

明 細 書

発明の名称：ストレージシステム

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。

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] 特許文献1：特開2020-194889号公報

特許文献2：特開2020-198354号公報

特許文献3：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、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、ホスト装置と、ウェハ搬送装置と、

ウェハカセット搬送装置とを具備する。ウェハストッカーは、それぞれに複数の不揮発性メモリデバイスが形成された複数の半導体ウェハを保管可能である。カセッターは、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の中に、複数の半導体ウェハのうちの少なくとも一つを収容するように構成される。ウェハカセットストッカーは、カセット筐体と、カセット筐体に収容された半導体ウェハとを含むウェハカセットを保管可能である。ホスト装置は、ウェハカセット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ウェハカセットに含まれる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る。ウェハ搬送装置は、ウェハストッカーとカセッターとの間で半導体ウェハを搬送するように構成される。ウェハカセット搬送装置は、カセッターとウェハカセットストッカーとホスト装置との間でウェハカセットを搬送するようにされる。ホスト装置は、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する。ホスト装置は、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がホスト装置のスロットに接続されている場合、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する。ホスト装置は、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されておらず、且つ、ウェハカセットストッカーに保管されている場合、ウェハカセット搬送装置に、アクセス対象のウェハカセット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、アクセス対象のウェハカセットがホスト装置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に保管されていない場合、ウェハ搬送装置に、第1半導体ウェハをウェハストッカーからカセッターに搬送させ、カセッターに、搬送された第1半導体ウェハをカセット筐体に収容させ、ウェハカセット搬送装置に、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

[0009] [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。

[図9A]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9B]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10]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11]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12]実施形態に係るウェハカセットの構成例を示す図。

[図13]実施形態に係るホスト装置の構成例を示す図。

[図14]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15A]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15B]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16A]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16B]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。

[図16C]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16D]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16E]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16F]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17]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18]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19]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。

[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]実施形態に係るおけ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。

[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。

[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] 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。
- [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 3 b、3 a）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、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 400 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つのホストユニット230a、230b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230の数は、1でもよいし、3以上でもよい。
- [0024] ホストユニット230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90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230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230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。
- [0025] ホストユニット230は、スロットに接続されたウェハカセット90に含まれる半導体ウェハ40（より詳しくは半導体ウェハ40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230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。
- [0026] 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。
- [0027] 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インチー42Uラック）が多く利用されている。

。

- [0028] 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。
- [0029] ホストユニット 230 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 230 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 230 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 230 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 230 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。
- [0030] ホストユニット 230 は、ホスト筐体と、システム基板と、電源ユニットとを含む。
- [0031] ホスト筐体は、ウェハカセット 90 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 90 とに、電力を供給する電源回路である。
- [0032] ウェハストッカー 3 は、複数の半導体ウェハ 40 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。
- [0033] 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。
- [0034] 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] 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を搬送し得る。開口a2と開口b3との間の空間は、ウェハストッカー3b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a2と開口b3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。

[0045] ウェハカセットストッカー5の筐体は、側板SP31と、X軸方向で側板SP31の反対側に位置する側板SP32とを含む。側板SP32は、カセッター4の側板SP21に対向する。側板SP31には、開口a4が形成され得る。側板SP32には、開口b4が形成され得る。開口b4は、開口a3と対向する位置に形成され得る。開口a4と開口b4のそれぞれは、ウェハカセット90が通過可能なサイズを有する。

[0046] 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を搬送し得る。

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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

- [0051] 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40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。
- [0052] 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。
- [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。
- [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。

[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。

[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。

- [0061] この搬送要求は、アクセス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。
- [0062] さらに、ホストユニット230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40とカセット筐体80とからアクセス対象のウェハカセット90を組み立てさせる。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。
- [0063] 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。
- [0064] このように、ホストユニット230は、アクセス対象の半導体ウェハ40またはアクセス対象のウェハカセット90の搬送を制御することによって、複数の半導体ウェハ40のうちの任意の半導体ウェハ40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。
- [0065] さらに、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管理する機能も有し得る。複数の半導体ウェハ40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40それぞれの優先順位を決定することができる。
- [0066] 例えば、各半導体ウェハ40に対するアクセス要求に基づいて各半導体ウェハ40の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ40に対するアクセス頻度に基づいて、各半導体ウェハ40の優先順位が決定されてもよい。

各半導体ウェハ40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40の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ40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40の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ40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40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40の優先順位が決定されてもよい。各半導体ウェハ40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40の優先順位が決定されてもよい。

[0067] 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る使用することによって、各半導体ウェハ40の優先順位が決定されてもよい。

[0068] 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に基づいて、複数の半導体ウェハ40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230は、第1レベルの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がホストユニット230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

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（*i n t e g r i t y*）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 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。

[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。

[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スレーション

層（F T L）として機能し得る。F T L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、L B A（l o g i c a l b l o c k a d d r e s s（a d d r e s s i n g））が使用され得る。

- [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。
- [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内に收容される。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。
- [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が收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。
- [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收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。

- [0100] ウェハストッカー 3 c は、図 1 を参照して説明したウェハストッカー 3 a、3 b と同様の構成を有している。
- [0101] ウェハストッカー 3 a ～ 3 c 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。
- [0102] 搬送ロボット 1 0 1 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 1 0 1 は、ウェハストッカー 3 a ～ 3 c とカセッター 4 との間で半導体ウェハ 4 0 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 1 0 1 は、各サーバラックに対して半導体ウェハ 4 0 を出し入れ可能なアームを有している。搬送ロボット 1 0 1 は、ウェハストッカー 3 a ～ 3 c 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 4 0 を追加する動作を行う。また、搬送ロボット 1 0 1 は、ウェハストッカー 3 a ～ 3 c 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 4 0 を取り出す動作を行う。
- [0103] 搬送ロボット 1 0 1 は、ウェハストッカー 3 a ～ 3 c 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 b 3 と a 2 のペア、開口 b 2 と a 1 のペア、開口 b 1 と a 0 のペア）を通して半導体ウェハ 4 0 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 1 0 2、1 0 3 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 1 0 2、1 0 3 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 9 0 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 1 0 2、1 0 3 の各々は、各サーバラックに対してウェハカセット 9 0 を出し入れ可能なアームを有している。搬送ロボット 1 0 2、1 0 3 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 9 0 を追加する動作を行う。また、搬送ロボット 1 0 2、1 0 3 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

エハカセット 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（914.4 mm）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 300 mm 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 3 a、3 b のそれぞれに配置されるロボットアーム 80 a とロボットアーム 80 b 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 80 a とロボットアーム 80 b 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 9 A は、ウェハストッカー 3 b の側板 S P 1 2 の開口 b 2 と、ウェハストッカー 3 a の側板 S P 1 の開口 a 1 とを通して、ウェハストッカー 3 b からウェハストッカー 3 a 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 3 b に配置されたロボットアーム 80 b のアーム 83 とウェハストッカー 3 a に配置されたロボットアーム 80 a 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 80 b 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 80 b 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 80 b 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。

(3) ロボットアーム 80 b 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 b 2 と開口 a 1 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 80 a 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] 図 9 B は、ウェハストッカー 3 b からウェハストッカー 3 a 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 80 b 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 80 a 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 80 a 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。

[0117] 図 10 に示す配置例においては、ウェハストッカー 3 a ~ 3 c 内の中央位置にロボットアーム 8 a ~ 8 c 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 9 a および 9 b がそれぞれ配置されている。

[0118] ロボットアーム 8 a ~ 8 c とロボットアーム 9 a 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 9 a および 9 b 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 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。

[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。
- [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。
- [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外し、取り外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 express™ (PCIe™) 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。
- [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。

- [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。
- [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。
- [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。

- [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。
- [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、ホストユニット 230 のスロット #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 のスロット #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-slot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-slot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) slot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-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のスロットにウェハカセット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。

[0170] ホストユニット230に空きスロットがないため、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（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のスロット#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のスロット#2に接続するように、指示する。

[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のスロット#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 2 3 0 のスロット # 2 に接続される。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。

[0173] 結果として、図 1 5 A を参照して説明した処理によって、ホストユニット 2 3 0 のスロット # 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 1 5 B は、ウェハストッカー 3 に保管されている半導体ウェハ 4 0 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 9 0 のうちのいずれかに含まれる半導体ウェハ 4 0 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。

[0175] 図 1 5 B 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 9 0 がホストユニット 2 3 0 のスロット # 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 9 0 がホストユニット 2 3 0 のスロット # 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 9 0 がウェハカセットストッカー 5 内の保管位置 # 1 1 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 9 0 がウェハカセットストッカー 5 内の保管位置 # 1 2 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 # 1 1 1 に保管されている。

[0176] ここで、各半導体ウェハ 4 0 の優先順位がホストユニット 2 3 0 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。
- [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。
- [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。
- [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 # 1 1 1 に保管される。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。

[0182] 結果として、図 1 5 B を参照して説明した処理では、各半導体ウェハ 4 0 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 # 1 1 1 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 9 0 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 9 0 をホストユニット 2 3 0 のスロットに搬送する処理について説明する。図 1 6 A ~ 1 6 F は、ホストコンピュータ 2 のホストユニット 2 3 0 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。

[0184] 図 1 6 A は、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 9 0 が、ホストユニット 2 3 0 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 9 0 が、ウェハカセットストッカー 5 内の保管位置 # 1 1 ~ # 1 4 にそれぞれ保管されている。また、9 位から 1 0 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 # 1 1 1 ~ # 1 1 2 にそれぞれ保管されている。

[0186] ここで、ホストユニット 2 3 0 がウェハ D をアクセス対象の半導体ウェハ 4 0 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 2 3 0 のスロットに接続されている他のウェハカセット 9 0 に含まれる半導体ウェハ 4 0 (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 4 0 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。

[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、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。

[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のロット#1～ロット#3にそれぞれ接続されている。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。

[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-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

エハ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、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。

[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。

[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。

[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。

[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] 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のロット＃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の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のロット＃１～ロット＃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1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あり、且つアクセス対象のウェハ1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] 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#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#14に移動される。よって、ホストユニット230のスロット#4が空きスロットとなる。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に空きスロットがあり、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。

[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1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#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1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1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。

[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1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1とから、ウェハ1を含むウェハカセット90（ウェハカセット（ウェハ1））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1とから、ウェハカセット（ウェハ1）を組み立てる。

[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1）をカセッター4からホストユニット230のロット#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 230 のスロット #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。

[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。

[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。

[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 23

0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。

[0229] ここで、ホストユニット230は、アクセス対象のウェハ1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1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。

[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1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。

[0232] そして、ホストユニット230は、アクセス対象のウェハ1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1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＃１４は空き保管位置となる。

- [0233] 次いで、ホストユニット２３０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８０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２３０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。
- [0234] 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。
- [0235] ホストユニット２３０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＃１１３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＃１１３で保管される。
- [0236] また、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＃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。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＃１４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。
- [0237] 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＃１４に移動される。この結果、ホストユニット２３０のロット＃４が空きロットとなる。
- [0238] そして、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１）は、ホストユニット２３０のロット＃４に搬送されて接続される。

- [0239] このようにして、アクセス対象のウェハ１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（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））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＃１４に移動される。
- [0240] 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。
- [0241] 図１７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。
- [0242] 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Ｓ１０１）。ＯＳ２１２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、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。
- [0243] ホストユニット２３０は、ホストユニット２３０の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のどのロットにも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 S108）。

[0252] ホストユニット 230 は、ステップ S108 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 S109）。

[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 S103）。

[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 S201）。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 2 0 2）。ホストユニット2 3 0は、ウェハ管理テーブル2 2 1を参照することで、アクセス対象の半導体ウェハ4 0がホストユニット2 3 0の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のロットのいずれかに接続されている場合（ステップS 2 0 2でY e s）、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（ステップS 2 0 3）。

[0259] 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がホストユニット2 3 0のどのロットにも接続されていない場合（ステップS 2 0 2でN o）、ホストユニット2 3 0は、ホストユニット2 3 0へのウェハカセット搬送処理を実行する（ステップS 2 0 4）。ウェハカセット搬送処理では、ホストユニット2 3 0は、ホストユニット2 3 0に空き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2 3 0に空き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 2 0 4のウェハカセット搬送処理によって、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を含むウェハカセット9 0をホストユニット2 3 0の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（ステップS 2 0 3）。

[0261] 図1 9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2 3 0は、ホストユニット2 3 0に空きロットがあるか否かを判定する（ステップS 3 0 1）。

[0263] ホストユニット2 3 0に空きロットがあることを確認すると（ステップS 3 0 1でY e s）、ホストユニット2 3 0は、ホストユニット2 3 0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S 302）。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S 301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S 303）。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。

[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S 303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S 304）。

[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S 304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S 304）。

[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S 304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。

- [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）。
- [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 4 0 2）。ステップ S 4 0 2 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 9 0 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 9 0 をホストユニット 2 3 0 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 9 0 が保管されていない場合（ステップ S 4 0 1 で N o）、ホストユニット 2 3 0 は、ウェハカセット 9 0 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 S 4 0 3）。ステップ S 4 0 3 で実行されるウェハカセット 9 0 の組み立てまたは分解処理の詳細については図 2 2 を参照して後述する。

[0276] ホストユニット 2 3 0 は、ステップ S 4 0 4 で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 S 4 0 4）。ステップ S 4 0 4 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 9 0 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 2 3 0 の空きスロットに接続する。

[0277] 次に、ホストユニット 2 3 0 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 2 1 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、ホストユニット 2 3 0 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 1 6 F を参照して説明したように、ホストユニット 2 3 0 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 2 3 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 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。

[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のスロットに、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のス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のスロットは、空きスロットになる。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のスロット（空きスロット）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のスロット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のスロット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内の保管位置は、空きスロット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のロットまたはウェハカセットロッカー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）。

[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。

[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ロッカー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がウェハカセットロッカー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「ウェハカセットロッカー」）、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ロッカー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。

[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。

[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。

[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 S 6 0 2）。ステップ S 6 0 2 では、ウェハカセット搬送装置 9 は、空のカセット筐体 8 0 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 2 3 0 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 4 0 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 S 6 0 3）。ステップ S 6 0 3 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 4 0 を搬送する。

[0298] 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 を含むウェハカセット 9 0 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 S 6 0 4）。ステップ S 6 0 4 では、カセッター 4 は、ステップ S 6 0 2 で搬送された空のカセット筐体 8 0 と、ステップ S 6 0 3 で搬送されたアクセス対象の半導体ウェハ 4 0 とから、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 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 8 0 がいない場合（ステップ S 6 0 1 で N o）、ホストユニット 2 3 0 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 9 0 の中にアクセス対象の半導体ウェハ 4 0 よりも低い優先順位を持つ半導体ウェハ 4 0 を含むウェハカセット 9 0 が存在するか否かを判定する（ステップ S 6 0 5）。

[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 9 0 の中にアクセス対象の半導体ウェハ 4 0 よりも低い優先順位を持つ半導体ウェハ 4 0 を含むウェハカセット 9 0 が存在しない場合（ステップ S 6 0 5 で N o）、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 9 0 の中にアクセス対象の半導体ウェハ 4 0 よりも低い優先順位を持つ半導体ウェハ 4 0 を含むウェハカセット 9 0 が存在するようになるまで待つ（ステップ S 6 0 5）。

[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 9 0 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。

- [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）。
- [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。

- [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。
- [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] 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、例えばキャッ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。
- [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 S 803）。

[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 S 802 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 S 804）。

[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 S 804 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 S 805）。ステップ S 805 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。

[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 S 802）。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 S 804 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 S 806）。

[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 S 806 で N

o)、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のロットから取り外し、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、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のロットに再び接続される。

[0324] その後、ホストユニット230は、ホストユニット230のロット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Y

e s)、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)

。

[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、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のスロットから取り外し、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)。ステップS811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80を搬送する。

[0329] ホストユニット230は、ステップS810で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、ステップS811で搬送された空のカセット筐体80と分解されたウェハカセット90に含まれていた接続対象の半

導体ウェハ４０とから、新たな接続対象のウェハカセット９０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Ｓ８１２）。ステップＳ８１２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、接続対象のウェハカセット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る元のカセット筐体８０とは異なる別のカセット筐体８０に、つまり、ステップＳ８１１で搬送された別の空のカセット筐体８０に、接続対象の半導体ウェハ４０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９０が組み立てられる。また、ステップＳ８１２では、ホストユニット２３０は、組み立てられた接続対象の新たなウェハカセット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。この結果、元のカセット筐体８０と異なるカセット筐体８０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９０が、ホストユニット２３０のスロットに再び接続される。

[0330] その後、ホストユニット２３０は、ホストユニット２３０のスロットに再び接続された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か否かを判定する（ステップＳ８０２）。これにより、接続対象の半導体ウェハ４０が取り出された元のカセット筐体８０の破損に起因する接続エラーに対処することができる。

[0331] 元のカセット筐体８０に対する処理については、図２５を参照して後述する。

[0332] 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ることなく、カセット筐体８０の交換が一定回数以上繰り返された場合（ステップＳ８０９でＹｅｓ）、ホストユニット２３０は、接続対象の半導体ウェハ４０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Ｓ８１３）。ホストユニット２３０は、例えばデータセンタの管理者に、半導体ウェハ４０に破損の

恐れがあることを通知してもよい。

- [0333] 図25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、使用禁止のカセット筐体80に対する処理の手順を示すフローチャートである。
- [0334] ここでは、図24のステップS812において接続対象の半導体ウェハ40が取り外された元のカセット筐体80の処理について説明する。元のカセット筐体80は、元のカセットとも称される。
- [0335] 図24のステップS812において、接続対象のウェハカセット90が分解された場合、ホストユニット230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、且つ、元のカセット筐体80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222を更新する（ステップS901）。
- [0336] ホストユニット230は、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、図24のステップS802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S902）。
- [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 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 40 a ~ 40 c 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33cを用いて半導体ウェハ40をウェハ載置領域の中心に寄せる。
- [0356] 下部ケース21においては、センタリングアーム33a～33c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40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33a～33c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33a～33cの各々は半導体ウェハ40の外周に当接される。そして、半導体ウェハ40は、センタリングアーム33a～33c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33a～33c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11が上部ケース31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40が置かれた下部ケース21と、プローブカード11を含む上部ケース31とを互いに接合することによって、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プローブピン51と複数のパッド41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40を下部ケース21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40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が可能となる。
- [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51と複数のパッド41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29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70に設けられるパッド41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40に含まれる複数のパッド41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40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51と複数のパッド41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29に示す半導体ウェハ40は、半導体ウェハ40上に形成された再配線層(RDL: redistribution layer)42を含む。再配線層42に含まれる複数の電極(パッド)44は、再配線層42内の内部配線43によって、半導体ウェハ40の複数のパッド41にそれぞれ電気的に接続されている。
- [0365] 再配線層42に含まれる複数のパッド44の各々のサイズは、半導体ウェハ40の複数のパッド41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42に含まれる複数のパッド44間の間隔は、半導体ウェハ40の複数のパッド41間の間隔よりも広く設定されている。
- [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、より容易に電気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。
- [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-slot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。

[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] 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の長さと半導体ウェハ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-slot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。

[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 3 2 の右部は、上部ケース 3 1 の下側にプローブカード 1 1 が設けられ、且つ、プローブカード 1 1 の上面に複数のコントローラ 6 1 が配置されているカセット筐体 80 の構成を示す。

[0376] 図 3 3 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 3 1 の上面にプローブカード 1 1 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 1 1 の上面に各種電子部品が実装される場合がある。図 3 3 の左部に示すように、上部ケース 3 1 の上面にプローブカード 1 1 を設けた場合には、プローブカード 1 1 の上面の放熱効率およびプローブカード 1 1 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 1 1 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 1 1 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 1 1 の一部が上部ケース 3 1 の内部に設けられてもよい。

[0378] また、図 3 3 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 1 1 の上面上に複数のコントローラ 6 1 をさらに配置してもよい。これにより、コントローラ 6 1 の冷却も可能となる。

[0379] 図 3 3 に示すカセット筐体 80 の構成は、図 2 6 を参照して説明したヒーターを使用して半導体ウェハ 4 0 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 4 0 を昇温しつつ、プローブカード 1 1 の上面上の電子部品およびコントローラ 6 1 の過度な温度上昇を抑制することができる。

[0380] 図 3 4 は、ストレージシステム 1 において用いられる、溝 3 4 が形成された下部ケース 2 1 と、下部ケース 2 1 の溝 3 4 に嵌め込み可能な突出部 2 3 が形成された上部ケース 3 1 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 2 1 の溝 3 4 と、上部ケース 3 1 の突出部 2 3 は、下部ケース 2 1 と上部ケース 3 1 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 2 1 に載置された半導体ウェハ 4 0 の複数のパッド

4 1 と、複数のプローブピン 5 1 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 3 1 の突出部 2 3 を下部ケース 2 1 の溝 3 4 に嵌め込むことにより、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パッド 4 1 と複数のプローブピン 5 1 との間の位置合わせをすることができる。

[0382] 図 3 4 に示すカセット筐体 8 0 の構成は、図 2 8 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 2 9 を参照して説明した再配線層 4 2 と組み合わせて使用し得る。再配線層 4 2 は、複数のプローブピン 5 1 と複数のパッド 4 4 との粗い位置合わせのみで、複数のプローブピン 5 1 を複数のパッド 4 1 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 3 4 に示すカセット筐体 8 0 の構成と再配線層 4 2 と組み合わせて使用することにより、ウェハカセット 9 0 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。

[0383] なお、上部ケース 3 1 に溝 3 4 が設けられ、溝 3 4 に嵌め込み可能な突出部 2 3 が下部ケース 2 1 に設けられてもよい。

[0384] 次に、下部ケース 2 1 に載置された半導体ウェハ 4 0 を支持するためのカセット筐体 8 0 の構成を説明する。図 3 5 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 3 5 を用いて半導体ウェハ 4 0 を下部ケース 2 1 に固定するウェハカセット 9 0 の構成を示す図である。

[0385] 真空チャック 3 5 は、真空吸着によって半導体ウェハ 4 0 を下部ケース 2 1 のウェハ載置領域に固定する部材である。真空チャック 3 5 は、下部ケース 2 1 に設けられている。半導体ウェハ 4 0 は、真空チャック 3 5 上に載置される。この真空チャック 3 5 により、ウェハカセット 9 0 の搬送中に、複数のパッド 4 1 と複数のプローブピン 5 1 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 2 1 に載置された半導体ウェハ 4 0 を固定するためのカセット筐体 8 0 の別の構成例について説明する。

[0387] 図 3 6 は、下部ケース 2 1 に載置された半導体ウェハ 4 0 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 2 1 と上部ケース 3 1 とが接合された場合、クッション材 2 5 は、下部ケース 2 1 に載置された半導体ウェハ 4 0 の表面上におけるパッド 4 1 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 4 0 を支持する。
- [0394] 下部ケース 2 1 と上部ケース 3 1 とが接合された場合、複数のプローブピン 5 1 の各々は対応するパッド 4 1 に接触し、弾性部材 5 2 は収縮する。
- [0395] したがって、半導体ウェハ 4 0 は、複数のパッド 4 1 と複数のプローブピン 5 1 との間の接触と、クッション材 2 5 と半導体ウェハ 4 0 の表面との間の接触とによって支持され、下部ケース 2 1 に固定される。また、複数のプローブピン 5 1 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。
- [0396] 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。
- [0397] 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。
- [0398] 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。
- [0399] 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。

- [0400] 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230は、ウェハカセット90が接続可能なスロットを含む。ホストユニット230は、このスロットに接続されているウェハカセット90に含まれる半導体ウェハ40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230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40のうち、アクセス対象の半導体ウェハ40を決定する。
- [0401] 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いる場合、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。
- [0402] 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、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をホストユニット230のスロットに搬送させて接続させる。
- [0403] 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、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40を含むアクセス対象のウェハカセット90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90をホストユニット230のスロットに搬送させて接続させる。
- [0404] 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80と半導体ウェハ40とから組み立てられたウェハカセット90が、ホストユニット230のスロットに接続される。この結果、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を、ホストユニット230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を別のウェハカセット90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40のうちの任意の半導体ウェハ40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。

[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
 - ２１ 下部ケース
 - ３１ 上部ケース
 - ４０ 半導体ウェハ
 - ４１ 電極（パッド）
 - ５１ 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

請求の範囲

- [請求項1] それぞれに複数の不揮発性メモリデバイスが形成された複数の半導体ウェハを保管可能なウェハストッカーと、
- 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の中に、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するように構成されたカセッターと、
- 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とを含むウェハカセットを保管可能なウェハカセットストッカーと、
- 前記ウェハカセット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たホスト装置と、
- 前記ウェハストッカーと前記カセッターとの間で前記半導体ウェハを搬送するように構成されたウェハ搬送装置と、
- 前記カセッターと前記ウェハカセット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たウェハカセット搬送装置と、
- を具備し、
- 前記ホスト装置は、
- 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、前記ウェハカセットストッカーに保管されている場合、前記ウェハカセット搬送装置に、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、前記ウェハカセットストッカーに保管されていない場合、前記ウェハ搬送装置に、前記第1半導体ウェハを前記ウェハストッカーから前記カセッターに搬送させ、前記カセッターに、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、前記ウェハカセット搬送装置に、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

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、前記ウェハカセット搬送装置に、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、

前記再接続の後、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、

前記ウェハカセット搬送装置に、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から前記カセッターに搬送させ、

前記カセッターに、前記搬送されたアクセス対象のウェハカセットを分解させ、且つ、前記アクセス対象のウェハカセットを分解することによって得られた前記カセット筐体である第1カセット筐体に、前記アクセス対象のウェハカセットから取り出された前記第1半導体ウェハを収容させ、

前記ウェハカセット搬送装置に、前記第1カセット筐体と前記第1半導体ウェハとを含む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、

前記第1カセット筐体を含むウェハカセットの再接続の後も、前記スロットに接続されている前記第1カセット筐体を含む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、

前記ウェハカセット搬送装置に、前記第1カセット筐体を含むウェハカセットを前記ホスト装置の前記スロットから前記カセッターに搬送させ、

前記カセッターに、前記搬送された前記第1カセット筐体を含むウェハカセットを分解させ、且つ、前記第1カセット筐体と異なる第2カセット筐体に、前記第1カセット筐体を含むウェハカセットから取り出された前記第1半導体ウェハを収容させ、

前記ウェハカセット搬送装置に、前記第2カセット筐体と前記第1半導体ウェハとを含む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2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ウェハカセット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ウェハ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1に記載のストレージシステム。

[請求項5]

前記ホスト装置は、

前記ウェハ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、

前記ウェハ搬送装置に、前記第2半導体ウェハを前記ウェハストッカーから前記カセッターに搬送させ、

前記カセッターに、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、

前記ウェハカセット搬送装置に、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カセッターから前記ウェハカセットストッカーに搬送させる

請求項4に記載のストレージシステム。

[請求項6]

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デバイス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、

前記カセッターは、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1に記載のストレージシステム。

- [請求項7] 前記下部ケースは、前記下部ケースに載置された前記半導体ウェハを昇温するヒーターを含み、
前記ヒーターは、前記ホスト装置の前記スロットに前記ウェハカセットが接続された場合に前記ホスト装置から供給される電力によって駆動される
請求項6に記載のストレージシステム。
- [請求項8] 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部材を含み、
前記カセッターは、
前記3つ以上のセンタリング部材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6に記載のストレージシステム。
- [請求項9] 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材を含む
請求項6に記載のストレージシステム。
- [請求項10] 前記プローブカードは、
前記複数のプローブピンが設けられている第1面と、
前記第1面と反対側の第2面とを含み、
前記プローブカードは、少なくとも前記第2面が前記カセット筐体の外部に露出されるように、前記上部ケースに設けられている
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 6 に記載のストレージシステム。

[請求項12]

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、弾性を有する導電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は対応する電極に接触し、前記導電性部材は縮む

請求項 6 に記載のストレージシステム。

[請求項13]

前記ウェハ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 6 に記載のストレージシステム。

[請求項14]

前記ウェハストッカーは、第 1 開口を有する第 1 側板を含み、

前記カセッターは、前記ウェハ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、

前記ウェハ搬送装置は、前記第 1 開口と前記第 2 開口とを通して、前記ウェハストッカーと前記カセッターとの間で前記半導体ウェハを搬送する

請求項 1 に記載のストレージシステム。

[請求項15]

前記ウェハ搬送装置は、前記ウェハストッカー内に配置された第 1 ロボットアームと、前記カセッター内に配置された第 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14に記載のストレージシステム。

[請求項16] 前記第1ロボットアームは、前記ウェハストッカーの前面と背面との間の中央位置に配置され、

前記ウェハストッカーにおいて、前記第1ロボットアームと前記前面との間の第1空間と、前記第1ロボットアームと前記背面との間の第2空間との各々が、前記半導体ウェハを保管可能である

請求項15に記載のストレージシステム。

[請求項17] 前記カセッターは、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、

前記ウェハカセットストッカーは、前記カセッターの前記第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収容され、前記サーバラックは前記ウェハ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、

前記ウェハカセット搬送装置は、

前記第3開口と前記第4開口とを通して、前記カセッターと前記ウェハカセット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、前記ウェハカセットストッカーと前記ホスト装置が収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14に記載のストレージシステム。

[請求項18] 前記ウェハ搬送装置は、前記ウェハストッカー内に配置された第1

ロボットアームと、前記カセッター内に配置された第2ロボットアームと、を含み、

前記ウェハカセット搬送装置は、前記ウェハカセットストッカー内に配置された第3ロボットアームと、前記ホスト装置が収容されたサーバラック内に配置された第4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、

前記ウェハカセットは、前記第3開口と前記第4開口とを通して、前記第2ロボットアームと前記第3ロボットアームとの間で受け渡され、且つ、前記第5開口と前記第6開口とを通して、前記第3ロボットアームと前記第4ロボットアームとの間で受け渡される

請求項17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1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デバイス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デバイス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

メモリデバイスの前記複数の電極間の間隔よりも広い
請求項 1 に記載のストレージシステム。