

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-531864
(P2009-531864A)

(43) 公表日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/60 (2006.01)	HO 1 L 21/92 6 O 4 Z	5 E 3 1 9
HO 5 K 3/34 (2006.01)	HO 5 K 3/34 5 O 5 Z	5 F O 4 4
	HO 1 L 21/60 3 1 1 Q	
	HO 1 L 21/92 6 O 4 B	
	HO 1 L 21/92 6 O 2 C	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-503056 (P2009-503056)
 (86) (22) 出願日 平成19年3月31日 (2007. 3. 31)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年9月24日 (2008. 9. 24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/008037
 (87) 国際公開番号 W02007/123778
 (87) 国際公開日 平成19年11月1日 (2007. 11. 1)
 (31) 優先権主張番号 11/394, 904
 (32) 優先日 平成18年3月31日 (2006. 3. 31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

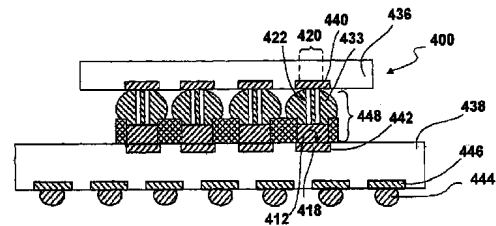
(71) 出願人 593096712
 インテル コーポレーション
 アメリカ合衆国 95052 カリフォル
 ニア州 サンタ クララ ミッション カ
 レッジ ブールバード 2200
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インターコネク用カーボンナノチューブはんだ組成物構造、当該はんだ組成物構造の作製方法、当該はんだ組成物構造を含むパッケージ、及び当該はんだ組成物構造を含むシステム

(57) 【要約】

カーボンナノチューブ(CNT)アレイが基板上でパターニングされる。前記基板はマイクロエレクトロニクスダイ、フリップチップ用インターポザー型構造、マウント用基板、又は回路基板であって良い。化学気相成長によって前記CNTアレイを形成するため、前記CNTアレイは、前記基板上的パターニングされた金属シード層を用いてパターニングされる。成長によって前記CNTアレイを形成するため、パターニングされたCNTアレイはまた、パターニングされたマスクを用いてパターニングされても良い。ダイからの熱輸送のために前記CNTアレイを用いるコンピュータシステムも用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板；
 該基板中に埋め込まれた金属シード層；
 該金属シード層上に設けられた異方的カーボンナノチューブ(CNT)アレイ；及び
 前記基板と結合して前記CNTアレイに含浸する電気バンク；
 を有する製品。

【請求項 2】

前記基板が陽極酸化したアルミニウム表面を有する、請求項1に記載の製品。

【請求項 3】

前記基板が陽極酸化したアルミニウム表面を有し、
 前記電気バンクが第1電気バンクであって、
 当該製品が、前記第1電気バンクから距離をとった状態で隣接する第2電気バンクをさら
 に有し、かつ
 前記第2電気バンクもまたCNTアレイ内部に含浸している、
 請求項1に記載の製品。

【請求項 4】

前記基板が誘電体表面中に複数の凹部を有する、請求項1に記載の製品。

【請求項 5】

前記基板が誘電体表面中に複数の凹部を有し、
 前記電気バンクが第1電気バンクであって、
 当該製品が、前記第1電気バンクから距離をとった状態で隣接する第2電気バンクをさら
 に有し、かつ
 前記第2電気バンクもまたCNTアレイ内部に含浸している、
 請求項1に記載の製品。

【請求項 6】

前記基板が誘電体表面上に複数の突起部を有する、請求項1に記載の製品。

【請求項 7】

前記基板が誘電体表面上に複数の突起部を有し、
 前記電気バンクが第1電気バンクであって、
 当該製品が、前記第1電気バンクから距離をとった状態で隣接する第2電気バンクをさら
 に有し、かつ
 前記第2電気バンクもまたCNTアレイ内部に含浸している、
 請求項1に記載の製品。

【請求項 8】

前記電気バンクが第1電気バンクであって、
 当該製品が、前記第1電気バンクから距離をとった状態で隣接する第2電気バンクをさら
 に有し、かつ
 前記第2電気バンクもまたCNTアレイ内部に含浸している、
 請求項1に記載の製品。

【請求項 9】

前記電気バンク及びCNTアレイが、約250 の温度でかつ約300時間の期間で、約 10^7 A/cm²
 から約 10^{10} A/cm²の範囲の通電容量を示す、請求項1に記載の製品。

【請求項 10】

前記電気バンク及びCNTアレイが、約250 の温度でかつ約300時間の期間で、約2500W/K
 -mから3500W/K-mの範囲の伝熱容量を示す、請求項1に記載の製品。

【請求項 11】

前記金属シード層が、銅、ニッケル、コバルト、及びこれらの合金から選ばれる、請求
 項1に記載の製品。

【請求項 12】

前記基板が陽極酸化したアルミニウム表面を有する、請求項1に記載の製品。

10

20

30

40

50

基板第1表面上に金属シード層を形成する工程；
 該金属シード層上にカーボンナノチューブ(CNT)アレイを形成する工程；
 前記CNTアレイに電気パンプはんだを含浸させる工程；及び
 前記電気パンプはんだを有する前記CNTアレイを含浸した電気パンプを形成する工程；
 を有するプロセス。

【請求項13】

金属シード層を形成する工程が前記基板上での陽極酸化したアルミニウム酸化物(AAO)を形成する工程によりも先に行われ、かつ
 前記金属シード層の形成が前記AAOアレイ中の凹部内部で実行される、
 請求項12に記載のプロセス。

10

【請求項14】

金属シード層を形成する工程が前記基板上の誘電膜中での凹部を形成する工程によりも先に行われ、かつ
 前記金属シード層を形成する工程が前記誘電膜中での凹部内部で実行される、
 請求項12に記載のプロセス。

【請求項15】

金属シード層を形成する工程が前記基板上での突起部の形成によりも先に行われ、かつ
 前記金属シード層を形成する工程が前記突起部上で実行される、
 請求項12に記載のプロセス。

【請求項16】

前記金属シード層上に前記CNTアレイを形成する工程が化学気相成長法によって実行される、請求項12に記載のプロセス。

20

【請求項17】

前記基板が前記基板第1表面に平行な面である第2基板表面を有し、
 当該プロセスが、前記第2基板表面の側から前記金属シード層を曝露する工程をさらに有する、
 請求項12に記載のプロセス。

【請求項18】

前記基板が前記基板第1表面に平行な面である第2基板表面を有し、
 当該プロセスが、前記前記第2基板表面を背面研磨することによって前記第2基板表面の側から前記金属シード層を曝露する工程をさらに有する、
 請求項12に記載のプロセス。

30

【請求項19】

前記基板が前記基板第1表面に平行な面である第2基板表面を有し、
 当該プロセスが、前記基板の前記第2基板表面の上であってかつ前記第1基板表面の下を脆化して該脆化後に前記基板を剥離することによって、前記第2基板表面の側から前記金属シード層を曝露する工程をさらに有する、
 請求項12に記載のプロセス。

【請求項20】

前記基板が前記基板第1表面に平行な面である第2基板表面を有し、
 当該プロセスが：
 前記基板の前記第2基板表面の上であってかつ前記第1基板表面の下を脆化して該脆化後に前記基板を剥離する工程；
 前記第2基板表面に続く面が得られるように前記基板を剥離する工程；及び
 前記の第2基板表面に続く面を背面研磨する工程；
 を有する、
 請求項12に記載のプロセス。

40

【請求項21】

前記はんだパンプをマイクロエレクトロニクス素子のボンドパッドへ集合させる工程をさらに有する、請求項12に記載のプロセス。

50

【請求項 2 2】

基板；

該基板中に埋め込まれた金属シード層；

該金属シード層上に設けられた異方的カーボンナノチューブ(CNT)アレイ；

前記基板と結合して前記CNTアレイに含浸する電気バンプ；及び

前記電気バンプと結合するボンドパッドを有するマイクロエレクトロニクス素子；

を有するパッケージ。

【請求項 2 3】

マウント用基板のボンドパッドを有するマウント用基板をさらに含むパッケージであって、

前記マイクロエレクトロニクス素子はフリップチップで、かつ

前記電気バンプは前記マイクロエレクトロニクス素子のボンドパッドと前記マウント用基板のボンドパッドの両方と接する、

請求項22に記載のパッケージ。

【請求項 2 4】

マウント用基板のボンドパッドを有するマウント用基板をさらに含むパッケージであって、

前記マイクロエレクトロニクス素子はフリップチップで、

前記電気バンプは前記マイクロエレクトロニクス素子のボンドパッドと前記マウント用基板のボンドパッドの両方と接し、

前記電気バンプは第1電気バンプで、

前記マウント用基板は第1表面と第2表面を有し、

前記第1電気バンプは前記マウント用基板上に設けられ、

当該パッケージは、前記マウント用基板第2表面上に設けられる第2電気バンプをさらに有し、かつ

前記第2電気バンプもまたCNTアレイ内部に含浸する、

請求項22に記載のパッケージ。

【請求項 2 5】

前記電気バンプが前記マイクロエレクトロニクス素子内に設けられたダイを貫通するビア(TDV)である、請求項22に記載のパッケージ。

【請求項 2 6】

前記電気バンプが回路基板を貫通するビア(TBV)であり、かつ

前記回路基板が前記マイクロエレクトロニクス素子と結合する、

請求項22に記載のパッケージ。

【請求項 2 7】

基板；

該基板中に埋め込まれた金属シード層；

該金属シード層上に設けられた異方的カーボンナノチューブ(CNT)アレイ；

前記基板と結合して前記CNTアレイに含浸する電気バンプ；

前記電気バンプと結合するボンドパッドを有するマイクロエレクトロニクス素子；及びダイ基板と結合するダイナミックランダムアクセスメモリ；

を有するシステム。

【請求項 2 8】

前記ダイ基板が、データ記憶装置、デジタル信号プロセッサ、マイクロコントローラ、特定用途向け集積回路、及びマイクロプロセッサから選ばれる、請求項27に記載のシステム。

【請求項 2 9】

コンピュータ、ワイヤレス通信機、ハンドヘルドコンピュータ、自動車、機関車、飛行機、船、及び宇宙船のうちの1つの内部に設けられる、請求項27に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体と基板との間のインターコネクトに関する。

【特許文献1】米国特許出願第11/394904号明細書

【発明の開示】

【0002】

[発明を実施するための最良の形態]

実施例が得られる方法を図示するため、上で簡単に述べられた実施例のより詳細な説明が、添付の図面に図示された典型的実施例を参照することで明らかにされる。これらの図は典型的実施例を図示している。その典型的実施例は、必ずしも正しい縮尺で描かれないので、本発明の技術的範囲を限定するものと解されてはならない。以降ではその実施例について、添付の図を用いることによってさらに詳細に説明する。

10

【0003】

出力及び通信電流の両方を伝えるのに、マイクロエレクトロニクス素子中に電気バンプが用いられる。

【0004】

以降の説明には、たとえば上、下、第1、第2等の語が含まれる。これらの語は、説明目的のみであり、限定するものと解されてはならない。本明細書に記載されている素子すなわち製品に係る実施例が、多数の位置及び配置で製造され、用いられ、又は出荷されて良い。“ダイ”及び“チップ”の語は一般的に、所望の集積回路素子への様々な処理操作によって変換される基本試料片である物体を表す。ダイは通常1枚のウエハから切り取られる。複数のウエハは、半導体性材料、非半導体性材料、又は半導体性材料と非半導体性材料の混合材料で作られて良い。回路基板は典型的には、ダイのマウント用基板として機能する、樹脂を含浸したファイバガラス構造である。

20

【0005】

ここで図を参照する。図中、同様の構造には同様の参照番号が供されている。構造及び処理に係る実施例を最も明確に示すため、本願に含まれる図は実施例を概略的に表す。よってたとえば顕微鏡写真中での作製された構造は実像とは違って見えるかもしれないが実施例の基本構造を取り入れている。しかも図は実施例を理解するのに必要な構造しか図示していない。当業者にとって既知である他の構造は、図の簡明さを維持するために含まれていない。

30

【0006】

図1Aは、ある実施例による、電気バンプ中のカーボンナノチューブ(CNT)アレイの処理中における構造100の断面図である。基板110は複数の凹部を有するようにパターニングされる。その複数の凹部のうちの1つが、参照番号112で示されている。ある実施例では、基板110は背面支持体114によって強化された。ある実施例では、背面支持体114は基板が成長する土台である。たとえば陽極酸化による酸化アルミニウム(AAO)基板110が背面支持体114上で成長した。この実施例では、様々な凹部112のパターニングはプロセス条件に依存する。それにより凹部112同士の間隔116は、約80ナノメートル(nm)から約140nmとなる。ある実施例では、間隔116は約125nmである。

40

【0007】

図1Bは、ある実施例による、金属シード層118の形成後における図1Aに図示された構造101の断面図である。ある実施例では、金属シード層118は物理気相成長(PVD)法によって、約50nmから約1000nmの範囲の厚さで形成された。ある実施例では、金属シード層118は銅(Cu)である。ある実施例では、金属シード層118はニッケル(Ni)である。金属シード層118はコバルト(Co)である。ある実施例では、金属シード層118は高融点金属である。高融点金属とは、たとえばW、Mo、Ta、Nb、Cr、V及びReのような金属であると定義されて良い。高融点金属とはまた、Fe、Co及びNiの範囲よりも高い融点を有する金属であると定義されても良い。

【0008】

50

構造101は金属シード層118によって形成された。金属シード層118とは、たとえばある実施例による、化学気相成長(CVD)法の間カーボンナノチューブの成長を起こす金属である。ある実施例では、金属シード層118は、凹部112の底部にパターンが形成されるように、PVD法によって形成される。ある実施例では、金属シード層118は凹部112へ電子蒸着される。

【0009】

図1Cは、ある実施例による、CNTアレイ120の成長後における図1Bに図示された切断部分の構造の断面図102である。その構造102は、簡明を期すために、2つのカーボンナノチューブしか図示されていない単純なCNTアレイ120を含む。ある実施例では、CNTアレイ120の成長は、CVDによってカーボンを金属シード層118上へ堆積することによって行われる。個々のカーボンナノチューブ122のCVD成長中におけるある実施例では、所与のCNT122は、約1 μ mから約100 μ mの範囲の長さで成長する。所与のCNT122の幅は約15nmから約25nmである。

10

【0010】

金属シード層118上へCNTアレイを成長した後、そのプロセスは、ある実施例による、CNTアレイ120上への薄い金属膜124の成長に進んでも良い。ある実施例では、低コンタクト抵抗金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、Cr含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、Ti含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、Ni含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、Ag含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、上記低コンタクト抵抗金属からなる合金が薄い金属膜124として用いられる。以降では簡明を期すために薄い金属膜124を図示しないが、ある実施例では、薄い金属膜124は存在する。

20

【0011】

ある実施例では、基板110は第1基板表面126と第2基板表面128を有する。図1Cに図示された実施例では、第2基板表面128は非酸化材料で、かつ基板110はAAOである。

【0012】

図1Dは、ある実施例による、さらなる処理後における図1Cに図示されたCNTアレイ120の構造の断面図である。図1Cに図示された基板第2表面128を介した金属シード層118の曝露後における構造103が図示されている。ある実施例では、基板第2表面128は背面研磨(back grinding)によって除去される。ある実施例では、基板第2表面128はエッチングによって除去される。ある実施例では、基板第2表面128は研磨(polishing)によって除去される。ここで基板の第2表面に続く面130は第1基板表面126に対向する平行面となり、かつ金属シード層118は薄くされた基板111となった基板の両面で曝露される。従って金属シード層118は、基板の第2表面に続く面130での電気コンタクトの準備が整う。

30

【0013】

図1Eは、ある実施例による、さらなる処理後における構造の断面図である。構造104は、ある実施例による、電気ポンプ先駆体132をパターンニングした後における、図1Dに図示された厚さが減少した基板111を示す。電気ポンプ先駆体132は、ある実施例による、金属シード層118上にスクリーンプリントされたはんだペーストである。ある実施例では、電気ポンプ先駆体132は、CNTアレイ120を実質的に妨害しない、CVDによって生成されるはんだである。電気ポンプ132中には十分なはんだが供給される。それにより電気ポンプ先駆体132のリフローが起こるときに、所与の用途に適した電気ポンプの高さが実現される。

40

【0014】

図1Fは、ある実施例による、さらなる処理後における図1Eに図示された構造の断面図である。構造105は、ある実施例による、電気ポンプ先駆体132のリフロー後における厚さが減少した基板111を示す。そのリフローされた電気ポンプ133は、当該方法の所与の用途に適した十分なポンプ高さ134を有する。ポンプ高さは、金属シード層118を起点に測定される。図1Fはまた、リフローされた電気ポンプ133が含浸した異方的CNTアレイ120をも図示している。ある実施例では、リフローされた電気ポンプ133は第1電気ポンプと呼ばれ、かつ図1Fに図示された製品は、第1電気ポンプ133から距離をとった状態で隣接する第2電気

50

バンク135を有する。従って第1電気バンク133と第2電気バンク135はボールアレイの一部である。

【実施例1】

【0015】

図2Aは、ある実施例による、電気バンク用のCNTアレイの処理中における構造200の断面図である。ある実施例によると、支持基板214が供され、かつそれはまさに、たとえば誘電材料のような基板210を支持することのできる面である。

【0016】

図2Bは、ある実施例による、さらなる処理後における図2Aに図示された構造の断面図である。構造201は、複数の凹部を有するようにパターンニングされた後の基板211を示している。その複数の凹部のうちの1つが、参照番号212で示されている。ある実施例では、基板211は背面支持体としての支持基板214によって強化された。

10

【0017】

図2Cは、ある実施例による、さらなる処理後における図2Bに図示された構造の断面図である。構造202は、金属シード層218上にCNTアレイ220を成長させた結果を示している。金属シード層218は、ある実施例による、たとえばCVD最中にカーボンナノチューブの成長を起こす金属である。様々な実施例では、図1Aから図1Eについて説明された実施例について図示及び記載した金属シード層に係る実施例が用いられて良い。

【0018】

ある実施例では、金属シード層218は、凹部212の底部に対してパターンを形成するようにPVDによって形成される。ある実施例では、金属シード層218は凹部212へ電子蒸着される。

20

【0019】

CNTアレイ220は、簡明を期すために、単純化して4つのカーボンナノチューブしか図示されていないものが図示されている。ある実施例では、CNTアレイ120の成長は、CVDによってカーボン金属シード層218上へ堆積することによって行われる。個々のカーボンナノチューブ222のCVD成長中におけるある実施例では、所与のCNT222は、約1 μm から約100 μm の範囲の長さで成長する。所与のCNT222の幅は約15nmから約25nmである。

【0020】

金属シード層218上へCNTアレイ220を成長した後、そのプロセスは、たとえば図1Cに図示された薄い金属膜124のような、薄い金属膜の成長に進んでも良い。しかしそのプロセスは簡明を期すために描かれていない。ある実施例では、低コンタクト抵抗金属が薄い金属膜として用いられる。ある実施例では、Cr含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、Ti含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、Ni含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、Ag含有金属が薄い金属膜124として用いられる。ある実施例では、上記低コンタクト抵抗金属からなる合金が薄い金属膜として用いられる。如何なる低コンタクト抵抗金属が、ある実施例による、図1Aから図1Eに図示されたCNTアレイ120について説明した実施例に用いられても良い。

30

【0021】

ある実施例では、基板211は第1基板表面226と第2基板表面228を有する。図2Cに図示された実施例では、第2基板表面228は支持体214の一部である。

40

【0022】

図2Dは、ある実施例による、さらなる処理後における図2Cに図示された構造の断面図である。構造203は、電気バンク233のリフロー後における電気バンク用のCNTアレイ220を示している。図1Aから図1Eに図示された処理とは対照的に、ある実施例では、そのプロセスは、図1Cに図示された金属シード層124の曝露前におけるリフローを図示している。ある実施例では、リフローよりも先に厚さが減少して良い。ある実施例では、厚さの減少はリフローの後に起こっても良い。

【0023】

リフローされた電気バンク233は、当該方法の所与の用途に適した十分なバンク高さ134

50

を有する。図2Dはまた、リフローされた電気ポンプ233が含浸した異方的CNTアレイ220をも図示している。

【0024】

ある実施例では、リフローされた電気ポンプ233は第1電気ポンプと呼ばれ、かつ図2Dに図示された製品は、第1電気ポンプ233から距離をとった状態で隣接する第2電気ポンプ235を有する。従って第1電気ポンプ233と第2電気ポンプ235はボールアレイの一部である。

【0025】

ここで基板の第2表面に続く面230は第1基板表面226に対向する平行面となり、かつ金属シード層218は薄くされた基板211となった基板の両面で曝露される。従って金属シード層218は、基板の第2表面に続く面230での電気コンタクトの準備が整う。

10

【実施例2】

【0026】

図3Aは、ある実施例による、電気ポンプ用のCNTアレイの処理中における構造300の断面図である。ある実施例によると、支持基板314が供され、かつそれはまさに、たとえば誘電材料のような基板310を支持することのできる面である。ある実施例では、支持基板314は多結晶シリコン材料である。ある実施例では、支持基板314は単結晶シリコン材料である。

【0027】

処理には、基板310及び金属シード膜317の形成が含まれる。金属シード膜317は、金属シード層318を形成するようにパターニングされる(図3B)。ある実施例では、金属シード膜317はPVDによって形成される。ある実施例では、金属シード膜317はCVDによって形成される。ある実施例では、金属シード膜317は電子蒸着によって形成される。マスク336は金属シード膜317上でパターニングされた。

20

【0028】

図3Bは、ある実施例による、さらなる処理後における図3Aに図示された構造の断面図である。構造301は複数の突起部としてパターニングされた基板を有する。その複数の突起部のうちの1つは参照番号311で表されている。ある実施例では、基板311は背面支持体としての支持基板314によって強化される。金属シード膜317はまた、複数の金属シード層を形成するようにパターニングされた。その複数の金属シード層のうちの1つは参照番号318で表されている。金属シード層318とは、たとえばある実施例による、CVD法の実行中にカーボンナノチューブの成長を起こす金属である。本開示で説明された実施例について図示及び記載された金属シード層に係る実施例の如何なるものも、本実施例に用いられて良い。

30

【0029】

図3Cは、ある実施例による、さらなる処理後における図3Bに図示された構造の断面図である。構造302は、金属シード層318上へのCNTアレイ320の成長後における基板311を示している。CNTアレイ320は、簡明を期すために、単純化して4つのカーボンナノチューブしか図示されていないものが図示されている。個々のカーボンナノチューブ322のCVD成長中におけるある実施例では、所与のCNT322は、約1 μm から約100 μm の範囲の長さで成長する。所与のCNT322の幅は約15nmから約25nmである。

40

【0030】

金属シード層318上へCNTアレイ320を成長した後、そのプロセスは、たとえば図1Cに図示された薄い金属膜124のような、薄い金属膜の成長に進んでも良い。しかしそのプロセスは簡明を期すために描かれていない。ある実施例では、低コンタクト抵抗金属が薄い金属膜として用いられる。如何なる低コンタクト抵抗金属が、たとえばある実施例による本開示のCNTアレイについて説明するために記載及び図示された実施例に薄い金属膜として用いられても良い。

【0031】

ある実施例では、構造302は第1基板表面326と第2基板表面328を有する。図3Cに図示された実施例では、第2基板表面328は支持体314の一部である。

50

【 0 0 3 2 】

図3Dは、ある実施例による、さらなる処理後における図3Cに図示された構造の断面図である。構造303は、電気ポンプ333のリフロー後における電気ポンプ用のCNTアレイ320を有する基板311を示す。そのリフローされた電気ポンプ333は、当該方法の所与の用途に適した十分なポンプ高さ334を有する。図3Dはまた、リフローされた電気ポンプ333が含浸した異方的CNTアレイ320をも図示している。

【 0 0 3 3 】

ある実施例では、リフローされた電気ポンプ333は第1電気ポンプと呼ばれ、かつ図3Dに図示された製品は、第1電気ポンプ333から距離をとった状態で隣接する第2電気ポンプ335を有する。従って第1電気ポンプ333と第2電気ポンプ335はボールアレイの一部である。

10

【 0 0 3 4 】

図3Eは、ある実施例による、さらなる処理後における図3Dに図示された構造の断面図である。構造304は、第2支持基板が形成され、かつ元の支持基板314が脆化した結果を示している。脆化は第2加熱に続いて行われる第1注入によって実行される。ある実施例では、支持体314への水素イオン337の注入（矢印で示されている）はたとえば、およそ $5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ から $10^{17} / \text{cm}^2$ の間の密度で実行される。イオン337は、金属シード層318（付近）で終端して破壊線315を生成するように注入される。

【 0 0 3 5 】

図3Fは、ある実施例による、さらなる処理後における図3Eに図示された構造の断面図である。構造305は脆化プロセスの結果を示している。注入後、構造305は加熱される。構造305の温度が約400 に到達するとき、ほとんど又は全ての支持基板314は分裂、すなわち破壊線315で残りの基板305から“脱離”する。

20

【 0 0 3 6 】

図3Gは、ある実施例による、さらなる処理後における図3Fに図示された構造の断面図である。構造306は、基板311を除去（図3F）し、さらに両面に電気ポンプ333を曝露する平坦化の結果を示している。ここで基板の第2表面に続く面330は第1基板表面326に対向する平行面となり、かつ金属シード層318は第2表面に続く面330で曝露される。

【 0 0 3 7 】

ある実施例では、リフローされた電気ポンプ333は第1電気ポンプと呼ばれ、かつ図3Gに図示された製品は、第1電気ポンプ333から距離をとった状態で隣接する第2電気ポンプ335を有する。従って第1電気ポンプ333と第2電気ポンプ335はボールアレイの一部である。

30

【 実施例 3 】

【 0 0 3 8 】

図4は、ある実施例による、電気ポンプ中にCNTアレイを含むパッケージ400の断面図である。パッケージ400は、マウント用基板438に結合するフリップチップであるダイ436を含む。ダイのボンドパッド440及びマウント用基板のボンドパッド442もまた図示されている。マウント用基板438はまた回路基板側の電気ポンプ444にも当たっている。回路基板側の電気ポンプ444は回路基板側のボンドパッド446と接している。

【 0 0 3 9 】

インターポザ構造448は、ダイ436とマウント用基板438との間に設けられている。インターポザ構造448は、本開示で説明された処理の実施例に従って作製される。ある実施例では、インターポザ構造448は、図1Fに図示された構造105と似てくる。従ってインターポザ構造448は、凹部412の底部にバターニングされた金属シード層418を有する。インターポザ構造448は、簡明を期すために、単純化して2つのカーボンナノチューブしか図示されていないCNTアレイ420を有する。個々のカーボンナノチューブ422についてのある実施例では、所与のCNT422は、約 $1 \mu\text{m}$ から約 $100 \mu\text{m}$ の範囲の長さで成長する。所与のCNT222の幅は約 15nm から約 25nm である。そのリフローされた電気ポンプ433は、当該方法の所与の用途に適した十分なポンプ高さを有する。

40

【 0 0 4 0 】

図5は、ある実施例による、電気ポンプ中にCNTアレイを含む集積ヒートスプレッドパッ

50

ケージ500の断面図である。パッケージ500は、マウント用基板538に結合するフリップチップであるダイ536を有する。ダイのボンドパッド540及びマウント用基板のボンドパッド542も図示されている。マウント用基板538はまた回路基板側の電気バンプ544にも当たっている。回路基板側の電気バンプ544は回路基板側のボンドパッド546と接している。さらにマウント用基板538は、回路基板電気バンプ554を介して回路基板552と電氣的に結合する。集積ヒートスプレッド(HIS)556は、背面において放熱材料(TIM)500によってダイ536と結合する。

【0041】

インターポザ構造548は、ダイ536とマウント用基板538との間に設けられている。インターポザ構造548は、あるプロセス実施例に従って作製される。ある実施例では、インターポザ構造548は、図1Fに図示された構造105と似てくる。従ってインターポザ構造548は、凹部の底部にパターンニングされた金属シード層を有する。インターポザ構造548は、簡明を期すために、単純化して2つのカーボンナノチューブしか図示されていないCNTアレイを有する。個々のカーボンナノチューブ422についてのある実施例では、所与のCNT422は、約1 μm から約100 μm の範囲の長さで成長する。所与のCNT222の幅は約15nmから約25nmである。

10

【0042】

ある実施例では、回路基板側の電気バンプ554はまた、電流密度と放熱の両方を助けるCNTアレイをも有する。ある実施例では、TIM550はまた、IHS556への放熱を助けるCNTアレイをも有する。

20

【0043】

図6は、ある実施例による、ダイを貫通するカーボンナノチューブアレイを含む構造の断面図である。構造600は、マウント用基板638と結合するワイヤであるダイ636を有する。ダイのボンドパッド640及びマウント用基板のボンドパッド642も図示されている。ボンドワイヤ633は、ダイ636とマウント用基板638とを結合する。マウント用基板638はまた回路基板側の電気バンプ644にも当たっている。回路基板側の電気バンプ644は回路基板側のボンドパッド646と接している。

【0044】

はんだで充填されたダイを貫通するビア(TDV)652が、その内部にCNTアレイ620が設けられた状態で図示されている。ある実施例によると、背面ボンドパッド654から成長した状態のCNTアレイ620が図示されている。しかしある実施例では、CNTを含むはんだを充填したTDVは、ダイ636を貫通するように挿入されて良い。それにより背面のボンドパッド654は不要となる。CNTアレイ620は、簡明を期すために、単純化して2つのカーボンナノチューブしか図示されていない。ある実施例では、カーボンナノチューブは、約1 μm から約100 μm の範囲の長さを有する。所与のカーボンナノチューブの幅は約15nmから約25nmである。

30

【0045】

ある実施例では、はんだを充填した回路基板を貫通するビア(TBV)656が準備される。この実施例では、TBV656は、本開示の高電流密度用途を助ける出力又は信号の結合であって良い。

40

【実施例4】

【0046】

図7は、プロセスフローに係る実施例を表すフローチャート700である。710では、そのプロセスはCNTアレイを形成する工程を有する。

【0047】

720では、そのプロセスは金属シード層上にCNTアレイを形成する工程を有する。たとえば図1に図示された金属シード層118は使用される構造であって良い。

【0048】

730では、そのプロセスは基板内部に埋め込まれる金属シード層とCNTアレイを形成する工程を有する。非限定的例示としては、図1D及び図1Eに図示された厚さが薄くなった基板

50

111は埋め込みの過程である。

【0049】

740では、そのプロセスはCNTアレイを含む電気バンプを形成する工程を有する。

【0050】

750では、そのプロセスは最初に金属シード層を形成し、その後その金属シード層を基板中に埋め込む工程を有する。非限定的例示としては、図3E、図3F及び図3Gに図示された基板337は埋め込みの過程である。ある実施例では、そのプロセスは、710で開始し、750を経由して740へ向かう工程を有する。

【0051】

図8は、ある実施例による、コンピュータシステムを表す切断図である。CNTを含む電気バンプ、CNTを含むTDV、CNTを含むTBV、又はこれらの組合せに係る前述の1つ以上の実施例が、たとえば図8のコンピュータシステム800のようなコンピュータシステムに利用されて良い。以降では、CNTを含む電気バンプ、CNTを含むTDV、CNTを含むTBV、又はこれらの組合せの単独若しくは他の実施例との併用を含む如何なる実施例も実施例に係る構成と呼ぶ。

10

【0052】

コンピュータシステム800は、パッケージ810内に封止されている少なくとも1つのプロセッサ（図示されていない）、たとえばダイナミックランダムアクセスメモリのようなデータ記憶システム812、たとえばキーボード814のような少なくとも1つの入力装置、及びたとえばモニター816のような少なくとも1つの出力装置を有する。コンピュータシステム800は、データ信号を処理するプロセッサを有し、かつたとえばインテルコーポレーションから販売されているマイクロプロセッサを有して良い。キーボード814に加えて、コンピュータシステム800は、たとえばマウス818のような別の入力装置を有して良い。

20

【0053】

請求項の主要事項による構成要件を実施するコンピュータシステム800は、マイクロエレクトロニクスシステムを利用する如何なるシステムを有しても良い。

そのような如何なるシステムにはたとえば、CNTを含む電気バンプ、CNTを含むTDV、CNTを含むTBV、又はこれらの組合せのうち少なくとも1つが含まれて良い。そのシステムは、たとえばダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)、ポリマーメモリ、フラッシュメモリ、及び相変化型メモリのようなデータ記憶装置と結合する。この実施例は、プロセッサと結合することによって、これらの機能の如何なる組合せとも結合する。しかし本開示で説明された実施例に係る構成は、これらの機能の如何なるものとも結合する。例示した実施例については、データ記憶装置はダイ上に埋め込まれたDRAMキャッシュを有する。それに加えて、プロセッサ（図示されていない）と結合する実施例に係る構成は、DRAMキャッシュのデータ記憶装置と結合する実施例に係る構成を有するシステムの一部である。それに加えてある実施例に係る構成はデータ記憶装置812と結合する。

30

【0054】

ある実施例では、コンピュータシステム800はまた、デジタル信号プロセッサ(DSP)、マイクロコントローラ、特定用途向け集積回路(ASIC)、又はマイクロプロセッサを含むダイをも有して良い。この実施例に係る構成は、プロセッサと結合することによって、これらの機能の如何なる組合せとも結合する。例示した実施例については、DSP（図示されていない）は、スタンドアローンのプロセッサを含むことのできるチップセットの一部であり、DSPは回路基板820上のチップセットの独立した部品としてそのチップセットに含まれている。この実施例では、実施例に係る構成はDSPと結合し、パッケージ810内のプロセッサと結合する別な実施例に係る構成が存在しても良い。それに加えてある実施例に係る構成は、パッケージ810と同一の回路基板820上にマウントされたDSPと結合する。ここでコンピュータシステム800について説明したように、実施例に係る構成は、CNTを含む電気バンプ、CNTを含むTDV、CNTを含むTBV、又は本開示及びこれらの均等物の範囲内にあるこれらの組合せに係る様々な実施例によって説明されたある実施例に係る構成と組み合わせられて良いことが分かるだろう。

40

50

【 0 0 5 5 】

図9は、ある実施例によるエレクトロニクスシステムの概略図である。図示されたエレクトロニクスシステム900は、CNTを含む電気ポンプ、CNTを含むTDV、CNTを含むTBV、又はこれらの組合せのうち少なくとも1つと共に図8に図示されたコンピュータシステム800を実施して良い。エレクトロニクスシステム900はより一般的に図示されている。エレクトロニクスシステム900は、たとえば図7及び図8に図示された集積回路パッケージのようなエレクトロニクス集合体910を少なくとも1つ組み込む。ある実施例では、エレクトロニクスシステム900は、該エレクトロニクスシステム900の様々な部品と電氣的に結合するシステムバス920を有するコンピュータシステムである。様々な実施例によると、システムバス920は単一バス又は複数のバスの結合のいずれかである。エレクトロニクスシステム900は、集積回路910へ電力を供する電源930を有する。実施例によっては、電源930は、システムバス920を介して集積回路910へ電流を供給する。

10

【 0 0 5 6 】

ある実施例によると、集積回路910はシステムバス920と電氣的に結合し、かつ如何なる回路又は複数の回路の組合せを有する。ある実施例によると、集積回路910はプロセッサ912を有する。プロセッサ912は如何なる種類のプロセッサであっても良い。本明細書で用いられているように、プロセッサ912は、如何なる種類の回路をも意味する。そのような回路とはたとえば、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、グラフィックプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、又は他のプロセッサだが、これらに限定されるわけではない。集積回路910に含めることのできる他の種類の回路はカスタム回路すなわちASICである。ASICとはたとえば、携帯電話、ポケットベル、ポータブルコンピュータ、送受信兼用ラジオ、及び同様のエレクトロニクスシステムのようなワイヤレス装置に用いられる通信回路914のようなものである。ある実施例では、プロセッサ910はたとえばSRAMのようなダイ上のメモリ916を有する。ある実施例では、プロセッサ910はたとえばeDRAMのようなダイ上のメモリ916を有する。

20

【 0 0 5 7 】

ある実施例では、エレクトロニクスシステム900は外部メモリ940をも含む。その外部メモリ940は、RAMの形態をとる主メモリ942のような特定用途に適した1つ以上のメモリ素子及び/又は1つ以上のドライブを有して良い。そのような1つ以上のドライブは、たとえばディスク、コンパクトディスク(CDs)、デジタルビデオディスク(DVDs)、フラッシュメモリキー、及び当業者に既知である他の取り外し可能な媒体のような取り外し可能な媒体946を処理する。

30

【 0 0 5 8 】

ある実施例では、エレクトロニクスシステム900はまたディスプレイ装置950及びオーディオ出力960をも有する。ある実施例では、エレクトロニクスシステム900は(複数の)入力装置970を有する。そのような入力装置970とはたとえば、キーボード、マウス、トラックボール、ゲームコントローラ、マイクロホン、音声認識装置、又はエレクトロニクスシステム900へ情報を入力する他の装置である。

【 0 0 5 9 】

本明細書で示したように、集積回路910はCNTアレイを含む多数の異なる実施例に実装されて良い。そのような実施例には、集積回路を作製する1つ以上の方法、並びに、様々な実施例で説明された集積回路及びCNT含有電気ポンプやそれらの均等物を含むエレクトロニクス集合体を作製する1つ以上の方法が含まれる。素子、材料、幾何学構造、大きさ、及び動作手順は全て特定のパッケージ要件に適するように変化して良い。

40

【 0 0 6 0 】

本開示を簡潔にするため、前記の詳細な説明では、様々な事項が1つの実施例にまとめられている。本開示の方法は、本発明の請求項に係る実施例が各請求項において明示的に示されている事項よりも多くの事項を要求する、という意図を反映していると解されてはならない。むしろ請求項が表しているように、発明特定事項は1つの開示された実施例の全事項よりも少ない。よって請求項は詳細な説明に組み込まれる。各請求項は独立した好

50

適実施例として独自に存在する。

【0061】

本発明の特性を説明するために記載及び図示された部品及び方法の工程に係る詳細、材料、並びに構成の様々な他の変化は、「特許請求の範囲」に記載された請求項で表されている本発明の原理及び技術的範囲から逸脱することなく可能であることは、当業者はすぐに理解できる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1A】ある実施例による、電気バンプ中のカーボンナノチューブ(CNT)アレイの処理中における構造の断面図である。

10

【図1B】ある実施例による、金属シード層の形成後における図1Aに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図1C】ある実施例による、CNTアレイの成長後における図1Bに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図1D】ある実施例による、前記金属シード層を基板第2表面から曝露した後における図1Cに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図1E】ある実施例による、電気バンプ先駆体のパターニング後における図1Dに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図1F】ある実施例による、電気バンプ先駆体のリフロー後における図1Eに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

20

【図2A】ある実施例による、電気バンプ用のCNTアレイの処理中における構造の断面図である。

【図2B】ある実施例による、さらなる処理後における図2Aに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図2C】ある実施例による、CNTアレイを金属シード層上に成長した後における図2Bに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図2D】ある実施例による、電気バンプのリフロー後における図2Cに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図2E】ある実施例による、処理中における金属バンプ用の図2Dに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

30

【図3A】ある実施例による、電気バンプ用のCNTアレイの処理中における構造の断面図である。

【図3B】ある実施例による、電気バンプ用の図3Aに図示されたCNTアレイの処理中における構造の断面図である。

【図3C】ある実施例による、CNTアレイを金属シード層上に成長した後における図3Bに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図3D】ある実施例による、電気バンプのリフロー後における図3Cに図示されたCNTアレイ構造の断面図である。

【図3E】ある実施例による、背面を薄くする処理の間における図3Dに図示されたCNTアレイの処理中における構造の断面図である。

40

【図3F】ある実施例による、背面を薄くする処理の間における図3Eに図示されたCNTアレイの処理中における構造の断面図である。

【図3G】ある実施例による、背面を薄くする処理の間における図3Fに図示されたCNTアレイの処理中における構造の断面図である。

【図4】ある実施例による、電気バンプ中にCNTアレイを含むパッケージの断面図である。

【図5】ある実施例による、電気バンプ中にCNTアレイを含む集積ヒートスプレッドパッケージの断面図である。

【図6】ある実施例による、ダイを貫通するカーボンナノチューブアレイを含む構造の断面図である。

50

【図7】処理及び方法のフローに係る実施例を表すフローチャートである。
【図8】ある実施例による、コンピュータシステムを表す切断図である。
【図9】ある実施例による、エレクトロニクスシステムの概略図である。

【図1A】

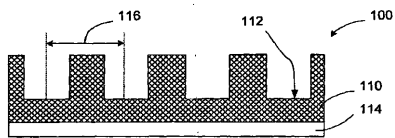


FIG. 1A

【図1B】

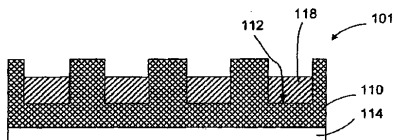


FIG. 1B

【図1C】

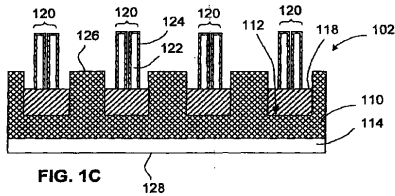


FIG. 1C

【図1D】

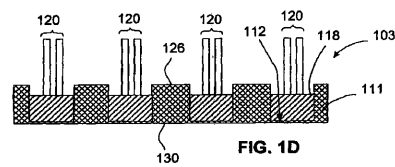


FIG. 1D

【図1E】

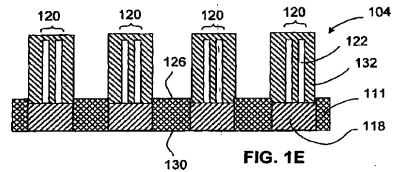


FIG. 1E

【図1F】

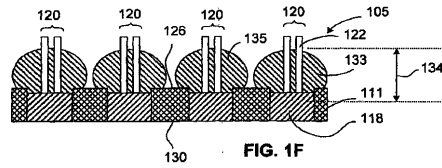


FIG. 1F

【図2A】



FIG. 2A

【 図 2 B 】

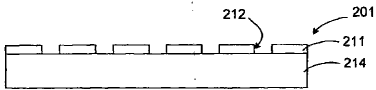


FIG. 2B

【 図 2 C 】

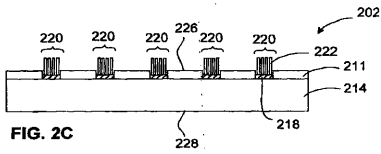


FIG. 2C

【 図 2 D 】

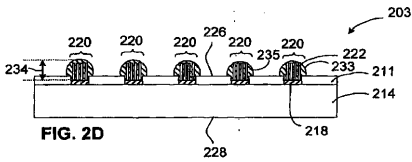


FIG. 2D

【 図 2 E 】

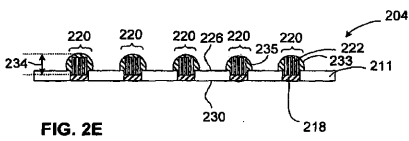


FIG. 2E

【 図 3 A 】

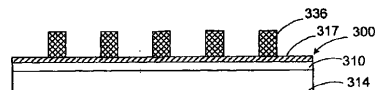


FIG. 3A

【 図 3 B 】

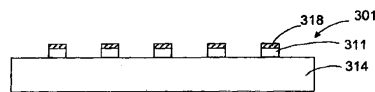


FIG. 3B

【 図 3 C 】

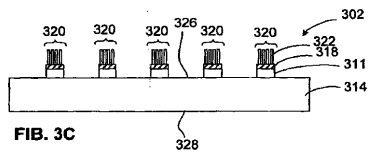


FIG. 3C

【 図 3 D 】

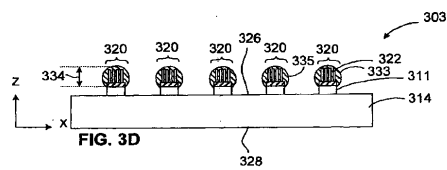


FIG. 3D

【 図 3 E 】

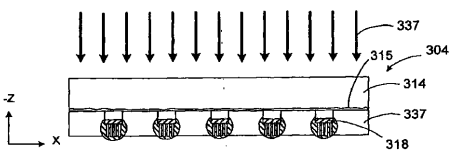


FIG. 3E

【 図 3 F 】

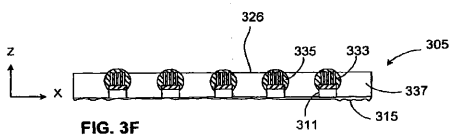


FIG. 3F

【 図 3 G 】

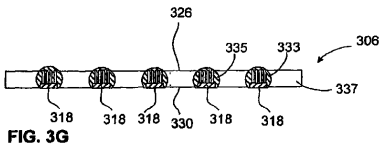


FIG. 3G

【 図 4 】

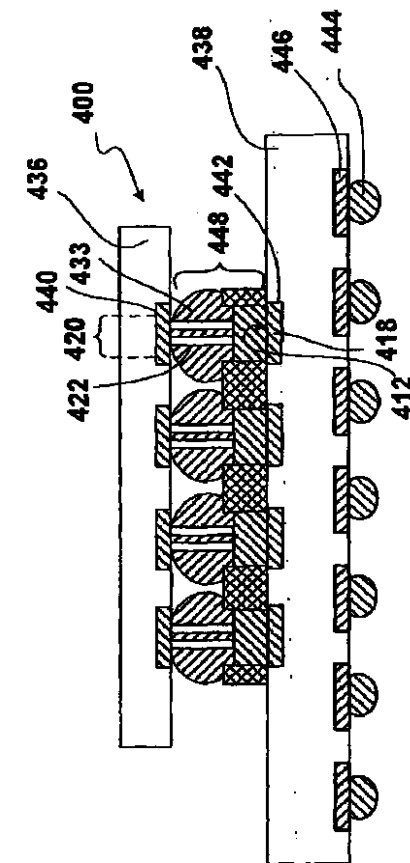


FIG. 4

【 図 5 】

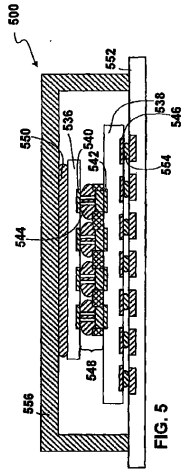


FIG. 5

【 図 6 】

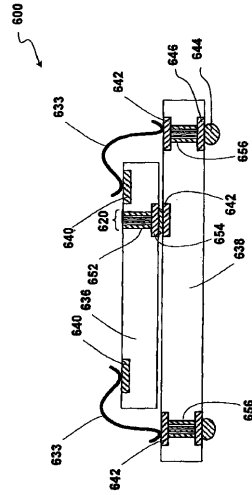
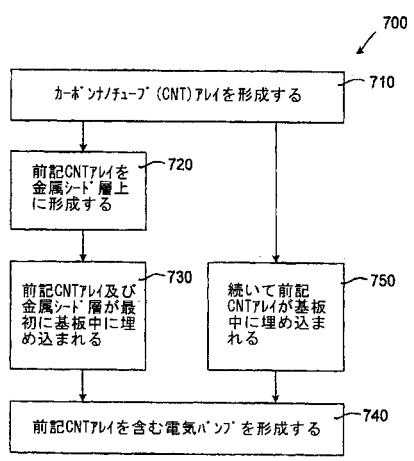


FIG. 6

【 図 7 】



【 図 8 】

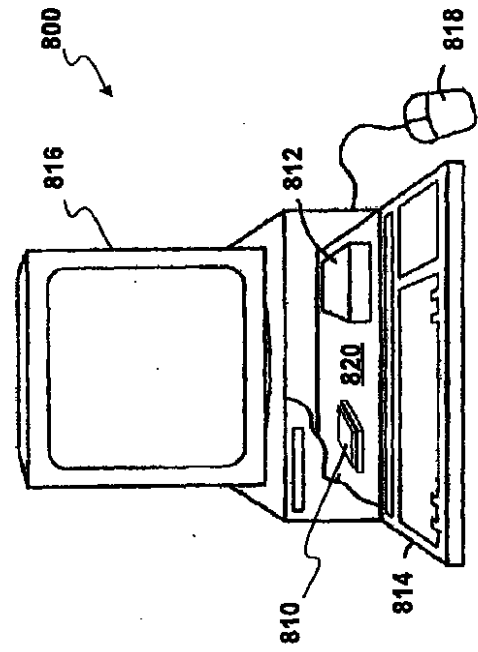
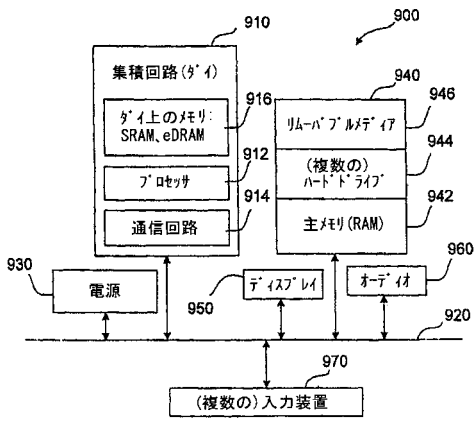


FIG. 8

【 図 9 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2007/008037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L23/485 H01L21/60 C01B31/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C01B H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/048697 A1 (UANG RUOH-HUEY [TW] ET AL) 3 March 2005 (2005-03-03) abstract; figures 1-3D paragraph [0013] - paragraph [0019]	1,12
A	US 2004/233649 A1 (HONLEIN WOLFGANG [DE] ET AL) 25 November 2004 (2004-11-25) abstract; figures 1-5 paragraph [0020] - paragraph [0049]	1,12
A	US 6 340 822 B1 (BROWN WALTER L [US] ET AL) 22 January 2002 (2002-01-22) abstract; figure 5 column 2, line 47 - line 62	1,12
A	US 6 129 901 A (MOSKOVITS MARTIN [CA] ET AL) 10 October 2000 (2000-10-10) abstract; figure 1 column 2, line 8 - line 55	1,12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(e) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 September 2007		Date of mailing of the international search report 01/10/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Favre, Pierre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2007/008037

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005048697	A1	03-03-2005	NONE
US 2004233649	A1	25-11-2004	WO 02099845 A2 12-12-2002 DE 10127351 A1 19-12-2002 EP 1393370 A2 03-03-2004 JP 2004528727 T 16-09-2004
US 6340822	B1	22-01-2002	US 6383923 B1 07-05-2002
US 6129901	A	10-10-2000	NONE

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 パラヴィカー, ナチケット

アメリカ合衆国 8 5 2 2 4 アリゾナ州 チャンドラー ノース ミッション パーク プール
ヴァード 1 1 1 1 アpartment 1 0 3 4

(72)発明者 スー, デウーン

アメリカ合衆国 8 5 0 4 5 アリゾナ州 フェニックス サウス ファースト ドライヴ 1 6
8 2 1

Fターム(参考) 5E319 AA03 AB05 AC11 BB05 CC33 CD26 GG20
5F044 KK01 KK18 KK19 LL01 QQ03 QQ04 RR16