

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5165306号
(P5165306)

(45) 発行日 平成25年3月21日 (2013. 3. 21)

(24) 登録日 平成24年12月28日 (2012. 12. 28)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 21/3065 (2006. 01)

HO 1 L 21/302 1 O 5 A

HO 1 L 21/768 (2006. 01)

HO 1 L 21/90 A

請求項の数 1 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-213685 (P2007-213685)	(73) 特許権者	592010081
(22) 出願日	平成19年8月20日 (2007. 8. 20)		ラム リサーチ コーポレーション
(65) 公開番号	特開2008-60565 (P2008-60565A)		LAM RESEARCH CORPOR
(43) 公開日	平成20年3月13日 (2008. 3. 13)		ATION
審査請求日	平成22年8月19日 (2010. 8. 19)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
(31) 優先権主張番号	11/507, 862		38, フレモント, クッシング パークウ
(32) 優先日	平成18年8月21日 (2006. 8. 21)		エイ 4650
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	110000028
前置審査			特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	ショーン・エス. ・カン
			アメリカ合衆国 カリフォルニア州945
			82 サン・ラモン, アバース・ウェイ,
			3867
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多孔質低k誘電体層内に特徴を形成するための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘電体層内にトレンチを形成するための装置であって、前記誘電体層内には、ビアが形成され、前記誘電体層の上には、前記ビアを満たすと共に平坦化表面を形成するために有機平坦化層が形成され、前記平坦表面の上には、酸化物キャップ、BARC、およびトレンチマスクが形成されており、前記装置は、

プラズマ処理チャンバであって、
プラズマ処理チャンバエングロージャを形成するチャンバ壁と、
前記プラズマ処理チャンバエングロージャ内で基板を支えるための基板サポートと、
前記プラズマ処理チャンバエングロージャ内の圧力を調整するための圧力レギュレータと、

プラズマを維持するために前記プラズマ処理チャンバエングロージャに電力を提供するための少なくとも1つの電極と、

前記プラズマ処理チャンバエングロージャにガスを提供するためのガス注入口と、
前記プラズマ処理チャンバエングロージャからガスを排出させるためのガス排出口と、
を含むプラズマ処理チャンバと、

CO₂ ガス源とフッ素含有ガス源とを含み、前記ガス注入口に流体接続されたガス源と、

前記ガス源および前記少なくとも1つの電極に可制御式に接続されたコントローラであって、少なくとも1つのプロセッサおよびコンピュータ可読媒体を含むコントローラと

10

20

、
を備え、
前記コンピュータ可読媒体は、
前記BARCおよび前記酸化物キャップ層をエッチングするためのコンピュータ可読コードであって、
前記フッ素含有ガス源から前記プラズマ処理チャンバの内部へとフッ素含有ガスを提供するためのコンピュータ可読コードと、
前記フッ素含有ガスをプラズマに変換するためのコンピュータ可読コードと、
前記フッ素含有ガスを停止するためのコンピュータ可読コードと
を含むコンピュータ可読コードと、
前記有機平坦化層をエッチングするためのコンピュータ可読コードであって、
前記CO₂ガス源からCO₂含有ガスを提供するためのコンピュータ可読コードと

10

、
前記CO₂含有ガスからプラズマを形成するためのコンピュータ可読コードと、
前記CO₂含有ガスを停止するためのコンピュータ可読コードと
を含む、コンピュータ可読コードと、
前記有機平坦化層を通して前記誘電体層内にトレンチをエッチングし、該トレンチのエッチングの後に、前記ビア内に前記有機平坦化層が残存するように前記トレンチをエッチングするためのコンピュータ可読コードであって、
前記フッ素含有ガス源から前記プラズマ処理チャンバの内部へとフッ素含有ガスを提供するためのコンピュータ可読コードと、
前記フッ素含有ガスをプラズマに変換するためのコンピュータ可読コードと
を含むコンピュータ可読コードと、
前記有機平坦化層を剥ぎ取るためのコンピュータ可読コードであって、前記CO₂ガス源から前記プラズマ処理チャンバの内部へと前記CO₂含有ガスを提供し、前記ビア内に残存していた前記有機平坦化層を剥ぎ取るためのコンピュータ可読コードと
を含む装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体デバイスの形成に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

半導体ウエハ処理では、周知のパターン形成プロセスおよびエッチングプロセスを使用して、ウエハ内に半導体デバイスの特徴が定められる。これらのプロセスでは、フォトリソリスト(PR)材料が、ウエハ上に堆積され、次いで、レチクルによるフィルタ処理を経た光に暴露される。レチクルは、一般に、光の伝播を阻止する代表的な特徴形状を有するパターンを形成されたガラス板である。

【0003】

レチクルを通過した光は、フォトリソリスト材料の表面に接触する。光は、フォトリソリスト材料の化学組成を変化させ、フォトリソリスト材料の一部を現像液で除去可能にする。ポジ型フォトリソリスト材料の場合は、露光領域が除去され、ネガ型フォトリソリスト材料の場合は、非露光領域が除去される。その後は、フォトリソリスト材料による保護を離れた部分の下層材料を除去することによって、ウエハ内に所望の特徴を定めるために、ウエハのエッチングが行われる。

40

【0004】

フォトリソリストパターンは、最小特徴の幅である限界寸法(CD)を有する。特徴CDを低減させることが望まれている。

【発明の開示】

【0005】

50

本発明の上記の目的を達成するため、本発明の上記の目的にしたがって、多孔質低 k (低誘電率) 誘電体層内にデュアルダマシン特徴を形成する方法が提供される。多孔質低 k 誘電体層内に、ビアが形成される。多孔質低 k 誘電体層の上に、有機平坦化層が形成され、該有機層は、ビアを満たす。有機平坦化層の上に、フォトレジストマスクが形成される。次いで、 CO_2 含有エッチングガスの提供と、該 CO_2 含有エッチングガスから、有機平坦化層をエッチングするプラズマの形成とを含むプロセスによって、有機平坦化層内に、特徴がエッチングされる。有機平坦化層をマスクとして使用し、多孔質低 k 誘電体層内に、トレンチがエッチングされる。有機平坦化層は、剥ぎ取られる。

【0006】

本発明の別の一態様では、多孔質低 k 誘電体層内にデュアルダマシン特徴を形成する方法が提供される。多孔質低 k 誘電体層内に、ビアが形成される。多孔質低 k 誘電体層の上に、有機平坦化層が形成され、該有機層は、ビアを満たす。有機平坦化層の上に、フォトレジストマスクが形成される。低 k 誘電体層を部分的に露出させる方式で、有機平坦化層内に、低 k 誘電体層を損傷させることなく特徴がエッチングされる。有機平坦化層をマスクとして使用し、多孔質低 k 誘電体層内に、トレンチがエッチングされる。有機平坦化層は、剥ぎ取られる。

【0007】

本発明の別の一態様では、誘電体層内にトレンチを形成するための装置が提供される。誘電体層内には、ビアが形成され、誘電体層上には、ビアを満たすと共に平坦化表面を形成するために有機平坦化層が形成され、平坦化表面上には、酸化物キャップ、BARC、およびトレンチマスクが形成される。また、プラズマ処理チャンバが提供される。該プラズマ処理チャンバは、プラズマ処理チャンバエングロージャを形成するチャンバ壁と、プラズマ処理チャンバエングロージャ内で基板を支えるための基板サポートと、プラズマ処理チャンバエングロージャ内の圧力を調整するための圧力レギュレータと、プラズマを維持するためにプラズマ処理チャンバエングロージャに電力を提供するための少なくとも1つの電極と、プラズマ処理チャンバエングロージャにガスを提供するためのガス注入口と、プラズマ処理チャンバエングロージャからガスを排出させるためのガス排出口とを備える。ガス注入口には、ガス源が流体接続され、該ガス源は、 CO_2 ガス源とフッ素含有ガス源とを含む。ガス源および少なくとも1つの電極には、可制御的にコントローラが接続され、該コントローラは、少なくとも1つのプロセッサとコンピュータ可読媒体とを含む。コンピュータ可読媒体は、BARCおよび酸化物キャップ層をエッチングするためのコンピュータ可読コードと、有機平坦化層をエッチングするためのコンピュータ可読コードと、有機平坦化層を通して誘電体層内にトレンチをエッチングするためのコンピュータ可読コードと、を備え、BARCおよび酸化物キャップをエッチングするためのコンピュータ可読コードは、フッ素含有ガス源からプラズマ処理チャンバの内部へとフッ素含有ガスを提供するためのコンピュータ可読コードと、フッ素含有ガスをプラズマに変換するためのコンピュータ可読コードと、フッ素含有ガスを停止するためのコンピュータ可読コードと、を含み、有機平坦化層をエッチングするためのコンピュータ可読コードは、 CO_2 ガス源から CO_2 含有ガスを提供するためのコンピュータ可読コードと、 CO_2 含有ガスからプラズマを形成するためのコンピュータ可読コードと、 CO_2 含有ガスを停止するためのコンピュータ可読コードと、を含み、有機平坦化層を通して誘電体層内にトレンチをエッチングするためのコンピュータ可読コードは、フッ素含有ガス源からプラズマ処理チャンバの内部へとフッ素含有ガスを提供するためのコンピュータ可読コードと、フッ素含有ガスをプラズマに変換するためのコンピュータ可読コードと、を含む。

【0008】

本発明のこれらのおよびその他の特徴は、添付の図面と関連させつつ、本発明の詳細な説明において、後ほど詳述される。

【0009】

以下では、限定ではなく例示を目的として、添付の図面を参照にしつつ、本発明が説明される。図中、類似の参照符号は、類似の要素を指すものとする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

添付の図面に例示された幾つかの好ましい実施形態を参照しつつ、本発明の詳細な説明が行われる。以下の説明では、本発明の完全な理解を可能にするために、多くの詳細が特定されている。しかしながら、当業者ならば明らかなように、本発明は、これらの一部または全部の詳細を特定しなくても実施可能である。また、本発明が不必要に不明瞭になるのを避けるため、周知のプロセス工程および/または構造の詳細な説明は省略される。

【0011】

理解を容易にするため、図1は、本発明の一実施形態で使用され得るプロセスのフローチャートを示している。多孔質低k誘電体層内に、ビアが形成された(工程104)。図2Aは、ウエハ基板204のM-1層の各部の断面図である。この例では、ウエハ基板は、導電性相互接続206を有する。ウエハ基板204および相互接続206の上には、障壁層208が配置され得る。そして、障壁層208およびウエハ基板204の上に、多孔質低k誘電体層210が配置され、多孔質低k誘電体層210の上に、TEOS酸化物からなるキャップ層212が配置される。多孔質低k誘電体層210内には、ビア214が形成されている。

【0012】

図2Bに示されるように、多孔質低k誘電体層210の上に、有機平坦化層(OPL)216が形成された(工程108)。有機平坦化層216は、ポリマ等の有機材料からなり、DUVフォトレジストまたはI線フォトレジストであってよく、これは、ビアを満たすと共に滑らかな(平坦化)上面を提供するプロセスによって施される。

【0013】

OPL216の上に、酸化物キャップ220が形成された(工程112)。酸化物キャップ220は、TEOS等の酸化ケイ素材料で形成される。酸化物キャップ220の上に、底面反射防止膜(BARC)224が形成される(工程116)。BARC224の上に、フォトレジストマスク228が形成された(工程120)。もし、OPL216がDUVまたはI線等のフォトレジスト材料からなるならば、好ましい実施形態において、フォトレジストマスクは、OPL216よりも次世代のフォトレジストで形成されるので、フォトレジストマスク用のフォトレジストの暴露中、OPLは、OPLのパターン形成を生じる周波数では露光されない。

【0014】

基板ウエハ204は、プラズマ処理チャンバ内に配された(工程122)。図4は、本実施形態で使用され得る処理チャンバ400の概略図である。プラズマ処理チャンバ400は、閉じ込めリング402と、上部電極404と、下部電極408と、ガス源410と、排気ポンプ420とを備える。ガス源は、同一チャンバ内でのエッチング、剥ぎ取り、およびその他のプロセスの実施を可能にするために、OPLエッチングガス源412、誘電体エッチングガス源416、および剥ぎ取りガス源418を含む。プラズマ処理チャンバ400内において、基板204は、下部電極408の上に配置される。下部電極408は、基板204を保持するための適切な基板チャック機構(例えば静電クランプおよび機械クランプ等など)を内蔵する。リアクタの上部428は、下部電極408の真反対に配置された上部電極404を内蔵する。上部電極404、下部電極408、および閉じ込めリング402は、閉じ込めプラズマ体積440を定める。閉じ込めプラズマ体積には、ガス源410によってガスが提供され、排気ポンプ420によって、閉じ込めリング402および排出口を通して排出される。上部電極404には、第1のRF源444が電氣的に接続される。下部電極408には、第2のRF源448が電氣的に接続される。閉じ込めリング402、上部電極404、および下部電極408は、チャンバ壁452によって取り囲まれる。第1のRF源444および第2のRF源448は、ともに、60MHz電源、27MHz電源、および2MHz電源を含み得る。電極に対するRF電力の接続は、異なる組み合わせでも可能である。本発明の好ましい一実施形態で使用され得るカリフォルニア州フリーモント所在のラム・リサーチ社(登録商標)によって作成された2300E

10

20

30

40

50

x e l a n F l e x 4 5 の場合は、下部電極に接続される第 2 の R F 電源 4 4 8 を 6 0 M H z 、 2 7 M H z 、 および 2 M H z の電源で構成し、上部電極は接地される。他の実施形態では、R F 電源は、3 0 0 M H z 以下の周波数を有し得る。R F 源 4 4 4 , 4 4 8 、排気ポンプ 4 2 0 、およびガス源 4 1 0 には、可制御式にコントローラ 4 3 5 が接続される。

【 0 0 1 5 】

図 5 A よび図 5 B は、本発明の実施形態で使用されるコントローラ 4 3 5 を実現するのに適したコンピュータシステム 1 3 0 0 を例示している。図 5 A は、コンピュータシステムとして考えられる一物理的形態を示している。もちろん、コンピュータシステムは、集積回路、プリント回路基板、および小型携帯端末から巨大なスーパーコンピュータに至る多くの物理的形態をとり得る。コンピュータシステム 1 3 0 0 は、モニタ 1 3 0 2 、ディスプレイ 1 3 0 4 、筐体 1 3 0 6 、ディスクドライブ 1 3 0 8 、キーボード 1 3 1 0 、およびマウス 1 3 1 2 を含む。ディスク 1 3 1 4 は、コンピュータシステム 1 3 0 0 とデータのやり取りを行うために使用されるコンピュータ可読媒体である。

【 0 0 1 6 】

図 5 B は、コンピュータシステム 1 3 0 0 のブロック図の一例である。システムバス 1 3 2 0 には、種々様々なサブシステムが取り付けられる。プロセッサ 1 3 2 2 (中央演算処理装置、すなわち C P U と称される) は、メモリ 1 3 2 4 を含む記憶装置に接続される。メモリ 1 3 2 4 は、ランダムアクセスメモリ (R A M) および読み出し専用メモリ (R O M) を含む。当該分野で知られているように、R O M は、C P U に対してデータおよび命令を単方向的に伝送する働きをし、R A M は、一般に、データおよび命令を双方向的に伝送するために使用される。これらのメモリは、いずれのタイプも、後述される任意の適切なコンピュータ可読媒体を含み得る。C P U 1 3 2 2 には、固定ディスク 1 3 2 6 も双方向的に接続され、これは、追加のデータ記憶容量を提供し、やはり、後述される任意のコンピュータ可読媒体を含み得る。固定ディスク 1 3 2 6 は、プログラムやデータ等を格納するために使用されてよく、一般に、一次記憶より低速な二次記憶媒体 (ハードディスク等) である。なお、固定ディスク 1 3 2 6 内に保持される情報は、もし適切であれば、メモリ 1 3 2 4 内の仮想メモリとして標準的な形で組み入れ可能である点が理解される。取り外し可能ディスク 1 3 1 4 は、後述される任意のコンピュータ可読媒体の形態をとり得る。

【 0 0 1 7 】

C P U 1 3 2 2 は、ディスプレイ 1 3 0 4 、キーボード 1 3 1 0 、マウス 1 3 1 2 、およびスピーカ 1 3 3 0 等の様々な入出力装置にも接続される。概して、入出力装置は、ビデオディスプレイ、トラックボール、マウス、キーボード、マイクロフォン、タッチセンサ式ディスプレイ、トランスデューサカード読み取り装置、磁気テープもしくは紙テープ読み取り装置、タブレット、スタイラス、音声もしくは手書き文字認識装置、バイオメトリック読み取り装置、または他のコンピュータのうちの任意であり得る。C P U 1 3 2 2 は、ネットワークインターフェース 1 3 4 0 を使用して、別のコンピュータまたは通信ネットワークに随意に接続され得る。このようなネットワークインターフェースがあれば、C P U は、上述された方法の工程を実施する過程で、ネットワークから情報を受信するまたはネットワークに情報を出力するであろうと考えられる。更に、本発明の方法の実施形態は、C P U 1 3 2 2 上のみで実行されてもよいし、あるいは処理の一部を共有するリモート C P U と連携してインターネット等のネットワークを通じて実行されてもよい。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の実施形態は、更に、コンピュータによって実行される様々な操作を実施するためのコンピュータコードを記録されたコンピュータ可読媒体を伴うコンピュータストレージ製品に関する。媒体およびコンピュータコードは、本発明の目的のために特別に設計および構成されたものであってもよいし、あるいはコンピュータソフトウェアの分野の当業者にとって周知で且つ利用可能なものであってもよい。コンピュータ可読媒体の例は、ハードディスク、フロッピーディスク、および磁気テープ等の磁気媒体、C D - R O

10

20

30

40

50

M、およびホログラフィック装置等の光媒体、フロッピカルディスク等の光磁気媒体、ならびに特定用途向け集積回路（ASIC）、プログラム可能論理装置（PLD）、ROM装置、およびRAM装置など、プログラムコードの格納および実行のために特別に構成されたハードウェアデバイスを、非限定的に含む。コンピュータコードの例は、コンパイラによって生成される等のマシンコード、およびインタープリタを使用してコンピュータによって実行される高水準コードを含むファイルを含む。コンピュータ可読媒体は、搬送波に組み込まれたコンピュータデータ信号によって伝送され且つプロセッサによって実行可能な一連の命令を表すコンピュータコードでもあり得る。

【0019】

BARC224および酸化物キャップ220は、エッチングされ開口される（工程124）。これは、例えばプラズマ状態にされる CF_4 ベースのエッチングガスのように、フッ化炭素等のフッ素含有ガスを使用して実施され得る。この単一の CF_4 をベースにしたエッチングは、BARC224および酸化物キャップ220の両方をエッチングするために使用され得る。

【0020】

OPL216に、特徴がエッチングされた（工程126）。図3は、本発明の好ましい一実施形態で使用される、OPL内に特徴をエッチングするための更なる工程を、より詳細に示したフローチャートである。

【0021】

チャンバの内部440に、 CO_2 エッチングガスが提供された（工程308）。 CO_2 エッチングガスは、純粋なまたはほぼ純粋な CO_2 、およびCOと CO_2 とからなる混合のうちの少なくとも1つである。したがって、 CO_2 エッチングガスは、 O_2 および O_3 を含有しない。 CO_2 エッチングガスから、プラズマが生成される（工程312）。レシピの一例では、10ミリの圧力が提供される。60MHzで800ワットが提供される。基本的に150sccmの CO_2 からなる CO_2 エッチングガスが提供される。RF電力は、 CO_2 エッチングガスを、OPLをエッチングするのに十分な力を有するプラズマに変換する。

【0022】

図2Cに示されるように、OPLのエッチングが完了すると、 CO_2 エッチングガスは停止される（工程316）。この例では、OPLのエッチング中に、フォトリソマスクおよびBARCがエッチングによって除去される。OPL層と同様に、フォトリソマスクおよびBARCは有機質であるので、好ましい実施形態では、フォトリソマスク228およびBARC224はいずれもエッチングによって除去され、酸化物キャップ220のみが残留する。酸化物キャップ220は、OPLエッチングのための新たなマスク層として機能する。OPLエッチング中は、ビア内にあるOPLがエッチングによって部分的に除去されるので、多孔質低k誘電体が部分的に露出される。これは、フェンシングの阻止を促進するのに好ましい。

【0023】

図2Dに示されるように、OPL216をエッチングマスクとして使用して、多孔質低k誘電体層210内に、特徴がエッチングされた（工程128）。好ましい実施形態では、多孔質低k誘電体層210内にエッチングされるこれらの特徴は、前もって形成されたビア用のトレンチである。このエッチングのためのレシピの一例は、80ミリの圧力を提供する。60MHzで400ワットが提供される。150sccmの CF_4 と50sccmの CHF_3 とを含む多孔質低k誘電体エッチングガスが提供される。なお、多孔質低k誘電体エッチングガスは、 CO_2 、または CO_2 とCOとの混合のいずれかからなるガスではなく、したがって、OPLエッチングガスとは異なる点に注意するべきである。他の実施形態では、多孔質低k誘電体のエッチングに、他のフッ素含有ガスが使用される。より一般的には、多孔質低k誘電体のエッチングに、ハロゲン含有ガスが使用される。この工程中は、エッチングによって酸化物キャップ層が除去される。

【0024】

次いで、図 2 E に示されるように、O P L が剥ぎ取られた（工程 1 3 2）。O P L の剥ぎ取りには、C O₂ 含有ガスが使用され得る。障壁層 2 0 8 が開口された（工程 1 3 6）。その結果、ビア 2 1 4 およびトレンチ 2 5 6 を伴うデュアルダマシン構造が形成された。このとき、トレンチ 2 5 6 は、O P L をマスクとして使用してエッチングされた。次いで、エッチングチャンバから基板が取り除かれた。この実施形態では、B A R C および酸化物キャップのエッチング、O P L 層のエッチング、低 k 誘電体層のエッチング、O P L の剥ぎ取り、ならびに障壁層の開口に、同一のエッチングチャンバが使用される。

【 0 0 2 5 】

従来技術によるプロセスは、多孔質低 k 誘電体層に損傷を与え、k の値を増大させた。低 k 誘電体層には、構造を完成させるために複数の工程が実施されるので、どの工程が低 k 誘電体層に損傷を与えるのかが不明であった。この損傷は、O P L エッチング中に生じることがどうかは明らかでないと考えられる。本発明は、O P L エッチング中に暴露される多孔質低 k 誘電体層を損傷させる可能性があるエッチャントを避けるために、C O₂ を使用して O P L をエッチングする。

10

【 0 0 2 6 】

以上では、好ましい実施形態の観点から本発明の説明が行われてきたが、そのほかにも、代替、変更、置換、および各種の代わりとなる等価が本発明の範囲内に含まれる。なお、本発明の方法および装置は、様々な代替方法によって実現され得る点に注意すべきである。したがって、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨および範囲に含まれる、このようなあらゆる代替、変更、置換、および各種の代わりとなる等価を含むものと解釈される。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 7 】

【図 1】本発明の一実施形態で使用され得るプロセスのフローチャートである。

【図 2 A】本発明の一実施形態にしたがって処理されるウエハの概略断面図である。

【図 2 B】本発明の一実施形態にしたがって処理されるウエハの概略断面図であ

【図 2 C】本発明の一実施形態にしたがって処理されるウエハの概略断面図である。

【図 2 D】本発明の一実施形態にしたがって処理されるウエハの概略断面図である。る。

【図 2 E】本発明の一実施形態にしたがって処理されるウエハの概略断面図である。

【図 2 F】本発明の一実施形態にしたがって処理されるウエハの概略断面図である。

30

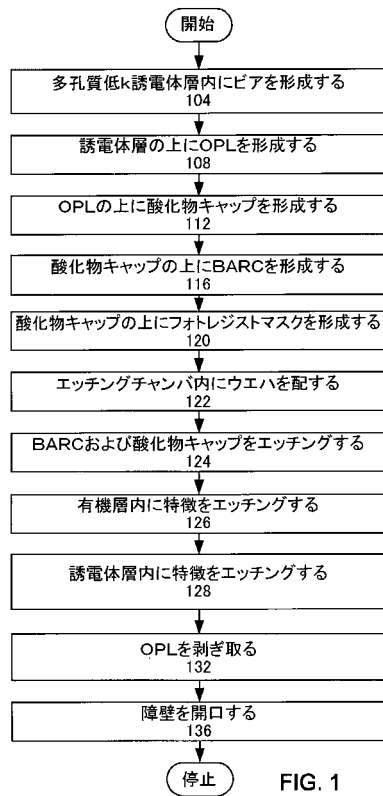
【図 3】有機層内に特徴をエッチングする工程の詳細なフローチャートである。

【図 4】本発明の実施に使用され得るプラズマ処理チャンバの概略図である。

【図 5 A】本発明の実施形態で使用されるコントローラを実現するのに適したコンピュータシステムの概略構成図である。

【図 5 B】本発明の実施形態で使用されるコントローラを実現するのに適したコンピュータシステムの内部構成を示す概略構成図である。

【図 1】



【図 2 A】

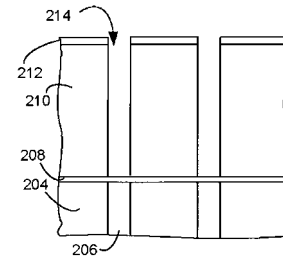


FIG. 2A

【図 2 B】

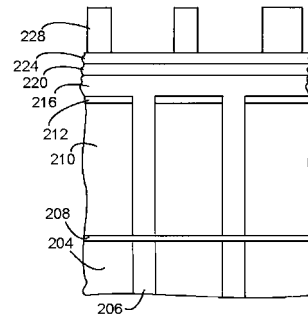


FIG. 2B

【図 2 C】

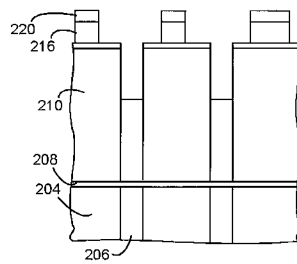


FIG. 2C

【図 2 E】

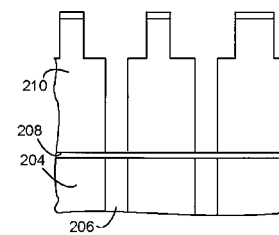


FIG. 2E

【図 2 D】

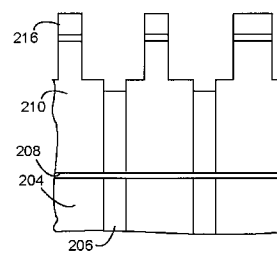


FIG. 2D

【図 2 F】

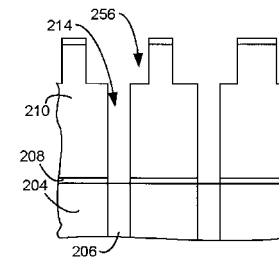


FIG. 2F

【図 3】



FIG. 3

【図 4】

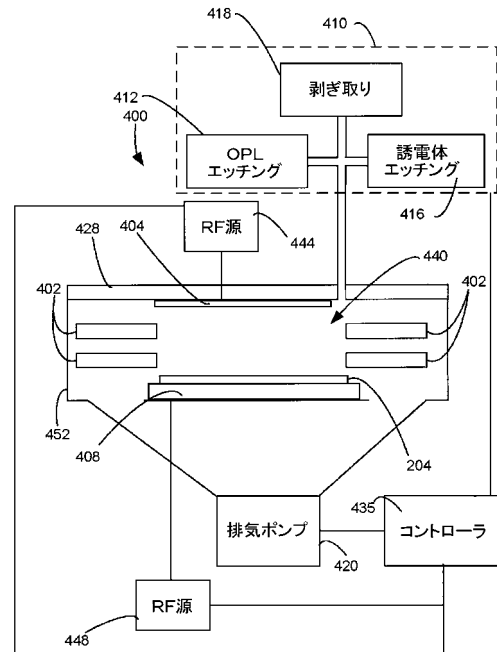


FIG. 4

【図 5 A】

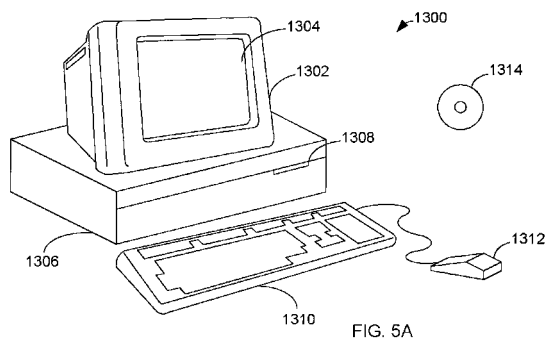


FIG. 5A

【図 5 B】

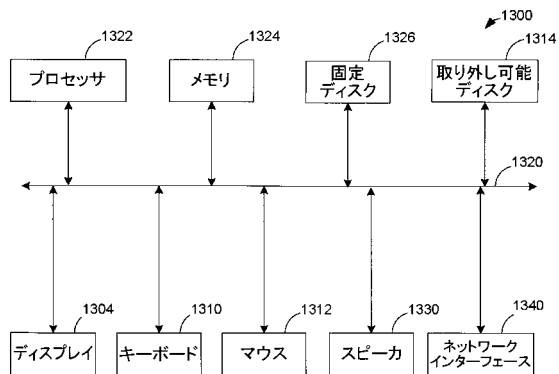


FIG. 5B

フロントページの続き

- (72)発明者 サン・ジュン・チョ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 8 8 プレザントン, アンドリュー・ドライブ, 3 6 6
0, # 2 1 3
- (72)発明者 トム・チョイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 5 4 サンタ・クララ, イーストウッド・サークル, 3
6 4 9
- (72)発明者 タエジュン・ハン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 8 2 サン・ラモン, ベルベットリーフ・サークル, 9
6 7 0

審査官 栗野 正明

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 2 5 8 5 8 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 6 / 0 2 0 3 4 4 (W O , A 1)
特開 2 0 0 5 - 2 5 1 9 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 8 4 3 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 7 9 1 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 7 9 1 9 2 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 2 8 5 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5
H 0 1 L 2 1 / 7 6 8