

(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
2015年9月11日(11.09.2015)



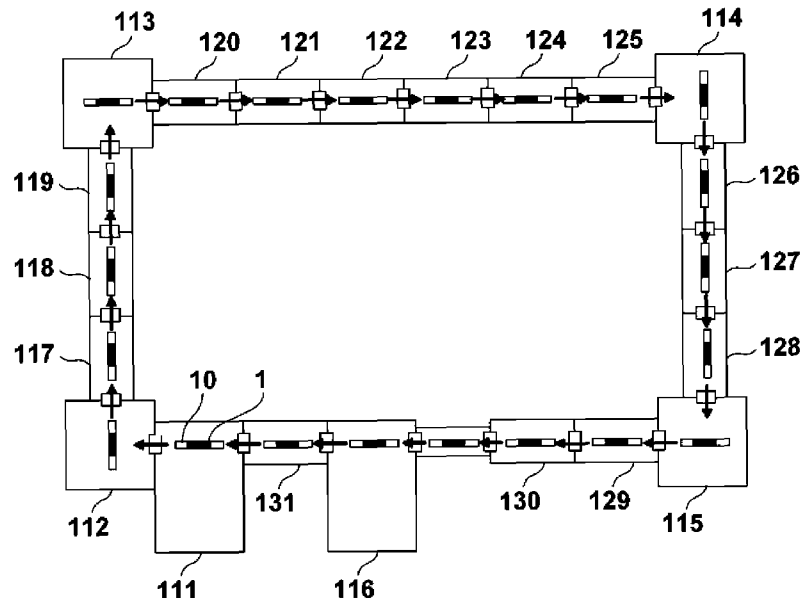
(10) 国際公開番号
WO 2015/132830 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/58 (2006.01) *G11B 5/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005862
- (22) 国際出願日: 2014年11月21日(21.11.2014)
- (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 2014-041685 2014年3月4日(04.03.2014) JP
- (71) 出願人: キヤノンアネルバ株式会社 (CANON ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 薬師神 弘士 (YAKUSHIJI, Hiroshi); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 芝本 雅弘 (SHIBAMOTO, Masahiro); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 大塚 康德, 外 (OHTSUKA, Yasunori et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号 紀尾井町パークビル7F 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, 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),

[続葉有]

(54) Title: VACUUM PROCESSING DEVICE AND VACUUM PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 真空処理装置及び真空処理方法



(57) Abstract: A vacuum processing method for a magnetic recording medium, which comprises a surface protective layer which protects a magnetic recording layer formed upon a substrate, comprises: a ta-C film formation step for forming a ta-C film upon a magnetic recording layer; a transport step for transporting the substrate upon which the ta-C film has been formed; a radical generation step for exciting a process gas and generating radicals; and a radical processing step for irradiating the radicals onto the surface of the ta-C film.

(57) 要約: 基板上に形成された前記磁気記録層を保護する表面保護層を有する磁気記録媒体の真空処理方法は、磁気記録層の上に t a - C 膜を形成する t a - C 膜形成工程と、 t a - C 膜が形成された基板を搬送する搬送工程と、プロセスガスを励起してラジカルを発生させるラジカル発生工程と、 t a - C 膜の表面に前記ラジカルを照射するラジカル処理工程とを有する。

WO 2015/132830 A1

OAPI (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：真空処理装置及び真空処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、表面保護層の処理に適した真空処理装置、及び表面保護層の真空処理方法に係り、特に磁気記録媒体の表面保護層の真空処理方法及び表面保護層の処理に適した真空処理装置に関する。

背景技術

[0002] ハードディスクドライブの磁気記録媒体の表層には、磁気記録層を保護するための表面保護層が形成されている。表面保護層にはDLC（ダイヤモンドライクカーボン）が好適とされ、スパッタリング法や化学的気相成長法（CVD法）で形成された保護層が適用されている。磁気記録層と磁気ヘッドの磁氣的隙間の狭小化により、記録密度を増大させることができるため、表面保護層の薄膜化が必要となる。そのため、極薄膜でも耐久性が満足できる保護膜が要求されており、表面保護層として、従来よりも耐久性および耐食性に優れたta-C（テトラヘドラル・アモルファスカーボン）膜を用いることが検討されている。ta-C膜は炭素イオンによる物理的蒸着法で成膜される。例えば、特許文献1に示すような真空アーク成膜装置が用いられる。

[0003] 真空アーク成膜装置により形成されたta-C膜の最表面には、sp³結合比率が低く、硬さの低い層が生じることが知られている。表面保護層を薄くすると、膜全体の厚さに占める硬さの低い層の厚さの割合が高くなるので、ta-C膜本来の特性が損なわれる。表面保護層をさらに薄くするためには、表面のsp³結合比率が低い層を除去することが望ましい。例えば特許文献2には、保護層を薄くするために、イオンビームを用いて表層を除去する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第6031239号明細書

特許文献2：特開2007-26506号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 磁気記録媒体の製造工程では、表面保護層形成後にフルオロカーボン系液体潤滑剤が塗布されているが、特許文献1の技術は、処理後の基板表面に存在するダングリングボンドにより表面エネルギーが均一になりにくい。そのため潤滑剤塗布後の表面状態の均一性が十分でない。また、ハードディスクドライブの記録密度の増加には表面を平坦にすることが望ましいが、アルゴンイオンを用いてエッチングを行うと、基板の表面粗さが増加する傾向がある。

[0006] 本発明の目的は、真空アーク成膜装置により形成されたt a - C膜の最表層を最適化する表面処理方法、および、このような表面処理に適した真空処理装置を提供することにある。本発明の他の目的は、処理後の基板の表面が平坦にできる表面処理方法、および、このような表面処理に適した真空処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る真空処理装置は、基板にt a - C膜からなる表面保護層を形成するt a - C膜形成装置と、前記表面保護層にラジカルを反応させるラジカル処理を行うラジカル処理装置と、前記基板を大気に曝すことなく前記t a - C膜形成装置から前記ラジカル処理装置に搬送する搬送装置と、を備えることを特徴とする。

[0008] 或いは、本発明に係る真空処理方法は、基板上に形成された前記磁気記録層を保護する表面保護層を有する磁気記録媒体の真空処理方法であって、前記磁気記録層の上にt a - C膜を形成するt a - C膜形成工程と、前記t a - C膜が形成された基板を搬送する搬送工程と、プロセスガスを励起してラジカルを発生させるラジカル発生工程と、前記t a - C膜の表面に前記ラジカルを照射するラジカル処理工程と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明の表面処理方法によれば、表面保護層本来の特性を損なわずに、 sp^3 結合比率が低い層を除去できる。また、表面処理後の表面の化学的性質を望ましいものにすることができる。あるいは、本発明の表面処理方法によれば表面に新たな機能を付与することができる。本発明の表面処理方法はラジカルを用いて化学的にエッチングするため、表層の除去による表面粗さの増加を防ぐことができる。本発明の方法の実施の際には必ずしも基板ステージを回転させる必要がないため安価な装置を使用することができる。本発明の方法をインライン製造装置で実施する場合は、基板搬送時のラジカル処理装置から $t a - C$ 室へのガス流入によるクロスコンタミネーションを低減できる。

[0010] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ参照番号を付す。

図面の簡単な説明

[0011] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

[図1]本願発明の第1実施形態に係る真空処理装置の平面図である。

[図2]本願発明の第1実施形態に係る $t a - C$ 膜形成室の概略図である。

[図3]本願発明の第1実施形態に係る搬送キャリアの概略図である。

[図4]本願発明の第1実施形態に係る表面処理装置の上面図である。

[図5]本願発明の第2実施形態に係るアンロードチャンバの側面図である

[図6]本願発明の第3実施形態に係る真空処理装置の平面図である。

[図7]本願発明の第1実施例の表面処理方法によって作製した膜の断面図である。

[図8]本願発明の第2実施例の表面処理方法によって作製した膜の断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して、本発明の好適な実施形態を詳しく説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成要素はあくまで例示である。本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲によって確定されるのであって、以下の個別の実施形態によって限定されるわけではない。以下に、本発明の成膜装置を、真空アーク成膜法（Vacuum Arc Deposition）を用いて被処理物としての基板に保護層を形成する成膜装置に適用した実施形態について説明する。

[0013] （第1実施形態）

まず、本発明に用いる真空処理装置について図1乃至4を用いて説明する。図1は本実施形態に係る真空処理装置を示す平面図である。本実施形態の真空処理装置はインライン式の成膜装置である。本実施形態の真空処理装置は、複数のチャンバ111～131が矩形の無端状に連結されている。各チャンバ111～131は専用又は兼用の排気系によって排気される真空容器である。それぞれのチャンバには、キャリア10に基板が搭載された状態で、隣り合うチャンバ間で搬送できる搬送装置が一体に構成されている。

[0014] 各チャンバ111～131はゲートバルブを介して無端状に連結されている。連結された各チャンバ111～131にはゲートバルブを介してキャリア10を搬送できる搬送装置が設けられている。搬送装置は、キャリア10を垂直姿勢で搬送する搬送路を有している。基板1は、キャリア10に搭載されて不図示の搬送路に沿って搬送されるようになっている。チャンバ111は、キャリア10への基板1の搭載を行うロードロック室である。チャンバ116は、キャリア10からの基板1の回収を行うアンロードロック室である。なお、基板1は中心部分に開口（内周孔部）を有する金属製、若しくはガラス製の円板状部材であり、磁気記録媒体としての使用に適したものである。

[0015] 成膜装置内での基板の処理手順について説明する。まず、ロードロックチャンバ111内で未処理の2枚の基板1が最初のキャリア10に搭載される。このキャリア10は密着層形成室117に移動して、基板1に密着層が形

成される。最初のキャリア10が密着層形成室117に配置されているときに、次のキャリア10へ、2枚の未処理の基板1の搭載動作が行われる。その後、次のキャリア10は密着層形成室117に移動し、基板1に密着層が形成され、ロードロックチャンバ111内でさらに次のキャリア10への基板1の搭載動作が行われる。1タクトタイムが経過する毎に、各キャリア10はチャンバ117～131を1ずつ移動しながら、順次所定の処理がなされる。

[0016] チャンバ117～131は各種処理を行う処理室である。処理室の具体例としては、基板1に密着層を形成する密着層形成室117、密着層が形成された基板1に軟磁性層を形成する軟磁性層形成室118、119、120、軟磁性層の形成された基板1にシード層を形成するシード層形成室121、シード層が形成された基板1に中間層を形成する中間層形成室123、124、中間層が形成された基板1に磁性膜を形成する磁性膜形成室126、127、128、磁性膜の上にt a - C膜からなる表面保護層を形成するt a - C膜形成チャンバ129、t a - C膜の表面をラジカル処理するラジカル処理チャンバ130（ラジカル処理装置）が挙げられる。また、矩形の閉ループ状に接続された真空処理装置の4つの角の部分に位置するチャンバ112、113、114、115は、基板1の搬送方向を90度転換する方向転換装置を備えた方向転換チャンバである。チャンバ131はキャリアに付着した堆積物を除去するアッシング処理室である。上述しなかった他の処理室は、基板1を冷却する基板冷却室や、基板1を持ち替える基板持替室などとして構成されうる。

[0017] t a - C膜形成チャンバ129の概略図を図2に示す。図2を用いて本実施形態のt a - C膜形成チャンバ129について説明する。t a - C膜形成チャンバ129は、プロセスチャンバ201と、プロセスチャンバ201と内部が連通するように連結されたフィルタ部210と、フィルタ部210に内部で連通されるように連結されたソース部220を有する。プロセスチャンバ201内には、基板1を搭載したキャリア10を所定位置に移動できる

搬送装置 202 が設けられている。

[0018] フィルタ部 210 は電子及びカーボンイオンを基板 1 に向けて輸送する通路であり、フィルタ部 210 を囲むようにフィルタコイル 212 や永久磁石等の磁場形成手段が設けられている。磁場形成手段は電子、およびイオンを輸送するための磁場を形成する。本実施形態の磁場形成手段は、フィルタ部 210 の外側（大気側）に設けられているが内部（真空側）にも配置される。

[0019] ソース部 220 は、電子及びカーボンイオンを生成するための陰極ターゲット部 240 と、アノード電極を備える陽極アノード部 230 を有している。陽極アノード部 230 と陰極ターゲット部 240 間での電子電流もしくはイオン電流を維持することにより、アーク放電を維持する。本実施形態の陰極ターゲット部 240 にはカーボン製のターゲットが搭載される。また、本実施形態では t a - C 膜を真空アーク放電を用いた装置で形成したが t a - C 膜はスパッタリングプロセスで形成してもよい。

[0020] 図 3 にキャリアの概略を示す。キャリア 10 は 2 枚の基板 1 を同時に搭載することができる。キャリア 10 は、基板 1 を保持する金属製のホルダー 401 を 2 つと、ホルダー 401 を支持して搬送路上を移動するスライダ 402 とを有している。ホルダー 401 に設けられた複数の弾性部材（板ばね）403 で基板 1 の外周部の数カ所を支持できるため、基板 1 の表裏の成膜面を遮ることなくターゲットに対向した姿勢で保持できる。

[0021] 搬送装置は、搬送路に沿って並べられた多数の従動ローラと、磁気結合方式により動力を真空側に導入する磁気ネジを備えている。キャリア 10 のスライダ 402 は永久磁石 404 が設けられている。回転する磁気ネジのらせん状の磁場をスライダ 402 の永久磁石 404 と磁気結合させた状態で、磁気ねじを回転させるとスライダ 402（キャリア 10）を従動ローラに沿って移動させることができる。なお、キャリア 10 及び搬送装置の構成としては特開平 8-274142 号公報に開示された構成を採用しうる。もちろん、リニアモータやラックアンドピニオンを用いた搬送装置を用いてもよい。

[0022] ラジカル処理チャンバ130などのチャンバは、基板1の電位を変更する電圧印加手段を備えている。キャリア10のホルダーに保持された基板1は、導電性の弾性部材（板ばね）403を介してホルダー401と電氣的に接続されている。弾性部材403の電位を変更することで基板1の電位を変更することができる。電圧印加手段は、基板電圧印加電源302若しくはアースに接続された電極をホルダー401に接触させる装置である。ホルダー401は接地電位でもよい。また、ホルダー401に、直流電源、パルス電源または高周波電源などから適宜選択した電源を用いて各種の電力を印加してもよい。

[0023] 図4はラジカル処理装置130（表面処理装置）を上方から見た模式図である。図4を用いて本実施形態のラジカル処理装置130について説明する。ラジカル処理装置130は、基板処理チャンバ300（ラジカル処理容器）、ラジカル源320、基板処理チャンバ300とラジカル源320の間に基板処理チャンバ300とラジカル源320を連結するラジカル導入路309（ラジカル導入部）を備えている。ラジカル導入路309は基板処理チャンバ300へのラジカル流量を調整する流量調整部308を有する。基板処理チャンバ300は、キャリア10（基板1）を基準として左右対称の構成を備えており、ラジカル源320とラジカル導入路309も左右にそれぞれ設けられている。そのため、キャリア10に保持された2つの基板1の両面に同時に処理できる。キャリア10を介して基板1を中央の所定位置に保持できるように搬送装置が設けられている。排気系301は、基板処理チャンバ300内を真空排気できるターボ分子ポンプ等の真空ポンプである。

[0024] ラジカル源320は、プロセスガスを導入するガス導入部303と、ラジカルを生成するラジカル発生手段304と、ラジカル発生手段304に電力を投入してラジカルを発生するラジカル発生部305と、ラジカル発生部305とラジカル発生部305からラジカル導入路309へのラジカルの流入を制御するバルブ307を備えている。発生したラジカルがラジカル導入路309を通して導入され、基板処理チャンバ300に導入される。

- [0025] ガス導入部303は、ガスポンペ等のガス供給源、ガス供給源から供給されるガス導入量をコントロールするマスフローコントローラ（MFC）、真空容器内にガスを導入するガス導入部材、及びこれらの部材の間でガスを流通させるガス管を有している。ラジカル発生手段304はラジカルを生成する手段である。ラジカル発生部305はラジカル発生手段304を備えたものであり、導入されたプロセスガスに電力を投入してラジカルを発生する。ラジカル発生部305はラジカル導入路309を介して基板処理チャンバ300に接続され、ラジカル導入路309を介してラジカルを基板処理チャンバ300内に導入できる。ラジカル導入路309にはガス流量を調整するMFCやオリフィスなどから構成された流量調整部308が設けられている。
- [0026] ガス整流板310は、基板処理チャンバ300内で所定位置に配置された基板1に対して平行に設けられた一対の板状部材であり、ラジカルを基板1の成膜面に対して均一に照射するために多数のガス噴き出し口を有している。本実施形態のガス整流板310は、均等間隔若しくは基板内孔の対向面にガス噴き出し口が設けられたものを用いたが、ガス整流板310は、環状に均等間隔に配置されたガス噴き出し口を有するものでもよい。また、ガス整流板310は一対に限らず、1枚、もしくは3枚以上設けてもよい。基板処理部306は、基板処理チャンバ300内において、ガス整流板310と基板1の間の空間である。基板処理部306内で、ガス整流板310を介して導入されたラジカルにより基板1の表面に形成されたt a - C膜の表層に処理（ラジカル処理）がされる。
- [0027] ラジカル発生手段304は、紫外光励起もしくはプラズマ励起を用いてプラズマを生成する手段である。紫外光励起源としては、例えば、エキシマランプ、キセノンランプが用いられる。プラズマ励起を用いた場合、高周波プラズマ、直流プラズマ源のいかなるプラズマ源も適用可能である。紫外光励起とプラズマ励起を併用してラジカル発生手段304を構成してもよい。
- [0028] ラジカル処理チャンバ130はラジカル発生部305を複数備えている。複数のラジカル発生部305から同時にラジカルを供給してもよいし、1つ

ずつ交互にラジカルを供給するようにしてもよい。交互にラジカルを供給する場合は、1タクトタイム終了後に、次の基板処理に対して直前のプロセスで使用していないラジカル発生部305から基板処理チャンバにラジカルを供給するとよい。こうすると、ラジカルを安定して供給できるため生産性の向上を図れる。

[0029] ラジカル処理装置130を使用した表面処理工程について詳細に説明する。プロセスガスをラジカル処理装置130のラジカル発生部305にガス導入部303を介して所定の流量で導入する。プロセスガスとしては、酸素ガス(O_2 ガス)または水素ガス(H_2 ガス)もしくはそれらを含んだ混合ガスを用いることができる。あるいは、プロセスガスとして、窒素あるいはNO、 N_2O 、 NH_3 のうち少なくとも1つを混合した混合ガスや CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 等を用いることもできる。ラジカル発生手段304に所望の電力を投入し、ラジカル発生部305に導入したプロセスガスを解離及び励起してラジカル発生部305にてラジカルを発生させる。

[0030] 発生したラジカルは、導入ガスと共にラジカル導入路309を通過して、基板1が配置される基板処理部306へ導入される。この導入中、ラジカル導入路309に設けられた流量調整部308により、所望の流量に調整される。所定の流量に調整されたラジカルは、基板処理チャンバ300内に導入される。そして、ラジカルが基板処理部306の所定位置に搬送された基板1に照射されてt a-C膜の表層と反応してラジカル処理が行われる。ラジカル処理された基板をラジカル処理装置130から排出する。

[0031] なお、本実施形態のようなインライン式の真空処理装置装置(図1参照)では、基板1の搬送時に隣接処理チャンバ間に圧力差がある場合、ゲートバルブを開放したときに、圧力が高いチャンバから低い処理室に向かってガスが流入する。本発明のt a-C膜形成プロセスはプロセスガスを使用しないため、t a-C膜形成室129の圧力は隣接室より低く、隣接室からガスが流入するおそれがある。そして、t a-C膜形成室129に隣接室からのガスが残存した状態でt a-C膜形成プロセスを行うと膜中にガス成分が混入

し、所望の膜質を得ることができない。このため、t a-C膜形成室129に隣接した処理室のプロセスガスを十分排気した後にキャリア搬送を行う、若しくはt a-C膜形成室129に流入したガスを十分排気した後にt a-C膜の形成を行うことが望ましい。

[0032] ラジカル処理装置130は、ラジカル発生部305と基板処理部306が分かれていることから、基板処理部306の圧力の必要以上の上昇を抑えることができる。ラジカル発生部305と基板処理部306が分かれているので、基板処理チャンバ300には所定流量に調整されたガス（ラジカル）導入となり、ガスの導入量が少なくなるためである。このような構造としたことにより、基板1の搬送時にラジカル処理装置130からt a-C膜形成チャンバ129へのプロセスガスの流入をさらに低減できる。

[0033] （第2実施形態）

上述の第1実施形態ではラジカル処理装置130でラジカル処理を行う構成例について説明したが、ラジカル処理をアンロードチャンバで行ってもよい。ラジカル処理をアンロードチャンバで行う構成例について第2実施形態として以下に説明する。本実施形態は、第1実施形態のラジカル処理装置130で行ったラジカル処理をアンロードチャンバ516内で行う構成である。図1の真空処理装置と比べると、本実施形態の真空処理装置は、第1実施形態のアンロードチャンバ116を表面処理が可能なアンロードチャンバ516に交換し、ラジカル処理装置130を備えない、もしくはラジカル処理装置130の位置で異なる処理を行う構成となる。すなわち、本実施形態のアンロードチャンバ516aは、第1実施形態のラジカル処理チャンバ300に相当する。なお、本実施形態の説明において、第1実施形態と同様の構成については同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0034] 本実施形態のラジカル処理装置はアンロードチャンバ516と一体に構成されているが、これは、アンロードチャンバ516内にラジカル処理装置を組み込んだ構成の他にも、アンロードチャンバとラジカル処理装置を隣接させた構成も含むものである。例えば、ラジカル処理装置をアンロードチャン

バの基板排出側に取り付ける構成はアンロードチャンバ516と同様のものであり、本実施形態と同じ効果が期待できる。

[0035] 図5は、本実施形態のアンロードチャンバ516の側面図である。アンロードチャンバ516は、基板1をキャリア10から取り外すアンロードチャンバ516bと、取り外した基板を収容するアンロードチャンバ516cと、基板1に表面処理を実施した後、基板1を大気側に搬出するアンロードチャンバ516aから構成されている。アンロードチャンバ516aとアンロードチャンバ516cはゲートバルブを介して接続されている。排気装置501、511はそれぞれアンロードチャンバ516a、アンロードチャンバ516cに接続されている。アンロードチャンバ516a、アンロードチャンバ516cのそれぞれは、基板1を複数収容できるカセット502（基板収納部材）を備えている。排気装置501、511は、ターボ分子ポンプ等の真空ポンプを備えている。

[0036] アンロードチャンバ516aは、流量調整部308を介してラジカル源320に接続されている。ラジカル源320は、プロセスガスを導入するガス導入部303と、ラジカルを生成するラジカル発生手段304、ラジカル発生手段304に電力を投入してラジカルを発生するラジカル発生部305、所定位置に搬送された基板1をラジカル処理する基板処理部306、ラジカル発生部305から発生したラジカルを基板処理部306に導入するラジカル導入路（ラジカル導入部）、ラジカル発生部305からラジカル導入路へのラジカルの流入を制御するバルブ307を備えている。また、流量調整部308はラジカル源320からアンロードチャンバ516aに導入されるラジカルの流量を調整する部材である。すなわち、本実施形態のアンロードチャンバ516aと流量調整部308とラジカル源320を合わせたものが、第1実施形態のラジカル処理装置130に相当する。

[0037] ガス導入部303は、ガスボンベ等のガス供給源、ガス供給源から供給されるガス導入量をコントロールするMFC、真空容器内にガスを導入するガス導入部材、及びこれらの部材の間でガスを流通させるガス管を有している

。ガス整流板 510 は、アンロードチャンバ 516 a 内のカセット 502 に収納された基板 1 の上方に設けられた板状部材であり、ガス整流板 310 と同様、ガス（ラジカル）を均一に導入するために多数のガス噴き出し口を有している。本実施形態ではガス整流板 510 を 1 枚だけ設けているが、複数設けてもよい。

[0038] ラジカル導入路 309 とガス整流板 510 を介してラジカルを導入することにより、カセット 502 に収納された所定数の基板 1 のラジカル処理を同時に行うことができる。本実施形態の真空処理装置によれば、多数の基板 1 のラジカル処理を同時に行うことができるため、スループットを大幅に向上させることができる。

[0039] （第 3 実施形態）

図 6 は、本発明の第 3 実施形態に係る真空処理装置を示す平面図である。本実施形態に係る真空処理装置は、t a - C 膜形成室 129 を、方向転換室 115 とアンロードチャンバ 516 b の間に配置されている点で、第 2 実施形態の真空処理装置と異なっている。ラジカル処理はアンロードチャンバ 516 a で行うことは第 2 実施形態と同様である。なお、本実施形態の説明において、第 1 実施形態と同様の構成については同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0040] 本実施形態に係る真空処理装置にてラジカル処理を行う場合について説明する。まず、t a - C 膜形成室 129 で t a - C 膜が形成された基板 1 をアンロードチャンバ 516 b に搬送し、キャリア 10 から基板 1 を取り外し、カセット 502 に収納する。その後、カセット 502 に複数枚収納された時点で、基板載せ換えロボット 151 によりアンロードチャンバ 516 b からアンロードチャンバ 516 a に搬送し、図 5 に示したアンロードチャンバを使用して、基板 1 の両面にラジカルを用いたラジカル処理を行う。

[0041] 本実施形態に係る真空処理装置では、t a - C 膜形成室 129 を、方向転換室 115 と、ラジカル処理装置としてのアンロードチャンバ 516 b の間に配置し、表面処理（ラジカル処理）はアンロードチャンバ 516 a で行う

構成とした。このため、 $t a-C$ 膜形成室129の両側にプロセスガスを使用するチャンバを配置していない。このような配置とすることで、インライン式の製造装置において、基板1の搬送時に隣接室から $t a-C$ 膜形成室129へのプロセスガスの流入を確実に防ぎ、膜質のよい $t a-C$ 膜を高い生産性で連続して形成することができる。

[0042] 上述した真空処理装置を用いた表面処理の例を実施例1, 2として以下に説明する。上述した第1実施形態に示す装置を用いて、基板の上に密着層、下部軟磁性層、シード層、中間層、磁気記録層、表面保護層として $t a-C$ 膜を順次積層した。次に、基板をラジカル処理装置130に搬送し、 $t a-C$ 膜が形成された基板の両面にラジカルを用いた表面処理を実施した。なお、第2実施形態もしくは第3実施形態の真空処理装置を用いる場合は、ラジカル処理をアンロードチャンバ516aで行う以外は同様の処理が行われる。

[0043] (実施例1)

図7は、実施例1に係る表面処理方法である。磁性層610上に形成された $t a-C$ 膜601の表面には、 sp^3 結合比率が低い層603が表面近傍、深さ0.5nm程度まで生じている。図7に示すようにラジカルで表面保護層601の一部を除去した後は、表面粗さの増加を伴わずに、 sp^3 結合比率が低い層603が除去され、 sp^3 結合比率が高い層602が残り、膜全体に占める sp^3 結合比率が高くなる。基板断面612と磁性層610の間の層611は、密着層、軟磁性層、シード層、中間層の積層体である。密着層の材料としては、 $AlTi$ 、 $AlTa$ 、 $NiTa$ 、または $CoTiAl$ 等を用いることができる。軟磁性層の材料としては、 $FeCo$ 合金、 $FeTa$ 合金、 Co 合金等と Ru 合金等との積層体を用いることができる。シード層の材料としては、 NiW 合金、 $NiFe$ 合金、 $NiTa$ 合金、 $TaTi$ 合金等を用いることができる。中間層には Ru や Ru 合金の積層体を用いることができる。

[0044] さらに、 sp^3 結合比率が低い層603がラジカルで除去される際に sp^3

結合比率が高い層 602 の最表層にラジカルが照射されるため、 sp^3 結合比率が高い層 602 の最表層の表面エネルギーを均一に制御することができる。本実施形態の表面処理では、ラジカル発生部 305 が基板処理部 306 とラジカル導入路 309 を介して接続されており、 $t a-C$ 膜が直接プラズマまたは紫外光に曝されることがない。そのため、表面処理時にプラズマから飛来する運動エネルギーを有したイオンや紫外光による $t a-C$ 膜へのダメージがないため、 $t a-C$ 膜が変質し特性を損なうことがない。本実施例でのプロセスガスとしては、酸素ガスまたは水素ガスもしくはそれらを含んだ混合ガスを用いることができる。

[0045] (実施例 2)

図 8 は、実施例 2 に係る表面処理方法である。上述のように、 $t a-C$ 膜 601 が形成された表面には、 sp^3 結合比率が低い層 603 が形成されている。本実施例では、ラジカル照射により sp^3 結合比率が低い層 603 を改質した表面処理層 704 を形成した。本実施例のラジカル照射では、表面処理層 704 を形成しながらエッチングするため、 sp^3 結合比率が低い層 603 より薄い表面処理層 704 を形成できる。表面処理層 704 は、表面の sp^3 結合比率が低い層 603 を改質した層であり、 sp^3 結合比率が低い層 603 と比べて表面粗さは増加していない。

[0046] ここで、実施例 2 で形成した表面処理層 704 の特性とエッチング速度は、照射するラジカル量、照射時間、プロセスガスの混合比等を選択することで制御できる。例えば、窒化層形成による親水性及び潤滑剤吸着性を改善した特性、あるいはフッ化層形成による撥水性及び離型性を改善した特性を付与した表面処理層 704 にすることができる。ラジカル処理の際に、付与した特性に合わせてラジカルを生成するガス種を選択して、ラジカル発生部 305 に供給する。

[0047] 表面処理層 704 として窒化層を形成する場合には、プロセスガスとして、窒素あるいは NO 、 N_2O 、 NH_3 のうち少なくとも 1 つを混合した混合ガスが用いられる。ここで、表面処理層の特性とエッチング速度は、照射する

ラジカル量、照射時間、プロセスガスの混合比等を選択することで制御できる。特に、上記のプロセスガスに加えて酸素もしくは水素ガスを添加することで、カーボンのエッチングを促進することが可能である。

[0048] 表面処理層 704 としてフッ化層を形成する場合には、プロセスガスとして、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 等が用いられる。ここで、表面処理層の特性とエッチング速度は、照射するラジカル量、照射時間、ガス種を選択することで制御できる。ラジカル発生手段 304 に所望の電力を投入し、ラジカル発生部 305 に導入したプロセスガスを解離及び励起してラジカル発生部 305 にてラジカルを発生させる。実施例 2 のラジカル処理では、極表層の改質（例えば窒化）とエッチングの両方を同時に行うことができるが、選択されたガス種（例えば、純 N_2 など）によっては極表面の改質だけを行う処理とすることもできる。

[0049] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0050] 本願は、2014年3月4日提出の日本国特許出願特願 2014-41685 を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

- [請求項1] 基板に t a - C 膜からなる表面保護層を形成する t a - C 膜形成装置と、
- 前記表面保護層にラジカルを反応させるラジカル処理を行うラジカル処理装置と、
- 前記基板を大気に曝すことなく前記 t a - C 膜形成装置から前記ラジカル処理装置に搬送する搬送装置と、
- を備えることを特徴とする真空処理装置。
- [請求項2] 前記真空処理装置は、前記基板にそれぞれ所定の処理を行う複数のチャンバが矩形の無端状に連結されており、
- 前記複数のチャンバは、前記基板の搬送方向を転換するために前記矩形の角の位置に配置された方向転換チャンバと、前記 t a - C 膜形成装置を備える t a - C 膜形成チャンバと、前記ラジカル処理装置を備えるラジカル処理チャンバとを含み、
- 前記基板の搬送方向に向かって、前記 t a - C 膜形成チャンバ、前記方向転換チャンバ、前記ラジカル処理チャンバの順番で配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の真空処理装置。
- [請求項3] 前記真空処理装置は、前記基板にそれぞれ所定の処理を行う複数のチャンバが矩形の無端状に連結されており、
- 前記複数のチャンバは、前記基板の搬送方向を転換するために前記矩形の角の位置に配置された方向転換チャンバと、前記真空処理装置に前記基板を供給するロードロックチャンバと、前記真空処理装置から前記基板を排出するアンロードチャンバと、前記 t a - C 膜形成装置を備える t a - C 膜形成チャンバと、前記ラジカル処理装置とを含み、
- 前記ラジカル処理装置は、前記アンロードチャンバと一体に構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の真空処理装置。
- [請求項4] 前記ラジカル処理装置は、ラジカル処理容器に前記基板を複数収容

するカセットを備えていることを特徴とする請求項3に記載の真空処理装置。

[請求項5] 前記搬送装置は、前記ラジカル処理装置および前記 t a - C 膜形成装置に一体に構成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の真空処理装置。

[請求項6] 前記ラジカル処理装置は、
内部に前記基板が配置されるラジカル処理チャンバと、
プロセスガスからラジカルを発生させるラジカル発生部と、
前記ラジカル発生部で発生した前記ラジカルを前記ラジカル処理チャンバに導入するラジカル導入部と、を備えることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の真空処理装置。

[請求項7] 前記プロセスガスは、 O_2 ガス若しくは H_2 ガスの少なくとも1つを含んでいることを特徴とする請求項6に記載の真空処理装置。

[請求項8] 前記プロセスガスは、 N_2 、 NO 、 N_2O 、 NH_3 のうち少なくとも1つを含んでいることを特徴とした請求項6に記載の真空処理装置。

[請求項9] 前記プロセスガスは、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 のうち少なくとも1つを含んでいることを特徴とする請求項6に記載の真空処理装置。

[請求項10] 基板に形成された磁気記録層を保護する表面保護層を有する磁気記録媒体の真空処理方法であって、

前記磁気記録層の上に t a - C 膜を形成する t a - C 膜形成工程と、

、

前記 t a - C 膜が形成された基板を搬送する搬送工程と、

プロセスガスを励起してラジカルを発生させるラジカル発生工程と

、

前記 t a - C 膜の表面に前記ラジカルを照射するラジカル処理工程と、

を有することを特徴とする真空処理方法。

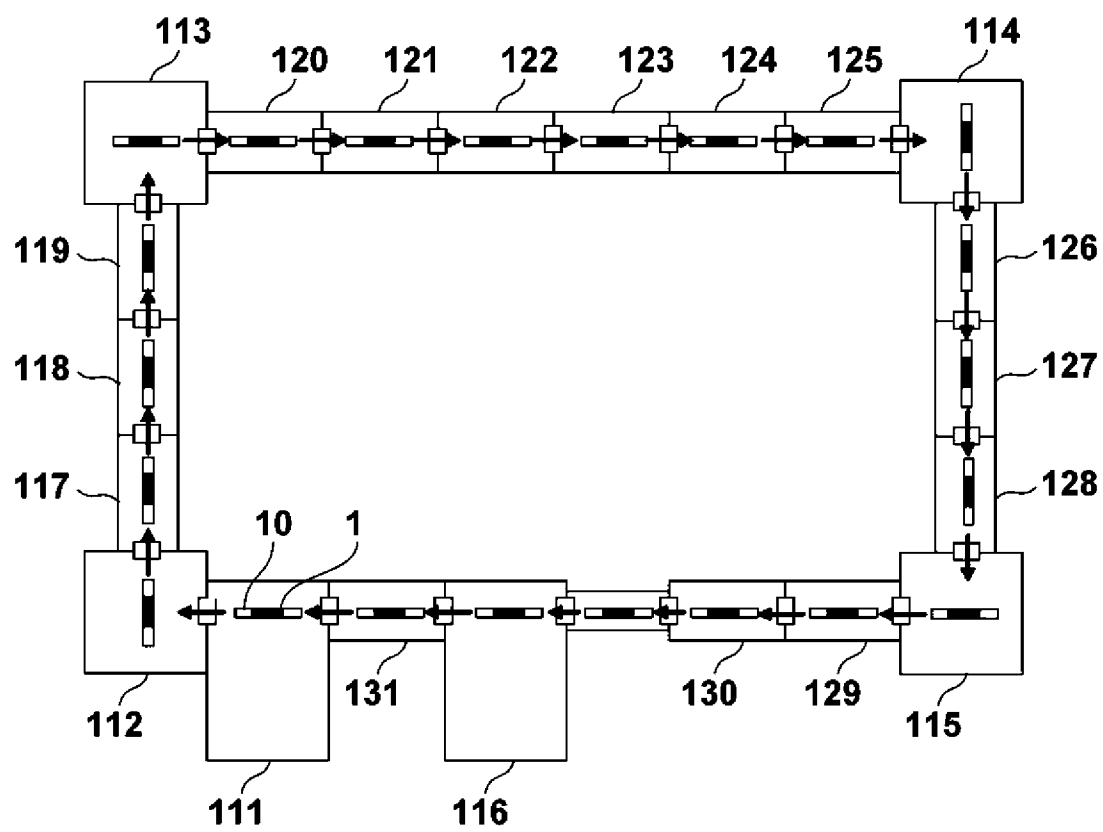
[請求項11] 前記プロセスガスは、 O_2 ガス若しくは H_2 ガスの少なくとも1つ

を含んでいることを特徴とする請求項 10 に記載の真空処理方法。

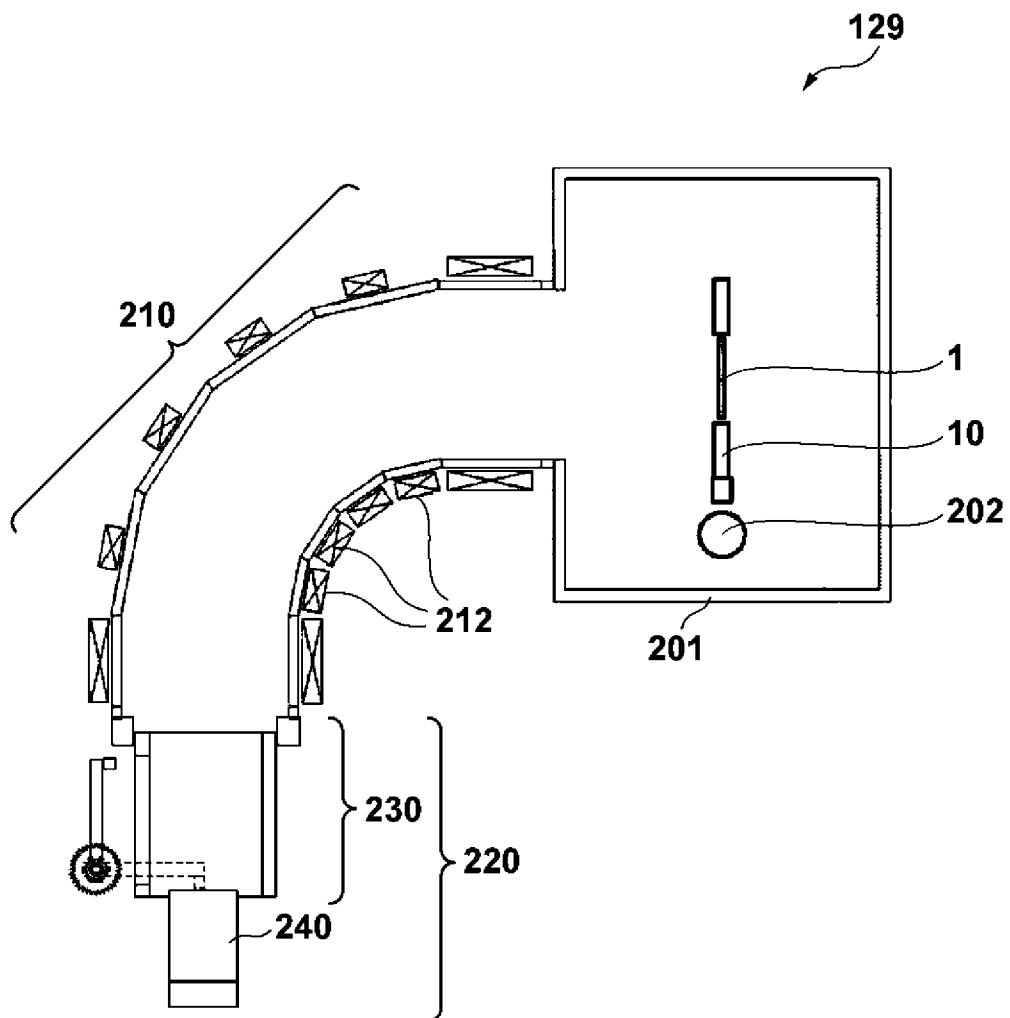
[請求項12] 前記プロセスガスは、 N_2 、 NO 、 N_2O 、 NH_3 のうち少なくとも 1 つを含んでいることを特徴とする請求項 10 に記載の真空処理方法。

[請求項13] 前記プロセスガスは、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 のうち少なくとも 1 つを含んでいることを特徴とする請求項 10 に記載の真空処理方法。

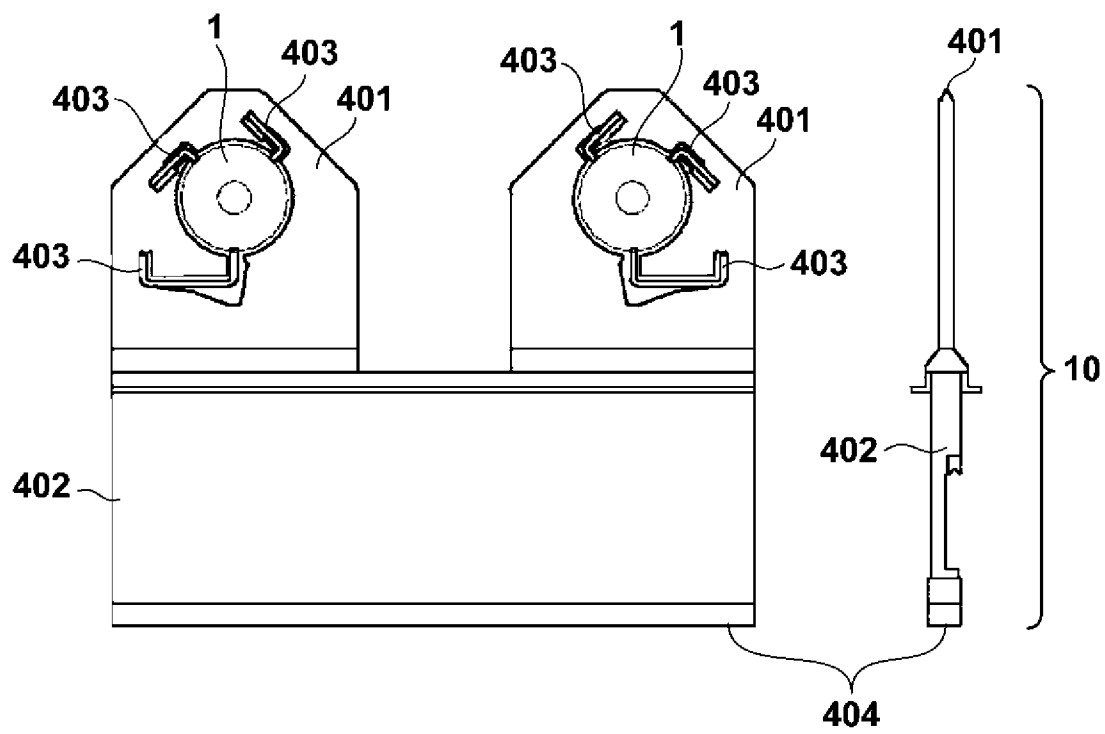
[図1]



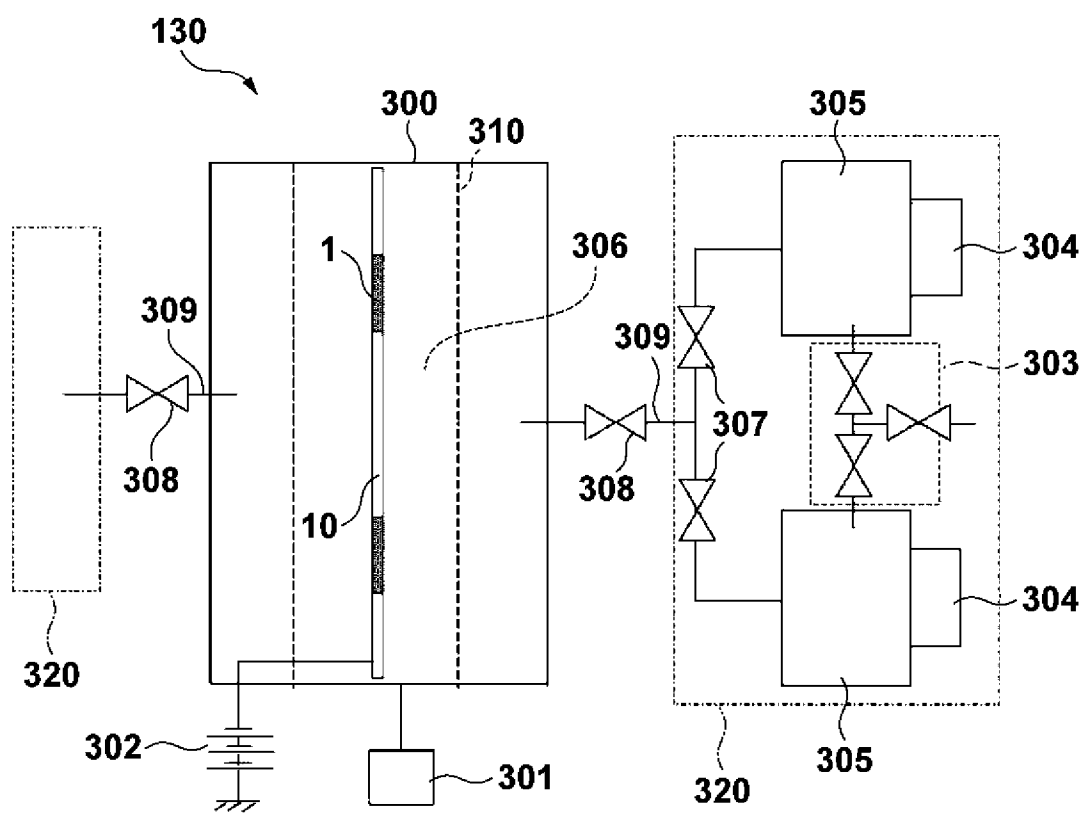
[図2]



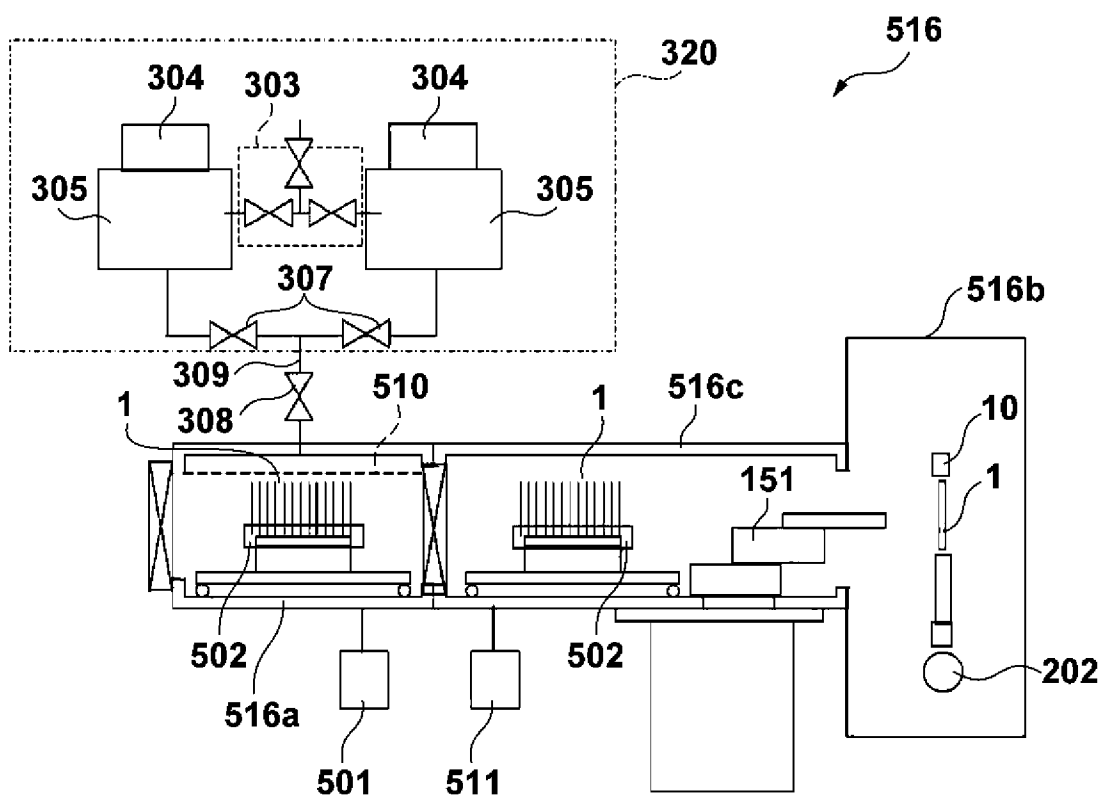
[図3]



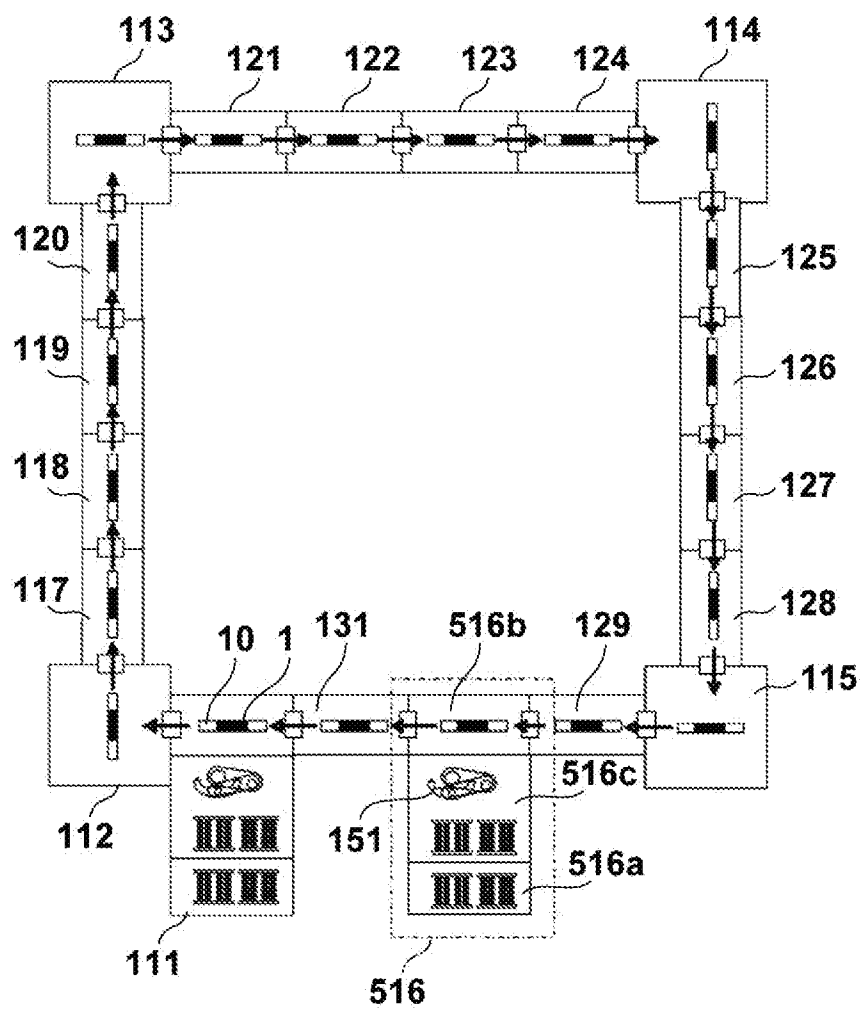
[図4]



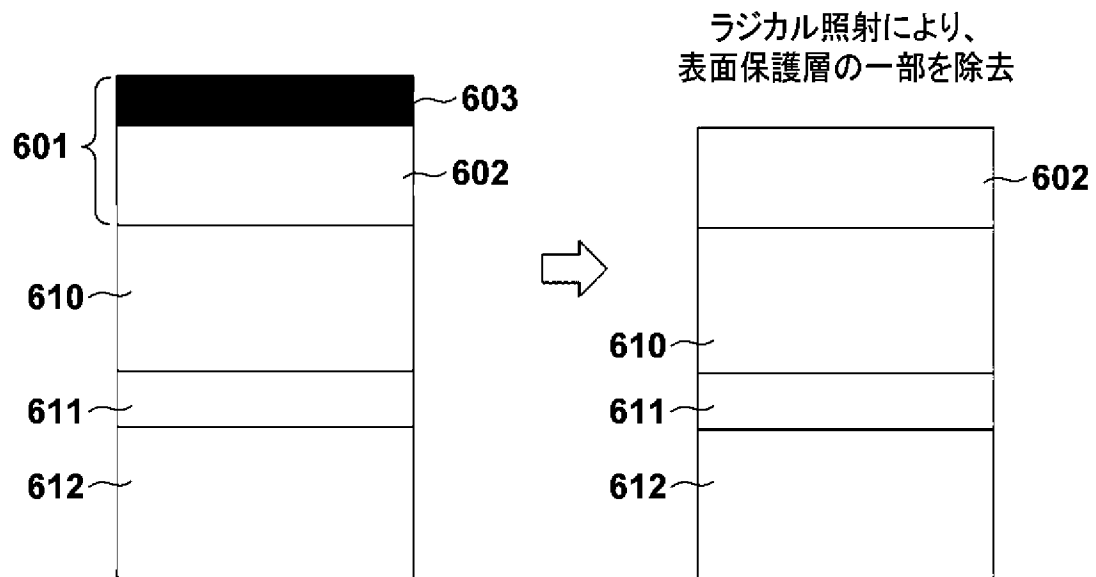
[図5]



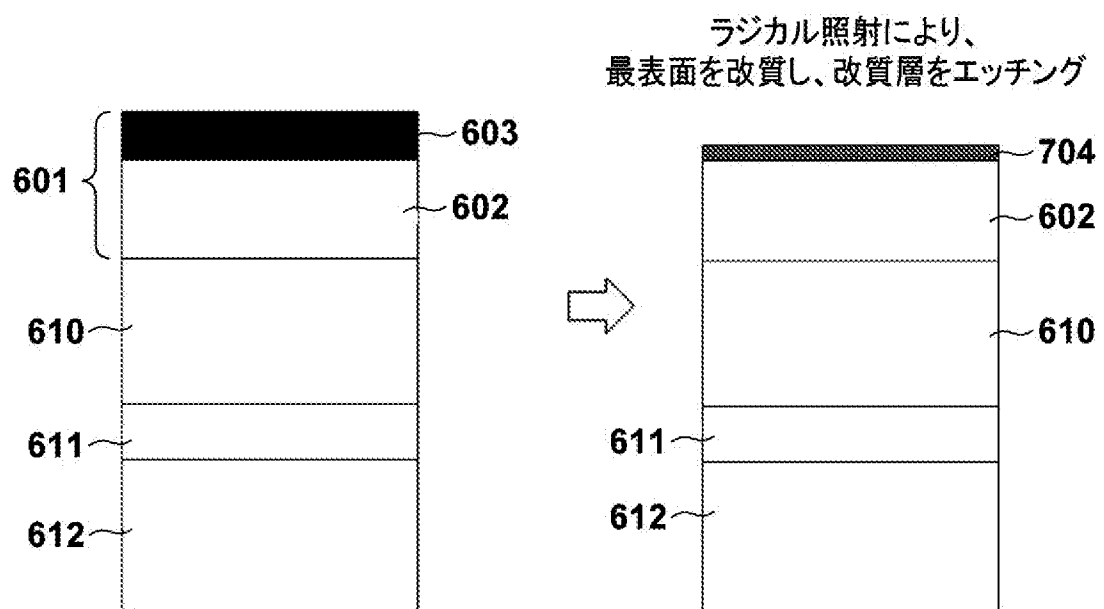
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005862

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/58(2006.01) i, G11B5/84(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)

C23C14/58, G11B5/84

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-56526 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 22 February 2002 (22.02.2002), claims 1, 3; paragraphs [0013], [0023], [0024] & US 2002/0028358 A1	1, 2, 5-13 3, 4
Y	JP 2004-256837 A (Fujitsu Ltd.), 16 September 2004 (16.09.2004), paragraph [0007] (Family: none)	1, 2, 5-13
Y	JP 2009-283107 A (Fuji Electric Device Technology Co., Ltd.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraphs [0004], [0005] & US 2009/0291326 A1	1, 2, 5-13

☒ 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
10 February 2015 (10.02.15)

Date of mailing of the international search report
24 February 2015 (24.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005862

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-243254 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 01 December 2011 (01.12.2011), paragraphs [0001], [0051], [0054]; fig. 5 (Family: none)	2
Y	JP 2001-237216 A (Sanyo Vacuum Industries Co., Ltd.), 31 August 2001 (31.08.2001), paragraph [0002] (Family: none)	6-9
Y	JP 2003-223710 A (Fujitsu Ltd.), 08 August 2003 (08.08.2003), claim 1; paragraph [0053] (Family: none)	9, 13
X	JP 2005-171329 A (Fuji Electric Holdings Co., Ltd.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0001], [0037], [0038] (Family: none)	1, 5, 10, 12
P, X	JP 2014-203473 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 27 October 2014 (27.10.2014), paragraphs [0043] to [0046], [0118]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 5, 7, 8, 10-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C14/58(2006.01)i, G11B5/84(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. C23C14/58, G11B5/84

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

JSTPlus/JST7580(JDreamIII)

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 A	JP 2002-56526 A（富士電機株式会社）2002.02.22, 【請求項1】、【請求項3】、【0013】、【0023】、【0024】 & US 2002/0028358 A1	1, 2, 5-13 3, 4
Y	JP 2004-256837 A（富士通株式会社）2004.09.16, 【0007】（ファミリーなし）	1, 2, 5-13
Y	JP 2009-283107 A（富士電機デバイステクノロジー株式会社）2009.12.03, 【0004】、【0005】 & US 2009/0291326 A1	1, 2, 5-13

☒ 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

1 0 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 2 . 2 0 1 5

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）

安齋 美佐子

4 G

5 3 7 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
Y	JP 2011-243254 A (昭和電工株式会社) 2011. 12. 01, 【0001】、【0051】、 【0054】、【図 5】 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2001-237216 A (三容真空工業株式会社) 2001. 08. 31, 【0002】 (フ ァミリーなし)	6-9
Y	JP 2003-223710 A (富士通株式会社) 2003. 08. 08, 【請求項 1】、【0053】 (ファミリーなし)	9, 13
X	JP 2005-171329 A (富士電機ホールディングス株式会社) 2005. 06. 30, 【0001】、【0037】、【0038】 (ファミリーなし)	1, 5, 10, 12
P, X	JP 2014-203473 A (昭和電工株式会社) 2014. 10. 27, 【0043】-【0046】、 【0118】、【図 1】 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 7, 8, 10 -12