

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、大量のデータの読み出しおよび書き込みを高速に行う
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：米国特許出願公開第2019/0387291号明細書

特許文献2：米国特許第10467163号明細書

特許文献3：特開2016-81332号公報

特許文献4：特表2005-517236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、パッケージストッカーと、ド

ライブと、ホスト装置と、パッケージ搬送装置とを具備する。パッケージストッカーは、1以上の不揮発性メモリダイをそれぞれが含む複数の半導体パッケージを保管可能である。ドライブは、前記半導体パッケージを着脱可能に装着するように構成された少なくとも一つのソケットと、前記ソケットに装着された前記半導体パッケージの前記1以上の不揮発性メモリダイを制御するコントローラと、を含む。ホスト装置は、前記ドライブに通信可能に接続され、前記半導体パッケージの前記1以上の不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しおよび書き込みを、前記コントローラを介して実行するように構成される。パッケージ搬送装置は、前記パッケージストッカーと前記ドライブとの間で前記半導体パッケージを搬送するように構成される。ホスト装置は、前記複数の半導体パッケージのうち、アクセス対象である第1不揮発性メモリダイを含む第1半導体パッケージを決定する。ホスト装置は、前記第1半導体パッケージが前記ドライブの前記ソケットに装着されている場合、前記コントローラを介して前記第1不揮発性メモリダイ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、前記第1半導体パッケージが前記ドライブの前記ソケットに装着されていない場合、前記パッケージ搬送装置に、前記第1半導体パッケージを前記ドライブの前記ソケットに搬送させて装着させる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1の実施形態に係るストレージシステムの構成例を示すブロック図。

[図2]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカー、パッケージ搬送装置、ドライブ、およびホスト装置の配置例を示す側面図。

[図3]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカー、パッケージ搬送装置、ドライブ、およびホスト装置の配置例を示す平面図。

[図4]第1の実施形態に係るストレージシステムにおいて使用される半導体パッケージの構成例を示す図。

[図5]第1の実施形態に係るストレージシステムにおいて使用される半導体パッケージの表（オモテ）面、裏面、側面それぞれの形状を示す図。

[図6]第1の実施形態に係るストレージシステムのパッケージストッカーに含まれる複数対のレールを示す斜視図。

[図7]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれるホスト装置の構成例を示すブロック図。

[図8]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカーのパッケージ出し入れ口を示す図。

[図9]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカーに新規の半導体パッケージを追加する動作を示す図。

[図10]第1の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、半導体パッケージの位置を変更する動作について説明するための図。

[図11]第1の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、半導体パッケージの位置を変更する動作について説明するための別の図。

[図12]第1の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、半導体パッケージの位置を変更する別の動作について説明するための図。

[図13]第1の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、半導体パッケージの位置を変更するさらに別の動作について説明するための図。

[図14]第1の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、半導体パッケージの位置を変更するさらに別の動作について説明するための図。

[図15]第1の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、半導体パッケージの位置を変更するさらに別の動作について説明するための図。

[図16]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれ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17]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれ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の詳細を示すフローチャート。

[図18A]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれ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別の手順の部分を示すフローチャート。

[図18B]第1の実施形態に係るストレージシステムに含まれ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別の手順の続き部分を示すフローチャート。

[図19]第2の実施形態に係るストレージシステムの構成例を示すブロック図。

[図20]第2の実施形態に係るストレージシステムにおいて使用されるトレーの構成例を示す斜視図。

[図21]図20に示されたトレーの断面図。

[図22]第2の実施形態に係るストレージシステムにおいて使用される別なトレーの構成例を示す斜視図。

[図23]図22に示されたトレーの断面図。

[図24]図22に示されたトレーの上面および下面の形状を示す平面図。

[図25]図22に示されたトレーの側面図。

[図26]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカーのレール構造を示す斜視図。

[図27]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカーのレール構造の他の例を示す斜視図。

[図28]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるホスト装置の構成例を示すブロック図。

[図29]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカーのトレー出し入れ口を示す図。

[図30]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるパッケージストッカーに新規のトレーを追加する動作を示す図。

[図31]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるドライブとトレーの位置合わせについて説明する図。

[図32]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるドライブとトレイの位置合わせについて説明する別な図。

[図33]第2の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、トレイの位置を変更する動作について説明するための図。

[図34]第2の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、トレイの位置を変更する動作について説明するための別の図。

[図35]第2の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、トレイの位置を変更する別の動作について説明するための図。

[図36]第2の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、トレイの位置を変更するさらに別の動作について説明するための図。

[図37]第2の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、トレイの位置を変更するさらに別の動作について説明するための図。

[図38]第2の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、トレイの位置を変更するさらに別の動作について説明するための図。

[図39]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるホスト装置によって実行される、不揮発性メモリダイに対す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40]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるホスト装置によって実行される、不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しまたは書き込み処理の手順の詳細を示すフローチャート。

[図41A]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるホスト装置によって実行される、不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しまたは書き込み処理の別の手順の一部分を示すフローチャート。

[図41B]第2の実施形態に係るストレージシステムに含まれるホスト装置によって実行される、不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しまたは書き込み処理の別の手順の続き部分を示すフローチャート。

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。

(第1の実施形態)

まず、第1の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、第1の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] ストレージシステム1は、ストレージリードライト(R/W)装置2と、パッケージ搬送装置3と、パッケージストッカー4とを含む。

[0012] ストレージR/W装置2は、ホストユニット21とドライブ22とを含む。図1では、2つのホストユニット21a、21bと2つのドライブ22a、22bとがストレージR/W装置2に含まれている場合が例示されている。しかしながら、ストレージR/W装置2に含まれるホストユニット21とドライブ22の各々の数は、1でもよいし、3以上でもよい。

[0013] ホストユニット21は、不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しおよび書き込みを実行するように構成されたホスト装置である。ホストユニット21は、対応するドライブ22に通信可能に接続されている。ホストユニット21と対応するドライブ22とは、例えばPCI Express™ (PCIe™) 規格に従って通信可能である。また、ホストユニット21は、ネットワークを介してデータセンタ内の管理サーバ5と通信し得る。ホストユニット21と管理サーバ5とは、例えばEthernet 規格に従って通信可能である。

[0014] ドライブ22は、少なくとも1つのソケットと、コントローラとを含む。ソケットは、半導体パッケージ41を着脱可能に装着するように構成されている。コントローラは、ソケットに装着された半導体パッケージ41に含まれる1以上の不揮発性メモリダイを制御するように構成されている。

[0015] 図1に示す例では、ホストユニット21aはドライブ22aに通信可能に接続されている。また、ホストユニット21bはドライブ22bに通信可能に接続されている。

[0016] つまり、ホストユニット21aは、ドライブ22aのソケットに装着されている半導体パッケージ41の1以上の不揮発性メモリダイに対するデータ

の読み出しおよび書き込みを、ドライブ 2 2 a のコントローラを介して実行するように構成されたホスト装置である。同様に、ホストユニット 2 1 b は、ドライブ 2 2 b のソケットに装着されている半導体パッケージ 4 1 の 1 以上の不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しおよび書き込みを、ドライブ 2 2 b のコントローラを介して実行するように構成されたホスト装置である。

[0017] パッケージ搬送装置 3 は、パッケージストッカー 4 とドライブ 2 2 との間で半導体パッケージ 4 1 を搬送する装置である。パッケージ搬送装置 3 は、例えば、上下、左右に移動可能な 1 以上の搬送ユニット 3 1 を含んでもよい。搬送ユニット 3 1 は、パッケージストッカー 4 内の複数の保管位置のいずれかに保管されている半導体パッケージ 4 1 をストレージ R/W 装置 2 内の任意のドライブ 2 2 に搬送し、そのドライブ 2 2 のソケットに装着することができる。また、搬送ユニット 3 1 は、任意のドライブ 2 2 のソケットから半導体パッケージ 4 1 を取り外し、取り外した半導体パッケージ 4 1 をパッケージストッカー 4 内の任意の保管位置に搬送することができる。パッケージ搬送装置 3 は、1 以上の搬送ロボットによって実現され得る。

[0018] パッケージストッカー 4 は、複数の半導体パッケージ 4 1 を保管可能である。半導体パッケージ 4 1 は、1 以上の不揮発性メモリダイを含む。1 以上の不揮発性メモリダイの各々は、例えば、NAND 型フラッシュメモリである。

[0019] 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 2 1 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、複数の半導体パッケージ 4 1 それぞれが存在している位置を管理する機能である。搬送制御機能は、パッケージ搬送装置 3 を制御することによって半導体パッケージ 4 1 の搬送を制御する機能である。

[0020] 複数の半導体パッケージ 4 1 の各々にはパッケージ識別子（半導体パッケージ識別名とも称される）が付与されている。ホストユニット 2 1 は、パッケージ識別子と、このパッケージ識別子によって識別される半導体パッケー

ジ 4 1 が存在している位置との間の対応関係を管理し得る。

[0021] ある半導体パッケージ 4 1 が存在し得る位置は、例えば、ドライブ 2 2 に含まれる 1 以上のソケットのうちの任意の一つのソケット、または、パッケージストッカー 4 に含まれる複数のパッケージ保管位置のうちの任意の一つのパッケージ保管位置である。

[0022] ホストユニット 2 1 は、複数の半導体パッケージ 4 1 のうち、アクセス対象である不揮発性メモリダイを含む半導体パッケージ 4 1 を決定する。ホストユニット 2 1 は、決定した半導体パッケージ 4 1 が存在している位置を特定し、これによって、決定した半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 のいずれかのソケットに装着されているか否かを判定することができる。

[0023] 決定した半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 のいずれかのソケットに装着されている場合、ホストユニット 2 1 は、ドライブ 2 2 のコントローラを介してアクセス対象の不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

[0024] 決定した半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 のいずれのソケットにも装着されておらず、且つ、パッケージストッカー 4 に保管されている場合、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、決定した半導体パッケージ 4 1 をパッケージストッカー 4 からドライブ 2 2 のいずれかのソケットに搬送させて装着させる。この場合、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に次のような搬送要求を送信し得る。

[0025] この搬送要求は、例えば、決定した半導体パッケージ 4 1 が保管されているパッケージストッカー 4 内の位置（パッケージ保管位置とも称される）を移動元位置として指定し、且つ、ドライブ 2 2 のいずれかのソケットを移動先位置として指定する。パッケージ搬送装置 3 の搬送ユニット 3 1 は、指定された移動元位置に存在している半導体パッケージ 4 1 を、指定された移動先位置に搬送する。そして、搬送ユニット 3 1 は、この半導体パッケージ 4 1 を、移動先位置のソケットに装着する。

[0026] 一般に、ソリッドステートドライブ（SSD）のようなストレージデバイ

スにおいては、半導体パッケージは、ストレージデバイスに設けられた基板上に半田付けによって固定的に実装される。

[0027] これに対し、本実施形態に係るストレージシステム 1 では、複数の半導体パッケージ 4 1 の各々はドライブ 2 2 から分離されており、個々の半導体パッケージ 4 1 そのものがドライブ 2 2 のソケットに着脱可能に装着されるリムーバブルストレージ媒体として利用される。

[0028] 一般には、SSDまたはハードディスクドライブ（HDD）といったドライブは、ストレージ媒体とコントローラとを内蔵する。このため、個々のドライブの体積は比較的大きい。よって、もし、ストレージ媒体とコントローラとをそれぞれが内蔵する複数のドライブをホストユニット 2 1 に選択的に接続するという構成が採用された場合には、ストレージシステム全体の大型化およびコストアップを招くことになる。

[0029] 光ディスク媒体または磁気テープを、コントローラを含まないストレージ媒体として利用するストレージシステムの構成も考えられる。しかし、光ディスク媒体または磁気テープに対するデータの読み出しおよび書き込み動作においては、光学ヘッドまたは磁気ヘッドを物理的に移動することが必要となる。このため、光ディスク媒体または磁気テープをストレージ媒体として利用するストレージシステムの構成では、不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しおよび書き込みを行う構成に比べ、読み出しおよび書き込み処理が実行可能になるまでのレイテンシーが増加されるとともに、I/Oスループットが低下される。

[0030] ストレージシステム 1 では、半導体パッケージ 4 1 とドライブ 2 2 とが分離されている。このため、半導体パッケージ 4 1 だけをストレージ媒体としてパッケージストッカー 4 に保管することができる。よって、多数のストレージ媒体を保管するために必要なスペースを削減できる。

[0031] さらに、アクセス対象の不揮発性メモリダイを含む半導体パッケージ 4 1 は、パッケージ搬送装置 3 によって、パッケージストッカー 4 からドライブ 2 2 内のソケットに搬送され、そのソケットに装着される。ソケットに装着

された半導体パッケージ41は、ドライブ22内のコントローラに電氣的に接続される。このため、光ディスク媒体または磁気テープをストレージ媒体として利用する構成に比し、光学ヘッドまたは磁気ヘッドを物理的に移動させる必要が無いので、アクセス対象の不揮発性メモリダイに対するデータ読み出しおよびデータ書き込みを低レイテンシーで高速に実行することができる。この結果、データセンタにおいて必要とされる大量のデータの処理に最適なストレージシステム1を実現できる。

[0032] さらに、ホストユニット21は、複数の半導体パッケージ41それぞれの優先順位を管理する機能も有し得る。複数の半導体パッケージ41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、複数の半導体パッケージ41それぞれの優先順位を決定することができる。

[0033] 例えば、ある不揮発性メモリダイに対するアクセス要求に基づいて、この不揮発性メモリダイを含む半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。各半導体パッケージ41に対するアクセス頻度に基づいて、各半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。各半導体パッケージ41への最終アクセス時刻からの経過時間に基づいて、各半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。各半導体パッケージ41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、各半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。各半導体パッケージ41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、各半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。ホストユニット21において実行されるアプリケーションプログラムに基づいて、各半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。各半導体パッケージ41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、各半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。

[0034] 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、各半導体パッケージ41の優先順位が決定されてもよい。

[0035] ホストユニット21は、複数の半導体パッケージ41それぞれの優先順位に基づいて、複数の半導体パッケージ41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21は、第1レベルの優先順位を有する半導体パッケージ41がドライブ22のソケットに装着され、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パッケージ41がパッケージストッカー4に保管されるように、複数の半導体パッケージ41それぞれの優先順位に基づいて、複数の半導体パッケージ41それぞれが存在する位置を制御し得る。

[0036] なお、パッケージ搬送装置3に含まれる搬送ユニット31の幾つかを、半導体パッケージ41を一時的に保持するためのバッファとして使用してもよい。この場合、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パッケージ41は、パッケージ搬送装置3に含まれる搬送ユニット31に保持される。そして、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パッケージ41がパッケージストッカー4に保管される。

[0037] 第2レベルの優先順位を有する半導体パッケージ41を保持している搬送ユニット31は、他の搬送ユニット31による搬送動作の妨げにならないように、特定の退避位置に移動されてもよい。第2レベルの優先順位を有する半導体パッケージ41を保持している半導体パッケージ41を保持している搬送ユニット31は、以降では、「パッケージ搬送装置3のバッファ」または「ロボットのバッファ」とも称される。パッケージ搬送装置3に含まれる搬送ユニット31の各々は、パッケージ搬送装置3のバッファとして機能し得る。このため、パッケージ搬送装置3のバッファの数は、パッケージ搬送装置3に含まれる搬送ユニット31の数に等しい。

[0038] また、以降では、ドライブ22のソケットから取り外された半導体パッケ

ージ４１をパッケージストッカー４に保管せずにパッケージ搬送装置３（つまり搬送ユニット３１）に保持することは、「半導体パッケージ４１をパッケージ搬送装置３のバッファに搬送する」とも称される。

[0039] 次に、パッケージストッカー４、パッケージ搬送装置３、ドライブ２２、およびホストユニット２１の配置例を説明する。図２は、パッケージストッカー４、パッケージ搬送装置３、ドライブ２２、およびホストユニット２１の配置例を示す側面図である。図３は、パッケージストッカー４、パッケージ搬送装置３、ドライブ２２、およびホストユニット２１の配置例を示す平面図である。

[0040] 図２および図３では、データセンタに配置されるサーバラック１１に、パッケージストッカー４、パッケージ搬送装置３、ドライブ２２、およびホストユニット２１を配置した構成が例示されている。

[0041] 以下の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、例えば、データセンタのフロアに相当する。Ｚ軸は、例えば、データセンタの高さ方向に相当する。

[0042] サーバラック１１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１１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。

[0043] サーバラック１１は、前板（前扉）１２、天板１３、裏板１４、床板１５、両側板１６、１７を有している。このサーバラック１１は、例えば、３６インチ（９１４．４ｍｍ）の奥行き、７３．５インチ（１８６８．９ｍｍ）の高さ、１９インチ（４８２．６ｍｍ）の幅を有するディープ型の１９インチラックとして実現されている。

[0044] サーバラック１１においては、パッケージストッカー４は前板（前扉）１２側に配置され得、ドライブ２２およびホストユニット２１は裏板１４側に配置され得る。さらに、パッケージ搬送装置３は、前板（前扉）１２と裏板１４との間の中央部付近に配置され得る。

- [0045] 図2に示されているように、ドライブ22aとホストユニット21aとは、筐体2aに收容されていてもよい。同様に、ドライブ22bとホストユニット21bとは、筐体2bに收容されていてもよい。
- [0046] ドライブ22aは、プリント回路基板221と、1以上のソケット222と、コントローラ223と、PCI Express™ (PCIe™) スイッチ224と、PCIeコネクタ225とを含む。ソケット222、コントローラ223、およびPCIeスイッチ224は、プリント回路基板221上に配置されている。以下では、複数のソケット222がプリント回路基板221上に配置されている場合を想定する。
- [0047] ソケット222の各々は、半導体パッケージ41を着脱可能に装着するように構成されたソケットである。
- [0048] コントローラ223は、ソケット222の各々に装着された半導体パッケージ41に含まれる1以上の不揮発性メモリダイを制御するメモリコントローラである。コントローラ223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。プリント回路基板221上に配置されているコントローラ223の数は、1でもよいし、2以上でもよい。プリント回路基板221上の各コントローラ223は、PCIeスイッチ224に接続されている。プリント回路基板221上に配置されているPCIeスイッチ224の数は、1でもよいし、2以上でもよい。各PCIeスイッチ224は、対応するPCIeコネクタ225に電氣的に接続されている。
- [0049] ドライブ22aのプリント回路基板221の裏面には1以上のPCIeコネクタ225が配置されている。プリント回路基板221は、1以上のPCIeコネクタ225を介してホストユニット21aのシステム基板に接続されている。
- [0050] ホストユニット21aのシステム基板には、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。ホストユニット21aは、1以上のPCIeコネクタ225を介してドライブ

２２ａに通信可能に接続されている。ホストユニット２１ａは、コントローラ２２３を介して、任意のソケット２２２に装着されている半導体パッケージ４１内の任意の不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

[0051] ドライブ２２ｂおよびホストユニット２１ｂそれぞれの構成はドライブ２２ａおよびホストユニット２１ａそれぞれの構成と同様であるので、ここではドライブ２２ｂおよびホストユニット２１ｂそれぞれの構成の詳細な説明については省略する。

[0052] 図２に示されているように、パッケージ搬送装置３は、縦方向（Ｚ軸方向）に延びる支柱３２と、幾つかの搬送ユニット３１とを含んでいてもよい。各搬送ユニット３１は、支柱３２に沿って上下方向に移動可能である。各搬送ユニット３１は、ロボットハンドのような図示しないアームを有しており、このアームを使用して任意の半導体パッケージ４１を把持することができる。

[0053] 例えば、パッケージストッカー４内のある保管位置に保管されている半導体パッケージ４１をドライブ２２ａに搬送する際には、一つの搬送ユニット３１は、搬送対象の半導体パッケージ４１の保管位置に対応する高さに移動して、搬送対象の半導体パッケージ４１を把持する。そして、当該一つの搬送ユニット３１は、ドライブ２２ａに対応する高さに移動し、搬送対象の半導体パッケージ４１をドライブ２２ａの一つのソケット２２２に装着する。

[0054] なお、搬送対象の半導体パッケージ４１とパッケージ搬送装置３との間に別の半導体パッケージ４１が存在している場合には、まず、一つの搬送ユニット３１が当該別の半導体パッケージ４１を把持し、そして当該別の半導体パッケージ４１を把持したまま上部または下部に移動する。そして、別の搬送ユニット３１が搬送対象の半導体パッケージ４１を把持し、搬送対象の半導体パッケージ４１をドライブ２２ａの一つのソケット２２２に装着する。これにより、たとえパッケージ搬送装置３から前板１２に向かう方向（図２に示す－Ｙ方向）に沿って複数の半導体パッケージ４１が並んで保管されて

いる場合であっても、任意の半導体パッケージ41を搬送することができる。

[0055] 図2に示されているように、パッケージストッカー4は、複数の半導体パッケージ41を載置可能な1対以上のレール（レール対R11、レール対R12、…）を含んでいる。

[0056] 次に、図3の平面図を参照して、ドライブ22とパッケージストッカー4の構成例の詳細について説明する。

[0057] ドライブ22は、例えば、12行×4列に並んだ48個のソケット222と、12個のコントローラ223と、3個のPCleスイッチ224と、3個のPCleスイッチ224にそれぞれ接続された3個のPCleコネクタ225とを含む。12個のコントローラ223の各々は、対応する1行の4個のソケット222に装着される4個の半導体パッケージ41の制御を行う。3個のPCleスイッチ224の各々は、対応する4個のコントローラ223に接続されている。各PCleスイッチ224は、対応する4個のコントローラ223との通信を行う。

[0058] パッケージストッカー4は、複数対のレール（ここでは、12個のレール対R11～R121）を含む。レール対R11～R121の各々においては、幾つかの半導体パッケージ41が載置可能である。レール対R11～R121の各々は、Y軸方向に沿って互いに平行に延びた1対のレールを含む。あるレール対上に配置された半導体パッケージ41は、このレール対に沿ってスライドして移動可能である。

[0059] 次に、半導体パッケージ41の構成について説明する。図4は、本実施形態に係るストレージシステム1において使用される半導体パッケージ41の構成例を示す図である。

[0060] 半導体パッケージ41は、例えば、ボールグリッドアレイ（BGA）パッケージとして実現されている。この半導体パッケージ41は、複数の不揮発性メモリダイ411と、パッケージ基板412と、複数のボール型金属端子413と、第1の面（表（オモテ）面）416と、第1の面416の反対側

の第2の面（裏面）417とを含む。

- [0061] 複数の不揮発性メモリダイ411は、パッケージ基板412の表面上に縦方向に積層されている。複数の不揮発性メモリダイ411は、例えば、モールド樹脂410によって覆われ且つ封止されている。各不揮発性メモリダイ411は1チャンネル分のチャンネル端子を含む。チャンネル端子は、チップイネーブル信号端子、複数のI/O端子、複数の制御信号端子、等を含む。
- [0062] モールド樹脂410の上面は半導体パッケージ41の第1の面416を形成する。パッケージ基板412の下面は半導体パッケージ41の第2の面417を形成する。
- [0063] 複数のボール型金属端子413は、第2の面417に配置されている。複数のボール型金属端子413は、複数チャンネル分の複数の信号端子を含む。ボール型金属端子413は、半導体パッケージ41に含まれる複数の不揮発性メモリダイ411それぞれのチャンネル端子に接続される。
- [0064] 半導体パッケージ41に含まれる複数の不揮発性メモリダイ411の少なくとも一つの不揮発性メモリダイ411の記憶領域の一部は、識別情報記憶領域418として使用される。識別情報記憶領域418は、この半導体パッケージ41を識別するための識別情報を記憶する。識別情報としては、個々の半導体パッケージ41を一意に識別可能な識別子（パッケージ識別子）を使用し得る。パッケージ識別子は、検査符号と共に識別情報記憶領域418に記憶されていてもよい。検査符号は、パッケージ識別子の整合性（*integrity*）を検証するための符号である。検査符号は、例えば、巡回冗長符号（CRC）、CRCとは異なる別の種類のパリティ、または、識別情報から算出されるハッシュ値である。
- [0065] 識別情報（パッケージ識別子）と検査符号のペアを識別情報記憶領域418に記憶させることにより、識別情報記憶領域418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。
- [0066] 図5は、半導体パッケージ41の表（オモテ）面、裏面、側面それぞれの

形状を示す図である。図5の左部は半導体パッケージ41を上面側から見た平面図であり、図5の中央部は半導体パッケージ41を下面側から見た平面図である。また、図5の右部は、半導体パッケージ41の側面図である。

[0067] 半導体パッケージ41の表面416（つまりモールド樹脂410の上面）はマーキング面として使用される。半導体パッケージ41の裏面417（つまりパッケージ基板412の下面）には複数のボール型金属端子413が配置されている。なお、半導体パッケージ41の裏面417においては、ボール型金属端子413が設けられていない領域が存在する。具体的には、裏面417の最外周領域には、どのボール型金属端子413も配置されていない。

[0068] 次に、パッケージストッカー4の構成について説明する。図6は、パッケージストッカー4に含まれる複数対のレールを示す斜視図である。

[0069] 図6では、パッケージストッカー4に3つのレールユニット401～403が含まれている場合が例示されている。

[0070] レールユニット401は、間隔を置いて互いに対向する2つの側壁4011、4012と、2つの側壁4011、4012の内側に配置された4つのレール対R11～R14とを含む。レール対R11は、間隔を置いて対向し、且つ互いに平行に延びた一对のレールを含む。レール間に隙間を有することにより、半導体パッケージ41の裏面に配置されたボール型金属端子413がレールに接触することなく、半導体パッケージ41を支持することが可能となる。つまり、ボール型金属端子413が設けられていない、半導体パッケージ41の裏面の最外周領域のみが、レール対R11に接触する。他のレール対R12～R14の各々も、レール対R11と同様の構成を有している。

[0071] レールユニット402は、間隔を置いて互いに対向する2つの側壁4021、4022と、2つの側壁4021、4022の内側に配置された4つのレール対R21～R24とを含む。レール対R21は、間隔を置いて対向し、且つ互いに平行に延びた一对のレールを含む。他のレール対R22～R2

4の各々も、レール対R21と同様の構成を有している。

[0072] レールユニット403は、間隔を置いて互いに対向する2つの側壁4031、4032と、2つの側壁4031、4032の内側に配置された4つのレール対R31～R34とを含む。レール対R31は、間隔を置いて対向し、且つ互いに平行に延びた一对のレールを含む。他のレール対R32～R34の各々も、レール対R31と同様の構成を有している。

[0073] 次に、ホストユニット21の構成について説明する。図7は、ホストユニット21の構成例を示すブロック図である。ここでは、ストレージシステム1に含まれる複数のホストユニット21のうちの一つであるホストユニット21aについて説明する。

[0074] ホストユニット21a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21aのシステム基板に実装されている。

[0075] 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。

[0076] 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、パッケージ搬送装置3との通信を行う。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。なお、通信インタフェースコントローラ204は、管理サーバ5との通信にも使用され得る。

[0077] 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、ドライブ22aを制御するためのデバイスドライバ2

14、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、各半導体パッケージ41を管理し、且つ、各半導体パッケージ41の搬送を制御するためのプログラムである。

[0078] 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21a（より詳しくはプロセッサ201）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。

[0079] ホストユニット21a（より詳しくはプロセッサ201）は、ストレージ管理ツール216の制御の下に、半導体パッケージ管理テーブル6を管理することができる。半導体パッケージ管理テーブル6は、複数の半導体パッケージ41のための管理データである。半導体パッケージ管理テーブル6はメインメモリ202に記憶されてもよい。

[0080] ホストユニット21aは、個々の半導体パッケージ41に固有の半導体パッケージ識別名を付与するように構成されている。ホストユニット21aは、半導体パッケージ管理テーブル6を用いて、各半導体パッケージ41の半導体パッケージ識別名と、各半導体パッケージ41の優先順位と、各半導体パッケージ41の状態と、各半導体パッケージの位置とを管理する。以下では、ある半導体パッケージ識別名を有する半導体パッケージ41を、その半導体パッケージ識別名を用いて表記することがある。例えば、半導体パッケージ識別名「半導体パッケージA」をもつ半導体パッケージ41を、半導体パッケージAと表記することがある。

[0081] 図7では、ホストユニット21aが、半導体パッケージ識別名である半導体パッケージA、半導体パッケージB、…、半導体パッケージE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パッケージ41のそれぞれを識別する例が示されている。

[0082] ホストユニット21aは、複数の半導体パッケージ41それぞれの優先順位を半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。そして、ホストユニット21aは、半導体パッケージ管理テーブル6によって管理されている優先順位に基づいて、パッケージ搬送装置3に対して、半導体パッケージ41の搬

送処理を指示する。

- [0083] ホストユニット21aは、複数の半導体パッケージ41それぞれが、ホストユニット21aに接続されている、パッケージストッカー4に保管されている、あるいはパッケージ搬送装置3の搬送ユニット31に保持されている、のいずれの状態であることを示す情報を、各半導体パッケージ41の状態として、半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。
- [0084] ここで、ある半導体パッケージ41がホストユニット21aに接続されている状態は、この半導体パッケージ41がドライブ22aのソケット222に装着されている状態を意味する。したがって、ホストユニット21aは、ある半導体パッケージ41がホストユニット21aに接続されている場合、この半導体パッケージ41が、ホストユニット21aに接続されているドライブ22aに含まれるソケット222に装着されていることを認識できる。そして、ホストユニット21aは、この半導体パッケージ41の不揮発性メモリダイ411に対するデータの読み出しおよび書き込みが可能であることを認識できる。
- [0085] また、ある半導体パッケージ41がパッケージストッカー4に保管されている状態は、この半導体パッケージ41がパッケージストッカー4のいずれかのレーン対に載置されていることを意味する。したがって、ホストユニット21aは、ある半導体パッケージ41がパッケージストッカー4に保管されている場合、この半導体パッケージ41がドライブ22aに含まれるソケット222に装着されていないため、この半導体パッケージ41の不揮発性メモリダイ411に対してデータの読み出しおよび書き込みができないことを認識できる。
- [0086] ホストユニット21aは、複数の半導体パッケージ41それぞれが装着あるいは保管されている位置を示す情報として、半導体パッケージ41の位置情報を半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。
- [0087] ホストユニット21aは、ある半導体パッケージ41がホストユニット21aに接続されている場合、この半導体パッケージ41が装着されているソ

ケット 2 2 2 を示すソケット番号を、この半導体パッケージ 4 1 の位置情報として半導体パッケージ管理テーブル 6 に格納する。

[0088] また、ホストユニット 2 1 a は、ある半導体パッケージ 4 1 がパッケージ ストッカー 4 に保管されている場合、この半導体パッケージ 4 1 が保管されているパッケージ ストッカー 4 の中の位置を示す保管位置番号を、この半導体パッケージ 4 1 の位置情報として半導体パッケージ管理テーブル 6 に格納する。

[0089] 図 7 に示す例では、半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ A」をもつ半導体パッケージ 4 1 が、最も高い優先順位を有している（優先順位 = 1）。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ A」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、ドライブ 2 2 a のソケット # 1 に装着されている。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ B」をもつ半導体パッケージ 4 1 が、二番目に高い優先順位を有している（優先順位 = 2）。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ B」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、ドライブ 2 2 a のソケット # 2 に装着されている。また、半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ C」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、三番目に高い優先順位を有している（優先順位 = 3）。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ C」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、パッケージ ストッカー 4 の保管位置 # 1 に保管されている。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ D」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、四番目に高い優先順位を有している（優先順位 = 4）。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ D」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、パッケージ ストッカー 4 の保管位置 # 2 に保管されている。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ E」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、五番目に高い優先順位を有している（優先順位 = 5）。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージ E」をもつ半導体パッケージ 4 1 は、パッケージ ストッカー 4 の保管位置 # 3 に保管されている。

[0090] また、保管位置 # 2 とパッケージ搬送装置 3 との間の距離は、保管位置 # 1 とパッケージ搬送装置 3 との間の距離よりも長い。また、保管位置 # 3 と

パッケージ搬送装置 3 との間の距離は、保管位置 # 2 とパッケージ搬送装置 3 との間の距離よりも長い。このため、保管位置 # 1 に保管されている半導体パッケージ C は、搬送ユニット 3 1 にとって、保管位置 # 2 に保管されている半導体パッケージ D よりも容易に取り出すことができる。そして、保管位置 # 2 に保管されている半導体パッケージ D は、搬送ユニット 3 1 にとって、保管位置 # 3 に保管されている半導体パッケージ E よりも容易に取り出すことができる。ホストユニット 2 1 a は、各半導体パッケージ 4 1 の優先順位に応じて、より優先順位の高い半導体パッケージ 4 1 が、より容易に取り出すことができる保管位置に保管されるように、パッケージ搬送装置 3 に指示をしてもよい。

[0091] また、ホストユニット 2 1 a は、搬送ユニット 3 1 をバッファとして使用してもよい。このとき、ホストユニット 2 1 a は、パッケージストッカー 4 に保管されている複数の半導体パッケージ 4 1 のうち、最も優先順位の高い半導体パッケージ 4 1 を搬送ユニット 3 1 が保持するようにパッケージ搬送装置 3 に指示をしてもよい。

[0092] なお、ストレージ管理ツール 2 1 6 は、ドライブ 2 2 a のどのソケット 2 2 2 にも装着されていない各半導体パッケージ 4 1（オフラインパッケージとも称される）に格納されているデータとそのデータの量を管理するための処理も実行する。ストレージ管理ツール 2 1 6 は、例えば、パッケージストッカー 4 に保管されている各半導体パッケージ 4 1 に格納されているデータとそのデータの量を管理するための処理を実行する。ストレージ管理ツール 2 1 6 は、各オフラインパッケージに格納されているデータとそのデータの量を OS 2 1 2 またはファイルシステム 2 1 3 に報告することができる。よって、OS 2 1 2 またはファイルシステム 2 1 3 は、ドライブ 2 2 a のソケット 2 2 2 に現在装着されている各半導体パッケージ 4 1 に格納されているデータのみならず、各オフラインパッケージに格納されているデータとそのデータの量を管理することができる。

[0093] 次に、パッケージストッカー 4 に半導体パッケージ 4 1 を追加する際、お

よびパッケージストッカー4から半導体パッケージ41を排出する際に使用されるパッケージ出し入れ口について説明する。図8は、パッケージストッカー4のパッケージ出し入れ口を示す図である。

[0094] パッケージストッカー4は、パッケージストッカー4の外部からパッケージストッカー4への半導体パッケージ41の追加、および、パッケージストッカー4からパッケージストッカー4の外部への半導体パッケージ41の排出、に使用されるパッケージ出し入れ口420を含む。パッケージ出し入れ口420は、パッケージストッカー4の前面42に設けられた開口である。前面42は、サーバラック11の前面12に相当する。

[0095] 半導体パッケージ41は、パッケージストッカー4に設けられたパッケージ出し入れ口420を通じて、パッケージストッカー4の外部からパッケージストッカー4に追加される。追加された半導体パッケージ41は、既に保管されている複数の半導体パッケージ41と共にパッケージストッカー4に保管される。

[0096] また、不要になった半導体パッケージ41は、パッケージストッカー4に設けられたパッケージ出し入れ口420を通じて、パッケージストッカー4からパッケージストッカー4の外部に排出される。

[0097] パッケージストッカー4は、パッケージストッカー4の前面42に設けられたパッケージ出し入れ口420に加え、パッケージ搬送装置3と対向する側の面に設けられたパッケージ出し入れ口430も有する。パッケージ出し入れ口430は、パッケージストッカー4への半導体パッケージ41の保管、および、パッケージストッカー4からの半導体パッケージ41の取り出し、に使用される。パッケージ搬送装置3は、パッケージ出し入れ口430を通じてパッケージストッカー4に半導体パッケージ41を保管する動作と、パッケージ出し入れ口430を通じてパッケージストッカー4から半導体パッケージ41を取り出す動作とを実行する。パッケージ出し入れ口430は、例えば、パッケージストッカー4の背面に設けられており、パッケージ出し入れ口420の反対側に位置する。また、ここでは図示されていないが、

パッケージストッカー４のパッケージ出し入れ口４２０からパッケージ搬送装置３に向かう方向に、つまり、パッケージ出し入れ口４２０からパッケージ出し入れ口４３０に向かう方向に、複数対のレールが延びている。

[0098] 次に、外部からパッケージストッカー４に半導体パッケージ４１を追加する動作について説明する。図９は、パッケージストッカー４のパッケージ出し入れ口４２０から新規の半導体パッケージ４１をパッケージストッカー４に追加する動作を示す図である。

[0099] 図９の上部は、新規の半導体パッケージが追加される前のサーバラック１１の平面図である。図９の下部は、１２個の新規の半導体パッケージが追加された後のサーバラック１１の平面図である。

[0100] 図９から分かるように、パッケージ搬送装置３は、サーバラック１１の前面１２に設けられたパッケージ出し入れ口４２０に対向している。１２個のレール対Ｒ１１～Ｒ１２１のそれぞれが、パッケージ出し入れ口４２０からパッケージ搬送装置３に向かう方向（Ｙ方向）に延びている。

[0101] 図９の上部に示すように、１２個のレール対Ｒ１１～Ｒ１２１には、９６個の半導体パッケージ４１が既に載置されている。９６個の半導体パッケージ４１は、パッケージストッカー４に既に保管されている半導体パッケージである。

[0102] ここで、パッケージストッカー４に１２個の半導体パッケージ４１を追加する場合を想定する。この場合、図９の下部に示すように、１２個の半導体パッケージ４１が、例えば、ロボットまたは操作者によって、パッケージ出し入れ口４２０を通じてレール対Ｒ１１～Ｒ１２１にそれぞれ載置される。これによって、１２個の半導体パッケージ４１が、パッケージストッカー４に保管される。

[0103] このように、パッケージストッカー４においては、パッケージ出し入れ口４２０からパッケージ搬送装置３に向かう方向にそれぞれが延びた複数のレール対Ｒ１１～Ｒ１２１が設けられている。したがって、パッケージ出し入れ口４２０を通じて半導体パッケージ４１の追加および排出を容易に行うこ

とが可能となる。

[0104] 次に、ホストユニット21によって制御される半導体パッケージ41の搬送および着脱動作について説明する。図10は、本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、半導体パッケージ41の優先順位の変更に基づいて半導体パッケージ41の位置をパッケージストッカー4とドライブ22のソケット222との間で変更する動作について説明するための図である。

[0105] ホストユニット21は、半導体パッケージ管理テーブル6を用いて、ストレージシステム1に含まれる半導体パッケージ41それぞれの優先順位を管理する。そして、ホストユニット21は、ストレージシステム1に含まれる半導体パッケージ41それぞれの優先順位に基づいて、半導体パッケージ41の搬送および着脱をパッケージ搬送装置3に指示する。

[0106] 図10に示す例では、ホストユニット21は、半導体パッケージA、半導体パッケージB、…、半導体パッケージHまでの8個の半導体パッケージ41を管理している。ホストユニット21は、管理されている半導体パッケージ41のうち、最も優先順位の高い半導体パッケージAを例えばソケット#1に、二番目に優先順位の高い半導体パッケージBを例えばソケット#2に、それぞれ装着させるようにパッケージ搬送装置3に指示する。これにより、半導体パッケージAと半導体パッケージBとがそれぞれソケット#1とソケット#2とに装着されていることを示す情報が半導体パッケージ管理テーブル6に格納される。このように、ドライブ22に含まれるソケットの数が2である場合には、1位から2位までの優先順位を有する2つの半導体パッケージA～Bがドライブ22の2つのソケット#1～#2にそれぞれ装着される。1位から2位までの優先順位は、第1レベル優先順位に対応する。

[0107] また、3位から8位までの優先順位を有する6個の半導体パッケージ41（半導体パッケージC～H）は、パッケージストッカー4に保管された状態にある。パッケージストッカー4は、第1保管場所と第2保管場所との少なくとも2種類の保管場所を含み得る。第1保管場所とパッケージ搬送装置3

との距離は、第2保管場所とパッケージ搬送装置3との距離よりも短い。第1保管場所は、例えば、保管位置#1～#3を含む。第2保管場所は、例えば、保管位置#4～#6を含む。保管位置#1～#3は、パッケージ搬送装置3にとって、保管位置#4～#6よりも半導体パッケージ41を取り出すことが容易な保管位置である。

[0108] パッケージストッカー4に保管されている6個の半導体パッケージ41のうち、3位から5位までの優先順位を有する3個の半導体パッケージC～Eは、第1保管場所に含まれる保管位置#1～#3に保管される。3位から5位までの優先順位は、第1レベル優先順位よりも低い第2レベル優先順位に相当する。

[0109] また、パッケージストッカー4に保管されている6個の半導体パッケージ41のうち、6位から8位までの優先順位を有する3つの半導体パッケージF～Hは、第2保管場所に含まれる保管位置#4～#6に保管される。6位から8位までの優先順位は、第2レベル優先順位よりも低い第3レベル優先順位に相当する。

[0110] ここで、パッケージストッカー4に保管されている半導体パッケージCの優先順位が、半導体パッケージBの優先順位を上回ったときのホストユニット21の動作について説明する。図11は、本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、半導体パッケージ41の優先順位の変更に基づいて半導体パッケージ41の位置をパッケージストッカー4とドライブ22のソケット222との間で変更する動作について説明するための別の図である。

[0111] 例えば、半導体パッケージCの優先順位が3位から2位に上がり、半導体パッケージBの優先順位が2位から3位に下がった場合を想定する。まず、ホストユニット21は、半導体パッケージBをソケット#2から取り外すことと、半導体パッケージCをドライブ22に搬送してソケット#2に装着することと、取り外した半導体パッケージBをパッケージストッカー4の例えば保管位置#1に搬送することとをパッケージ搬送装置3に指示する。パッ

ケージ搬送装置3は、半導体パッケージBをソケット#2から取り外し、半導体パッケージCを、半導体パッケージBが取り外されたソケット#2に搬送して装着し、そして、取り外された半導体パッケージBをパッケージストッカー4の保管位置#1に搬送する。

[0112] そして、ホストユニット21は、半導体パッケージ管理テーブル6を更新する。具体的には、ホストユニット21は、半導体パッケージBがパッケージストッカー4の保管位置#1に保管されていることを示す情報と、半導体パッケージCがソケット#2に装着されていることを示す情報とを半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。

[0113] 次に、半導体パッケージ41が保管されているパッケージストッカー4内の保管位置を変更する動作について説明する。図12は、本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、半導体パッケージ41の優先順位の変更に基づいて半導体パッケージ41の位置をパッケージストッカー4内で変更する動作について説明するための図である。

[0114] ここでは、図10に示す状態において、例えば、半導体パッケージHの優先順位が8位から3位に上がり、半導体パッケージC～Gそれぞれの優先順位が3位～7位から4位～8位に下がった場合を想定する。半導体パッケージHの新優先順位（3位）は第2レベルの優先順位に属し、半導体パッケージEの新優先順位（6位）は第3レベルの優先順位に属する。したがって、ホストユニット21は、半導体パッケージHの保管位置と半導体パッケージEの保管位置とを交換するようにパッケージ搬送装置3に指示する。まず、パッケージ搬送装置3は、パッケージストッカー4の保管位置#3から半導体パッケージEを取り出す。そして、パッケージ搬送装置3は、さらに、パッケージストッカー4の保管位置#6から半導体パッケージHを取り出す。その後、パッケージ搬送装置3は、パッケージストッカー4の保管位置#6に半導体パッケージEを保管する。そして、パッケージ搬送装置3は、パッケージストッカー4の保管位置#3に半導体パッケージHを保管する。

[0115] そして、ホストユニット21は、半導体パッケージ管理テーブル6を更新

する。具体的には、ホストユニット21は、半導体パッケージEがパッケージストッカー4の保管位置#6に保管されていることを示す情報と、半導体パッケージHがパッケージストッカー4の保管位置#3に保管されていることを示す情報とを半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。

[0116] 上記の動作によって、ホストユニット21はパッケージストッカー4に保管されている半導体パッケージ41のうち、より高い優先順位を持つ半導体パッケージ41を、パッケージ搬送装置3にとって、取り出すことが容易な保管位置（ここでは保管場所#1）に保管されるように制御することができる。これにより、パッケージストッカー4の保管場所#1に保管されている半導体パッケージ41が持つ優先順位が第2レベルの優先順位を上回ったとき、この半導体パッケージ41をパッケージストッカー4からドライブ22のソケット222に搬送するために必要とされる時間を短縮することができる。

[0117] 次に、パッケージ搬送装置3のバッファが使用可能な場合における、ホストユニット21によって制御される半導体パッケージ41の搬送および着脱動作について説明する。図13は、本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、半導体パッケージ41の優先順位の変更に基いて半導体パッケージ41の位置をパッケージストッカー4とパッケージ搬送装置3とドライブ22のソケット222との間で変更する動作について説明するための図である。

[0118] ホストユニット21は、半導体パッケージA、半導体パッケージB、…、半導体パッケージHまでの8個の半導体パッケージ41を管理している。ホストユニット21は、管理されている半導体パッケージ41のうち、最も優先順位の高い半導体パッケージAをドライブ22の例えばソケット#1に、二番目に優先順位の高い半導体パッケージBをドライブ22の例えばソケット#2に、それぞれ装着させるようにパッケージ搬送装置3に指示する。パッケージ搬送装置3は、半導体パッケージAをドライブ22のソケット#1に搬送して装着する。また、パッケージ搬送装置3は、半導体パッケージB

をドライブ 2 2 のソケット # 2 に搬送して装着する。ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ A と、半導体パッケージ B とがそれぞれソケット # 1 と、ソケット # 2 とに装着されていることを示す情報を半導体パッケージ管理テーブル 6 に格納する。

[0119] このように、ドライブ 2 2 に含まれるソケットの数が 2 である場合には、1 位から 2 位までの優先順位を有する 2 つの半導体パッケージ A ~ B がドライブ 2 2 の 2 つのソケット # 1 ~ # 2 にそれぞれ装着される。1 位から 2 位までの優先順位は、第 1 レベル優先順位に対応する。

[0120] また、ホストユニット 2 1 は、3 位から 4 位までの優先順位を有する 2 つの半導体パッケージ C ~ D を保持するようにパッケージ搬送装置 3 に指示する。3 位から 4 位までの優先順位は、第 1 レベルの優先順位よりも低い第 2 レベルの優先順位に相当する。

[0121] 指示を受けたパッケージ搬送装置 3（例えば搬送ユニット # 1）は、半導体パッケージ C を保持する。また、指示を受けたパッケージ搬送装置 3（例えば搬送ユニット # 2）は、半導体パッケージ D を保持する。これにより、3 位から 4 位までの優先順位を有する 2 つの半導体パッケージ C ~ D は、パッケージ搬送装置 3 において保持される。つまり、半導体パッケージ C を保持する搬送ユニット # 1 はパッケージ搬送装置 3 のバッファ # 1 として使用され、半導体パッケージ D を保持する搬送ユニット # 2 はパッケージ搬送装置 3 のバッファ # 2 として使用される。

[0122] この結果、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ C と、半導体パッケージ D とが、それぞれ搬送ユニット # 1（バッファ # 1）と、搬送ユニット # 2（バッファ # 2）とに保持されていることを示す情報とを半導体パッケージ管理テーブル 6 に格納する。

[0123] また、5 位から 8 位までの優先順位を有する 4 個の半導体パッケージ E ~ H は、パッケージストッカー 4 に保管された状態にある。パッケージストッカー 4 に保管されている 4 個の半導体パッケージ 4 1 のうち、5 位から 7 位までの優先順位を有する 3 個の半導体パッケージ E ~ G は、第 1 保管場所に

含まれる保管位置 # 1 ~ # 3 に保管される。5 位から 7 位までの優先順位は、第 2 レベル優先順位よりも低い第 3 レベル優先順位に相当する。

[0124] パッケージストッカー 4 に保管されている 4 個の半導体パッケージ 4 1 のうち、8 位の優先順位を有する半導体パッケージ H は、第 2 保管場所に含まれる保管位置 # 4 ~ # 6 のいずれか一つ（例えば保管位置 # 4）に保管される。

[0125] ここで、パッケージ搬送装置 3 のバッファ # 1 に保持されていた半導体パッケージ C の優先順位が、半導体パッケージ B の優先順位を上回ったときのホストユニット 2 1 の動作について説明する。図 1 4 は、本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、半導体パッケージ 4 1 の優先順位の変更に基づいて半導体パッケージ 4 1 の位置をパッケージ搬送装置 3 とドライブ 2 2 のソケット 2 2 2 との間で変更する動作についての説明するための図である。

[0126] 例えば、半導体パッケージ C の優先順位が 3 位から 2 位に上がり、半導体パッケージ B の優先順位が 2 位から 3 位に下がった場合を想定する。まず、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ B をソケット # 2 から取り外すことと、半導体パッケージ C をドライブ 2 2 に搬送してソケット # 2 に装着することと、取り外した半導体パッケージ B をパッケージ搬送装置 3 に保持することとをパッケージ搬送装置 3 に指示する。パッケージ搬送装置 3 は、半導体パッケージ B をソケット # 2 から取り外す。そして、パッケージ搬送装置 3 は、搬送ユニット # 1 に保持されている半導体パッケージ C を、半導体パッケージ B が取り外されたソケット # 2 に搬送して装着する。取り外された半導体パッケージ B は、パッケージ搬送装置 3（例えば搬送ユニット # 1）において保持された状態に維持される。

[0127] 上記の動作に応じて、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ管理テーブル 6 を更新する。具体的には、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ B がパッケージ搬送装置 3 のバッファ # 1 に保持されていることを示す情報と、半導体パッケージ C がソケット # 2 に装着されていることを示す情報と

を半導体パッケージ管理テーブル 6 に格納する。

[0128] 次に、パッケージストッカー 4 に保管されている半導体パッケージ 4 1 の優先順位がパッケージ搬送装置 3 のバッファに保持されている半導体パッケージ 4 1 の優先順位を上回った場合の交換動作について説明する。図 1 5 は、本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、半導体パッケージ 4 1 の優先順位の変更に基づいて半導体パッケージ 4 1 の位置をパッケージストッカー 4 とパッケージ搬送装置 3 との間で変更する動作について説明するための図である。

[0129] ここでは、図 1 3 に示す状態において、例えば、半導体パッケージ E の優先順位が 5 位から 4 位に上がり、半導体パッケージ D の優先順位が 4 位から 5 位に下がった場合を想定する。半導体パッケージ E の新優先順位（4 位）は第 2 レベルの優先順位に属し、半導体パッケージ D の新優先順位（5 位）は第 3 レベルの優先順位に属する。したがって、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ E の位置と半導体パッケージ D の位置とを交換するようにパッケージ搬送装置 3 に指示する。具体的には、まず、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ D をパッケージストッカー 4 の保管位置 # 1 に搬送するようにパッケージ搬送装置 3 に指示し、さらに、半導体パッケージ E を搬送ユニット # 2 に保持するようにパッケージ搬送装置 3 に指示する。指示を受けたパッケージ搬送装置 3 は、搬送ユニット # 2 が保持していた半導体パッケージ D をパッケージストッカー 4 の保管位置 # 1 に搬送する。そして、搬送ユニット # 2 は、パッケージストッカー 4 の保管位置 # 1 に保管されている半導体パッケージ E と、保持している半導体パッケージ D とを交換する。搬送ユニット # 2 は、バッファ # 2 として、半導体パッケージ E を保持する。

[0130] 上記の動作に応じて、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ管理テーブル 6 を更新する。具体的には、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ D がパッケージストッカー 4 の保管位置 # 1 に保管されていることを示す情報と、半導体パッケージ E がパッケージ搬送装置 3 の搬送ユニット # 2 （バ

ッファ#2)に保持されていることを示す情報と、を半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。

[0131] 上記の動作によって、ホストユニット21はパッケージストッカー4に保管されている半導体パッケージ41のうち、より高い優先順位を持つ半導体パッケージ41を、パッケージ搬送装置3にあらかじめ保持させておくことができる。これにより、搬送ユニット31に保持されている半導体パッケージ41が持つ優先順位が、ソケット222に接続されている半導体パッケージ41が持つ優先順位を上回ったとき、パッケージ搬送装置3がパッケージストッカー4から半導体パッケージ41を取り出すために必要とされる時間を無くすることができる。すなわち、パッケージ搬送装置3のバッファを使用することによって、パッケージストッカー4内の保管位置を調整することよりも、半導体パッケージ41の移動に必要とされる時間を大きく減らすことができる。

[0132] 次に、半導体パッケージ41の不揮発性メモリダイ411に対するデータの読み出し、または書き込み処理について説明する。図16は、本実施形態に係るストレージシステム1のホストユニット21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である。

[0133] まず、ホストユニット21は、アクセス対象の不揮発性メモリダイ411を含む半導体パッケージ41を決定する(ステップS11)。ここで、アクセス対象の不揮発性メモリダイ411はアプリケーションプログラム211から受信されるリード要求またはライト要求に基づいて決定される。そして、このアクセス対象の不揮発性メモリダイ411を含む半導体パッケージ41がステップS11で決定される。

[0134] ホストユニット21は、ステップS11で決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されているか否かを判定する(ステップS12)。ステップS12では、ホストユニット21は、半導体パッケージ管理テーブル6を参照することによって、決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されているか否かを判定して

もよい。

- [0135] 決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されている場合（ステップS12でYes）、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ411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S13）。
- [0136] 決定された半導体パッケージ41がドライブ22のいずれのソケット222にも装着されていない場合（ステップS12でNo）、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、決定された半導体パッケージ41をパッケージストッカー4からドライブ22に搬送させ、ソケット222に装着させる（ステップS14）。
- [0137] パッケージ搬送装置3によってソケット222に半導体パッケージ41が装着された場合、ホストユニット21は、この半導体パッケージ41に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ223を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致するか否かを確認する。読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ411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S13）。
- [0138] 図17は、本実施形態に係るストレージシステム1のホストユニット21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の詳細を示すフローチャートである。
- [0139] まず、ホストユニット21は、アクセス対象の不揮発性メモリダイ411を含む半導体パッケージ41を決定する（ステップS21）。
- [0140] ホストユニット21は、ステップS21で決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されているか否かを判定する（ステップS22）。ステップS22では、ホストユニット21は、半導体パッ

ケージ管理テーブル6を参照することによって、決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されているか否かを確認してもよい。

[0141] 決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されている場合（ステップS22でYes）、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ411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S23）。

[0142] 決定された半導体パッケージ41がドライブ22のいずれのソケット222にも装着されていない場合（ステップS22でNo）、ホストユニット21は、ドライブ22に空きソケットがあるか否かを確認する（ステップS24）。空きソケットは、いずれの半導体パッケージ41も装着されていないソケット222である。

[0143] ドライブ22に空きソケットがある場合（ステップS24でYes）、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、決定された半導体パッケージ41をパッケージストッカー4からドライブ22に搬送させ、空きソケットに装着させる（ステップS25）。この場合、ホストユニット21は、決定された半導体パッケージ41をパッケージストッカー4から取り出すことと、決定された半導体パッケージ41を空きソケットに装着することとをパッケージ搬送装置3に指示する。

[0144] パッケージ搬送装置3によってソケット222に半導体パッケージ41が装着された場合、ホストユニット21は、この半導体パッケージ41に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ223を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致するか否かを確認する。

[0145] 読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット21は、決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されていることを示す

情報を半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。

[0146] そして、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ411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S23）。

[0147] ドライブ22に空きソケットがない場合（ステップS24でNo）、ホストユニット21は、ドライブ22のソケット222に装着されている半導体パッケージ41の中に、決定された半導体パッケージ41の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ41が存在するか否かを判定する（ステップS26）。

[0148] ドライブ22のソケット222に装着されている半導体パッケージ41の中に、決定された半導体パッケージ41の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ41が存在しない場合（ステップS26でNo）、ホストユニット21は、ステップS24の処理を再度実行する。ホストユニット21は、各半導体パッケージ41の優先順位の変更によって、ドライブ22のソケット222に装着されている半導体パッケージ41の中に、決定された半導体パッケージ41の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ41が存在するようになるまで待つ。

[0149] ドライブ22のソケット222に装着されている半導体パッケージ41の中に、決定された半導体パッケージ41の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ41が存在する場合（ステップS26でYes）、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、ドライブ22のソケット222に装着されている半導体パッケージ41のうち、最も低い優先順位を持つ半導体パッケージ41をソケット222から取り外させ、そして、取り外された半導体パッケージ41をパッケージストッカー4へ搬送させる（ステップS27）。これにより、この半導体パッケージ41が取り外されたソケット222は、空きソケットになる。

[0150] そして、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、決定された半

導体パッケージ４１をパッケージストッカー４からドライブ２２に搬送させ、空きソケットに装着させる（ステップＳ２５）。この場合、ホストユニット２１は、決定された半導体パッケージ４１をパッケージストッカー４から取り出すことと、決定された半導体パッケージ４１をソケット２２２に装着することとを、パッケージ搬送装置３に指示する。

[0151] パッケージ搬送装置３によってソケット２２２に半導体パッケージ４１が装着された場合、ホストユニット２１は、この半導体パッケージ４１に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ２２３を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ４１のパッケージ識別子に一致するか否かを確認する。

[0152] 読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ４１のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット２１は、決定された半導体パッケージ４１がドライブ２２のソケット２２２に装着されていることを示す情報を半導体パッケージ管理テーブル６に格納する。

[0153] そして、ホストユニット２１は、コントローラ２２３を介して、決定された半導体パッケージ４１に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ４１１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Ｓ２３）。

[0154] これにより、ドライブ２２に空きソケットがない場合であっても、ホストユニット２１は、決定された半導体パッケージ４１が持つ優先順位よりも低い優先順位をもつ半導体パッケージ４１をソケット２２２から取り外すことで、決定された半導体パッケージ４１をソケット２２２に装着させることができる。

[0155] 次に、パッケージ搬送装置３のバッファを使用可能な場合における、半導体パッケージ４１の不揮発性メモリダイ４１１に対するデータの読み出し、または書き込み処理について説明する。図１８Ａ、および図１８Ｂは、本実施形態に係るストレージシステム１のホストユニット２１によって実行される不揮発性メモリダイ４１１に対するデータの読み出しまたは書き込み処理

の別の手順を示すフローチャートである。

- [0156] まず、ホストユニット 21 は、アクセス対象の不揮発性メモリダイ 411を含む半導体パッケージ 41 を決定する（ステップ S301）。
- [0157] ホストユニット 21 は、ステップ S301 で決定された半導体パッケージ 41 がドライブ 22 のソケット 222 に装着されているか否かを判定する（ステップ S302）。ホストユニット 21 は、半導体パッケージ管理テーブル 6 を参照することによって、決定された半導体パッケージ 41 がドライブ 22 のソケット 222 に装着されているか否かを判定してもよい。
- [0158] 決定された半導体パッケージ 41 がドライブ 22 のソケット 222 に装着されている場合（ステップ S302 で Yes）、ホストユニット 21 は、コントローラ 223 を介して、決定された半導体パッケージ 41 に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ 411 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 S303）。
- [0159] 決定された半導体パッケージ 41 がドライブ 22 のいずれのソケット 222 にも装着されていない場合（ステップ S302 で No）、ホストユニット 21 は、ドライブ 22 に空きソケットがあるか否かを確認する（ステップ S304）。
- [0160] ドライブ 22 に空きソケットがある場合（ステップ S304 で Yes）、ホストユニット 21 は、図 18B のステップ S305 の処理を実行する。
- [0161] ドライブ 22 に空きソケットがない場合（ステップ S304 で No）、ホストユニット 21 は、ドライブ 22 のソケット 222 に装着されている半導体パッケージ 41 の中に、決定された半導体パッケージ 41 の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ 41 が存在するか否かを判定する（ステップ S307）。
- [0162] ドライブ 22 のソケット 222 に装着されている半導体パッケージ 41 の中に決定された半導体パッケージ 41 の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ 41 が存在しない場合（ステップ S307 で No）、ホストユニット 21 は、ステップ S304 の処理を再度実行する。ホストユニッ

ト 2 1 は、各半導体パッケージ 4 1 の優先順位の変更によって、ドライブ 2 2 のソケット 2 2 2 に装着されている半導体パッケージ 4 1 の中に、決定された半導体パッケージ 4 1 の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ 4 1 が存在するようになるまで待つ。

[0163] ドライブ 2 2 のソケット 2 2 2 に装着されている半導体パッケージ 4 1 の中に、決定された半導体パッケージ 4 1 の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ 4 1 が存在する場合（ステップ S 3 0 7 で Y e s）、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、決定された半導体パッケージ 4 1 の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ 4 1 をソケット 2 2 2 から取り外させ、そして取り外された半導体パッケージ 4 1 をパッケージ搬送装置 3 のバッファに搬送させる（ステップ S 3 0 8）。これにより、ソケット 2 2 2 から取り外された半導体パッケージ 4 1 は、パッケージストッカー 4 に保管されずに、パッケージ搬送装置 3 に保持される。また、半導体パッケージ 4 1 が取り外されたソケット 2 2 2 は、空きソケットになる。そして、ホストユニット 2 1 は、図 1 8 B のステップ S 3 0 5 の処理を実行する。

[0164] ホストユニット 2 1 は、決定された半導体パッケージ 4 1 がパッケージ搬送装置 3 のバッファに存在するか否か、つまり、決定された半導体パッケージ 4 1 がパッケージ搬送装置 3 において保持されているか否かを判定する（ステップ S 3 0 5）。ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ管理テーブル 6 を参照することによって、決定された半導体パッケージ 4 1 がパッケージ搬送装置 3 に保持されているか否かを判定し得る。

[0165] 決定された半導体パッケージ 4 1 がパッケージ搬送装置 3 のバッファに存在する場合、つまり、決定された半導体パッケージ 4 1 がパッケージ搬送装置 3 のいずれかの搬送ユニット 3 1 に保持されている場合（ステップ S 3 0 5 で Y e s）、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、決定された半導体パッケージ 4 1 をパッケージ搬送装置 3 のバッファからドライブ 2 2 に搬送させ、空きソケットに装着させる（ステップ S 3 0 6）。この場合

、ホストユニット21は、決定された半導体パッケージ41を保持している搬送ユニット31に、決定された半導体パッケージ41をソケット222に装着するように指示する。

[0166] 搬送ユニット31によって半導体パッケージ41がソケット222に装着された場合、ホストユニット21は、この半導体パッケージ41に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ223を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致するか否かを確認する。

[0167] 読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット21は、決定された半導体パッケージ41がドライブ22のソケット222に装着されていることを示す情報を半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。

[0168] そして、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ411に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（図18AのステップS303）。

[0169] 決定された半導体パッケージ41がパッケージ搬送装置3のいずれのバッファにも存在しない場合、つまり、決定された半導体パッケージ41がパッケージ搬送装置3のいずれの搬送ユニット31にも保持されていない場合（ステップS305でNo）、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に空きのバッファがあるか否かを確認する（ステップS309）。パッケージ搬送装置3の空きのバッファは、半導体パッケージ41を保持していない搬送ユニット31である。

[0170] パッケージ搬送装置3に空きのバッファがある場合、つまり、半導体パッケージ41を保持していない搬送ユニット31が存在する場合（ステップS309でYes）、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、決定された半導体パッケージ41をパッケージストッカー4からパッケージ搬送装置3の空きのバッファ、つまり、半導体パッケージ41を保持していない

搬送ユニット 3 1、に搬送させる（ステップ S 3 1 0）。この場合、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ 4 1 を保持していない搬送ユニット 3 1 に、決定された半導体パッケージ 4 1 をパッケージストッカー 4 から取り出すように指示してもよい。これにより、決定された半導体パッケージ 4 1 はこの搬送ユニット 3 1 によって保持されるので、決定された半導体パッケージ 4 1 がパッケージ搬送装置 3 のバッファに存在している状態となる。

[0171] そして、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、決定された半導体パッケージ 4 1 をパッケージ搬送装置 3 のバッファからドライブ 2 2 に搬送させ、空きソケットに装着させる（ステップ S 3 0 6）。この場合、ホストユニット 2 1 は、決定された半導体パッケージ 4 1 を保持している搬送ユニット 3 1 に、決定された半導体パッケージ 4 1 を、ソケット 2 2 2 に装着するように指示する。

[0172] 搬送ユニット 3 1 によって半導体パッケージ 4 1 がソケット 2 2 2 に装着された場合、ホストユニット 2 1 は、この半導体パッケージ 4 1 に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ 2 2 3 を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子に一致するか否かを確認する。

[0173] 読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット 2 1 は、決定された半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 のソケット 2 2 2 に装着されていることを示す情報を半導体パッケージ管理テーブル 6 に格納する。

[0174] そして、ホストユニット 2 1 は、コントローラ 2 2 3 を介して、決定された半導体パッケージ 4 1 に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（図 1 8 A のステップ S 3 0 3）。

[0175] パッケージ搬送装置 3 に空きのバッファが存在しない場合（ステップ S 3 0 9 で N o）、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 のバッファに保持されている半導体パッケージ 4 1 の中に、決定された半導体パッケージ

4 1 の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導体パッケージ 4 1 が存在する
か否かを判定する（ステップ S 3 1 1）。

[0176] パッケージ搬送装置 3 のバッファに保持されている半導体パッケージ 4 1
の中に、決定された半導体パッケージ 4 1 の優先順位よりも低い優先順位を
持つ半導体パッケージ 4 1 が存在しない場合（ステップ S 3 1 1 で N o）、
ホストユニット 2 1 は、ステップ S 3 0 9 の処理を再度実行する。ホストユ
ニット 2 1 は、各半導体パッケージ 4 1 の優先順位の変更によって、パッ
ケージ搬送装置 3 のバッファに保持されている半導体パッケージ 4 1 の中に、
決定された半導体パッケージ 4 1 の優先順位よりも低い優先順位を持つ半導
体パッケージ 4 1 が存在するようになるまで待つ。

[0177] パッケージ搬送装置 3 のバッファに保持されている半導体パッケージ 4 1
の中に、決定された半導体パッケージ 4 1 の優先順位よりも低い優先順位を
持つ半導体パッケージ 4 1 が存在する場合（ステップ S 3 1 1 で Y e s）、
ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、パッケージ搬送装置 3 の
バッファに保持されている半導体パッケージ 4 1 のうち、最も低い優先順位
を持つ半導体パッケージ 4 1 をパッケージストッカー 4 に搬送させる（ステ
ップ S 3 1 2）。ステップ S 3 1 2 では、ホストユニット 2 1 は、最も低い
優先順位を持つ半導体パッケージ 4 1 を保持している搬送ユニット 3 1 に、
半導体パッケージ 4 1 をパッケージストッカー 4 に搬送するように指示して
もよい。これにより、この搬送ユニット 3 1 は、半導体パッケージ 4 1 を保
持していない空きのバッファになる。

[0178] そして、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、決定された半
導体パッケージ 4 1 をパッケージストッカー 4 からパッケージ搬送装置 3 の
空きのバッファに搬送させる（ステップ S 3 1 0）。この場合、ホストユ
ニット 2 1 は、空きのバッファになった搬送ユニット 3 1 に、決定された半導
体パッケージ 4 1 をパッケージストッカー 4 から取り出すように指示しても
よい。これにより、決定された半導体パッケージ 4 1 はこの搬送ユニット 3
1 によって保持されるので、決定された半導体パッケージ 4 1 がパッケージ

搬送装置 3 のバッファに存在している状態となる。

[0179] そして、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、決定された半導体パッケージ 4 1 をパッケージ搬送装置 3 のバッファからドライブ 2 2 に搬送させ、空きソケットに装着させる（ステップ S 3 0 6）。

[0180] 搬送ユニット 3 1 によって半導体パッケージ 4 1 がソケット 2 2 2 に装着された場合、ホストユニット 2 1 は、この半導体パッケージ 4 1 に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ 2 2 3 を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子に一致するか否かを確認する。

[0181] 読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット 2 1 は、決定された半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 のソケット 2 2 2 に装着されていることを示す情報を半導体パッケージ管理テーブル 6 に格納する。

[0182] そして、ホストユニット 2 1 は、コントローラ 2 2 3 を介して、決定された半導体パッケージ 4 1 に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（図 1 8 A のステップ S 3 0 3）。

[0183] 以上説明したように、第 1 の実施形態によれば、ドライブ 2 2 は、半導体パッケージ 4 1 を着脱可能に装着するように構成された少なくとも 1 つのソケット 2 2 2 と、このソケット 2 2 2 に装着された半導体パッケージ 4 1 の不揮発性メモリダイ 4 1 1 を制御するコントローラ 2 2 3 とを含む。

[0184] ドライブ 2 2 に通信可能に接続されたホストユニット 2 1 は、コントローラ 2 2 3 を介して、ソケット 2 2 2 に接続された半導体パッケージ 4 1 の不揮発性メモリダイ 4 1 1 に対してデータの読み出しまたは書き込みを実行することができる。ホストユニット 2 1 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パッケージ 4 1 の中から、アクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 を含む半導体パッケージ 4 1 を決定する。

[0185] アクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 を含む半導体パッケージ 4 1 が

、ドライブ２２のソケット２２２に装着されている場合、ホストユニット２１は、コントローラ２２３を介して、アクセス対象の不揮発性メモリダイ４１１に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

[0186] アクセス対象の不揮発性メモリダイ４１１を含む半導体パッケージ４１がドライブ２２のソケット２２２に装着されておらず、且つ、パッケージストッカー４に保管されている場合、ホストユニット２１は、パッケージ搬送装置３に、アクセス対象の不揮発性メモリダイ４１１を含む半導体パッケージ４１をドライブ２２のソケット２２２に搬送させて装着させる。

[0187] このように、ストレージシステム１においては、１以上の不揮発性メモリダイ４１１を含む半導体パッケージ４１が、ドライブ２２のソケット２２２に装着される。この結果、ドライブ２２のソケット２２２に装着された半導体パッケージ４１を、ホストユニット２１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２１は、ドライブ２２のソケット２２２に接続されている半導体パッケージ４１を別の半導体パッケージ４１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パッケージ４１のうちの任意の半導体パッケージ４１に含まれる不揮発性メモリダイ４１１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。

（第２の実施形態）

次に、複数の半導体パッケージ４１をまとめて搬送および着脱する構成について説明する。図１９は、本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。図１９に示すストレージシステム１は、図１に示した第１の実施形態のストレージシステム１と比較し、複数の半導体パッケージ４１を収容するトレイ４６を、半導体パッケージ４１を搬送および着脱するための単位として使用する点が主に相違しており、他の構成は、第１の実施形態のストレージシステム１の構成と同様である。以下では、第１の実施形態のストレージシステム１との相違点を主として説明する。

[0188] パッケージストッカー４は、所定個数の半導体パッケージ４１をそれぞれ

が収容する複数のトレイ 4 6 を保管可能に構成されている。トレイ 4 6 の形状は、箱形であってもよいし、板状であってもよい。一つのトレイ 4 6 に収容する半導体パッケージ 4 1 の個数は、2 以上である。トレイ 4 6 には、所定個数の半導体パッケージ 4 1 が収容される。トレイ 4 6 への半導体パッケージ 4 1 の収容は工場で行われる。所定個数の半導体パッケージ 4 1 を収容しているトレイ 4 6 が工場から出荷され、データセンタで使用される。

[0189] ドライブ 2 2 は、トレイ 4 6 に収容されたままの所定個数の半導体パッケージ 4 1 を一括して着脱可能な、所定個数のソケット 2 2 2 を少なくとも含む。例えば、トレイ 4 6 が 1 6 個の半導体パッケージ 4 1 を収容するように構成されている場合には、ドライブ 2 2 は、1 6 個のソケット 2 2 2 を少なくとも含む。1 6 個のソケット 2 2 2 は、一つのトレイに収容されている 1 6 個の半導体パッケージ 4 1 を一括して着脱可能なソケット群を形成する。1 6 個の半導体パッケージ 4 1 は、トレイ 4 6 に収容された状態で、1 6 個のソケット 2 2 2 に一括して装着される。また、トレイ 4 6 が 4 8 個の半導体パッケージ 4 1 を収容するように構成されている場合には、ドライブ 2 2 は、4 8 個のソケット 2 2 2 を少なくとも含む。4 8 個のソケット 2 2 2 は、一つのトレイに収容されている 4 8 個の半導体パッケージ 4 1 を一括して着脱可能なソケット群を形成する。4 8 個の半導体パッケージ 4 1 は、トレイ 4 6 に収容された状態で、4 8 個のソケット 2 2 2 に一括して装着される。なお、ドライブ 2 2 は、2 つ以上のトレイ 4 6 に対応する数のソケット 2 2 2 を含んでもよい。

[0190] パッケージ搬送装置 3 は、トレイ 4 6 をパッケージストッカー 4 とドライブ 2 2 との間で搬送する。例えば、トレイ 4 6 が 1 6 個の半導体パッケージ 4 1 を収容するように構成されている場合には、パッケージ搬送装置 3 は、トレイ 4 6 を搬送することによって、1 6 個の半導体パッケージ 4 1 をまとめてパッケージストッカー 4 とドライブ 2 2 との間で搬送する。

[0191] 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 2 1 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、複数のトレイ４６それぞれが存在している位置を管理する機能である。搬送制御機能は、パッケージ搬送装置３を制御することによって、所定個数の半導体パッケージ４１を収容したトレイ４６の搬送を制御する機能である。

[0192] 複数のトレイ４６の各々にはトレイ識別子（トレイ識別名とも称される）が付与されている。例えば、複数のトレイ４６の各々には、二次元バーコードのようなバーコードがマーキングされていてもよいし、二次元バーコードのようなバーコードが印刷されたシールが添付されていてもよい。バーコードは、トレイ識別子を表す情報を含む。

[0193] ホストユニット２１は、トレイ識別子と、このトレイ識別子によって識別されるトレイ４６が存在している位置との間の対応関係を管理し得る。また、ホストユニット２１は、トレイ識別子と、このトレイ識別子によって識別されるトレイ４６に収容されている所定個数の半導体パッケージ４１との間の対応関係も管理し得る。

[0194] あるトレイ４６が存在し得る位置は、例えば、ドライブ２２に含まれる複数のソケット２２２のうちの所定個数のソケット２２２、または、パッケージストッカー４に含まれる複数のトレイ保管位置のうちの任意の一つのトレイ保管位置である。

[0195] ホストユニット２１は、複数の半導体パッケージ４１のうち、アクセス対象である不揮発性メモリダイを含む半導体パッケージ４１を決定する。ホストユニット２１は、決定した半導体パッケージ４１を収容しているトレイ４６をさらに決定する。

[0196] ホストユニット２１は、決定したトレイ４６が存在している位置を特定し、これによって、決定したトレイ４６に収容された所定個数の半導体パッケージ４１がドライブ２２の所定個数のソケット２２２に装着されているか否かを判定することができる。

[0197] 決定したトレイ４６に収容された所定個数の半導体パッケージ４１がドライブ２２の所定個数のソケット２２２に装着されている場合、ホストユニッ

ト 2 1 は、ドライブ 2 2 内のコントローラ 2 2 3 を介してアクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

[0198] 決定したトレイ 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 に装着されていない場合、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、決定したトレイ 4 6 をドライブ 2 2 に搬送させて、決定したトレイ 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 をドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 に装着させる。この場合、ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に次のような搬送要求を送信し得る。

[0199] この搬送要求は、例えば、決定したトレイ 4 6 が保管されているパッケージストッカー 4 内の位置（トレイ保管位置とも称される）を移動元位置として指定し、且つ、ドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 を移動先位置として指定する。パッケージ搬送装置 3 の搬送ユニット 3 1 は、指定された移動元位置に存在しているトレイ 4 6 を、指定された移動先位置に搬送する。そして、搬送ユニット 3 1 は、このトレイ 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 を、移動先位置の所定個数のソケット 2 2 2 に一括して装着する。

[0200] このように、個々のトレイ 4 6 毎にその位置を管理することにより、個々の半導体パッケージ 4 1 毎にその位置を管理する場合に比し、位置管理に必要とされる処理量を低減できる。さらに、トレイ 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 がまとめて搬送されるので、個々の半導体パッケージ 4 1 を一つずつ搬送する場合に比し、必要な搬送回数を低減することが可能となる。

[0201] さらに、ホストユニット 2 1 は、複数の半導体パッケージ 4 1 それぞれの優先順位に基づいて決定される複数のトレイ 4 6 それぞれの優先順位を管理する機能も有し得る。複数の複数のトレイ 4 6 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、複数のトレイ４６それぞれの優先順位を決定することができる。例えば、ホストユニット２１は、収容している所定個数の半導体パッケージ４１が有する優先順位の平均が高いトレイ４６が高い優先順位を有するように、複数のトレイ４６それぞれの優先順位を決定してもよい。あるいは、ホストユニット２１は、収容している所定個数の半導体パッケージ４１が有する優先順位の中の最高の優先順位に基づいて、複数のトレイ４６それぞれの優先順位を決定してもよい。

[0202] ホストユニット２１は、複数のトレイ４６それぞれの優先順位に基づいて、複数のトレイ４６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２１は、第１レベルの優先順位を有するトレイ４６に収容された所定個数の半導体パッケージ４１がドライブ２２の所定個数のソケット２２２に装着され、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トレイ４６がパッケージストッカー４に保管されるように、複数のトレイ４６それぞれの優先順位に基づいて、複数のトレイ４６それぞれが存在する位置を制御し得る。

[0203] なお、パッケージ搬送装置３に含まれる搬送ユニット３１の幾つかを、トレイ４６を一時的に保持するためのバッファとして使用してもよい。この場合、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トレイ４６は、パッケージ搬送装置３に含まれる搬送ユニット３１に保持される。そして、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トレイ４６がパッケージストッカー４に保管される。

[0204] 第２レベルの優先順位を有するトレイ４６を保持している搬送ユニット３１は、他の搬送ユニット３１による搬送動作の妨げにならないように、特定の退避位置に移動されてもよい。

[0205] また、トレイ４６の優先順位に応じて、パッケージストッカー４内の保管場所を変更してもよい。例えば、ホストユニット２１は、第１レベルの優先順位を有するトレイ４６に終了される所定個数の半導体パッケージ４１がドライブ２２の所定個数のソケット２２２に装着され、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トレイ46がパッケージ搬送装置3において保持され、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トレイ46がパッケージストッカー4に含まれる第1の保管場所に保管され、第3レベルの優先順位よりも低い第4レベルの優先順位を有するトレイ46がパッケージストッカー4に含まれる第2の保管場所に保管されるように、複数のトレイ46それぞれの優先順位に基づいて、複数のトレイ46それぞれが存在する位置を制御し得る。ここで、第1の保管場所は、第2の保管場所よりも、パッケージ搬送装置3に近いパッケージストッカー4内の保管場所である。

[0206] 次に、トレイの46の構成について説明する。図20は、複数の半導体パッケージ41を収容可能なトレイ46の構成例を示す斜視図である。図21は、図20の21-21線に沿ったトレイ46の断面図である。

[0207] トレイ46は、所定個数の半導体パッケージ41を収容可能な所定個数の窪み461を含む。例えば、トレイ46が16個の半導体パッケージ41を収容可能な構造を有する場合には、トレイ46は、16個の窪み461を含む。

[0208] 図21に示すように、所定個数の窪み461の各々の底面近傍の内周部には、支持部材462が設けられている。支持部材462は、その窪み461に収容された半導体パッケージ41の裏面417の最外周領域を支持する。さらに、所定個数の窪み461の各々の底面、つまりトレイ46の下面においては、半導体パッケージ41の複数のボール型金属端子413が露出される開口が形成されている。つまり、所定個数の窪み461の各々は半導体パッケージ41を収容可能な空洞であり、この空洞の底部には、半導体パッケージ41の複数のボール型金属端子413が露出される開口が形成されている。

[0209] したがって、窪み461に収容された半導体パッケージ41の裏面417の最外周領域は支持部材462に当接し、これによって半導体パッケージ41はトレイ46内に保持される。さらに、半導体パッケージ41の裏面41

7に設けられた複数のボール型金属端子413は、支持部材462に接触することなく、トレー46の下面に設けられた開口を通して外部環境に露出される。この場合、各半導体パッケージ41は、トレー46の下面に設けられた開口を通して複数のボール型金属端子413がトレー46の下面から突出されるようにトレー46内に収容され得る。

[0210] このように、トレー46は、所定個数の半導体パッケージ41の各々の複数のボール型金属端子413が露出される開口が形成された下面を有する。したがって、所定個数の半導体パッケージ41を、これら半導体パッケージ41がトレー46に収容されたまま所定個数のソケット222に装着することができる。

[0211] また、所定個数の半導体パッケージ41の各々の複数のボール型金属端子413が露出される開口が形成されたトレー46の下面は、凹凸の無い平坦な面である。したがって、トレー46は、パッケージストッカー4のレール対に沿ってスムーズに移動可能である。

[0212] 次に、トレー46に収容された所定個数の半導体パッケージ41とドライブ22の所定個数のソケット222との間の位置合わせを補助可能なトレー46の構成について説明する。図22は、上面と下面にそれぞれ凸部が設けられたトレー46の構成例を示す斜視図である。図23は、図22の23-23線に沿ったトレー46の断面図である。

[0213] トレー46は、所定個数の半導体パッケージ41を収容可能な所定個数の窪み461を含む。例えば、トレー46が16個の半導体パッケージ41を収容可能な構造を有する場合には、トレー46は、16個の窪み461を含む。

[0214] 図23に示すように、所定個数の窪み461の各々の底面近傍の内周部には、支持部材462が設けられている。支持部材462は、その窪み461に収容された半導体パッケージ41の裏面417の最外周領域を支持する。さらに、所定個数の窪み461の各々の底面、つまりトレー46の下面においては、半導体パッケージ41の複数のボール型金属端子413が露出され

る開口が形成されている。つまり、所定個数の窪み461の各々は半導体パッケージ41を収容可能な空洞であり、この空洞の底部には、半導体パッケージ41の複数のボール型金属端子413が露出される開口が形成されている。

[0215] したがって、窪み461に収容された半導体パッケージ41の裏面417の最外周領域は支持部材462に当接し、これによって半導体パッケージ41はトレイ46内に保持される。さらに、半導体パッケージ41の裏面417に設けられた複数のボール型金属端子413は、支持部材462に接触することなく、トレイ46の下面に設けられた開口を通して外部環境に露出される。この場合、各半導体パッケージ41は、トレイ46の下面に設けられた開口を通して複数のボール型金属端子413がトレイ46の下面から突出されるようにトレイ46内に収容され得る。

[0216] さらに、トレイ46の下面は、一つ以上の凸部463を有している。各凸部463は、トレイ46に収容された所定個数の半導体パッケージ41とドライブ22の所定個数のソケット222との間の位置合わせ用の部材として使用され得る。

[0217] また、さらに、トレイ46の上面は、一つ以上の凸部464を有している。トレイ46に収容された所定個数の半導体パッケージ41がドライブ22の所定個数のソケット222に装着された場合、所定個数の半導体パッケージ41と所定個数のソケット222との間の安定した接触状態を維持するために、トレイ46は蓋部材で覆われてもよい。トレイ46の上面に設けられた各凸部464は、トレイ46と蓋部材との間の位置合わせ用の部材として使用され得る。

[0218] 図24は、図22および図23を参照して説明したトレイ46の上面および下面の形状を示す平面図である。図24の左部はトレイ46を上側から見た平面図である。図24の右部はトレイ46を下側から見た平面図である。また、図25は、トレイ46の側面図である。

[0219] 図24の右部および図25から分かるように、トレイ46の下面は、各半

導体パッケージ４１の複数のボール型金属端子４１３が露出される開口を有し、且つ複数の凸部４６３を有している。

[0220] また図２５から分かるように、各凸部４６３の先端は、凹凸の無い平坦な面を有している。トレー４６がパッケージストッカー４のレール対上に載置された場合、各凸部４６３の先端は、レール対に当接する接触面となる。この接触面は、凹凸の無い平坦な面を有しているので、レール対に沿ってトレー４６をスムーズにスライドさせることができる。

[0221] 次に、複数のトレー４６を保管可能なパッケージストッカー４の構成について説明する。図２６は、複数のトレー４６を載置可能なパッケージストッカー４のレール構造を示す斜視図である。

[0222] 図２６では、各トレー４６が、ドライブ２２に設けられたソケット２２２の数と同じ４８個の半導体パッケージ４１を収容している場合が例示されている。

[0223] パッケージストッカー４は、間隔を置いて互いに対向する２つの側壁４０１１、４０１２と、２つの側壁４０１１、４０１２の内側に配置された４つのレール対Ｒ１１～Ｒ１４とを含む。レール対Ｒ１１は、間隔を置いて対向し、且つ互いに平行に延びた一对のレールを含む。レール間に隙間を有するこのようなレール構造を使用することにより、トレー４６の下面から露出された各半導体パッケージ４１のボール型金属端子４１３がレールに接触することなく、トレー４６を支持することが可能となる。他のレール対Ｒ１２～Ｒ１４の各々も、レール対Ｒ１１と同様の構成を有している。

[0224] 図２７は、複数のトレー４６が載置可能なパッケージストッカー４のレール構造の他の例を示す斜視図である。

[0225] 図２７では、パッケージストッカー４に３つのレールユニット４０１～４０３が含まれている場合が例示されている。ドライブ２２に含まれるソケット２２２の数は例えば４８個であり、トレー４６に収容されている半導体パッケージ４１の数は例えば１６個である。この場合、ドライブ２２に含まれる４８個のソケット２２２は、各々が１６個のソケット２２２を含む３つの

グループに分けられる。あるトレイ４６に収容されている１６個の半導体パッケージ４１が、あるグループに含まれる１６個のソケット２２２に一括して装着される。そして、このトレイ４６は、このグループに対応する蓋部材２２６によって覆われる。各グループに対応する蓋部材２２６は、ヒンジ機構を介し開閉自在にドライブ２２のプリント回路基板２２１に取り付けられていてもよい。

[0226] レールユニット４０１は、間隔を置いて互いに対向する２つの側壁４０１１、４０１２と、２つの側壁４０１１、４０１２の内側に配置された４つのレール対Ｒ１１～Ｒ１４とを含む。レール対Ｒ１１は、間隔を置いて対向し、且つ互いに平行に延びた一对のレールを含む。レール間に隙間を有するようなレール構造を使用することにより、トレイ４６の下面から露出された各半導体パッケージ４１のボール型金属端子４１３がレールに接触することなく、トレイ４６を支持することが可能となる。他のレール対Ｒ１２～Ｒ１４の各々も、レール対Ｒ１１と同様の構成を有している。

[0227] レールユニット４０２は、間隔を置いて互いに対向する２つの側壁４０２１、４０２２と、２つの側壁４０２１、４０２２の内側に配置された４つのレール対Ｒ２１～Ｒ２４とを含む。レール対Ｒ２１は、間隔を置いて対向し、且つ互いに平行に延びた一对のレールを含む。他のレール対Ｒ２２～Ｒ２４の各々も、レール対Ｒ２１と同様の構成を有している。

[0228] レールユニット４０３は、間隔を置いて互いに対向する２つの側壁４０３１、４０３２と、２つの側壁４０３１、４０３２の内側に配置された４つのレール対Ｒ３１～Ｒ３４とを含む。レール対Ｒ３１は、間隔を置いて対向し、且つ互いに平行に延びた一对のレールを含む。他のレール対Ｒ３２～Ｒ３４の各々も、レール対Ｒ３１と同様の構成を有している。

[0229] 次に、トレイ４６の搬送を制御するホストユニット２１の構成について説明する。図２８は、トレイ４６の搬送を制御するホストユニット２１の構成例を示すブロック図である。ここでは、ストレージシステム１に含まれる複数のホストユニット２１のうちの一つであるホストユニット２１ａについて

説明する。

- [0230] ホストユニット21a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。これらの構成要素のうち、メインメモリ202の管理データ以外の構成要素は、図7で説明されたホストユニット21aの構成要素と同じであるため、説明を省略する。
- [0231] トレー46の搬送を制御するホストユニット21a（より詳しくはプロセッサ201）は、ストレージ管理ツール216の制御の下に、半導体パッケージ管理テーブル6と、トレー管理テーブル7とを管理することができる。半導体パッケージ管理テーブル6は、複数の半導体パッケージ41のための管理データである。トレー管理テーブル7は、複数のトレー46のための管理データである。半導体パッケージ管理テーブル6およびトレー管理テーブル7はメインメモリ202に記憶されてもよい。
- [0232] ホストユニット21aは、個々の半導体パッケージ41に固有の半導体パッケージ識別名を付与するように構成されている。ホストユニット21aは、半導体パッケージ管理テーブル6を用いて、各半導体パッケージ41の半導体パッケージ識別名と、各半導体パッケージ41の優先順位と、各半導体パッケージ41が収容されるトレー46の識別名とを管理する。図28では、ホストユニット21aが、半導体パッケージ識別名である半導体パッケージA、半導体パッケージB、…、半導体パッケージF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パッケージ41のそれぞれを識別し、そして、トレー識別名である、トレーa、トレーb、トレーc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トレー46のそれぞれを識別する例が示されている。以下では、あるトレー識別名を有するトレー46を、そのトレー識別名を用いて表記することがある。例えば、トレー識別名「トレーa」をもつトレー46を、トレーaと表記することがある。
- [0233] ホストユニット21aは、複数の半導体パッケージ41それぞれの優先順

位を半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。ホストユニット21aは、各半導体パッケージ41に含まれる不揮発性メモリダイ411に対するアクセス頻度等に基づいて、各半導体パッケージ41の優先順位を決定してもよい。また、ホストユニット21aは、半導体パッケージ管理テーブル6によって管理されている優先順位に基づいて、パッケージ搬送装置3に対して、半導体パッケージ41の搬送処理を指示してもよい。

[0234] ホストユニット21aは、複数の半導体パッケージ41それぞれがいずれのトレイ46に収容されているかを示す情報として、各トレイ46のトレイ識別名を半導体パッケージ管理テーブル6に格納する。ここでは、トレイaは、半導体パッケージAと、半導体パッケージBとを収容する。トレイbは、半導体パッケージCと、半導体パッケージDとを収容する。トレイcは、半導体パッケージEと、半導体パッケージFとを収容する。

[0235] さらに、ホストユニット21aは、トレイ管理テーブル7を用いて、各トレイ46のトレイ識別名と、各トレイ46の優先順位と、各トレイ46の状態と、各トレイ46の位置とを管理する。図28では、ホストユニット21aが、トレイ識別名であるトレイa、トレイb、トレイc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トレイ46のそれぞれを識別する例が示されている。

[0236] ホストユニット21aは、複数のトレイ46それぞれの優先順位をトレイ管理テーブル7に格納する。そして、ホストユニット21aは、トレイ管理テーブル7によって管理されている優先順位に基づいて、パッケージ搬送装置3に対して、トレイ46の搬送処理を指示する。なお、ホストユニット21aは、各トレイ46が収容する半導体パッケージ41それぞれが持つ優先順位に基づいて、各トレイ46の優先順位を決定してもよい。

[0237] ホストユニット21aは、複数のトレイ46それぞれが、ホストユニット21aに接続されている、パッケージストッカー4に保管されている、あるいはパッケージ搬送装置3の搬送ユニット31に保持されている、のいずれの状態であるかを示す情報を、各トレイ46の状態として、トレイ管理テー

ブル7に格納する。

[0238] ここで、あるトレイ46がホストユニット21aに接続されている状態は、このトレイ46に収容されている所定個数の半導体パッケージ41がドライブ22aの所定個数のソケット222に装着されている状態を意味する。したがって、ホストユニット21aは、あるトレイ46がホストユニット21aに接続されている場合、このトレイ46に収容されている所定個数の半導体パッケージ41が、ドライブ22aの所定個数のソケット222に装着されていることを認識することができる。そして、ホストユニット21aは、このトレイに収容されている所定個数の半導体パッケージ41の各々の不揮発性メモリダイ411に対するデータの読み出しおよび書き込みが可能であることを認識できる。

[0239] 図28に示す例では、半導体パッケージ識別名「半導体パッケージA」をもつ半導体パッケージ41が、最も高い優先順位を有している（優先順位＝1）。半導体パッケージAは、トレイ識別名「トレイa」をもつトレイ46に収容されている。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージB」をもつ半導体パッケージ41が、二番目に高い優先順位を有している（優先順位＝2）。半導体パッケージBは、トレイaに収容されている。また、半導体パッケージ識別名「半導体パッケージC」をもつ半導体パッケージ41は、三番目に高い優先順位を有している（優先順位＝3）。半導体パッケージCは、トレイ識別名「トレイb」をもつトレイ46に収容されている。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージD」をもつ半導体パッケージ41は、四番目に高い優先順位を有している（優先順位＝4）。半導体パッケージDは、トレイbに収容されている。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージE」をもつ半導体パッケージ41は、五番目に高い優先順位を有している（優先順位＝5）。半導体パッケージEは、トレイ識別名「トレイc」をもつトレイ46に収容されている。半導体パッケージ識別名「半導体パッケージF」をもつ半導体パッケージ41は、六番目に高い優先順位を有している（優先順位＝6）。半導体パッケージFは、トレイcに収容されている。

- [0240] トレー a が、最も高い優先順位を有している（優先順位＝１）。トレー a に収容されている所定個数の半導体パッケージ 4 1（ここでは、半導体パッケージ A～B）は、ドライブ 2 2 a のソケット群 # 1 に装着されている。トレー b が、二番目に高い優先順位を有している（優先順位＝２）。トレー b は、パッケージストッカー 4 に含まれる保管位置 # 1 に保管されている。トレー c が、三番目に高い優先順位を有している（優先順位＝３）。トレー c は、パッケージストッカー 4 の保管位置 # 2 に保管されている。
- [0241] 保管位置 # 1 とパッケージ搬送装置 3 との距離は、保管位置 # 2 とパッケージ搬送装置 3 との距離よりも短い。したがって、保管位置 # 1 に保管されているトレー b は、搬送ユニット 3 1 にとって、保管位置 # 2 に保管されているトレー c よりも容易に取り出すことができる。ホストユニット 2 1 a は、各トレー 4 6 の優先順位に応じて、より優先順位の高いトレー 4 6 が、より容易に取り出すことができる保管位置に保管されるように、パッケージ搬送装置 3 に指示をしてもよい。
- [0242] また、ホストユニット 2 1 a は、搬送ユニット 3 1 をバッファとして使用してもよい。このとき、ホストユニット 2 1 a は、パッケージストッカー 4 に保管されている複数のトレー 4 6 のうち、最も優先順位の高いトレー 4 6 を搬送ユニット 3 1 が保持するようにパッケージ搬送装置 3 に指示をしてもよい。
- [0243] 次に、パッケージストッカー 4 にトレー 4 6 を追加する際、およびパッケージストッカー 4 からトレー 4 6 を排出する際に使用されるトレー出し入れ口について説明する。図 2 9 は、パッケージストッカー 4 のトレー取り出し口を示す図である。
- [0244] パッケージストッカー 4 は、パッケージストッカー 4 の外部からパッケージストッカー 4 へのトレー 4 6 の追加、および、パッケージストッカー 4 からパッケージストッカー 4 の外部へのトレー 4 6 の排出、に使用されるトレー出し入れ口 4 2 1 を含む。トレー出し入れ口 4 2 1 は、パッケージストッカー 4 の前面 4 2 に設けられた開口である。前面 4 2 は、サーバラック 1 1

の前面 1 2 に相当する。

[0245] トレー 4 6 は、パッケージストッカー 4 に設けられたトレー出し入れ口 4 2 1 を通じて、パッケージストッカー 4 の外部からパッケージストッカー 4 に追加される。追加されたトレー 4 6 は、既に保管されている複数のトレー 4 6 と共にパッケージストッカー 4 に保管される。

[0246] また、不要になったトレー 4 6 は、パッケージストッカー 4 に設けられたトレー出し入れ口 4 2 1 を通じて、パッケージストッカー 4 からパッケージストッカー 4 の外部に排出される。

[0247] パッケージストッカー 4 は、パッケージストッカー 4 の前面 4 2 に設けられたトレー出し入れ口 4 2 1 に加え、パッケージ搬送装置 3 と対向する側の面に設けられたトレー出し入れ口 4 3 1 も含む。トレー出し入れ口 4 3 1 は、パッケージストッカー 4 へのトレー 4 6 の保管、および、パッケージストッカー 4 からのトレー 4 6 の取り出し、に使用される。パッケージ搬送装置 3 は、トレー出し入れ口 4 3 1 を通じてパッケージストッカー 4 にトレー 4 6 を保管する動作と、トレー出し入れ口 4 3 1 を通じてパッケージストッカー 4 からトレー 4 6 を取り出す動作とを実行する。トレー出し入れ口 4 3 1 は、例えば、パッケージストッカー 4 の背面に設けられており、トレー出し入れ口 4 2 1 の反対側に位置する。また、ここでは図示されていないが、パッケージストッカー 4 のトレー出し入れ口 4 2 1 からパッケージ搬送装置 3 に向かう方向に、つまり、トレー出し入れ口 4 2 1 からトレー出し入れ口 4 3 1 に向かう方向に、複数対のレールが延びている。

[0248] 次に、外部からパッケージストッカー 4 にトレー 4 6 を追加する動作について説明する。図 3 0 は、パッケージストッカー 4 のトレー出し入れ口 4 2 1 から新規のトレー 4 6 をパッケージストッカー 4 に追加する動作を示す図である。

[0249] 図 3 0 の上部は、新規のトレー 4 6 が追加される前のサーバラック 1 1 の平面図である。図 3 0 の下部は、4 8 個の半導体パッケージ 4 1 を収容した新規のトレー 4 6 が追加された後のサーバラック 1 1 の平面図である。

- [0250] 図30から分かるように、パッケージ搬送装置3は、サーバラック11の前面12に設けられたトレー出し入れ口421に対向している。レール対R11は、トレー出し入れ口421からパッケージ搬送装置3に向かう方向（Y方向）に延びている。
- [0251] 図30の上部に示すように、レール対R11には、48個の半導体パッケージ41をそれぞれが収容した二つのトレー46が載置されている。
- [0252] ここで、パッケージストッカー4に48個の半導体パッケージ41を収容したトレー46を追加する場合を想定する。この場合、図30の下部に示すように、48個の半導体パッケージ41を収容したトレー46が、例えば、ロボットまたは操作者によって、トレー出し入れ口421を通じてレール対R11に載置される。これによって、トレー46が、パッケージストッカー4に保管される。
- [0253] このように、パッケージストッカー4においては、トレー出し入れ口421からパッケージ搬送装置3に向かう方向に延びたレール対R11が設けられている。したがって、トレー出し入れ口421を通じてトレー46の追加および排出を容易に行うことが可能となる。
- [0254] 次に、トレー46に収容された所定個数の半導体パッケージ41とドライブ22の所定個数のソケット222との間の位置合わせについて説明する。図31は、ドライブ22の基板に設けられた凹部と、トレー46の下面に設けられた凸部と、トレー46の上面に設けられた凸部と、蓋部材226に設けられた凹部との関係を示す図である。また、図32は、ドライブ22の基板に設けられた凹部にトレー46の下面の凸部が嵌まり、蓋部材226の凹部がトレー46の上面の凸部に嵌まった状態を示す図である。
- [0255] ドライブ22のこの基板は、例えば、ドライブ22のプリント回路基板221である。この場合、ドライブ22のプリント回路基板221においては、少なくとも所定個数のソケット222が配置されている。ソケット222の各々は、プリント回路基板221上に設けられた複数の端子2215を含む。また、プリント回路基板221は、1以上の凹部2210も含む。

- [0256] 蓋部材 2 2 6 は、1 以上の凹部 2 2 6 0 を含む下面を有する。
- [0257] トレー 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 を所定個数のソケット 2 2 2 に一括して装着する際には、図 3 2 に示すように、トレー 4 6 の下面に設けられた各凸部 4 6 3 がプリント回路基板 2 2 1 の対応する凹部 2 2 1 0 に嵌められる。これにより、トレー 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 と位置合わせされる。これにより、トレー 4 6 に収容された各半導体パッケージ 4 1 の複数のボール型金属端子 4 1 3 が、プリント回路基板 2 2 1 上の対応するソケット 2 2 2 の複数の端子 2 2 1 5 にそれぞれ接触される。
- [0258] この後、図 3 2 に示すように、プリント回路基板 2 2 1 上に置かれたトレー 4 6 の上面の各凸部 4 6 4 が蓋部材 2 2 6 の対応する凹部 2 2 6 0 に嵌まるように、プリント回路基板 2 2 1 上に置かれたトレー 4 6 が蓋部材 2 2 6 で覆われる。これにより、蓋部材 2 2 6 の下面がトレー 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 の上面に接触する。これにより、トレー 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 の各々の複数のボール型金属端子 4 1 3 が、プリント回路基板 2 2 1 上の複数の複数の端子 2 2 1 5 にそれぞれ押し付けられる。
- [0259] なお、ここでは、凹部 2 2 1 0 を含む基板として、ドライブ 2 2 のプリント回路基板 2 2 1 を使用する場合を説明したが、凹部 2 2 1 0 を含む基板は、プリント回路基板 2 2 1 とは別の基板（ソケット基板とも称される）によって実現されてもよい。この場合、この別の基板は、複数の端子 2 2 1 5 を各々が含む所定個数のソケットと、1 以上の凹部 2 2 1 0 とを含む。
- [0260] 次に、ホストユニット 2 1 によって制御されるトレー 4 6 の搬送および着脱動作について説明する。図 3 3 は、本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、トレー 4 6 の優先順位の変更に基づいてトレー 4 6 の位置をパッケージストッカー 4 とドライブ 2 2 のソケット 2 2 2 との間で変更する動作について説明するための図である。
- [0261] 以下では、ドライブ 2 2 に含まれるソケット 2 2 2 の総数が、トレー 4 6

に収容されている半導体パッケージ41の数と等しい場合を想定する。トレイ46に収容されている半導体パッケージ41の数と等しい数のソケット222は、以下では、ソケット群#1と称される。また、図示の簡単化のために、以下では、トレイ46に収容されている半導体パッケージ41の数が2である場合を想定する。

[0262] ホストユニット21は、トレイ管理テーブル7を用いて、ストレージシステム1に含まれるトレイ46それぞれの優先順位を管理する。ストレージシステム1に含まれるトレイ46それぞれの優先順位は、ストレージシステム1に含まれる半導体パッケージ41それぞれの優先順位に基づいて決定され得る。ホストユニット21は、ストレージシステム1に含まれるトレイ46それぞれの優先順位に基づいて、トレイ46の搬送および着脱をパッケージ搬送装置3に指示する。

[0263] 図33に示す例では、ホストユニット21は、半導体パッケージA、半導体パッケージB、…、半導体パッケージFまでの6個の半導体パッケージ41を管理している。また、ホストユニット21は、トレイa、トレイb、トレイcの3個のトレイ46を管理している。ここで、半導体パッケージAは、最も優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレイaに収容されている。半導体パッケージBは、二番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレイaに収容されている。半導体パッケージCは、三番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレイbに収容されている。半導体パッケージDは、四番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレイbに収容されている。半導体パッケージEは、五番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレイcに収容されている。半導体パッケージFは、六番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレイcに収容されている。

[0264] ここでは、ホストユニット21が、収容している所定個数の半導体パッケージ41が有する優先順位の平均が最も高いトレイaの優先順位を1位に決定し、収容している所定個数の半導体パッケージ41が有する優先順位の平

均が二番目に高いトレイ b の優先順位を 2 位に決定し、収容している所定個数の半導体パッケージ 4 1 が有する優先順位の平均が三番目に高いトレイ c の優先順位を 3 位に決定するものとする。

[0265] ホストユニット 2 1 は、最も高い優先順位を有するトレイ a をドライブ 2 2 に搬送して、トレイ a に収容されている半導体パッケージ A ~ B をドライブ 2 2 の 2 つのソケット 2 2 2、つまりソケット群 # 1、に装着するように、パッケージ搬送装置 3 に指示する。パッケージ搬送装置 3 は、トレイ a をドライブ 2 2 に搬送し、トレイ a に収容されている半導体パッケージ A ~ B をドライブ 2 2 のソケット群 # 1 一括して装着する。ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ A ~ B を収容したトレイ a がソケット群 # 1 に存在することを示す情報をトレイ管理テーブル 7 に格納する。

[0266] このように、ドライブ 2 2 に含まれるソケット 2 2 2 の総数が、トレイ 4 6 に収容されている半導体パッケージ 4 1 の数と等しい場合には、1 位の優先順位を有するトレイ a に収容される半導体パッケージ A ~ B が、ドライブ 2 2 のソケット群 # 1 の 2 つのソケット 2 2 2 にそれぞれ装着される。この場合、1 位の優先順位は、第 1 レベルの優先順位に対応する。

[0267] また、2 位から 3 位までの優先順位を有する二つのトレイ 4 6 (トレイ b、トレイ c) は、パッケージストッカー 4 に保管された状態にある。パッケージストッカー 4 は、第 1 保管場所と第 2 保管場所との少なくとも 2 種類の保管場所を含み得る。第 1 保管場所とパッケージ搬送装置 3 との距離は、第 2 保管場所とパッケージ搬送装置 3 との距離よりも短い。第 1 保管場所は、例えば、保管位置 # 1 を含む。第 2 保管場所は、例えば、保管位置 # 2 を含む。保管位置 # 1 は、パッケージ搬送装置 3 にとって、保管位置 # 2 よりもトレイ 4 6 を取り出すことが容易な保管位置である。

[0268] パッケージストッカー 4 に保管されている 2 個のトレイ 4 6 のうち、2 位の優先順位を有するトレイ b は、第 1 保管場所に含まれる保管位置 # 1 に保管される。2 位の優先順位は、第 1 レベル優先順位よりも低い第 2 レベル優先順位に相当する。

- [0269] また、パッケージストッカー4に保管されている2個のトレイ46のうち、3位の優先順位を有するトレイcは、第2保管場所に含まれる保管位置#2に保管される。3位の優先順位は、第2レベル優先順位よりも低い第3レベル優先順位に相当する。
- [0270] ここで、パッケージストッカー4に保管されているトレイbの優先順位が、トレイaの優先順位を上回ったときのホストユニット21の動作について説明する。図34は、本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、トレイ46の優先順位の変更に基づいてトレイ46の位置をパッケージストッカー4とドライブ22のソケット222との間で変更する動作について説明するための別の図である。
- [0271] 例えば、半導体パッケージAの優先順位が1位から3位に下がり、半導体パッケージBの優先順位が2位から4位に下がり、半導体パッケージCの優先順位が3位から1位に上がり、半導体パッケージDの優先順位が4位から2位に上がった場合を想定する。ホストユニット21は、アクセス要求の頻度などに基づいた所定のアルゴリズムを使用して、複数の半導体パッケージ41それぞれが有する優先順位を更新する。
- [0272] ホストユニット21は、複数の半導体パッケージ41それぞれが有する優先順位が更新されたことに応じて、複数のトレイ46それぞれが有する優先順位を更新する。ここで、トレイbに収容されている半導体パッケージC～Dが有する優先順位がいずれも、トレイaに収容されている半導体パッケージA～Bが有する優先順位を上回ったため、ホストユニット21は、トレイbの優先順位がトレイaの優先順位よりも高くなるように、トレイa～bそれぞれの優先順位を更新する。これにより、トレイbは、最も高い優先順位（優先順位＝1）を持ち、トレイaは、二番目に高い優先順位（優先順位＝2）を持つ。
- [0273] そして、ホストユニット21は、トレイaに収容された半導体パッケージA～Bをソケット群#1の2つのソケット222から取り外すことと、トレイbをドライブ22に搬送してトレイbに収容された半導体パッケージC～

Dをソケット群#1の2つのソケット222に装着することと、取り外したトレーaをパッケージストッカー4の例えば保管位置#1に搬送することとをパッケージ搬送装置3に指示する。パッケージ搬送装置3は、トレーaをソケット群#1から取り外すことによって、トレーaに収容された半導体パッケージA～Bをソケット群#1の2つのソケット222から一括して取り外す。そして、パッケージ搬送装置3は、トレーbをドライブ22に搬送して、トレーbに収容された半導体パッケージC～Dを、トレーaに収容された半導体パッケージA～Bが取り外されたソケット群#1の2つのソケット222に一括して装着し、そして、取り外されたトレーaをパッケージストッカー4の保管位置#1に搬送する。

[0274] そして、ホストユニット21は、トレー管理テーブル7を更新する。具体的には、ホストユニット21は、トレーaがパッケージストッカー4の保管位置#1に保管されていることを示す情報と、トレーbがドライブ22のソケット群#1に存在することを示す情報とをトレー管理テーブル7に格納する。

[0275] このように、半導体パッケージ41毎に搬送する場合と異なり、ホストユニット21は、複数の半導体パッケージ41を収容するトレー46毎に搬送することをパッケージ搬送装置3に指示することができる。これにより、複数の半導体パッケージ41を一括して、複数のソケット222に装着させることができるため、ホストユニット21からパッケージ搬送装置3に指示を送信する頻度と、パッケージ搬送装置3が搬送および着脱動作を実行する頻度とを減らすことができる。

[0276] 次に、トレー46が保管されているパッケージストッカー4内の保管位置を変更する動作について説明する。図35は、本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、トレー46の優先順位の変更に基づいてトレー46の位置をパッケージストッカー4内で変更する動作について説明するための図である。

[0277] ここでは、図33に示す状態において、例えば、トレーcの優先順位が3

位から2位に上がり、トレイbの優先順位が2位から3位に下がった場合を想定する。トレイcの新優先順位（2位）は第2レベルの優先順位に属し、トレイbの新優先順位（3位）は第3レベルの優先順位に属する。したがって、ホストユニット21は、トレイcの保管位置と、トレイbの保管位置とを交換するようにパッケージ搬送装置3に指示する。まず、パッケージ搬送装置3は、パッケージストッカー4の保管位置#1からトレイbを取り出す。そして、パッケージ搬送装置3は、さらに、パッケージストッカー4の保管位置#2からトレイcを取り出す。その後、パッケージ搬送装置3は、パッケージストッカー4の保管位置#2にトレイbを保管する。そして、パッケージ搬送装置3は、パッケージストッカー4の保管位置#1にトレイcを保管する。

[0278] そして、ホストユニット21は、トレイ管理テーブル7を更新する。具体的には、ホストユニット21は、トレイbがパッケージストッカー4の保管位置#2に保管されていることを示す情報と、トレイcがパッケージストッカー4の保管位置#1に保管されていることを示す情報とをトレイ管理テーブル7に格納する。

[0279] 上記の動作によって、ホストユニット21はパッケージストッカー4に保管されているトレイ46のうち、より高い優先順位を持つトレイ46を、パッケージ搬送装置3にとって、取り出すことがより容易な保管位置（ここでは保管場所#1）に保管されるように制御することができる。これにより、パッケージストッカー4の保管場所#1に保管されているトレイ46が持つ優先順位が第2レベルの優先順位を上回ったとき、このトレイ46をパッケージストッカー4からドライブ22に搬送するために必要とされる時間を短縮することができる。

[0280] 次に、パッケージ搬送装置3のバッファが使用可能な場合における、ホストユニット21によって制御されるトレイ46の搬送および着脱動作について説明する。図36は、本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、トレイ46の優先順位の変更に基づいてトレイ46の位置をパ

パッケージストッカー4とパッケージ搬送装置3とドライブ22のソケット222との間で変更する動作について説明するための図である。

- [0281] ホストユニット21は、半導体パッケージA、半導体パッケージB、…、半導体パッケージFまでの6個の半導体パッケージ41を管理している。また、ホストユニット21は、トレーa、トレーb、トレーcの3個のトレー46を管理している。ここで、半導体パッケージAは、最も優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレーaに収容されている。半導体パッケージBは、二番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレーaに収容されている。半導体パッケージCは、三番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレーbに収容されている。半導体パッケージDは、四番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレーbに収容されている。半導体パッケージEは、五番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレーcに収容されている。半導体パッケージFは、六番目に優先順位が高い半導体パッケージ41であり、トレーcに収容されている。
- [0282] ここでは、ホストユニット21が、収容している所定個数の半導体パッケージ41が有する優先順位の平均が最も高いトレーaの優先順位を1位に決定し、収容している所定個数の半導体パッケージ41が有する優先順位の平均が二番目に高いトレーbの優先順位を2位に決定し、収容している所定個数の半導体パッケージ41が有する優先順位の平均が三番目に高いトレーcの優先順位を3に設定するものとする。
- [0283] ホストユニット21は、最も高い優先順位を有するトレーaをドライブ22に搬送して、トレーaに収容されている半導体パッケージA～Bをドライブ22の2つのソケット222、つまりソケット群#1、に装着するように、パッケージ搬送装置3に指示する。パッケージ搬送装置3は、トレーaをドライブ22に搬送し、トレーaに収容されている半導体パッケージA～Bをドライブ22のソケット群#1一括して装着する。ホストユニット21は、半導体パッケージA～Bを収容したトレーaがソケット群#1に存在することを示す情報をトレー管理テーブル7に格納する。

- [0284] このように、ドライブ 2 2 に含まれるソケット 2 2 2 の総数が、トレイ 4 6 に収容されている半導体パッケージ 4 1 の数と等しい場合には、1 位の優先順位を有するトレイ a に収容された半導体パッケージ A ~ B が、ドライブ 2 2 のソケット群 # 1 の 2 つのソケット 2 2 2 にそれぞれ装着される。この場合、1 位の優先順位は、第 1 レベル優先順位に対応する。
- [0285] また、ホストユニット 2 1 は、2 位の優先順位を有するトレイ b を保持するようにパッケージ搬送装置 3 に指示する。2 位の優先順位は、第 1 レベルの優先順位よりも低い第 2 レベルの優先順位に相当する。
- [0286] 指示を受けたパッケージ搬送装置 3（例えば、搬送ユニット # 1）は、トレイ b を保持する。これにより、2 位の優先順位を有するトレイ 4 6 は、パッケージ搬送装置 3 において保持される。つまり、トレイ b を保持する搬送ユニット # 1 は、パッケージ搬送装置 3 のバッファ（バッファ # 1）として使用される。
- [0287] ホストユニット 2 1 は、トレイ b が、搬送ユニット # 1（バッファ # 1）に保持されていることを示す情報をトレイ管理テーブル 7 に格納する。
- [0288] また、3 位の優先順位を有するトレイ c は、パッケージストッカー 4 に保管された状態にある。ホストユニット 2 1 は、パッケージ搬送装置 3 に、第 1 の保管場所に含まれる保管位置 # 1 にトレイ c を保管させる。ホストユニット 2 1 は、トレイ c が保管位置 # 1 に保管されていることを示す情報をトレイ管理テーブル 7 に格納する。
- [0289] ここで、パッケージ搬送装置 3 のバッファ # 1 に保持されていたトレイ b の優先順位が、トレイ a の優先順位を上回ったときのホストユニット 2 1 の動作について説明する。図 3 7 は、本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、トレイ 4 6 の優先順位の変更に基づいてトレイ 4 6 の位置をパッケージ搬送装置 3 とドライブ 2 2 のソケット 2 2 2 との間で変更する動作について説明するための図である。
- [0290] 例えば、半導体パッケージ A の優先順位が 1 位から 3 位に下がり、半導体パッケージ B の優先順位が 2 位から 4 位に下がり、半導体パッケージ C の優

先順位が3位から1位に上がり、半導体パッケージDの優先順位が4位から2位に上がった場合を想定する。ホストユニット21は、アクセス要求の頻度などに基づいた所定のアルゴリズムを使用して、複数の半導体パッケージ41それぞれが有する優先順位を更新する。

[0291] ホストユニット21は、複数の半導体パッケージ41それぞれが有する優先順位が更新されたことに応じて、複数のトレイ46それぞれが有する優先順位を更新する。ここで、トレイbに収容されている半導体パッケージC～Dが有する優先順位がいずれも、トレイaに収容されている半導体パッケージA～Bが有する優先順位を上回ったため、ホストユニット21は、トレイbの優先順位がトレイaの優先順位よりも高くなるように、トレイa～bそれぞれの優先順位を更新する。これにより、トレイbは、最も高い優先順位（優先順位＝1）を持ち、トレイaは、二番目に高い優先順位（優先順位＝2）を持つ。

[0292] そして、ホストユニット21は、トレイaに収容された半導体パッケージA～Bをソケット群#1の2つのソケット222から取り外すことと、トレイbをドライブ22に搬送してトレイbに収容された半導体パッケージC～Dをソケット群#1の2つのソケット222に装着することと、取り外したトレイaをパッケージ搬送装置3に保持することとを、パッケージ搬送装置3に指示する。パッケージ搬送装置3は、トレイaをソケット群#1から取り外すことによって、トレイaに収容された半導体パッケージA～Bをドライブ22のソケット群#1の2つのソケット222から一括して取り外す。そして、パッケージ搬送装置3は、搬送ユニット#1に保持されているトレイbをドライブ22に搬送して、トレイbに収容された半導体パッケージC～Dを、トレイaに収容された半導体パッケージA～Bが取り外されたソケット群#1の2つのソケット222に一括して装着する。取り外されたトレイaは、パッケージ搬送装置3（例えば搬送ユニット#1）によって保持された状態に維持される。

[0293] 上記の動作に応じて、ホストユニット21は、トレイ管理テーブル7を更

新する。具体的には、ホストユニット21は、トレーaがパッケージ搬送装置3の搬送ユニット#1（バッファ#1）に保持されていることを示す情報と、トレーbがソケット群#1に存在することを示す情報とをトレー管理テーブル7に格納する。

[0294] 次に、パッケージストッカー4に保管されているトレー46の優先順位がパッケージ搬送装置3のバッファに保持されているトレー46の優先順位を上回った場合の交換動作について説明する。図38は、本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、トレー46の優先順位の変更に基いてトレー46の位置をパッケージストッカー4とパッケージ搬送装置3との間で変更する動作について説明するための図である。

[0295] ここでは、図36に示す状態において、例えば、トレーcの優先順位が3位から2位に上がり、トレーbの優先順位が2位から3位に下がった場合を想定する。トレーcの新優先順位（2位）は第2レベルの優先順位に属し、トレーbの新優先順位（3位）は第3レベルの優先順位に属する。したがって、ホストユニット21は、トレーbの位置とトレーcの位置とを交換するようにパッケージ搬送装置3に指示する。具体的には、まず、ホストユニット21は、トレーbをパッケージストッカー4の保管位置#1に搬送するようにパッケージ搬送装置3に指示し、さらに、トレーcを搬送ユニット#1に保持するようにパッケージ搬送装置3に指示する。指示を受けたパッケージ搬送装置3は、搬送ユニット#1が保持していたトレーbをパッケージストッカー4の保管位置#1に搬送する。そして、搬送ユニット#1は、パッケージストッカー4の保管位置#1に保管されているトレーcと、保持しているトレーbとを交換する。搬送ユニット#1は、バッファ#1として、トレーcを保持する。

[0296] 上記の動作に応じて、ホストユニット21は、トレー管理テーブル7を更新する。具体的には、ホストユニット21は、トレーbがパッケージストッカー4の保管位置#1に保管されていることを示す情報と、トレーcがパッケージ搬送装置3の搬送ユニット#1（バッファ#1）に保持されているこ

とを示す情報と、をトレイ管理テーブル7に格納する。

[0297] 上記の動作によって、ホストユニット21はパッケージストッカー4に保管されているトレイ46のうち、より高い優先順位を持つトレイ46に収容されている半導体パッケージ41を、パッケージ搬送装置3にあらかじめ保持させておくことができる。これにより、パッケージ搬送装置3に保持されているトレイ46が持つ優先順位が、ドライブ22のソケット群#1に存在するトレイ46が持つ優先順位を上回ったとき、パッケージ搬送装置3がパッケージストッカー4からトレイ46を取り出すために必要とされる時間を無くすることができる。

[0298] 次に、トレイ46に収容されている半導体パッケージ41の不揮発性メモリダイ411に対するデータの読み出し、または書き込み処理について説明する。図39は、本実施形態に係るストレージシステム1のホストユニット21によって実行される、トレイ46に収容された所定個数の半導体パッケージ41のいずれかに含まれる不揮発性メモリダイ411に対す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。

[0299] まず、ホストユニット21は、アクセス対象の不揮発性メモリダイ411を含む半導体パッケージ41を決定する（ステップS41）。ここで、アクセス対象の不揮発性メモリダイ411は、アプリケーションプログラム211から受信されるリード要求またはライト要求に基づいて決定される。そして、このアクセス対象の不揮発性メモリダイ411を含む半導体パッケージ41がステップS41で決定される。

[0300] そして、ホストユニット21は、は、ステップS41で決定された半導体パッケージ41を収容するトレイ46を特定する（ステップS42）。ステップS42では、ホストユニット21は、半導体パッケージ管理テーブル6を参照することによって、決定された半導体パッケージ41を収容するトレイ46のトレイ識別名を取得する。これにより、ホストユニット21は、決定された半導体パッケージ41を収容するトレイ46を特定することができる。

- [0301] ホストユニット21は、ステップS42で特定されたトレイ46がドライブ22のソケット群に装着されているか否か、つまり、特定されたトレイ46に收容された所定個数の半導体パッケージ41がドライブ22の所定個数のソケット222に装着されているか否かを判定する（ステップS43）。ステップS43では、ホストユニット21は、トレイ管理テーブル7を参照することによって、特定されたトレイ46の状態を示す情報を取得する。これにより、ホストユニット21は、特定されたトレイ46がドライブ22のソケット群に装着されているか否かを判定し得る。
- [0302] 特定されたトレイ46がドライブ22のソケット群に装着されている場合（ステップS43でYes）、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、特定されたトレイ46に收容された決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ411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S45）。
- [0303] 特定されたトレイ46がドライブ22のソケット群に装着されていない場合（ステップS43でNo）、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、特定されたトレイ46をパッケージストッカー4からドライブ22に搬送させ、特定されたトレイ46に收容された所定個数の半導体パッケージ41をドライブ22の所定個数のソケット222に装着させる（ステップS44）。
- [0304] パッケージ搬送装置3によって所定個数のソケット222にトレイ46に收容された所定個数の半導体パッケージ41が装着された場合、ホストユニット21は、ドライブ22内のバーコードリーダを使用して、このトレイ46のバーコードからトレイ識別子（トレイ識別名）を読み取る。そして、ホストユニット21は、読み取ったトレイ識別名が、特定されたトレイ46のトレイ識別名に一致するか否かを判定する。
- [0305] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ46のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット21は、さらに、このトレイ46に收容されている決定された半導体パッケージ41に格納されているパッケージ識別子を、コ

ントローラ 2 2 3 を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子に一致するか否かを判定してもよい。そして、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット 2 1 は、コントローラ 2 2 3 を介して、特定されたトレイ 4 6 に収容された決定された半導体パッケージ 4 1 に含まれるアクセス対象の半導体メモリダイ 4 1 1 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 4 5）。

[0306] 図 4 0 は、本実施形態に係るストレージシステム 1 のホストユニット 2 1 によって実行される、トレイ 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 のいずれかに含まれる不揮発性メモリダイ 4 1 1 に対するデータの読み出しまたは書き込み処理の手順の詳細を示すフローチャートである。

[0307] まず、ホストユニット 2 1 は、アクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 を含む半導体パッケージ 4 1 を決定する（ステップ S 5 1）。

[0308] ホストユニット 2 1 は、ステップ S 5 1 で決定された半導体パッケージ 4 1 を収容しているトレイ 4 6 を特定する（ステップ S 5 2）。ステップ S 5 2 では、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ管理テーブル 6 を参照することによって、決定された半導体パッケージ 4 1 を収容するトレイ 4 6 のトレイ識別名を取得する。これにより、ホストユニット 2 1 は決定された半導体パッケージ 4 1 を収容するトレイ 4 6 を特定することができる。

[0309] ホストユニット 2 1 は、ステップ S 5 2 で特定されたトレイ 4 6 がドライブ 2 2 のソケット群に装着されているか否か、つまり、特定されたトレイ 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 に装着されているか否かを判定する（ステップ S 5 3）。ステップ S 5 3 では、ホストユニット 2 1 は、トレイ管理テーブル 7 を参照することによって、ステップ S 5 2 で特定されたトレイ 4 6 の状態を示す情報を取得する。これにより、ホストユニット 2 1 は、特定されたトレイ 4 6 がドライブ 2 2 のソケット群に装着されているか否かを判定し得る。

[0310] 特定されたトレイ 4 6 がドライブ 2 2 のソケット群に装着されている場合

(ステップS 5 3でY e s)、ホストユニット2 1は、コントローラ2 2 3を介して、特定されたトレイ4 6に収容された決定された半導体パッケージ4 1に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ4 1 1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 5 4)。

[0311] 特定されたトレイ4 6がドライブ2 2のソケット群に装着されていない場合(ステップS 5 3でN o)、ホストユニット2 1は、ドライブ2 2に空きソケット群があるか否かを確認する(ステップS 5 5)。空きソケット群は、いずれの半導体パッケージ4 1も装着されていない所定個数のソケット2 2 2である。

[0312] ドライブ2 2に空きソケット群がある場合(ステップS 5 5でY e s)、ホストユニット2 1は、パッケージ搬送装置3に、特定されたトレイ4 6をパッケージストッカー4からドライブ2 2に搬送させ、特定されたトレイ4 6に収容された所定個数の半導体パッケージ4 1を空きソケット群である所定個数のソケット2 2 2に装着させる(ステップS 5 6)。この場合、ホストユニット2 1は、特定されたトレイ4 6をパッケージストッカー4から取り出すことと、特定されたトレイ4 6をドライブ2 2に搬送して空きソケット群に装着することとをパッケージ搬送装置3に指示する。

[0313] パッケージ搬送装置3によってトレイ4 6に収容された所定個数の半導体パッケージ4 1がドライブ2 2の所定個数のソケット2 2 2に装着された場合、ホストユニット2 1は、ドライブ2 2内のバーコードリーダを使用して、このトレイ4 6のバーコードからトレイ識別子(トレイ識別名)を読み取る。そして、ホストユニット2 1は、読み取ったトレイ識別名が、特定されたトレイ4 6のトレイ識別名に一致するか否かを判定する。

[0314] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ4 6のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット2 1は、特定されたトレイ4 6がドライブ2 2のソケット群に装着されていることを示す情報をトレイ管理テーブル7に格納する。

[0315] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ4 6のトレイ識別名に一致し

た場合、ホストユニット21は、さらに、このトレイ46に収容されている決定された半導体パッケージ41に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ223を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子と一致するか否かを判定してもよい。そして、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、特定されたトレイ46に収容された決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の半導体メモリダイ411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S54）。

[0316] ドライブ22に空きソケット群がない場合（ステップS55でNo）、ホストユニット21は、ドライブ22のソケット群に装着されているトレイ46の中に、特定されたトレイ46の優先順位よりも低い優先順位を持つトレイ46が存在するか否かを判定する（ステップS57）。

[0317] ドライブ22のソケット群に装着されているトレイ46の中に、特定されたトレイ46の優先順位よりも低い優先順位を持つトレイ46が存在しない場合（ステップS57でNo）、ホストユニット21は、ステップS55の処理を再度実行する。ホストユニット21は、各トレイ46の優先順位の変更によって、ドライブ22のソケット群に装着されているトレイ46の中に、特定されたトレイ46の優先順位よりも低い優先順位を持つトレイ46が存在するようになるまで待つ。

[0318] ドライブ22のソケット群に装着されているトレイ46の中に、特定されたトレイ46の優先順位よりも低い優先順位を持つトレイ46が存在する場合（ステップS57でYes）、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、ドライブ22のソケット群に装着されているトレイ46のうち、最も低い優先順位を持つトレイ46をソケット群から取り外させ、そして、取り外されたトレイ46をパッケージストッカー4へ搬送させる（ステップS58）。これにより、このトレイ46が取り外されたソケット群は、所定個数のソケットを含む空きソケット群になる。

- [0319] そして、ホストユニット21は、パッケージ搬送装置3に、特定されたトレイ46をパッケージストッカー4からドライブ22に搬送させ、特定されたトレイ46に収容されている所定個数の半導体パッケージ41を、空きソケット群に装着させる（ステップ56）。この場合、ホストユニット21は、特定されたトレイ46をパッケージストッカー4から取り出すことと、特定されたトレイ46をドライブ22ら搬送してソケット群に装着することとを、パッケージ搬送装置3に指示する。
- [0320] パッケージ搬送装置3によってソケット群にトレイ46が装着された場合、ホストユニット21は、ドライブ22内のバーコードリーダを使用して、このトレイ46のバーコードからトレイ識別子（トレイ識別名）を読み取る。そして、ホストユニット21は、読み取ったトレイ識別名が、特定されたトレイ46のトレイ識別名に一致するか否かを判定する。
- [0321] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ46のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット21は、特定されたトレイ46がドライブ22のソケット群に装着されていることを示す情報をトレイ管理テーブル7に格納する。
- [0322] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ46のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット21は、さらに、このトレイ46に収容されている決定された半導体パッケージ41に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ223を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子と一致するか否かを判定してもよい。そして、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ41のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット21は、コントローラ223を介して、特定されたトレイ46に収容された決定された半導体パッケージ41に含まれるアクセス対象の半導体メモリダイ411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S54）。
- [0323] これにより、ドライブ22に空きソケット群がない場合であっても、ホストユニット21は、特定されたトレイ46が持つ優先順位よりも低い優先順

位をもつトレイ 4 6 をソケット群から取り外すことで、特定されたトレイ 4 6 に収容されている所定個数の半導体パッケージ 4 1 を、ドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 に装着させることができる。

[0324] 次に、パッケージ搬送装置 3 のバッファを使用可能な場合における、トレイ 4 6 に収容されている決定された半導体パッケージ 4 1 に含まれる不揮発性メモリダイ 4 1 1 に対するデータの読み出し、または書き込み処理について説明する。図 4 1 A、および図 4 1 B は、本実施形態に係るストレージシステム 1 のホストユニット 2 1 によって実行される不揮発性メモリダイ 4 1 1 に対するデータの読み出しまたは書き込み処理の別の手順を示すフローチャートである。

[0325] まず、ホストユニット 2 1 は、アクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 を含む半導体パッケージ 4 1 を決定する（ステップ S 6 0 1）。

[0326] ホストユニット 2 1 は、ステップ S 6 0 1 で決定された半導体パッケージ 4 1 を収容しているトレイ 4 6 を特定する（ステップ S 6 0 2）。ステップ S 6 0 2 では、ホストユニット 2 1 は、半導体パッケージ管理テーブル 6 を参照することによって、決定された半導体パッケージ 4 1 を収容するトレイ 4 6 のトレイ識別名を取得する。これにより、ホストユニット 2 1 は決定された半導体パッケージ 4 1 を収容するトレイ 4 6 を特定することができる。

[0327] ホストユニット 2 1 は、ステップ S 6 0 2 で特定されたトレイ 4 6 がドライブ 2 2 のソケット群に装着されているか否か、つまり、特定されたトレイ 4 6 に収容された所定個数の半導体パッケージ 4 1 がドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 に装着されているか否かを判定する（ステップ S 6 0 3）。ステップ S 6 0 3 では、ホストユニット 2 1 は、トレイ管理テーブル 7 を参照することによって、ステップ S 6 0 2 で特定されたトレイ 4 6 の状態を示す情報を取得する。これにより、ホストユニット 2 1 は、特定されたトレイ 4 6 がドライブ 2 2 のソケット群に装着されているか否かを判定し得る。

[0328] 特定されたトレイ 4 6 がドライブ 2 2 のソケット群に装着されている場合

(ステップS 6 0 3でY e s)、ホストユニット2 1は、コントローラ2 2 3を介して、特定されたトレー4 6に収容された決定された半導体パッケージ4 1に含まれるアクセス対象の不揮発性メモリダイ4 1 1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 6 0 4)。

[0329] 特定されたトレー4 6がドライブ2 2のソケット群に装着されていない場合(ステップS 6 0 3でN o)、ホストユニット2 1は、ドライブ2 2に空きソケット群があるか否かを確認する(ステップS 6 0 5)。

[0330] ドライブ2 2に空きソケット群がある場合(ステップS 6 0 5でY e s)、ホストユニット2 1は、図4 1 BのステップS 6 0 6の処理を実行する。

[0331] ドライブ2 2に空きソケット群がない場合(ステップS 6 0 5でN o)、ホストユニット2 1は、ドライブ2 2のソケット群に装着されているトレー4 6の中に、特定されたトレー4 6の優先順位よりも低い優先順位を持つトレー4 6が存在するか否かを判定する(ステップS 6 0 8)。

[0332] ドライブ2 2のソケット群に装着されているトレー4 6の中に、特定されたトレー4 6よりも低い優先順位を持つトレー4 6が存在しない場合(ステップS 6 0 8でN o)、ホストユニット2 1は、ステップS 6 0 5の処理を再度実行する。ホストユニット2 1は、各トレー4 6の優先順位の変更によって、ドライブ2 2のソケット群に装着されているトレー4 6の中に、特定されたトレー4 6の優先順位よりも低い優先順位を持つトレー4 6が存在するようになるまで待つ。

[0333] ドライブ2 2のソケット群に装着されているトレー4 6の中に、特定されたトレー4 6の優先順位よりも低い優先順位を持つトレー4 6が存在する場合(ステップS 6 0 8でY e s)、ホストユニット2 1は、パッケージ搬送装置3に、特定されたトレー4 6の優先順位よりも低い優先順位を持つトレー4 6をソケット群から取り外させ、そして取り外されたトレー4 6をパッケージ搬送装置3のバッファに搬送させる(ステップS 6 0 9)。これにより、ソケット群から取り外されたトレー4 6は、パッケージストッカー4に保管されずに、パッケージ搬送装置3に保持される。また、トレー4 6が取

り外されたソケット群は、空きソケット群になる。そして、ホストユニット 21 は、図 41B のステップ S606 の処理を実行する。

[0334] ホストユニット 21 は、特定されたトレイ 46 がパッケージ搬送装置 3 のバッファに存在するか否か、つまり、特定されたトレイ 46 がパッケージ搬送装置 3 において保持されているか否かを判定する（ステップ S606）。

[0335] 特定されたトレイ 46 がパッケージ搬送装置 3 のバッファに存在する場合、つまり、特定されたトレイ 46 がパッケージ搬送装置 3 のいずれかの搬送ユニット 31 に保持されている場合（ステップ S606 で Yes）、ホストユニット 21 は、パッケージ搬送装置 3 に、特定されたトレイ 46 をパッケージ搬送装置 3 のバッファからドライブ 22 に搬送させ、特定されたトレイ 46 に収容されている所定個数の半導体パッケージ 41 を、空きソケット群である所定個数のソケット 222 に装着させる（ステップ S607）。この場合、ホストユニット 21 は、特定されたトレイ 46 を保持している搬送ユニット 31 に、特定されたトレイ 46 をドライブ 22 に搬送して所定個数の半導体パッケージ 41 をドライブ 22 の所定個数のソケット 222 に装着するように指示する。

[0336] 搬送ユニット 31 によってトレイ 46 の所定個数の半導体パッケージ 41 がドライブ 22 の所定個数のソケット 222 に装着された場合、ホストユニット 21 は、ドライブ 22 内のバーコードリーダを使用して、このトレイ 46 のバーコードからトレイ識別子（トレイ識別名）を読み取る。そして、ホストユニット 21 は、読み取ったトレイ識別名が、特定されたトレイ 46 のトレイ識別名に一致するか否かを判定する。

[0337] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ 46 のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット 21 は、特定されたトレイ 46 がドライブ 22 のソケット群に装着されていることを示す情報をトレイ管理テーブル 7 に格納する。

[0338] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ 46 のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット 21 は、さらに、このトレイ 46 に収容されている

決定された半導体パッケージ４１に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ２２３を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ４１のパッケージ識別子と一致するか否かを判定してもよい。そして、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ４１のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット２１は、コントローラ２２３を介して、特定されたトレイ４６に収容された決定された半導体パッケージ４１に含まれるアクセス対象の半導体メモリダイ４１１に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（図４１ＡのステップＳ６０４）。

[0339] 特定されたトレイ４６がパッケージ搬送装置３のいずれのバッファにも存在しない場合、つまり、特定されたトレイ４６がパッケージ搬送装置３のいずれの搬送ユニット３１にも保持されていない場合（ステップＳ６０６でＮｏ）、ホストユニット２１は、パッケージ搬送装置３に空きのバッファがあるか否かを確認する（ステップＳ６１０）。パッケージ搬送装置３の空きのバッファは、トレイ４６を保持していない搬送ユニット３１である。

[0340] パッケージ搬送装置３に空きのバッファがある場合、つまり、トレイ４６を保持していない搬送ユニット３１が存在する場合（ステップＳ６１０でＹｅｓ）、ホストユニット２１は、パッケージ搬送装置３に、特定されたトレイ４６をパッケージストッカー４からパッケージ搬送装置３の空きのバッファ、つまり、トレイ４６を保持していない搬送ユニット３１、に搬送させる（ステップＳ６１１）。この場合、ホストユニット２１は、トレイ４６を保持していない搬送ユニット３１に、特定されたトレイ４６をパッケージストッカー４から取り出すように指示してもよい。これにより、特定されたトレイ４６は、この搬送ユニット３１によって保持されるので、特定されたトレイ４６がパッケージ搬送装置３のバッファに存在している状態となる。

[0341] そして、ホストユニット２１は、パッケージ搬送装置３に、特定されたトレイ４６をパッケージ搬送装置３のバッファからドライブ２２に搬送させ、特定されたトレイ４６に収容された所定個数の半導体パッケージ４１をドラ

イブ２２の所定個数のソケット２２２に装着させる（ステップＳ６０７）。

[0342] 搬送ユニット３１によってトレイ４６に収容された所定個数の半導体パッケージ４１がドライブ２２の所定個数のソケット２２２に装着された場合、ホストユニット２１は、ドライブ２２内のバーコードリーダを使用して、このトレイ４６のバーコードからトレイ識別子（トレイ識別名）を読み取る。そして、ホストユニット２１は、読み取ったトレイ識別名が、特定されたトレイ４６のトレイ識別名に一致するか否かを判定する。

[0343] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ４６のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット２１は、特定されたトレイ４６がドライブ２２のソケット群に装着されていることを示す情報をトレイ管理テーブル７に格納する。

[0344] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ４６のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット２１は、さらに、このトレイ４６に収容されている半導体パッケージ４１に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ２２３を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ４１のパッケージ識別子と一致するか否かを判定してもよい。そして、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ４１のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット２１は、コントローラ２２３を介して、特定されたトレイ４６に収容された決定された半導体パッケージ４１に含まれるアクセス対象の半導体メモリダイ４１１に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（図４１ＡのステップＳ６０４）。

[0345] パッケージ搬送装置３に空きのバッファが存在しない場合（ステップＳ６１０でＮｏ）、ホストユニット２１は、パッケージ搬送装置３のバッファに保持されているトレイ４６の中に、特定されたトレイ４６の優先順位よりも低い優先順位を持つトレイ４６が存在するか否かを判定する（ステップＳ６１２）。

[0346] パッケージ搬送装置３のバッファに保持されているトレイ４６の中に、特定されたトレイ４６の優先順位よりも低い優先順位を持つトレイ４６が存在

しない場合（ステップS 6 1 2でN o）、ホストユニット2 1は、ステップS 6 1 0の処理を再度実行する。ホストユニット2 1は、各トレイ4 6の優先順位の変更によって、パッケージ搬送装置3のバッファに保持されているトレイ4 6の中に、特定されたトレイ4 6の優先順位よりも低い優先順位を持つトレイ4 6が存在するようになるまで待つ。

[0347] パッケージ搬送装置3のバッファに保持されているトレイ4 6の中に、特定されたトレイ4 6よりも低い優先順位を持つトレイ4 6が存在する場合（ステップS 6 1 2でY e s）、ホストユニット2 1は、パッケージ搬送装置3に、パッケージ搬送装置3のバッファに保持されているトレイ4 6のうち、最も低い優先順位を持つトレイ4 6をパッケージストッカー4に搬送させる（ステップS 6 1 3）。ステップS 6 1 3では、ホストユニット2 1は、最も低い優先順位を持つトレイ4 6を保持している搬送ユニット3 1に、トレイ4 6をパッケージストッカー4に搬送するように指示してもよい。これにより、この搬送ユニット3 1は、トレイ4 6を保持していない空きのバッファになる。

[0348] そして、ホストユニット2 1は、パッケージ搬送装置3に、特定されたトレイ4 6をパッケージストッカー4からパッケージ搬送装置3の空きのバッファに搬送させる。この場合、ホストユニット2 1は、空きのバッファになった搬送ユニット3 1に、特定されたトレイ4 6をパッケージストッカー4から取り出すように指示してもよい。これにより、特定されたトレイ4 6はこの搬送ユニット3 1によって保持されるので、特定されたトレイ4 6がパッケージ搬送装置3のバッファに存在している状態となる。

[0349] そして、ホストユニット2 1は、パッケージ搬送装置3に、特定されたトレイ4 6をパッケージ搬送装置3のバッファからドライブ2 2に搬送させ、特定されたトレイ4 6に収容された所定個数の半導体パッケージ4 1をドライブ2 2の所定個数のソケット2 2 2に装着させる（ステップS 6 0 7）。

[0350] 搬送ユニット3 1によってトレイ4 6に収容された所定個数の半導体パッケージ4 1がドライブ2 2の所定個数のソケット2 2 2に装着された場合、

ホストユニット 2 1 は、ドライブ 2 2 内のバーコードリーダを使用して、このトレイ 4 6 のバーコードからトレイ識別子（トレイ識別名）を読み取る。そして、ホストユニット 2 1 は、読み取ったトレイ識別名が、特定されたトレイ 4 6 のトレイ識別名に一致するか否かを判定する。

[0351] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ 4 6 のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット 2 1 は、特定されたトレイ 4 6 がドライブ 2 2 のソケット群に装着されていることを示す情報をトレイ管理テーブル 7 に格納する。

[0352] 読み取ったトレイ識別名が特定されたトレイ 4 6 のトレイ識別名に一致した場合、ホストユニット 2 1 は、さらに、このトレイ 4 6 に収容されている半導体パッケージ 4 1 に格納されているパッケージ識別子を、コントローラ 2 2 3 を介して読み出し、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子と一致するか否かを判定してもよい。そして、読み出したパッケージ識別子が、決定された半導体パッケージ 4 1 のパッケージ識別子に一致した場合、ホストユニット 2 1 は、コントローラ 2 2 3 を介して、特定されたトレイ 4 6 に収容された決定された半導体パッケージ 4 1 に含まれるアクセス対象の半導体メモリダイ 4 1 1 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する（図 4 1 A のステップ S 6 0 4）。

[0353] 以上説明したように、第 2 の実施形態に係るストレージシステム 1 は、所定個数の半導体パッケージ 4 1 を収容するトレイ 4 6 を使用することによって、所定個数の半導体パッケージ 4 1 をまとめて保管、搬送、および着脱することができる。ホストユニット 2 1 は、ストレージシステム 1 で管理されているトレイ 4 6の中から、アクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 を含む半導体パッケージ 4 1 を収容しているトレイ 4 6 を決定する。

[0354] 決定されたトレイ 4 6 に収容されている所定個数の半導体パッケージ 4 1 が、ドライブ 2 2 の所定個数のソケット 2 2 2 に装着されている場合、ホストユニット 2 1 は、アクセス対象の不揮発性メモリダイ 4 1 1 に対するデータの読み出しまたは書き込みを実行する。

- [0355] 特定されたトレイ４６に収容されている所定個数の半導体パッケージ４１が、ドライブ２２の所定個数のソケット２２２に装着されておらず、且つ、特定されたトレイ４６がパッケージストッカー４に保管されている場合、ホストユニット２１は、パッケージ搬送装置３に、特定されたトレイ４６をドライブ２２に搬送させ、特定されたトレイ４６に収容されている所定個数の半導体パッケージ４１をドライブ２２の所定個数のソケット２２２に装着させる。
- [0356] このように、本実施形態のストレージシステム１においては、ホストユニット２１は、トレイ４６に収容されている半導体パッケージ４１の個数の単位で、ドライブ２２のソケット２２２に接続されている半導体パッケージ４１を別の半導体パッケージ４１に交換することができる。
- [0357] これにより、複数の半導体パッケージ４１を、トレイ４６に収容されている半導体パッケージ４１の個数の単位で管理、搬送、着脱することができるので、複数の半導体パッケージ４１の管理および搬送をより効率良く実行することができる。
- [0358] 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

- [0359]
- １ ストレージシステム
 - ２ ストレージリードライト装置
 - ３ パッケージ搬送装置
 - ４ パッケージストッカー
 - ５ 管理サーバ
 - ６ 半導体パッケージ管理テーブル

- 7 トレイ管理テーブル
- 2 1 ホストユニット（ホスト装置）
- 2 2 ドライブ
- 3 1 搬送ユニット
- 4 1 半導体パッケージ
- 4 6 トレイ
- 2 2 2 ソケット
- 2 2 3 コントローラ
- 4 1 1 不揮発性メモリダイ

請求の範囲

[請求項1]

1 以上の不揮発性メモリダイをそれぞれが含む複数の半導体パッケージを保管可能なパッケージストッカーと、

前記半導体パッケージを着脱可能に装着するように構成された少なくとも一つのソケットと、前記ソケットに装着された前記半導体パッケージの前記1以上の不揮発性メモリダイを制御するコントローラと、を含むドライブと、

前記ドライブに通信可能に接続され、前記半導体パッケージの前記1以上の不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しおよび書き込みを、前記コントローラを介して実行するように構成されたホスト装置と、

前記パッケージストッカーと前記ドライブとの間で前記半導体パッケージを搬送するように構成されたパッケージ搬送装置と、を具備し、

前記ホスト装置は、

前記複数の半導体パッケージのうち、アクセス対象である第1不揮発性メモリダイを含む第1半導体パッケージを決定し、

前記第1半導体パッケージが前記ドライブの前記ソケットに装着されている場合、前記コントローラを介して前記第1不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行し、

前記第1半導体パッケージが前記ドライブの前記ソケットに装着されていない場合、前記パッケージ搬送装置に、前記第1半導体パッケージを前記ドライブの前記ソケットに搬送させて装着させるストレージシステム。

[請求項2]

前記ホスト装置は、

前記第1半導体パッケージが前記ドライブの前記ソケットに装着されておらず、且つ、前記ドライブに空きソケットがある場合、前記パッケージ搬送装置に、前記第1半導体パッケージを前記ドライブの前

記空きソケットに搬送させて装着させ、

前記第1半導体パッケージが前記ドライブの前記ソケットに装着されておらず、且つ、前記ドライブに空きソケットがない場合、前記パッケージ搬送装置に、前記ソケットに装着されている前記半導体パッケージを前記ソケットから取り外させ、前記パッケージ搬送装置に、前記第1半導体パッケージを、前記半導体パッケージが取り外された前記ドライブの前記ソケットに搬送させて装着させる

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、

前記複数の半導体パッケージ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前記半導体パッケージが前記ドライブの前記ソケットに装着され、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前記半導体パッケージが前記パッケージ搬送装置において保持され、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前記半導体パッケージが前記パッケージストッカーに保管されるように、前記複数の半導体パッケージそれぞれの優先順位に基づいて、前記複数の半導体パッケージ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]

前記パッケージストッカーは第1の保管場所と第2の保管場所とを含み、

前記ホスト装置は、

前記第3レベルの優先順位を有する前記半導体パッケージが前記パッケージストッカーの前記第1の保管場所に保管され、前記第3レベルの優先順位よりも低い第4レベルの優先順位を有する前記半導体パッケージが前記パッケージストッカーの前記第2の保管場所に保管されるように、前記複数の半導体パッケージそれぞれの優先順位に基づいて、前記複数の半導体パッケージそれぞれが存在する位置を制御す

る

請求項 3 に記載のストレージシステム。

[請求項5] 前記第 1 の保管場所と前記パッケージ搬送装置との距離は、前記第 2 の保管場所と前記パッケージ搬送装置との距離よりも短い
請求項 4 に記載のストレージシステム。

[請求項6] 前記パッケージストッカーは、第 1 個数の前記半導体パッケージをそれぞれが収容する複数のトレーを保管可能に構成され、前記第 1 個数は 2 以上であり、

前記ドライブは、前記トレーに収容されたままの前記第 1 個数の前記半導体パッケージを一括して着脱可能な、前記第 1 個数の前記ソケットを含み、

前記ホスト装置は、

前記複数のトレーのうち、前記第 1 半導体パッケージを収容する第 1 トレーを特定し、

前記第 1 トレーに収容された前記第 1 個数の前記半導体パッケージが前記ドライブの前記第 1 個数の前記ソケットに装着されている場合、前記コントローラを介して前記第 1 不揮発性メモリダイに対するデータの読み出しまたは書き込みを実行し、

前記第 1 トレーに収容された前記第 1 個数の前記半導体パッケージが前記ドライブの前記第 1 個数の前記ソケットに接続されていない場合、前記パッケージ搬送装置に、前記第 1 トレーを前記ドライブに搬送させ、前記第 1 トレーに収容された前記第 1 個数の前記半導体パッケージを前記第 1 個数の前記ソケットに装着させる

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、

前記複数の半導体パッケージそれぞれの優先順位に基づいて決定される前記複数のトレー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前記トレーに収容された前記第 1 個

数の前記半導体パッケージが前記ドライブの前記第 1 個数の前記ソケットに装着され、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前記トレーが前記パッケージ搬送装置において保持され、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前記トレーが前記パッケージストッカーに含まれる第 1 の保管場所に保管され、前記第 3 レベルの優先順位よりも低い第 4 レベルの優先順位を有する前記トレーが前記パッケージストッカーに含まれる第 2 の保管場所に保管されるように、前記複数のトレーそれぞれの優先順位に基づいて、前記複数のトレー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 8] 前記第 1 の保管場所と前記パッケージ搬送装置との距離は、前記第 2 の保管場所と前記パッケージ搬送装置との距離よりも短い

請求項 7 に記載のストレージシステム。

[請求項 9] 前記パッケージストッカーは、前記パッケージストッカーの外部から前記パッケージストッカーへの前記トレーの追加、および、前記パッケージストッカーから前記パッケージストッカーの外部への前記トレーの排出、に使用されるトレー出し入れ口を含む

請求項 6 に記載のストレージシステム。

[請求項 10] 前記パッケージストッカーは、前記トレーが載置可能な、互いに平行に延びた少なくとも一対のレールを含み、

前記一対のレール上に載置された前記トレーは前記一対のレールに沿って移動可能である

請求項 9 に記載のストレージシステム。

[請求項 11] 前記パッケージ搬送装置は前記トレー出し入れ口に対向し、
前記パッケージストッカーの前記一対のレールは、前記トレー出し入れ口から前記パッケージ搬送装置へ向かう方向に延びている

請求項 10 に記載のストレージシステム。

- [請求項12] 前記半導体パッケージは、第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面と、前記第2の面に配置された複数のボール型金属端子とを含み、
前記トレイは、前記半導体パッケージの前記複数のボール型金属端子が露出される開口が形成された面を有する
請求項6に記載のストレージシステム。
- [請求項13] 前記半導体パッケージは、第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面と、前記第2の面に配置された複数のボール型金属端子とを含み、
前記ドライブは、少なくとも前記第1個数のソケットが配置された基板をさらに含み、
前記基板は1以上の第1の凹部を含み、
前記トレイは、前記半導体パッケージの前記複数のボール型金属端子が露出される開口が形成された下面を有し、前記トレイの前記下面は、前記ドライブの前記基板の前記1以上の第1の凹部にそれぞれ嵌まる1以上の第1の凸部を含む
請求項6に記載のストレージシステム。
- [請求項14] 蓋部材をさらに具備し、前記蓋部材は1以上の第2の凹部を含み、
前記トレイは、前記下面とは反対側の上面を有し、前記トレイの前記上面は1以上の第2の凸部を含み、
前記基板上に置かれた前記トレイは、前記蓋部材の前記1以上の第2の凹部と、前記トレイの前記上面の前記1以上の第2の凸部とが嵌るように、前記蓋部材によって覆われる
請求項13に記載のストレージシステム。
- [請求項15] 前記半導体パッケージは、複数の不揮発性メモリダイを含む
請求項1に記載のストレージシステム。
- [請求項16] 前記半導体パッケージは、第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面と、前記第2の面に配置された複数のボール型金属端子と、

を含み、前記複数のボール型金属端子は前記複数の不揮発性メモリダイそれぞれのチャンネル端子に接続される

請求項 15 に記載のストレージシステム。

[請求項17]

前記ホスト装置は、

前記パッケージストッカーに保管されている前記半導体パッケージに格納されているデータの量を管理するための第1のプログラムを実行するように構成されたプロセッサを含む

請求項 1 に記載のストレージシステム。