(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
2023年8月17日(17.08.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/153317 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
H01L 21/68 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/003482

(22) 国際出願日： 2023年2月2日(02.02.2023)

(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 2022-019634 2022年2月10日(10.02.2022) JP

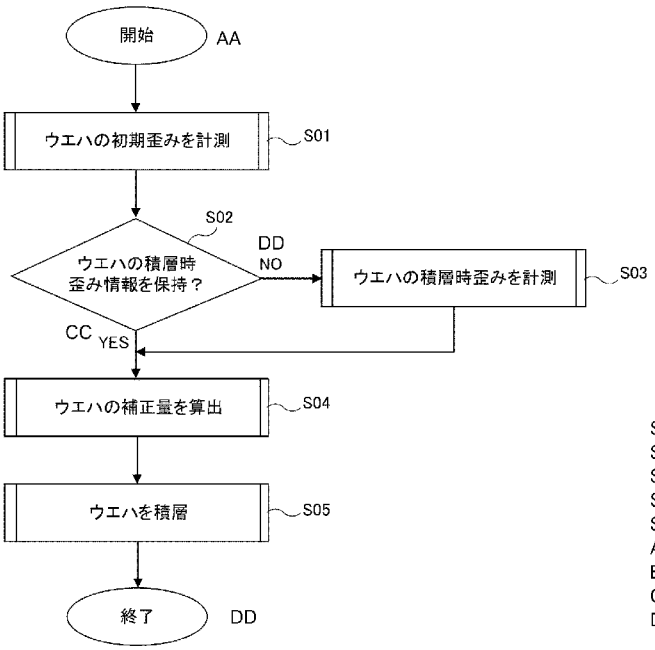
(71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 牛島 幹雄 (USHIJIMA Mikio); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 三ッ石 創 (MITSUISHI Hajime); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 前原 義弘(MAEHARA Yoshihiro); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 千葉 智弘(CHIBA Tomohiro); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人ＲＹＵＫＡ国際特許事務所(RYUKA & PARTNERS); 〒1631522 東京都新宿区西新宿１－６－１ 新宿エルタワー２２階 Tokyo (JP).

(54) **Title:** SUBSTRATE CORRECTION DEVICE, SUBSTRATE LAMINATION DEVICE, SUBSTRATE PROCESSING SYSTEM, SUBSTRATE CORRECTION METHOD, SUBSTRATE PROCESSING METHOD, AND SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称： 基板補正装置、基板積層装置、基板処理システム、基板補正方法、基板処理方法、および半導体装置の製造方法



S01 Measure initial strain of wafer
S02 Retain time-of-lamination strain information of wafer?
S03 Measure time-of-lamination strain of wafer
S04 Calculate correction amount of wafer
S05 Laminate wafer
AA Start
BB End
CC YES
DD NO

(57) **Abstract:** In a first aspect of the present invention, a substrate correction device is provided which comprises: an acquisition unit that acquires first information based on positional information of a plurality of alignment marks on a substrate measured externally; a stage that holds the substrate; a correction unit that corrects a positional deviation between

WO 2023/153317 A1

［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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, 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, 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))

the substrate held on the stage and another substrate that is bonded to the substrate; and a control unit that controls the correction unit on the basis of the first information.

(57) 要約: 本発明の第1の態様においては、外部で計測された基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第1情報を取得する取得部と、基板を保持するステージと、ステージに保持された基板と、基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部と、第1情報に基づいて補正部を制御する制御部と、を備える、基板補正装置を提供する。

明　細　書

発明の名称 ：

基板補正装置、基板積層装置、基板処理システム、基板補正方法、基板処理方法、および半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板補正装置、基板積層装置、基板処理システム、基板補正方法、基板処理方法、および半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、基板上の複数のマークの位置情報を計測する計測装置と、基板上の複数のマークのうち選択された一部のマークの位置情報を計測するアライメント計測および露光を行う露光装置と、を備えたリソグラフィシステムが記載されている。

［先行技術文献］

［特許文献］

［特許文献１］　国際公開２０１６／１３６６９１号公報

［一般的開示］

[0003] 本発明の第１の態様においては、基板補正装置を提供する。基板補正装置は、外部で計測された第１基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得部を備えてよい。基板補正装置は、前記第１基板に接合される第２基板を保持するステージを備えてよい。前記ステージは、前記第２基板を変形させる変形部を有してよい。前記変形部は、前記第１情報に基づいて制御されてよい。

[0004] 本発明の第２の態様においては、前記第１基板を保持する保持面を有する保持部材を備えてよい。前記第１基板と前記第２基板が接合されるときに、前記保持部材への前記第１基板の保持が解除されてよい。

[0005] 本発明の第３の態様においては、前記変形部は、前記第２基板を部分的に変形可能であってよい。

[0006] 本発明の第４の態様においては、前記変形部は、前記第２基板に沿って配置された複数のアクチュエータを有してよい。

[0007] 本発明の第５の態様においては、基板補正装置を提供する。基板補正装置は、外部で計測された第１基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得部を備えてよい。基板補正装置は、前記第１基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、前記位置情報に基づく第２情報を出力する計測部を備えてよい。基板補正装置は、前記第１基板に接合される第２基板を保持するステージを備えてよい。基板補正装置は、前記ステージに保持された前記第２基板を変形させる変形部を備えてよい。基板補正装置は、前記第１情報に基づいて前記変形部を制御し、前記第２情報に基づいて前記第１基板と前記第２基板とを位置合わせする制御部を備えてよい。

[0008] 本発明の第６の態様においては、基板補正装置を提供する。基板補正装置は、外部で計測された基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得部を備えてよい。基板補正装置は、前記基板を保持するステージを備えてよい。基板補正装置は、前記ステージに保持された前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部を備えてよい。基板補正装置は、前記第１情報に基づいて前記補正部を制御する制御部を備えてよい。

[0009] 本発明の第７の態様においては、基板補正装置は、前記ステージに前記基板を載置した状態で、前記基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第２情報を出力する計測部をさらに備えてよい。前記制御部は、前記第２情報に基づいて前記基板と前記他の基板とを位置合わせしてよい。

[0010] 本発明の第８の態様においては、前記計測部で計測する前記複数のアライメントマークの個数は、外部で計測された前記複数のアライメントマークの個数よりも少なくてよい。

[0011] 本発明の第９の態様においては、前記制御部は、前記計測部により計測さ

れた前記第２情報に基づいて、前記基板と前記他の基板の位置合わせに用いられるパラメータを設定してよい。

[0012] 本発明の第１０の態様においては、前記第１情報は、前記基板の歪みの線形成分および非線形成分の情報を含んでよい。

[0013] 本発明の第１１の態様においては、前記制御部は、前記基板を前記他の基板に積層するときに前記基板および前記他の基板の少なくとも一方に発生する歪みに関する第３情報に基づいて前記補正部を制御してよい。

[0014] 本発明の第１２の態様においては、第１計測部は、前記基板上のアライメントマークのうち、前記基板および前記他の基板の少なくとも一方に発生する非線形成分の歪みによる位置ずれが生じる範囲のアライメントマークの位置情報を計測してよい。

[0015] 本発明の第１３の態様においては、前記基板を保持する保持面を有する保持部材をさらに備えてよく、前記保持面は、中央が前記基板に向かって隆起した凸形状を有してよい。

[0016] 本発明の第１４の態様においては、前記基板を保持する保持面を有する保持部材をさらに備えてよく、前記保持面は、周方向で高さが異なる領域を有してよい。

[0017] 本発明の第１５の態様においては、前記補正部は、前記基板の一面に複数個配置されたアクチュエータであってよい。

[0018] 本発明の第１６の態様においては、基板処理システムを提供する。基板処理システムは、上記第６の態様に記載の基板補正装置を備えてよい。基板処理システムは、前記基板を他の基板に積層する積層部を備えてよい。

[0019] 本発明の第１７の態様においては、基板処理システムを提供する。基板処理システムは、第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第１情報を出力する第１計測部を備えてよい。基板処理システムは、第２ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部を備えてよい。基板処理システムは、前記第１情報に基づいて前記補正部を制

御する制御部を備えてよい。

[0020] 本発明の第１８の態様においては、基板処理システムは、前記第１計測部で計測する前記アライメントマークの個数よりも少ない個数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第２情報を出力する第２計測部を備えてよい。前記制御部は、前記第１情報に基づいて前記補正部を制御するとともに、前記第２情報に基づいて前記基板と他の基板とを位置合わせを制御してよい。

[0021] 本発明の第１９の態様においては、基板処理システムを提供する。基板処理システムは、第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第１情報を出力する第１計測部を備えてよい。基板処理システムは、第２ステージに保持した前記基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、前記位置情報に基づく第２情報を出力する第２計測部を備えてよい。基板処理システムは、前記第２ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部を備えてよい。基板処理システムは、前記第１情報に基づいて前記補正部を制御する制御部を備えてよい。前記第２計測部で計測する前記アライメントマークの個数は、前記第１計測部で計測する前記アライメントマークの個数よりも少なくてよい。

[0022] 本発明の第２０の態様においては、基板処理システムを提供する。基板処理システムは、第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第１情報を出力する計測部を備えてよい。基板処理システムは、第２ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部を備えてよい。基板処理システムは、前記第１情報に基づいて前記補正部を制御する制御部を備えてよい。前記計測部は、基準座標系を持っており、前記基準座標系における前記アライメントマークの絶対座標を計測してよい。

[0023] 本発明の第２１の態様においては、基板補正方法を提供する。基板補正方法は、基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取

得する取得段階を備えてよい。基板補正方法は、ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正段階を備えてよい。基板補正方法は、前記第１情報に基づいて前記補正段階を制御する制御段階を備えてよい。

[0024] 本発明の第２２の態様においては、基板補正方法は、前記ステージに前記基板を載置した状態で、前記基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第２情報を出力する計測段階をさらに含んでよい。前記制御段階では、前記第２情報に基づいて前記基板と前記他の基板とを位置合わせしてよい。

[0025] 本発明の第２３の態様においては、前記計測段階で計測する前記複数のアライメントマークの個数は、外部で計測された前記複数のアライメントマークの個数よりも少なくてよい。

[0026] 本発明の第２４の態様においては、基板処理方法を提供する。基板処理方法は、第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく情報を出力する計測段階を備えてよい。基板処理方法は、第２ステージに載置した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正段階を備えてよい。基板処理方法は、前記計測段階で取得した前記情報に基づいて前記補正段階を制御する制御段階を備えてよい。

[0027] 本発明の第２５の態様においては、半導体装置の製造方法を提供する。半導体装置の製造方法は、第２１から２３の態様に記載の基板補正方法により補正された基板を備えてよい。半導体装置の製造方法は、他の基板とを位置合わせするアライメント工程を備えてよい。半導体装置の製造方法は、前記基板と前記他の基板とを互いに接合して積層体を形成する接合工程を備えてよい。半導体装置の製造方法は、前記積層体を切断することにより複数の半導体装置を分離するダイシング工程を備えてよい。

[0028] 本発明の第２６の態様においては、基板補正装置を提供する。基板補正装置は、外部で計測された基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基

づく第１情報を取得する取得部を備えてよい。基板補正装置は、前記基板を保持するステージを備えてよい。基板補正装置は、前記ステージに保持された前記基板を変形させる変形部を備えてよい。基板補正装置は、前記第１情報に基づいて前記変形部を制御する制御部を備えてよい。

[0029] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本実施形態における基板処理システム１０００の構成を概略的に示す図である。

[図2]本実施形態におけるウエハＷの模式的平面図である。

[図3]本実施形態における基板処理システム１０００の動作を示すフローチャートである。

[図4]本実施形態における計測装置１００の構成を概略的に示す図である。

[図5]本実施形態における積層装置２００の模式的平面図である。

[図6]本実施形態におけるプリアライナ５００の一部を用いたウエハＷの計測を例示する模式図である。

[図7]本実施形態における積層装置２００において積層される二つのウエハＷのうち上のウエハＷを保持するウエハホルダＷＨの模式的断面図である。

[図8]本実施形態における積層装置２００において積層される二つのウエハＷのうち下のウエハＷを保持するウエハホルダＷＨの模式的断面図である。

[図9]本実施形態における積層装置２００においてウエハＷを積層して積層体２３０を作製する手順を示すフローチャートである。

[図10]本実施形態における積層部３００の構造と共に、ウエハＷを保持したウエハホルダＷＨが積層部３００に搬入された後の様子を示す図である。

[図11]本実施形態におけるステップＳ１５における積層部３００の動作を説明する図である。

[図12]本実施形態におけるウエハＷを位置合わせした状態における積層部３

００の模式的断面図である。

[図13]本実施形態における位置合わせされた状態のウエハＷおよびウエハホルダＷＨの状態を示す図である。

[図14]本実施形態におけるウエハＷの積層を開始した状態における積層部３００の模式的断面図である。

[図15]本実施形態における積層が開始された状態のウエハＷおよびウエハホルダＷＨの状態を示す図である。

[図16]本実施形態におけるウエハホルダＷＨによるウエハＷの保持を解除状態のウエハＷおよびウエハホルダＷＨの状態を示す図である。

[図17]本実施形態におけるウエハＷの補正量を算出する手順を示すフローチャートである。

[図18]本実施形態におけるウエハＷの歪みの非線形成分を示す非線形ベクトル図９０１の概略的な構成を示す図である。

[図19]本実施形態におけるウエハＷの歪みの非線形成分を補正するための立体図９０２の概略的な構成を示す図である。

[図20]本実施形態におけるウエハＷの積層の手順を示すフローチャートである。

[図21]本実施形態におけるウエハＷの歪みの非線形成分を補正する場合に使用できる基板補正装置６０１の模式的断面図である。

[図22]本実施形態における基板補正装置６０１の模式的平面図であり、基板補正装置６０１におけるアクチュエータ６１２のレイアウトを示す図である。

[図23]本実施形態における基板補正装置６０１の動作を説明する図である。

[図24]本実施形態における積層型の半導体装置の製造方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明する。以下の実施形態は請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態の中で説明されてい

る特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0032] 図１は、本実施形態における基板処理システム１０００の構成を概略的に示す図である。基板処理システム１０００は、図１に示されるように、互いにインラインにて接続された計測装置１００および積層装置２００を備えている。なお、インラインにて接続されるとは、基板の一例としてのウエハの搬送経路がつながっている状態で、異なる装置同士が接続されることである。計測装置１００は、計測制御部６０を有する。積層装置２００は、積層制御部１５０および基板補正装置６０１を有する。

[0033] 計測装置１００が有する計測制御部６０と、積層装置２００が有する積層制御部１５０とは、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）８００を介して互いに接続されており、互いに通信を行う。ＬＡＮ８００には、基板処理システム１０００全体を制御する制御装置９００が接続されている。制御装置９００は、記憶部９１０を有する。

[0034] 本実施形態における基板処理システム１０００は、ウエハに生じる歪みによる位置ずれを補正してウエハ同士を積層する装置である。

[0035] 図２は、基板処理システム１０００において積層されるウエハWの模式的平面図である。ウエハWは、ノッチ２１４と、複数の回路領域２１６および複数のアライメントマーク２１８とを有する。ウエハWは、例えば、３００ミリウエハであり、ウエハW上には、複数、例えばＩ個（一例としてＩ＝９８）の回路領域２１６がマトリクス状の配置で形成される。

[0036] 回路領域２１６は、ウエハWの表面に、ウエハWの面方向に周期的に配される。回路領域２１６の各々には、フォトリソグラフィ技術等より半導体装置、配線、保護膜等が形成される。回路領域２１６には、ウエハWを他のウエハW、リードフレーム等に電気的に接続する場合に接続端子となるパッド、バンプ等の接続部を含む構造物も配される。

[0037] アライメントマーク２１８は、ウエハWの表面に形成された構造物の一例であり、回路領域２１６相互の間に配されたスクライブライン２１２に重ねて配される。アライメントマーク２１８は、このウエハWを積層対象である

他のウエハＷと位置合わせする場合に指標として利用される。アライメントマーク２１８には、例えばサーチアライメント用のアライメントマーク、ファインアライメント用のアライメントマークなどが含まれる。本実施形態では、アライメントマーク２１８として、２次元マークが用いられるものとする。

[0038] 続いて、ウエハＷに生じる歪みについて、歪みの種類などを説明する。ウエハＷに生じる歪みは、ウエハＷの積層前に生じる初期歪みと、ウエハＷの積層時に生じる積層時歪みとが含まれる。初期歪みとは、ウエハＷの表面に構造物を形成する等のウエハＷの加工により生じる歪みであり、積層時歪みとは、積層装置２００における積層の過程で生じる歪みである。また、ウエハＷに生じる歪みとは、ウエハＷにおける構造物の設計座標すなわち設計位置からの変位である。ウエハＷに生じる歪みは、平面歪みと立体歪みと、を含む。

[0039] 平面歪みは、ウエハＷの積層面に沿った方向に生じた歪みであり、ウエハＷのそれぞれの構造物の設計位置に対して変位した位置が線形変換により表される線形歪みと、線形変換により表すことができない、線形歪み以外の非線形歪みと、を含む。

[0040] 線形歪みは、変位量が中心から径方向に沿って一定の増加率で増加する倍率歪みを含む。倍率歪みは、ウエハＷの中心からの距離Xにおける設計値からのずれ量をXで除算することにより得られる値であり、単位はｐｐｍである。倍率歪みには、等方倍率歪みが含まれる。等方倍率歪みは、座標ＸとＹが同じ値の場合に設計位置からの変位ベクトルが有するＸ成分およびＹ成分が等しい、すなわち、Ｘ方向の倍率とＹ方向の倍率とが等しい歪みである。設計位置からの変位ベクトルが有する、Ｘ成分およびＹ成分が異なる、すなわち、Ｘ方向の倍率とＹ方向の倍率とが異なる歪みである非等方倍率歪みは、線形歪みに含まれる。

[0041] 線形歪みは、直交歪みを含む。直交歪みは、ウエハＷの中心を原点として互いに直交するＸ軸およびＹ軸を設定したときに、構造物が原点からＹ軸方

向に遠くなるほど大きな量で、設計位置からＸ軸方向に平行に変位している歪みである。当該変位量は、Ｘ軸に平行にＹ軸を横切る複数の領域のそれぞれにおいて等しく、変位量の絶対値は、Ｘ軸から離れるにしたがって大きくなる。さらに直交歪みは、Ｙ軸の正側の変位の方向とＹ軸の負側の変位の方向とが互いに反対である。

[0042] ウエハＷの立体歪みは、ウエハＷの積層面に沿った方向以外の方向すなわち積層面に交差する方向への変位である。立体歪みには、ウエハＷが全体的にまたは部分的に曲がることによりウエハＷの全体または一部に生じる湾曲が含まれる。ここで、ウエハＷが曲がるとは、ウエハＷが、当該ウエハＷ上の３点により特定された平面上に存在しない点をウエハＷの表面が含む形状に変化することを意味する。立体歪みにも線形歪みと、非線形歪みと、が含まれる。

[0043] また、湾曲とは、ウエハＷの表面が曲面をなす歪みであり、例えばウエハＷの反りが含まれる。本実施形態においては、反りは、重力の影響を排除した状態でウエハＷに残る歪みをいう。反りに重力の影響を加えたウエハＷの歪みを、撓みと呼ぶ。なお、ウエハＷの反りには、ウエハＷ全体が概ね一様な曲率で屈曲するグローバルな反りと、ウエハＷの一部で局所的な曲率が変化して屈曲する、ローカルな反りと、が含まれる。

[0044] 非線形歪みは、多種多様な要因が相互に影響し合うことによって生じるが、その主たる要因は、シリコン単結晶基板における結晶異方性、および、ウエハＷの製造プロセスである。ウエハＷの製造プロセスにおいて、ウエハＷには複数の構造物が形成される。例えば、構造物として、複数の回路領域２１６と、スクライブライン２１２と、複数のアライメントマーク２１８とがウエハＷに形成される。複数の回路領域２１６の各々には、構造物として、フォトリソグラフィ技術等より形成された配線、保護膜、ウエハＷを他のウエハＷ、リードフレーム等に電気的に接続する場合に接続端子となるパッド、バンプ等の接続部も配されている。これらの構造物の構造や配置、すなわち構造物の構成はウエハＷの面内の剛性分布や面内応力分布に影響を与え、

剛性分布や面内応力分布にムラが生じると、ウエハＷには局所的な湾曲が発生する。

[0045] これらの構造物の構成は、ウエハW毎に異なっていても、ロジックウエハ、ＣＩＳウエハ、メモリウエハ等のウエハWの種類毎に異なっていてもよい。また、製造プロセスが同じであっても、製造装置に依って構造物の構成が多少異なることも考えられるので、それらの構造物の構成はウエハWの製造ロット毎に異なっていてもよい。このように、ウエハWに形成される複数の構造物の構成は、ウエハW毎、ウエハWの種類毎、ウエハWの製造ロット毎、または、ウエハWの製造プロセス毎に異なり得る。それゆえに、ウエハWの面内の剛性分布も同様に異なる。したがって、製造プロセスおよび積層過程で生じるウエハWの湾曲状態も同様に異なる。

[0046] 図３は、本実施形態における基板処理システム１０００の動作を示すフローチャートである。ステップＳ０１において、積層されたウエハWに積層前に生じている初期歪みを計測装置１００で計測する。ステップＳ０２において、ウエハWの積層時に生じる積層時歪み情報を保持しているかを判断する。ウエハWの積層時歪み情報を保持していない場合（ステップＳ０２でＮＯ）、ステップＳ０３に進み、ウエハWの積層時歪みを計測する。ステップＳ０３が終了したら、ステップＳ０４に進み、ウエハWの補正量を算出する。図３のステップＳ０２において、ウエハWの積層時歪み情報を保持している場合（ステップＳ０２でＹＥＳ）には、ステップＳ０３を経由せずにステップＳ０４に進む。ステップＳ０４が終了したら、ステップＳ０５に進み、ウエハWを積層する。以降、図４から図８を用いてウエハWの初期歪みを計測装置１００で計測するステップＳ０１の詳細について説明する。

[0047] 図４は、本実施形態における計測装置１００の構成を概略的に示す図である。計測装置１００は、ウエハW上の複数のアライメントマーク２１８を計測して、ウエハWの歪みを計測する装置である。計測装置１００は、ウエハW上のアライメントマーク２１８を検出するマーク検出系を有する計測ユニット１０１と、ウエハWを保持してウエハWが載置されるステージに対して

微小移動が可能なウエハスライダ１０２と、ウエハスライダ１０２を駆動する駆動システム１０３と、駆動システム１０３によるウエハスライダ１０２の駆動を制御しつつ、計測ユニット１０１による計測情報を取得し、ウエハW上の複数のマークの位置情報を算出する計測制御部１０４と、を有する。

[0048] 計測ユニット１０１は、例えば、ウエハ上で区分された複数の領域のそれぞれについて、１つのアライメントマーク２１８をマーク検出系を用いて検出する。本実施形態において、計測ユニット１０１は、第１の個数のアライメントマーク２１８を検出する。第１の個数は、例えばウエハWに設けられた全てのアライメントマーク２１８の個数であってよい。すなわち、計測ユニット１０１は、ウエハWに設けられた全てのアライメントマーク２１８の位置を計測してよい。計測ユニット１０１は、複数設けられていてもよい。計測制御部１０４は、計測ユニット１０１による計測情報に基づいて、各アライメントマーク２１８の位置情報を算出する。計測制御部１０４は、計測ユニット１０１で計測したアライメントマーク２１８の位置情報を用いて、ＥＧＡ（Ｅｎｈａｎｃｅｄ　Ｇｌｏｂａｌ　Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）演算を行う。ＥＧＡ演算とは、アライメントマーク２１８の計測の後、アライメントマーク２１８の位置座標の設計値と実測値との差の情報に基づいて、最小二乗法等の統計演算を用いて、アライメントマーク２１８の位置座標の補正量を表現するモデル式のパラメータを算出する統計演算を意味する。

[0049] 最小二乗法等の統計演算により、ＥＧＡ演算の結果を算出することにより、ウエハWの初期歪みの線形成分および非線形成分を、正確に算出することできる。計測制御部１０４は、算出したウエハWの初期歪みの線形成分および非線形成分の情報を、制御装置９００に送信する。なお、計測制御部１０４は、ウエハWの初期歪みの非線形成分の情報のみを、制御装置９００に送信してもよい。

[0050] 以降、図５から図１６を用いて、図３のステップＳ０３における、ウエハWの積層時歪みの計測の詳細について説明する。図５は、本実施形態における積層装置２００の模式的平面図を示す。積層装置２００は、ひとつのウエ

ハＷを他のウエハＷと積層して積層体２３０を形成する装置であり、筐体１１０と、筐体１１０の外側に配されたウエハカセット１２０、１３０と、積層制御部１５０と、筐体１１０の内部に配された搬送部１４０と、積層部３００と、ホルダストッカ４００と、プリアライナ５００と、活性化装置６００とを備える。

[0051] 一方のウエハカセット１２０は、これから積層するウエハＷを収容する。他方のウエハカセット１３０は、ウエハＷを積層して形成された複数の積層体２３０を収容する。ウエハカセット１２０を用いることにより、複数のウエハＷを一括して積層装置２００に搬入できる。また、ウエハカセット１３０を用いることにより、複数の積層体２３０を一括して積層装置２００から搬出できる。

[0052] 搬送部１４０は、ウエハＷおよびウエハホルダＷＨを、計測装置１００から積層装置２００の内部に搬送する。ホルダストッカ４００には、複数のウエハホルダＷＨが収容される。搬送部１４０は、ホルダストッカ４００から選択したウエハホルダＷＨを予め積層部３００の内部に搬入してセットし、その後、積層するウエハＷを積層部３００の内部に搬入する。搬送部１４０は、ウエハＷを保持したウエハホルダＷＨを、積層部３００の内部に搬送してもよい。

[0053] ウエハホルダＷＨは、ウエハ保持部材の一例であり、ウエハＷよりも一回り大きな寸法を有し、剛性の高い円板状の部材である。ウエハホルダＷＨの各々は、静電チャック、真空チャック等のウエハ吸着機能を有し、積層装置２００の内部においてウエハＷを個々に保持する。

[0054] 図６は、プリアライナ５００の一部を用いたウエハＷの計測を例示する模式図である。プリアライナ５００は、回転駆動部５１０、縁検出部５２０、および距離計測部５３０を有する。

[0055] 回転駆動部５１０は、搭載されたウエハＷの中心付近を重力に抗して支持しつつ回転させる。縁検出部５２０は、回転するウエハＷの外周端部の位置を継続的に検出する。これにより、プリアライナ５００は、回転中心に対す

るウエハWの偏心量を検出して、個々のウエハWの幾何学的中心を検出する。また、ウエハWに設けられたノッチ等を検出して、ウエハWの向きも検出する。

[0056] プリアライナ５００は、距離計測部５３０を用いてウエハWの変形を計測する。距離計測部５３０は、回転するウエハWの図中下面までの距離を、回転軸と並行な方向から検出する。これにより、検出した距離の変動に基づいて、ウエハWの厚さ方向の変形を周方向に連続的に検出できる。更に、距離計測部５３０を、ウエハWの径方向に走査させることにより、ウエハW全体の変形に関する状態を計測できる。

[0057] この段階で、予め定めた範囲よりも大きな変形が検出されたウエハWは積層に適さないと判断してもよい。積層に適さないと判断されたウエハWを、予め定められた位置、例えば，ウエハカセット１３０の特定の収容位置に搬送して、積層の対象から除いてもよい。

[0058] あるウエハWを積層の対象から外す判断は、例えば、ウエハWの変形量が予め定めた範囲を超えていることに基づいて行ってもよい。ここで、予め定めた範囲を超えているとは、例えば、保持部材であるウエハホルダＷＨの吸着力では、ウエハWをウエハホルダＷＨの保持面に密着させることができないほどウエハWが変形している場合である。

[0059] また、予め定めた範囲を超えているとは、例えば、計測対象となったウエハWの変形量が、後述する補正による補正量の限界を超えた場合である。更に、予め定めた範囲を超えているとは、例えば、測定の対象となったウエハWと、それに積層するウエハWとの組み合わせが既に決まっている場合に、二つのウエハWの変形量の差による位置ずれが、後述する補正では解消できない大きさに達している場合である。補正量とは、互いに積層される二つのウエハWの位置ずれが閾値以下となるように、二つのウエハWの少なくとも一方に生じさせる変形量である。

[0060] 積層制御部１５０は、ＣＰＵ、ＦＰＧＡ、ＡＳＩＣ等のプロセッサ、およびＲＯＭ、ＲＡＭ等のメモリにより構成され、制御プログラムに基づき積層

装置２００の各部を相互に連携させて統括的に制御する。また、積層制御部１５０は、外部からのユーザの指示を受け付けて、積層体２３０を製造する場合の製造条件を設定する。更に、積層制御部１５０は、積層装置２００の動作状態を外部に向かって表示するユーザインターフェイスも有する。

[0061] 活性化装置６００は、ウエハWの上面を活性化するプラズマを発生する。活性化装置６００により活性化されたウエハWは、互いに接触または接近することにより積層される。なお、積層とは、ウエハW同士が互いに自律的に吸着して接合することを含む。活性化装置６００は、プラズマによってウエハWの上面を活性化した後に、アンモニア、アルコール、塩酸等の薬液や純水でウエハWの表面を洗浄する。

[0062] 積層部３００は、各々がウエハWを保持して対向する一対のステージを有し、ステージに保持したウエハWを相互に位置合わせした後、互いに接触させて積層することにより積層体２３０を形成する。

[0063] 積層装置２００において積層されるウエハWは、素子、回路、端子等が形成されたウエハWの他に、未加工のシリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、ガラスウエハ等であってもよい。また、積層するウエハWの組み合わせは、回路ウエハと未加工ウエハであっても、未加工ウエハ同士であってもよい。更に、積層されるウエハWは、それ自体が、既に複数のウエハを積層して形成された積層体であってもよい。

[0064] 図７は、積層装置２００において積層される二つのウエハWのうち上のウエハWを保持するウエハホルダＷＨの模式的断面図である。ウエハホルダＷＨは、平坦な保持面２２５を有し、静電チャック、真空チャック等の、ウエハWを吸着して保持する機能を有する。なお、ウエハホルダＷＨは、中央が隆起した凸形状の保持面や、部分的な凹凸形状の保持面を有してもよい。

[0065] 一方のウエハＷ１は、後述するように、他方のウエハWに積層される段階でウエハホルダＷＨによる保持から開放される。本実施形態では、一方のウエハWは、平坦な保持面２２５を有するウエハホルダＷＨに保持される。

[0066] 図８は、積層装置２００において積層される二つのウエハWのうち下のウ

エハＷを保持するウエハホルダＷＨの模式的断面図である。ウエハホルダＷＨの保持面２２５は、図示の例では、中央が隆起した凸形状を有する。

[0067] ウエハホルダＷＨは、静電チャック、真空チャック等の、ウエハＷを吸着して保持する機能を有する。このため、ウエハホルダＷＨに保持されたウエハＷは、保持面２２５の形状に沿って湾曲しており、ウエハＷの中心を頂点として凸変形している。

[0068] 上述したような、ウエハＷに生じた線形歪みおよび非線形歪みは、ウエハＷを保持するウエハホルダＷＨの形状を制御することにより補正できる。例えば、線形歪みである倍率成分の歪みが生じたウエハＷに対しては、図８に示すように、周方向について一様な凸形状の線型曲面の保持面２２５を有するウエハホルダＷＨを使用して、ウエハホルダＷＨが吸着したウエハＷを変形させることにより、ウエハＷの倍率を変化させる補正ができる。

[0069] さらに、周方向について部分的な凹または凸形状の保持面２２５を有するウエハホルダＷＨを用いることにより、ウエハＷに生じた歪みの成分のうち非線形成分を補正することができる。非線形成分を補正するために、ウエハホルダＷＨは、例えば、中央付近が凹んだ形状を有してもよく、中央付近の曲率が他の領域に比較して小さい形状を有してもよい。

[0070] 図９は、本実施形態におけるウエハＷの積層時歪みの計測の手順（Ｓ０３）を示すフローチャートである。

[0071] 積層制御部１５０は、ホルダストッカ４００からウエハホルダＷＨを選択し、選択したウエハホルダＷＨを搬送部１４０によって予め積層部３００の内部に搬入してセットする（ステップＳ１１）。続いて、積層制御部１５０は、プリアライナ５００の距離計測部５３０を用いてウエハＷの変形を計測する（ステップＳ１２）。続いて、積層制御部１５０は、積層するウエハＷにおける積層面を活性化し、ウエハＷの積層面を洗浄する（ステップＳ１３）。積層制御部１５０は、活性化装置６００の生成したプラズマによりウエハＷの表面を走査させる。これにより、ウエハＷのそれぞれの表面が清浄化され、化学的な活性が高くなる。このため、ウエハＷは、互いに接触または

接近することにより自律的に吸着して積層する。

[0072] なお、ウエハWは、プラズマに暴露する方法の他に、不活性ガスを用いたスパッタエッチング、イオンビーム、高速原子ビーム等、または、研磨等の機械的な処理によりを活性化することもできる。イオンビームや高速原子ビームを用いる場合は、積層部３００を減圧下において生成することが可能である。また更に、紫外線照射、オゾンアッシャー等によりウエハWを活性化することもできる。更に、例えば、液体または気体のエッチャントを用いて、ウエハWの表面を化学的に清浄化することにより活性化してもよい。

[0073] 続いて、互いに重ね合わされるウエハWを積層部３００に搬入する（ステップＳ１４）。

[0074] 図１０は、本実施形態における積層部３００の構造と共に、ウエハWが積層部３００に搬入された後の様子を示す図である。積層装置２００における積層部３００は、枠体３１０、固定ステージ３２２、および第２ステージとしての移動ステージ３３２を備える。

[0075] 枠体３１０は、床面３０１に対して平行な底板３１２および天板３１６と、床面３０１に対して垂直な複数の支柱３１４とを有する。

[0076] 天板３１６の図中下面に下向きに固定された固定ステージ３２２は、真空チャック、静電チャック等の保持機能を有する。図示のように、固定ステージ３２２には、平坦な保持面２２５を有するウエハホルダＷＨと共にウエハWが保持されている。

[0077] 天板３１６の下面には、顕微鏡３２４が固定されている。顕微鏡３２４は、固定ステージ３２２に対向して配置された移動ステージ３３２に保持されたウエハWの上面を観察できる。

[0078] 移動ステージ３３２は、図中に矢印Ｙで示す方向に移動するＹ方向駆動部３３３上に搭載される。Ｙ方向駆動部３３３は、底板３１２上に配されたＸ方向駆動部３３１に重ねられている。Ｘ方向駆動部３３１は、底板３１２と平行に、図中に矢印Ｘで示す方向に移動する。これにより、移動ステージ３３２は、Ｘ－Ｙ方向に二次元的に移動できる。図示の移動ステージ３３２に

は、ウエハホルダＷＨに保持されたウエハＷが保持されている。図示していないが、ウエハホルダＷＨは湾曲した保持面２２５を有し、ウエハＷも保持面２２５に沿って湾曲された状態で保持されている。

[0079] なお、ウエハホルダＷＨを用いることなく、積層装置２００の積層部３００においてウエハＷが載置される固定ステージ３２２または移動ステージ３３２がウエハＷを直接保持してもよい。この場合は、固定ステージ３２２または移動ステージ３３２が保持部材となる。

[0080] また、移動ステージ３３２は、矢印Ｚで示す方向に昇降するＺ方向駆動部３３５によりＹ方向駆動部３３３に対して昇降する。

[0081] Ｘ方向駆動部３３１、Ｙ方向駆動部３３３およびＺ方向駆動部３３５による移動ステージ３３２の移動量は、干渉計等を用いて精密に計測される。また、Ｘ方向駆動部３３１およびＹ方向駆動部３３３は、粗動部と微動部との２段構成としてもよい。これにより、高精度な位置合わせと、高いスループットとを両立させて、移動ステージ３３２に搭載されたウエハＷの移動を、制御精度を低下させることなく高速に積層できる。

[0082] Ｙ方向駆動部３３３には、顕微鏡３３４が、それぞれ移動ステージ３３２の側方に更に搭載される。顕微鏡３３４は、固定ステージ３２２に保持された下向きのウエハＷの下面を観察できる。

[0083] なお、積層部３００は、底板３１２に対して垂直な回転軸の回りに移動ステージ３３２を回転させる回転駆動部、および、移動ステージ３３２を揺動させる揺動駆動部を更に備えてもよい。これにより、移動ステージ３３２の傾斜角度を調整し、移動ステージ３３２を固定ステージ３２２に対して平行にすると共に、移動ステージ３３２に保持されたウエハＷを回転させて、ウエハＷの位置合わせ精度を向上させることができる。

[0084] 積層制御部１５０は、顕微鏡３２４、３３４の焦点を相互に合わせたり共通の指標を観察させたりすることにより、顕微鏡３２４、３３４を相互に予め較正しておく。これにより、積層部３００における一対の顕微鏡３２４、３３４の相対位置が測定される。次に、再び図９を参照すると、積層部３０

０においては、ウエハＷの各々に形成されたアライメントマーク２１８を検出する（ステップＳ１５）。

[0085] 図１１は、ステップＳ１５における積層部３００の動作を説明する図である。ステップＳ１５において、積層制御部１５０は、Ｘ方向駆動部３３１およびＹ方向駆動部３３３を動作させて、顕微鏡３２４、３３４によりウエハＷの各々に設けられたアライメントマーク２１８のうち、第２の個数のアライメントマーク２１８を検出させる。第２の個数は、例えば、１０個以下の個数としてもよい。本実施形態において、計測装置１００で計測したウエハＷのアライメントマーク２１８の位置情報により、事前にウエハＷの線形歪みおよび非線形歪みを把握できている。したがって、ステップＳ１５では、積層部３０の座標系に対するウエハＷの位置、すなわちシフトと回転を把握するのに必要な計測点数のみを確保できればよく、したがって、ステップＳ１５で計測するウエハＷのアライメントマーク２１８の第２の個数は、計測装置１００で計測するウエハＷのアライメントマーク２１８の第１の個数より少なくてもよい。

[0086] こうして、相対位置が既知である顕微鏡３２４、３３４でウエハＷのアライメントマーク２１８の位置情報を検出することにより、積層制御部１５０は、ウエハＷの相対位置を算出して、移動ステージ３３２の移動量を算出する（ステップＳ１６）。すなわち、積層部３００においては、対応する回路領域２１６が互いに重なり合うように、移動ステージ３３２の移動量を算出する。なお、積層制御部１５０は、移動ステージ３３２が傾斜しており傾斜角度の調整が必要な場合には傾斜角度の調整量も算出する。以上のように、本実施形態における顕微鏡３２４、３３４は、ウエハＷを位置合わせするための移動ステージ３３２の移動量を示す第２情報を出力する第２計測部として機能する。

[0087] ステップＳ１６において算出する移動ステージ３３２の移動量は、ウエハＷの複数のアライメントマーク２１８の位置を多点計測して統計処理するＥＧＡ演算を実行することにより算出することができる。

[0088] 再び図９を参照する。次に、積層制御部１５０は、図１２に示すように、ステップＳ１５で算出した移動量に基づいて移動ステージ３３２を移動させて、ウエハＷを位置合わせする（ステップＳ１７）。図１３は、位置合わせされた状態のウエハＷおよびウエハホルダＷＨの状態を示す図である。

[0089] 再び図９を参照する。次に、積層制御部１５０は、図１４に示すように、Ｚ方向駆動部３３５により移動ステージ３３２を上昇させ、位置合わせされたウエハＷを互いに接触させて、ウエハＷの積層を開始する（ステップＳ１８）。図１５は、積層が開始された状態のウエハＷおよびウエハホルダＷＨの状態を示す図である。

[0090] 図１５に示すように、ステップＳ１８において接触した時点では、平坦な一方のウエハＷと、湾曲した他方のウエハＷは、一部分で接触する。これにより、図中に点線Ｃで囲って示すように、ウエハＷの略中央に、ウエハＷが部分的に積層された積層の起点が形成される。

[0091] 続いて、図１６に示すように、ウエハＷの一部が接触した後、積層制御部１５０は、固定ステージ３２２におけるウエハホルダＷＨによるウエハＷの保持を解除する。これにより自由になった図中上側のウエハＷは、それ自体の重量と、活性化されたウエハＷ自体の分子間力とにより、積層された領域を自律的に拡大し、やがて、全面で積層される。こうして、積層部３００において、ウエハＷによる積層体２３０が形成される。

[0092] 積層体２３０において、図中下側のウエハＷは、ステップＳ１８以降の積層過程を通じて、保持面２２５が湾曲したウエハホルダＷＨに保持され続けている。よって、ウエハホルダＷＨにより補正された状態でウエハＷに積層されるので、ウエハＷ相互の倍率差等が補正される。

[0093] なお、上記のようにウエハＷの接触領域が拡大していく過程で、積層制御部１５０は、ウエハホルダＷＨによるウエハＷの保持の一部または全部を解除してもよい。また、固定ステージ３２２によるウエハホルダＷＨの保持を解除してもよい。ウエハＷの保持を解除する場合、接触領域の拡大過程で、上側のウエハＷからの引っ張り力により、下側のウエハＷがウエハホルダＷ

Ｈから浮き上がって湾曲する。これにより、下側のウエハＷの表面が伸びるように形状が変化するので、この伸び量の分、上側のウエハＷの表面の伸び量との差が小さくなる。

[0094] したがって、二つのウエハＷ間の異なる変形量に起因する位置ずれが抑制される。ウエハホルダＷＨによる保持力を調整することにより、ウエハホルダＷＨからのウエハＷの浮き上がり量を調整することができるので、複数のウエハホルダＷＨに予め設定された補正量と実際に必要となる補正量との間に差が生じた場合には、このウエハホルダＷＨの保持力の調整により、差分を補うことができる。

[0095] 更に、固定ステージ３２２に保持されたウエハＷを解放せずに、移動ステージ３３２に保持されたウエハＷを解放することにより、ウエハＷの積層を進行させてもよい。更に、固定ステージ３２２および移動ステージ３３２の双方においてウエハＷを保持したまま、固定ステージ３２２および移動ステージ３３２を近づけていくことにより、ウエハＷを積層させてもよい。

[0096] ウエハＷによる積層体２３０が形成されたら、顕微鏡３２４、３３４によって、積層体２３０を形成するウエハＷに形成された複数のアライメントマーク２１８を検出し、アライメントマーク２１８の位置情報を取得する。取得されたウエハＷの複数のアライメントマーク２１８の位置情報に基づいてＥＧＡ演算を行うことにより、ウエハＷの積層時歪みの線形成分および非線形成分を算出することできる（ステップＳ１９）。このときに観察されるアライメントマーク２１８の位置情報は、ウエハＷの初期歪みの成分および積層時歪みの成分を含むものであるため、計測装置１００で計測したウエハＷの初期歪みの成分を減算することにより、ウエハＷの積層時歪みの成分を算出することができる。積層制御部１５０は、算出したウエハＷの積層時歪みの線形成分および非線形成分の情報を、第３情報として制御装置９００に送信する。以上により、図３のステップＳ０３における、ウエハＷの積層時歪みの計測ステップが終了する。

[0097] 図３のステップＳ０３が終了したら、ステップＳ０４に進み、ウエハＷの

補正量を算出する。以降、図１７から図１９を用いて図３のステップＳ０４における、ウエハＷの補正量の算出のステップの詳細を説明する。

[0098] 図１７は、本実施形態におけるウエハＷの補正量を算出する手順を示すフローチャートである。図１７は、図３のステップＳ０４の詳細を示している。図１７におけるステップＳ２１において、制御装置９００は、計測制御部６０から、ウエハＷの初期歪みの線形成分および非線形成分の情報を受信する。続いて、ステップＳ２２において、制御装置９００は、積層制御部１５０から、ウエハＷの積層時歪みの線形成分および非線形成分の情報を受信する。

[0099] 続いて、ステップＳ２３において、制御装置９００は、ウエハＷの初期歪みの非線形成分の情報と、積層時歪みの非線形成分の情報と、ウエハＷのサイズ等を示す設計情報とを用いて、当該ウエハＷの歪みの非線形成分を統合した情報を生成する。図１８は、本実施形態におけるウエハＷの歪みの非線形成分を統合した情報を模式的に示す非線形ベクトル図９０１である。図１８において、ウエハＷには、矢印方向に矢印の長さに相当する大きさの歪みが発生していることを示している。

[0100] 続いて、ステップＳ２４において、制御装置９００は、非線形成分を統合した情報に基づいて、当該ウエハＷを補正すべき形状を示す形状情報を生成する。図１９は、本実施形態におけるウエハＷの歪みの非線形成分を補正するための形状情報を模式的に示す立体図９０２である。立体図９０２において、ウエハＷのＺ方向（ウエハＷ平面に直交する方向）の歪みの大きさが示されている。

[0101] 続いて、ステップＳ２５において、制御装置９００は、生成した形状情報に基づいて、ウエハＷの歪みの非線形成分を補正するために駆動するアクチュエータの駆動量を計算する。ウエハＷの歪みの非線形成分を補正するためのアクチュエータの動作の詳細については、後述する。以上により、図３におけるステップＳ０４の、ウエハＷの補正量の算出のステップが終了する。続いて、図３におけるステップＳ０５の、ウエハＷを積層するステップへと

進む。

[0102] 図２０は、本実施形態におけるウエハＷの積層の手順を示すフローチャートである。図２０は、図３におけるステップＳ０５の、ウエハＷを積層するステップの詳細を示している。図２０におけるステップＳ１２からＳ１８は、図９におけるステップＳ１２からＳ１８と同じであるため、説明を省略する。

[0103] 図２０のステップＳ３１において、積層制御部１５０は、ホルダストッカ４００からウエハホルダＷＨを選択し、選択したウエハホルダＷＨを搬送部１４０によって予め積層部３００の内部に搬入してセットする。このときに選択するウエハホルダＷＨは、ウエハＷの線形歪みによるウエハＷ間の位置ずれを補正することを目的として選択される。積層制御部１５０は、制御装置９００から、ステップＳ０１で計測されたウエハＷの初期歪みの線形成分の情報と、積層時歪みの線形成分の情報とを受信して、当該情報に基づいて、ウエハＷの線形成分の歪みを補正するために適したウエハホルダＷＨをホルダストッカ４００から選択する。これにより、ウエハホルダＷＨによって、ウエハＷの歪みの内の線形成分を補正することができる。

[0104] 図２０のステップＳ３２において、図１７のステップＳ２５において計算したアクチュエータの駆動量に基づいて、アクチュエータを駆動してウエハＷの歪みの非線形成分を補正する。以降、図２１から図２３を用いて、ウエハＷの歪みの非線形成分の補正の詳細について説明する。図２０のステップＳ３２は、図９におけるステップＳ１４とステップＳ１５の間に行われる。

[0105] 図２１は、本実施形態におけるウエハＷの歪みの非線形成分を補正する場合に使用できる基板補正装置６０１の模式的断面図である。基板補正装置６０１は、積層部３００の移動ステージ３３２に組み込んで使用され、積層装置２００内のウエハＷの一方を補正する。基板補正装置６０１は、ウエハＷを変形させる吸着面の形状を作った状態でウエハＷを吸着することにより、ウエハＷを変形させ、ウエハＷの歪みの非線形成分を補正する。

[0106] 基板補正装置６０１は、基部６１１、複数のアクチュエータ６１２、およ

び吸着部６１３を有する。基部６１１は、アクチュエータ６１２を介して吸着部６１３を支持する。吸着部６１３は、真空チャック、静電チャック等の吸着機構を有し、移動ステージ３３２の上面を形成する。吸着部６１３は、搬入されたウエハホルダＷＨを吸着して保持する。なお、図２１において図示していないが、下のウエハＷを保持するウエハホルダＷＨは図８に示される中凸の形状を有している。

[0107] アクチュエータ６１２は、吸着部６１３の下方で吸着部６１３の下面に沿って複数配されている。また、複数のアクチュエータ６１２は、積層制御部１５０の制御の下で、外部からポンプ６１５およびバルブ６１６を通じて作動流体が供給されることにより個別に駆動する。これにより複数のアクチュエータ６１２は、移動ステージ３３２の厚さ方向すなわちウエハＷの重ね合わせ方向に、個々に異なる伸縮量で伸縮して、吸着部６１３の結合された領域を上昇または下降させる。

[0108] また、複数のアクチュエータ６１２は、それぞれリンクを介して吸着部６１３に結合される。吸着部６１３の中央部は、支柱６１４により基部６１１に結合される。基板補正装置６０１においてアクチュエータ６１２が動作した場合、アクチュエータ６１２が結合された領域毎に吸着部６１３の表面が厚さ方向に変位する。

[0109] 図２２は、本実施形態における基板補正装置６０１の模式的平面図であり、基板補正装置６０１におけるアクチュエータ６１２のレイアウトを示す図である。基板補正装置６０１において、アクチュエータ６１２は、支柱６１４を中心として放射状に配される。また、アクチュエータ６１２の配列は、支柱６１４を中心とした同心円状ともとらえることができる。アクチュエータ６１２の配置は図示のものに限られず、例えば格子状、渦巻き状等に配置してもよい。これにより、ウエハＷを、同心円状、放射状、渦巻き状等に形状を変化させて補正することもできる。

[0110] 図２３は、本実施形態における基板補正装置６０１の動作を説明する図である。図示のように、バルブ６１６を個別に開閉することによりアクチュエ

ータ６１２を伸縮させて、吸着部６１３の形状を変化させることができる。よって、吸着部６１３がウエハホルダＷＨを吸着しており、且つ、ウエハホルダＷＨがウエハＷを保持している状態であれば、吸着部６１３の形状を変化させることにより、ウエハホルダＷＨおよびウエハＷの形状を変化して湾曲させることができる。

[0111] 図２２に示した通り、アクチュエータ６１２は、同心円状、即ち、移動ステージ３３２の周方向に配列されていると見做すことができる。よって、図２２に点線Ｍで示すように、周毎のアクチュエータ６１２をグループにして、周縁に近づくほど駆動量を大きくすることにより、吸着部６１３の表面において中央を隆起させて、球面、放物面、円筒面等の形状に変化させることができる。また、図２２に点線Ｎで示すアクチュエータ６１２をグループにして周縁に近づくほど駆動量を大きくするように駆動量を制御してもよい。

[0112] これにより、湾曲したウエハホルダＷＨにウエハＷを保持させた場合と同様に、ウエハＷを、球面、放物面等に倣って形状を変化させて湾曲させることができる。よって、基板補正装置６０１においては、図２３中に一点鎖線で示すウエハＷの厚さ方向の中心部Ｂに比較すると、ウエハＷの図中上面では、ウエハＷの表面が面方向に拡大するように形状を変化させる。

[0113] また、ウエハＷの図中下面においては、ウエハＷの表面が面方向に縮小するように形状を変化させる。更に、複数のアクチュエータ６１２の伸縮量を個別に制御することにより、円筒面等の他の形状の他、複数の凹凸部を含む非線形状にウエハＷの形状を変化させて湾曲させることもできる。以上のように、基板補正装置６０１のアクチュエータ６１２の駆動量を個別に制御することにより、ウエハＷの歪みの非線形成分を補正することができる。以上により、図２０のステップＳ３１における、ウエハＷの歪みの非線形成分を補正するステップが終了する。歪みの非線形成分が補正されたウエハＷは、その後積層される（Ｓ１８）。

[0114] 以上のように、本実施形態における基板処理システム１０００によれば、ウエハＷが積層装置２００に搬入される前に、ウエハＷの第１の個数のアラ

イメントマーク２１８を計測することによりウエハWの初期歪みを計測する。そして、ウエハWの初期歪みの情報と、積層時歪みの情報とに基づいてウエハWの歪みに対する補正量または歪みによりウエハW間に生じる位置ずれを算出し、アクチュエータ６１２によりウエハWの歪みまたは歪みにより生じるウエハW間の位置ずれを補正する。これにより、積層装置２００においてウエハWの歪みを計測する必要がなくなり、積層装置２００ではウエハWの位置合わせのために第１の個数よりも少ない第２の個数のアライメントマーク２１８を計測すればよく、積層装置２００において計測すべきウエハWのアライメントマーク２１８の数を削減することができる。

[0115] 上記実施形態では、ウエハWの歪みの線形成分をウエハホルダＷＨを用いて補正し、ウエハWの歪みの非線形成分をアクチュエータ６１２を制御することにより補正したが、これに限らず、ウエハWの歪みの線形成分と非線形成分の双方をウエハホルダＷＨを用いて補正してもよい。この場合、ウエハWの非線形成分の歪みでウエハホルダＷＨで補正しきれない分について、基板補正装置６０１のアクチュエータ６１２を用いて補足的に補正してもよい。さらに、ウエハWの線形成分の歪みを、基板補正装置６０１のアクチュエータ６１２を用いて補足的に補正してもよい。アクチュエータ６１２およびウエハホルダＷＨは、それぞれウエハW間の位置ずれを補正する補正部を担い、ウエハWを変形させる変形部でもある。

[0116] 上記実施形態では、実際に積層した積層体２３０のウエハWのアライメントマーク２１８を顕微鏡３２４、３３４で観察することによりウエハWの積層時歪みを計測したが、これに限らず、計測装置１００で計測したウエハの初期歪みの情報に基づいて、ウエハWの積層時歪みをシミュレーションにより推測してもよい。これにより、ウエハWの積層時歪みを実際に計測する処理を省略することができる。また、ウエハWの最初の接合時（積層時歪みを計測するための接合）における歪み補正では、蓄積された過去のデータを参照して補正してもよい。

[0117] 上記実施形態では、計測装置１００は、第１の個数のアライメントマーク

２１８を計測した。しかしながら、例えば、ウエハW上のアライメントマーク２１８のうち非線形成分の歪みが生じる範囲のアライメントマーク２１８のみを計測してもよい。ウエハW上で非線形成分の歪みが生じる範囲は、予め算出して機械学習しておいてもよい。また、ウエハW上で非線形歪みの再現性が悪い箇所（毎回ウエハWのチェックする必要のある箇所）のアライメントマーク２１８のみを計測してもよい。さらに、基板補正装置６０１の補正能力（例えば、アクチュエータ式で補正できる形状）に応じて、計測するアライメントマーク２１８の選択をしてもよい。計測するアライメントマーク２１８は、基板補正装置６０１のアクチュエータ６１２や吸着部６１３の数および位置に応じて決定してもよい。この場合、アクチュエータ６１２や吸着部６１３の中心とその周囲や、アクチュエータ６１２の駆動による影響を受ける範囲などを考慮して決定してもよい。さらに、計測するアライメントマーク２１８の数を、ウエハ上で全体的に均等に間引いてもよい。

[0118] 上記実施形態では、ウエハWの初期歪みの情報と、積層時歪みの情報とに基づいてウエハWの歪みに対する補正量を算出したが、これに限らず、ウエハWの初期歪みの情報のみに基づいてウエハWの歪みに対する補正量を算出してもよい。また、予想される積層時歪みの変動量（事前のウエハWの製造情報や、ウエハWの反り量から、積層時歪みの変動量を予想する）を利用して、ウエハWの歪みに対する補正量を算出してもよい。また、補正する歪みの成分は、倍率非線形成分以外に、直交成分（線形成分）でもよい。

[0119] 上記実施形態において、積層制御部１５０は、移動ステージ３３２の移動量を算出するにあたり、図２０のステップＳ３１において選択するウエハホルダＷＨの形状を考慮してもよい。

[0120] 上記実施形態において、基板補正装置６０１の駆動、ウエハホルダＷＨの積層装置２００への搬入、ウエハWの積層装置２００への搬入、基板補正装置６０１による吸着保持の順序は様々な順序で行ってよい。例えば、以下のような順序を行ってよい。

１．例えば、基板補正装置６０１の吸着面が平坦な状態で基板補正装置６

０１上にウエハホルダＷＨを吸着保持し、続いて基板補正装置６０１を駆動して吸着面の形状を作ることにより、基板補正装置６０１の吸着面とウエハホルダＷＨとの間の摩擦力によりウエハホルダＷＨを変形させ、その後、ウエハＷを積層装置２００に搬入し、ウエハホルダＷＨでウエハＷを吸着させることにより、ウエハＷをウエハホルダＷＨの形状に倣って変形させてもよい。

２．予め基板補正装置６０１を駆動して吸着面の形状を作った状態でウエハホルダＷＨを積層装置２００に搬入して吸着保持することにより吸着面の形状に倣ってウエハホルダＷＨを変形させ、最後にウエハＷを搬入してウエハホルダＷＨで吸着することにより、ウエハＷをウエハホルダＷＨの形状に倣って変形させてもよい。

３．予め基板補正装置６０１を駆動して吸着面の形状を作った状態で、ウエハホルダＷＨで吸着したウエハＷを積層装置２００に同時に搬入し、基板補正装置６０１でウエハホルダＷＨを吸着保持することにより、ウエハＷおよびウエハホルダＷＨの両方を吸着面の計上に倣って変形させてもよい。

４．基板補正装置６０１の吸着面が平坦な状態で、ウエハホルダＷＨで吸着したウエハＷを積層装置２００に搬入し、基板補正装置６０１でウエハホルダＷＨを吸着保持し、続いて基板補正装置６０１を駆動して吸着面の形状を作ることにより、基板補正装置６０１の吸着面とウエハホルダＷＨとの間の摩擦力によりウエハＷ及びウエハホルダＷＨを変形させ、ウエハホルダＷＨおよびウエハＷの形状を補正してもよい。

尚、上記３．および４．において、ウエハＷおよびウエハホルダＷＨを変形させた後、ウエハホルダＷＨへのウエハＷの吸着を解除することにより、ウエハＷの変形を一旦解除し、ウエハＷをウエハホルダＷＨに再度吸着させてもよい。

また、上記２．および３．のように、基板補正装置６０１の吸着面の形状を作った状態でウエハＷを積層装置２００に搬入する場合、計測装置１００で計測したウエハＷの歪みの非線形成分に関する情報と、積層装置２００内

で計測したウエハWの複数のアライメントマーク２１８の位置情報に基づいてＥＧＡ演算を行ってよい。

[0121] 上記実施形態において、複数のウエハWを、１セット目、２セット目・・・Ｘセット目と連続して接合する場合における、ウエハWの歪みに対する補正量の算出方法は、下記の（１）から（３）の方法がある。

（１）まず１セット目を積層し、積層装置２００によって求めた１セット目のウエハWの積層時歪みの非線形成分と計測装置１００によって求めた２セット目のウエハWの初期歪みの非線形成分と、から、２セット目のウエハWの歪みの補正量を算出する。

（２）計測装置１００によって求めた１セット目のウエハWの初期歪みの非線形成分と、同一品種または類似の品種のウエハの過去のデータから推定したウエハWの積層時歪みの非線形成分とから、１セット目のウエハWの歪みの補正量を算出する。

（３）計測装置１００によって求めた１セット目のウエハWの初期歪みの非線形成分および線形成分から、ウエハWの積層時歪みの非線形成分を推定し、両者を用いて１セット目のウエハWの歪みの補正量を算出する。

[0122] 図２４は、積層型の半導体装置の製造方法をフローチャートに示したものである。この製造方法はＳ１００、Ｓ１０２、Ｓ１０４、Ｓ１０６、Ｓ１０８の工程を有する。半導体装置は、例えば、裏面照射型撮像素子のような撮像素子や、フラッシュメモリのようなメモリなどの電子部品である。半導体装置は、例えば、画素が配された画素基板と、増幅回路、画像処理回路、制御回路などの処理回路が配された処理基板とが積層された積層体をダイシングして得られたチップ部品（電子部品）である。なお積層型半導体装置は、裏面照射型撮像素子に限られず、例えば、メモリ基板とロジック基板とを積層しダイシングして得られた演算処理素子等であってもよい。

[0123] Ｓ１００：複数の半導体装置が形成されたウエハWを所定の枚数だけ準備するウエハ準備工程である。本工程では、図２に関して説明した通り、半導体露光装置を用いてマスク上の回路パターンをレジストが塗布されたウエハ

上に縮小投影し、レジストを現像した後にエッチングや不純物の熱拡散処理を行って回路素子が形成されたウエハWを得る。

[0124] Ｓ１０２：互いに重ね合わせるウエハWの少なくとも一方の歪みまたは歪みによりウエハW間に生じる位置ずれを補正する補正工程である。本工程では、図３から図２３に関して説明した補正を行う。例えば、図３のＳ０１からＳ０４、図１７のＳ２１からＳ２５、図２０のＳ３１からＳ３２の工程を行う。

[0125] Ｓ１０４：互いに重ね合わせるべきウエハWの間を位置合わせするアライメント工程である。本工程では、図３から図２３に関して説明した位置合わせを行う。例えば、図３のＳ０５、図２０のＳ１５からＳ１７の工程を行う。

[0126] Ｓ１０６：アラインメントされたウエハWを積層する積層工程である。本工程では、図３から図２３に関して説明した積層を行い積層体２３０を得る。例えば、図３のＳ０５、図２０のＳ１８の工程を行う。積層体２３０は、ロボットアームにより積層装置２００から不図示の電極接合実施部に搬送される。

[0127] Ｓ１０８：互いに重ね合わされたウエハ上の接続端子どうしを接合する電極接合工程である。本工程では、位置合わせされ、かつ積層された積層体２３０が、アニール炉に搬入されて加熱処理される。所定の熱を所定の時間与えることにより、ウエハW上の接続端子（金属バンプとパッド、金属バンプと金属バンプ）が接合される。なお、ステップＳ１０６とＳ１０８とをまとめて接合工程と呼ぶ場合がある。また、ステップＳ１０６で接合強度および電気的な接続が充分に得られる場合にはステップＳ１０８を省略してもよい。

[0128] 以上の補正工程（Ｓ０１２）、アライメント工程（Ｓ１０４）、積層工程（Ｓ１０６）、電極接合工程（Ｓ１０８） は、積層すべきウエハWの数（前述した所定の枚数）と同じ回数だけ繰り返される。場合によっては、積層接合後に、積層体２３０を研削、研磨又はエッチングにより薄層化する工程な

どが加えられる。これによって、所定の枚数のウエハを積層してなる積層体２３０が得られる。

[0129] Ｓ１１０：所定の枚数のウエハＷを積層してなる積層体２３０から、個々の半導体装置を分離しながら切り出すダイシング工程である。本工程では、ウエハレベルで積層接合されたウエハＷをスクライブライン２１２に従って切断し、回路領域２１６ごとにチップとして切り出す。切断は通常、ダイシングブレードを用いて切断するダイシングソー方式、レーザ光線によりウエハ表面を溶融させて割る方式、ダイヤモンドカッタにより切断ラインを引いて割る方法が採られている。その中でも特にダイシングソー方式は、積層体２３０をチップに分離する方式として好ましい。このようにして切り出された個々のチップが、積層型の半導体装置である。

[0130] 尚、上記実施形態において、計測装置１００が、基準座標系を持っており、その基準座標系におけるウエハＷのアライメントマーク２１８の絶対座標を計測してもよい。計測装置１００は、アライメントマーク２１８以外に、ウエハＷの他のマークの絶対座標を検出してもよい。

計測対象が積層体である場合は、計測装置１００は、積層体を構成する複数のウエハＷの少なくとも一つのウエハＷのアライメントマーク２１８の絶対座標を計測して、位置情報を算出してもよい。計測装置１００は、算出したアライメントマーク２１８の位置情報を、その積層体の少なくとも一つのウエハＷにパターンを露光する露光装置に送ってよく、露光装置は、受け取った位置情報に基づいて露光処理を行ってもよい。

計測装置１００で計測した積層体の計測結果に関する情報を、その後に接合する別の複数のウエハＷの少なくとも一つにパターンを露光する露光装置に計測装置１００から送ってよく、露光装置は、送られた情報に基づいて当該ウエハＷに露光処理をしてもよい。

上記のように積層体の計測情報を、当該積層体に更に露光処理する露光装置にフィードフォワードする場合も、その後に接合するウエハＷに露光処理する露光装置にフォードバックする場合も、計測装置１００から露光装置に

送る情報は、アライメントマーク２１８の位置情報に限られず、他にも、設計値からのマークの位置ずれ情報、積層された複数のウエハW間の位置ずれ情報、および、積層された複数のウエハWの少なくとも一つの歪みや反り等に関する情報、のうちの少なくとも１つを含んでいてもよい。

[0131] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0132] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0133] ６０ 計測制御部、１００ 計測装置、１０１ 計測ユニット、１０２ ウエハスライダ、１０３ 駆動システム、１０４ 計測制御部、１１０ 筐体、１２０、１３０ ウエハカセット、１４０ 搬送部、１５０ 制御部、２００ 積層装置、２１２ スクライブライン、２１４ ノッチ、２１６ 回路領域、２１８ アライメントマーク、２２５ 保持面、２３０ 積層体、３００ 積層部、３０１ 床面、３１０ 枠体、３１２ 底板、３１４ 支柱、３１６ 天板、３２２ 固定ステージ、３２４、３３４ 顕微鏡、３３１ Ｘ方向駆動部、３３２ 移動ステージ、３３３ Ｙ方向駆動部、３３５ Ｚ方向駆動部、４００ ホルダストッカ、５００ プリアライナ、６００ 活性化装置、６０１ 補正装置、６１１ 基部、６１２ アクチュエータ、６１３ 吸着部、６１４ 支柱、６１５ ポンプ、６１６ バルブ、１

０００　基板処理システム、Ｗ　ウエハ、ＷＨ　ウエハホルダ

請求の範囲

[請求項1] 外部で計測された第１基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得部と、

前記第１基板に接合される第２基板を保持するステージと、

を備え、

前記ステージは、前記第２基板を変形させる変形部を有し、

前記変形部は、前記第１情報に基づいて制御される、

基板補正装置。

[請求項2] 前記第１基板を保持する保持面を有する保持部材を備え、

前記第１基板と前記第２基板が接合されるときに、前記保持部材への前記第１基板の保持が解除される請求項１に記載の基板補正装置。

[請求項3] 前記変形部は、前記第２基板を部分的に変形可能である請求項１または２に記載の基板補正装置。

[請求項4] 前記変形部は、前記第２基板に沿って配置された複数のアクチュエータを有する請求項１から３のいずれか１項に記載の基板補正装置。

[請求項5] 外部で計測された第１基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得部と、

前記第１基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、前記位置情報に基づく第２情報を出力する計測部と、

前記第１基板に接合される第２基板を保持するステージと、

前記ステージに保持された前記第２基板を変形させる変形部と、

前記第１情報に基づいて前記変形部を制御し、前記第２情報に基づいて前記第１基板と前記第２基板とを位置合わせする制御部と、

を備える基板補正装置。

[請求項6] 外部で計測された基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得部と、

前記基板を保持するステージと、

前記ステージに保持された前記基板と、前記基板に接合される他の

基板との位置ずれを補正する補正部と、

前記第１情報に基づいて前記補正部を制御する制御部と、

を備える、基板補正装置。

[請求項7] 前記ステージに前記基板を載置した状態で、前記基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第２情報を出力する計測部をさらに備え、

前記制御部は、前記第２情報に基づいて前記基板と前記他の基板とを位置合わせする請求項６に記載の基板補正装置。

[請求項8] 前記計測部で計測する前記複数のアライメントマークの個数は、外部で計測された前記複数のアライメントマークの個数よりも少ない請求項７に記載の基板補正装置。

[請求項9] 前記制御部は、前記計測部により計測された前記第２情報に基づいて、前記基板と前記他の基板の位置合わせに用いられるパラメータを設定する、請求項７または８に記載の基板補正装置。

[請求項10] 前記第１情報は、前記基板の歪みの線形成分および非線形成分の情報を含む、請求項６から９のいずれか１項に記載の基板補正装置。

[請求項11] 前記制御部は、前記基板を前記他の基板に積層するときに前記基板および前記他の基板の少なくとも一方に発生する歪みに関する第３情報に基づいて前記補正部を制御する請求項６から１０のいずれか１項に記載の基板補正装置。

[請求項12] 第１計測部は、前記基板上のアライメントマークのうち、前記基板および前記他の基板の少なくとも一方に発生する非線形成分の歪みによる位置ずれが生じる範囲のアライメントマークの位置情報を計測する、請求項６から１１のいずれか１項に記載の基板補正装置。

[請求項13] 前記基板を保持する保持面を有する保持部材をさらに備え、

前記保持面は、中央が前記基板に向かって隆起した凸形状を有する、請求項１０から１２のいずれか１項に記載の基板補正装置。

[請求項14] 前記基板を保持する保持面を有する保持部材をさらに備え、

前記保持面は、周方向で高さが異なる領域を有する、請求項１０から１３のいずれか１項に記載の基板補正装置。

[請求項15] 前記補正部は、前記基板の一面に複数個配置されたアクチュエータである、請求項６から１４のいずれか１項に記載の基板補正装置。

[請求項16] 請求項６から１５のいずれか１項に記載の基板補正装置と、

前記基板を他の基板に積層する積層部と、

を備える、基板積層装置。

[請求項17] 第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第１情報を出力する第１計測部と、

第２ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部と、

前記第１情報に基づいて前記補正部を制御する制御部と、

を備える、基板処理システム。

[請求項18] 前記第１計測部で計測する前記アライメントマークの個数よりも少ない個数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第２情報を出力する第２計測部を備え、

前記制御部は、前記第１情報に基づいて前記補正部を制御するとともに、前記第２情報に基づいて前記基板と他の基板とを位置合わせを制御する請求項１７に記載の基板処理システム。

[請求項19] 第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第１情報を出力する第１計測部と、

第２ステージに保持した前記基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、前記位置情報に基づく第２情報を出力する第２計測部と、

前記第２ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部と、

前記第１情報に基づいて前記補正部を制御する制御部と、

を備え、

前記第２計測部で計測する前記アライメントマークの個数は、前記第１計測部で計測する前記アライメントマークの個数よりも少ない基板処理システム。

[請求項20] 第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第１情報を出力する計測部と、

第２ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正部と、

前記第１情報に基づいて前記補正部を制御する制御部と、

を備え、

前記計測部は、基準座標系を持っており、前記基準座標系における前記アライメントマークの絶対座標を計測する、基板処理システム。

[請求項21] 基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得段階と、

ステージに保持した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正段階と、

前記第１情報に基づいて前記補正段階を制御する制御段階と、

を含む、基板補正方法。

[請求項22] 前記ステージに前記基板を載置した状態で、前記基板の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく第２情報を出力する計測段階をさらに含み、

前記制御段階では、前記第２情報に基づいて前記基板と前記他の基板とを位置合わせする請求項２１に記載の基板補正方法。

[請求項23] 前記計測段階で計測する前記複数のアライメントマークの個数は、外部で計測された前記複数のアライメントマークの個数よりも少ない請求項２２に記載の基板補正方法。

[請求項24] 第１ステージに載置された基板上の複数のアライメントマークの位置情報を計測し、計測した前記位置情報に基づく情報を出力する計測段階と、

第２ステージに載置した前記基板と、前記基板に接合される他の基板との位置ずれを補正する補正段階と、

前記計測段階で取得した前記情報に基づいて前記補正段階を制御する制御段階と、

を含む、基板処理方法。

[請求項25] 請求項２１から２３のいずれか一項に記載の基板補正方法により補正された基板と、他の基板とを位置合わせするアライメント工程と、

前記基板と前記他の基板とを互いに接合して積層体を形成する接合工程と、

前記積層体を切断することにより複数の半導体装置を分離するダイシング工程と、

を含む半導体装置の製造方法。

[請求項26] 外部で計測された基板上の複数のアライメントマークの位置情報に基づく第１情報を取得する取得部と、

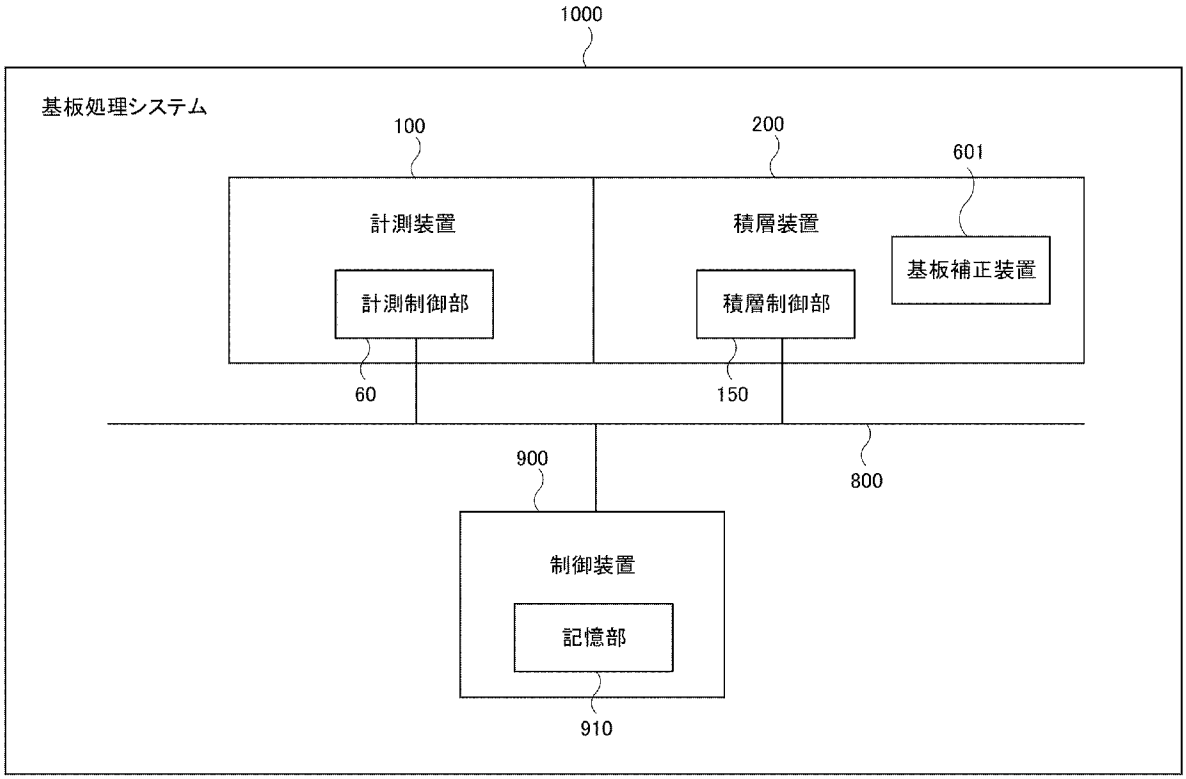
前記基板を保持するステージと、

前記ステージに保持された前記基板を変形させる変形部と、

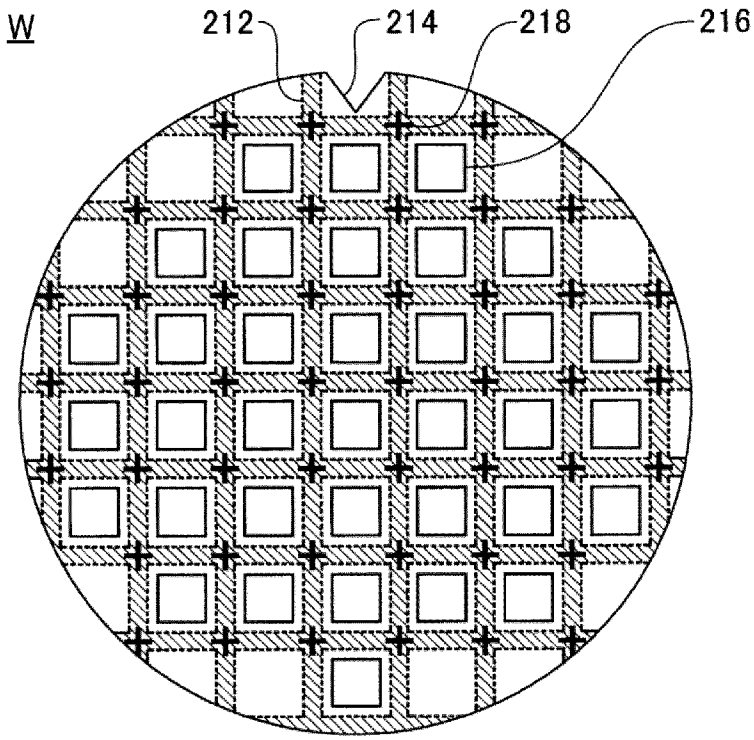
前記第１情報に基づいて前記変形部を制御する制御部と、

を備える、基板補正装置。

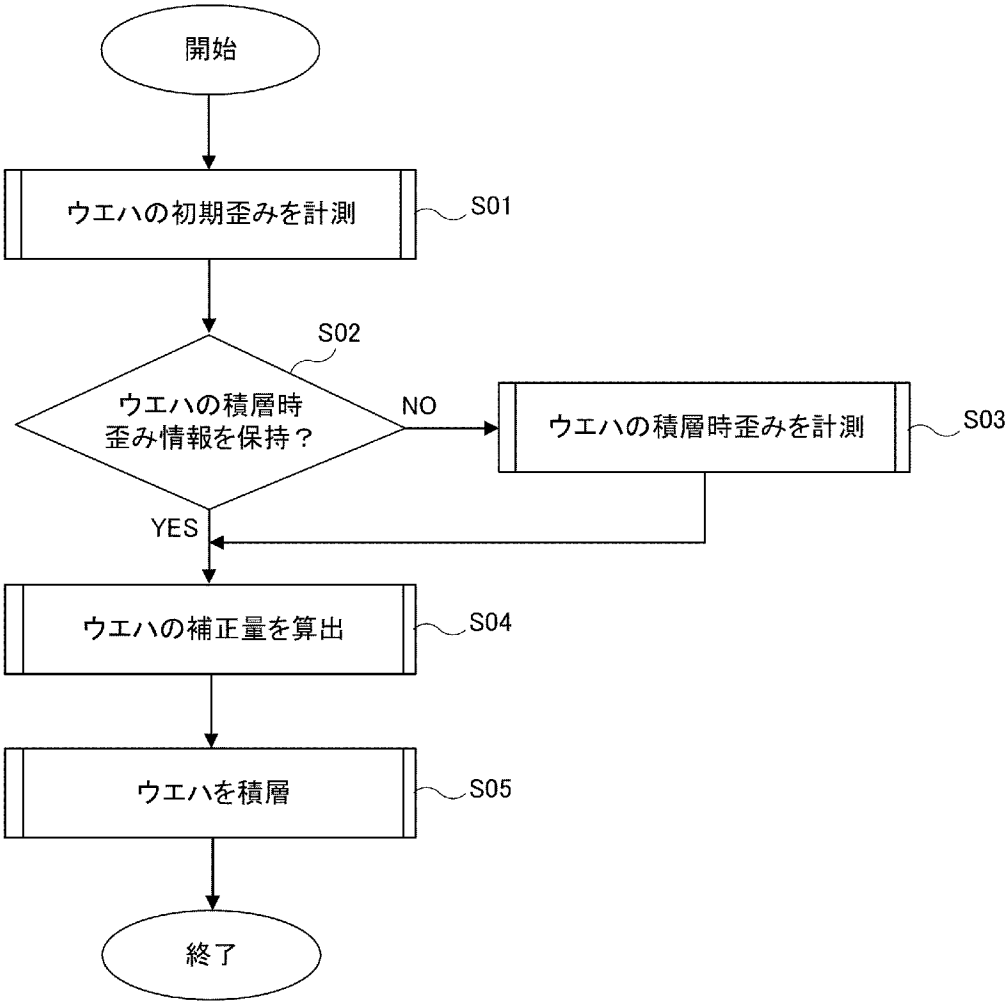
[図1]


1000
基板処理システム
100
200
601
計測装置
積層装置
基板補正装置
計測制御部
積層制御部
60
150
800
900
制御装置
記憶部
910

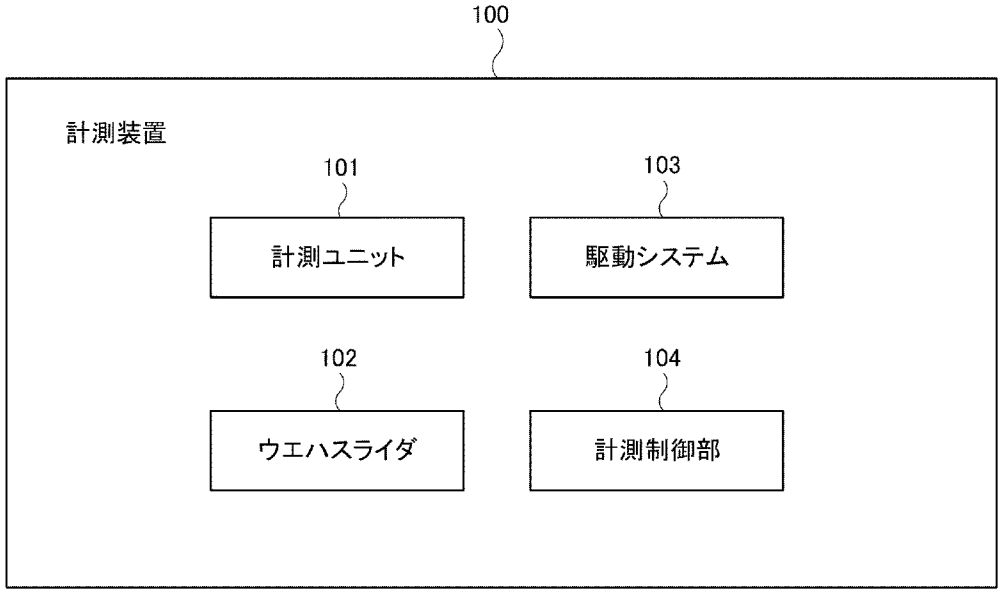
[図2]



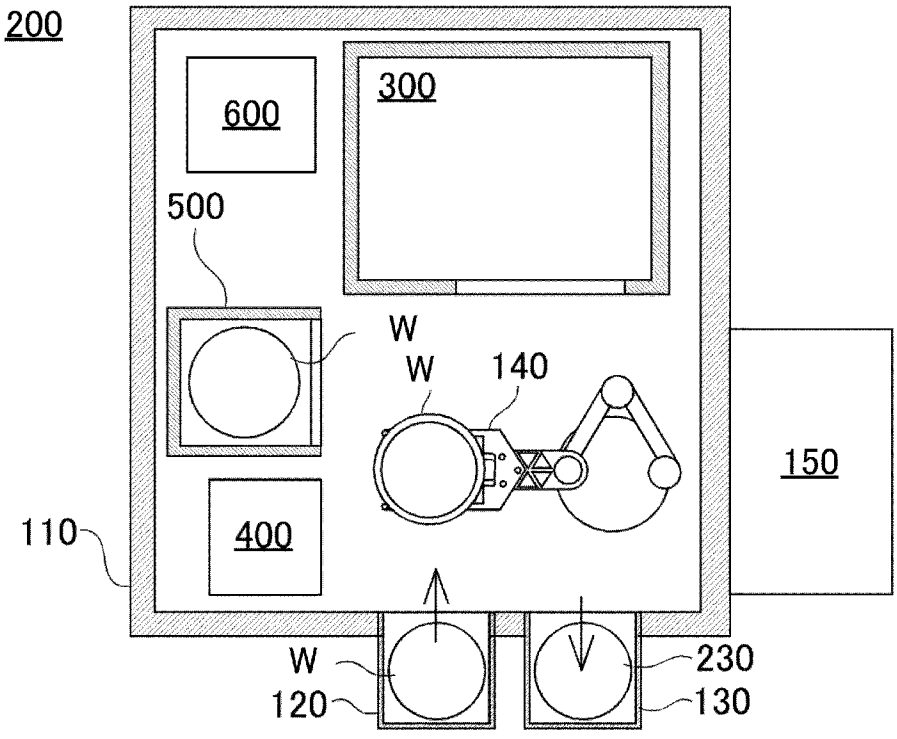
[図3]


開始
ウエハの初期歪みを計測
S01
S02
ウエハの積層時
歪み情報を保持？
NO
ウエハの積層時歪みを計測
S03
YES
ウエハの補正量を算出
S04
ウエハを積層
S05
終了

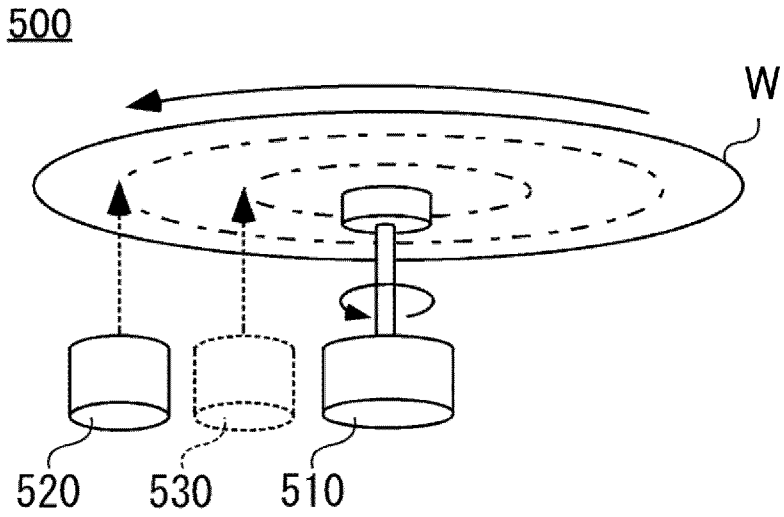
[図4]


100
計測装置
101
計測ユニット
103
駆動システム
102
ウエハスライダ
104
計測制御部

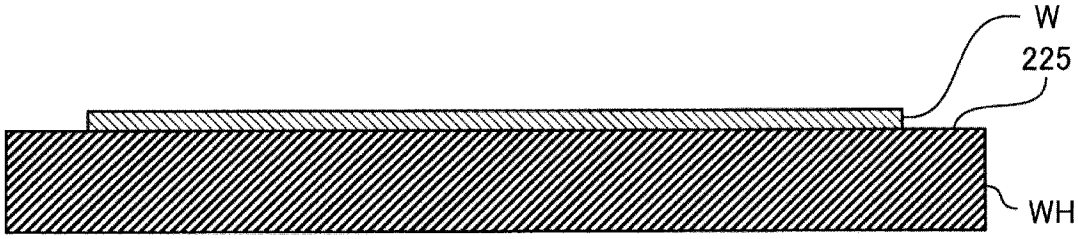
[図5]


200
600
300
500
W
W
140
150
110
400
W
120
230
130

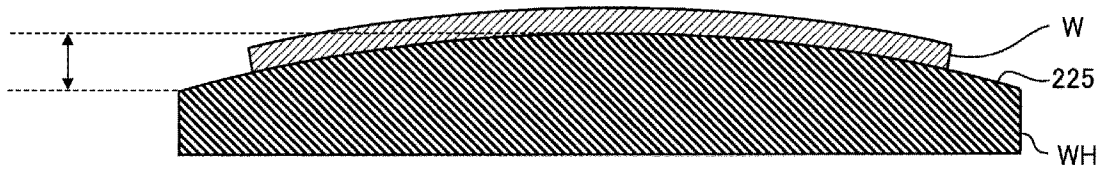
[図6]



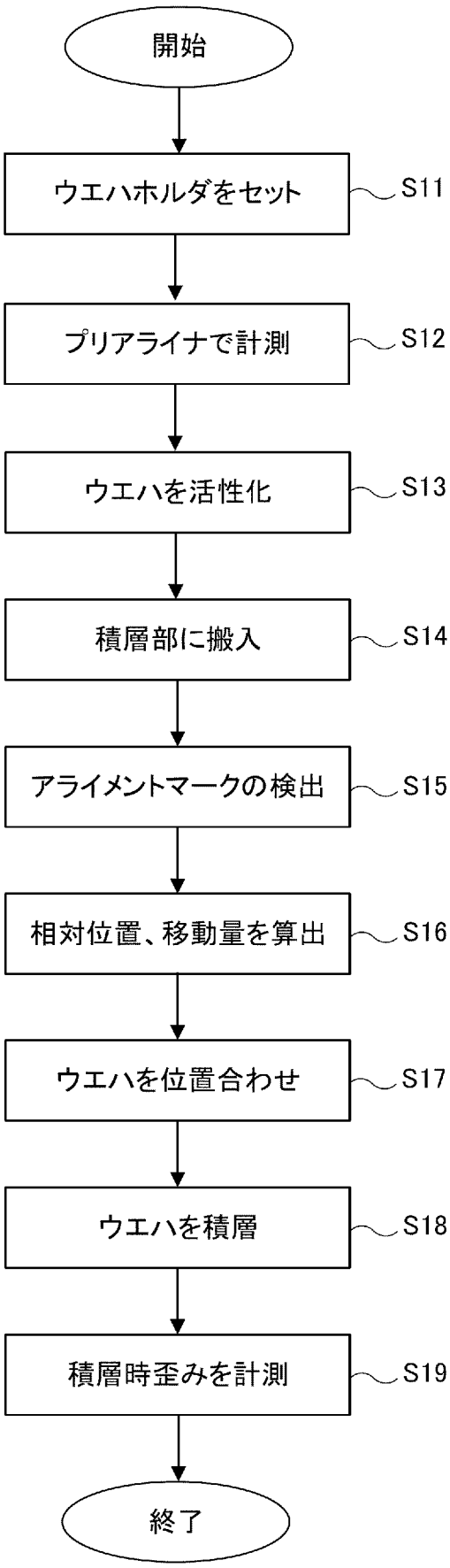
[図7]



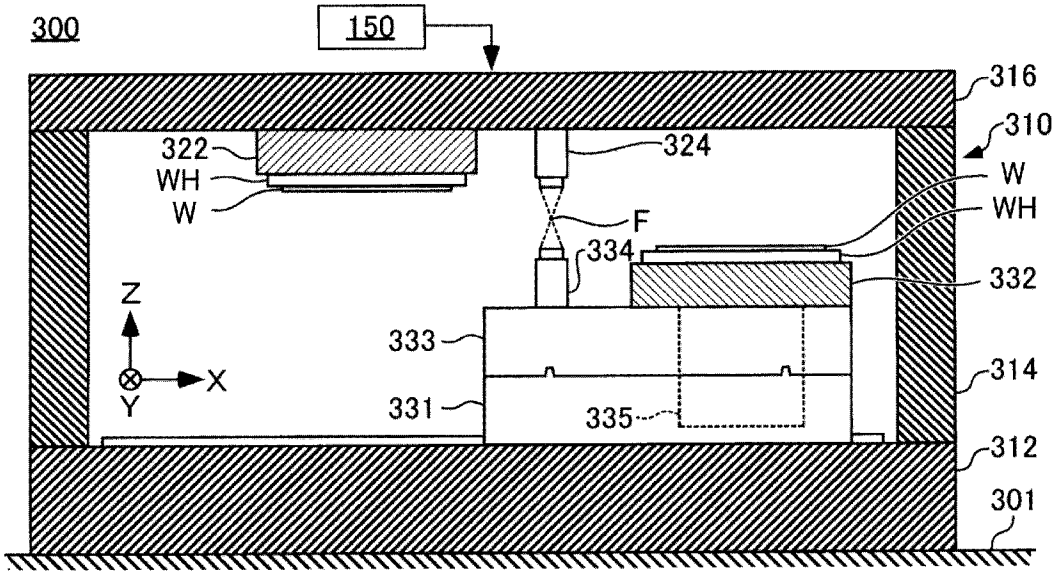
[図8]



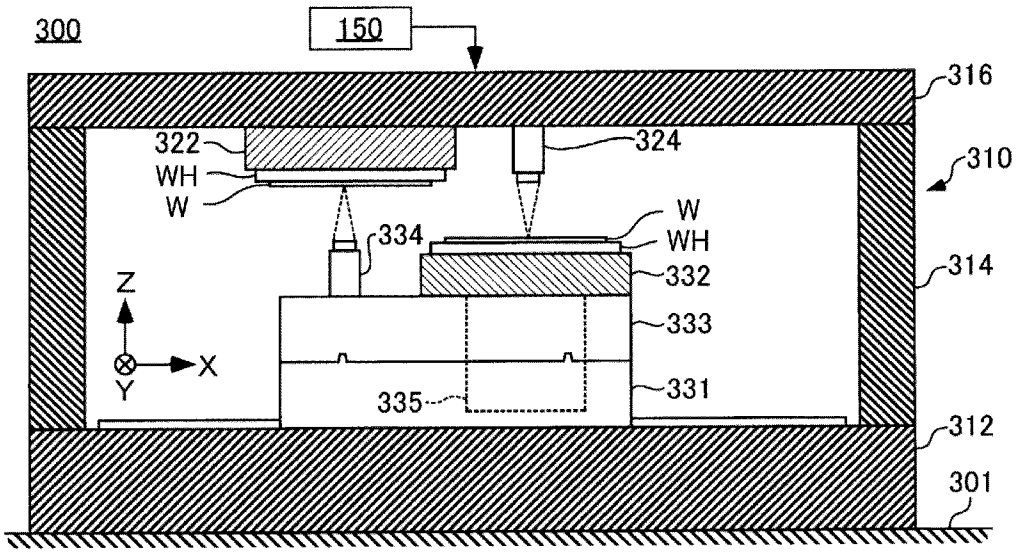
[図9]


開始
ウエハホルダをセット
S11
プリアライナで計測
S12
ウエハを活性化
S13
積層部に搬入
S14
アライメントマークの検出
S15
相対位置、移動量を算出
S16
ウエハを位置合わせ
S17
ウエハを積層
S18
積層時歪みを計測
S19
終了

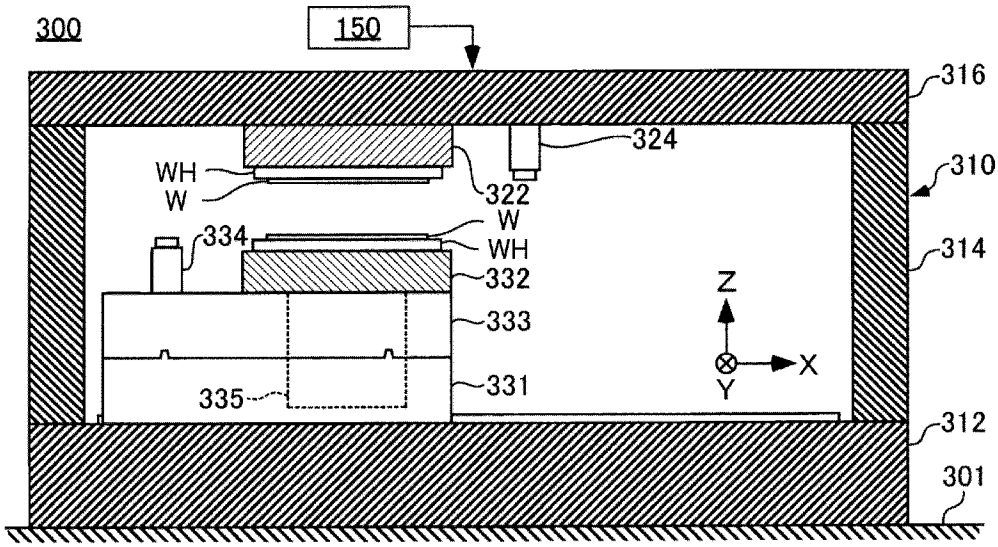
[図10]


300
150
316
310
322
WH
W
324
F
334
W
WH
332
Z
X
Y
333
331
335
314
312
301

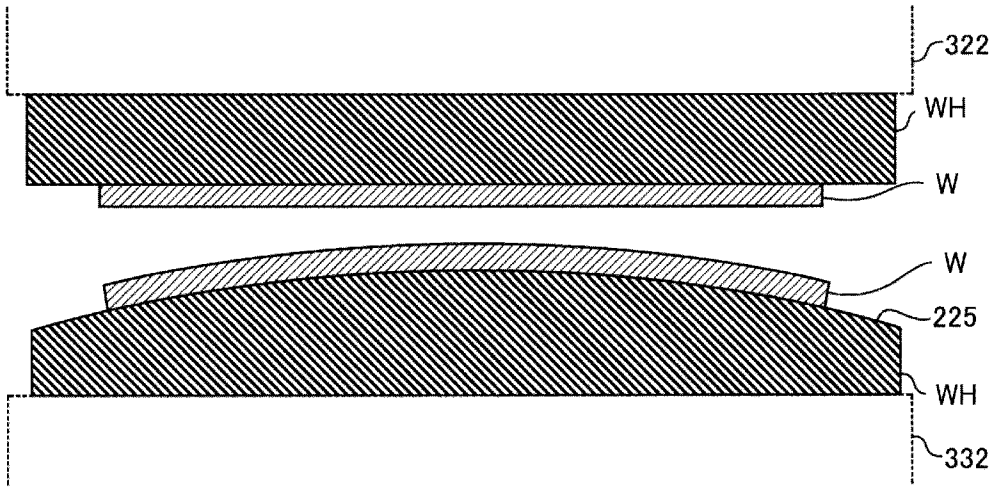
[図11]


300
150
316
322
WH
W
324
310
334
W
WH
332
314
Z
X
Y
333
335
331
312
301

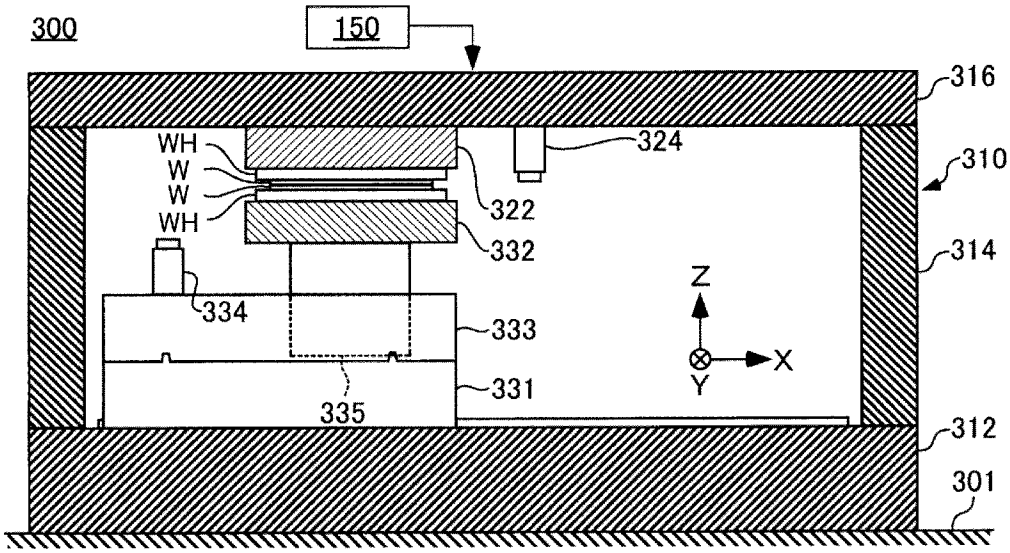
[図12]


300
150
316
324
310
WH
W
322
W
334
WH
314
332
Z
333
X
Y
335
331
312
301

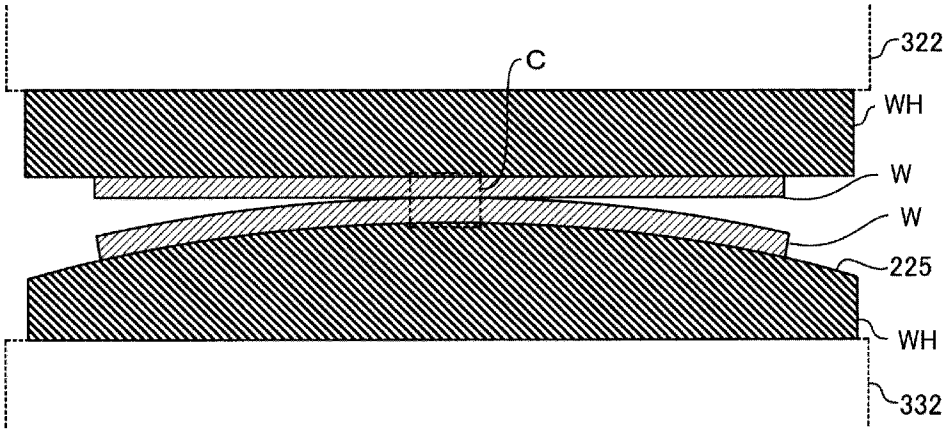
[図13]


322
WH
W
W
225
WH
332

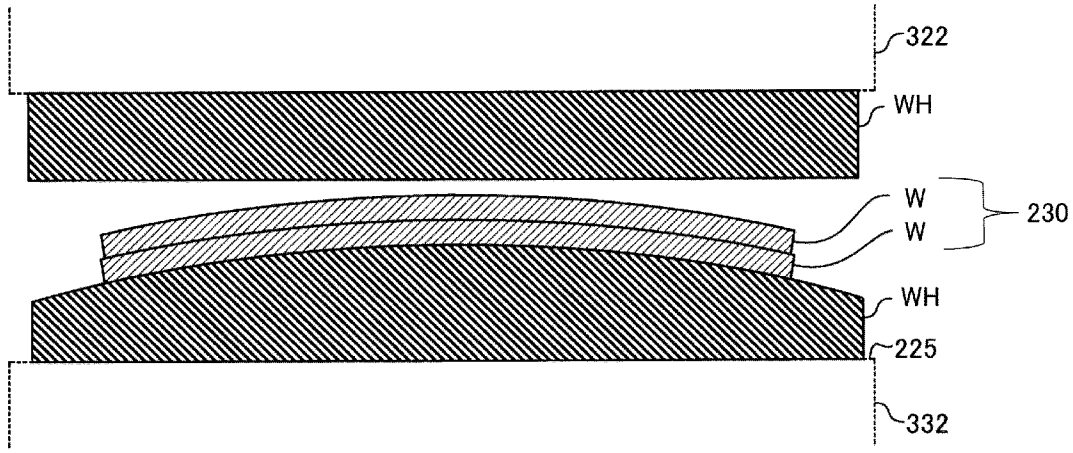
[図14]


300
150
316
310
314
312
301
WH
W
W
WH
322
324
332
334
333
331
335
Z
X
Y

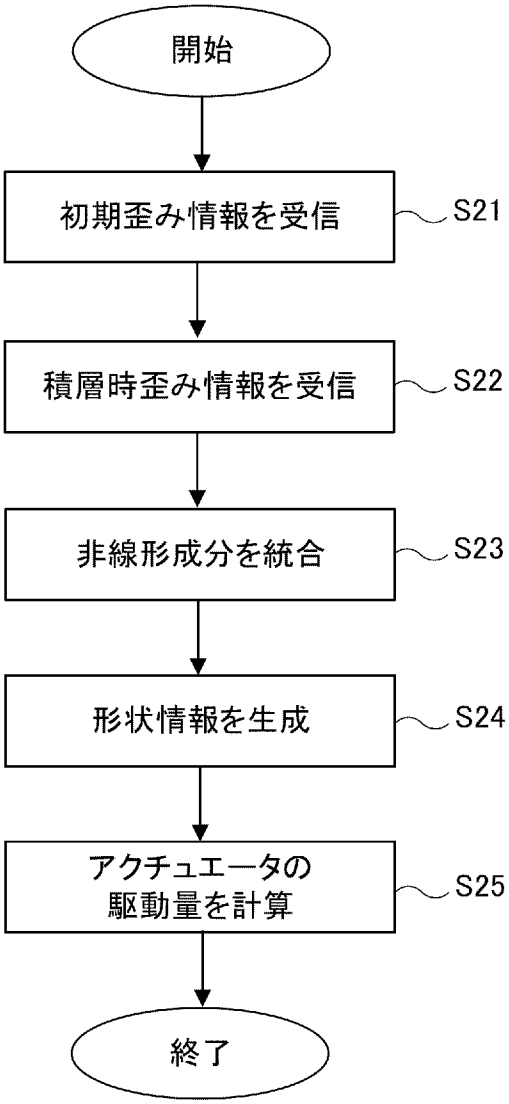
[図15]


322
C
WH
W
W
225
WH
332

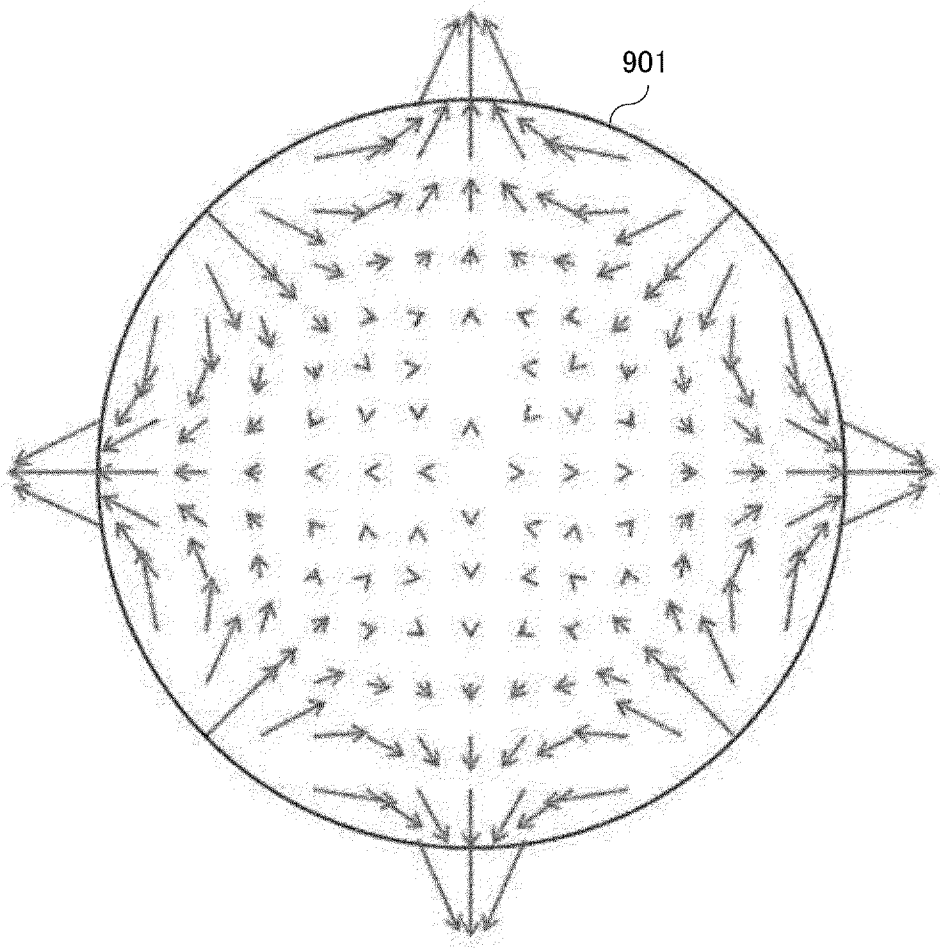
[図16]



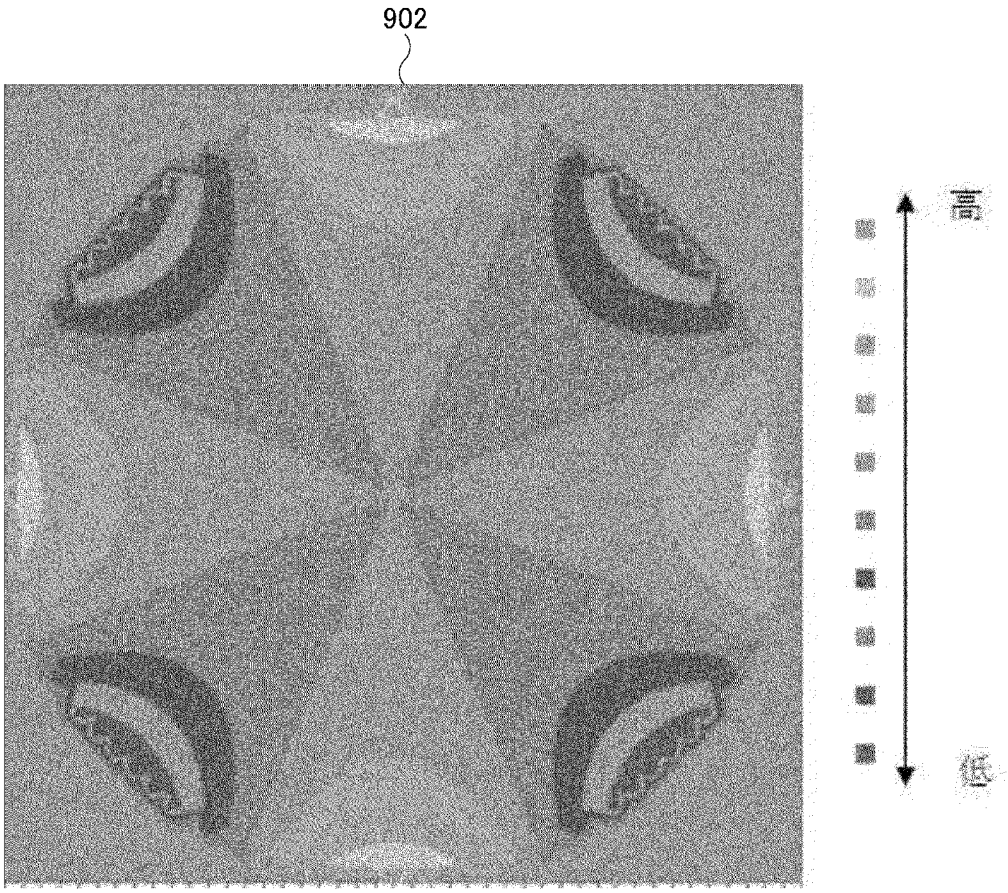
[図17]


開始
初期歪み情報を受信
S21
積層時歪み情報を受信
S22
非線形成分を統合
S23
形状情報を生成
S24
アクチュエータの
駆動量を計算
S25
終了

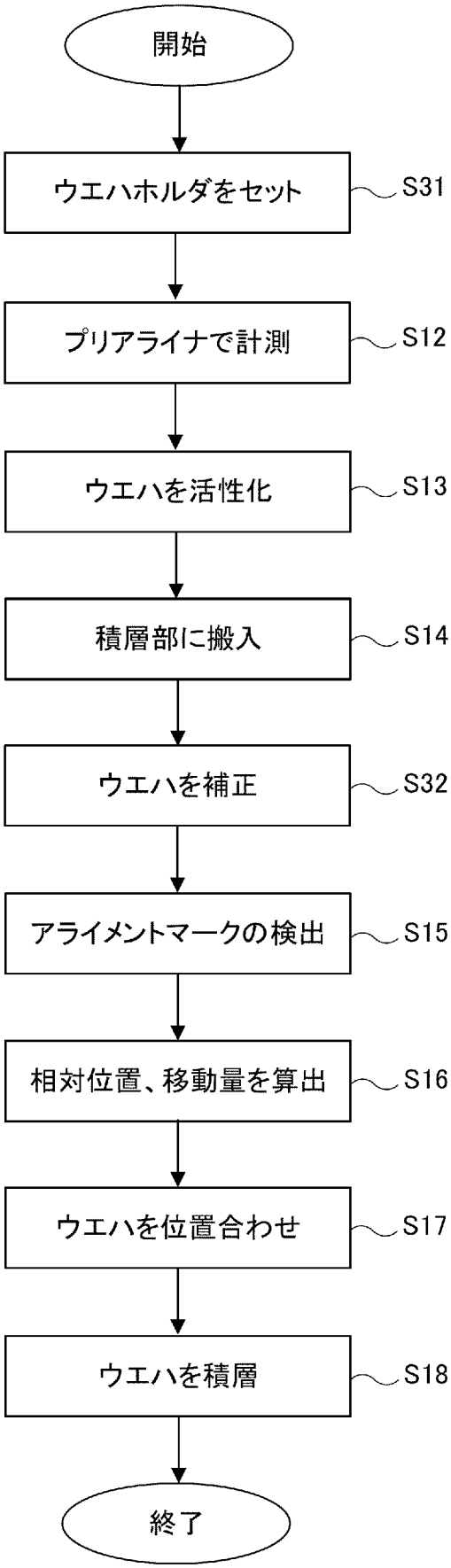
[図18]



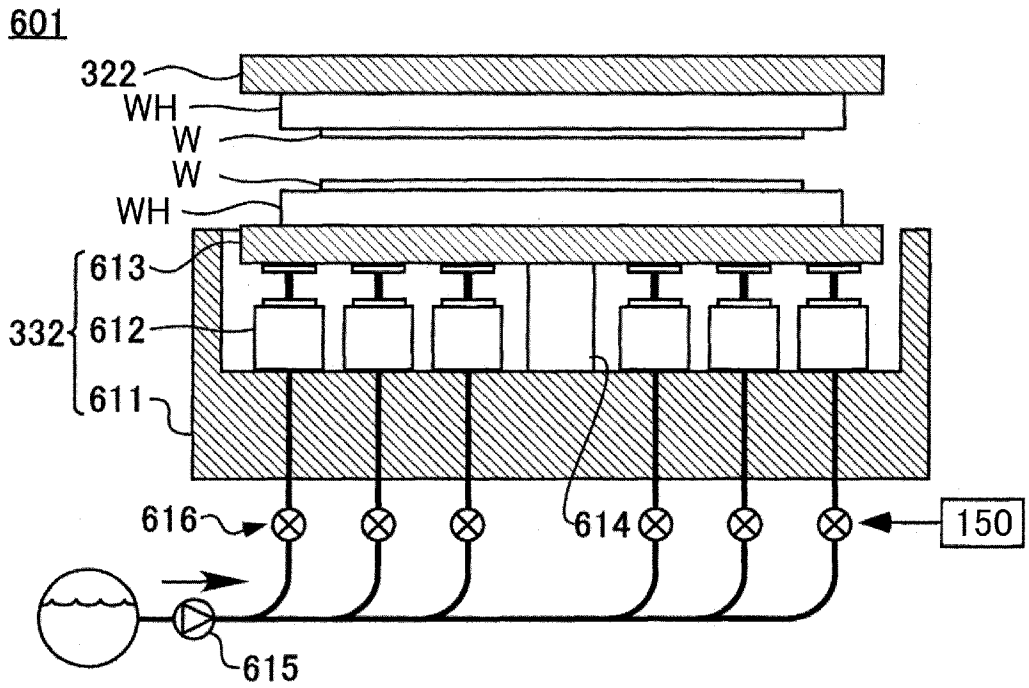
[図19]



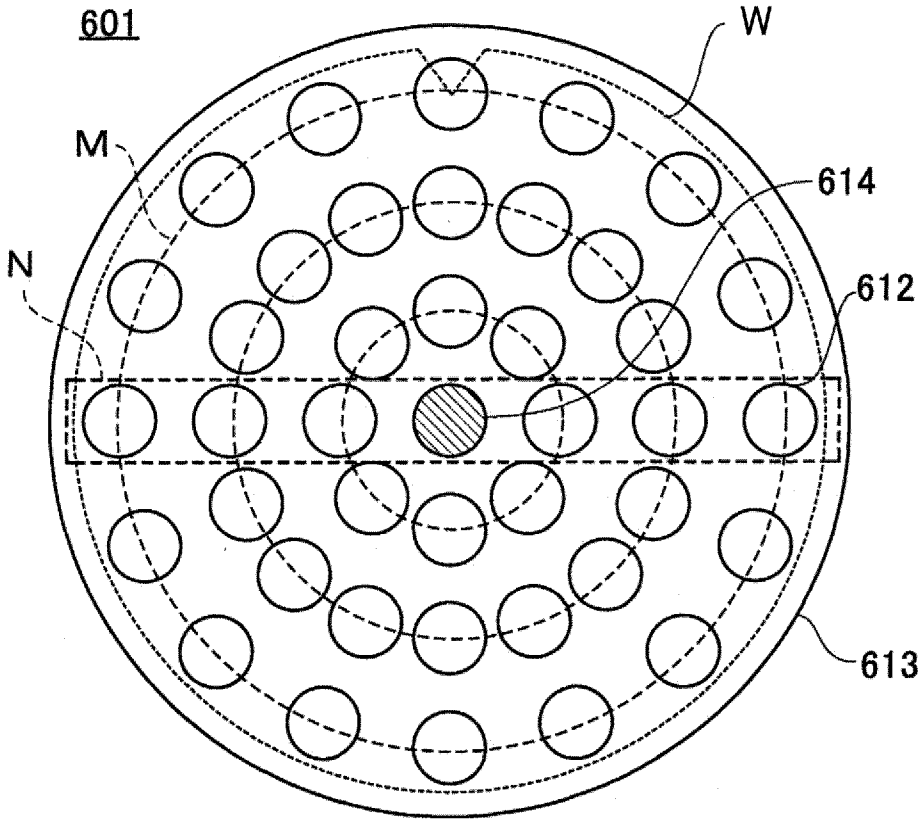
[図20]


開始
ウエハホルダをセット
S31
プリアライナで計測
S12
ウエハを活性化
S13
積層部に搬入
S14
ウエハを補正
S32
アライメントマークの検出
S15
相対位置、移動量を算出
S16
ウエハを位置合わせ
S17
ウエハを積層
S18
終了

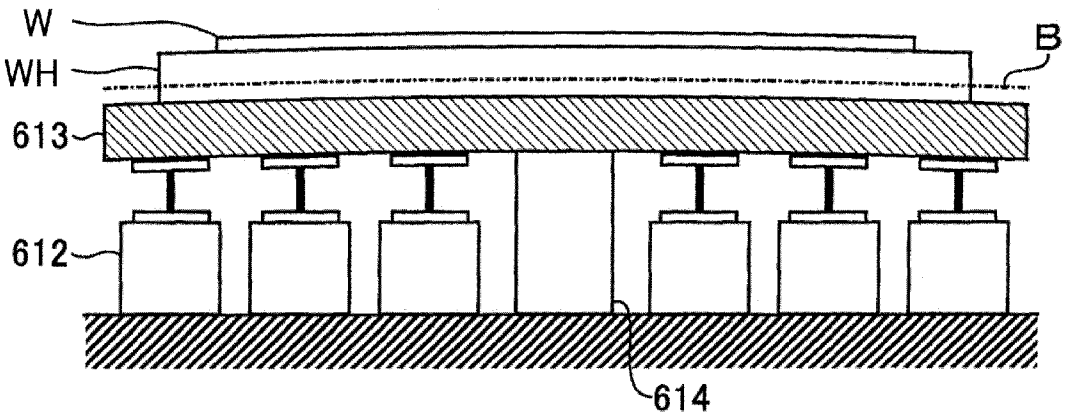
[図21]



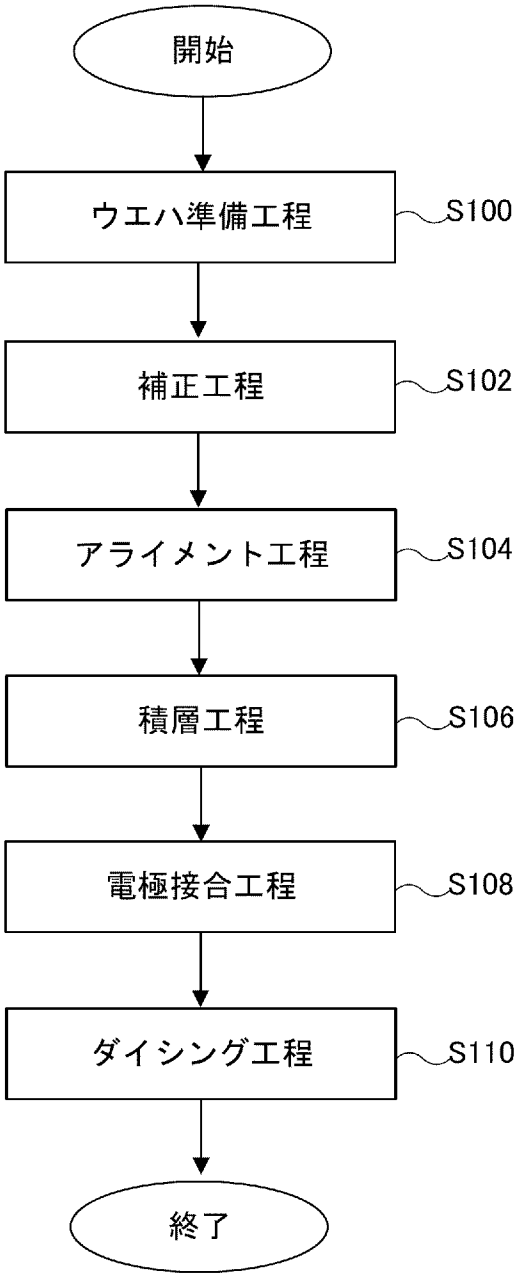
[図22]



[図23]



[図24]


開始
ウエハ準備工程
S100
補正工程
S102
アライメント工程
S104
積層工程
S106
電極接合工程
S108
ダイシング工程
S110
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/003482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/02(2006.01)i; ***H01L 21/68***(2006.01)i; ***H01L 21/683***(2006.01)i
FI: H01L21/02 B; H01L21/68 F; H01L21/68 N

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; H01L21/68; H01L21/683

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	WO 2018/012300 A1 (NIKON CORP) 18 January 2018 (2018-01-18) paragraphs [0010]-[0017], [0028]-[0030], [0036], [0040]-[0057], [0064], [0068], [0083], [0103]-[0119], fig. 2, 19	1-26
A	JP 2013-258377 A (SONY CORP) 26 December 2013 (2013-12-26) entire text, all drawings	1-26
A	WO 2017/217431 A1 (NIKON CORP) 21 December 2017 (2017-12-21) entire text, all drawings	1-26
A	WO 2018/221391 A1 (NIKON CORP) 06 December 2018 (2018-12-06) entire text, all drawings	1-26

☐ 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
18 April 2023	**25 April 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/JP2023/003482

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2018/012300 A1	18 January 2018	US 2019/0148184 A1 paragraphs [0041]-[0048], [0059]-[0061], [0067], [0071]-[0088], [0095], [0099], [0114], [0134]-[0150], fig. 2, 19 KR 10-2019-0027787 A KR 10-2022-0051033 A JP 2022-106830 A	
JP 2013-258377 A	26 December 2013	US 2013/0256824 A1 entire text, all drawings CN 103367374 A	
WO 2017/217431 A1	21 December 2017	US 2019/0122915 A1 entire text, all drawings US 2021/0028045 A1 KR 10-2019-0018627 A KR 10-2022-0137144 A JP 2022-2336 A	
WO 2018/221391 A1	06 December 2018	US 2020/0091015 A1 entire text, all drawings KR 10-2020-0014268 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/003482

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 21/68(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i
FI: H01L21/02 B; H01L21/68 F; H01L21/68 N

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; H01L21/68; H01L21/683

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	WO 2018/012300 A1 (株式会社ニコン) 18.01.2018 (2018-01-18) 段落[0010]-[0017], [0028]-[0030], [0036], [0040]-[0057], [0064], [0068], [0083], [0103]-[0119], 図2, 19	1-26
A	JP 2013-258377 A (ソニー株式会社) 26.12.2013 (2013-12-26) 全文, 全図	1-26
A	WO 2017/217431 A1 (株式会社ニコン) 21.12.2017 (2017-12-21) 全文, 全図	1-26
A	WO 2018/221391 A1 (株式会社ニコン) 06.12.2018 (2018-12-06) 全文, 全図	1-26

☐ 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
18.04.2023	25.04.2023

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）
平野　崇 5F 3657

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/JP2023/003482

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/012300 A1	18.01.2018	US 2019/0148184 A1 段落[0041]-[0048], [0059]-[0061], [0067], [0071]-[0088], [0095], [0099], [0114], [0134]-[0150], 図2, 19 KR 10-2019-0027787 A KR 10-2022-0051033 A JP 2022-106830 A	
JP 2013-258377 A	26.12.2013	US 2013/0256824 A1 全文, 全図 CN 103367374 A	
WO 2017/217431 A1	21.12.2017	US 2019/0122915 A1 全文, 全図 US 2021/0028045 A1 KR 10-2019-0018627 A KR 10-2022-0137144 A JP 2022-2336 A	
WO 2018/221391 A1	06.12.2018	US 2020/0091015 A1 全文, 全図 KR 10-2020-0014268 A	