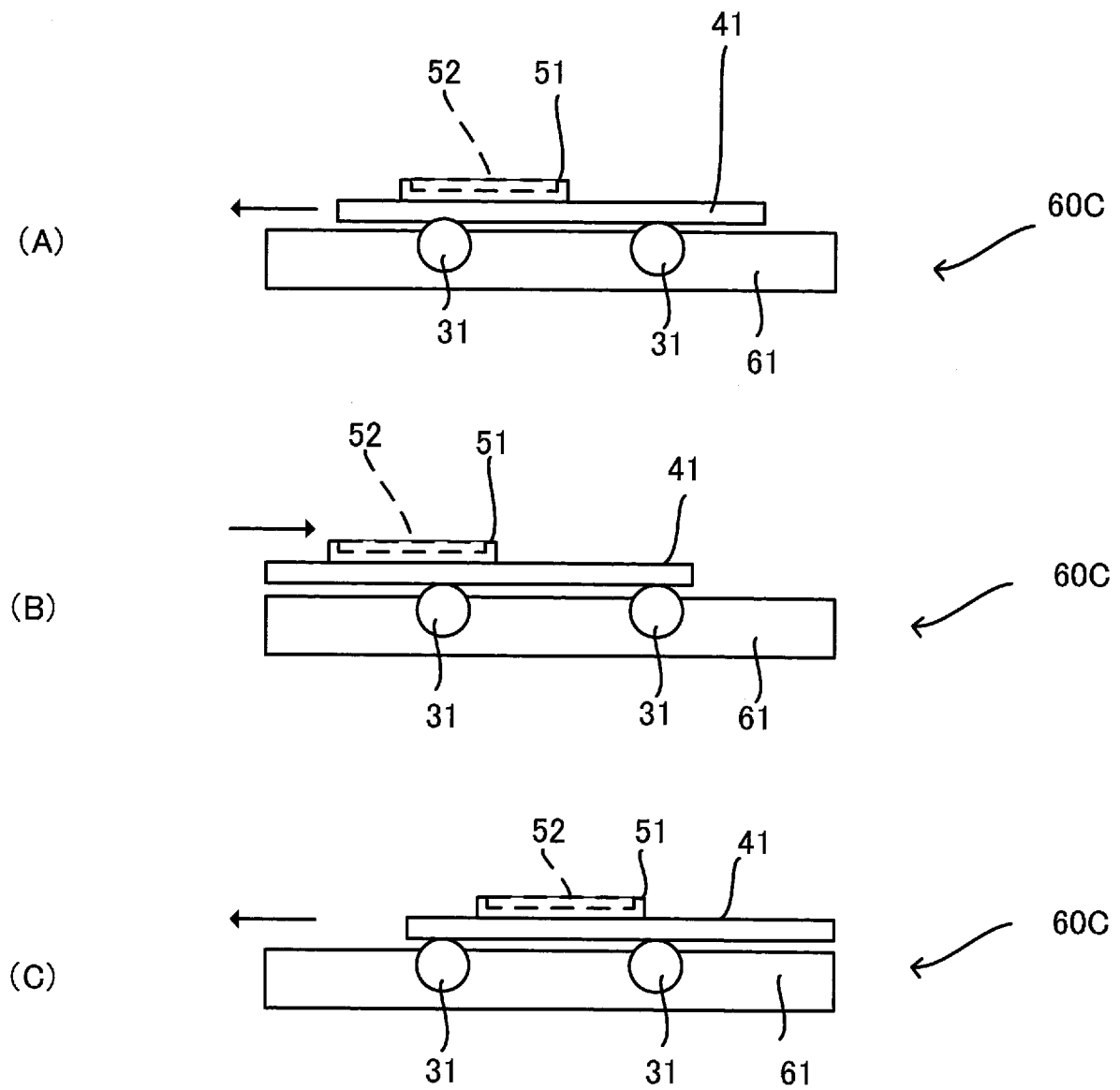


【図3】



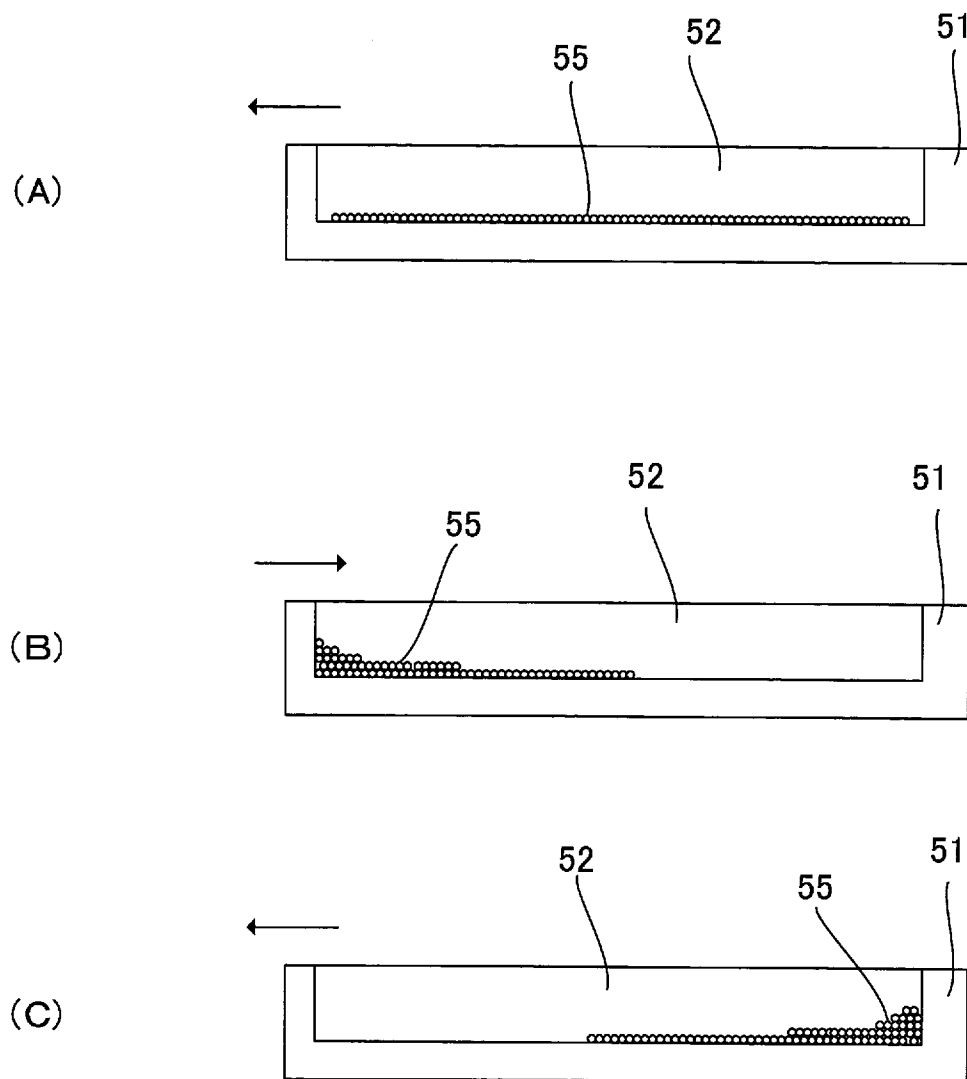
[図4]

【図4】



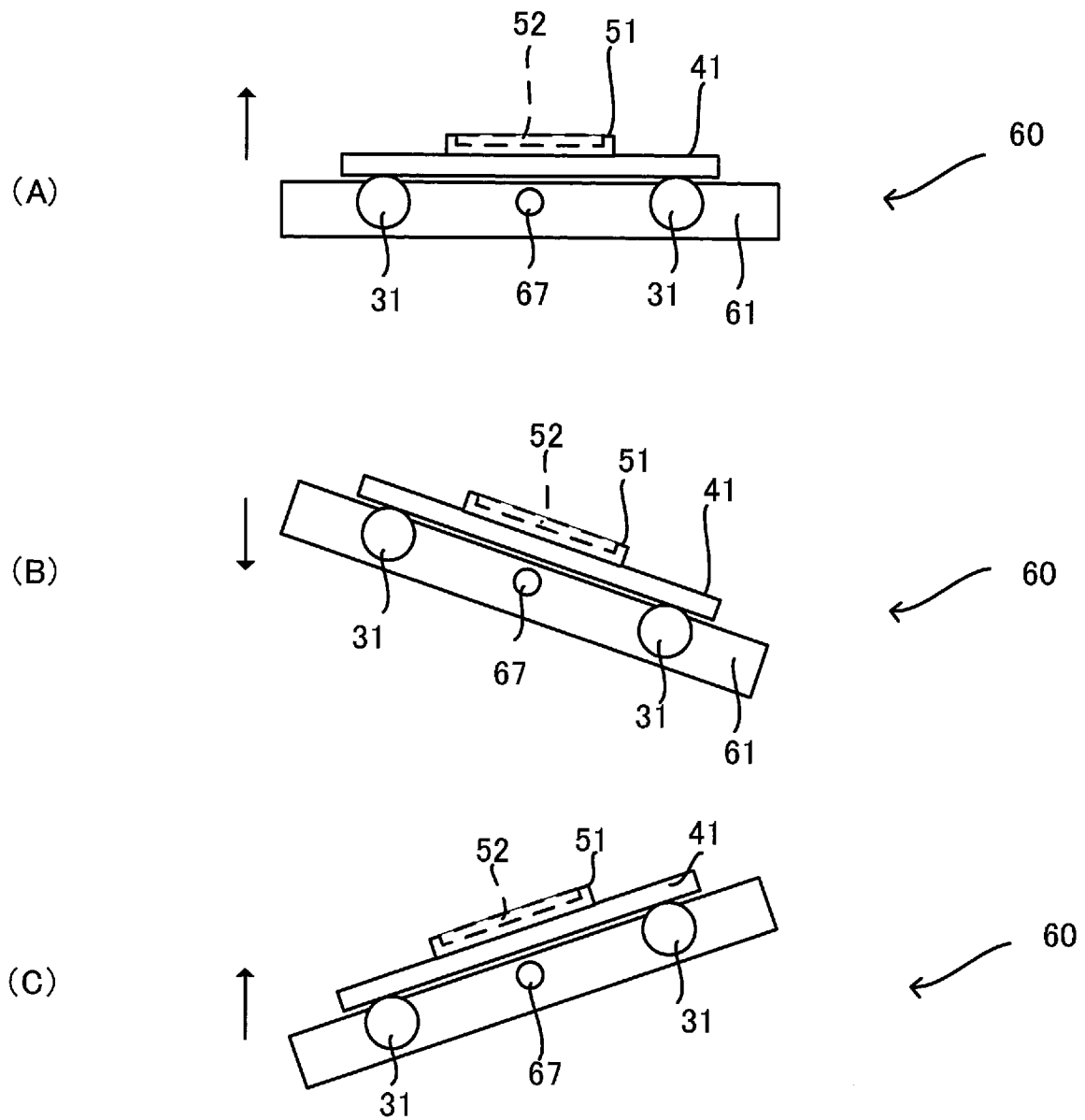
[図5]

【図5】



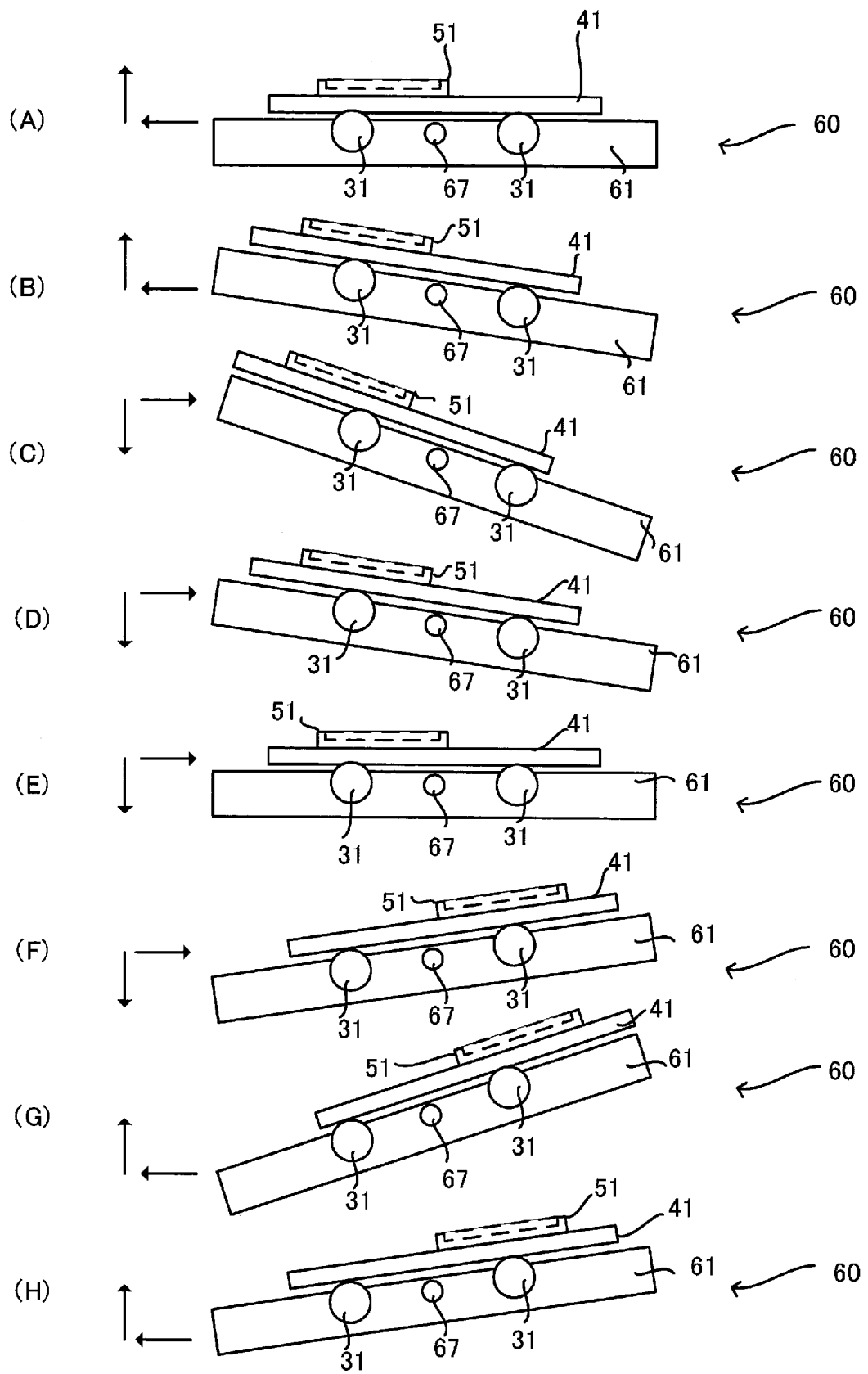
[図6]

【図6】



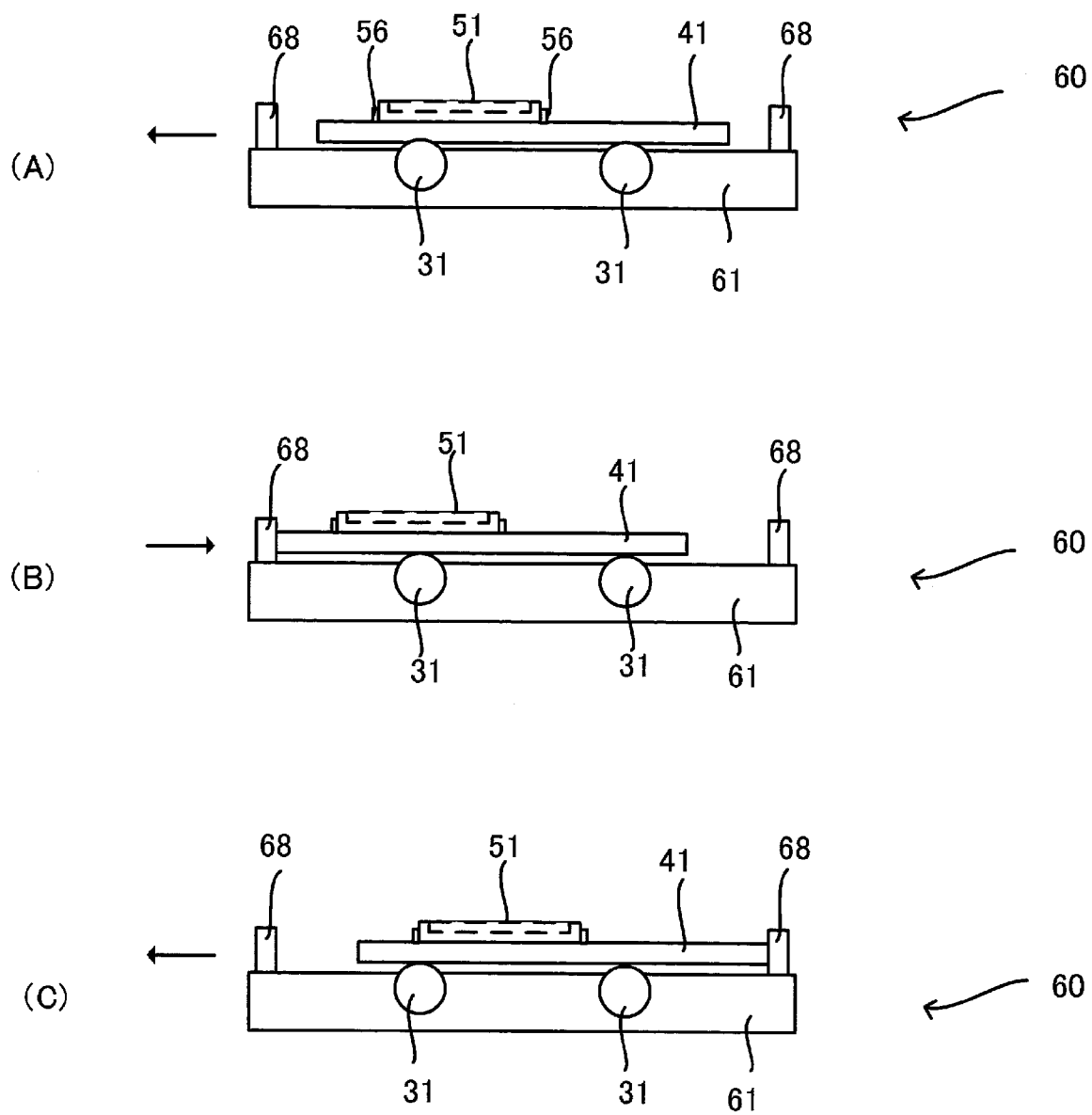
[図7]

【図7】



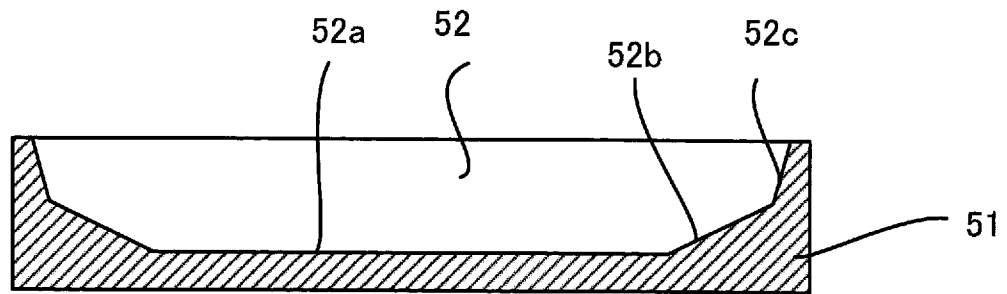
[図8]

【図8】



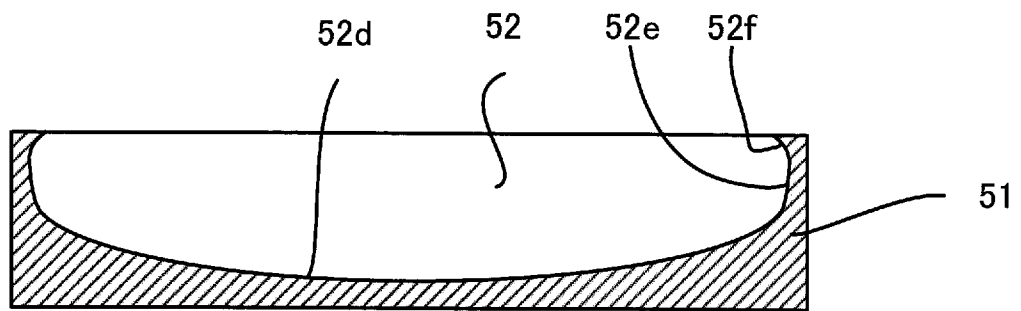
[図9]

【図9】



[図10]

【図10】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067854

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C16/458(2006.01)i, C23C14/50(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i,
H01L21/318(2006.01)i, H01L31/04(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)

C23C16/458, C23C14/50, H01L21/31, H01L21/318, H01L31/04

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 Y	JP 2008-231502 A (Ulvac, Inc.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0022], [0039] to [0041]; fig. 1 (Family: none)	7, 9 1, 3, 5-7, 9
Y	JP 3-040953 A (Tomoegawa Paper Co., Ltd.), 21 February 1991 (21.02.1991), page 2, upper right column, line 13 to lower left column, line 7; fig. 1 (Family: none)	1, 3, 5-7, 9
A	JP 2007-204786 A (Bridgestone Corp.), 16 August 2007 (16.08.2007), entire text (Family: none)	1-9

☒ 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
05 September, 2011 (05.09.11)

Date of mailing of the international search report
20 September, 2011 (20.09.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067854

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-228027 A (NTN Corp.), 02 September 1997 (02.09.1997), entire text (Family: none)	1-9
A	JP 5-311408 A (Kobe Steel, Ltd.), 22 November 1993 (22.11.1993), entire text (Family: none)	1-9
A	JP 2010-111920 A (NTN Corp.), 20 May 2010 (20.05.2010), entire text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C16/458(2006.01)i, C23C14/50(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i, H01L21/318(2006.01)i, H01L31/04(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（I P C））

Int.Cl. C23C16/458, C23C14/50, H01L21/31, H01L21/318, H01L31/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 Y	JP 2008-231502 A (株式会社アルバック) 2008.10.02, 【0022】、【0039】—【0041】、【図1】（ファミリーなし）	7, 9 1, 3, 5-7, 9
Y	JP 3-040953 A (株式会社巴川製紙所) 1991.02.21, 第2頁右上欄13行～左下欄7行、第1図（ファミリーなし）	1, 3, 5-7, 9
A	JP 2007-204786 A (株式会社ブリヂストン) 2007.08.16, 全文（ファミリーなし）	1-9

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「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

0 5 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

鮎沢 輝万

4 G

3 5 5 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 9-228027 A (エヌティエヌ株式会社) 1997.09.02, 全文 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 5-311408 A (株式会社神戸製鋼所) 1993.11.22, 全文 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2010-111920 A (NTN株式会社) 2010.05.20, 全文 (ファミリーなし)	1-9