

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6182548号
(P6182548)

(45) 発行日 平成29年8月16日 (2017. 8. 16)

(24) 登録日 平成29年7月28日 (2017. 7. 28)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 25/065 (2006. 01)

H O 1 L 25/08 B

H O 1 L 25/07 (2006. 01)

H O 1 L 25/04 Z

H O 1 L 25/18 (2006. 01)

H O 1 L 21/60 3 1 1 Q

H O 1 L 25/04 (2014. 01)

H O 1 L 21/60 (2006. 01)

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-557785 (P2014-557785)
 (86) (22) 出願日 平成25年2月14日 (2013. 2. 14)
 (65) 公表番号 特表2015-524155 (P2015-524155A)
 (43) 公表日 平成27年8月20日 (2015. 8. 20)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/026223
 (87) 国際公開番号 W02013/123259
 (87) 国際公開日 平成25年8月22日 (2013. 8. 22)
 審査請求日 平成27年12月17日 (2015. 12. 17)
 (31) 優先権主張番号 13/397, 593
 (32) 優先日 平成24年2月15日 (2012. 2. 15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 502303739
 オラクル・インターナショナル・コーポレ
 イション
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9406
 5レッドウッド・シティー, オラクル・パ
 ークウェイ500
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 タッカー, ヒレン・ディ
 アメリカ合衆国、92122 カリフォル
 ニア州、サン・ディエゴ、ポルト・ドゥ・
 メラノ、4185、ナンバー・154

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮可能な構造を用いたマルチチップモジュールにおけるアライメントの維持

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マルチチップモジュール (M C M) であって、

第 1 の表面と、前記第 1 の表面において端縁によって規定される空隙とを有する基板を
 含み、前記空隙の底部は、前記第 1 の表面から垂直方向にオフセットされており、

第 2 の表面を有するアイランドチップを含み、前記アイランドチップは前記第 1 の表面
 に機械的に結合され、

前記第 2 の表面に対向する第 3 の表面を有するブリッジチップを含み、前記ブリッジチ
 ップは前記アイランドチップに機械的に結合され、前記ブリッジチップは前記空隙内に位
 置決めされており、

前記空隙の底部と、前記ブリッジチップのうち前記第 3 の表面とは反対側にある第 4 の
 表面との間に位置決めされる圧縮可能な構造を含み、

前記圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含み、

前記圧縮可能な構造は、横方向に摺動できるように前記基板から離間されており、

前記圧縮可能な構造は、前記ブリッジチップを曲げることなく、前記第 2 の表面および
 前記第 3 の表面がほぼ同一平面上に位置するように前記ブリッジチップに対して力を加え
 る、M C M。

【請求項 2】

前記ブリッジチップは、近接通信コネクタによって前記アイランドチップに電氣的に結
 合される、請求項 1 に記載の M C M。

【請求項 3】

前記近接通信コネクタは、容量性近接通信コネクタ、誘導性近接通信コネクタ、導電性近接通信コネクタ、および光学近接通信コネクタのうちの 1 つを含む、請求項 2 に記載の M C M。

【請求項 4】

前記近接通信コネクタは、マイクロスプリングコネクタを含む、請求項 2 に記載の M C M。

【請求項 5】

前記アイランドチップは、はんだによって前記第 1 の表面に電氣的に結合される、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の M C M。

10

【請求項 6】

前記ブリッジチップは、前記第 2 の表面および前記第 3 の表面上におけるペアのネガ型特徴と、対応するペアのネガ型特徴と接合するポジ型特徴とによって前記アイランドチップに機械的に結合される、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の M C M。

【請求項 7】

前記ネガ型特徴は窪みを含み、前記ポジ型特徴は球形のボールを含む、請求項 6 に記載の M C M。

【請求項 8】

前記ペアのネガ型特徴は、前記ブリッジチップおよび前記アイランドチップの角部に近接している、請求項 6 に記載の M C M。

20

【請求項 9】

前記圧縮可能な構造は、円筒形の特徴、楕円形の隆起、および小胞状の特徴のうちの 1 つを含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の M C M。

【請求項 10】

前記圧縮可能な構造は、スプリング以外のものである、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の M C M。

【請求項 11】

前記柔軟な材料は、エラストマを含む、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の M C M。

【請求項 12】

システムであって、
プロセッサと、
前記プロセッサによって実行されるように構成されるプログラムモジュールを格納するメモリと、

30

M C M とを含み、前記 M C M は、

第 1 の表面と、前記第 1 の表面において端縁によって規定される空隙とを有する基板を含み、前記空隙の底部は、前記第 1 の表面から垂直方向にオフセットされており、

第 2 の表面を有するアイランドチップを含み、前記アイランドチップは前記第 1 の表面に機械的に結合され、

前記第 2 の表面に対向する第 3 の表面を有するブリッジチップを含み、前記ブリッジチップは前記アイランドチップに機械的に結合され、前記ブリッジチップは前記空隙内に位置決めされており、

40

前記空隙の底部と、前記ブリッジチップのうち前記第 3 の表面とは反対側にある第 4 の表面との間に位置決めされた圧縮可能な構造を含み、

前記圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含み、

前記圧縮可能な構造は、横方向に摺動できるように前記基板から離間されており、

前記圧縮可能な構造は、前記ブリッジチップを曲げることなく、前記第 2 の表面および前記第 3 の表面がほぼ同一平面上に位置するように前記ブリッジチップに対して力を加える、システム。

【請求項 13】

50

ＭＣＭにおけるアイランドチップおよびブリッジチップのアライメントを維持するための方法であって、

前記ＭＣＭにおける基板の第１の表面において端縁によって規定される空隙に圧縮可能な構造を位置決めするステップを含み、前記圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含み、前記空隙の底部は、前記第１の表面から垂直方向にオフセットされており、

前記圧縮可能な構造の上の前記空隙において前記ブリッジチップを位置決めするステップを含み、前記ブリッジチップは、第３の表面と、前記第３の表面とは反対側にある第４の表面とを有し、前記第４の表面は、圧縮可能な構造に機械的に結合され、前記圧縮可能な構造は、横方向に摺動できるように前記基板から離間されており、

10

第２の表面を有するアイランドチップを前記第１の表面および前記第３の表面に機械的に結合するステップを含み、前記圧縮可能な構造は、前記ブリッジチップを曲げることなく、前記第２の表面および前記第３の表面がほぼ同一平面上に位置するようにブリッジチップに対して力を加える、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

背景

分野

本開示は、概して、半導体チップを収容するマルチチップモジュール（ＭＣＭ：multi-chip module）に関する。より具体的には、本開示は、ＭＣＭにおける構成要素間のアライメントを維持する圧縮可能な構造を含むＭＣＭに関する。

20

【背景技術】

【０００２】

関連技術

集積回路（ＩＣ：integrated-circuit）技術はより小さなクリティカルディメンションを目指して小型化され続けているため、既存の相互接続技術で高帯域幅、低電力、信頼性および低コストなどの好適な通信特徴を提供することが次第に困難になりつつある。技術者および研究者らは、これらの問題に対処し、高密度で高性能な将来的システムを可能にするために、マルチチップモジュール（ＭＣＭ）におけるチップの積層について研究している。

30

【０００３】

しかしながら、ＭＣＭが複数のチップを含んでいるので、いわゆる「known-good die（信頼性も含めて品質保証されている半導体チップ）」の問題を解決することがなお一層重要となっている。特に、優れた半導体ダイまたはチップだけをＭＣＭに含めることを確実にすることによって、製造歩留まりを改善することができる（コストを削減することができる）。これは、ダイレベルでテストする量を増やすことによって達成することができる。コストおよびテスト時間に制限があるため、この追加のテストは、典型的には、ウェハレベルのＩＣの速度で実行される必要があるが、この場合、技術的に困難になる可能性がある。代替的には、組立て中および最終テスト中に、または現場でも不良なチップを良質のチップと交換することができるように、ＭＣＭが再接合可能な(remateable)態様で組立てられている場合には、製造歩留まりを改善することができる。

40

【０００４】

さらに、ＭＣＭにおける再接合可能な構成要素のアライメントを位置決めおよび維持することはしばしば困難である。このことが問題となる理由として、構成要素同士を再接合できるような自由度にすることで、結果として構成要素間のミスアライメントがもたらされることが多く、ＭＣＭにおける構成要素間の通信品質が低下するおそれがある点が挙げられる。

【０００５】

したがって、上述の問題を被らないようなＭＣＭが必要とされる。

50

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

概要

本開示の一実施形態はマルチチップモジュール(MCM)を提供する。マルチチップモジュール(MCM)は、基板、アイランドチップ、ブリッジチップおよび圧縮可能な構造を含む。基板は、第1の表面と、第1の表面において端縁によって規定される空隙とを有する。空隙の底部は、第1の表面から垂直方向にオフセットされている。さらに、アイランドチップは、第1の表面に機械的に結合された第2の表面を有し、ブリッジチップは、第2の表面に対向する第3の表面を有する。ブリッジチップは、空隙内に位置決めされ、アイランドチップに機械的に結合される。さらに、圧縮可能な構造は、空隙の底部と、ブリッジチップのうち第3の表面とは反対側にある第4の表面との間に位置決めされる。この圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含んでおり、ブリッジチップを曲げることなく第2の表面および第3の表面がほぼ同一平面上に位置するようにブリッジチップに対して力を加える。

10

【0007】

なお、ブリッジチップが、近接通信コネクタによってアイランドチップに電氣的に結合され得ることに留意されたい。たとえば、近接通信コネクタは、容量性近接通信コネクタ、誘導性近接通信コネクタ、導電性近接通信コネクタ、および/または、光学近接通信コネクタを含み得る。いくつかの実施形態においては、近接通信コネクタは、マイクロスプリングコネクタを含む。

20

【0008】

加えて、アイランドチップは、はんだによって第1の表面に電氣的に結合されてもよい。

【0009】

いくつかの実施形態においては、ブリッジチップは、第2の表面および第3の表面上におけるペアのネガ型特徴(negative features)と、対応するペアのネガ型特徴と接合するポジ型特徴(positive features)とによって、アイランドチップに機械的に結合される。たとえば、ネガ型特徴は窪みを含んでもよく、ポジ型特徴は球形のボールを含んでもよい。代替的には、または、付加的には、ペアのネガ型特徴はブリッジチップおよびアイランドチップの角部に近接していてもよい。

30

【0010】

さらに、圧縮可能な構造は、円筒形の特徴、楕円形の隆起および/または小胞状の特徴を含み得る。より一般的には、圧縮可能な構造はスプリング以外のものであってもよい。いくつかの実施形態においては、柔軟な材料はエラストマを含む。

【0011】

別の実施形態は、MCMを含むシステムを提供する。このシステムはプロセッサおよびメモリを含み得る。

【0012】

別の実施形態は、MCMを含む電子装置を提供する。

別の実施形態は、MCMにおけるアイランドチップおよびブリッジチップのアライメントを維持するための方法を提供する。この方法の実行中、圧縮可能な構造は、MCMにおける基板の第1の表面において、端縁によって規定される空隙内に位置決めされる。ここで、圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含み、空隙の底部は第1の表面から垂直方向にオフセットされている。次いで、第3の表面と、当該第3の表面とは反対側にある第4の表面とを有するブリッジチップは、圧縮可能な構造の上において空隙内に位置決めされ、ここで、第4の表面が圧縮可能な構造に機械的に結合される。さらに、第2の表面を有するアイランドチップは、第1の表面および第3の表面に機械的に結合される。ここで、圧縮可能な構造は、ブリッジチップを曲げることなく、第2の表面および第3の表面がほぼ同一平面上に位置するように、ブリッジチップに対して力を加え

40

50

る。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本開示の実施形態に従ったマルチチップモジュール（MCM）の側面図を示すブロック図である。

【図 2】本開示の実施形態に従ったMCMの側面図を示すブロック図である。

【図 3】本開示の実施形態に従った圧縮可能な構造を示すブロック図である。

【図 4】本開示の実施形態に従った圧縮可能な構造を示すブロック図である。

【図 5】本開示の実施形態に従った圧縮可能な構造のための型の作製を示すフロー図である。

10

【図 6】本開示の実施形態に従った圧縮可能な構造のための型の作製を示すフロー図である。

【図 7】本開示の実施形態に従った圧縮可能な構造の作製を示すフロー図である。

【図 8】本開示の実施形態に従ったMCMを含む電子装置を示すブロック図である。

【図 9】本開示の実施形態に従ったMCMを含むシステムを示すブロック図である。

【図 10】本開示の実施形態に従った、MCMにおけるアイランドチップおよびブリッジチップのアライメントを維持するための方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

同様の参照番号が図面全体にわたって対応する部分を指していることに留意されたい。さらに、同一部品の例が複数ある場合、共通の番号を接頭辞として用いてダッシュを用いて事例番号を付すことによって明示している。

20

【 0 0 1 5 】

詳細な説明

マルチチップモジュール（MCM）、電子装置またはMCMを含むシステムの実施形態、ならびに、MCMにおけるアイランドチップおよびブリッジチップのアライメントを維持するための技術を説明する。このMCMは、部分的に重なるコネクタを用いて互いに通信するアイランドチップおよびブリッジチップを含む、対向するチップの2次元配列を備える。これらのコネクタの相対的な垂直間隔を維持するために、圧縮可能な構造は、基板に設けられてブリッジチップを収容する空隙内に位置して、ブリッジチップの裏面に対して圧縮力を加える。これらの圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含む。このようにして、MCMは、ブリッジチップを曲げることなく、アイランドチップおよびブリッジチップの対向面ならびにこれらの表面上のコネクタがほぼ同一平面上に位置することを確実にし得る。

30

【 0 0 1 6 】

この組立て技術は、MCMの歩留まりおよび製造処理能力を増大させる可能性がある。たとえば、（ボール-ピット構造などの）パッシブアライメントおよび/または（マイクロスプリングコネクタなどの）再接合可能な入出力（I/O：input/output）相互接続と併用されると、MCMは、当該MCMにおける（ブリッジチップおよびアイランドチップなどの）複数のチップを同時にアライメントしかつ組立てることを容易にし得る。結果的

40

として、MCMは、当該MCMにおける複数チップの集積化の低コスト化を容易にし、相応の性能改善をもたらし得る。

【 0 0 1 7 】

ここで、MCMについて説明する。図 1 は、MCM 100 の側面図を示すブロック図である。このMCMは、基板 110、アイランドチップ 120、ブリッジチップ 122、および圧縮可能な構造 124 を含む。基板 110 は、表面 112 - 1 と、表面 112 - 1 において端縁 116 によって規定される空隙 114 とを有し、ここで、空隙 114 の底部 118 は表面 112 - 1 から垂直方向にオフセットされている。

【 0 0 1 8 】

さらに、アイランドチップ 120 - 1 は、（たとえば、C4 はんだによって）表面 11

50

2 - 1 に機械的および / または電氣的に結合される表面 1 1 2 - 2 を有し、ブリッジチップ 1 2 2 は表面 1 1 2 - 3 および表面 1 1 2 - 4 を有する。ここで、表面 1 1 2 - 3 は表面 1 1 2 - 2 に面し、この面 1 1 2 - 2 に部分的に重なっている。なお、ブリッジチップ 1 2 2 が空隙 1 1 4 内に位置決めされており、アイランドチップ 1 2 0 に機械的および / または電氣的に結合されていることに留意されたい。たとえば、ブリッジチップ 1 2 2 は、近接通信 (P x C) コネクタ、たとえば容量性 P x C コネクタ、誘導性 P x C コネクタ、導電性 P x C コネクタおよび / または光学 P x C コネクタなど、を表面 1 1 2 - 2 および表面 1 1 2 - 3 上において (少なくとも部分的に) 重ねることによって、アイランドチップ 1 2 0 に電氣的に結合されてもよい。M C M 2 0 0 の側面図を示すブロック図を表す図 2 に図示のとおり、P x C コネクタは、圧縮に対応したマイクロスプリングコネクタ 2 1 0 を含み得る。なお、ブリッジチップ 1 2 2 は、P x C を用いてアイランドチップ 1 2 0 と通信している間、アイランドチップ 1 2 0 によって直接、または、(たとえばワイヤボンドを用いて) 基板 1 1 0 によって独立して電力供給されてもよい。

【 0 0 1 9 】

図 1 を再び参照すると、ブリッジチップ 1 2 2 は、M C M 1 0 0 において組立てられると、典型的には、表面 1 1 2 - 2 と表面 1 1 2 - 3 との間 (このため、P x C コネクタ間) における隙間を最小限にするために、かつ、横方向のアライメントをもたらすよう 1 2 8 - 1 および 1 2 8 - 2 を確実に係合させるようにするために、アイランドチップ 1 2 0 に対して押上げられる。M C M 1 0 0 においては、この力は、空隙 1 1 4 の底部 1 1 8 とブリッジチップ 1 2 2 の表面 1 1 2 - 4 との間に位置めされた圧縮可能な構造 1 2 4 によってもたらされてもよい。特に、この圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含む。圧縮可能な構造 1 2 4 は、部分的に圧縮されると、ブリッジチップ 1 2 2 に対して力を加え、これにより、ブリッジチップ 1 2 2 を曲げることなく (たとえば、 $0.1 \mu\text{m} \sim 1 \mu\text{m}$ よりも大きな垂直な隙間をアイランドチップ 1 2 0 とブリッジチップ 1 2 2 との間に発生させることなく)、表面 1 1 2 - 2 および表面 1 1 2 - 3 がほぼ同一平面上に位置することとなり、P x C コネクタを用いた通信が可能となり得る。こうして、圧縮可能な構造 1 2 4 は組立てを容易にし、M C M 1 0 0 における構成要素の (相対的な) アライメントを維持するのを支援し得る。たとえば、圧縮可能な構造 1 2 4 は、さまざまな熱膨張率および横方向のせん断力に関連付けられるような応力を吸収することができ、これにより、動作中に M C M 1 0 0 の信頼性を高めることができる。加えて、圧縮可能な構造 1 2 4 はまた、基板 1 1 0 とは別個である。これにより、ポジ型特徴 1 2 8 がそれら自体を係合させアラインさせるのに応じて、圧縮可能な構造 1 2 4 が横方向に「摺動する」ことが可能となる。

【 0 0 2 0 】

M C M 1 0 0 はまた、組立てを容易にし、かつ構成要素の面内 (X Y) のアライメントを維持し易くし得る付加的な特徴を含み得る。特に、ブリッジチップ 1 2 2 は、表面 1 1 2 - 2 および表面 1 1 2 - 3 上におけるペアのネガ型特徴 1 2 6 と、対応するペアのネガ型特徴 1 2 6 と接合するポジ型特徴 1 2 8 とによって、アイランドチップ 1 2 0 に機械的に結合されてもよい。たとえば、ネガ型特徴 1 2 6 は、表面 1 1 2 - 2 および表面 1 1 2 - 3 よりも下方に窪んだ窪みを含んでもよく、ポジ型特徴 1 2 8 は、(ボール - エッチピット構造などの) ネガ型特徴 1 2 6 と接合する球形のボールを含んでもよく、これにより、アイランドチップ 1 2 0 およびブリッジチップ 1 2 2 をアラインさせる (代替的には、または、付加的には、M C M 1 0 0 におけるアライメントは、表面 1 1 2 - 2 および表面 1 1 2 - 3 上におけるポジ型特徴を用いると容易になり得る。これらのポジ型特徴はこれらの表面よりも上に突き出ている)。いくつかの実施形態においては、ペアのネガ型特徴 1 2 6 は、ブリッジチップ 1 2 2 およびアイランドチップ 1 2 0 の角部に近接している。

【 0 0 2 1 】

上述したように、ネガ型特徴 1 2 6 とポジ型特徴 1 2 8 とを接合させることにより、組立て中に、同一平面性を制御することに加えて、アイランドチップ 1 2 0 およびブリッジチップ 1 2 2 の X Y 面において高精度のセルフアライメントを提供することができる。た

10

20

30

40

50

例えば、表面 1 1 2 - 2 および表面 1 1 2 - 3 上におけるアライメントは、X Y 面においては $\pm 1 \mu\text{m}$ の範囲内であり得る。

【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態においては、M C M 1 0 0 における構成要素は、たとえば、チップ間のアライメントを永続的に固定するためにポストアライメント技術を用いることによって、再接合可能なアライメントの後に永続的に取付けられる。特に、はんだは、高温で部分的に融解またはリフローさせることにより、M C M 1 0 0 における構成要素同士を融合させて、より永続的な結合をもたらす得る。しかしながら、他の実施形態においては、M C M 1 0 0 における構成要素が再接合可能に結合されることにより、M C M 1 0 0 の再加工が容易になる。

10

【 0 0 2 3 】

具体的な実施形態においては、M C M 1 0 0 は、1ブリッジチップごとに4つのポジ型特徴 1 2 8 を含む。さらに、圧縮可能な構造 1 2 4 は、1 ポジ型特徴ごとに1 ~ 2 ポンドの圧縮力を加え得る。M C M 1 0 0 が組立てられると、圧縮可能な構造 1 2 4 は、1 0 0 μm ~ 2 0 0 μm の未圧縮の厚さと5 0 μm ~ 6 0 μm の圧縮された厚さとを有してもよい。さらに、空隙 1 1 4 は、2 0 0 μm ~ 3 0 0 μm の深さを有してもよく、ブリッジチップ 1 2 2 は1 5 0 μm の厚さを有してもよい。ブリッジチップ 1 2 2 の厚さがこのように薄くなっていることにより、剛性が低下する可能性があるが、圧縮可能な構造 1 2 4 と併用されると、ブリッジチップ 1 2 2 はM C M 1 0 0 の組立ておよび動作の全体にわたって「平坦な」ままであり得る。圧縮可能な構造 1 2 4 は、薄型のブリッジチップ 1 2 2 に対して必要な対抗力を均一に加えて、ブリッジチップ 1 2 2 の弯曲またはP x Cなどの通信の中断を防ぎ得る。たとえば、垂直方向の隙間における変化または表面 1 1 2 - 2 と表面 1 1 2 - 3 との間の間隔の変化は、名目上の隙間(nominal gap)の1 0 % 未満であり得る。

20

【 0 0 2 4 】

図 3 から図 7 を参照して以下にさらに説明するように、多種多様な特徴および形状を用いて、圧縮可能な構造 1 2 4 に力を与えてもよい。多種多様な特徴および形状とは、円筒形の特徴、楕円形の隆起、半球状の隆起、切頭型半球状の隆起、(頂冠などの) 直角形の隆起、ピラミッド形の隆起、切頭型ピラミッド形の隆起、および / または、小胞状の特徴 (たとえば、傾斜した指のような構造) を含む。より一般的には、圧縮可能な構造 1 2 4 はスプリング以外のものであってもよい。いくつかの実施形態においては、圧縮可能な構造 1 2 4 における柔軟な材料はエラストマを含む。

30

【 0 0 2 5 】

なお、材料が堆積するかまたはより一般的には追加される付加的な作製プロセスを用いて柔軟な材料が作製され得ることに留意されたい。しかしながら、他の実施形態においては、材料が除去されるサブトラクティブ法が別個にまたはアディティブ法と共に用いられる。さらに、基板 1 1 0 が (シリコンまたはシリコン・オン・インシュレータ・ウェハなどの) 半導体、有機材料、セラミック、ガラスおよび / またはプラスチックを含み得ることに留意されたい。

【 0 0 2 6 】

40

M C M 1 0 0 の組立て中に、ブリッジチップ 1 2 2 が (基板 1 1 0 の上にある) 空隙 1 1 4 において表を上にして配置されてもよい。加えて、表面 1 1 2 - 3 上にネガ型特徴 1 2 6 がある場合、ポジ型特徴 1 2 8 はネガ型特徴 1 2 6 に配置されてもよい。次いで、機械的な取付け具がブリッジチップ 1 2 2 を押下げ、この間に、アイランドチップ 1 2 0 がアラインされ、たとえばリフロー取付けプロセスを用いて基板 1 1 0 に取付けられる。リフローサイクルが完了すると、ブリッジチップ 1 2 2 に対する外部からの機械的負荷が解放されて、ブリッジチップ 1 2 2 が圧縮可能な構造 1 2 4 によって押されて基板 1 1 0 から遠ざけられる。この押上げ力により、ボール・イン・ピット構造を、M C M 1 0 0 の設計時に対象とされた (アイランドチップ 1 2 0 によって与えられる基準機械面に対抗する) 予め定められた量の力と連動させてもよい。こうして、この組立て技術を用いて、アイ

50

ランドチップ 1 2 0 は基板 1 1 0 に取付けることができるが、依然として、M C M 1 0 0 の耐用年数にわたり、表面 1 1 2 - 2 および表面 1 1 2 - 3 上でコネクタの（相対的な）アライメントを維持するために自由に移動することができる。

【 0 0 2 7 】

ブリッジチップ 1 2 2 が、アイランドチップ 1 2 0 とブリッジチップ 1 2 2 との間を再接合可能に電気接続するためのマイクロスプリングコネクタ 2 1 0（図 2）を含む場合、同様の組立て技術が用いられてもよい。しかしながら、これらの実施形態においては、圧縮可能な構造 1 2 4 によって加えられる力は、マイクロスプリングコネクタ 2 1 0（図 2）によって加えられる力よりも大きくなる可能性がある。

【 0 0 2 8 】

ここで、圧縮可能な構造についてさらに説明する。圧縮可能な構造 3 0 0 を示すブロック図を表す図 3 に図示のとおり、圧縮可能な構造は、薄型基板上において作製された一連のエラストマ構造（および、より一般的には柔軟な材料）を含み得る。個々のエラストマ構造の形状およびサイズは M C M の要件に適合するよう変更されてもよい。たとえば、図 3 に図示のとおり、エラストマ構造は（低いアスペクト比から高いアスペクト比にわたる）円筒形であってもよい。代替的には、圧縮可能な構造 4 0 0 を示すブロック図を表す図 4 に図示のとおり、エラストマ構造は半球形のドームであってもよい。

【 0 0 2 9 】

基板 1 1 0（図 1）にわたるエラストマ構造の材料、形状、寸法、配置および数の選択肢は、M C M に必要とされる力変位特徴を達成するよう変更されてもよい。たとえば、M C M における所与の圧縮可能な構造は、各々の所望の位置において単一の隆起または複数の隆起を含み得るか、または、一連の高アスペクト比（髪のような）構造を含み得る。これらの隆起は、高さが $50\text{ }\mu\text{m}$ ~ $500\text{ }\mu\text{m}$ の範囲であってもよく、（タングステン箔、アルミナなどの）薄い（ $50\text{ }\mu\text{m}$ ~ $200\text{ }\mu\text{m}$ の）弾性基板上において作製されてもよい。なお、圧縮可能な構造における基板が、その作製を容易にするために、かつ形状因子を著しく高めることなく（図 1 における空隙 1 1 4 などの）空隙に嵌まり込むようにするために、薄く平坦であり得ることに留意されたい。加えて、組立て技術の実行中に機械的な取付け具が取外されるときにチップが反ったり曲がったりするのを抑制するために、圧縮可能な構造における基板は堅くてもよい。

【 0 0 3 0 】

ここで、圧縮可能な構造における薄型基板上に柔軟な材料を作製するための技術を説明する。特に、多数の圧縮可能な構造は、打抜き技術を用いて、再使用可能なマスク型から作製されてもよい。リソグラフィプロセスを打抜き技術と組み合わせることにより、作製された圧縮可能な構造は、ミクロンのスケールで正確になり得、（ウェハレベルまたはパネルレベルでは）バッチで作製され得るので、製造コストが著しく削減され得る。

【 0 0 3 1 】

いくつかの実施形態においては、作製技術は 2 つの主要な動作、すなわち、再使用可能な型の作製、および打抜き / 成形による圧縮可能な構造の作製、を含む。再使用可能な型の作製中、（エラストマの隆起などの）柔軟な材料の形状が決定されてもよい（なぜなら、型内に作り出された形状が柔軟な材料上に複製されることになるからである）。先に記載したように、さまざまな機械的特徴（およびこのため、さまざまな形状およびサイズ）を備えた隆起は M C M 構成に応じて用いられてもよい。加えて、隆起の数は構成に応じて変更されてもよい。

【 0 0 3 2 】

型を作製するための一技術を図 5 に示す。図 5 は、圧縮可能な構造のための型の作製を示すフロー図 5 0 0 を表す。この例においては、ネガ型フォトレジスト（たとえば、N R 2 1 の $100\text{ }\mu\text{m}$ 厚の膜）を、（シリコンなどの）基板上で回転させて、フォトリソグラフィを用いてパターン化して、隆起の位置においてポジ型フォトレジスト特徴を生じさせる。（しかしながら、他の実施形態においては、ポジ型フォトレジストが用いられてもよい。）次いで、熱プロファイルを用いてフォトレジスト特徴をリフローし、（ $180\text{ }\mu\text{m}$

10

20

30

40

50

の直径を有するドームなどの)半球形のドームに変形して、基板に適切に接着させる。

【0033】

これらのポジ型特徴を用いて再使用可能なネガ型を作成してもよい。これは、圧縮可能な構造のための型の作製を示すフロー図600を表す図6に示されている。特に、犠牲層プロセスは、図5に示されるリフローされたポジ型特徴から型を作成するために用いられてもよい。(30nmの厚さを有し得る)チタン層および(30nmの厚さを有し得る)金属層は、リフローされた特徴上に共形的に堆積させてもよい。次いで、(2μmの厚さを有し得る)ネガ型レジスト層およびチタン層と金属層との別のセットを堆積させてもよい。以下にさらに説明するように、型の作製後、ネガ型レジスト層が構成要素をより分離させやすくする可能性があることに留意されたい。

10

【0034】

犠牲層および2例の金属層が堆積すると、SU8などのフォトレジストがポジ型のドーム構造上に注がれてもよく、ガラス基板がSU8の上にわたって配置されてもよい。次いで、SU8は、スライドガラスを介してUV光に露光させて、その構造を露光後の焼成のために90°のオープン内に配置することによって、架橋され得る。ガラス基板が最終的な型の一部ではないことに留意されたい。代わりに、ガラス基板はSU8型のための担体としての役割を果たしてもよい。しかしながら、さまざまなUV透明基板のうちの1つを用いることができる。原則として、この作製プロセスは、複数の型を平行に作製することができるように、大型のガラスパネル上で実行されてもよい。これらの型はさまざまな設計に対応し得る。

20

【0035】

SU8層が十分に架橋されると、型は数秒間にわたり150°のホットプレート上に配置されることによって分離させることができる。これにより、ネガ型レジスト(犠牲)層を軟化させてもよく、ポジ型特徴から型を外すことがより容易になり得る。この犠牲層の動作がなければ、ポジ型特徴が型に付着する可能性があるので、歩留まりが著しく低下する恐れがある。ネガ型レジストも、外されると、適切な溶媒を用いてクリーニングされて両面上から除去することができる。

【0036】

圧縮可能な構造の作製を示すフロー図700を表す図7に図示のとおり、型が作成されると、シリコンまたは(ミシガン州(Michigan)、ミッドランド(Midland)にあるダウ・コーニング・コーポレーション(Dow Corning Corporation)による)Sylgard(R)160などのエラストマ材料(および、より一般的には、柔軟な材料)が型の上に注がれてもよく、圧縮可能な構造における薄型基板(たとえば、薄いSiO₂層を有するタングステンプレート)が上に配置される。次いで、垂直な力が圧縮可能な構造の基板の裏面に対して加えられる。この力によってエラストマの厚さが決定されてもよい。力の大きさは、エラストマからなる非常に薄いベース層をもたらすのに十分なほど高くなければならない。次いで、サンプルは、柔軟な材料をガス抜きするために真空チャンバに配置されてもよく、さらに、硬化および焼き入れのためにオープンに配置されてもよい。柔軟な材料は、硬化して室温にまで冷却されると、SU8型から分離することができる。なぜなら、SU8およびシリコンは典型的には接着強さが低い一方で、タングステン基板のシリコンおよびSiO₂膜は通常優れた接着強さを呈するからである。なお、SiO₂膜がこの点に関して重要な機能を果たし得るが、それは、通常、タングステンへのシリコンの接着性があまり良くないからである。先に述べたように、構成要素が分離された後、ネガ型レジストは、1つ以上の溶媒を用いてクリーニングして、両面上から除去することができる。具体的な実施形態においては、圧縮可能な構造は、100μm厚のタングステン箔上に作製された200μmの高いシリコン隆起を含む。

30

40

【0037】

こうして、作製技術を用いて、一連の大型の圧縮可能な構造が同時に作製され得る。作製後、圧縮可能な構造はウェハダイシング技術を用いて、最終的なサイズにまでダイシングされてもよい。さらに、型は、追加の圧縮可能な構造を作製するために再使用されても

50

よい。

【 0 0 3 8 】

M C M の実施形態は多種多様な応用例において用いられてもよい。M C M の一般的な応用例が、電子装置 8 0 0 を示すブロック図を表す図 8 に示される。この電子装置は、M C M 1 0 0 (図 1) または M C M 2 0 0 (図 2) であり得る M C M 8 1 0 を含む。

【 0 0 3 9 】

図 9 は、M C M 1 0 0 (図 1) または M C M 2 0 0 (図 2) などの 1 つ以上の M C M 9 0 8 を含むシステム 9 0 0 を示すブロック図を表す。システム 9 0 0 は、1 つ以上のプロセッサ 9 1 0、通信インターフェイス 9 1 2 およびユーザインターフェイス 9 1 4 を含み得る。これら 1 つ以上のプロセッサ 9 1 0、通信インターフェイス 9 1 2 およびユーザインターフェイス 9 1 4 は、1 つ以上の信号線 9 2 2 によってシステム 9 0 0 内の他の構成要素に結合されてもよい。1 つ以上のプロセッサ (またはプロセッサコア) 9 1 0 が並行処理および / またはマルチスレッド化された動作をサポートし得ること、通信インターフェイス 9 1 2 が持続的な通信接続を行い得ること、および、1 つ以上の信号線 9 2 2 が通信バスを構成し得ることに留意されたい。さらに、ユーザインターフェイス 9 1 4 は、ディスプレイ 9 1 6、キーボード 9 1 8 および / またはマウスなどのポインタ 9 2 0 を含み得る。

【 0 0 4 0 】

システム 9 0 0 におけるメモリ 9 2 4 は、揮発性メモリおよび / または不揮発性メモリを含み得る。より具体的には、メモリ 9 2 4 は、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、フラッシュ、1 つ以上のスマートカード、1 つ以上の磁気ディスク記憶装置、および / または、1 つ以上の光学記憶装置を含み得る。メモリ 9 2 4 は、ハードウェア依存型タスクを実行するために、さまざまな基本システムサービスを処理するための手順 (または 1 セットの命令) を含むオペレーティングシステム 9 2 6 を格納してもよい。さらに、メモリ 9 2 4 はまた、通信モジュール 9 2 8 における通信手順 (または 1 セットの命令) を格納してもよい。これらの通信手順は、システム 9 0 0 に対して遠隔設置されたコンピュータ、装置および / またはサーバを含む、1 つ以上のコンピュータ、装置および / またはサーバと通信するために用いられてもよい。

【 0 0 4 1 】

メモリ 9 2 4 はまた、1 つ以上のプログラムモジュール 9 3 0 (または 1 セットの命令) を含んでもよい。プログラムモジュール 9 3 0 の 1 つ以上がコンピュータ - プログラムメカニズムを構成し得ることに留意されたい。メモリ 9 2 4 内のさまざまなモジュールにおける命令は、高レベルの手続き型言語、オブジェクト指向プログラミング言語で、および / または、アセンブリもしくは機械言語で実現されてもよい。プログラミング言語は、1 つ以上のプロセッサ (またはプロセッサコア) 9 1 0 によって実行されるように、コンパイルまたは解釈され得る、すなわち、構成可能であり得るかまたは構成され得る。

【 0 0 4 2 】

システム 9 0 0 は、サーバ、ラップトップコンピュータ、通信装置もしくはシステム、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、メインフレームコンピュータ、ブレード、エンタープライズコンピュータ、データセンタ、携帯可能なコンピューティング装置、タブレットコンピュータ、携帯電話、スーパーコンピュータ、ネットワーク接続ストレージ (N A S : network-attached-storage) システム、ストレージエリアネットワーク (S A N : storage-area-network) システム、電子装置、および / または、別の電子計算装置を含むが、これらに限定されない。

【 0 0 4 3 】

1 つ以上の M C M 9 0 8 の実施形態が、V L S I 回路、(波長分割多重方式などでの) 通信システム、ストレージエリアネットワーク、データセンタ、(ローカルエリアネットワークなどの) ネットワーク、および / または、(マルチコアプロセッサコンピュータシステムなどの) コンピュータシステムを含むさまざまな応用例において用いられ得ることに留意されたい。たとえば、1 つ以上の M C M 9 0 8 は、複数のプロセッサブレードに結

10

20

30

40

50

合されるバックプレーンに含まれてもよく、または、1つ以上のMCM908は、(プロセッサ、メモリ、入出力装置および/または周辺機器などの)さまざまなタイプの構成要素を結合してもよい。こうして、1つ以上のMCM908は、スイッチ、ハブ、ブリッジおよび/またはルータの機能を実行してもよい。

【0044】

概して、システム900は、1箇所にあってもよいし、または、地理的に分散された複数の位置にわたって分散させてもよい。さらに、システム900の機能性のうちのいくつかまたはすべては、1つ以上の特定用途向け集積回路(ASIC: application-specific integrated circuit)および/または1つ以上のデジタル信号プロセッサ(DSP: digital signal processor)において実現されてもよい。さらに、当該技術において公知であるように、前述の実施形態における機能性は、ソフトウェアにおいてよりもハードウェアにおいてより多く実現され得るか、または、ハードウェアにおいてよりもソフトウェアにおいてより多く実現され得る。

【0045】

前述の実施形態に含まれる構成要素はより少なくてもよく、または、前述の実施形態には付加的な構成要素が含まれてもよい。たとえば、図1においては、アイランドチップ120が、マイクロスプリングコネクタを用いて、基板110に電氣的に結合されてもよい。この場合、チップ同士と一緒に保持するために、外部からのクランプ力がMCM100に加えられてもよい。さらに、MCMおよびシステムはいくつかの離散的な要素を有するものとして例示されているが、これらの実施形態は、この明細書中に記載される実施形態の構造についての概略ではなく、存在し得るさまざまな特徴の機能的記述となるように意図されている。結果として、これらの実施形態においては、2つ以上の構成要素が単一の構成要素に組み合わせられてもよく、および/または、1つ以上の構成要素の位置が変更されてもよい。さらに、前述の実施形態のうち2つ以上の実施形態における特徴が互いに組み合わせられてもよい。

【0046】

なお、(基板、アイランドチップおよび/またはブリッジチップなどの)構成要素上の表面が、基板の表面、または、(基板上に堆積した誘電体層などの)これらの基板上に堆積した層の表面を含むものと理解されるはずである。加えて、当業者に公知であるように、MCMにおける構成要素が作製され得ること、および、MCMが多種多様な技術を用いて組立てられ得ることに留意されたい。

【0047】

ここで、方法の実施形態を説明する。図10は、MCM100(図1)またはMCM200(図2)などのMCMにおけるアイランドチップおよびブリッジチップのアライメントを維持するための方法を示すフロー図1000を表す。この方法の実行中、圧縮可能な構造は、MCMにおける基板の第1の表面において、端縁によって規定される空隙内に位置決めされる(動作1010)。ここでは、圧縮可能な構造は、形状および体積が圧縮された柔軟な材料を含み、空隙の底部は第1の表面から垂直方向にオフセットされている。次いで、第3の表面および(第3の表面とは反対側の)第4の表面を有するブリッジチップは、圧縮可能な構造の上にある空隙内に位置決めされる(動作1012)。ここで、第4の表面は、圧縮可能な構造に機械的に結合される。さらに、第2の表面を有するアイランドチップは、第1の表面および第3の表面に機械的に結合される(動作1014)。ここで、圧縮可能な構造は、ブリッジチップを曲げることなく、第2の表面および第3の表面がほぼ同一平面上に位置するようにブリッジチップに対して力を加える。

【0048】

いくつかの実施形態においては、方法1000は付加的な動作またはより少ない動作を含む。さらに、動作の順序は変更されてもよく、および/または、2つ以上の動作が1回の動作に組み合わせられてもよい。

【0049】

上述の説明は、如何なる当業者でも本開示を活用できるように意図されており、特定の

用途およびその要件の文脈において提供される。さらに、本開示の実施形態の上述の記載は図示および説明だけを目的として提示されたものであり、これらは、網羅的になるよう意図されたものではなく、または、本開示を開示された形態に限定するよう意図されたものでもない。したがって、多くの変更例および変形例が当業者にとって明らかになるだろう。また、この明細書中において規定される一般原則は、本開示の精神および範囲から逸脱することなく他の実施形態および応用例に適用され得る。加えて、上述の実施形態の説明は、本開示を限定するよう意図されたものではない。このように、本開示は、図示される実施形態に限定されるよう意図されたものではないが、この明細書中に開示される原則および特徴と一致する最も広い範囲が与えられることとなる。

【 図 1 】

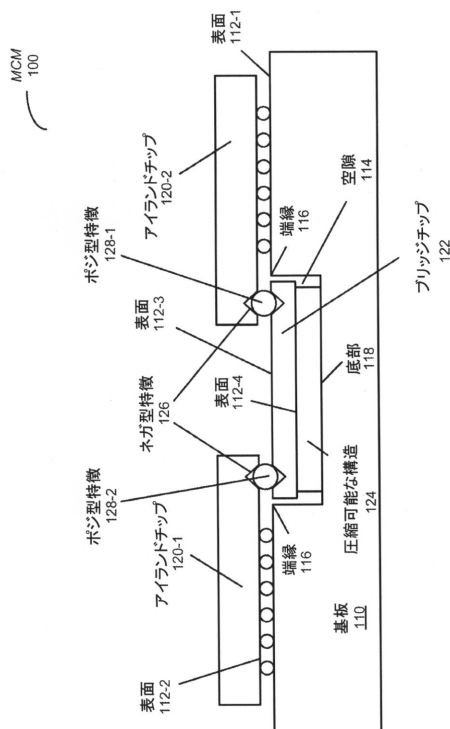


FIG. 1

【 図 2 】

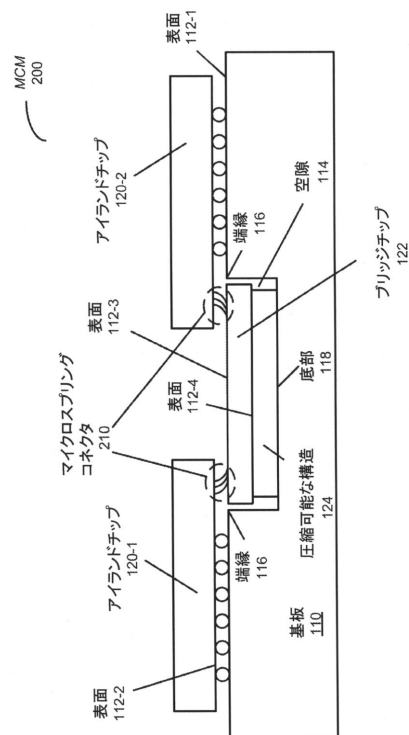


FIG. 2

【図 3】

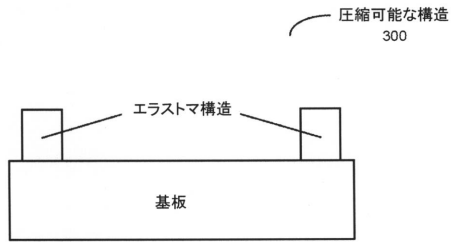


FIG. 3

【図 4】

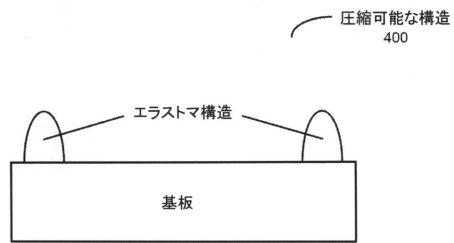


FIG. 4

【図 5】

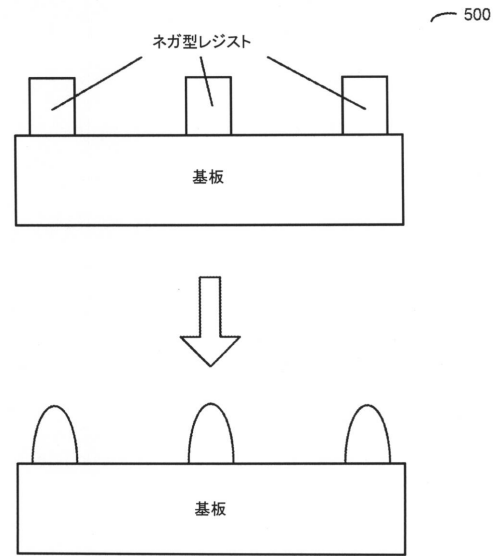


FIG. 5

【図 6】

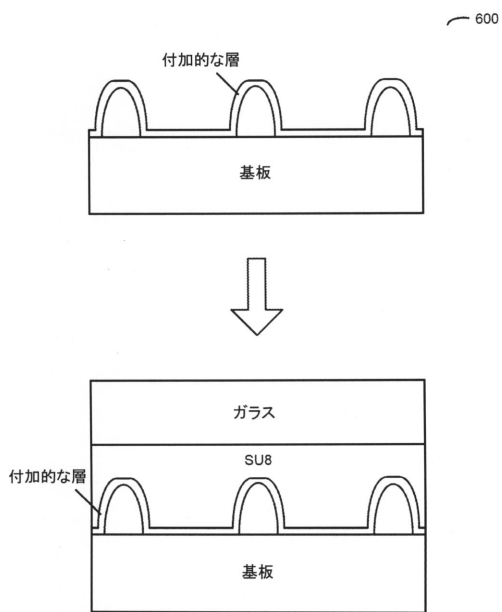


FIG. 6

【図 7】

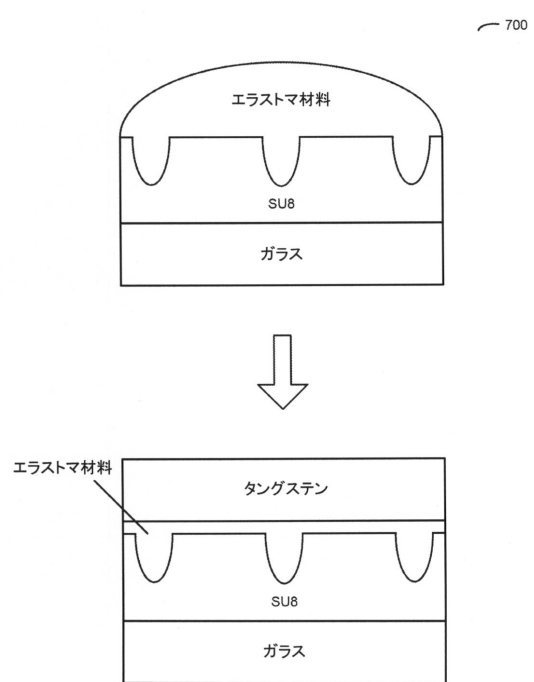


FIG. 7

【図 8】

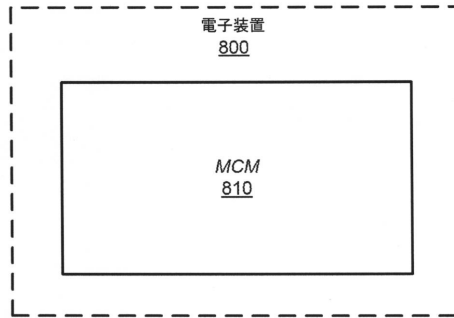


FIG. 8

【図 9】

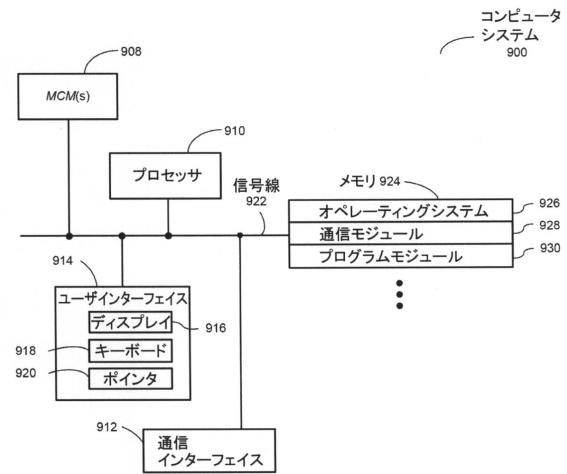


FIG. 9

【図 10】

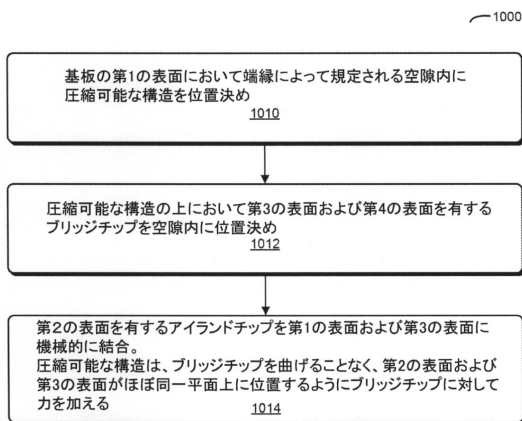


FIG. 10

フロントページの続き

- (72)発明者 ヤン, ヒュン・スク
アメリカ合衆国、30332 ジョージア州、アトランタ、デフォア・ビレッジ・コート・ノース
ウエスト、1254、アパートメント・212
- (72)発明者 シュビン, アイバン
アメリカ合衆国、92127 カリフォルニア州、サン・ディエゴ、カミノ・コドルニズ、159
12
- (72)発明者 カニンガム, ジョン・イー
アメリカ合衆国、92130 カリフォルニア州、サン・ディエゴ、カーメル・ビスタ・ロード、
12218、アパートメント・233

審査官 梅本 章子

- (56)参考文献 特表2011-515842(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0327424(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0233764(US, A1)
特開2003-298012(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0327466(US, A1)
特開平06-283663(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0074011(US, A1)
米国特許第07525199(US, B1)
米国特許出願公開第2011/0223778(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/00 - 25/18
H01L 21/60 - 21/607