

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4404861号
(P4404861)

(45) 発行日 平成22年1月27日(2010.1.27)

(24) 登録日 平成21年11月13日(2009.11.13)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 23/43 (2006.01) HO 1 L 23/46 Z
 HO 5 K 7/20 (2006.01) HO 5 K 7/20 N

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-15058 (P2006-15058)	(73) 特許権者	503003854
(22) 出願日	平成18年1月24日(2006.1.24)		ヒューレット-パカード デベロップメント カンパニー エル. ピー.
(65) 公開番号	特開2006-210918 (P2006-210918A)		アメリカ合衆国 テキサス州 77070
(43) 公開日	平成18年8月10日(2006.8.10)		ヒューストン コンパック センタ ド
審査請求日	平成18年2月1日(2006.2.1)		ライブ ウェスト 11445
(31) 優先権主張番号	11/046, 616	(74) 代理人	100075513
(32) 優先日	平成17年1月28日(2005.1.28)		弁理士 後藤 政喜
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100084537
			弁理士 松田 嘉夫
		(74) 代理人	100078053
			弁理士 上野 英夫
		(74) 代理人	100120260
			弁理士 飯田 雅昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱発生構成要素を冷却する装置、及び熱発生構成要素を冷却する装置を製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱発生構成要素を冷却する装置であって、
 熱分散器の下側面によって前記熱発生構成要素に結合された前記熱分散器と、
 前記熱分散器の上側面でハウジングに収容され、前記熱分散器の前記上側面に直接接触する冷却液と、

前記熱分散器の少なくとも側面に結合される冷却板とを備え、
 前記熱発生構成要素と前記熱分散器とが同じ設置面積を占め、
 前記ハウジングは前記冷却板の上側面と結合し、
 前記冷却板と前記ハウジングとは同じ設置面積を占めることを特徴とする装置。

10

【請求項 2】

前記熱発生構成要素が半導体チップであることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

熱発生構成要素を冷却する装置を製造する方法であって、
 熱分散器の下側面によって前記熱発生構成要素に前記熱分散器を結合するステップと、
 前記熱分散器の上側面に冷却液が直接接触するように、前記熱分散器の上側面のハウジングに前記冷却液を収容するステップと、

前記熱分散器の少なくとも側面に冷却板を結合するステップとを含み、
 前記熱発生構成要素と前記熱分散器とが同じ設置面積を占め、
 前記ハウジングは前記冷却板の上側面と結合してあり、

20

前記冷却板と前記ハウジングとは同じ設置面積を占めることを特徴とする方法。

【請求項 4】

前記熱発生構成要素が、半導体チップであることを特徴とする請求項 3 に記載の製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に冷却システムに関し、より詳細には熱発生構成要素用の冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子は、漏れ電流（定常状態）とトランジスタのスイッチング動作とにより熱を発生する。損失する電力（熱）の量は、素子内の回路の数と、それらの回路のスイッチング、速度と、回路上の負荷とによる。今日の最新技術のCMOS素子は、面積 2 cm^2 のシリコンチップで最大 50 ワットまたはそれ以上の熱を発生することがある。

【0003】

冷却システムが、空気圧や回路負荷などの環境および動作因子と関係なく、温度の安定性を維持することが重要である。これは、回路の再現性と安定性とに直接影響する。冷却の効果と効率は、ヒートシンク設計、素子から熱を除去するために使用される流体（液体または空気）の特性、ヒートシンクと冷却流体との間の伝熱特性などの要素に依存する。

【0004】

液体冷却テストシステムでは、液体冷却プレナムの温度が、循環する液体によって直接制御される。素子に対する熱接触が良好な場合は、素子の温度を厳密に制御することができる。しかしながら、そのようなシステムは、一般に、素子の設置面積よりも大きい設置面積を有する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

これに対して、空冷システムの効率は、そのヒートシンク設計、および空気流の速度、方向、および均一さによって制限される。安定性は、空気流の「デッドスポット」または「ホットスポット」の構成によって制限される。ヒートシンクが必要なこと、ならびに構成要素のまわりの空気の流れたための十分な空間が必要なことのため、例えばプリント回路基板上の構成要素の実装密度が低くなる。また、構成要素の実装密度が低いと、長い信号線による長期的な伝播遅延と、より大きな付随する好ましくない現象とによって信号が劣化するので、最高速度と精度も制限される。

【0006】

したがって、従来技術のこれらの欠点を克服する装置および方法が必要である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は 1 つの実施形態において装置を含む。1 つの例における熱発生構成要素を冷却する装置は、熱分散器の下側面によって熱発生構成要素に結合された熱分散器と、熱分散器の上側面でハウジングに収容され、熱分散器の上側面に直接接触する冷却液と、熱分散器の少なくとも側面に結合される冷却板とを備え、熱発生構成要素と熱分散器とが同じ設置面積を占め、ハウジングは冷却板の上側面と結合し、冷却板とハウジングとは同じ設置面積を占める。

【0008】

本発明のさらにもう 1 つの実施形態は方法を含む。1 つの例における方法は、熱分散器の下側面によって熱発生構成要素に熱分散器を結合するステップと、熱分散器の上側面に冷却液が直接接触するように、熱分散器の上側面のハウジングに冷却液を収容するステップと、熱分散器の少なくとも側面に冷却板を結合するステップとを含み、熱発生構成要素

10

20

30

40

50

と熱分散器とが同じ設置面積を占め、ハウジングは冷却板の上側面と結合しており、冷却板とハウジングとは同じ設置面積を占める。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明の例示的な実施形態の特徴は、詳細な説明、特許請求の範囲、および添付図面から明らかになる。

【0010】

一般的に、熱発生構成要素を冷却する本発明の装置のいくつかの実施形態は、単一境界面を介して熱発生構成要素に結合された熱伝導性カバーと、熱伝導性カバーと直接接触する冷却液とを備える。熱伝導性カバーは、コールドプレート（冷却板）でも熱スプレッド（熱分散器）でもよい。熱発生構成要素は、半導体チップでもよい。さらに、熱伝導性カバーは、チップと同じ設置面積を占めることができる。

10

【0011】

半導体チップを冷却する本発明の方法のいくつかの実施形態は、半導体チップに結合された熱スプレッドの上側面に露出領域を設けるステップと、その熱スプレッドの上側面の露出領域に冷却液を直接接触させるステップとを有する。

【0012】

熱スプレッドは側面を有することができ、この方法は、さらに、コールドプレートを熱スプレッドの側面に結合するステップを有することができる。コールドプレートは、コールドプレートが熱スプレッドに結合されたときに熱スプレッドの上側面の実質的に全ての領域が冷却液にさらされるように構成される。コールドプレートは、チップと同じ設置面積を占めてもよい。

20

【0013】

図1は、本発明の装置の参考例を示し、プロセッサや他の熱構成要素を冷却するために液体冷却ループが使用されている。図1参考例において、プリント回路基板100は、集積回路などの少なくとも1つの熱発生構成要素102を有する。熱発生構成要素102には、装置液体間冷却交換器104が結合される。装置液体間冷却交換器104は、液体コンプレッサ106にも結合されている。装置液体間熱交換器104は、熱発生構成要素102から冷却液に熱を移す。液体コンプレッサ（液体空気間熱交換器）106は、冷却液から熱を取り除く。

30

【0014】

図2は、従来技術の液体冷却例を示す。シリコンチップ用の典型的な熱積層構造は、少なくともはんだ位置204を介してシリコン基板などの基板202に結合された集積回路チップ200を有する。集積回路チップ200は、第1の熱境界面208を介して集積回路チップ200の上部に結合されたチップ蓋すなわちカバー206を有する。ヒートシンクや他の熱放散装置が、第2の熱境界面212を介してカバー206の上部に結合されている。

【0015】

図2の例において、カバー206の上部に第2の熱境界面212を介してコールドプレート210が結合されている。コールドプレート210とカバー206の間の第2の熱境界面212は、熱抵抗の潜在的な問題領域および原因である。

40

【0016】

図3は、本発明の装置の1つの参考例を示す。本発明の装置のこの参考例は、上側面301を有する（電気接続304によって基板302に結合された）集積回路チップ300と、上側面303と下側面305を有し、下側面305が熱境界面308（単一境界面）を介して集積回路チップ300の上側面301に直接結合されているコールドプレート306と、コールドプレート306の上側面303と直接接触している冷却液とを有することができる。したがって、この参考例において、従来技術のチップ蓋すなわちカバーがコールドプレート306と置き換えられている。コールドプレート306は、集積回路チップ300と同じ設置面積を占めることができる。

50

【 0 0 1 7 】

冷却液は、ハウジング 3 1 0 のチャンバ 3 1 2 内に收容されている。入継手 3 1 8 と出継手 3 2 0 によってハウジング 3 1 0 が冷却システムの残りの部分に接続される。冷却液 3 1 4 はチャンバ 3 1 2 に流れ込み、そこでチャンバ 3 1 2 内の冷却液が、コールドプレート 3 0 6 の上側面 3 0 3 と接触する。冷却液 3 1 6 は、チャンバ 3 1 2 から流れ出る。冷却液がチャンバ 3 1 2 内を通るとき、熱がコールドプレート 3 0 6 の上側面 3 0 3 から冷却液に移される。

【 0 0 1 8 】

図 4 は、本発明の装置の参考例の断面図を示す。本発明の装置のこの参考例は、熱境界面を介して集積回路チップ 4 0 0 に直接結合されたコールドプレート 4 0 4 を有する集積回路チップ 4 0 0 と、コールドプレート 4 0 4 と直接接触している冷却液とを有する。冷却液は、コールドプレート 4 0 4 に結合されたハウジング 4 0 6 のチャンバ 4 0 8 内に收容されてもよい。コールドプレート 4 0 4 は、チップ 4 0 0 と同じ設置面積を占めることができる（図 5 を参照）。

10

【 0 0 1 9 】

図 6 は、本発明の装置の1 つの実施形態の断面図を示す。本発明の装置のこの実施形態では、熱境界面を介してチップ 6 0 0 に結合された熱スプレッド 6 1 0 を有する集積回路チップ 6 0 0 と、取り付け領域 6 0 2 と開口領域 6 0 3 とを有するコールドプレート 6 0 4 であって、コールドプレート 6 0 4 の開口領域 6 0 3 が熱スプレッド 6 1 0 の上側面の少なくとも一部分を露出するようにコールドプレート 6 0 4 の取り付け領域 6 0 2 が熱スプレッド 6 1 0 に結合されたコールドプレート 6 0 4 と、熱スプレッド 6 1 0 の上側面の露出部分と直接接触する冷却液とを有する。冷却液は、コールドプレート 6 0 4 に結合されたハウジング 6 0 6 のチャンバ 6 0 8 内に收容される。

20

【 0 0 2 0 】

熱スプレッド 6 1 0 は側面を有し、図 6 に示したように、コールドプレート 6 0 4 の取り付け領域 6 0 2 は、熱スプレッド 6 1 0 の側面に結合される。コールドプレート 6 0 4 の取り付け領域 6 0 2 は、コールドプレート 6 0 4 が熱スプレッド 6 1 0 に結合されたときに熱スプレッド 6 1 0 の上側面の実質的に全ての領域が冷却液にさらされるように構成される。この場合も、コールドプレート 6 0 4 は、集積回路チップ 6 0 0 と実質的に同じ設置面積を占めることができる（図 7 を参照）。

30

【 0 0 2 1 】

図 8 は、本発明の装置のもう 1 つの実施形態の断面図を示す。本発明の装置のこの実施形態では、熱境界面を介して集積回路チップ 8 0 0 に結合された熱スプレッド 8 1 0 を有する集積回路チップ 8 0 0 と、取り付け領域 8 0 2 と開口領域 8 0 3 を有するシール 8 0 4 であって、シール 8 0 4 の開口領域 8 0 3 が熱スプレッド 8 1 0 の上側面の少なくとも一部分を露出するようにシール 8 0 4 の取り付け領域 8 0 2 が熱スプレッド 8 1 0 に結合されているシール 8 0 4 と、熱スプレッド 8 1 0 の上側面の露出部分と直接接触する冷却液とを有する。冷却液は、シール 8 0 4 に結合されたハウジング 8 0 6 のチャンバ 8 0 8 内に收容される。この実施形態は、熱スプレッド 8 1 0 とシール 8 0 4 の両方を有するが、集積回路チップ 8 0 0 の冷却は、実質的に、シール 8 0 4 の開口領域 8 0 3 を介して熱スプレッド 8 1 0 と直接接触している冷却液によって達成される。シール 8 0 4 は、コールドプレートとも見なされることもある。

40

【 0 0 2 2 】

この実施形態において、熱スプレッド 8 1 0 は、側面を有することができ、シール 8 0 4 の取り付け領域 8 0 2 は、図 8 に示したように、熱スプレッド 8 1 0 の側面と同様に熱スプレッド 8 1 0 の上側面を覆う「L」字形断面を有する。シール 8 0 4 の取り付け領域 8 0 2 は、シール 8 0 4 が熱スプレッド 8 1 0 に結合されたときに熱スプレッド 8 1 0 の上側面の実質的に全体の領域が冷却液にさらされるように構成される。この場合も、シール 8 0 4 は、実質的に集積回路チップ 8 0 0 と同じ設置面積を占めることができる（図 9 を参照）。

50

【0023】

図10は、本発明の装置のもう1つの参考例の断面図を示す。本発明の装置のこの参考例は、熱境界面を介してチップ1000に結合された熱スプレッタ1010を有する集積回路チップ1000と、取り付け領域1002と開口領域1003とを有するシール1004であって、シール1004の開口領域1003が熱スプレッタ1010の上側面の少なくとも一部分を露出するようにシール1004の取り付け領域1002が熱スプレッタ1010の上側面の境界領域に結合されたシール1004と、熱スプレッタ1010の上側面の露出部分と直接接触する冷却液とを有することができる。冷却液は、シール1004に結合されたハウジング1006のチャンバ1008内に収容される。

【0024】

シール1004の取り付け領域1002は、シール1004が熱スプレッタ1010に結合されたとき、熱スプレッタ1010の上側面の実質的に全ての領域が冷却液にさらされるように構成される。この場合も、シール1004は、チップ1000と実質的に同じ設置面積を占めることができる(図11を参照)。

【0025】

冷却流体が熱スプレッタの少なくとも一部分と直接接触することを可能にするコールドプレートの多数の他の構成が利用されてもよい。例えば、コールドプレートは、複数の開口領域を備えてもよい。図6から図11の「コールドプレート」は、冷却材料が熱スプレッタと直接接触することを可能にする様々な材料から形成することができる。

【0026】

図12は、本方法の1つの例の全体ブロック図を示す。構成要素を冷却する方法の例示的な実施形態は、単一境界面を介して構成要素に熱伝導性カバーを結合するステップ(1201)と、構成要素を冷却するために熱伝導性カバーに冷却液を接触させるステップ(1202)とを有する。熱伝導性カバーは、コールドプレートでもよく、または代替的に熱スプレッタでもよい。構成要素は、例えば半導体チップ(チップダイとも呼ばれる)でもよく、熱伝導性カバーは、チップと実質的に同じ設置面積を占めることができる。

【0027】

図13は、本方法のさらに他の例の全体ブロック図を示す。方法の参考例は、半導体チップにコールドプレートを直接結合するステップ(1301)と、コールドプレートに冷却液を接触させて半導体チップを冷却するステップ(1302)とを有する。コールドプレートは、チップと同じ設置面積を占めることができる。

【0028】

ほとんどの用途において、液体が沸騰することにより熱伝導特性が大幅に低下する可能性があるため、液体はシリコンと直接接触してはならない。冷却液とシリコンの直接接触は、熱抵抗源(熱スプレッタ)をなくすので有益であるかもしれない。但し、電力密度が検討されなければならない。チップの電力密度が十分に高いと、液体のプールが沸騰し、シリコン(または熱スプレッタ)間に蒸気の泡ができ、それにより熱特性が低下する。これは、プール沸騰と呼ばれる。これを回避するために、液体/蒸気をチャンバから汲み出してプール沸騰を回避する。代替として、熱源に拡張面(フィン)を追加してもよい。

【0029】

1つの例における装置は、ハードウェア構成要素のような複数の構成要素を有することができる。装置の1つの例において、いくつかのそのような構成要素が、結合されまたは分割される。1つの例の装置は、任意(例えば、水平、斜め、垂直)の向きを有することができる。本明細書の説明と図面は、説明のために装置の1つの例示的な向きを示している。

【0030】

したがって、本方法および装置の実施形態は、構成要素を少なくすることによりコストを削減し、熱的性能を改善して製品の密度を高め、取り付けフットプリントを小さくして構成要素間隔の密度を高め動作周波数を高速にする実施形態によって従来技術の欠点を克服する。

【0031】

本明細書で説明したステップまたは操作は単なる例である。本発明の趣旨から逸脱することなくそのようなステップまたは操作に多くの変形が可能である。例えば、ステップは異なる順序で実行されてもよく、ステップが追加、削除または修正されてもよい。

【0032】

本明細書に本発明の例示的な実施形態を描写し詳細に説明したが、当業者は、本発明の趣旨から逸脱することなく様々な修正、追加、代用などを行うことができ、したがってそのような様々な修正、追加、代入が特許請求の範囲に定義されている本発明の範囲内であると解釈される。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の方法および装置の参考例を示す図である。

【図2】従来技術の液体冷却実施形態を示す図である。

【図3】本発明の方法および装置の1つの参考例を示す図である。

【図4】本発明の装置の参考例の断面図である。

【図5】図4の参考例の一部分の平面図である。

【図6】本発明の装置の1つの実施形態の断面図である。

【図7】図6の実施形態の一部分の平面図である。

【図8】本発明の装置の他の実施形態の断面図である。

【図9】図8の実施形態の一部分の平面図である。

【図10】本発明の装置のさらにもう1つの参考例の断面図である。

【図11】図10の参考例の一部分の平面図である。

【図12】本発明の方法の実施形態のフローチャートである。

【図13】本発明の方法の参考例のフローチャートである。

【符号の説明】

【0034】

102	熱発生構成要素	
206	カバー（熱伝導性カバー）	
200、300	集積回路チップ（半導体チップ）	
301	上側面	
302	基板	30
303	上側面	
304	電気接続	
305	下側面	
306	コールドプレート（冷却板）	
308	熱境界面（単一境界面）	
310	ハウジング	
312	チャンバ	
314	冷却液	
318	入継手	
320	出継手	40

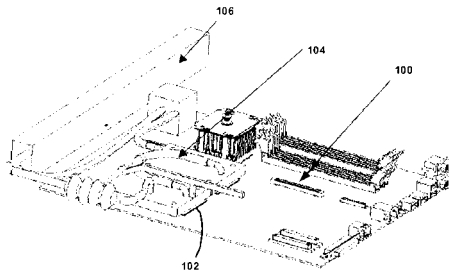
10

20

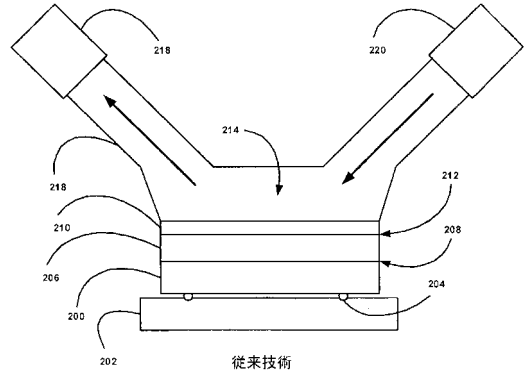
30

40

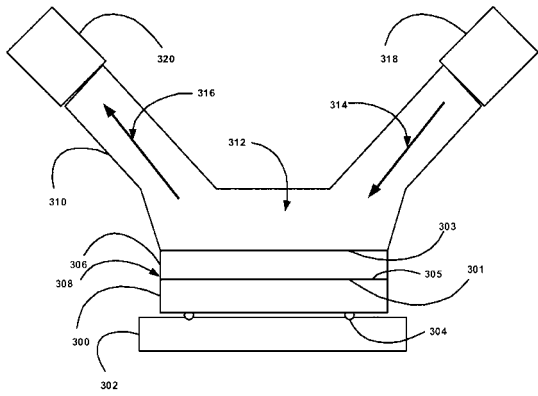
【図1】



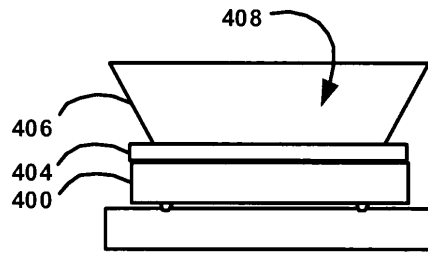
【図2】



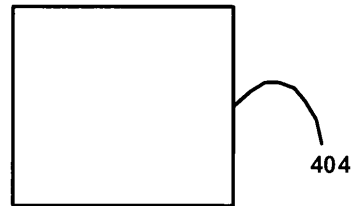
【図3】



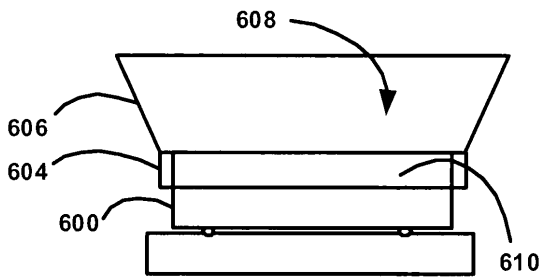
【図4】



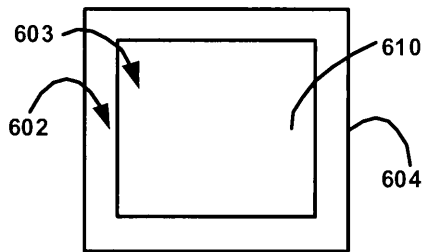
【図5】



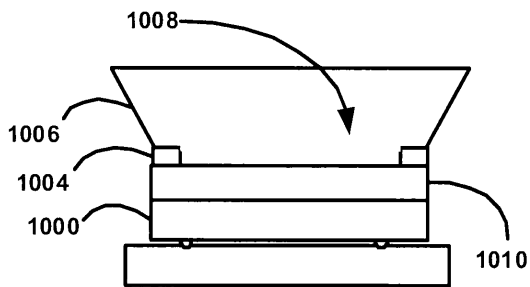
【図6】



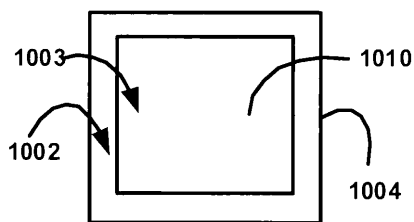
【図7】



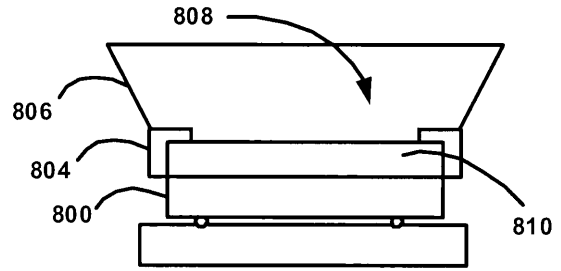
【図10】



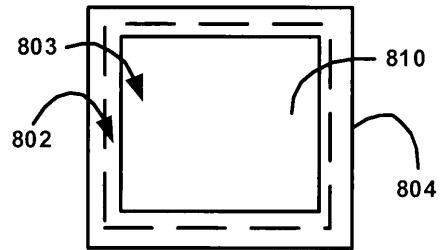
【図11】



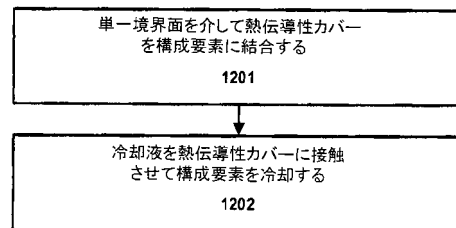
【図8】



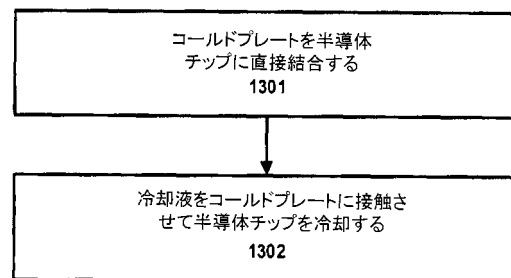
【図9】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 クリストファー ジー . マローン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 パロアルト ハノーバー・ストリート 3000 ヒューレ
ット・パッカード・カンパニー内

(72)発明者 ステファン ケイ . バーサン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 パロアルト ハノーバー・ストリート 3000 ヒューレ
ット・パッカード・カンパニー内

審査官 坂本 薫昭

(56)参考文献 特開平05-283572(JP,A)
特開2003-037232(JP,A)
国際公開第89/009958(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 23/34-46