

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7456065号
(P7456065)

(45)発行日 令和6年3月26日(2024.3.26)

(24)登録日 令和6年3月15日(2024.3.15)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 F 12/00 (2006.01)

G 0 6 F 12/00 5 5 0 K

請求項の数 20 (全66頁)

(21)出願番号	特願2023-508200(P2023-508200)	(73)特許権者	318010018
(86)(22)出願日	令和3年3月23日(2021.3.23)		キオクシア株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/011856		東京都港区芝浦三丁目1番21号
(87)国際公開番号	WO2022/201283	(74)代理人	110001737
(87)国際公開日	令和4年9月29日(2022.9.29)		弁理士法人スズエ国際特許事務所
審査請求日	令和5年3月23日(2023.3.23)	(72)発明者	人見 達郎
			日本国東京都港区芝浦三丁目1番21号
			キオクシア株式会社内
		(72)発明者	吉水 康人
			日本国東京都港区芝浦三丁目1番21号
			キオクシア株式会社内
		(72)発明者	井上 新
			日本国東京都港区芝浦三丁目1番21号
			キオクシア株式会社内
		(72)発明者	堂前 宏之
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ストレージシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれが複数の不揮発性メモリチップを含む複数の記憶装置を保管可能な第1ストッカーと、

前記複数の記憶装置のうちの少なくとも一つを実装可能な筐体に、前記複数の記憶装置のうちの少なくとも一つを実装するように構成された実装装置と、

前記筐体と、前記筐体に実装された前記記憶装置とを含む筐体実装済み記憶装置を保管可能な第2ストッカーと、

前記筐体実装済み記憶装置が接続可能な少なくとも1つのスロットを含み、前記スロットに接続された前記筐体実装済み記憶装置に含まれる前記記憶装置に対してデータの読み出しおよび書き込みを行うように構成されたホスト装置と、

前記第1ストッカーと前記実装装置との間で前記記憶装置を搬送するように構成された第1搬送装置と、

前記実装装置と前記第2ストッカーと前記ホスト装置との間で前記筐体実装済み記憶装置を搬送するように構成された第2搬送装置と、

を具備し、

前記ホスト装置は、

前記複数の記憶装置のうち、アクセス対象である第1記憶装置を決定し、

前記第1記憶装置を含むアクセス対象の前記筐体実装済み記憶装置が前記ホスト装置の前記スロットに接続されている場合、前記第1記憶装置に対するデータの読み出しまた

は書き込みを実行し、

前記アクセス対象の筐体実装済み記憶装置が前記ホスト装置の前記スロットに接続されておらず、且つ、前記第2ストッカーに保管されている場合、前記第2搬送装置に、前記アクセス対象の筐体実装済み記憶装置を前記ホスト装置の前記スロットに搬送させて接続させ、

前記アクセス対象の筐体実装済み記憶装置が前記ホスト装置の前記スロットに接続されておらず、且つ、前記第2ストッカーに保管されていない場合、前記第1搬送装置に、前記第1記憶装置を前記第1ストッカーから前記実装装置に搬送させ、前記実装装置に、前記搬送された第1記憶装置を前記筐体の実装させ、前記第2搬送装置に、前記第1記憶装置を含むアクセス対象の筐体実装済み記憶装置を前記ホスト装置の前記スロットに搬送させて接続させる
ストレージシステム。

【請求項2】

前記ホスト装置は、

前記スロットに接続されている前記アクセス対象の筐体実装済み記憶装置がストレージデバイスとして認識されない場合、前記第2搬送装置に、前記アクセス対象の筐体実装済み記憶装置を前記スロットから取り外させて前記スロットに再接続させる
請求項1に記載のストレージシステム。

【請求項3】

前記ホスト装置は、

前記複数の記憶装置それぞれの優先順位を管理し、

第1レベルの優先順位を有する記憶装置を含む前記筐体実装済み記憶装置が前記ホスト装置の前記スロットに接続され、前記第1レベルの優先順位よりも低い第2レベルの優先順位を有する記憶装置を含む前記筐体実装済み記憶装置が前記第2ストッカーに保管され、且つ、前記第2レベルの優先順位よりも低い第3レベルの優先順位を有する記憶装置が前記第1ストッカーに保管されるように、前記複数の記憶装置それぞれの優先順位に基づいて、前記複数の記憶装置それぞれが存在する位置を制御する
請求項1に記載のストレージシステム。

【請求項4】

前記ホスト装置は、

前記第1ストッカーに保管されている前記複数の記憶装置のうちの第2記憶装置の優先順位が前記第3レベルから前記第2レベルに上がった場合、

前記第1搬送装置に、前記第2記憶装置を前記第1ストッカーから前記実装装置に搬送させ、

前記実装装置に、前記搬送された第2記憶装置を前記筐体の実装させ、

前記第2搬送装置に、前記第2記憶装置を含む前記筐体実装済み記憶装置を前記実装装置から前記第2ストッカーに搬送させる
請求項3に記載のストレージシステム。

【請求項5】

前記筐体実装済み記憶装置はプラグ端子を含み、

前記ホスト装置は、

前記スロットを有するホスト筐体と、

前記ホスト筐体内に設けられ、前記筐体が前記スロットに挿入された場合に、前記筐体の前記プラグ端子と接続されるレセプタ端子と、
を含む
請求項1に記載のストレージシステム。

【請求項6】

前記複数の記憶装置はそれぞれ複数の半導体ウェハであり、

前記第1ストッカーは、前記複数の半導体ウェハを保管可能であり、

前記筐体は、前記複数の半導体ウェハのうちの少なくとも一つを収容可能なカセット筐体

10

20

30

40

50

であり、

前記実装装置は、前記複数の半導体ウェハのうちの少なくとも一つを前記カセット筐体に収容するように構成され、

前記第2ストッカーは、前記カセット筐体と、前記カセット筐体に収容された前記半導体ウェハを含むウェハカセットを保管可能であり、

前記第1搬送装置は、前記第1ストッカーと前記実装装置との間で前記半導体ウェハを搬送するように構成され、

前記第2搬送装置は、前記実装装置と前記第2ストッカーと前記ホスト装置との間で前記ウェハカセットを搬送するように構成され、

前記ホスト装置は、

前記ウェハカセットが接続可能な少なくとも1つの前記スロットを含み、前記スロットに接続された前記ウェハカセットに含まれる前記半導体ウェハに対してデータの読み出しおよび書き込みを行うように構成され、

前記複数の半導体ウェハのうち、アクセス対象である第1半導体ウェハを決定し、

前記第1半導体ウェハを含むアクセス対象の前記ウェハカセットが前記ホスト装置の前記スロットに接続されている場合、前記第1半導体ウェハに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行し、

前記アクセス対象のウェハカセットが前記ホスト装置の前記スロットに接続されておらず、且つ、前記第2ストッカーに保管されている場合、前記第2搬送装置に、前記アクセス対象のウェハカセットを前記ホスト装置の前記スロットに搬送させて接続させ、

前記アクセス対象のウェハカセットが前記ホスト装置の前記スロットに接続されておらず、且つ、前記第2ストッカーに保管されていない場合、前記第1搬送装置に、前記第1半導体ウェハを前記第1ストッカーから前記実装装置に搬送させ、前記実装装置に、前記搬送された第1半導体ウェハを前記カセット筐体に収容させ、前記第2搬送装置に、前記第1半導体ウェハを含むアクセス対象のウェハカセットを前記ホスト装置の前記スロットに搬送させて接続させる

請求項1に記載のストレージシステム。

【請求項7】

前記ホスト装置は、

前記スロットに接続されている前記アクセス対象のウェハカセットがストレージデバイスとして認識されない場合、前記第2搬送装置に、前記アクセス対象のウェハカセットを前記スロットから取り外させて前記スロットに再接続させる

請求項6に記載のストレージシステム。

【請求項8】

前記ホスト装置は、

前記複数の半導体ウェハそれぞれの優先順位を管理し、

第1レベルの優先順位を有する半導体ウェハを含む前記ウェハカセットが前記ホスト装置の前記スロットに接続され、前記第1レベルの優先順位よりも低い第2レベルの優先順位を有する半導体ウェハを含む前記ウェハカセットが前記第2ストッカーに保管され、且つ、前記第2レベルの優先順位よりも低い第3レベルの優先順位を有する半導体ウェハが前記第1ストッカーに保管されるように、前記複数の半導体ウェハそれぞれの優先順位に基づいて、前記複数の半導体ウェハそれぞれが存在する位置を制御する

請求項6に記載のストレージシステム。

【請求項9】

前記ホスト装置は、

前記第1ストッカーに保管されている前記複数の半導体ウェハのうちの第2半導体ウェハの優先順位が前記第3レベルから前記第2レベルに上がった場合、

前記第1搬送装置に、前記第2半導体ウェハを前記第1ストッカーから前記実装装置に搬送させ、

前記実装装置に、前記搬送された第2半導体ウェハを前記カセット筐体に収容させ、

10

20

30

40

50

前記第2搬送装置に、前記第2半導体ウェハを含む前記ウェハカセットを前記実装装置から前記第2ストッカーに搬送させる
請求項8に記載のストレージシステム。

【請求項10】

前記半導体ウェハには複数の電極が形成され、
前記カセット筐体は、

前記半導体ウェハを載置可能な下部ケースと、
上部ケースと、

前記下部ケースに載置された前記半導体ウェハの前記複数の電極にそれぞれ接触可能な複数のプローブピンを有するプローブカードと、

前記ホスト装置から受信される読み出し要求および書き込み要求に基づいて、前記プローブカードを介して、前記複数の不揮発性メモリチップのうちの少なくとも一つに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行するように構成されたコントローラと、を含み、

前記実装装置は、前記上部ケースと、前記半導体ウェハが載置された前記下部ケースとを互いに接合することによって、前記複数の電極それぞれと前記複数のプローブピンとを接触させる、ように構成されている

請求項6に記載のストレージシステム。

【請求項11】

前記下部ケースは、

前記下部ケース内のウェハ載置領域の中心から所定の半径を有する円周に沿って互いに等間隔で配置され、且つ、前記ウェハ載置領域の中心に向かって移動可能な3つ以上のセンタリングアームを含み、

前記実装装置は、

前記3つ以上のセンタリングアームを前記ウェハ載置領域の中心に向かって移動させることによって、前記下部ケースに載置された前記半導体ウェハの中心と、前記ウェハ載置領域の中心との位置合わせを行う

請求項10に記載のストレージシステム。

【請求項12】

前記上部ケースと前記下部ケースの一方は溝を有し、

前記上部ケースと前記下部ケースの他方は、前記溝に嵌め込まれる突出部を含む

請求項10に記載のストレージシステム。

【請求項13】

前記上部ケースは、

前記上部ケースと前記下部ケースとが互いに接合された場合に、前記下部ケースに載置されている前記半導体ウェハの表面上における前記複数の電極以外の領域に当接する複数の突起部を含む、

請求項10に記載のストレージシステム。

【請求項14】

前記上部ケースは、

前記上部ケースと前記下部ケースとが互いに接合された場合に、前記下部ケースに載置されている前記半導体ウェハの表面上における前記複数の電極以外の領域に当接して縮むクッション材を含み、

前記複数のプローブピンの各々は、導電性の弾性部材を介して前記プローブカードに接続されており、

前記上部ケースと前記下部ケースとが互いに接合された場合に、前記複数のプローブピンの各々是对応する電極に接触し、前記弾性部材は縮む

請求項10に記載のストレージシステム。

【請求項15】

前記第1ストッカーに保管されている前記複数の半導体ウェハの各々においては、前記複数の半導体ウェハの直径を第1の長さに揃えるためのエッジ処理が施されている

請求項 10 に記載のストレージシステム。

【請求項 16】

前記第 1 ストッカーは、第 1 開口を有する第 1 側板を含み、

前記実装装置は、前記第 1 ストッカーの前記第 1 側板と対向する第 2 側板を含み、前記第 2 側板は、前記第 1 開口と対向する位置に配置された第 2 開口を有し、

前記第 1 搬送装置は、前記第 1 開口と前記第 2 開口とを通して、前記第 1 ストッカーと前記実装装置との間で前記半導体ウェハを搬送する

請求項 6 に記載のストレージシステム。

【請求項 17】

前記第 1 搬送装置は、前記第 1 ストッカー内に配置された第 1 ロボットアームと、前記実装装置内に配置された第 2 ロボットアームと、を含み、

前記半導体ウェハは、前記第 1 開口と前記第 2 開口とを通して、前記第 1 ロボットアームと前記第 2 ロボットアームとの間で受け渡される

請求項 16 に記載のストレージシステム。

【請求項 18】

前記実装装置は、前記第 2 側板と反対側に位置する第 3 側板を含み、前記第 3 側板は第 3 開口を有し、

前記第 2 ストッカーは、前記実装装置の前記第 3 側板と対向する第 4 側板と、前記第 4 側板と反対側に位置する第 5 側板と、を含み、前記第 4 側板は、前記第 3 開口と対向する位置に配置された第 4 開口を有し、前記第 5 側板は第 5 開口を有し、

前記ホスト装置はサーバラックに收容され、前記サーバラックは前記第 1 ストッカーの前記第 5 側板と対向する第 6 側板を含み、前記第 6 側板は、前記第 5 開口と対向する位置に配置された第 6 開口を有し、

前記第 2 搬送装置は、

前記第 3 開口と前記第 4 開口とを通して、前記実装装置と前記第 2 ストッカーとの間で前記ウェハカセットを搬送し、

前記第 5 開口と前記第 6 開口とを通して、前記第 2 ストッカーと前記ホスト装置が收容された前記サーバラックとの間で前記ウェハカセットを搬送する、ように構成されている
請求項 16 に記載のストレージシステム。

【請求項 19】

前記ウェハカセットはプラグ端子を含み、

前記ホスト装置は、

前記スロットを有するホスト筐体と、

前記ホスト筐体内に設けられ、前記カセット筐体が前記スロットに挿入された場合に、前記カセット筐体の前記プラグ端子と接続されるレセプタ端子と、を含む

請求項 6 に記載のストレージシステム。

【請求項 20】

前記複数の半導体ウェハの各々は再配線層を含み、

前記再配線層に含まれる複数の電極は、前記再配線層内の内部配線によって、前記不揮発性メモリチップの複数の電極にそれぞれ電氣的に接続され、

前記再配線層に含まれる前記複数の電極の各々のサイズは、前記不揮発性メモリチップの複数の電極の各々のサイズより大きく、

前記再配線層に含まれる前記複数の電極間の間隔は、前記不揮発性メモリチップの前記複数の電極間の間隔よりも広い

請求項 6 に記載のストレージシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、不揮発性メモリを制御する技術に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、不揮発性メモリを備えるストレージデバイスが広く普及している。このようなストレージデバイスの一つとして、NAND型フラッシュメモリを備えるソリッドステートドライブ（SSD）が知られている。

【0003】

SSDは、様々なコンピュータのストレージとして使用されている。最近では、データセンタにおいても、SSDがストレージとして使用されている。

【0004】

データセンタでは、大量のデータの書き込みおよび読み出しを高速に行うことが必要とされる。

【0005】

このため、大量のデータの処理に有用な新たなストレージシステムの実現が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2020-194889号公報

【文献】特開2020-198354号公報

【文献】特開2008-227148号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の一実施形態が解決しようとする課題は、大量のデータの処理に有用なストレージシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

実施形態によれば、ストレージシステムは、第1ストッカーと、実装装置と、第2ストッカーと、ホスト装置と、第1搬送装置と、第2搬送装置とを具備する。第1ストッカーは、それぞれが複数の不揮発性メモリチップを含む複数の記憶装置を保管可能である。実装装置は、複数の記憶装置のうちの少なくとも一つを実装可能な筐体に、複数の記憶装置のうちの少なくとも一つを実装するように構成される。第2ストッカーは、筐体と、筐体の実装された記憶装置とを含む筐体実装済み記憶装置を保管可能である。ホスト装置は、筐体実装済み記憶装置が接続可能な少なくとも1つのスロットを含み、スロットに接続された筐体実装済み記憶装置に含まれる記憶装置に対してデータの読み出しおよび書き込みを行うように構成される。第1搬送装置は、第1ストッカーと実装装置との間で記憶装置を搬送するように構成される。第2搬送装置は、実装装置と第2ストッカーとホスト装置との間で筐体実装済み記憶装置を搬送するようにされる。ホスト装置は、複数の記憶装置のうち、アクセス対象である第1記憶装置を決定する。ホスト装置は、第1記憶装置を含むアクセス対象の筐体実装済み記憶装置がホスト装置のスロットに接続されている場合、第1記憶装置に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。ホスト装置は、アクセス対象の筐体実装済み記憶装置がホスト装置のスロットに接続されておらず、且つ、第2ストッカーに保管されている場合、第2搬送装置に、アクセス対象の筐体実装済み記憶装置をホスト装置のスロットに搬送させて接続させる。ホスト装置は、アクセス対象の筐体実装済み記憶装置がホスト装置のスロットに接続されておらず、且つ、第2ストッカーに保管されていない場合、第1搬送装置に、第1記憶装置を第1ストッカーから実装装置に搬送させ、実装装置に、搬送された第1記憶装置を筐体の実装させ、第2搬送装置に、第1記憶装置を含むアクセス対象の筐体実装済み記憶装置をホスト装置のスロットに搬送させて接続させる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

【図 1】実施形態に係るストレージシステムの構成例を示す図。

【図 2】実施形態に係る半導体ウェハの構成例を示す図。

【図 3】実施形態に係るウェハカセットの構成例を示す図。

【図 4】実施形態に係るカセッターの構成例を示す図。

【図 5】実施形態に係るホストコンピュータの構成例を示す図。

【図 6】実施形態に係るウェハストッカーとカセッターとウェハカセットストッカーとホストコンピュータとウェハ搬送装置とウェハカセット搬送装置の配置例を示す平面図。

【図 7】実施形態に係るウェハストッカーの構成例を示す平面図。

【図 8】実施形態に係るウェハ搬送装置として使用されるロボットアームの構成例を示す図。

10

【図 9 A】実施形態に係る第 1 のウェハストッカーから第 2 のウェハストッカーに半導体ウェハを搬送する動作の一部分を示す図。

【図 9 B】実施形態に係る第 1 のウェハストッカーから第 2 のウェハストッカーに半導体ウェハを搬送する動作の残りの部分を示す図。

【図 1 0】実施形態に係るウェハ搬送装置とウェハカセット搬送装置としてそれぞれ使用される複数のロボットアームの配置例を示す平面図。

【図 1 1】実施形態に係るウェハ搬送装置とウェハカセット搬送装置としてそれぞれ使用される複数のロボットアームの別の配置例を示す平面図。

【図 1 2】実施形態に係るウェハカセットの構成例を示す図。

20

【図 1 3】実施形態に係るホスト装置の構成例を示す図。

【図 1 4】実施形態に係るホスト装置の構成例を示すブロック図。

【図 1 5 A】実施形態に係るストレージシステムにおいて実行される半導体ウェハの優先順位の変更に基づく動作について説明するための図。

【図 1 5 B】実施形態に係るストレージシステムにおいて実行される半導体ウェハの優先順位の変更に基づく別の動作について説明するための図。

【図 1 6 A】アクセス対象のウェハカセットがホスト装置のスロットに接続済みである場合に、実施形態に係るストレージシステムにおいて実行される動作について説明するための図。

【図 1 6 B】アクセス対象のウェハカセットがウェハカセットストッカーに保管されている場合に、実施形態に係るストレージシステムにおいて実行される動作について説明するための図。

30

【図 1 6 C】アクセス対象のウェハカセットがウェハカセットストッカーに保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステムにおいて実行される動作について説明するための図。

【図 1 6 D】アクセス対象のウェハカセットがウェハカセットストッカーに保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステムにおいて実行される別の動作について説明するための図。

【図 1 6 E】アクセス対象のウェハカセットがウェハカセットストッカーに保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステムにおいて実行されるさらに別の動作について説明するための図。

40

【図 1 6 F】アクセス対象のウェハカセットがウェハカセットストッカーに保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステムにおいて実行されるさらに別の動作について説明するための図。

【図 1 7】実施形態に係るストレージシステムにおけるホスト装置によって実行されるデータの読み出しまたは書き込み処理の手順を示すフローチャート。

【図 1 8】実施形態に係るホスト装置によって実行されるアクセス処理の手順を示すフローチャート。

【図 1 9】実施形態に係るホスト装置によって実行されるウェハカセット搬送処理の手順を示すフローチャート。

50

【図 20】実施形態に係るホスト装置によって実行される、ホスト装置に空きスロットがある場合のウェハカセット搬送処理の手順を示すフローチャート。

【図 21】実施形態に係るホスト装置によって実行される、ホスト装置に空きスロットがない場合のウェハカセット搬送処理の手順を示すフローチャート。

【図 22】実施形態に係るホスト装置によって実行される、ホスト装置に空きスロットがある場合のウェハカセット組み立てまたは分解処理の手順を示すフローチャート。

【図 23】実施形態に係るホスト装置によって実行される、ホスト装置に空きスロットがない場合のウェハカセット組み立てまたは分解処理の手順を示すフローチャート。

【図 24】実施形態に係るホスト装置によって実行される、ウェハカセットの接続エラー対処処理の手順を示すフローチャート。

10

【図 25】実施形態に係るホスト装置によって実行される、使用禁止のカセット筐体に対する処理の手順を示すフローチャート。

【図 26】実施形態に係るウェハカセット内に含まれる半導体ウェハを昇温する構成を示す図。

【図 27】実施形態に係る半導体ウェハに対するエッジ処理について説明するための図。

【図 28】実施形態に係るカセット筐体に設けられたセンタリングアームについて説明するための図。

【図 29】実施形態に係る半導体ウェハ上に形成される再配線層を示す図。

【図 30】実施形態に係るカセッターの構成を説明するための図。

【図 31】実施形態に係るカセット筐体の構成例を示す図。

20

【図 32】実施形態に係るカセット筐体の別の構成例を示す図。

【図 33】実施形態に係るカセット筐体のさらに別の構成例を示す図。

【図 34】実施形態に係るカセット筐体のさらに別の構成例を示す図。

【図 35】実施形態に係るカセット筐体のさらに別の構成例を示す図。

【図 36】実施形態に係るカセット筐体のさらに別の構成例を示す図。

【図 37】実施形態に係るカセット筐体のさらに別の構成例を示す図。

【図 38】実施形態に係るカセット筐体におけるホストインタフェースの配置例について説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

30

以下、図面を参照して、実施形態を説明する。

まず、実施形態に係るストレージシステムの構成について説明する。図 1 は、実施形態に係るストレージシステム 1 の構成例を示す図である。ストレージシステム 1 は、データセンタにおいて使用され得る。

【0011】

本実施形態の説明において、X 軸、Y 軸および Z 軸がそれぞれ定義されている。X 軸と Y 軸と Z 軸とは、互いに直交する。X 軸、Y 軸によって規定される X-Y 平面は、データセンタのフロアに相当する。Z 軸は、データセンタの高さ方向に相当する。

【0012】

ストレージシステム 1 は、ホストコンピュータ 2 と、ウェハストッカー 3 と、カセッター 4 と、ウェハカセットストッカー 5 と、ウェハ搬送装置 8 と、ウェハカセット搬送装置 9 とを含む。

40

【0013】

図 1 では、ホストコンピュータ 2、ウェハカセットストッカー 5、カセッター 4、ウェハストッカー 3（2つのウェハストッカー 3b、3a）が X 軸方向に沿って一列に並べられている場合が例示されている。

【0014】

この場合、X 軸は、ホストコンピュータ 2、ウェハカセットストッカー 5、カセッター 4、ウェハストッカー 3 の各々の幅に沿う。Y 軸は、ホストコンピュータ 2、ウェハカセットストッカー 5、カセッター 4、ウェハストッカー 3 の各々の奥行きに沿う。Z 軸は、

50

ホストコンピュータ 2、ウェハカセットストッカー 5、カセッター 4、ウェハストッカー 3 の各々の高さに沿う。

【0015】

ストレージシステム 1 は、半導体ウェハ 40 をストレージ媒体として利用する。半導体ウェハ 40 は、複数の不揮発性メモリデバイスを含む。ストレージシステム 1 は、半導体ウェハ 40 に含まれる不揮発性メモリデバイスにデータを書き込み、半導体ウェハ 40 内の不揮発性メモリデバイスからデータを読み出すように構成されている。半導体ウェハ 40 に含まれる複数の不揮発性メモリデバイスの各々は、例えば、NAND 型フラッシュメモリである。

【0016】

通常、半導体ウェハに形成された不揮発性メモリデバイスはダイシングによってチップとして切り出される。切り出されたチップは、不揮発性メモリダイとも称される。これに対し、ストレージシステム 1 では、複数の不揮発性メモリデバイスを含む半導体ウェハ 40 そのものがストレージ媒体として利用される。ストレージシステム 1 で利用される半導体ウェハ 40 は、例えば 500 μm 以上の厚みを有する。

【0017】

形成された複数の不揮発性メモリデバイスがチップとして切り出される前の半導体ウェハが、半導体ウェハ 40 として使用され得る。あるいは、幾つかの半導体ウェハから切り出された不揮発性メモリダイを寄せ集めるリマウント処理を行うことによって得られる半導体ウェハが、半導体ウェハ 40 として使用され得る。

【0018】

ここで、比較例に係るストレージシステムの構成例を説明する。比較例に係るストレージシステムは、半導体ウェハをストレージ媒体として使用する。比較例に係るストレージシステムは、プローバとホスト装置とを含む。プローバはプローブカードとステージとを含む。比較例に係るストレージシステムでは、プローバに接続されたホスト装置が、プローブカードを介して、ステージ上に載置された半導体ウェハに対するデータの書き込みおよび読み出しを行う。

【0019】

しかしながら、比較例に係る構成では、ある半導体ウェハがホスト装置によってアクセスされている間は、プローバはこの半導体ウェハのみによって占有されてしまう。ホスト装置が新たなアクセス対象の半導体ウェハにアクセスするためには、ステージ上に現在載置されている半導体ウェハをプローバから取り外して、新たなアクセス対象の半導体ウェハをステージ上に載置することが必要となる。さらに、プローブカードの複数のプローブピンと、ステージ上の新たなアクセス対象の半導体ウェハの複数の電極との間の位置合わせを行う必要がある。

【0020】

このため、ホスト装置が、ステージ上に載置された新たなアクセス対象の半導体ウェハに対して実際にデータの読み出しまたはデータの書き込みを行えるようになるまでには、ある一定の時間（レイテンシー）が必要とされる。

【0021】

また、このレイテンシーを短くするためには、該半導体ウェハを、ウェハストッカーからプローバに高速に搬送する必要がある。この場合、該半導体ウェハが破損される恐れがある。

【0022】

実施形態に係るストレージシステム 1 では、ホスト装置がプローバを介して半導体ウェハ 40 にアクセスするのではなく、ウェハカセット 90 が、ホスト装置によってアクセス可能なストレージデバイスとして使用される。ウェハカセット 90 は、カセット筐体 80 と半導体ウェハ 40 とを含む。

【0023】

ホストコンピュータ 2 は、ホストユニット 230 を含む。図 1 では、2 つのホストユニ

10

20

30

40

50

ット 2 3 0 a、2 3 0 b がホストコンピュータ 2 に含まれる場合が例示されている。しかしながら、ホストコンピュータ 2 に含まれるホストユニット 2 3 0 の数は、1 でもよいし、3 以上でもよい。

【0 0 2 4】

ホストユニット 2 3 0 はスロットを含む。スロットには、少なくとも 1 つのウェハカセット 9 0 を接続可能である。図 1 では、3 つのスロット（スロット # 1 ~ # 3）がホストユニット 2 3 0 に含まれる場合が例示されている。しかしながら、ホストユニット 2 3 0 に含まれるスロットの数は 2 以下であってもよいし、4 以上であってもよい。

【0 0 2 5】

ホストユニット 2 3 0 は、スロットに接続されたウェハカセット 9 0 に含まれる半導体ウェハ 4 0（より詳しくは半導体ウェハ 4 0 に含まれる各不揮発性メモリデバイス）に対してデータの読み出しおよび書き込みを行うように構成されたホスト装置として機能する。また、ホストユニット 2 3 0 は、インタフェースを介して、カセッター 4、ウェハ搬送装置 8、およびウェハカセット搬送装置 9 と通信を行うように構成される。このインタフェースは、例えば、Ethernet（登録商標）規格に準拠する。

【0 0 2 6】

データセンタでは、複数のサーバラックが配置されている。サーバラックは、コンピュータおよび通信装置を収容するためのラックである。サーバラックのサイズおよび形状は、例えばアメリカ電子工業会（EIA）によって規定されている。

【0 0 2 7】

例えば、19 インチラックは、幅 19 インチで、1 ユニット分の高さが 1.75 インチである。データセンタでは、例えば、42 ユニットの高さを有する 19 インチラック（19 インチ - 42 U ラック）が多く利用されている。

【0 0 2 8】

本実施形態では、ホストコンピュータ 2 は、19 インチラックのようなサーバラックを有する。

【0 0 2 9】

ホストユニット 2 3 0 は、サーバラックに収容可能なサイズを有している。ホストユニット 2 3 0 は、例えば 1 ユニットの高さの整数倍の高さを有する。つまり、ホストユニット 2 3 0 は、サーバラックの 1 ユニット分のスペースに収容可能なサイズを有していてもよい。ホストユニット 2 3 0 は、サーバラックの 2 ユニット分のスペースに収容可能なサイズを有していてもよい。ホストユニット 2 3 0 は、サーバラックの 3 以上のユニット分のスペースに収容可能なサイズを有していてもよい。

【0 0 3 0】

ホストユニット 2 3 0 は、ホスト筐体と、システム基板と、電源ユニットとを含む。

【0 0 3 1】

ホスト筐体は、ウェハカセット 9 0 を接続可能なスロットを少なくとも 1 つ含む。システム基板は、種々の電子部品（プロセッサ、メモリ、システムコントローラ、通信インタフェースコントローラ等）が実装されたプリント回路基板である。電源ユニットは、システム基板に実装された種々の電子部品と、スロットに接続されたウェハカセット 9 0 とに、電力を供給する電源回路である。

【0 0 3 2】

ウェハストッカー 3 は、複数の半導体ウェハ 4 0 を保管可能である。ウェハストッカー 3 の筐体も、ホストコンピュータ 2 と同様に、19 インチラックのようなサーバラックを用いて実現され得る。

【0 0 3 3】

図 1 では、ストレージシステム 1 に 2 つのウェハストッカー 3 a、3 b が設けられる場合が例示されている。しかしながら、ストレージシステム 1 に設けられるウェハストッカー 3 の数は、1 でもよいし、3 以上でもよい。

【0 0 3 4】

NAND型フラッシュメモリのような不揮発性メモリのデータ保持特性を考慮すると、半導体ウェハ40は、常温（例えば、15～25℃）以下の低温で保管されることが好ましい。半導体ウェハ40を低温で保管することにより、NAND型フラッシュメモリの各メモリセルに蓄えられた電荷の保持期間を長くすることができる。

【0035】

よって、ウェハストッカー3には、半導体ウェハ40を冷却するための温度調節装置が設けられていてもよい。温度調節装置は、例えば、冷却ファンであってもよい。

【0036】

カセッター4は、半導体ウェハ40とカセット筐体80とから、半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を組み立てる。また、カセッター4は、ウェハカセット90を分解して、ウェハカセット90から半導体ウェハ40を取り出す動作も実行する。カセッター4の筐体も、ホストコンピュータ2と同様に、19インチラックのようなサーバラックを用いて実現され得る。

【0037】

ウェハカセットストッカー5は、複数のウェハカセット90を保管可能である。ウェハカセットストッカー5の筐体も、ホストコンピュータ2と同様に、19インチラックのようなサーバラックを用いて実現され得る。ウェハカセットストッカー5は、複数のウェハカセット90だけでなく、複数の空の（empty）カセット筐体80の保管にも使用され得る。空のカセット筐体80は、どの半導体ウェハ40も含んでいないカセット筐体80である。

【0038】

ウェハ搬送装置8は、ウェハストッカー3とカセッター4との間で半導体ウェハ40を搬送するように構成されている。

【0039】

ウェハカセット搬送装置9は、カセッター4とウェハカセットストッカー5とホストコンピュータ2との間でウェハカセット90を搬送するように構成されている。

【0040】

ウェハストッカー3aの筐体は、側板SP1と、X軸方向で側板SP1の反対側に位置する側板SP2とを含む。側板SP1には、開口a1が形成され得る。側板SP2には、開口b1が形成され得る。開口a1と開口b1のそれぞれは、半導体ウェハ40が通過可能なサイズを有する。

【0041】

ウェハストッカー3bの筐体は、側板SP11と、X軸方向で側板SP11の反対側に位置する側板SP12とを含む。側板SP12は、ウェハストッカー3aの側板SP1に対向する。側板SP11には、開口a2が形成され得る。側板SP12には、開口b2が形成され得る。開口b2は、開口a1と対向する位置に形成され得る。開口a2と開口b2のそれぞれは、半導体ウェハ40が通過可能なサイズを有する。

【0042】

ウェハ搬送装置8は、開口a1と開口b2とを通して、ウェハストッカー3aとウェハストッカー3bとの間で半導体ウェハ40を搬送し得る。この場合、開口a1と開口b2との間の空間は、ウェハストッカー3aとウェハストッカー3bとの間を横断する内部搬送経路として機能する。開口a1と開口b2との間の空間は、塵や埃の侵入を防ぐためにカバー部材によって覆われていてもよい。

【0043】

カセッター4の筐体は、側板SP21と、X軸方向で側板SP21の反対側に位置する側板SP22とを含む。側板SP22は、ウェハストッカー3bの側板SP11に対向する。側板SP21には、開口a3が形成され得る。側板SP22には、開口b3が形成され得る。開口b3は、開口a2と対向する位置に形成され得る。開口a3と開口b3のそれぞれは、半導体ウェハ40が通過可能なサイズを有する。

【0044】

10

20

30

40

50

ウェハ搬送装置 8 は、開口 a 2 と開口 b 3 とを通して、ウェハストッカー 3 b とカセッター 4 との間で半導体ウェハ 4 0 を搬送し得る。開口 a 2 と開口 b 3 との間の空間は、ウェハストッカー 3 b とカセッター 4 との間を横断する内部搬送経路として機能する。開口 a 2 と開口 b 3 との間の空間は、塵や埃の侵入を防ぐためにカバー部材によって覆われていてもよい。

【 0 0 4 5 】

ウェハカセットストッカー 5 の筐体は、側板 S P 3 1 と、X 軸方向で側板 S P 3 1 の反対側に位置する側板 S P 3 2 とを含む。側板 S P 3 2 は、カセッター 4 の側板 S P 2 1 に対向する。側板 S P 3 1 には、開口 a 4 が形成され得る。側板 S P 3 2 には、開口 b 4 が形成され得る。開口 b 4 は、開口 a 3 と対向する位置に形成され得る。開口 a 4 と開口 b 4 のそれぞれは、ウェハカセット 9 0 が通過可能なサイズを有する。

10

【 0 0 4 6 】

ウェハカセット搬送装置 9 は、開口 a 3 と開口 b 4 とを通して、カセッター 4 とウェハカセットストッカー 5 との間でウェハカセット 9 0 を搬送し得る。開口 a 3 と開口 b 4 との間の空間は、カセッター 4 とウェハカセットストッカー 5 との間を横断する内部搬送経路として機能する。開口 a 3 と開口 b 4 との間の空間は、塵や埃の侵入を防ぐためにカバー部材によって覆われていてもよい。

【 0 0 4 7 】

ホストコンピュータ 2 のサーバラックは、側板 S P 4 1 と、X 軸方向で側板 S P 4 1 の反対側に位置する側板 S P 4 2 とを含む。側板 S P 4 2 は、ウェハカセットストッカー 5 の側板 S P 3 1 に対向する。側板 S P 4 2 には、開口 b 5 が形成され得る。開口 b 5 は、開口 a 4 と対向する位置に形成され得る。開口 b 5 は、ウェハカセット 9 0 が通過可能なサイズを有する。

20

【 0 0 4 8 】

ウェハカセット搬送装置 9 は、開口 a 4 と開口 b 5 とを通して、ウェハカセットストッカー 5 とホストコンピュータ 2 との間でウェハカセット 9 0 を搬送し得る。開口 a 4 と開口 b 5 との間の空間は、ウェハカセットストッカー 5 とホストコンピュータ 2 との間を横断する内部搬送経路として機能する。開口 a 4 と開口 b 5 との間の空間は、塵や埃の侵入を防ぐためにカバー部材によって覆われていてもよい。

【 0 0 4 9 】

30

ウェハストッカー 3 とカセッター 4 との間を横断する内部搬送経路を通して半導体ウェハ 4 0 を搬送し、且つ、カセッター 4 とウェハカセットストッカー 5 とホストコンピュータ 2 との間を横断する内部搬送経路を通してウェハカセット 9 0 を搬送する構成は、必要な半導体ウェハ 4 0 または必要なウェハカセット 9 0 を必要な場所に迅速に移動することを可能にする。

【 0 0 5 0 】

これにより、例えば、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 を含むアクセス対象のウェハカセット 9 0 の組み立てに要する時間と、アクセス対象のウェハカセット 9 0 をホストユニット 2 3 0 のスロットに搬送して接続するまでの時間とを短縮することが可能となる。ここで、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 は、ホスト装置（ホストユニット 2 3 0）によってデータの読み出しまたは書き込みが行われるべき半導体ウェハ 4 0 である。また、アクセス対象のウェハカセット 9 0 は、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 を含むウェハカセット 9 0 である。

40

【 0 0 5 1 】

なお、ウェハストッカー 3 とカセッター 4 との間を横断する内部搬送経路を使用せずにウェハストッカー 3 とカセッター 4 との間で半導体ウェハ 4 0 を搬送する搬送装置を、ウェハ搬送装置 8 として使用することもできる。このようなウェハ搬送装置 8 としては、例えば、データセンタのフロア内の通路上を移動する搬送ロボット（図 6 参照）を使用し得る。

【 0 0 5 2 】

50

同様に、カセッター４とウェハカセットストッカー５とホストコンピュータ２との間を横断する内部搬送経路を使用せずにカセッター４とウェハカセットストッカー５とホストコンピュータ２との間でウェハカセット９０を搬送する搬送装置を、ウェハカセット搬送装置９として使用することもできる。このようなウェハカセット搬送装置９としても、例えば、データセンタのフロア内の通路上を移動する搬送ロボット（図６参照）を使用し得る。

【００５３】

次に、ストレージシステム１の基本的な動作について説明する。ホストユニット２３０は、位置管理機能と、搬送制御機能とを有している。位置管理機能は、複数の半導体ウェハ４０それぞれが存在している位置を管理する。搬送制御機能は、カセッター４とウェハ搬送装置８とウェハカセット搬送装置９とを制御することによって半導体ウェハ４０の搬送とウェハカセット９０の搬送とを制御する。

10

【００５４】

複数の半導体ウェハ４０の各々にはウェハ識別子が付与されている。ホストユニット２３０は、ウェハ識別子と、このウェハ識別子によって識別される半導体ウェハ４０が存在している位置との間の対応関係を管理し得る。

【００５５】

ある半導体ウェハ４０が存在し得る位置は、例えば、ホストユニット２３０内の複数のスロットのうちの任意の一つのスロット、ウェハカセットストッカー５内の複数のウェハカセット保管位置のうちの任意の一つのウェハカセット保管位置、または、ウェハストッカー３内の複数のウェハ保管位置のうちの任意の一つのウェハ保管位置、である。

20

【００５６】

ホストユニット２３０は、複数の半導体ウェハ４０のうち、アクセス対象である半導体ウェハ４０を決定する。ホストユニット２３０は、アクセス対象の半導体ウェハ４０のウェハ識別子に関連付けられている位置を特定し、これによってアクセス対象のウェハカセット９０がホストユニット２３０のいずれかのスロットに接続されているかどうかと、アクセス対象のウェハカセット９０がウェハカセットストッカー５に保管されているかどうかを判定することができる。

【００５７】

アクセス対象のウェハカセット９０がホストユニット２３０のいずれかのスロットに接続されている場合、ホストユニット２３０は、アクセス対象のウェハカセット９０に読み出し要求または書き込み要求を送信する。これによって、ホストユニット２３０はアクセス対象の半導体ウェハ４０に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

30

【００５８】

アクセス対象のウェハカセット９０がホストユニット２３０のいずれのスロットに接続されておらず、且つ、ウェハカセットストッカー５に保管されている場合、ホストユニット２３０は、ウェハカセット搬送装置９に、アクセス対象のウェハカセット９０をウェハカセットストッカー５からホストユニット２３０のいずれかのスロットに搬送させて接続させる。この場合、ホストユニット２３０は、ウェハカセット搬送装置９に次のような搬送要求を送信し得る。

40

【００５９】

この搬送要求は、例えば、アクセス対象のウェハカセット９０が保管されているウェハカセットストッカー５内の位置（ウェハカセット保管位置）を移動元位置として指定し、且つ、ホストユニット２３０のいずれかのスロットを移動先位置として指定する。ウェハカセット搬送装置９は、指定された移動元位置に存在しているウェハカセット９０を、指定された移動先位置に搬送する。

【００６０】

アクセス対象のウェハカセット９０がホストユニット２３０のいずれのスロットに接続されておらず、且つ、ウェハカセットストッカー５にも保管されていない場合、ホストユニット２３０は、ウェハ搬送装置８に、アクセス対象の半導体ウェハ４０をウェハストッ

50

カー 3 からカセッター 4 に搬送させる。この場合、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハ搬送装置 8 に次のような搬送要求を送信し得る。

【0 0 6 1】

この搬送要求は、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 が存在しているウェハストッカー 3 内の位置（ウェハ保管位置）を移動元位置として指定し、且つ、カセッター 4 を移動先位置として指定する。ウェハ搬送装置 8 は、指定された移動元位置に存在している半導体ウェハ 4 0 を、指定された移動先位置に搬送する。

【0 0 6 2】

さらに、ホストユニット 2 3 0 は、カセッター 4 に、搬送されたアクセス対象の半導体ウェハ 4 0 とカセット筐体 8 0 とからアクセス対象のウェハカセット 9 0 を組み立てさせる。そして、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット搬送装置 9 に、組み立てられたアクセス対象のウェハカセット 9 0 をカセッター 4 からホストユニット 2 3 0 のいずれかのスロットに搬送させて接続させる。この場合、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット搬送装置 9 に次のような搬送要求を送信し得る。

【0 0 6 3】

この搬送要求は、例えば、カセッター 4 を移動元位置として指定し、且つ、ホストユニット 2 3 0 のいずれかのスロットを移動先位置として指定する。ウェハカセット搬送装置 9 は、指定された移動元位置に存在しているウェハカセット 9 0 を、指定された移動先位置に搬送する。

【0 0 6 4】

このように、ホストユニット 2 3 0 は、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 またはアクセス対象のウェハカセット 9 0 の搬送を制御することによって、複数の半導体ウェハ 4 0 のうちの任意の半導体ウェハ 4 0 に対してデータの読み出しまたは書き込みを行うことができる。

【0 0 6 5】

さらに、ホストユニット 2 3 0 は、複数の半導体ウェハ 4 0 それぞれの優先順位を管理する機能も有し得る。複数の半導体ウェハ 4 0 それぞれの優先順位を決定するためのアルゴリズムは特定のアルゴリズムに限定されず、様々な条件に基づいて、複数の半導体ウェハ 4 0 それぞれの優先順位を決定することができる。

【0 0 6 6】

例えば、各半導体ウェハ 4 0 に対するアクセス要求に基づいて各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ 4 0 に対するアクセス頻度に基づいて、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ 4 0 への最終アクセス時刻からの経過時間に基づいて、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ 4 0 に対するアクセス処理の完了または未完了を示す状態に基づいて、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ 4 0 に対するアクセス処理が完了するまでの見込み残り時間に基づいて、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。実行されるアプリケーションプログラムに基づいて、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ 4 0 に対するアクセス要求が生じる確率の予測結果に基づいて、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。

【0 0 6 7】

あるいは、アクセス要求、アクセス頻度、最終アクセス時刻からの経過時間、アクセス処理の完了または未完了、アクセス処理完了までの見込み残り時間、実行されるアプリケーションプログラム、およびアクセス確率予測結果、のうちの任意の 2 つ以上の条件を組み合わせて使用することによって、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位が決定されてもよい。

【0 0 6 8】

ホストユニット 2 3 0 は、複数の半導体ウェハ 4 0 それぞれの優先順位に基づいて、複数の半導体ウェハ 4 0 それぞれが存在する位置を制御することもできる。例えば、ホストユニット 2 3 0 は、第 1 レベルの優先順位を有する半導体ウェハ 4 0 を含むウェハカセット 9 0 がホストユニット 2 3 0 のスロットに接続され、第 2 レベルの優先順位を有する半

10

20

30

40

50

導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 がウェハカセットストッカー 5 に保管され、第 3 レベルの優先順位を有する半導体ウェハ 40 がウェハストッカー 3 に保管されるように、複数の半導体ウェハ 40 それぞれが存在する位置を制御してもよい。ここで、第 2 レベルの優先順位は第 1 レベルの優先順位よりも低い。また、第 3 レベルの優先順位は第 2 レベルの優先順位よりも低い。

【0069】

例えば、ホストユニット 230 に含まれるスロットの数が 2 で、ウェハカセットストッカー 5 に含まれる保管位置の数が 2 である場合には、最も高い優先順位と 2 番目に高い優先順位とが第 1 レベルの優先順位に相当する。また、3 番目に高い優先順位と 4 番目に高い優先順位とが第 2 レベルの優先順位に相当する。5 番目以下の優先順位の集合は、第 3 レベルの優先順位に相当する。

【0070】

この場合、ホストユニット 230 は、個々の半導体ウェハ 40 に対するアクセス要求とは無関係に、第 1 レベルの優先順位を有する 2 つの半導体ウェハ 40 に対応する 2 つのウェハカセット 90 をホストユニット 230 の 2 つのスロットにそれぞれ接続してもよい。さらに、ホストユニット 230 は、個々の半導体ウェハ 40 に対するアクセス要求とは無関係に、第 2 レベルの優先順位を有する 2 つの半導体ウェハ 40 に対応する 2 つのウェハカセット 90 をウェハカセットストッカー 5 に保管してもよい。また、さらに、ホストユニット 230 は、個々の半導体ウェハ 40 に対するアクセス要求とは無関係に、第 3 レベルの優先順位を有する複数の半導体ウェハ 40 をウェハストッカー 3 に保管してもよい。

【0071】

ここで、ある半導体ウェハ 40 の優先順位が第 3 レベルの優先順位から第 2 レベルの優先順位に上がった場合を想定する。

【0072】

この場合、ホストユニット 230 は、この半導体ウェハ 40 を、組み立て対象の半導体ウェハ 40 として決定する。組み立て対象の半導体ウェハ 40 は、ウェハカセット 90 として組み立てられるべき半導体ウェハ 40 である。ホストユニット 230 は、ウェハ搬送装置 8 に、組み立て対象の半導体ウェハ 40 をウェハストッカー 3 からカセッター 4 に搬送させる。この場合、ホストユニット 230 は、ウェハ搬送装置 8 に次のような搬送要求を送信し得る。

【0073】

この搬送要求は、組み立て対象の半導体ウェハ 40 が存在しているウェハストッカー 3 内の位置（ウェハ保管位置）を移動元位置として指定し、且つ、カセッター 4 を移動先位置として指定する。ウェハ搬送装置 8 は、指定された移動元位置に存在している半導体ウェハ 40 を、指定された移動先位置に搬送する。

【0074】

さらに、ホストユニット 230 は、カセッター 4 に、搬送された組み立て対象の半導体ウェハ 40 とカセット筐体 80 とからウェハカセット 90 を組み立てさせる。

【0075】

そして、ホストユニット 230 は、ウェハカセット搬送装置 9 に、組み立てられたウェハカセット 90 をカセッター 4 からウェハカセットストッカー 5 に搬送させる。この場合、ホストユニット 230 は、ウェハカセット搬送装置 9 に次のような搬送要求を送信し得る。

【0076】

この搬送要求は、例えば、カセッター 4 を移動元位置として指定し、且つ、ウェハカセットストッカー 5 内の位置（ウェハカセット保管位置）を移動先位置として指定する。ウェハカセット搬送装置 9 は、指定された移動元位置に存在しているウェハカセット 90 を、指定された移動先位置に搬送する。

【0077】

この結果、優先順位が比較的高い半導体ウェハ 40 に対するアクセス要求が発生する前

10

20

30

40

50

に、この半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０を組み立てて、ウェハカセットストッカー５に保管しておくことが可能となる。

【００７８】

この半導体ウェハ４０が実際にアクセス対象の半導体ウェハ４０として決定された場合、この半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０がウェハカセットストッカー５に既に保管されているので、この半導体ウェハ４０に対するデータの読み出しまたは書き込みが可能になるまでに必要なレイテンシーを削減することが可能となる。

【００７９】

次に、半導体ウェハ４０の構成について説明する。図２は、半導体ウェハ４０の構成例を示す図である。半導体ウェハ４０は、ストレージシステム１においてストレージ媒体として使用される。

【００８０】

半導体ウェハ４０は複数の不揮発性メモリデバイス７０を含む。半導体ウェハ４０のサイズは限定されないが、３００mmウェハであってもよい。一つの半導体ウェハ４０に含まれる不揮発性メモリデバイス７０の数が１０２４個で、一つの不揮発性メモリデバイス７０当たりの記憶容量が３２Ｇバイトである場合、一つの半導体ウェハ４０当たりの記憶容量は３２Ｔバイトである。不揮発性メモリデバイス７０は例えば矩形形状であり、その１辺には外部と電氣的に接続可能な複数の電極（パッド）４１が配置されている。

【００８１】

半導体ウェハ４０に含まれる複数の不揮発性メモリデバイス７０の少なくとも一つの不揮発性メモリデバイス７０の記憶領域の一部は、識別情報記憶領域７１として使用される。識別情報記憶領域７１は、識別情報と、検査符号とを記憶するための記憶領域として使用される。識別情報は、この半導体ウェハ４０を識別するためにホストユニット２３０によって発行される。識別情報としては、個々の半導体ウェハ４０を一意に識別可能な識別子（ウェハ識別子）を使用し得る。検査符号は、識別情報の整合性（*integrity*）を検証するための符号である。検査符号の例には、巡回冗長符号（*CRC*）、*CRC*とは異なる別の種類のパリティ、識別情報から算出されるハッシュ値が含まれる。

【００８２】

識別情報と検査符号のペアを識別情報記憶領域７１に記憶させることにより、識別情報記憶領域７１から識別情報として読み出される値の整合性を検証することができる。よって、工場出荷直後の新しい半導体ウェハ４０（すなわち、識別情報と検査符号のペアが記憶されていない半導体ウェハ４０）の識別情報記憶領域７１内に記憶されているランダムな値が誤って識別情報として扱われてしまうことを防止することが可能となる。

【００８３】

半導体ウェハ４０においては、識別情報記憶領域７１以外の他の記憶領域は、ユーザデータまたは管理データを記憶するために用いられる。管理データは、例えば、半導体ウェハ４０に対するデータの書き込みおよび読み出しを行うために必要なウェハ制御情報を含む。ウェハ制御情報の例には、半導体ウェハ４０に対応する論理物理アドレス変換テーブルが含まれる。

【００８４】

次に、ウェハカセット９０の構成について説明する。図３は、ウェハカセット９０の構成例を示す図である。ウェハカセット９０は、ストレージシステム１においてストレージデバイスとして使用される。ウェハカセット９０は、半導体ウェハ４０とカセット筐体８０とを含む。

【００８５】

カセット筐体８０は、下部ケース２１と、上部ケース３１とを含む。下部ケース２１には、半導体ウェハ４０が載置可能である。下部ケース２１は、半導体ウェハ４０を載置するためのウェハ載置領域を含む。下部ケース２１と上部ケース３１とは互いに接合可能である。上部ケース３１は、プローブカード１１を含む。なお、プローブカード１１は、上部ケース３１から独立していてもよい。すなわち、プローブカード１１は、カセット筐体

10

20

30

40

50

80の必須の構成要素ではない。

【0086】

プローブカード11は、下面と、下面と反対側の上面とを有する基板を含む。下面は、下部ケース21内のウェハ載置領域に載置された半導体ウェハ40と対向する。

【0087】

プローブカード11の下面には、複数のプローブピン51が配置されている。複数のプローブピン51は、下部ケース21内のウェハ載置領域に載置された半導体ウェハ40の複数のパッド41にそれぞれ接触可能である。各プローブピン51は、半導体ウェハ40のパッド41に電気信号を供給する、またはパッド41から電気信号を受け取るために使用される。プローブピン51は、プローブまたはプローブニードルとも称される。プローブカード11の下面に配置されるプローブピン51の総数は、半導体ウェハ40内のパッド41の総数と同じであってもよい。この場合、プローブカード11は、半導体ウェハ40内の複数のパッド41に一括して接続することができる。これにより、並列にアクセス可能な不揮発性メモリデバイス70の数を増やすことができる。

10

【0088】

プローブカード11の上面には、コントローラ61が配置されている。コントローラ61は、半導体ウェハ40内の複数の不揮発性メモリデバイス70を制御するように構成されたメモリコントローラである。コントローラ61は、system-on-a-chip (SoC) のようなlarge scale integration (LSI) によって実現されてもよい。図3では、複数のコントローラ61がプローブカード11の上面に配置される構成例が例示されている。プローブカード11の上面に配置されるコントローラ61の数は1であってもよいし、2以上であってもよい。

20

【0089】

コントローラ61は、半導体ウェハ40内の各不揮発性メモリデバイス70のデータ管理を実行するように構成されたフラッシュトランシェーション層 (FTL) として機能し得る。FTLによって実行されるデータ管理には、論理アドレスそれぞれと複数の不揮発性メモリデバイス70の物理アドレスそれぞれとの間の対応関係を示すマッピング情報の管理等が含まれる。論理アドレスは、アクセス対象の半導体ウェハ40の論理アドレス空間内の位置をアドレス指定するためにホストユニット230によって使用されるアドレスである。ある論理アドレスに対応する物理アドレスは、この論理アドレスに対応するデータが書き込まれた不揮発性メモリデバイス70内の物理的な記憶位置を指し示す。論理アドレスとしては、一般に、LBA (logical block address (addressing)) が使用され得る。

30

【0090】

また、カセット筐体80は、不揮発性メモリを含む。この不揮発性メモリには、カセット筐体80を識別するための識別子が記憶され得る。この不揮発性メモリは、コントローラ61内に実装されてもよい。

【0091】

次に、カセッター4の構成例を説明する。図4は、カセッター4の構成例を示す図である。カセッター4は、ウェハカセット90の組み立ておよび分解を実行する。

40

【0092】

カセッター4は、半導体ウェハ40が載置された下部ケース21と、上部ケース31とを互い機械的に接合することによって、ウェハカセット90を組み立てる。ウェハカセット90を組み立てる際には、カセッター4は、半導体ウェハ40の複数のパッド41にプローブカード11の複数のプローブピン51を接触させるための位置合わせを行う。そしてカセッター4は、複数のパッド41に複数のプローブピン51がそれぞれ接触するように、下部ケース21と上部ケース31とを互い接合する。

【0093】

カセッター4は、ステージ401と、アクチュエータ402とを含む。ステージ401は、下部ケース21を保持する機構を有している。カセッター4は、ウェハ搬送装置8に

50

よってウェハストッカー 3 からカセッター 4 に搬送された半導体ウェハ 40 を、ステージ 401 に置かれた下部ケース 21 に載置する。

【0094】

アクチュエータ 402 は、上部ケース 31 またはステージ 401 を Z 軸方向に移動させて、半導体ウェハ 40 の複数のパッド 41 とプローブカード 11 の複数のプローブピン 51 とを接触させる。このとき、下部ケース 21 と上部ケース 31 とは互いに接合される。これにより、半導体ウェハ 40 は、カセット筐体 80 内に収容される。半導体ウェハ 40 の複数のパッド 41 とプローブカード 11 の複数のプローブピン 51 とがそれぞれ接触されることにより、コントローラ 61 と半導体ウェハ 40（より詳しくは複数の不揮発性メモリデバイス 70）とが電氣的に接続される。

10

【0095】

ウェハカセット 90 を分解する際には、アクチュエータ 402 は、上部ケース 31 またはステージ 401 を、Z 軸方向に組み立て時とは反対側に移動させて、上部ケース 31 と下部ケース 21 とを互い分離させる。

【0096】

次に、ホストコンピュータ 2 の構成について説明する。図 5 は、ストレージシステム 1 に含まれるホストコンピュータ 2 の構成例を示す図である。

【0097】

図 5 においては、ホストコンピュータ 2 用のサーバラックに、2 つのホストユニット 230a、230b が収容されている場合が例示されている。ホストユニット 230a、230b のそれぞれは、ホスト装置として機能する。ホストユニット 230a、230b の各々は、1 つ以上のスロット、例えば 3 つのスロット（スロット #1～#3）、を含む。スロット #1～#3 のそれぞれには、ウェハカセット 90 が取り外し自在に挿入可能である。

20

【0098】

次に、ストレージシステム 1 全体の構成について説明する。図 6 は、ストレージシステム 1 に含まれるウェハストッカー 3a～3c とカセッター 4 とウェハカセットストッカー 5 とホストコンピュータ 2 とウェハ搬送装置 8 とウェハカセット搬送装置 9 の配置例を示す平面図である。

【0099】

データセンタ内のフロア（X-Y 平面）においては、サーバラックの前面側（例えば、サーバラックの前面扉）が通路に面するように複数のサーバラックが配置されている。図 6 においては、ストレージシステム 1 以外の他の各種コンピュータを収容したサーバラックは一般のサーバラックとして表されている。

30

【0100】

ウェハストッカー 3c は、図 1 を参照して説明したウェハストッカー 3a、3b と同様の構成を有している。

【0101】

ウェハストッカー 3a～3c とカセッター 4 とウェハカセットストッカー 5 とホストコンピュータ 2 の各々も、そのサーバラックの前面側（例えば、サーバラックの前面扉）が通路に面するように配置され得る。

40

【0102】

搬送ロボット 101 は、通路上を移動可能な移動型搬送ロボットである。搬送ロボット 101 は、ウェハストッカー 3a～3c とカセッター 4 との間で半導体ウェハ 40 を搬送するウェハ搬送装置として機能することができる。搬送ロボット 101 は、各サーバラックに対して半導体ウェハ 40 を出し入れ可能なアームを有している。搬送ロボット 101 は、ウェハストッカー 3a～3c とカセッター 4 の各々に、その前面側を通して半導体ウェハ 40 を追加する動作を行う。また、搬送ロボット 101 は、ウェハストッカー 3a～3c とカセッター 4 の各々から、その前面側を通して半導体ウェハ 40 を取り出す動作を行う。

50

【0103】

搬送ロボット101は、ウェハストッカー3a～3cとカセッター4との間を横断する内部搬送経路（すなわち、開口b3とa2のペア、開口b2とa1のペア、開口b1とa0のペア）を通して半導体ウェハ40を搬送するウェハ搬送装置8の代わりに、あるいは、加えて、使用し得る。

【0104】

搬送ロボット102、103の各々は、通路上を移動可能な移動型搬送ロボットである。搬送ロボット102、103の各々は、ホストコンピュータ2とウェハカセットストッカー5とカセッター4との間でウェハカセット90を搬送するウェハカセット搬送装置として機能することができる。搬送ロボット102、103の各々は、各サーバラックに対してウェハカセット90を出し入れ可能なアームを有している。搬送ロボット102、103の各々は、ホストコンピュータ2とウェハカセットストッカー5とカセッター4の各々に、その前面側を通してウェハカセット90を追加する動作を行う。また、搬送ロボット102、103の各々は、ホストコンピュータ2とウェハカセットストッカー5とカセッター4の各々から、その前面側を通してウェハカセット90を取り出す動作を行う。

【0105】

搬送ロボット102、103の各々は、ホストコンピュータ2とウェハカセットストッカー5とカセッター4との間を横断する内部搬送経路（すなわち、開口b5とa4のペア、開口b4とa3のペア）を通して半導体ウェハ40を搬送するウェハカセット搬送装置9の代わりに、あるいは、加えて、使用し得る。

【0106】

図7は、ウェハストッカー3の構成例を示す平面図である。

【0107】

ウェハストッカー3の筐体は、例えば、36インチ（914.4mm）の奥行きを有するディープ型の19インチラックを用いて実現されている。図7に示す構成例では、36インチの奥行きを効率よく利用するために、ウェハストッカー3の前面とウェハストッカー3の背面との間の中央位置に、ロボットアーム80が配置されている。ロボットアーム80の両側、つまりロボットアーム80とウェハストッカー3の前面との間の空間と、ロボットアーム80とウェハストッカー3の背面との間の空間の双方は、それぞれが300mmウェハである複数の半導体ウェハ40の保管位置として使用される。

【0108】

ウェハストッカー3a、3bのそれぞれに配置されるロボットアーム80aとロボットアーム80bは、ウェハ搬送装置8として機能する。半導体ウェハ40は、開口a1と開口b2とを通して、ロボットアーム80aとロボットアーム80bとの間で受け渡される。

【0109】

図8は、ウェハ搬送装置8として使用されるロボットアーム80の構成例を示す図である。

【0110】

ロボットアーム80の構成は限定されないが、図8では、ベース81と、支柱82と、アーム83と、把持部84とを含む構成が例示されている。

【0111】

支柱82は、ベース81に支持された一端を有している。支柱82は、Z軸方向に伸縮可能である。アーム83は、支柱82の他端に取り付けられている。アーム83は、支柱82の周りで回転するように構成されている。アーム83の先端部には、把持部84が取り付けられている。把持部84は、例えば吸着ヘッドやロボットハンドである。

【0112】

ウェハカセット搬送装置9も、ウェハ搬送装置8と同様に、ホストコンピュータ2とウェハカセットストッカー5とカセッター4にそれぞれ配置されたロボットアームによって実現し得る。

【0113】

次に、半導体ウェハ４０を搬送する動作について説明する。図９Ａは、ウェハストッカー３ｂの側板ＳＰ１２の開口ｂ２と、ウェハストッカー３ａの側板ＳＰ１の開口ａ１とを通して、ウェハストッカー３ｂからウェハストッカー３ａに半導体ウェハ４０を搬送する動作の一部分を示す図である。

【０１１４】

(１) ウェハストッカー３ｂに配置されたロボットアーム８０ｂのアーム８３とウェハストッカー３ａに配置されたロボットアーム８０ａのアーム８３各々の位置は、初期位置である。

(２) 搬送対象である半導体ウェハ４０が保管されている保管位置がロボットアーム８０ｂのアーム８３の初期位置よりも低い位置に存在する場合、ロボットアーム８０ｂの支柱８２が縮むことにより、アーム８３が搬送対象の半導体ウェハ４０の保管位置に下げられる。そして、ロボットアーム８０ｂの支柱８２が回転して、アーム８３が搬送対象の半導体ウェハ４０の上方に移動される。

10

(３) ロボットアーム８０ｂのアーム８３は、把持部８４によって搬送対象の半導体ウェハ４０を把持する。支柱８２は、開口ｂ２と開口ａ１とを含む内部搬送経路の位置までアーム８３を上昇させる。アーム８３は、搬送対象の半導体ウェハ４０を内部搬送経路まで搬送する。

(４) ロボットアーム８０ａのアーム８３は、搬送対象の半導体ウェハ４０の上方に移動され、そして把持部８４によって搬送対象の半導体ウェハ４０を把持する。

【０１１５】

20

図９Ｂは、ウェハストッカー３ｂからウェハストッカー３ａに半導体ウェハ４０を搬送する動作の残りの部分を示す図である。

(５) ロボットアーム８０ｂのアーム８３は、搬送対象の半導体ウェハ４０を解放し、そして初期位置に戻る。

(６) ロボットアーム８０ａのアーム８３は、搬送対象の半導体ウェハ４０を搬送先の保管位置に搬送する。

(７) ロボットアーム８０ａのアーム８３は、搬送対象の半導体ウェハ４０を解放し、そして初期位置に戻る。

【０１１６】

図１０は、図６のウェハ搬送装置８とウェハカセット搬送装置９としてそれぞれ使用される複数のロボットアームの配置例を示す平面図である。

30

【０１１７】

図１０に示す配置例においては、ウェハストッカー３ａ～３ｃ内の中央位置にロボットアーム８ａ～８ｃがそれぞれ配置されている。同様に、カセッター４およびウェハカセットストッカー５の中央位置にもロボットアーム９ａおよび９ｂがそれぞれ配置されている。

【０１１８】

ロボットアーム８ａ～８ｃとロボットアーム９ａは、ウェハ搬送装置８として機能する。また、ロボットアーム９ａおよび９ｂは、開口ａ３と開口ｂ４とを通して、カセッター４とウェハカセットストッカー５との間でウェハカセット９０を搬送するウェハカセット搬送装置９として機能する。

40

【０１１９】

ウェハカセットストッカー５とホストコンピュータ２との間のウェハカセット９０の搬送は、搬送ロボット１０２または１０３によっても行われ得る。搬送ロボット１０２または１０３は、例えば、ウェハカセットストッカー５の前面を通してウェハカセットストッカー５からウェハカセット９０を取り出し、そしてホストコンピュータ２の前面に移動する。そして、搬送ロボット１０２または１０３は、ホストコンピュータ２の前面を通して、ウェハカセット９０をホストユニット２３０のスロットに接続する。あるいは、搬送ロボット１０２または１０３は、ホストコンピュータ２の前面を通して、ウェハカセット９０をホストユニット２３０のスロットから取り出し、そしてウェハカセットストッカー５またはカセッター４の前面に移動する。そして、搬送ロボット１０２または１０３は、ホ

50

ストユニット 230 のスロットから取り出したウェハカセット 90 を、ウェハカセットストッカー 5 またはカセッター 4 の前面を通して、ウェハカセットストッカー 5 またはカセッター 4 に入れる。

【0120】

図 11 は、図 6 のウェハ搬送装置 8 とウェハカセット搬送装置 9 としてそれぞれ使用される複数のロボットアームの別の配置例を示す平面図である。

【0121】

図 11 に示す配置例では、ウェハストッカー 3a ~ 3c 内の中央位置にロボットアーム 8a ~ 8c がそれぞれ配置されている。同様に、カセッター 4、ウェハカセットストッカー 5 およびホストコンピュータ 2 の中央位置にもロボットアーム 9a ~ 9c がそれぞれ配置されている。

10

【0122】

ロボットアーム 8a ~ 8c とロボットアーム 9a は、図 6 のウェハ搬送装置 8 として機能する。また、ロボットアーム 9a ~ 9c は、図 6 のウェハカセット搬送装置 9 として機能する。

【0123】

例えば、ウェハカセット 90 がカセッター 4 において組み立てられた場合を想定する。この場合、ウェハカセット 90 は、ロボットアーム 9a からロボットアーム 9b に受け渡される。さらに、ウェハカセット 90 は、ロボットアーム 9b からロボットアーム 9c に受け渡される。ロボットアーム 9c は、ウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットに接続する。

20

【0124】

また、ロボットアーム 9c は、ウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットから取り出し、取り出したウェハカセット 90 をロボットアーム 9b に受け渡す。ロボットアーム 9b は、このウェハカセット 90 をウェハカセットストッカー 5 内の保管位置に搬送するか、またはロボットアーム 9a に受け渡す。

【0125】

図 12 は、ウェハカセット 90 の構成例を示す図である。

【0126】

ウェハカセット 90 は、薄い箱形のカセット筐体 80 の背面に設けられた複数のプラグ端子 22 を含む。複数のプラグ端子 22 の各々は、ホストユニット 230 と通信するためのホストインタフェースである。各プラグ端子 22 は、例えば、PCI expressTM (PCIeTM) 規格に準拠した PCIe オス端子、または Ethernet 用のオス端子である。

30

【0127】

図 13 は、ホストユニット 230 の構成例を示す図である。

【0128】

図 13 の左部は、ホストユニット 230 をその前面側から見た図である。図 13 の中央部は、ホストユニット 230 をその側面側から見た図である。図 13 の右部は、ホストユニット 230 をその上面側から見た図である。

40

【0129】

ホストユニット 230 は 3 つのスロット #1 ~ #3 を含む。スロット #1 ~ #3 の各々は、ウェハカセット 90 を収容可能な空洞を有している。図 13 の左部では、これらスロット #1 ~ #3 の各々にウェハカセット 90 が収容されている場合が示されている。

【0130】

ホストユニット 230 においては、スロット毎に、複数のレセプタ端子 232 が設けられている。複数のレセプタ端子 232 の各々は、例えば、PCIe メス端子、または Ethernet 用のメス端子である。また、ホストユニット 230 においては、ホスト基板とも称される上述したシステム基板と、電源ユニットとが、コンポーネント 231 として設けられている。システム基板 (ホスト基板) には、プロセッサ、メモリ、システムコン

50

トローラ、通信インタフェースコントローラ等が設けられている。

【0131】

ウェハカセット90がホストユニット230のあるスロットに接続された場合、ウェハカセット90の複数のプラグ端子22は、このスロット内の奥側に設けられた複数のレセプタ端子232にそれぞれ接続される。これらレセプタ端子232の各々は、システム基板に電氣的に接続されている。

【0132】

ホストユニット230の背面からは、電源ユニットに接続された電源ケーブルと、システム基板に接続されたネットワークケーブル等が、外部に導出されている。

【0133】

図14は、ホストユニット230の構成例を示すブロック図である。

【0134】

ホストユニット230は、プロセッサ201、メインメモリ202、システムコントローラ203、および通信インタフェースコントローラ204、等を含む。プロセッサ201、メインメモリ202、システムコントローラ203、および通信インタフェースコントローラ204は、ホストユニット230のシステム基板に実装されている。

【0135】

メインメモリ202は、例えば、ダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）である。

【0136】

通信インタフェースコントローラ204は、通信インタフェース205を介して、カセッター4、ウェハ搬送装置8、およびウェハカセット搬送装置9と通信を行う。通信インタフェース205としては、例えば、Ethernet規格に準拠したインタフェースを使用し得る。この場合、通信インタフェースコントローラ204は、例えば、ネットワークインタフェースコントローラ（NIC）によって実現し得る。

【0137】

プロセッサ201はメインメモリ202にロードされた様々なプログラム（ソフトウェア）を実行する。これらプログラムには、例えば、アプリケーションプログラム211、オペレーティングシステム（OS）212、ファイルシステム213、ウェハカセット90を制御するためのデバイスドライバ214、ストレージ管理ツール216、等が含まれていてもよい。ストレージ管理ツール216は、各半導体ウェハ40と、各カセット筐体80と、各ウェハカセット90とを管理し、且つ、各半導体ウェハ40と各ウェハカセット90の搬送を制御するためのプログラムである。

【0138】

以降の説明においては、これらプログラムがある処理を実行するという記載は、ホストユニット230（より詳しくはプロセッサ210）がこれらプログラムを実行することによりその処理が実行されることを意味する。

【0139】

ホストユニット230（より詳しくはプロセッサ210）は、ストレージ管理ツール216の制御の下に、ウェハ管理テーブル221を管理することができる。ウェハ管理テーブル221は、ウェハストッカー3内の複数の半導体ウェハ40のための管理データである。

【0140】

また、ホストユニット230は、ストレージ管理ツール216の制御の下に、カセット管理テーブル222を管理することができる。カセット管理テーブル222は、ウェハカセットストッカー5内の複数のカセット筐体80または複数のウェハカセット90のための管理データである。

【0141】

ウェハ管理テーブル221、およびカセット管理テーブル222はメインメモリ202に記憶されてもよい。ある半導体ウェハ40に対応するウェハ管理テーブル221で管理

10

20

30

40

50

される情報の少なくとも一部は、この半導体ウェハ４０の記憶領域に記憶されてもよい。

【０１４２】

ホストユニット２３０は、個々の半導体ウェハ４０に固有の識別子を付与するように構成されている。ホストユニット２３０は、ウェハ管理テーブル２２１を用いて、各半導体ウェハ４０の識別子と、各半導体ウェハ４０の優先順位と、各半導体ウェハ４０の状態と、各半導体ウェハ４０の位置情報とを管理する。図１４では、ホストユニット２３０が、ウェハ識別子W＃１、W＃２、…、W＃nのそれぞれを用いて、ストレージシステム１において使用される複数の半導体ウェハ４０のそれぞれを識別する例が示されている。

【０１４３】

ホストユニット２３０は、複数の半導体ウェハ４０それぞれの優先順位をウェハ管理テーブル２２１に格納する。そして、ホストユニット２３０は、ウェハ管理テーブル２２１によって管理されている優先順位に基づいて、ウェハ搬送装置８およびウェハカセット搬送装置９に対して、半導体ウェハ４０、カセット筐体８０、およびウェハカセット９０の搬送処理を指示する。

10

【０１４４】

ホストユニット２３０は、複数の半導体ウェハ４０それぞれがホストコンピュータ２、ウェハカセットストッカー５、ウェハストッカー３のいずれに存在するかを示す情報を、各半導体ウェハ４０の状態として、ウェハ管理テーブル２２１に格納する。

【０１４５】

ホストユニット２３０は、ある半導体ウェハ４０がホストコンピュータ２に存在する場合、この半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０がホストユニット２３０のスロットに接続されていることを認識できる。

20

【０１４６】

また、ホストユニット２３０は、ある半導体ウェハ４０がウェハカセットストッカー５に存在する場合、この半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０がウェハカセットストッカー５に保管されていることを認識できる。すなわち、ホストユニット２３０は、この半導体ウェハ４０が既にウェハカセット９０として組み立てられた状態であることを認識できる。

【０１４７】

また、ホストユニット２３０は、ある半導体ウェハ４０がウェハストッカー３に存在する場合、この半導体ウェハ４０がウェハストッカー３に保管されていることを認識できる。すなわち、ホストユニット２３０は、この半導体ウェハ４０が未だウェハカセット９０に組み立てられていない状態であることを認識できる。

30

【０１４８】

ホストユニット２３０は、複数の半導体ウェハ４０それぞれが接続あるいは保管されている位置を示す情報として、半導体ウェハ４０の位置情報をウェハ管理テーブル２２１に格納する。

【０１４９】

ホストユニット２３０は、ある半導体ウェハ４０がホストコンピュータ２に存在する場合、この半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０が接続されているホストユニット２３０のスロットを示すスロット番号を、この半導体ウェハ４０の位置情報としてウェハ管理テーブル２２１に格納する。

40

【０１５０】

また、ホストユニット２３０は、ある半導体ウェハ４０がウェハカセットストッカー５に存在する場合、この半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０が保管されているウェハカセットストッカー５内の位置を示す保管位置番号を、この半導体ウェハ４０の位置情報としてウェハ管理テーブル２２１に格納する。

【０１５１】

また、ホストユニット２３０は、ある半導体ウェハ４０がウェハストッカー３に存在する場合、この半導体ウェハ４０が保管されているウェハストッカー３内の位置を示す保管

50

位置番号を、この半導体ウェハ 40 の位置情報としてウェハ管理テーブル 221 に格納する。

【0152】

また、ホストユニット 230 は、個々のカセット筐体 80 に固有の識別子を付与するように構成されている。ホストユニット 230 は、カセット管理テーブル 222 を用いて、各カセット筐体 80 の識別子と、各カセット筐体 80 の状態と、各カセット筐体 80 が存在する位置情報とを管理する。図 14 では、ホストユニット 230 が、カセット識別子 C # 1、C # 2、…、C # m のそれぞれを用いて、ストレージシステム 1 において使用される複数のカセット筐体 80 のそれぞれを識別する例が示されている。

【0153】

ホストユニット 230 は、複数のカセット筐体 80 それぞれが空の状態か、ウェハカセット 90 に組み立て済みの状態か、あるいは使用禁止に設定されている状態かを示す情報をカセット管理テーブル 222 に格納する。

【0154】

ホストユニット 230 は、あるカセット筐体 80 がいずれの半導体ウェハ 40 も含まずにウェハカセットストッカー 5 に保管されている場合、このカセット筐体 80 が空のカセット筐体であることを示す情報を、このカセット筐体 80 の状態を示す情報としてカセット管理テーブル 222 に格納する。

【0155】

また、ホストユニット 230 は、あるカセット筐体 80 がある半導体ウェハ 40 とともにウェハカセット 90 として組み立て済みである場合、このカセット筐体 80 (ウェハカセット 90) に含まれる半導体ウェハ 40 のウェハ識別子を、このカセット筐体 80 の状態を示す情報としてカセット管理テーブル 222 に格納する。

【0156】

また、ホストユニット 230 は、あるカセット筐体 80 が使用禁止に設定された場合、このカセット筐体 80 が使用禁止の状態であることを示す情報を、このカセット筐体 80 の状態を示す情報としてカセット管理テーブル 222 に格納する。

【0157】

ホストユニット 230 は、複数のカセット筐体 80 それぞれが接続あるいは保管されている位置を示す位置情報をカセット管理テーブル 222 に格納する。図 14 では、ホストユニット 230 が、ストレージシステム 1 の構成要素のいずれかを示す情報を位置情報としてカセット管理テーブル 222 に格納する例が示されている。

【0158】

ホストユニット 230 は、あるカセット筐体 80 がホストコンピュータ 2 に存在する場合、このカセット筐体 80 を含むウェハカセット 90 が接続されているホストユニット 230 のスロットを示すスロット番号を、このカセット筐体 80 の位置情報としてカセット管理テーブル 222 に格納してもよい。

【0159】

ホストユニット 230 は、ウェハカセット 90 として組み立てられたあるカセット筐体 80 がウェハカセットストッカー 5 に存在する場合、このウェハカセット 90 が保管されているウェハカセットストッカー 5 内の保管位置を示す保管位置番号を、このカセット筐体 80 の位置情報としてカセット管理テーブル 222 に格納してもよい。

【0160】

ホストユニット 230 は、ある空のカセット筐体 80 がウェハカセットストッカー 5 に存在する場合、この空のカセット筐体 80 が保管されているウェハカセットストッカー 5 内の保管位置を示す保管位置番号を、このカセット筐体 80 の位置情報としてカセット管理テーブル 222 に格納してもよい。

【0161】

図 14 に示す例では、ウェハ識別子 W # 1 をもつ半導体ウェハ 40 が、最も高い優先順位を有している (優先順位 = 1)。ウェハ識別子 W # 1 をもつ半導体ウェハ 40 は、ホス

10

20

30

40

50

トユニット230のロット#1に接続されている状態である。また、ウェハ識別子W#2をもつ半導体ウェハ40は、5番目に高い優先順位を有している（優先順位＝5）。ウェハ識別子W#2をもつ半導体ウェハ40は、カセット筐体80に格納されているウェハカセット90の状態であり、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#2に保管されている。ウェハ識別子W#nをもつ半導体ウェハ40は、11番目に高い優先順位を有している（優先順位＝11）。ウェハ識別子W#nをもつ半導体ウェハ40は、ウェハストッカー3内の保管位置#3に保管されている。

【0162】

また、カセット識別子C#1をもつカセット筐体80は、ウェハ識別子W#1をもつ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90として組み立て済みの状態であり、ホストユニット230のロット#1に接続されている。カセット識別子C#2をもつカセット筐体80は、使用禁止に設定されている状態であり、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#1に保管されている。カセット識別子C#mをもつカセット筐体80は、いずれの半導体ウェハ40も含まない空のカセット筐体80の状態であり、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#3に保管されている。

【0163】

次に、実施形態に係るストレージシステム1において実行されるアクセス対象のウェハカセット90を搬送するための処理について説明する。

【0164】

以降では、簡潔に説明するため、ホストユニット230によるカセット管理テーブル222の情報の更新についての説明を省略する。そのため、各カセット筐体80に付与されるカセット識別子を明示せずに説明を行う。また、以下では、ウェハ識別子A～Eをもつ半導体ウェハ40それぞれをウェハA～Eと称する。

【0165】

図15Aは、実施形態に係るストレージシステム1において実行されるスワップ動作について説明するための図である。スワップ動作によって、ホストユニット230のロットに接続されているウェハカセット90は、ウェハカセットストッカー5内の別のウェハカセット90と入れ替えられる。図15Aでは、ホストユニット230に設けられているロットの数が2である場合が想定されている。

【0166】

ホストユニット230に空き（available）ロットがなく、且つウェハカセットストッカー5にアクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が保管されている場合、ホストユニット230は、ウェハカセット搬送装置9を制御してスワップ動作を実行する。

【0167】

スワップ動作が開始される前の状態では、ウェハAは、最も高い優先順位を有し（優先順位＝1位）、ウェハAを含むウェハカセット90がホストユニット230のロット#1に接続されている。ウェハBは、二番目に高い優先順位を有し（優先順位＝2位）、ウェハBを含むウェハカセット90がホストユニット230のロット#2に接続されている。ウェハCは、三番目に高い優先順位を有し（優先順位＝3位）、ウェハCを含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5内の保管位置#11に保管されている。ウェハDは、四番目に高い優先順位を有し（優先順位＝4位）、ウェハDを含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5内の保管位置#12に保管されている。ウェハEは、五番目に高い優先順位を有し（優先順位＝5位）、ウェハストッカー3内の保管位置#111に保管されている。

【0168】

ホストユニット230は、ストレージシステム1に含まれる複数の半導体ウェハ40のうち、アクセス対象である半導体ウェハ40を決定する。ここでは、ウェハCがアクセス対象の半導体ウェハ40として決定された場合を想定する。ホストユニット230は、例えば、アクセス要求、アクセス頻度、最終アクセス時刻からの経過時間、アクセス処理の

10

20

30

40

50

完了または未完了、アクセス処理完了までの見込み残り時間、実行されるアプリケーションプログラム、アクセス確率予測の結果、等に基づいて、各半導体ウェハ40の優先順位を動的に変更し得る。例えば、ウェハCに対するアクセス要求が生じた場合、ウェハCの優先順位は上げられ得る。また、ホストユニット230の-slotにウェハカセット90として接続されている各半導体ウェハ40の優先順位は、これら各半導体ウェハ40に対するアクセス処理の完了に応じて、または、これら各半導体ウェハ40に対する最終アクセス時刻からの経過時間に応じて、下げられ得る。

【0169】

このように、ストレージシステム1で管理されている各半導体ウェハ40の優先順位はホストユニット230によって変更される。図15Aでは、ウェハCの優先順位が3位から1位に変更され、ウェハAの優先順位が1位から2位に変更され、ウェハBの優先順位が2位から3位に変更された場合が想定されている。

10

【0170】

ホストユニット230に空き-slotがないため、ホストユニット230は、ホストユニット230の-slotに接続されているウェハカセット90（ここでは、ウェハAを含むウェハカセット90、ウェハBを含むウェハカセット90）のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を入れ替え対象のウェハカセット90として決定する。ここでは、ウェハBを含むウェハカセット90が入れ替え対象のウェハカセット90として決定される。

【0171】

ホストユニット230は、ウェハカセット搬送装置9に対して、ウェハBを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハB））をホストユニット230の-slot#2からウェハカセットストッカー5に搬送し、且つ、ウェハCを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハC））をウェハカセットストッカー5からホストコンピュータ2に搬送してホストユニット230の-slot#2に接続するように、指示する。

20

【0172】

これにより、ウェハカセット（ウェハB）は、ホストユニット230の-slot#2から取り外されて、例えば、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#11に保管される。ウェハカセット（ウェハC）は、ホストユニット230の-slot#2に接続される。その後、ホストユニット230は、各半導体ウェハ40の優先順位と状態と位置情報とが最新の内容を示すように、ウェハ管理テーブル221を更新する。

30

【0173】

結果として、図15Aを参照して説明した処理によって、ホストユニット230の-slot#2に接続されていたウェハカセット（ウェハB）と、ウェハカセットストッカー5に保管されていたウェハカセット（ウェハC）とを入れ替えるスワップ動作が実行される。

【0174】

図15Bは、ウェハストッカー3に保管されている半導体ウェハ40の優先順位が、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90のうちのいずれかに含まれる半導体ウェハ40の優先順位よりも高くなった場合に、実施形態に係るストレージシステム1において実行される動作について説明するための図である。

40

【0175】

図15Bに示す例においては、ウェハAは、最も高い優先順位を有し（優先順位＝1位）、ウェハAを含むウェハカセット90がホストユニット230の-slot#1に接続されている。ウェハBは、二番目に高い優先順位を有し（優先順位＝2位）、ウェハBを含むウェハカセット90がホストユニット230の-slot#2に接続されている。ウェハCは、三番目に高い優先順位を有し（優先順位＝3位）、ウェハCを含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5内の保管位置#11に保管されている。ウェハDは、四番目に高い優先順位を有し（優先順位＝4位）、ウェハDを含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5内の保管位置#12に保管されている。ウェハEは、五番目に高い優先順位を有し（優先順位＝5位）、ウェハストッカー3内の保管位置#111に

50

保管されている。

【0176】

ここで、各半導体ウェハ40の優先順位がホストユニット230によって変更され、この結果、ウェハストッカー3に存在するウェハEの優先順位が5位から3位に変更され、ウェハカセットストッカー5に存在するウェハCの優先順位が3位から4位に変更され、ウェハカセットストッカー5に存在するウェハDの優先順位が4位から5位に変更された場合を想定する。

【0177】

ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中から、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を選択する。ここでは、ウェハDを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハD））が選択される。そして、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハD）をウェハカセットストッカー5からカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。

10

【0178】

また、ホストユニット230は、優先順位が5位から3位に上がったウェハEをウェハストッカー3からカセッター4に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。これにより、カセッター4には、ウェハカセット（ウェハD）と、ウェハEとが搬送される。

【0179】

その後、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハD）をウェハDと空のカセット筐体80とに分解するようにカセッター4に指示する。カセッター4は、搬送されたウェハカセット（ウェハD）をウェハDと空のカセット筐体80とに分解する。さらに、ホストユニット230は、空のカセット筐体80とウェハEとからウェハEを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハE））を組み立てるようにカセッター4に指示する。カセッター4は、空のカセット筐体80とウェハEとからウェハカセット（ウェハE）を組み立てる。ウェハカセット（ウェハE）の組み立てに使用される空のカセット筐体80は、ウェハカセット（ウェハD）を分解することによって得られた空のカセット筐体80であってもよい。

20

【0180】

ホストユニット230は、組み立てられたウェハカセット（ウェハE）をカセッター4からウェハカセットストッカー5内の保管位置#12に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。そして、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハD）の分解によってウェハカセット（ウェハD）から取り出されたウェハDを、カセッター4からウェハストッカー3内の保管位置#111に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。

30

【0181】

これにより、ウェハカセット（ウェハE）は、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#12に保管され、ウェハDは、ウェハストッカー3内の保管位置#111に保管される。その後、ホストユニット230は、各半導体ウェハ40の優先順位と状態と位置情報とが最新の内容を示すように、ウェハ管理テーブル221を更新する。

40

【0182】

結果として、図15Bを参照して説明した処理では、各半導体ウェハ40の優先順位が更新されることに応じて、ウェハストッカー3内の保管位置#111に保管されていたウェハEがカセッター4に搬送されて、ウェハEを含むウェハカセット90が組み立てられる。

【0183】

次に、アクセス対象のウェハカセット90をホストユニット230のスロットに搬送する処理について説明する。図16A～16Fは、ホストコンピュータ2のホストユニット230が4つのスロットを備え、ウェハカセットストッカー5が4つの保管位置を備えている場合を例示する。

50

【0184】

図16Aは、アクセス対象のウェハカセット90がホストユニット230のスロットに接続済みである場合に、実施形態に係るストレージシステム1において実行される動作について説明するための図である。

【0185】

例えば、1位から4位の優先順位を有する4つのウェハA～Dをそれぞれ含む4つのウェハカセット90が、ホストユニット230のスロット#1～スロット#4にそれぞれ接続されている。また、5位から8位の優先順位を有する4つのウェハE～Hをそれぞれ含む4つのウェハカセット90が、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#11～#14にそれぞれ保管されている。また、9位から10位の優先順位を有する2つのウェハI～Jが、ウェハストッカー3内の保管位置#111～#112にそれぞれ保管されている。

10

【0186】

ここで、ホストユニット230がウェハDをアクセス対象の半導体ウェハ40として決定した場合を想定する。上述したように、ウェハDに対するアクセス要求が生じた場合は、ウェハDの優先順位は上げられ得る。また、ホストユニット230のスロットに接続されている他のウェハカセット90に含まれる半導体ウェハ40（ここでは、ウェハA～C）の各々の優先順位は、例えば、その半導体ウェハ40に対するアクセス処理の完了に応じて、または、その半導体ウェハ40に対する最終アクセス時刻からの経過時間に応じて、下げられ得る。図16Aでは、ウェハDの優先順位が4位から1位に変更され、ウェハAの優先順位が1位から2位に変更され、ウェハBの優先順位が2位から3位に変更され、ウェハCの優先順位が3位から4位に変更された場合が想定されている。

20

【0187】

ホストユニット230は、ウェハ管理テーブル221を参照し、アクセス対象のウェハDを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハD））がホストユニット230のスロット#4に既に接続されていることを認識する。ホストユニット230は、スロット#4に接続されているウェハカセット（ウェハD）にリードコマンドまたはライトコマンドを送信し、これによってウェハDに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

【0188】

図16Bは、ホストユニット230に空きスロットがあり、且つ、アクセス対象のウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されている場合に、実施形態に係るストレージシステム1において実行される動作について説明するための図である。

30

【0189】

1位から3位の優先順位を有する3つのウェハA～Cをそれぞれ含む3つのウェハカセット90が、ホストユニット230のスロット#1～スロット#3にそれぞれ接続されている。スロット#4は、どのウェハカセット90も接続されていない空きスロットである。また、4位から7位の優先順位を有する4つのウェハD～Gをそれぞれ含む4つのウェハカセット90が、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#11～#14にそれぞれ保管されている。また、8位から10位の優先順位を有する3つのウェハH～Jが、ウェハストッカー3内の保管位置#111～#113にそれぞれ保管されている。

【0190】

ここで、ホストユニット230がウェハDをアクセス対象の半導体ウェハ40として決定した場合を想定する。各半導体ウェハ40の優先順位はホストユニット230によって変更され得る。図16Bでは、ウェハDの優先順位が4位から1位に変更され、ウェハAの優先順位が1位から2位に変更され、ウェハBの優先順位が2位から3位に変更され、ウェハCの優先順位が3位から4位に変更された場合が想定されている。

40

【0191】

ホストユニット230は、ウェハ管理テーブル221を参照し、アクセス対象であるウェハDを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハD））がウェハカセットストッカー5内の保管位置#11に保管されていることを認識する。加えて、ホストユニット230は、ホストユニット230のスロット#4がいずれのウェハカセット90も接続さ

50

れていない空きのスロットであることも認識する。ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハD）をウェハカセットストッカー5内の保管位置#11からホストユニット230のスロット#4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。これにより、ウェハカセット搬送装置9は、ウェハカセット（ウェハD）をウェハカセットストッカー5からホストユニット230のスロット#4に搬送してスロット#4に接続する。この結果、ホストユニット230は、アクセス対象のウェハであるウェハDに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行できるようになる。

【0192】

図16Cは、ホストユニット230に空きスロットがあり、且つウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80がなく、且つ、アクセス対象のウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステム1において実行される動作について説明するための図である。

【0193】

1位から3位の優先順位を有する3つのウェハA～Cをそれぞれ含む3つのウェハカセット90が、ホストユニット230のスロット#1～スロット#3にそれぞれ接続されている。スロット#4は、どのウェハカセット90も接続されていない空きスロットである。また、4位から7位の優先順位を有する4つのウェハD～Gをそれぞれ含む4つのウェハカセット90が、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#11～#14にそれぞれ保管されている。また、8位から10位の優先順位を有する3つのウェハH～Jが、ウェハストッカー3内の保管位置#111～#113にそれぞれ保管されている。

【0194】

ここで、ホストユニット230によってウェハHがアクセス対象の半導体ウェハ40として決定された場合を想定する。各半導体ウェハ40の優先順位はホストユニット230によって変更され得る。図16Cでは、アクセス対象のウェハHの優先順位が8位から1位に変更され、ウェハA、B、…、Gの優先順位が、2位、3位、…、8位にそれぞれ変更された場合が想定されている。

【0195】

ホストユニット230は、ウェハ管理テーブル221を参照し、アクセス対象であるウェハHがウェハストッカー3内の保管位置#111に保管されていることを認識する。加えて、ホストユニット230は、ホストユニット230のスロット#4がいずれのウェハカセット90も接続されていない空きスロットであることを認識する。さらに、ホストユニット230は、カセット管理テーブル222を参照し、ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80が保管されていないことを認識する。

【0196】

ホストユニット230は、ウェハHをウェハストッカー3内の保管位置#111からカセッター4に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。

【0197】

そして、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中から、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を選択する。ここでは、ウェハGを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハG））が選択される。ホストコンピュータ2は、ウェハカセット（ウェハG）をウェハカセットストッカー5からカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。これにより、カセッター4には、ウェハカセット（ウェハG）と、ウェハHとが搬送される。

【0198】

次いで、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハG）をウェハGと空のカセット筐体80とに分解するようにカセッター4に指示する。そして、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハG）を分解することによって得られた空のカセット筐体80と、カセッター4に搬送されたウェハHとから、ウェハHを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハH））を組み立てるようにカセッター4に指示する。カセッター

10

20

30

40

50

4は、ウェハカセット（ウェハG）を分解することによって得られた空のカセット筐体80と、カセッター4に搬送されたウェハHとから、ウェハカセット（ウェハH）を組み立てる。

【0199】

さらに、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハG）を分解することによってウェハカセット（ウェハG）から取り出されたウェハGを、カセッター4からウェハストッカー3内の保管位置#114に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。また、ホストユニット230は、組み立てられたウェハカセット（ウェハH）をカセッター4からホストユニット230の-slot#4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。結果として、ウェハGはウェハストッカー3内の保管位置#114に保管され、ウェハカセット（ウェハH）はホストユニット230の-slot#4に接続される。

10

【0200】

その後、ホストユニット230は、各半導体ウェハ40の優先順位と状態と位置情報とが最新の内容を示すように、ウェハ管理テーブル221を更新する。

【0201】

図16Dは、ホストユニット230に空き-slotがあり、ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80があり、且つ、アクセス対象のウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステム1において実行される動作について説明するための図である。

【0202】

1位から3位の優先順位を有する3つのウェハA～Cをそれぞれ含む3つのウェハカセット90が、ホストユニット230の-slot#1～slot#3にそれぞれ接続されている。slot#4は、どのウェハカセット90も接続されていない空き-slotである。また、4位から6位の優先順位を有する3つのウェハD～Fをそれぞれ含む3つのウェハカセット90が、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#11～#13にそれぞれ保管されている。ウェハカセットストッカー5内の保管位置#14には、空のカセット筐体80が保管されている。また、7位から10位の優先順位を有する4つのウェハG～Jが、ウェハストッカー3内の保管位置#111～#114にそれぞれ保管されている。

20

【0203】

ここで、ホストユニット230によってウェハHがアクセス対象の半導体ウェハ40として決定された場合を想定する。各半導体ウェハ40の優先順位はホストユニット230によって変更され得る。図16Dでは、ウェハHの優先順位が8位から1位に変更され、ウェハA、B、…、Gの優先順位が、2位、3位、…、8位にそれぞれ変更された場合が想定されている。

30

【0204】

ホストユニット230は、ウェハ管理テーブル221を参照し、アクセス対象であるウェハHがウェハストッカー3内の保管位置#112に保管されていることを認識する。加えて、ホストユニット230は、ホストユニット230の-slot#4がいずれのウェハカセット90も接続されていない空き-slotであることを認識する。さらに、ホストユニット230は、カセット管理テーブル222を参照し、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#14に空のカセット筐体80が保管されていることを認識する。

40

【0205】

ホストユニット230は、ウェハHをウェハストッカー3内の保管位置#112からカセッター4に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。

【0206】

そして、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#14に保管されている空のカセット筐体80をウェハカセットストッカー5からカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。これにより、カセッター4には、空のカセット筐体80と、ウェハHとが搬送される。

【0207】

50

ホストユニット230は、この空のカセット筐体80と、ウェハHとから、ウェハHを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハH））を組み立てるようにカセッター4に指示する。カセッター4は、この空のカセット筐体80とウェハHとからウェハカセット（ウェハH）を組み立てる。

【0208】

ホストユニット230は、組み立てられたウェハカセット（ウェハH）をカセッター4からホストユニット230の-slot#4に搬送して接続するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。これにより、ウェハカセット（ウェハH）はホストユニット230の-slot#4に搬送されて接続される。

【0209】

その後、ホストユニット230は、各半導体ウェハ40の優先順位と状態と位置情報とが最新の内容を示すように、ウェハ管理テーブル221を更新する。

【0210】

図16Eは、ホストユニット230に空き-slotがなく、ウェハカセットストッカー5内に空き保管位置があり、且つ、アクセス対象のウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステム1において実行される動作について説明するための図である。

【0211】

1位から4位の優先順位を有する4つのウェハA～Dをそれぞれ含む4つのウェハカセット90が、ホストユニット230の-slot#1～slot#4にそれぞれ接続されている。また、5位から7位の優先順位を有する3つのウェハE～Gをそれぞれ含む3つのウェハカセット90が、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#11～#13にそれぞれ保管されている。ウェハカセットストッカー5内の保管位置#14は、ウェハカセット90または空のカセット筐体80のどちらも保管されていない空き保管位置である。また、8位から10位の優先順位を有する3つのウェハH～Jが、ウェハストッカー3内の保管位置#111～#113にそれぞれ保管されている。

【0212】

ここで、ホストユニット230によってウェハIがアクセス対象の半導体ウェハ40として決定された場合を想定する。各半導体ウェハ40の優先順位はホストユニット230によって変更され得る。図16Eでは、ウェハIの優先順位が9位から1位に変更され、ウェハA、B、…、Hの優先順位が、2位、3位、…、9位にそれぞれ変更された場合が想定されている。

【0213】

ホストユニット230は、ウェハ管理テーブル221を参照し、アクセス対象であるウェハIがウェハストッカー3内の保管位置#112に保管されていることを認識する。加えて、ホストユニット230は、ホストユニット230に空き-slotがないことを認識する。さらに、ホストユニット230は、カセット管理テーブル222を参照し、ウェハカセットストッカー5内に空き保管位置#14があることを認識する。

【0214】

ここで、ホストユニット230は、アクセス対象のウェハIよりも優先順位の低い半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がホストユニット230に接続されているか否かを判定する。

【0215】

ホストユニット230に空き-slotがなく、ウェハカセットストッカー5内に空き保管位置があり、且つアクセス対象のウェハIよりも優先順位の低い半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がホストユニット230に接続されている場合、ホストユニット230は、ホストユニット230に接続されているウェハカセット90のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40（ここではウェハD）を含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハD））を、入れ替え対象のウェハカセット90として決定する。

【0216】

10

20

30

40

50

そして、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハD）をホストユニット230の-slot#4からウェハカセットストッカー5内の保管位置#14に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。

【0217】

これにより、ウェハカセット（ウェハD）がホストユニット230の-slot#4から取り外されて、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#14に移動される。よって、ホストユニット230の-slot#4が空き-slotとなる。そのため、このときのストレージシステム1は、ホストユニット230に空き-slotがあり、ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80がなく、且つアクセス対象の半導体ウェハ40がウェハストッカー3にある状態になる。これは、図16Cにおいて説明した状態と同じ状態である。

10

【0218】

以降では、ホストユニット230は、図16Cを参照して説明した動作と同様の動作を実行することで、アクセス対象の半導体ウェハIを含むウェハカセット90をホストユニット230の-slot#4に接続させることができる。

【0219】

具体的には、まず、ホストユニット230は、ウェハIをウェハストッカー3内の保管位置#112からカセッター4に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。

【0220】

ウェハIの優先順位よりも低い優先順位を有する半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されているので、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中から、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を選択する。ここでは、ウェハGを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハG））が選択される。

20

【0221】

ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハG）をウェハカセットストッカー5内の保管位置#13からカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。これにより、カセッター4には、ウェハカセット（ウェハG）と、ウェハIとが搬送される。

【0222】

次いで、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハG）をウェハGと、空のカセット筐体80とに分解するようにカセッター4に指示する。そして、ホストユニット230は、ウェハカセット（ウェハG）を分解することによって得られた空のカセット筐体80と、ウェハIとから、ウェハIを含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハI））を組み立てるようにカセッター4に指示する。カセッター4は、ウェハカセット（ウェハG）を分解し、そして、ウェハカセット（ウェハG）を分解することによって得られた空のカセット筐体80と、ウェハIとから、ウェハカセット（ウェハI）を組み立てる。

30

【0223】

ホストユニット230は、分解されたウェハカセット（ウェハG）から取り出されたウェハGをカセッター4からウェハストッカー3内の空き保管位置#114に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。また、ホストユニット230は、組み立てられたウェハカセット（ウェハI）をカセッター4からホストユニット230の-slot#4に搬送して接続するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。この結果、ウェハカセット（ウェハI）は、ホストユニット230の-slot#4に接続される。また、分解されたウェハカセット（ウェハG）から取り出されたウェハGは、ウェハストッカー3内の保管位置#114で保管される。

40

【0224】

その後、ホストユニット230は、各半導体ウェハ40の優先順位と状態と位置情報とが最新の内容を示すように、ウェハ管理テーブル221を更新する。

50

【0225】

図16Fは、ホストユニット230に空きスロットがなく、ウェハカセットストッカー5内に空き保管位置がなく、且つアクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されていない場合に、実施形態に係るストレージシステム1において実行される動作について説明するための図である。

【0226】

1位から4位の優先順位を有する4つのウェハA～Dをそれぞれ含む4つのウェハカセット90が、ホストユニット230のスロット#1～スロット#4にそれぞれ接続されている。また、5位から8位の優先順位を有する4つのウェハE～Hをそれぞれ含む4つのウェハカセット90が、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#11～#14にそれぞれ保管されている。また、9位から10位の優先順位を有する2つのウェハI～Jが、ウェハストッカー3内の保管位置#111～#112にそれぞれ保管されている。

10

【0227】

ここで、ホストユニット230によってウェハIがアクセス対象の半導体ウェハ40として決定された場合を想定する。各半導体ウェハ40の優先順位はホストユニット230によって変更され得る。図16Fでは、ウェハIの優先順位が9位から1位に変更され、ウェハA、B、…、Hの優先順位が、2位、3位、…、9位にそれぞれ変更された場合が想定されている。

【0228】

ホストユニット230は、ウェハ管理テーブル221を参照し、アクセス対象であるウェハIがウェハストッカー3内の保管位置#111に保管されていることを認識する。加えて、ホストユニット230は、ホストユニット230に空きスロットがないことを認識する。さらに、ホストユニット230は、カセット管理テーブル222を参照し、ウェハカセットストッカー5内にも空き保管位置がないことを認識する。

20

【0229】

ここで、ホストユニット230は、アクセス対象のウェハIよりも優先順位の低い半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がホストユニット230に接続されているか否かを判定する。

【0230】

ホストユニット230に空きスロットがなく、ウェハカセットストッカー5内に空き保管位置がなく、且つアクセス対象のウェハIよりも優先順位の低い半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がホストユニット230に接続されている場合、ホストユニット230は、ホストユニット230に接続されているウェハカセット90のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40（ここではウェハD）を含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハD））を、入れ替え対象のウェハカセット90として決定する。

30

【0231】

ウェハカセットストッカー5には、アクセス対象のウェハIよりも優先順位が低く、且つ、入れ替え対象のウェハカセット90に含まれているウェハDよりも優先順位が低い半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が保管されている。したがって、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40（ここではウェハH）を含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハH））を、分解対象のウェハカセット90として決定する。

40

【0232】

そして、ホストユニット230は、アクセス対象のウェハIをウェハストッカー3内の保管位置#111からカセッター4に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する。さらに、ホストユニット230は、分解対象のウェハカセット（ウェハH）をウェハカセットストッカー5内の保管位置#14からカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する。これにより、カセッター4には、ウェハカセット（ウェハH）と、ウェハIとが搬送される。また、ウェハカセットストッカー5内の保管位置#14からウェハカセット（ウェハH）が取り出されるので、ウェハカセットストッカー5内の保管位置

50

1 4 は空き保管位置となる。

【 0 2 3 3 】

次いで、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット（ウェハ H）をウェハ H と、空のカセット筐体 8 0 とに分解するようにカセッター 4 に指示する。さらに、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット（ウェハ H）を分解することによって得られた空のカセット筐体 8 0 と、ウェハ I とから、ウェハ I を含むウェハカセット 9 0（ウェハカセット（ウェハ I））を組み立てるようにカセッター 4 に指示する。

【 0 2 3 4 】

カセッター 4 は、ウェハカセット（ウェハ H）を分解する。そして、カセッター 4 は、ウェハカセット（ウェハ H）を分解することによって得られた空のカセット筐体 8 0 と、ウェハ I とから、ウェハカセット（ウェハ I）を組み立てる。

【 0 2 3 5 】

ホストユニット 2 3 0 は、分解されたウェハカセット（ウェハ H）から取り出されたウェハ H をカセッター 4 からウェハストッカー 3 内の空き保管位置 # 1 1 3 に搬送するようにウェハ搬送装置 8 に指示する。この結果、分解されたウェハカセット（ウェハ H）から取り出されたウェハ H は、ウェハストッカー 3 内の保管位置 # 1 1 3 で保管される。

【 0 2 3 6 】

また、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット（ウェハ D）をホストユニット 2 3 0 のスロット # 4 からウェハカセットストッカー 5 内の保管位置 # 1 4 に搬送するようにウェハカセット搬送装置 9 に指示する。ウェハカセット（ウェハ D）は、ウェハカセットストッカー 5 内の保管位置 # 1 4 が空き保管位置になって以降の任意のタイミングで搬送され得る。

【 0 2 3 7 】

これにより、ウェハカセット（ウェハ D）がホストユニット 2 3 0 のスロット # 4 から取り外されて、ウェハカセットストッカー 5 内の保管位置 # 1 4 に移動される。この結果、ホストユニット 2 3 0 のスロット # 4 が空きスロットとなる。

【 0 2 3 8 】

そして、ホストユニット 2 3 0 は、組み立てられたウェハカセット（ウェハ I）をカセッター 4 からホストユニット 2 3 0 のスロット # 4 に搬送して接続するようにウェハカセット搬送装置 9 に指示する。この結果、ウェハカセット（ウェハ I）は、ホストユニット 2 3 0 のスロット # 4 に搬送されて接続される。

【 0 2 3 9 】

このようにして、アクセス対象のウェハ I よりも優先順位が低く、且つ、ホストユニット 2 3 0 またはウェハカセットストッカー 5 のいずれかに存在しているウェハカセット 9 0 のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ 4 0（ここではウェハ H）を含むウェハカセット 9 0（ウェハカセット（ウェハ H））が分解される。この結果、入れ替え対象のウェハカセット（ウェハ D）は、分解されずに、ウェハカセット（ウェハ H）が保管されていたウェハカセットストッカー 5 内の保管位置 # 1 4 に移動される。

【 0 2 4 0 】

その後、ホストユニット 2 3 0 は、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位と状態と位置情報とが最新の内容を示すように、ウェハ管理テーブル 2 2 1 を更新する。

【 0 2 4 1 】

図 1 7 は、実施形態に係るストレージシステム 1 おけるホストユニット 2 3 0 によって制御されるデータの読み出しまたは書き込み処理の手順を示すフローチャートである。

【 0 2 4 2 】

まず、ホストユニット 2 3 0 は、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 を決定する（ステップ S 1 0 1）。OS 2 1 2 またはファイルシステム 2 1 3 は、アプリケーションプログラム 2 1 1 から受信されるデータのリード要求またはライト要求に基づいて、ストレージシステム 1 で管理されている複数の半導体ウェハ 4 0 のうち、アクセス対象である半導体ウェハ 4 0 を決定する。

10

20

30

40

50

【0243】

ホストユニット230は、ホストユニット230のスロットのいずれかにアクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が接続されているか否かを判定する（ステップS102）。

【0244】

ホストユニット230のスロットのいずれかにアクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が接続されている場合（ステップS102でYes）、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（ステップS103）。

【0245】

ホストユニット230のどのスロットにもアクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が接続されていない場合（ステップS102でNo）、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90をホストユニット230のスロットに接続するためのウェハカセット準備処理を実行する。

【0246】

ウェハカセット準備処理では、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されているか否かを判定する（ステップS104）。ステップS104では、ホストユニット230は、ウェハ管理テーブル221を参照することで、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されているか否かを判定することができる。

【0247】

アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されている場合（ステップS104でYes）、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90をウェハカセットストッカー5からホストユニット230のスロットに搬送して接続するようにウェハカセット搬送装置9に指示する（ステップS105）。

【0248】

その後、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40に対するデータの読み出し、または書き込みを実行する（ステップS103）。

【0249】

アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されていない場合（ステップS104でNo）、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40が保管されているウェハストッカー3内の保管位置を特定する。そして、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40をウェハストッカー3内の特定された保管位置からカセッター4に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する（ステップS106）。

【0250】

そして、ホストユニット230は、カセッター4に空のカセット筐体80を用意する（ステップS107）。ステップS107では、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5からカセッター4に空のカセット筐体80を搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示してもよい。ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80が保管されていない場合には、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40より低い優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を、ウェハカセットストッカー5（またはホストユニット230のスロット）からカセッター4に搬送するように、ウェハカセット搬送装置9に指示し、且つ、このウェハカセット90を分解するようにカセッター4に指示してもよい。

【0251】

ホストユニット230は、ステップS106で搬送されたアクセス対象の半導体ウェハ40と、ステップS107で用意された空のカセット筐体80とから、アクセス対象の半

10

20

30

40

50

導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 を組み立てるように、カセッター 4 に指示する（ステップ S 108）。

【0252】

ホストユニット 230 は、ステップ S 108 で組み立てられたアクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 を、カセッター 4 からホストユニット 230 のスロットに搬送して接続するようにウェハカセット搬送装置 9 に指示する（ステップ S 109）。

【0253】

その後、ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 に対するデータの読み出し、または書き込みを実行する（ステップ S 103）。

【0254】

次に、図 18～図 23 を参照して、図 17 を参照して説明したデータの読み出しまたは書き込み処理の手順の詳細について説明する。

【0255】

図 18 は、ストレージシステム 1 におけるホストユニット 230 によって制御されるアクセス処理の手順を示すフローチャートである。

【0256】

まず、ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を決定する（ステップ S 201）。OS 212 またはファイルシステム 213 は、アプリケーションプログラム 211 から受信されるデータのリード要求またはライト要求に基づいて、アクセス対象である半導体ウェハ 40 を決定する。

【0257】

ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 がホストユニット 230 のスロットのいずれかに接続されているか否かを判定する（ステップ S 202）。ホストユニット 230 は、ウェハ管理テーブル 221 を参照することで、アクセス対象の半導体ウェハ 40 がホストユニット 230 のスロットのいずれかに接続されているかを判定することができる。

【0258】

アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 がホストユニット 230 のスロットのいずれかに接続されている場合（ステップ S 202 で Yes）、ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（ステップ S 203）。

【0259】

アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 がホストユニット 230 のどのスロットにも接続されていない場合（ステップ S 202 で No）、ホストユニット 230 は、ホストユニット 230 へのウェハカセット搬送処理を実行する（ステップ S 204）。ウェハカセット搬送処理では、ホストユニット 230 は、ホストユニット 230 に空きスロットがある場合のウェハカセット搬送処理、または、ホストユニット 230 に空きスロットがない場合のウェハカセット搬送処理を実行する。ステップ S 204 のウェハカセット搬送処理によって、ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットに接続することができる。

【0260】

その後、ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（ステップ S 203）。

【0261】

図 19 は、実施形態に係るストレージシステム 1 におけるホストユニット 230 によって実行されるウェハカセット搬送処理を説明するためのフローチャートである。

【0262】

ウェハカセット搬送処理を開始すると、ホストユニット 230 は、ホストユニット 230 に空きスロットがあるか否かを判定する（ステップ S 301）。

【0263】

10

20

30

40

50

ホストユニット２３０に空きスロットがあることを確認すると（ステップＳ３０１でＹｅｓ）、ホストユニット２３０は、ホストユニット２３０に空きスロットがある場合のウェハカセット搬送処理を実行する（ステップＳ３０２）。ホストユニット２３０に空きスロットがある場合のウェハカセット搬送処理の詳細については、図２０を参照して後述する。

【０２６４】

ホストユニット２３０に空きスロットがない場合（ステップＳ３０１でＮｏ）、ホストユニット２３０は、ウェハカセットストッカー５内に空き保管位置があるか否かを判定する（ステップＳ３０３）。ウェハカセットストッカー５内の空き保管位置とは、空のカセット筐体８０またはウェハカセット９０のいずれも保管されていない保管位置である。

10

【０２６５】

ウェハカセットストッカー５内に空き保管位置がある場合（ステップＳ３０３でＹｅｓ）、ホストユニット２３０は、ホストユニット２３０のスロットに接続されているウェハカセット９０の中にアクセス対象の半導体ウェハ４０よりも低い優先順位をもつ半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０が存在するか否かを判定する（ステップＳ３０４）。

【０２６６】

ホストユニット２３０のスロットに接続されているウェハカセット９０の中にアクセス対象の半導体ウェハ４０よりも低い優先順位をもつ半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０が存在しない場合（ステップＳ３０４でＮｏ）、ホストユニット２３０は、各半導体ウェハ４０の優先順位の変更によって、ホストユニット２３０のスロットに接続されているウェハカセット９０の中にアクセス対象の半導体ウェハ４０よりも低い優先順位をもつ半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０が存在するようになるまで待つ（ステップＳ３０４）。

20

【０２６７】

ホストユニット２３０のスロットに接続されているウェハカセット９０の中にアクセス対象の半導体ウェハ４０よりも低い優先順位をもつ半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０が存在する場合（ステップＳ３０４でＹｅｓ）、ホストユニット２３０は、ホストユニット２３０のスロットに接続されているウェハカセット９０の中から、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ４０を含むウェハカセット９０を、入れ替え対象のウェハカセット９０として選択する。

30

【０２６８】

そして、ホストユニット２３０は、選択した入れ替え対象のウェハカセット９０をホストユニット２３０のスロットからウェハカセットストッカー５に搬送するように、ウェハカセット搬送装置９に指示する（ステップＳ３０５）。ステップＳ３０５では、ウェハカセット搬送装置９は、入れ替え対象のウェハカセット９０をホストユニット２３０のスロットから取り外し、ウェハカセットストッカー５に搬送する。

【０２６９】

これにより、ホストユニット２３０に空きスロットが生じるため、ホストユニット２３０は、ホストユニット２３０に空きスロットがある場合のウェハカセット搬送処理を実行する（ステップＳ３０２）。

40

【０２７０】

ウェハカセットストッカー５内に空き保管位置がない場合（ステップＳ３０３でＮｏ）、ホストユニット２３０は、ホストユニット２３０に空きスロットがない場合のウェハカセット搬送処理を実行する（ステップＳ３０６）。ホストユニット２３０に空きスロットがない場合のウェハカセット搬送処理の詳細については、図２１を参照して後述する。

【０２７１】

次に、ホストユニット２３０に空きスロットがある場合のウェハカセット搬送処理の詳細について説明する。

【０２７２】

図２０は、実施形態に係るストレージシステム１におけるホストユニット２３０によっ

50

て実行される、ホストユニット 230 に空きスロットがある場合のウェハカセット搬送処理の手順を示すフローチャートである。

【0273】

まず、ホストユニット 230 は、ウェハカセットストッカー 5 にアクセス対象のウェハカセット 90 が保管されているか否かを判定する（ステップ S401）。ホストユニット 230 は、ウェハ管理テーブル 221 を参照することによって、ウェハカセットストッカー 5 にアクセス対象のウェハカセット 90 が保管されているか否かを判定することができる。

【0274】

ウェハカセットストッカー 5 にアクセス対象のウェハカセット 90 が保管されている場合（ステップ S401 で Yes）、ホストユニット 230 は、アクセス対象のウェハカセット 90 をウェハカセットストッカー 5 からホストユニット 230 の空きスロットに搬送して接続するようにウェハカセット搬送装置 9 に指示する（ステップ S402）。ステップ S402 では、ウェハカセット搬送装置 9 は、アクセス対象のウェハカセット 90 をウェハカセットストッカー 5 からホストコンピュータ 2 に搬送し、そして、アクセス対象のウェハカセット 90 をホストユニット 230 の空きスロットに接続する。

【0275】

ウェハカセットストッカー 5 にアクセス対象のウェハカセット 90 が保管されていない場合（ステップ S401 で No）、ホストユニット 230 は、ウェハカセット 90 の組み立てまたは分解処理の実行をカセッター 4 に指示する（ステップ S403）。ステップ S403 で実行されるウェハカセット 90 の組み立てまたは分解処理の詳細については図 22 を参照して後述する。

【0276】

ホストユニット 230 は、ステップ S404 で組み立てられたアクセス対象のウェハカセット 90 をカセッター 4 からホストユニット 230 の空きスロットに搬送して接続するようにウェハカセット搬送装置 9 に指示する（ステップ S404）。ステップ S404 では、ウェハカセット搬送装置 9 は、組み立てられたアクセス対象のウェハカセット 90 をカセッター 4 からホストコンピュータ 2 に搬送し、ホストユニット 230 の空きスロットに接続する。

【0277】

次に、ホストユニット 230 に空きスロットがない場合のウェハカセット搬送処理の詳細について説明する。

【0278】

図 21 は、実施形態に係るストレージシステム 1 におけるホストユニット 230 によって実行される、ホストユニット 230 に空きスロットがない場合のウェハカセット搬送処理の手順を示すフローチャートである。ここでは、図 16F を参照して説明したように、ホストユニット 230 に空きスロットがなく、且つ、ウェハカセットストッカー 5 内に空き保管位置がない場合を想定する。

【0279】

まず、ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 がウェハカセットストッカー 5 に保管されているか否かを判定する（ステップ S501）。ホストユニット 230 は、ウェハ管理テーブル 221 を参照することによって、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 がウェハカセットストッカー 5 に保管されているか否かを判定することができる。

【0280】

アクセス対象のウェハカセット 90 がウェハカセットストッカー 5 に保管されている場合（ステップ S501 で Yes）、ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 よりも優先順位が低く、且つ、ホストユニット 230 のスロットに接続されているウェハカセット 90 のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 を入れ替え対象のウェハカセット 90 として選択する。

10

20

30

40

50

【0281】

そして、ホストユニット230は、入れ替え対象のウェハカセット90をホストユニット230の-slotからウェハカセットストッカー5に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する（ステップS502）。

【0282】

また、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5から、入れ替え対象のウェハカセット90が接続されていたホストユニット230の-slotに、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を搬送するように、ウェハカセット搬送装置9に指示する（ステップS503）。

【0283】

ステップS502、S503では、ウェハカセット搬送装置9は、入れ替え対象のウェハカセット90をホストユニット230の-slotから取り外す。入れ替え対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230の-slotは、空き-slotになる。ウェハカセット搬送装置9は、取り外したウェハカセット90をウェハカセットストッカー5に搬送する。そして、ウェハカセット搬送装置9は、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90をウェハカセットストッカー5からホストコンピュータ2に搬送し、アクセス対象のウェハカセット90を、入れ替え対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230の-slot（空き-slot）に接続する。

【0284】

ホストユニット230は、上記のステップS502の動作とステップS503の動作（スワップ動作）とを同時に実行するようにウェハカセット搬送装置9に指示することで、一時的にウェハカセット90を退避させる場所を必要とせずにアクセス対象のウェハカセット90をホストユニット230の-slotに搬送させることができる。

【0285】

アクセス対象のウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されていない場合（ステップS501でNo）、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40よりも優先順位が低く、且つ、ホストユニット230またはウェハカセットストッカー5のいずれかに存在しているウェハカセット90のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を、分解対象のウェハカセット90として選択する。ホストユニット230の-slotのいずれかに接続されているウェハカセット90が分解対象のウェハカセット90として選択された場合には、この分解対象のウェハカセット90が、アクセス対象のウェハカセット90と入れ替えられる入れ替え対象のウェハカセット90となる。

【0286】

そして、ホストユニット230は、分解対象のウェハカセット90をホストユニット230の-slotまたはウェハカセットストッカー5内の保管位置からカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する（ステップS504）。ステップS504では、ウェハカセット搬送装置9は、分解対象のウェハカセット90を、ホストユニット230の-slotまたはウェハカセットストッカー5内の保管位置から取り外す。分解対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230の-slotまたはウェハカセットストッカー5内の保管位置は、空き-slotまたは空き保管位置になる。ウェハカセット搬送装置9は、取り外したウェハカセット90をカセッター4に搬送する。

【0287】

ホストユニット230は、ウェハカセット90の組み立てまたは分解処理を実行するようにカセッター4に指示する（ステップS505）。このとき実行されるウェハカセット90の組み立てまたは分解処理の詳細については、図23を参照して後述する。

【0288】

ホストユニット230は、分解されたウェハカセット90が存在していた元の位置が、ホストユニット230の-slotまたはウェハカセットストッカー5内の保管位置のどちらであるかを判定する（ステップS506）。

10

20

30

40

50

【0289】

分解されたウェハカセット90が存在していた元の位置がホストユニット230のロットである場合、つまり分解対象のウェハカセット90がホストユニット230のロットから取り外された場合には（ステップS506で「ホストユニット」）、ホストユニット230は、カセッター4から、分解対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230のロットに、アクセス対象のウェハカセット90を搬送するように、ウェハカセット搬送装置9に指示する（ステップS507）。ステップS507では、ウェハカセット搬送装置9は、アクセス対象のウェハカセット90をカセッター4からホストコンピュータ2に搬送し、アクセス対象のウェハカセット90を、分解対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230のロット（空きロット）に接続する。

10

【0290】

分解されたウェハカセット90が存在していた元の位置がウェハカセットストッカー5内の保管位置である場合、つまり分解対象のウェハカセット90がウェハカセットストッカー5内の保管位置から取り外された場合には（ステップS506で「ウェハカセットストッカー」）、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40よりも優先順位が低く、且つ、ホストユニット230のロットに接続されているウェハカセット90のうち、最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を入れ替え対象のウェハカセット90として選択する。

【0291】

そして、ホストユニット230は、入れ替え対象のウェハカセット90を、ホストユニット230のロットから、分解対象のウェハカセット90が取り外されたウェハカセットストッカー5内の保管位置（空き保管位置）に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する（ステップS508）。ウェハカセット搬送装置9は、入れ替え対象のウェハカセット90をホストユニット230のロットから取り外す。入れ替え対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230のロットは、空きロットになる。ウェハカセット搬送装置9は、取り外したウェハカセット90をウェハカセットストッカー5内の空き保管位置に搬送する。この結果、入れ替え対象のウェハカセット90はウェハカセットストッカー5内の空き保管位置で保管される。

20

【0292】

ホストユニット230は、カセッター4から、入れ替え対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230のロットに、アクセス対象のウェハカセット90を搬送するように、ウェハカセット搬送装置9に指示する（ステップS509）。ステップS509では、ウェハカセット搬送装置9は、アクセス対象のウェハカセット90をカセッター4からホストコンピュータ2に搬送し、アクセス対象のウェハカセット90を、入れ替え対象のウェハカセット90が取り外されたホストユニット230のロット（空きロット）に接続する。

30

【0293】

次に、図20のステップS403において実行される、ウェハカセット90の組み立てまたは分解処理の詳細について説明する。

【0294】

図22は、実施形態に係るストレージシステム1におけるホストユニット230によって実行される、ホストユニット230に空きロットがある場合のウェハカセット組み立てまたは分解処理の手順を示すフローチャートである。

40

【0295】

まず、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80が保管されているか否かを判定する（ステップS601）。ホストユニット230は、カセット管理テーブル222を参照することで、ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80が保管されているか否かを判定することができる。

【0296】

ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80がある場合（ステップS601で

50

Yes)、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5からカセッター4に空のカセット筐体80を搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する(ステップS602)。ステップS602では、ウェハカセット搬送装置9は、空のカセット筐体80をウェハカセットストッカー5からカセッター4に搬送する。

【0297】

ホストユニット230は、ウェハストッカー3からカセッター4にアクセス対象の半導体ウェハ40を搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する(ステップS603)。ステップS603では、ウェハ搬送装置8は、ウェハストッカー3からカセッター4にアクセス対象の半導体ウェハ40を搬送する。

【0298】

ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90の組み立て処理の実行をカセッター4に指示する(ステップS604)。ステップS604では、カセッター4は、ステップS602で搬送された空のカセット筐体80と、ステップS603で搬送されたアクセス対象の半導体ウェハ40とから、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を組み立てる。

【0299】

ウェハカセットストッカー5に空のカセット筐体80がない場合(ステップS601でNo)、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中にアクセス対象の半導体ウェハ40よりも低い優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が存在するか否かを判定する(ステップS605)。

【0300】

ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中にアクセス対象の半導体ウェハ40よりも低い優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が存在しない場合(ステップS605でNo)、ホストユニット230は、各半導体ウェハ40の優先順位の変更によって、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中にアクセス対象の半導体ウェハ40よりも低い優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が存在するようになるまで待つ(ステップS605)。

【0301】

ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中にアクセス対象の半導体ウェハ40よりも低い優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90が存在する場合(ステップS605でYes)、ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5に保管されているウェハカセット90の中から最低の優先順位を持つ半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を分解対象のウェハカセット90として選択する。

【0302】

そして、ホストユニット230は、選択した分解対象のウェハカセット90をウェハカセットストッカー5からカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示し、且つ、この搬送されたウェハカセット90を分解するようにカセッター4に指示する(ステップS606)。ステップS606では、ウェハカセット搬送装置9は、分解対象のウェハカセット90をウェハカセットストッカー5からカセッター4に搬送する。また、カセッター4は、カセッター4に搬送された分解対象のウェハカセット90を分解する。これにより、ホストユニット230は、空のカセット筐体80を用意することができる。また、この時、ホストユニット230は、分解されたウェハカセット90に含まれていた半導体ウェハ40をウェハストッカー3内の空き保管位置に搬送するようにウェハ搬送装置8に指示してもよい。

【0303】

その後、ホストユニット230は、ウェハストッカー3からカセッター4にアクセス対象の半導体ウェハ40を搬送するようにウェハ搬送装置8に指示する(ステップS603)。ステップS603では、ウェハ搬送装置8は、ウェハストッカー3からカセッター4

10

20

30

40

50

にアクセス対象の半導体ウェハ 40 を搬送する。

【0304】

ホストユニット 230 は、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 の組み立て処理の実行をカセッター 4 に指示する（ステップ S604）。ここで、カセッター 4 は、ステップ S606 で用意された空のカセット筐体 80 と、ステップ S603 で搬送されたアクセス対象の半導体ウェハ 40 とから、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 を組み立てる。

【0305】

次に、図 21 のステップ S505 において実行されるアクセス対象のウェハカセット 90 を組み立てるためのウェハカセット 90 の組み立てまたは分解処理の詳細について説明する。

10

【0306】

図 23 は、実施形態に係るストレージシステム 1 におけるホストユニット 230 によって実行される、ホストユニット 230 に空きスロットがなく、且つ、ウェハカセットストッカー 5 内に空き保管位置がない場合のウェハカセット 90 の組み立てまたは分解処理の手順を示すフローチャートである。

【0307】

まず、ホストユニット 230 は、ホストユニット 230 のスロットまたはウェハカセットストッカー 5 内の保管位置から取り外したウェハカセット 90 をカセッター 4 に搬送するようにウェハカセット搬送装置 9 に指示する（ステップ S701）。

20

【0308】

ホストユニット 230 は、ステップ S701 で搬送されたウェハカセット 90 を分解して空のカセット筐体 80 を用意するようにカセッター 4 に指示する（ステップ S702）。

【0309】

ホストユニット 230 は、ウェハストッカー 3 からカセッター 4 にアクセス対象の半導体ウェハ 40 を搬送するようにウェハ搬送装置 8 に指示する（ステップ S703）。これにより、カセッター 4 には、ステップ S702 で分解されたウェハカセット 90 に含まれていた空のカセット筐体 80 と、アクセス対象の半導体ウェハ 40 とが用意される。

【0310】

ホストユニット 230 は、ステップ S702 で用意された空のカセット筐体 80 と、ステップ S703 で搬送されたアクセス対象の半導体ウェハ 40 とから、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 を組み立てるように、カセッター 4 に指示する（ステップ S704）。ステップ S704 では、カセッター 4 は、空のカセット筐体 80 とアクセス対象の半導体ウェハ 40 とから、アクセス対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 を組み立てる。この結果、ホストユニット 230 のスロットまたはウェハカセットストッカー 5 内の保管位置から取り外されたウェハカセット 90 に使用されていたカセット筐体 80 は、アクセス対象のウェハカセット 90 の組み立てのために再利用される。

30

【0311】

このとき、ホストユニット 230 は、ステップ S702 において分解されたウェハカセット 90 に含まれていた半導体ウェハ 40 をカセッター 4 からウェハストッカー 3 に搬送するようにウェハ搬送装置 8 に指示してもよい。

40

【0312】

次に、ウェハカセット 90 がホストユニット 230 のスロットに接続された際に、エラーが発生した場合の処理について説明する。

【0313】

図 24 は、実施形態に係るストレージシステム 1 におけるホストユニット 230 によって実行される、ウェハカセット 90 の接続エラー対処処理の手順を示すフローチャートである。

【0314】

50

ウェハ管理テーブル 221 によって管理される、ある半導体ウェハ 40 の状態がホストユニット 230 のスロットに接続されたことを示す状態に変更された場合（ステップ S801）、ホストユニット 230 は、この半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 がストレージデバイスとして認識されたか否かを判定する（ステップ S802）。その状態がホストユニット 230 のスロットに接続されたことを示す状態に変更された半導体ウェハ 40 には、アプリケーションプログラム 211 からのアクセス要求に従ってホストユニット 230 によってアクセス対象として決定された半導体ウェハ 40 が含まれる。また、そのような半導体ウェハ 40 には、アクセス要求とは無関係に、その優先順位がホストユニット 230 に接続されるべき第 1 レベルの優先順位に上げられた半導体ウェハ 40 が含まれ得る。ホストユニット 230 は、例えばキャシュアルゴリズムを用いて、半導体ウェハ 40 の優先順位を変更してもよい。以下では、これら半導体ウェハ 40 を総称して、接続対象の半導体ウェハ 40 と称する。

10

【0315】

ステップ S802 では、接続対象の半導体ウェハ 40 を含むウェハカセット 90 内の全てのコントローラ 61 の各々がストレージデバイスとして認識されたか否かが判定されてもよい。

【0316】

接続対象の半導体ウェハ 40 を含む接続対象のウェハカセット 90 がストレージデバイスとして認識された場合（ステップ S802 で Yes）、ホストユニット 230 は、ホストユニット 230 のスロットに接続対象のウェハカセット 90 を接続する処理を完了する（ステップ S803）。

20

【0317】

接続対象の半導体ウェハ 40 を含む接続対象のウェハカセット 90 がストレージデバイスとして認識されなかった場合（ステップ S802 で No）、ホストユニット 230 は、接続対象のウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットに再接続するための処理が一定回数以上繰り返されたか否かを判定する（ステップ S804）。

【0318】

再接続のための処理が一定回数以上繰り返されていない場合（ステップ S804 で No）、ホストユニット 230 は、ホストユニット 230 のスロットから接続対象のウェハカセット 90 を取り外してホストユニット 230 のスロットに再度接続するように、ウェハカセット搬送装置 9 に指示する（ステップ S805）。ステップ S805 では、ウェハカセット搬送装置 9 は、接続対象のウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットから取り外す動作と、取り外した接続対象のウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットに再び接続する動作とを実行する。

30

【0319】

その後、ホストユニット 230 は、ホストユニット 230 のスロットに再度接続された接続対象のウェハカセット 90 がストレージデバイスとして認識されたか否かを判定する（ステップ S802）。これにより、ホストユニット 230 のスロットと接続対象のウェハカセット 90 との間の接続不良に起因する接続エラーに対処することができる。

【0320】

ホストユニット 230 のスロットに再度接続された接続対象のウェハカセット 90 がストレージデバイスとして認識されることなく、接続対象のウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットに再接続するための処理が一定回数以上繰り返された場合（ステップ S804 で Yes）、ホストユニット 230 は、同じカセット筐体 80 を用いて接続対象のウェハカセット 90 を再組み立てする処理が一定回数以上繰り返されたか否かを判定する（ステップ S806）。

40

【0321】

同じカセット筐体 80 を用いて接続対象のウェハカセット 90 を再組み立てする処理が一定回数以上繰り返されていない場合（ステップ S806 で No）、ホストユニット 230 は、接続対象のウェハカセット 90 をホストユニット 230 のスロットからカセッター

50

4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する(ステップS807)。ステップS807では、ウェハカセット搬送装置9は、接続対象のウェハカセット90をホストユニット230の-slotから取り外し、取り外した接続対象のウェハカセット90をカセッター4に搬送する。

【0322】

ホストユニット230は、カセッター4に搬送された接続対象のウェハカセット90を分解する処理と、この分解されたウェハカセット90のカセット筐体80を用いて、接続対象の半導体ウェハ40を含む接続対象のウェハカセット90を再び組み立てる処理との双方を実行するようにカセッター4に指示する(ステップS808)。

【0323】

ステップS808では、カセッター4は、カセッター4に搬送された接続対象のウェハカセット90を分解して、このウェハカセット90から接続対象の半導体ウェハ40を取り出す。そして、カセッター4は、接続対象のウェハカセット90を分解することによって得られたカセット筐体80内に接続対象の半導体ウェハ40を再び収容する。これによって、接続対象のウェハカセット90を分解することによって得られたカセット筐体80と、接続対象の半導体ウェハ40とから、接続対象の半導体ウェハ40を含む接続対象のウェハカセット90が再び組み立てられる。また、ステップS808では、ホストユニット230は、再び組み立てられた接続対象のウェハカセット90をカセッター4からホストユニット230の-slotに搬送して接続するように、ウェハカセット搬送装置9に指示する。この結果、再び組み立てられた接続対象のウェハカセット90がホストユニット230の-slotに再び接続される。

【0324】

その後、ホストユニット230は、ホストユニット230の-slotに再び接続された接続対象のウェハカセット90がストレージデバイスとして認識されたか否かを判定する(ステップS802)。接続対象のウェハカセット90がストレージデバイスとして認識された場合(ステップS802でYes)、ホストユニット230は、ホストユニット230の-slotに接続対象のウェハカセット90を接続する処理を完了する(ステップS803)。

【0325】

これにより、接続対象のウェハカセット90に含まれるプローブピン51と、接続対象の半導体ウェハ40のパッド41との間の位置ずれに起因する接続エラーに対処することができる。

【0326】

ホストユニット230の-slotに再度接続された接続対象のウェハカセット90がストレージデバイスとして認識されることなく、同じカセット筐体80を用いて接続対象のウェハカセット90を再組み立てする処理が一定回数以上繰り返された場合(ステップS806でYes)、ホストユニット230は、接続対象のウェハカセット90に含まれるカセット筐体80の交換を一定回数以上繰り返したか否かを判定する(ステップS809)。

【0327】

接続対象のウェハカセット90に含まれるカセット筐体80の交換が一定回数以上繰り返されていない場合(ステップS809でNo)、ホストユニット230は、接続対象のウェハカセット90をホストユニット230の-slotからカセッター4に搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する(ステップS810)。ステップS810では、ウェハカセット搬送装置9は、接続対象のウェハカセット90をホストユニット230の-slotから取り外し、取り外した接続対象のウェハカセット90をカセッター4に搬送する。

【0328】

ホストユニット230は、ウェハカセットストッカー5からカセッター4に空のカセット筐体80を搬送するようにウェハカセット搬送装置9に指示する(ステップS811)

10

20

30

40

50

。ステップ S 8 1 1 では、ウェハカセット搬送装置 9 は、ウェハカセットストッカー 5 からカセッター 4 に空のカセット筐体 8 0 を搬送する。

【 0 3 2 9 】

ホストユニット 2 3 0 は、ステップ S 8 1 0 で搬送された接続対象のウェハカセット 9 0 を分解する処理と、ステップ S 8 1 1 で搬送された空のカセット筐体 8 0 と分解されたウェハカセット 9 0 に含まれていた接続対象の半導体ウェハ 4 0 とから、新たな接続対象のウェハカセット 9 0 を組み立てる処理と、の双方を実行するようにカセッター 4 に指示する（ステップ S 8 1 2）。ステップ S 8 1 2 では、カセッター 4 は、カセッター 4 に搬送された接続対象のウェハカセット 9 0 を分解して、接続対象のウェハカセット 9 0 から接続対象の半導体ウェハ 4 0 を取り出す。そして、カセッター 4 は、接続対象のウェハカセット 9 0 を分解することによって得られる元のカセット筐体 8 0 とは異なる別のカセット筐体 8 0 に、つまり、ステップ S 8 1 1 で搬送された別の空のカセット筐体 8 0 に、接続対象の半導体ウェハ 4 0 を収容する。これによって、新たな接続対象のウェハカセット 9 0 が組み立てられる。また、ステップ S 8 1 2 では、ホストユニット 2 3 0 は、組み立てられた接続対象の新たなウェハカセット 9 0 をカセッター 4 からホストユニット 2 3 0 のスロットに搬送して接続するように、ウェハカセット搬送装置 9 に指示する。この結果、元のカセット筐体 8 0 と異なるカセット筐体 8 0 を用いて組み立てられた接続対象の新たなウェハカセット 9 0 が、ホストユニット 2 3 0 のスロットに再び接続される。

【 0 3 3 0 】

その後、ホストユニット 2 3 0 は、ホストユニット 2 3 0 のスロットに再び接続された接続対象の新たなウェハカセット 9 0 がストレージデバイスとして認識されたか否かを判定する（ステップ S 8 0 2）。これにより、接続対象の半導体ウェハ 4 0 が取り出された元のカセット筐体 8 0 の破損に起因する接続エラーに対処することができる。

【 0 3 3 1 】

元のカセット筐体 8 0 に対する処理については、図 2 5 を参照して後述する。

【 0 3 3 2 】

ホストユニット 2 3 0 のスロットに再度接続された接続対象の新たなウェハカセット 9 0 がストレージデバイスとして認識されることなく、カセット筐体 8 0 の交換が一定回数以上繰り返された場合（ステップ S 8 0 9 で Y e s）、ホストユニット 2 3 0 は、接続対象の半導体ウェハ 4 0 に破損の恐れがあると決定し、そして処理を終了する（ステップ S 8 1 3）。ホストユニット 2 3 0 は、例えばデータセンタの管理者に、半導体ウェハ 4 0 に破損の恐れがあることを通知してもよい。

【 0 3 3 3 】

図 2 5 は、実施形態に係るストレージシステム 1 におけるホストユニット 2 3 0 によって実行される、使用禁止のカセット筐体 8 0 に対する処理の手順を示すフローチャートである。

【 0 3 3 4 】

ここでは、図 2 4 のステップ S 8 1 2 において接続対象の半導体ウェハ 4 0 が取り外された元のカセット筐体 8 0 の処理について説明する。元のカセット筐体 8 0 は、元のカセットとも称される。

【 0 3 3 5 】

図 2 4 のステップ S 8 1 2 において、接続対象のウェハカセット 9 0 が分解された場合、ホストユニット 2 3 0 は、カセッター 4 からウェハカセットストッカー 5 に元のカセット筐体 8 0 を搬送するようにウェハカセット搬送装置 9 に指示し、且つ、元のカセット筐体 8 0 が一時的に使用禁止に設定されるようにカセット管理テーブル 2 2 2 を更新する（ステップ S 9 0 1）。

【 0 3 3 6 】

ホストユニット 2 3 0 は、接続対象の半導体ウェハ 4 0 を含む接続対象の新たなウェハカセット 9 0 が、図 2 4 のステップ S 8 0 2 においてストレージデバイスとして認識されたか否かを判定する（ステップ S 9 0 2）。

【0337】

接続対象の半導体ウェハ40を含む接続対象の新たなウェハカセット90がストレージデバイスとして認識された場合（ステップS902でYes）、ホストユニット230は、元のカセット筐体80の使用禁止の設定を維持し、元のカセット筐体80が破損している可能性があるかと判定する（ステップS903）。つまり、ホストユニット230は、接続対象の半導体ウェハ40と元のカセット筐体80とから組み立てられたウェハカセット90に生じた接続エラーの原因が、元のカセット筐体80の破損にあると判定する。ホストユニット230は、例えばデータセンタの管理者に、元のカセット筐体80に破損の恐れがあることを通知してもよい。

【0338】

接続対象の半導体ウェハ40を含む接続対象の新たなウェハカセット90がストレージデバイスとして認識されなかった場合（ステップS902でNo）、ホストユニット230は、接続対象の半導体ウェハ40が破損されている可能性もあるので、元のカセット筐体80の使用禁止の設定を解除する（ステップS905）。

【0339】

次に、ホストユニット230がウェハカセット90に効率良くアクセスすることを可能にするための構成について説明する。

【0340】

まず、ウェハカセット90内に含まれる半導体ウェハ40の温度を調整するための構成について説明する。半導体ウェハ40内の不揮発性メモリデバイス70に対するデータの読み出しおよび書き込みは、半導体ウェハ40の温度が常温以上の所定の温度範囲にある状態で行うことが望ましい。

【0341】

より詳しくは、NAND型フラッシュメモリのような不揮発性メモリデバイス70の温度が常温以上の所定の温度範囲にある場合には、例えば、不揮発性メモリデバイス70内のメモリセルの電荷蓄積層に電子がトラップされる準位が深くなる。この結果、安定したデータ書き込み動作およびデータ読み出し動作を行うことが可能となる。

【0342】

一方、図1を参照して説明したように、ウェハストッカー3においては各半導体ウェハ40を比較的低い温度環境で保管することが好ましい。このため、組み立て直後のウェハカセット90内に含まれている半導体ウェハ40の温度は比較的低い場合があり得る。

【0343】

図26は、ストレージシステム1において用いられるウェハカセット90内に含まれる半導体ウェハ40を昇温する構成を示す図である。

【0344】

図26の上部は、ウェハカセット90（つまり、カセット筐体80）の下部ケース21に載置されている半導体ウェハ40を、下部ケース21に設けられたヒーター32によって昇温する構成例を示している。

【0345】

下部ケース21に設けられたヒーター32は、下部ケース21に載置されている半導体ウェハ40を加熱することによって、半導体ウェハ40を昇温する。ヒーター32は、例えば、電熱線であってもよい。ヒーター32は、ホストユニット230のスロットにウェハカセット90が接続された場合に、プラグ端子22を介してホストユニット230から供給される電力によって駆動される。

【0346】

この構成により、ホストユニット230のスロットに接続されたウェハカセット90内の半導体ウェハ40を昇温できるので、この半導体ウェハ40に対する安定したデータ書き込み動作およびデータ読み出し動作を実現できる。

【0347】

図26の下部は、ウェハカセット90（つまり、カセット筐体80）の下部ケース21

10

20

30

40

50

に載置されている半導体ウェハ４０を、ホストユニット２３０（より詳しくはホストユニット２３０のホスト筐体）内に設けられたヒーター２３４によって昇温する構成例を示している。

【０３４８】

ホストユニット２３０内に設けられたヒーター２３４は、下部ケース２１に載置されている半導体ウェハ４０を加熱することによって、半導体ウェハ４０を昇温する。ヒーター２３４は、例えば、電熱線であってもよい。ヒーター２３４によって生じる熱は下部ケース２１を介して半導体ウェハ４０に伝達され、これによって半導体ウェハ４０が昇温される。

【０３４９】

次に、アクセス対象の半導体ウェハ４０に対して実際にデータ読み出しおよびデータ書き込みが可能になるまでに必要なレイテンシーを短くするための構成について説明する。

【０３５０】

アクセス対象の半導体ウェハ４０を含むアクセス対象のウェハカセット９０がホストユニット２３０のスロットに接続されておらず、且つ、アクセス対象のウェハカセット９０がウェハカセットストッカー５に保管されていない場合には、カセッター４においてアクセス対象の半導体ウェハ４０を含むアクセス対象のウェハカセット９０を組み立てることが必要となる。レイテンシーを短くするためには、アクセス対象のウェハカセット９０を迅速に組み立てることが求められる。

【０３５１】

図２７は、ストレージシステム１において用いられる半導体ウェハ４０に対するエッジ処理について説明するための図である。

【０３５２】

図２７の左部に示されているように、ウェハストッカー３に保管されている半導体ウェハ４０ａ～４０ｃそれぞれの直径が製造バラツキによって不均一である場合には、複数のプローブピン５１と半導体ウェハ４０の複数のパッド４１との間の位置合わせ動作に、多くの時間が要される場合がある。

【０３５３】

本実施形態では、半導体ウェハ４０ａ～４０ｃの直径を特定の長さに揃えるためのエッジ処理が施される。エッジ処理では、半導体ウェハ４０の外周を削る処理が行われる。ウェハストッカー３においては、エッジ処理が施された半導体ウェハ４０ａ～４０ｃが保管される。これにより、半導体ウェハ４０を容易に下部ケース２１のウェハ載置領域の中心に置くことが可能となるので、カセッター４による位置合わせ動作を迅速に実行することが可能になる。この結果、アクセス対象のウェハカセット９０の組み立てに要する時間を削減でき、レイテンシーを短くすることが可能となる。

【０３５４】

次に、位置合わせ動作を迅速に行うことを可能にするための別の構成について説明する。図２８は、ストレージシステム１において用いられるウェハカセット９０（つまり、カセット筐体８０）の下部ケース２１に設けられた３つのセンタリングアームを示す図である。

【０３５５】

図２８の左部はウェハカセット９０の側面図である。図２８の右部は下部ケース２１に載置された半導体ウェハ４０と３つのセンタリングアーム３３ａ、３３ｂ、および３３ｃとの関係を示す平面図である。ウェハカセット９０の組み立て動作においては、カセッター４は、半導体ウェハ４０を下部ケース２１のウェハ載置領域の中心に置く。この場合、例えば、カセッター４は、まず、半導体ウェハ４０の外周に形成されたノッチ４５にアーム部材４０３を機械的に押し込むことによって半導体ウェハ４０を粗く位置決めする。アーム部材４０３は、半導体ウェハ４０をウェハ載置領域の中心に置く位置決め動作の部材である。このアーム部材４０３は、カセッター４に設けられている。次いでカセッター４は、下部ケース２１に設けられた３つのセンタリングアーム３３ａ、３３ｂ、および３

10

20

30

40

50

3 c を用いて半導体ウェハ 4 0 をウェハ載置領域の中心に寄せる。

【0356】

下部ケース 2 1 においては、センタリングアーム 3 3 a ~ 3 3 c は、ウェハ載置領域の中心から所定の半径を有する円周に沿って互いに等間隔で配置され、且つ、ウェハ載置領域の中心に向かって移動可能である。この円周の直径は、半導体ウェハ 4 0 の直径よりも大きい。

【0357】

カセッター 4 は、センタリングアーム 3 3 a ~ 3 3 c の各々をウェハ載置領域の中心に向けて移動させる。センタリングアーム 3 3 a ~ 3 3 c の各々は半導体ウェハ 4 0 の外周に当接される。そして、半導体ウェハ 4 0 は、センタリングアーム 3 3 a ~ 3 3 c の移動に伴ってウェハ載置領域の中心に位置づけられ、且つ、センタリングアーム 3 3 a ~ 3 3 c によってウェハ載置領域の中心に固定される。

【0358】

プローブカード 1 1 が上部ケース 3 1 と一体化されている場合、ウェハ載置領域の中心に半導体ウェハ 4 0 が置かれた下部ケース 2 1 と、プローブカード 1 1 を含む上部ケース 3 1 とを互いに接合することによって、複数のプローブピン 5 1 が複数のパッド 4 1 にそれぞれ接触するように複数のプローブピン 5 1 と複数のパッド 4 1 との間の位置合わせを行うことが可能となる。

【0359】

したがって、半導体ウェハ 4 0 を下部ケース 2 1 のウェハ載置領域の中心に置くためのこのような機械的な機構を使用することにより、光学センサ等を用いて半導体ウェハ 4 0 の位置を微調整しながら位置合わせ動作を行う構成を使用する場合に比し、簡単な構成で位置合わせ動作を迅速に行うことを可能となる。

【0360】

なお、センタリングアームの数は 4 以上でもよい。

【0361】

次に、複数のプローブピン 5 1 と複数のパッド 4 1 との間の位置合わせをより容易にするためのさらに別の構成について説明する。図 2 9 は、ストレージシステム 1 において用いられる半導体ウェハ 4 0 上に形成される再配線層について説明するための図である。

【0362】

NAND 型フラッシュメモリのような不揮発性メモリデバイス 7 0 に設けられるパッド 4 1 の数は、ダイナミック RAM (DRAM) ダイ (または CMOS-LSI ダイ) に設けられるパッドの数よりも少ない。このため、半導体ウェハ 4 0 に含まれる複数のパッド 4 1 相互間の間隔 (ピッチ) は、複数の DRAM ダイまたは複数の CMOS-LSI ダイが形成された半導体ウェハに含まれる複数のパッド相互間の間隔 (ピッチ) よりも広く設定することができる。

【0363】

パッドのピッチを比較的広く設定可能という半導体ウェハ 4 0 の特徴を上手く活用することにより、複数のプローブピン 5 1 と複数のパッド 4 1 との間の位置合わせをより容易にすることが可能となる。

【0364】

図 2 9 に示す半導体ウェハ 4 0 は、半導体ウェハ 4 0 上に形成された再配線層 (RDL: redistribution layer) 4 2 を含む。再配線層 4 2 に含まれる複数の電極 (パッド) 4 4 は、再配線層 4 2 内の内部配線 4 3 によって、半導体ウェハ 4 0 の複数のパッド 4 1 にそれぞれ電氣的に接続されている。

【0365】

再配線層 4 2 に含まれる複数のパッド 4 4 の各々のサイズは、半導体ウェハ 4 0 の複数のパッド 4 1 の各々のサイズより大きく設定されている。さらに、再配線層 4 2 に含まれる複数のパッド 4 4 間の間隔は、半導体ウェハ 4 0 の複数のパッド 4 1 間の間隔よりも広く設定されている。

10

20

30

40

50

【0366】

この構成により、複数のプローブピン51と複数のパッド44との間の位置合わせを容易にすることが可能となる。この結果、複数のプローブピン51と複数のパッド41とを、より容易に電氣的に接続することが可能となる。再配線層42を含む半導体ウェハ40は、図28を参照して説明したセンタリングアームと組み合わせて使用することが好ましい。

【0367】

次に、アクセス対象のウェハカセット90の組み立てに要する時間を削減するためのカセッター4の構成について説明する。図30は、ストレージシステム1において用いられる、ウェハストッカーの機能を兼ね備えたカセッター4の構成を説明するための図である。

10

【0368】

アクセス対象の半導体ウェハ40を含むアクセス対象のウェハカセット90がホストユニット230のスロットに接続されておらず、且つ、アクセス対象のウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されていない場合には、カセッター4においてアクセス対象の半導体ウェハ40を含むアクセス対象のウェハカセット90を組み立てることが必要となる。

【0369】

図30に示すように、カセッター4がウェハストッカーの機能を兼ね備えている場合には、カセッター4は、複数の半導体ウェハ40を保管することが可能である。このため、アクセス対象の半導体ウェハ40がカセッター4に保管されている場合には、アクセス対象の半導体ウェハ40をウェハストッカー3からカセッター4に搬送することなく、カセッター4はアクセス対象の半導体ウェハ40を含むアクセス対象のウェハカセット90を迅速に組み立てることができる。この結果、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むアクセス対象のウェハカセット90がホストユニット230のスロットに接続されるまでに要する時間を短縮することが可能となる。

20

【0370】

なお、カセッター4は、ウェハストッカーの機能のみならず、ウェハカセットストッカーの機能を兼ね備えてもよい。この場合、幾つかの空のカセット筐体80および幾つかのウェハカセット90をカセッター4に保管することができる。

【0371】

30

次に、カセット筐体80の他の構成例について説明する。図31は、ストレージシステム1において用いられる、プローブカード11が埋め込まれた上部ケース31を含むカセット筐体80の構成を説明するための図である。

【0372】

図31の左部は、半導体ウェハ40とカセット筐体80から組み立てられたウェハカセット90の構成を示す。図31の右部は、カセット筐体80の構成を示す。図31に示すように、カセット筐体80の上部ケース31にプローブカード11が埋め込まれているので、上部ケース31の下面とほぼ同じ位置にプローブカード11を配置することができる。

【0373】

この結果、上部ケース31の下面と下部ケースの上面との間の距離を、プローブピン51の長さ半導体ウェハ40の厚みとの合計にまで短くすることができる。この結果、ホストユニット230のスロットへの接続に好適な薄型のウェハカセット90を実現することができる。

40

【0374】

図32は、ストレージシステム1において用いられる、上部ケース31の内側にプローブカード11が設けられたカセット筐体80について説明するための図である。

【0375】

図32の左部は、上部ケース31の下側にプローブカード11が設けられたカセット筐体80の構成を示す。図32の右部は、上部ケース31の下側にプローブカード11が設けられ、且つ、プローブカード11の上面に複数のコントローラ61が配置されているカ

50

セット筐体 80 の構成を示す。

【0376】

図 33 は、ストレージシステム 1 において用いられる、上部ケース 31 の上面にプローブカード 11 が設けられたカセット筐体 80 の構成を説明するための図である。

【0377】

プローブカード 11 の上面に各種電子部品が実装される場合がある。図 33 の左部に示すように、上部ケース 31 の上面にプローブカード 11 を設けた場合には、プローブカード 11 の上面の放熱効率およびプローブカード 11 の上面上の電子部品の放熱効率を高めることができる。この結果、プローブカード 11 の上面および電子部品を冷却することができる。なお、プローブカード 11 の少なくとも上面が外部環境に露出されるようになっていれば、プローブカード 11 の一部が上部ケース 31 の内部に設けられてもよい。

10

【0378】

また、図 33 の右部に示すように、外部環境に露出されるプローブカード 11 の上面上に複数のコントローラ 61 をさらに配置してもよい。これにより、コントローラ 61 の冷却も可能となる。

【0379】

図 33 に示すカセット筐体 80 の構成は、図 26 を参照して説明したヒーターを使用し、半導体ウェハ 40 を昇温する構成と組み合わせて使用し得る。この場合、半導体ウェハ 40 を昇温しつつ、プローブカード 11 の上面上の電子部品およびコントローラ 61 の過度な温度上昇を抑制することができる。

20

【0380】

図 34 は、ストレージシステム 1 において用いられる、溝 34 が形成された下部ケース 21 と、下部ケース 21 の溝 34 に嵌め込み可能な突出部 23 が形成された上部ケース 31 とを含むカセット筐体 80 の構成を説明するための図である。

【0381】

下部ケース 21 の溝 34 と、上部ケース 31 の突出部 23 は、下部ケース 21 と上部ケース 31 とを機械的に接合するための機構として機能する。またこれらは、下部ケース 21 に載置された半導体ウェハ 40 の複数のパッド 41 と、複数のプローブピン 51 との間の位置合わせのための機構としても機能し得る。つまり、上部ケース 31 の突出部 23 を下部ケース 21 の溝 34 に嵌め込むことにより、複数のプローブピン 51 が複数のパッド 41 にそれぞれ接触するように複数のパッド 41 と複数のプローブピン 51 との間の位置合わせをすることができる。

30

【0382】

図 34 に示すカセット筐体 80 の構成は、図 28 を参照して説明したセンタリングアーム、および／または、図 29 を参照して説明した再配線層 42 と組み合わせて使用し得る。再配線層 42 は、複数のプローブピン 51 と複数のパッド 44 との粗い位置合わせのみで、複数のプローブピン 51 を複数のパッド 41 にそれぞれ電氣的に接続させることを可能にする。よって、例えば、図 34 に示すカセット筐体 80 の構成と再配線層 42 と組み合わせて使用することにより、ウェハカセット 90 の組み立てに要する時間をより短くすることが可能となる。

40

【0383】

なお、上部ケース 31 に溝 34 が設けられ、溝 34 に嵌め込み可能な突出部 23 が下部ケース 21 に設けられてもよい。

【0384】

次に、下部ケース 21 に載置された半導体ウェハ 40 を支持するためのカセット筐体 80 の構成を説明する。図 35 は、ストレージシステム 1 において用いられる、真空チャック 35 を用いて半導体ウェハ 40 を下部ケース 21 に固定するウェハカセット 90 の構成を示す図である。

【0385】

真空チャック 35 は、真空吸着によって半導体ウェハ 40 を下部ケース 21 のウェハ載

50

置領域に固定する部材である。真空チャック３５は、下部ケース２１に設けられている。半導体ウェハ４０は、真空チャック３５上に載置される。この真空チャック３５により、ウェハカセット９０の搬送中に、複数のパッド４１と複数のプローブピン５１との間の位置ずれが生じることを抑制することができる。

【０３８６】

次に、下部ケース２１に載置された半導体ウェハ４０を固定するためのカセット筐体８０の別の構成例について説明する。

【０３８７】

図３６は、下部ケース２１に載置された半導体ウェハ４０に当接する複数の突起部２４が設けられた上部ケース３１を含むウェハカセット９０の構成例を示す図である。図３６に示す構成例においては、プローブカード１１は上部ケース３１に埋め込まれていてもよい。上部ケース３１においては、上部ケース３１の下面から下部ケース２１に向かう方向に延在する複数の突起部２４が設けられている。下部ケース２１と上部ケース３１とが接合された場合、複数の突起部２４の各々は、下部ケース２１に載置された半導体ウェハ４０の表面上におけるパッド４１以外の領域に当接し、これによって半導体ウェハ４０を支持する。

【０３８８】

したがって、半導体ウェハ４０は、複数のパッド４１と複数のプローブピン５１との間の接触と、複数の突起部２４と半導体ウェハ４０の表面との間の接触とによって支持され、下部ケース２１に固定される。

【０３８９】

これら複数の突起部２４が設けられていることにより、各プローブピン５１によってパッド４１を強く押圧することなく、半導体ウェハ４０を下部ケース２１に固定することが可能となる。この構成により、下部ケース２１と上部ケース３１とを互いに機械的に接合するという簡単な工程によってウェハカセット９０を迅速に組み立てることが可能となる。

【０３９０】

次に、下部ケース２１に載置された半導体ウェハ４０を固定するためのカセット筐体８０のさらに別の構成例について説明する。図３７は、ストレージシステム１において用いられる、下部ケース２１に載置された半導体ウェハ４０に当接して伸縮するクッション材２５が設けられた上部ケース３１を含むウェハカセット９０の構成例を示す図である。

【０３９１】

図３７の左部は、下部ケース２１と上部ケース３１とが分離されている状態を示す図である。図３７の右部は、下部ケース２１と上部ケース３１とが互いに機械的に接合された状態を示す図である。

【０３９２】

プローブカード１１は上部ケース３１に埋め込まれていてもよい。上部ケース３１においては、クッション材２５が設けられている。複数のプローブピン５１の各々は、クッション材２５を貫通するように、導電性の弾性部材５２を介してプローブカード１１の下面に接続されている。弾性部材５２は、例えば導電ゴムである。

【０３９３】

下部ケース２１と上部ケース３１とが接合された場合、クッション材２５は、下部ケース２１に載置された半導体ウェハ４０の表面上におけるパッド４１以外の領域に当接して収縮し、これによって半導体ウェハ４０を支持する。

【０３９４】

下部ケース２１と上部ケース３１とが接合された場合、複数のプローブピン５１の各々是对應するパッド４１に接触し、弾性部材５２は収縮する。

【０３９５】

したがって、半導体ウェハ４０は、複数のパッド４１と複数のプローブピン５１との間の接触と、クッション材２５と半導体ウェハ４０の表面との間の接触とによって支持され、下部ケース２１に固定される。また、複数のプローブピン５１の各々は導電性の弾性部

材 5 2 を介してプローブカード 1 1 の下面に接続されているので、全てのプローブピン 5 1 の圧力を均一化することができる。

【 0 3 9 6 】

このように、クッション材 2 5 が設けられていることにより、各プローブピン 5 1 によってパッド 4 1 を強く押圧することなく、半導体ウェハ 4 0 を下部ケース 2 1 に固定することが可能となる。この構成により、下部ケース 2 1 と上部ケース 3 1 とを互いに機械的に接合するという簡単な工程によってウェハカセット 9 0 を迅速に組み立てることが可能となる。

【 0 3 9 7 】

次に、ストレージシステム 1 において用いられるウェハカセット 9 0 におけるホストインタフェースの配置例について説明する。

【 0 3 9 8 】

図 3 8 の左部は、上部ケース 3 1 の上面にホストインタフェースが配置されたウェハカセット 9 0 の構成例を示す図である。ホストインタフェースとしては、例えば、図 1 2 を参照して説明したプラグ端子 2 2 を使用することができる。

【 0 3 9 9 】

図 3 6 の右部は、上部ケース 3 1 の側面にホストインタフェースが配置されたウェハカセット 9 0 の構成例を示す図である。ホストインタフェースとしては、例えば、図 1 2 を参照して説明したプラグ端子 2 2 を使用することができる。

【 0 4 0 0 】

以上説明したように、本実施形態によれば、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット 9 0 が接続可能なスロットを含む。ホストユニット 2 3 0 は、このスロットに接続されているウェハカセット 9 0 に含まれる半導体ウェハ 4 0 に対してデータの読み出しおよび書き込みを行うことが可能である。ホストユニット 2 3 0 は、ストレージシステム 1 で管理されている複数の半導体ウェハ 4 0 のうち、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 を決定する。

【 0 4 0 1 】

アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 を含むアクセス対象のウェハカセット 9 0 がホストユニット 2 3 0 のスロットに接続されている場合、ホストユニット 2 3 0 は、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

【 0 4 0 2 】

アクセス対象のウェハカセット 9 0 がホストユニット 2 3 0 のスロットに接続されておらず、且つ、ウェハカセットストッカー 5 に保管されている場合、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット搬送装置 9 に、アクセス対象のウェハカセット 9 0 をホストユニット 2 3 0 のスロットに搬送させて接続させる。

【 0 4 0 3 】

アクセス対象のウェハカセット 9 0 がホストユニット 2 3 0 のスロットに接続されておらず、且つ、ウェハカセットストッカー 5 に保管されていない場合、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハ搬送装置 8 に、アクセス対象の半導体ウェハ 4 0 をウェハストッカー 3 からカセッター 4 に搬送させ、カセッター 4 に、搬送されたアクセス対象の半導体ウェハ 4 0 を含むアクセス対象のウェハカセット 9 0 を組み立てさせ、ウェハカセット搬送装置 9 に、組み立てられたアクセス対象のウェハカセット 9 0 をホストユニット 2 3 0 のスロットに搬送させて接続させる。

【 0 4 0 4 】

このように、ストレージシステム 1 においては、カセット筐体 8 0 と半導体ウェハ 4 0 とから組み立てられたウェハカセット 9 0 が、ホストユニット 2 3 0 のスロットに接続される。この結果、ホストユニット 2 3 0 のスロットに接続されたウェハカセット 9 0 を、ホストユニット 2 3 0 によってアクセス可能なストレージデバイスとして使用することができる。このため、ホストユニット 2 3 0 は、ホストユニット 2 3 0 のスロットに接続されているウェハカセット 9 0 を別のウェハカセット 9 0 に交換するだけで、ストレージシステム 1 で管理される複数の半導体ウェハ 4 0 のうちの任意の半導体ウェハ 4 0 に対して

10

20

30

40

50

データの読み出しまたは書き込みを行うことができる。

【0405】

ホスト装置がプローバを介して半導体ウェハにアクセスするという構成が用いられた場合には、プローバから一旦取り外された半導体ウェハを再びアクセスする場合は、この半導体ウェハをプローバのステージ上に再び載置し、さらに、プローブカードの複数のプローブピンとステージ上のこの半導体ウェハの複数の電極との間の位置合わせを再び行う必要がある。

【0406】

本実施形態では、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90がウェハカセットストッカー5に保管されている場合には、アクセス対象の半導体ウェハ40を含むウェハカセット90を再び組み立てる必要がない。よって、ホスト装置がプローバを介して半導体ウェハにアクセスする構成に比し、アクセス対象の半導体ウェハ40に対して実際にデータ読み出しおよびデータ書き込みが可能になるまでに必要な時間を低減できる。この結果、データセンタにおいて必要される大量のデータの処理に好適なストレージシステム1を実現できる。

【0407】

また、ウェハ搬送装置8は、開口a1と開口b2とを通して、ウェハストッカー3aとウェハストッカー3bとの間で半導体ウェハ40を搬送することができる。さらに、ウェハ搬送装置8は、開口a2と開口b3とを通して、ウェハストッカー3bとカセッター4との間で半導体ウェハ40を搬送することができる。よって、任意のウェハストッカー3からカセッター4に半導体ウェハ40を迅速に搬送することができる。

【0408】

また、ウェハカセット搬送装置9は、開口a3と開口b4とを通して、カセッター4とウェハカセットストッカー5との間でウェハカセット90を搬送することができる。さらに、ウェハカセット搬送装置9は、開口a4と開口b5とを通して、ウェハカセットストッカー5とホストコンピュータ2との間でウェハカセット90を搬送することができる。よって、カセッター4とウェハカセットストッカー5とホストコンピュータ2との間でウェハカセット90を迅速に搬送することができる。

【0409】

よって、アクセス対象の半導体ウェハ40に対して実際にデータ読み出しおよびデータ書き込みが可能になるまでに必要なレイテンシーをより短くすることが可能となる。

【0410】

また、アクセス対象の半導体ウェハ40は、ウェハカセット90に収容された状態で、カセッター4またはウェハカセットストッカー5とホストコンピュータ2との間で搬送される。よって、搬送中の半導体ウェハ40の破損を防止することができる。

【0411】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0412】

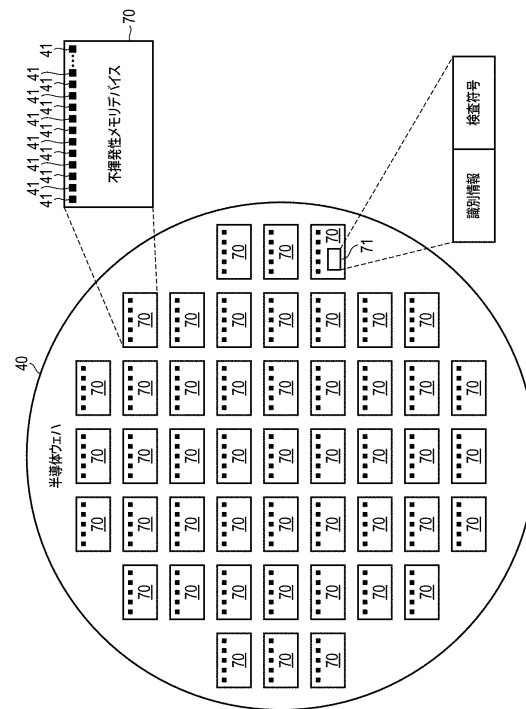
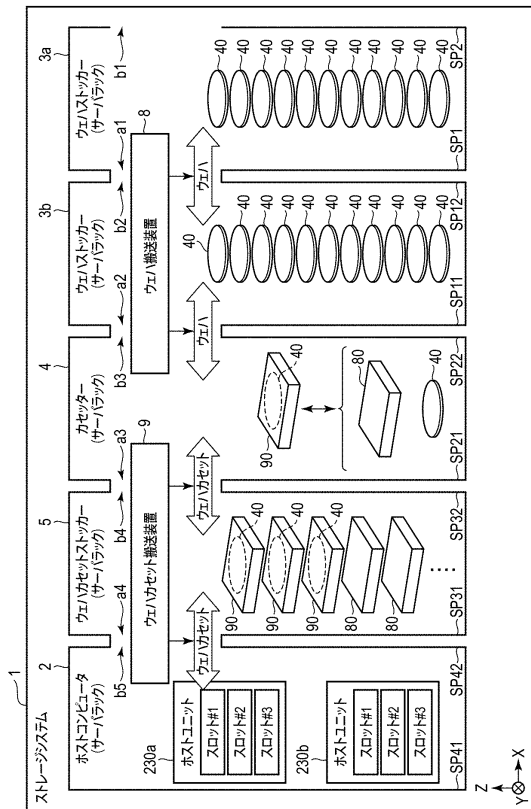
- 1 ストレージシステム
- 2 ホストコンピュータ
- 3 ウェハストッカー
- 4 カセッター
- 5 ウェハカセットストッカー
- 8 ウェハ搬送装置
- 9 ウェハカセット搬送装置

- 2 1 下部ケース
- 3 1 上部ケース
- 4 0 半導体ウェハ
- 4 1 電極（パッド）
- 5 1 プローブピン（プローブ）
- 6 1 コントローラ
- 7 0 不揮発性メモリデバイス
- 8 0 カセット筐体
- 9 0 ウェハカセット
- 2 3 0 ホストユニット

【凶面】

【図 1】

【図 2】



10

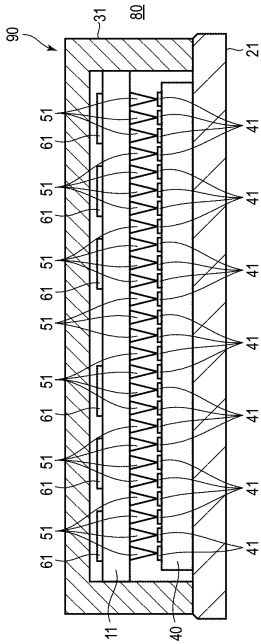
20

30

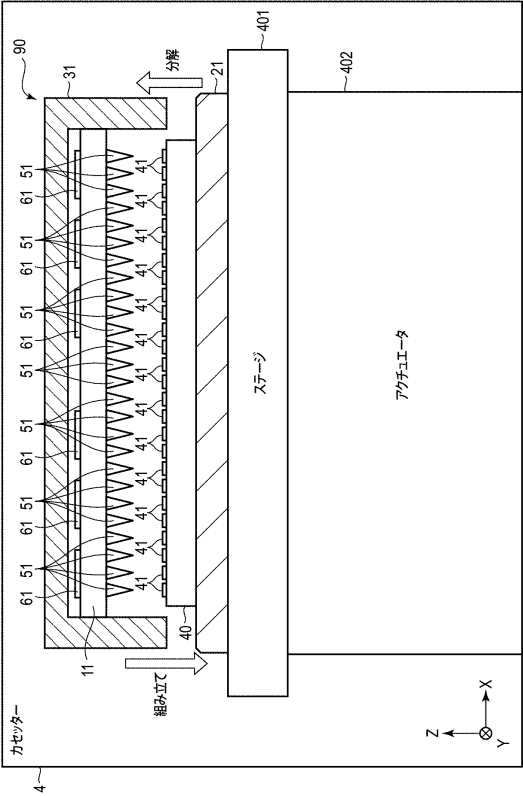
40

50

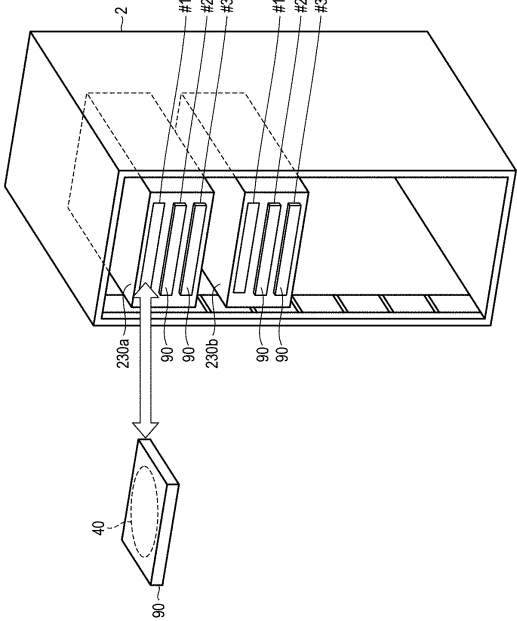
【図 3】



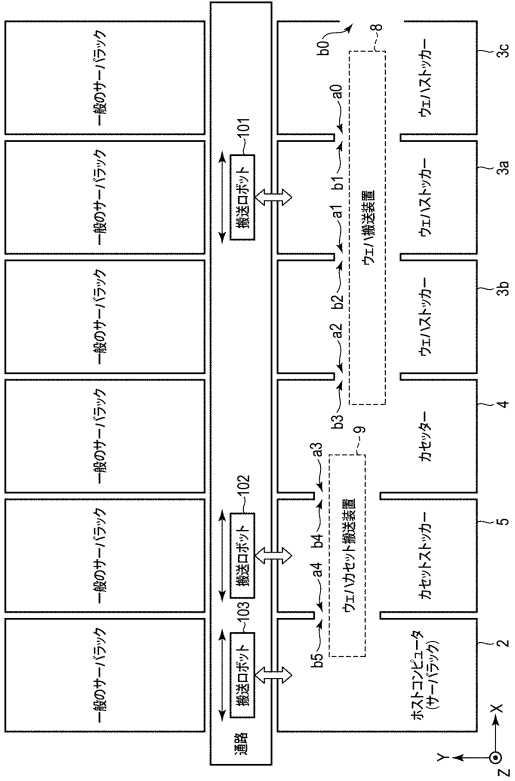
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

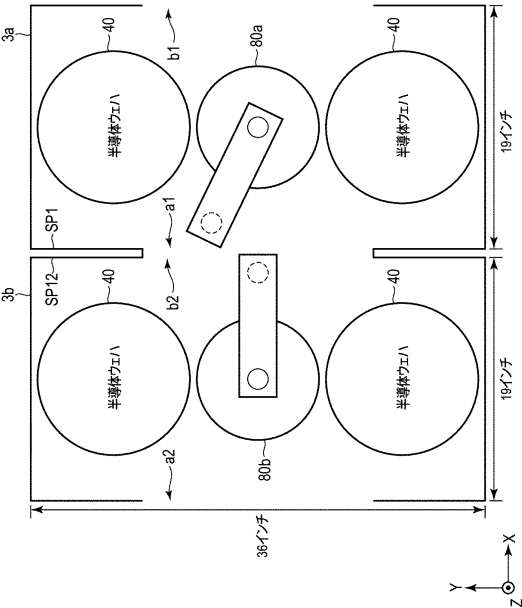
20

30

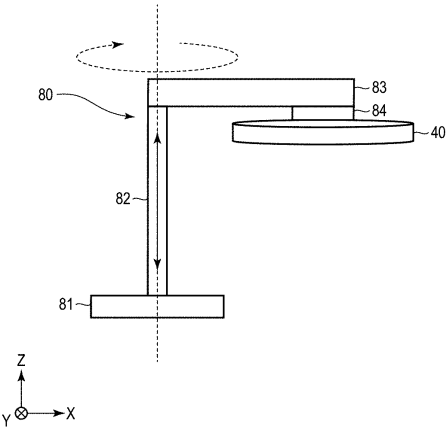
40

50

【図 7】



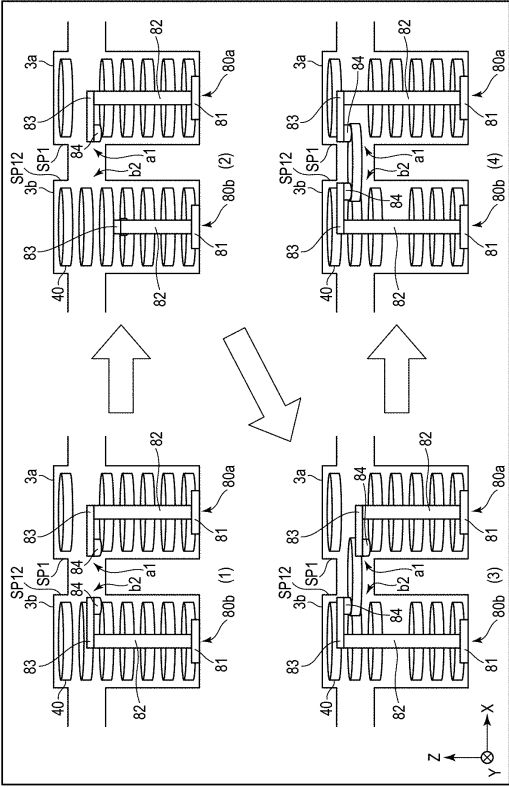
【図 8】



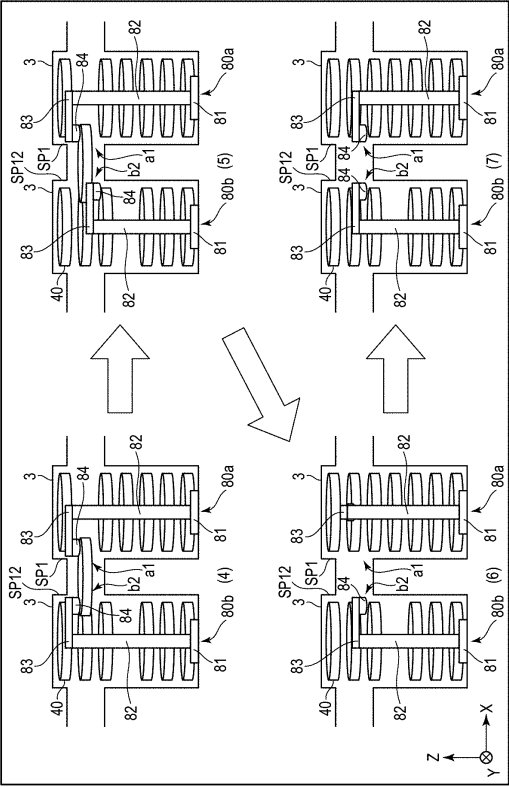
10

20

【図 9 A】



【図 9 B】

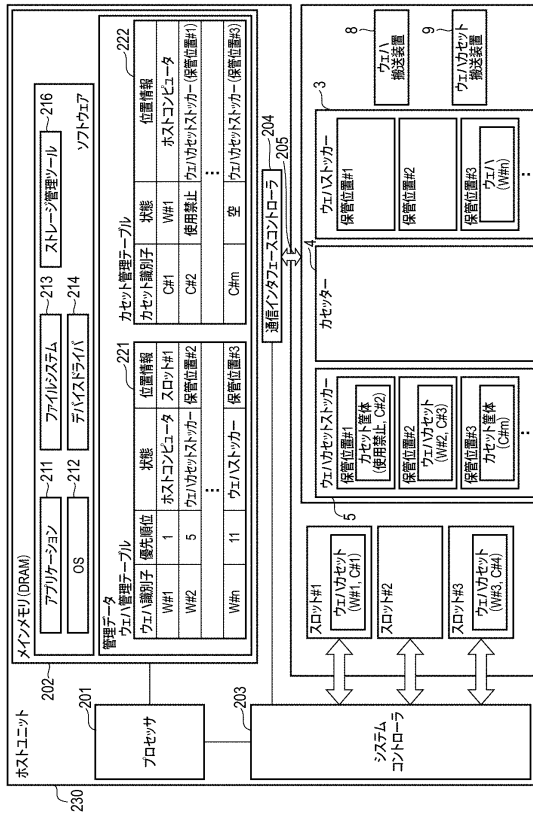


30

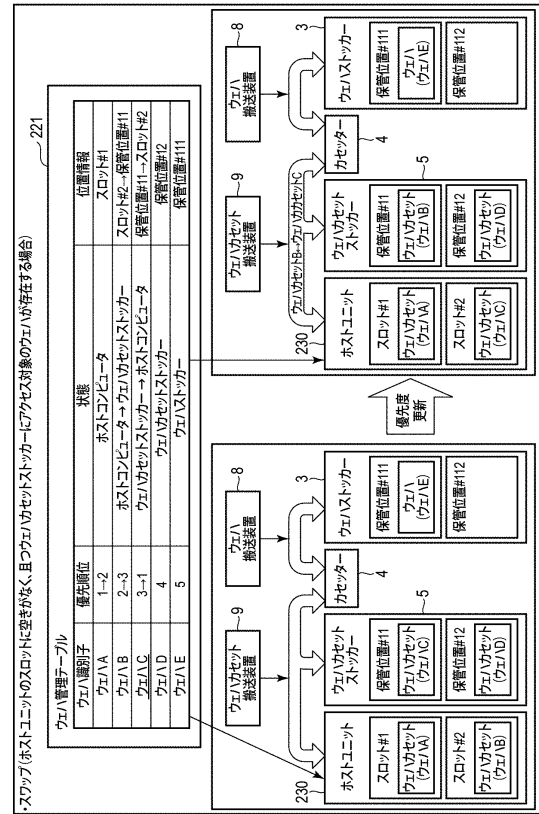
40

50

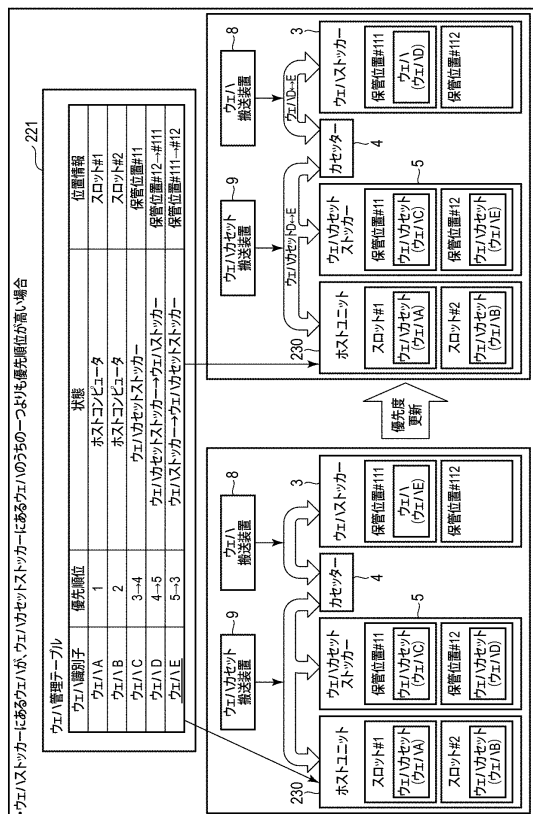
【図 14】



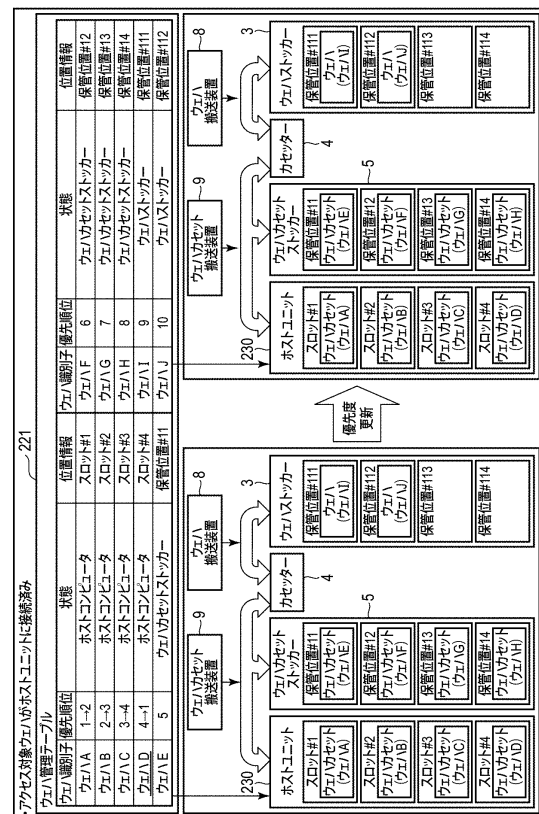
【図 15 A】



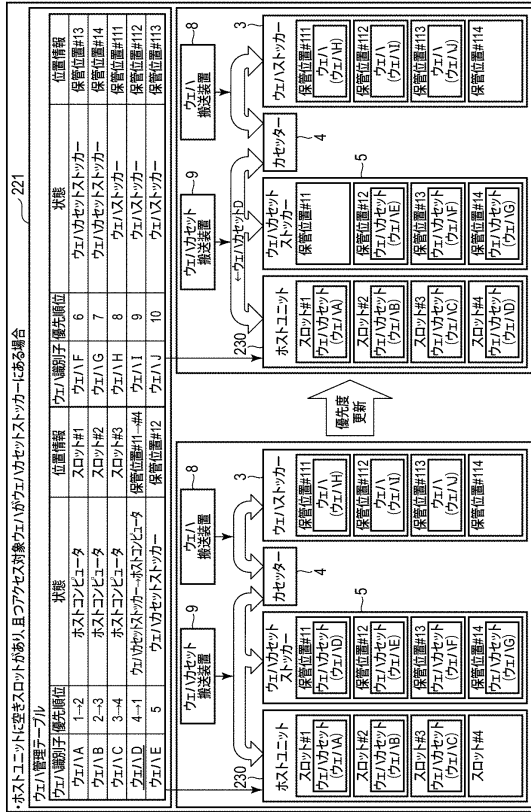
【図 15 B】



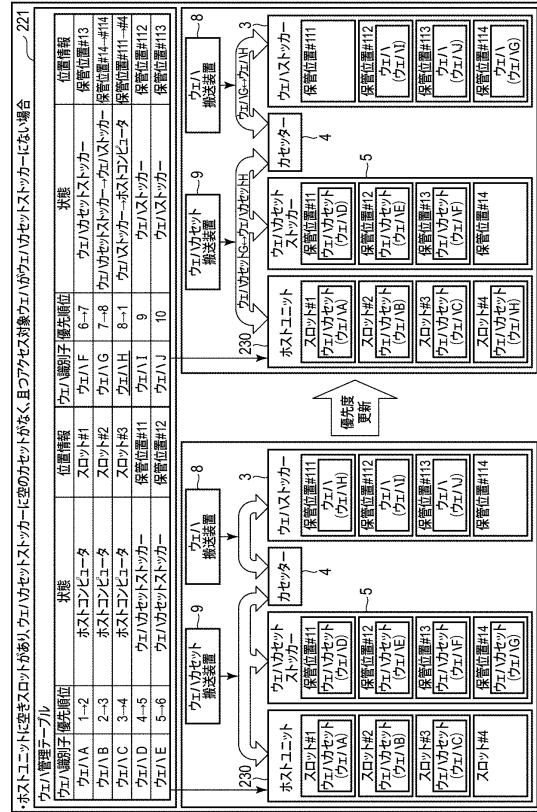
【図 16 A】



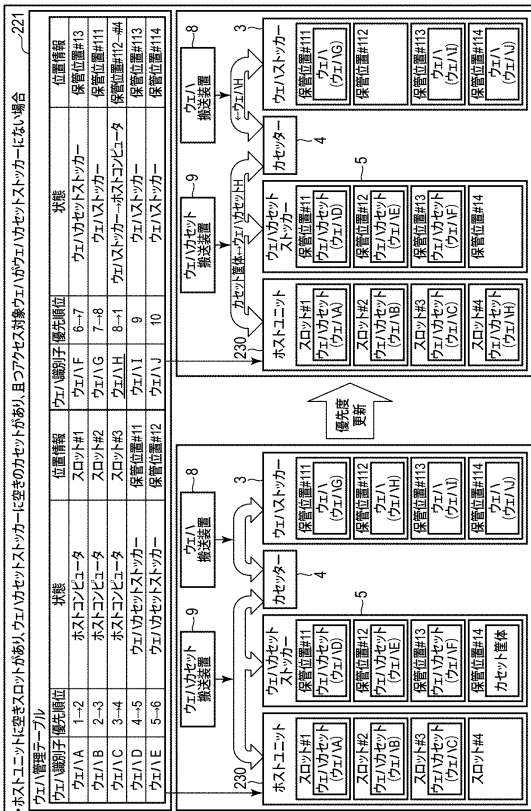
【図 16 B】



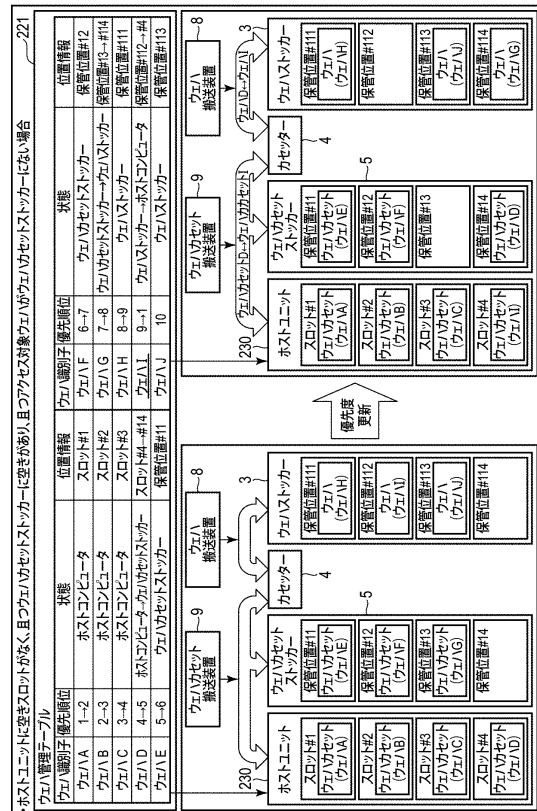
【図 16 C】



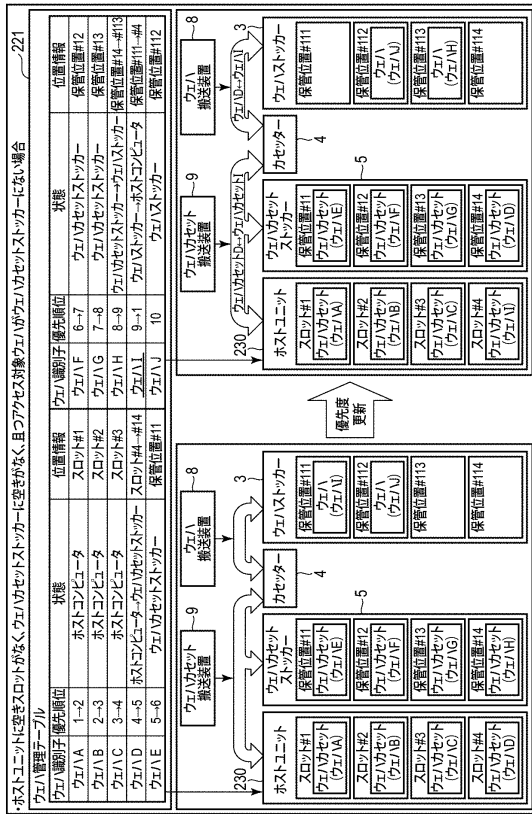
【図 16 D】



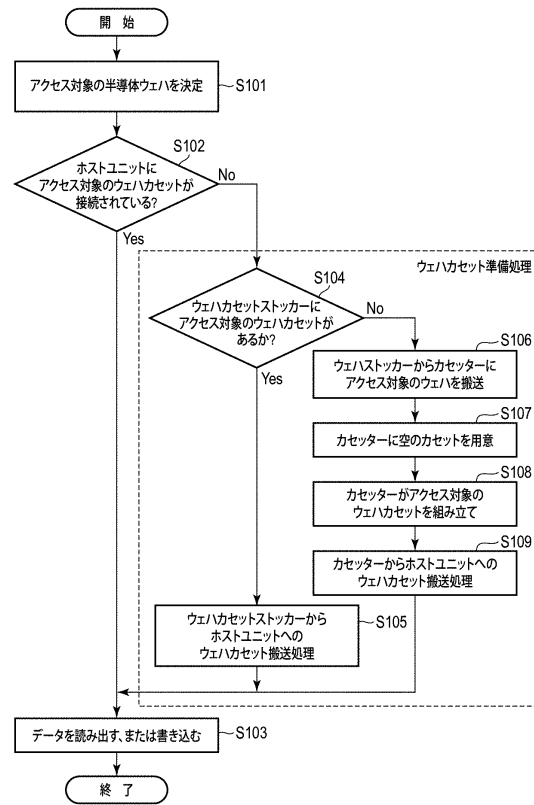
【図 16 E】



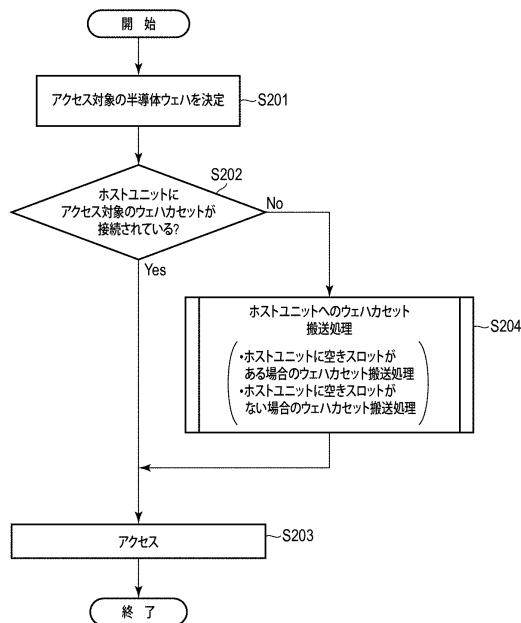
【図 16 F】



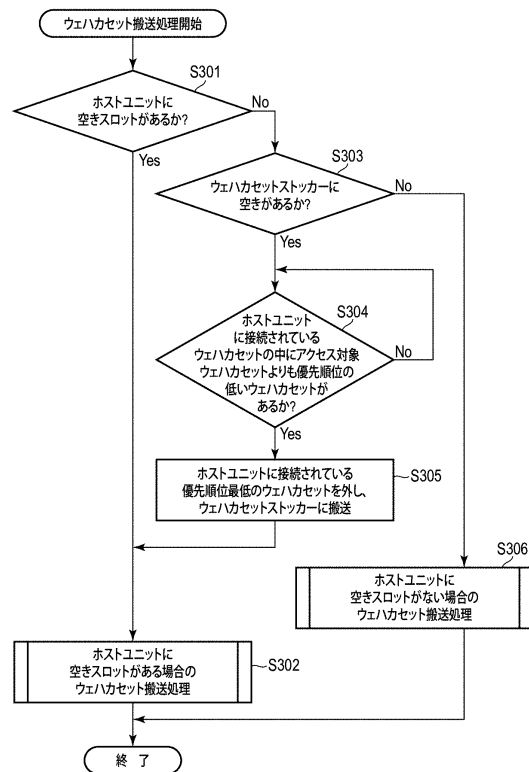
【図 17】



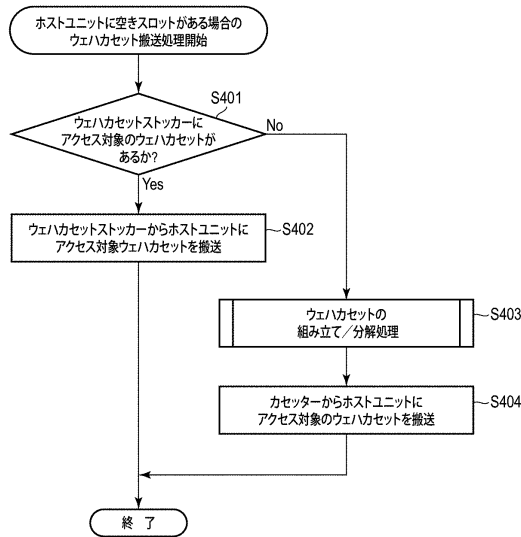
【図 18】



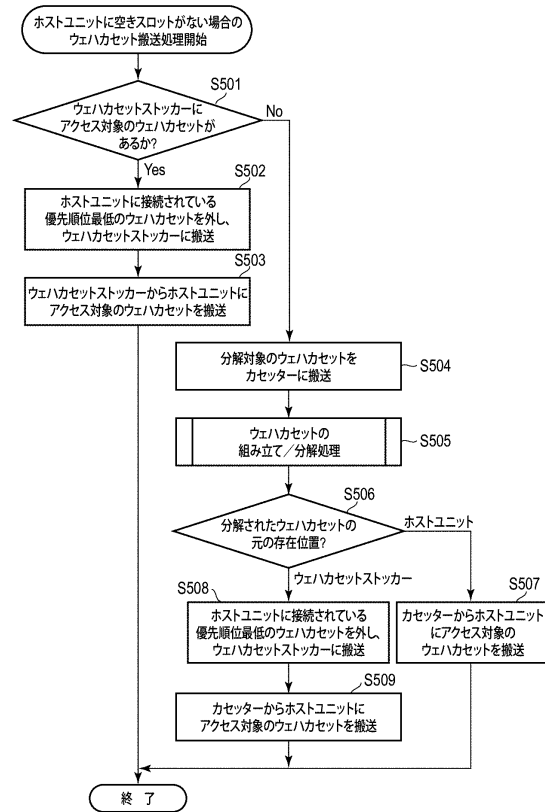
【図 19】



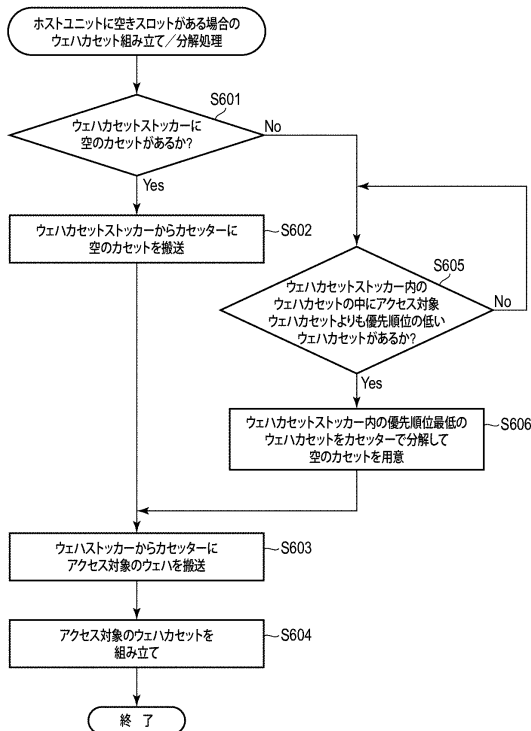
【図 20】



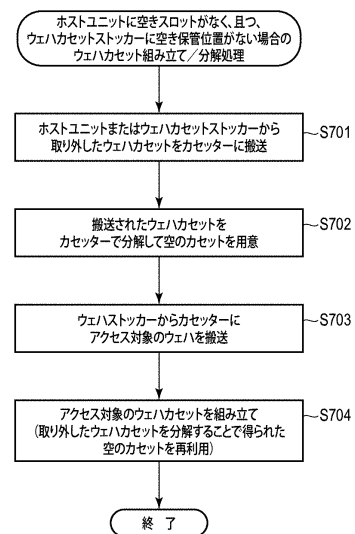
【図 21】



【図 22】



【図 23】



10

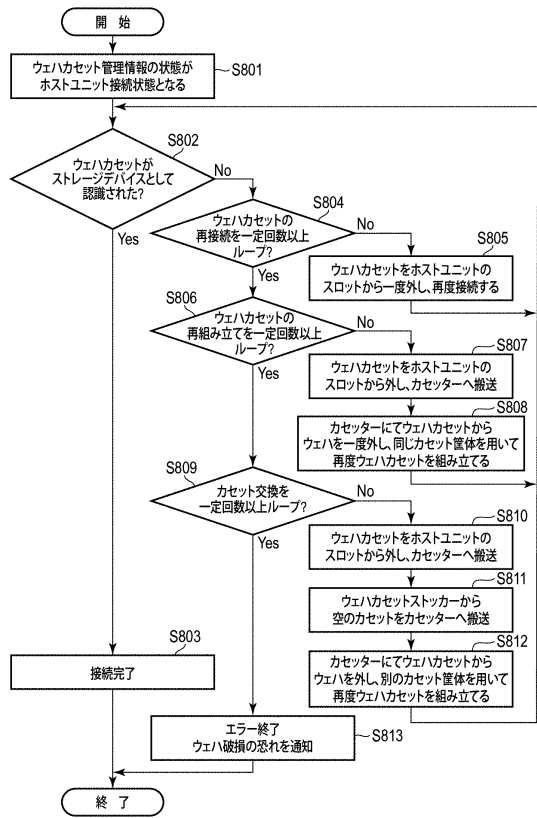
20

30

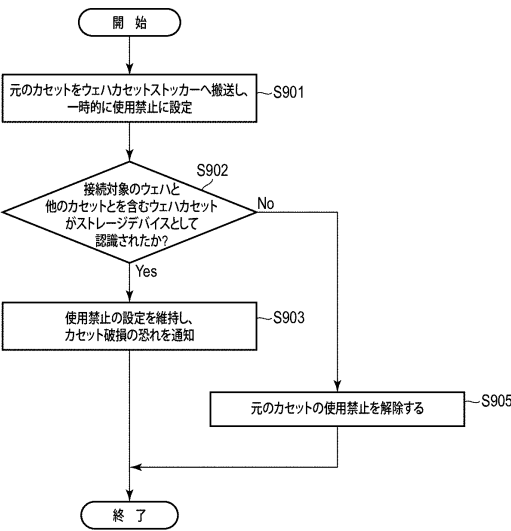
40

50

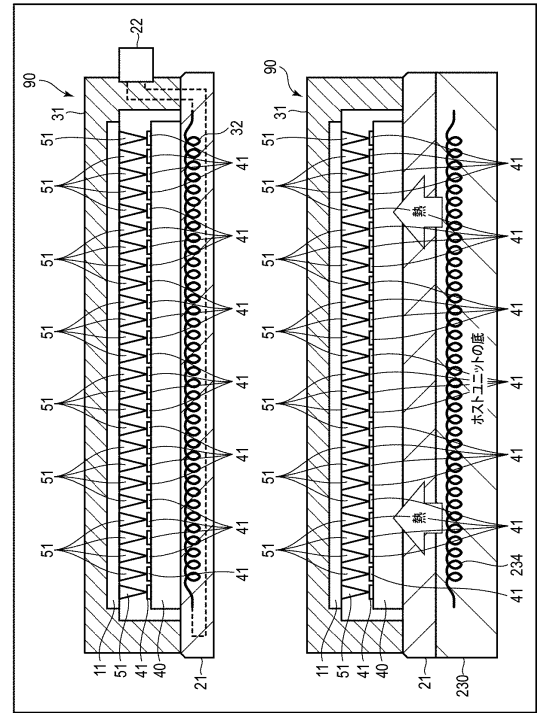
【図 2 4】



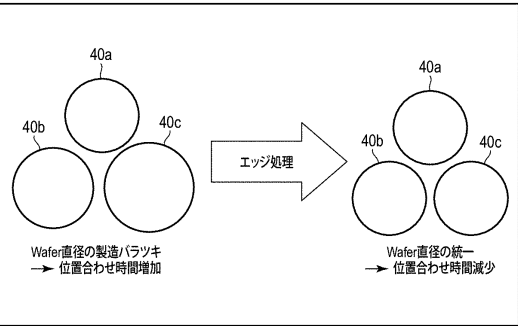
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 2 7】



10

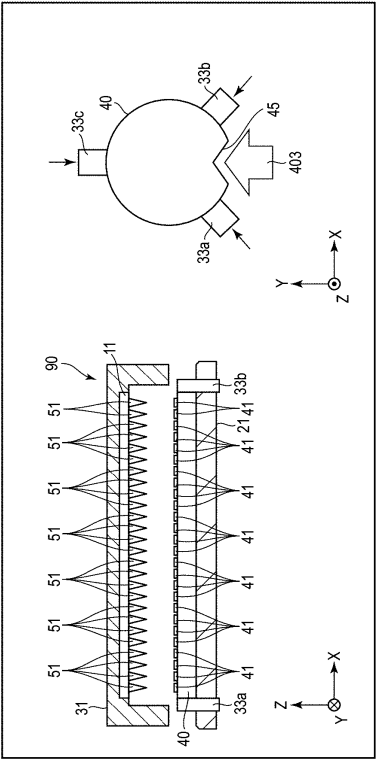
20

30

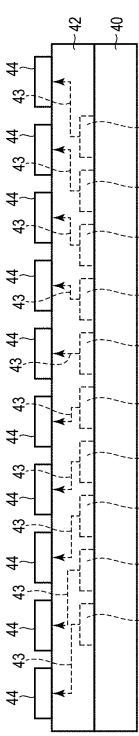
40

50

【図 28】



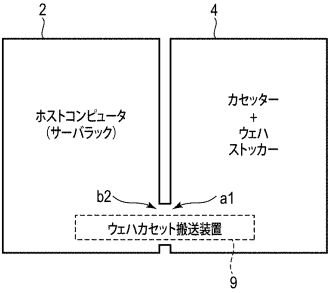
【図 29】



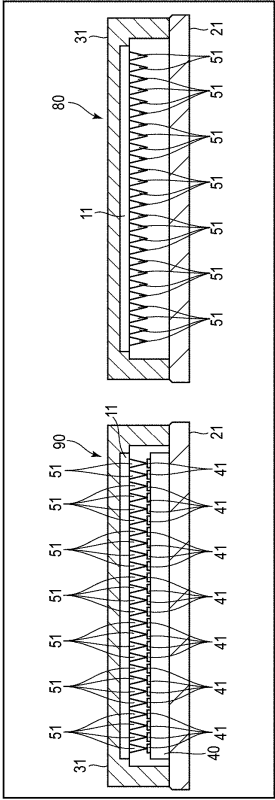
10

20

【図 30】



【図 31】

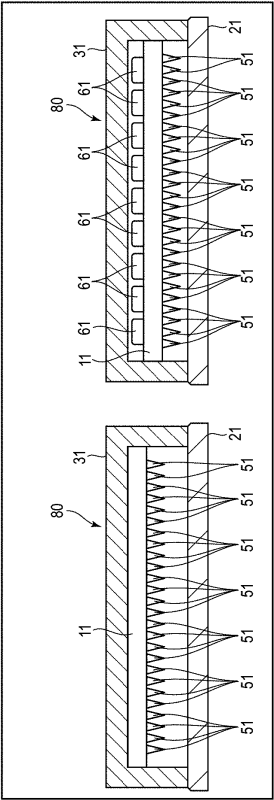


30

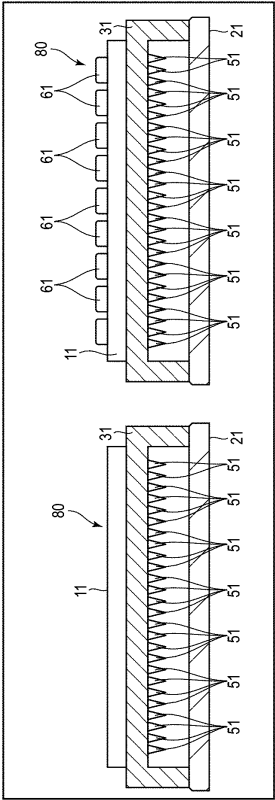
40

50

【図 3 2】



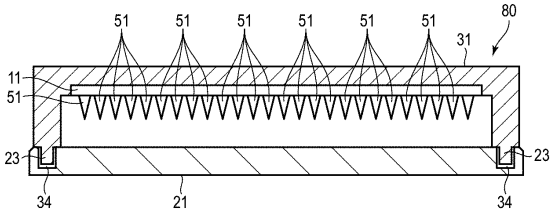
【図 3 3】



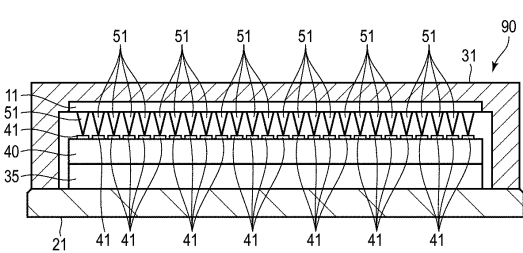
10

20

【図 3 4】



【図 3 5】

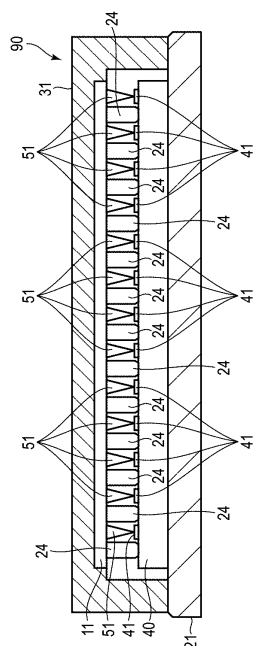


30

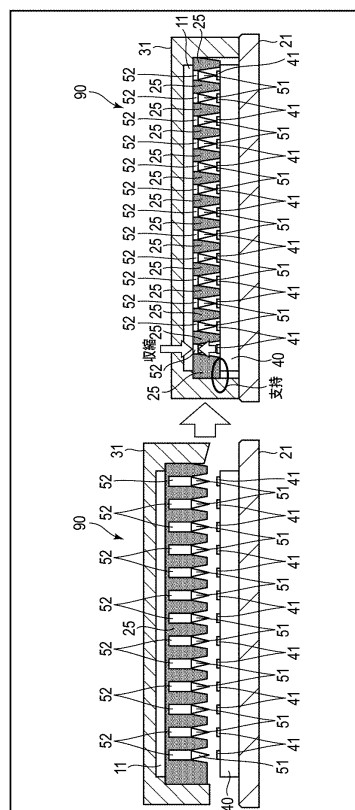
40

50

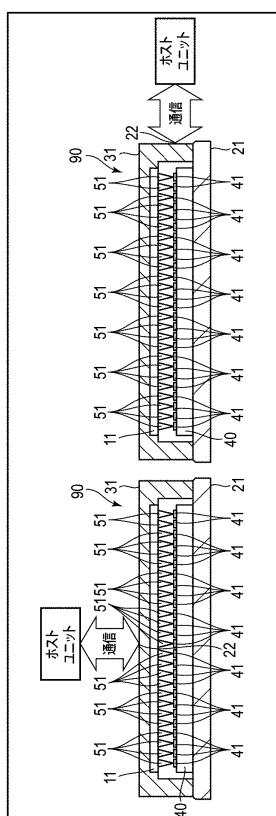
【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 8】



フロントページの続き

	日本国東京都港区芝浦三丁目1番21号	キオクシア株式会社内
(72)発明者	早坂 一人	
	日本国東京都港区芝浦三丁目1番21号	キオクシア株式会社内
(72)発明者	佐貫 朋也	
	日本国東京都港区芝浦三丁目1番21号	キオクシア株式会社内
審査官	後藤 彰	
(56)参考文献	特開2003-197697 (JP, A)	
	特開2020-194889 (JP, A)	
	国際公開第2021/095252 (WO, A1)	
(58)調査した分野	(Int.Cl., DB名)	
	G06F 12/00	