

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 21 年 10 月 15 日 (2009.10.15)

【公表番号】特表 2009-523312 (P2009-523312A)

【公表日】平成 21 年 6 月 18 日 (2009.6.18)

【年通号数】公開・登録公報 2009-024

【出願番号】特願 2008-530164 (P2008-530164)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

H 0 1 L 21/768 (2006.01)

G 0 3 F 1/08 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 0 2 C

H 0 1 L 21/90 A

H 0 1 L 21/30 5 0 2 D

G 0 3 F 1/08 A

【手続補正書】

【提出日】平成 21 年 8 月 26 日 (2009.8.26)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】デュアル・ダマシン構造を製造するためのフォトマスクおよびその形成方法

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、一般にステップ・アンド・フラッシュ式インプリント・リソグラフィに関し、より具体的にはデュアル・ダマシン構造を製造するためのフォトマスクおよびその形成方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

デバイス・メーカーはより小型でより複雑なデバイスを絶えず製造しているので、これらのデバイスを製造するために使用されるフォトマスクはより広範囲の能力を絶えず必要としている。最新のマイクロプロセッサは、デバイス間で、かつ外部回路に電気信号および電力を伝送するために 8 レベル以上の配線を必要とすることがある。パイア層を介して各配線レベルをそのレベル以上、および以下のレベルに接続することができる。

【0 0 0 3】

標準的なデュアル・ダマシン工程では、単一の金属堆積ステップだけを用いて金属層およびパイア層を同時に形成してもよい。2 つのリソグラフィ・ステップと少なくとも 1 つのエッチング・ステップを用いてパイアおよびトレンチを画定することができる。パイアおよびトレンチの凹みがエッチングされた後、トレンチを充填して金属層を画定するために用いられるステップと同じステップで、パイアに金属材料を充填することができる。金属インレーを有する平坦構造を形成するべく、トレンチの外側に堆積された余剰金属を化学機械研磨 (CMP) 工程によって除去することができる。平坦化された表面が達成された後は、誘電体層については CMP を実施する必要はない。したがって、デュアル・ダマシン工程を用いることによって CMP ステップを省くことができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ステップ・アンド・フラッシュ式インプリント・リソグラフィ(SFIL)工程は、基板上にパターンを形成するためのモールドと同様のテンプレートを使用する。基板表面上に重合化された流体を堆積することができ、この流体は、テンプレートがウェハ上の流体に当てられるとテンプレート内のレリーフ・パターンによって画定されるギャップを充填できる。重合化された流体は固化されて、デバイス上にパターンを形成するべくデバイス上にマスクを形成することができる。SFIL工程は高解像度をもたらしたり、パターンの忠実度に優れていること、ならびに室温および低圧で利用できることなど、他のリソグラフィ技術と比較して利点を有している。しかし、標準のSFILテンプレートは単一のデバイス層を形成するためにしか使用できない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の教示によって、デュアル・ダマシン構造のフォトマスクの形成に関連する欠点および問題点を大幅に軽減または除去された。特定の実施形態では、基板のエッチング中のエッチ・ストップ層(etch step layer)としてクロムとレジストとの組合せを用いて多層テンプレートが形成される。

【0006】

本開示の一実施形態によれば、ステップ・アンド・フラッシュ式インプリント・リソグラフィ(SFIL)テンプレートを形成するための方法が提供される。基板、吸収層、および第1のレジスト層を含むブランクが備えられる。リソグラフィ・システムを使用してデュアル・ダマシン構造の金属層パターンが第1の深さで基板内に形成される。第1のレジスト層がブランクから除去され、第2のレジスト層が施される。同時に金属層パターンが第2の深さでエッチングされている間に、リソグラフィ・システムを使用してデュアル・ダマシン構造のcia層パターンが第1の深さで形成される。

【0007】

本開示の別の実施形態によれば、SFILテンプレートを製造する方法は、基板と、吸収層と、該吸収層の第1の部分を露出させるべく第1のパターンが内部に形成された第1のレジスト層とを有するブランクを備えるステップを含んでいる。吸収層の露出された第1の部分は基板の第1の部分を露出させるべくエッチングされ、基板の露出された第1の部分は基板内に第1のパターンを形成するべくエッチングされる。吸収層は基板の第1の部分のエッチング中に第1のエッチ・ストップをもたらす機能を果たす。第2のレジスト層は基板のエッチングされた第1の部分および吸収層の露出された第1の部分の上に堆積される。第2のパターンは、吸収層の第2の部分を露出させるべく第2のレジスト層内で現像される。吸収層の露出された第2の部分は、基板の第2の部分を露出させるべくエッチングされて、基板の第2の部分が基板のエッチングされた第1の部分を含むようにされる。基板の露出された第2の部分は、基板内に第2のパターンを形成するべくエッチングされる。吸収層は基板の第2の部分のエッチング中に第2のエッチ・ストップをもたらす機能を果たす。吸収層および第2のレジスト層は、多層SFILテンプレートを形成するべく除去される。

【0008】

本開示の別の実施形態によれば、多層SFILテンプレートは基板と、基板内に第1の深さで形成された第1のトレンチと、基板内に第2の深さで形成された第2のトレンチとを含んでいる。第1のトレンチはSFIL工程を用いた半導体ウェハ上のデュアル・ダマシン構造の金属層に対応し、第2のトレンチはデュアル・ダマシン構造のバイア層に対応する。第1および第2のトレンチは基板をエッチングし、吸収層をエッチ・ストップとして使用することによって基板内に形成される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

この実施形態およびその利点のより完全で徹底した理解は、添付図面に関連した以下の説明を参照することによって得ることができ、図中、同様の参照番号は同様の特徴要素を示している。

【0010】

本開示の好ましい実施形態およびその利点は図1から図5を参照することで最も良く理解され、図中、同様の番号は同様の、および対応する部品を示すために用いられている。

【0011】

図1Aから1Jは、デュアル・ダマシン構造用の従来の製造工程の様々な段階での半導体ウェハの側断面図を図示している。デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程には、単一の金属 - バイア層を製造するために20ステップ以上を必要とするものもある。図示した実施形態では、従来のデュアル・ダマシン工程は、単一の金属 - バイア層を製造するために23の工程ステップを含んでいる。集積回路が8層の金属層を含むものと仮定すると、8つの金属 - バイア層のすべてを形成するために必要な全ステップ数は約161である。

【0012】

図1Aは、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程の最初の8つのステップを示している。半導体ウェハ12上のデバイス層（図示せず）の上に形成された絶縁材料14内に金属層16を形成することができる。金属層16は銅、アルミニウム、または電気信号および電力を集積回路内のデバイス間で伝送するために使用できる他のいずれかの適当な金属でよい。誘電体層14は二酸化シリコン（ SiO_2 ）、低誘電率の層間誘電体（ILD）[low - k interlayer dielectric]、または集積回路の誘電体層を提供することができる他のいずれかの適当な材料でよい。半導体ウェハ12はシリコン、ガリウムヒ素、または集積回路を形成するために使用できる他のいずれかの適当な材料でよい。

【0013】

製造工程の第1のステップで、銅のような金属エッチング障壁膜18を金属層16および誘電体層14の上に堆積することができる。第2のステップで、バイアILD層20を金属エッチング障壁膜18上に堆積することができる。第3のステップで、バイアILD層20の上にトレンチ・エッチ・ストップ層22を塗布することができる。第4のステップで、金属ILD層24をトレンチ・エッチ・ストップ層22の上に堆積することができる。第5のステップで、バイア・ハード・マスク26を金属ILD層24の上に塗布し、その後、第6のステップでバイア・ハード・マスク26上へのトレンチ・ハード・マスク28の堆積がなされる。一実施形態では、バイアおよびトレンチ・ハード・マスクを形成するために使用される材料は、プラズマで成膜したシリコン窒化膜でよい。別の実施形態では、トレンチ・ハード・マスクはフォトレジスト剥離工程中にILD層を保護し、かつ/または化学機械研磨（CMP）工程中にエッチ・ストップをもたらすいずれかの適当な材料のものでよい。第7のステップで、トレンチ・ハード・マスク28の上に底部反射防止コーティング（BARC）層30を堆積することができる。BARC材料は有機材料でも無機材料でもよい。第8のステップで、フォトレジスト32をBARC層30の上に堆積することができる。フォトレジスト32はいずれかの適宜の正または負のフォトレジストでよい。

【0014】

図1Bは、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程の第9および第10のステップを示している。第9のステップで、フォトマスク（図示せず）およびリソグラフィ・システム（図示せず）を使用してフォトレジストを露出させることによって、誘電体層14内に形成された金属層16とほぼ同じサイズのトレンチをフォトレジスト32内に形成することができる。第10のステップで、BARC層30を露出し、誘電体層14内に形成された金属16とほぼ同じサイズのトレンチを形成するべく、フォトレジスト32を現像することができる。正のフォトレジストが使用される場合は、レジストの露出部分が現像されればよく、負のフォトレジストが使用される場合は、レジストの非露出部分が現像され

ばよい。

【 0 0 1 5 】

図 1 C はデュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 1 1 および 1 2 を示している。ステップ 1 1 では、B A R C 層 3 0、およびフォトレジスト 3 2 の除去によって形成されたトレンチ内のトレンチ・ハード・マスク層 2 8 をエッチングするために適当ないずれかのエッチング工程を用いてもよい。エッチング工程は異方性ドライエッチング、またはトレンチ・ハード・マスク層を除去する他のいずれかの適当なエッチング工程を用いてもよい。ステップ 1 2 では、残存のフォトレジスト 3 2 があればそれを除去するためにアッシュ工程 (a s h p r o c e s s) を用いてもよい。一実施形態では、アッシュ工程は強度に酸化したガス雰囲気中で行ってもよい。

【 0 0 1 6 】

図 1 D はデュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 1 3 および 1 4 を示している。ステップ 1 3 では、パイア・ハード・マスク層 2 6 の上、およびトレンチ・ハード・マスク 2 8 の残存部の上に第 2 の B A R C 層 3 1 をトレンチ内に堆積することができる。ステップ 1 4 では、第 2 の B A R C 層 3 1 の上に第 2 のフォトレジスト層 3 4 を形成することができる。

【 0 0 1 7 】

図 1 E は、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 1 5 から 1 7 を示している。ステップ 1 5 では、第 2 のフォトマスク (図示せず) およびリソグラフィ・システム (図示せず) を使用してパイア・パターンをフォトレジスト 3 4 内に結像することができる。ステップ 1 6 では、フォトレジスト 3 4 内にパイア・パターンを形成し、パイア・ハード・マスク 2 6 の部分を露出させるべく、フォトレジスト 3 4 を現像することができる。ステップ 1 7 では、金属 I L D 層 2 4 の表面を露出させるべく、パイア内のパイア・ハード・マスク層 2 6 の露出部分をエッチングすることができる。

【 0 0 1 8 】

図 1 F は、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 1 8 を示している。ステップ 1 8 では、パイア内の金属 I L D 層 2 4 の露出部分、およびパイア内のトレンチ・エッチ・ストップ層 2 2 をエッチングするためにいずれかの適当なエッチング工程を用いてもよい。

【 0 0 1 9 】

図 1 G は、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 1 9 を示している。ステップ 1 9 では、残存のフォトレジスト 3 4 があればそれを除去するためにアッシュ工程を用いてもよく、パイアを画定するトレンチ内のパイア I L D 層 2 0 をエッチング工程によって除去してもよい。

【 0 0 2 0 】

図 1 H は、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 2 0 を示している。ステップ 2 0 では、金属層 1 6 の表面を露出させるべく、パイア内に障壁層 1 8 をエッチングすることができる。一実施形態では、金属層 1 6 は銅でよい。

【 0 0 2 1 】

図 1 I は、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 2 1 および 2 2 を示している。ステップ 2 1 および 2 2 ではそれぞれ、露出面の上に銅シード層 3 6 を堆積し、よく、パイア内に形成された銅シード層 3 6 の上、およびトレンチ内のトレンチ・エッチ・ストップ層 2 2 の露出部分の上に銅層 3 7 をメッキしてもよい。

【 0 0 2 2 】

図 1 J は、デュアル・ダマシン構造の従来の製造工程のステップ 2 3 を示している。トレンチ内に形成された銅層 3 7 がステップ 2 3 で残存する金属 I L D 2 4 と同じ高さになるように、C M P 工程を用いて金属・パイア層を仕上げるることができる。工程が完了すると、パイア 3 8 および金属層 3 9 を作製し、これらを金属層 1 6 と電氣的に結合することができる。

【 0 0 2 3 】

図 2 A から 2 E は、デュアル・ダマシン構造の S F I L 製造工程の様々な段階での半導体ウェハ 5 2、およびステップ・アンド・プリント式インプリント・リソグラフィ (S F I L) テンプレート 6 2 の側断面図を示している。S F I L 工程では、テンプレートを例えばウェハ上の薄膜 6 0 のような薄膜と接触させることによって半導体ウェハ上のパターンを形成するために、例えば S F I L テンプレート 6 2 のようなテンプレートをモールドまたはスタンプとして使用してもよい。一実施形態では、薄膜は、粘性が低く、光硬化性の重合化された流体でよい。テンプレートが薄膜と接触すると、薄膜はテンプレートと半導体ウェハの表面との間の空隙を埋める。次いで薄膜は、これを光または熱に曝すことによって固化される。テンプレートは薄膜がひとたび硬化されると、薄膜との接触から解放されて、ウェハ上に適切な構造を形成できる。

【 0 0 2 4 】

図 2 A は、本開示によるデュアル・ダマシン構造の S F I L 製造工程の最初の 2 つのステップを示している。半導体ウェハ 5 2 上に形成される絶縁材料 5 4 内に金属層 5 6 を形成することができる。一実施形態では、金属層 5 6 は銅でよい。金属層 5 6 および誘電体層 5 4 は、図 1 A から 1 J を参照して記載した金属層 1 6 および誘電体層 1 4 と同様のものでよい。製造工程の第 1 のステップで、銅のような金属エッチング障壁膜 5 8 を金属層 5 6 および誘電体層 5 4 上に堆積することができる。第 2 のステップで、薄膜 6 0 をエッチング障壁膜 5 8 の上に分与することができる。一実施形態では、薄膜 6 0 は、集積回路の様々な層を分離する絶縁体として作用するレジスト材料でよい。例えば、薄膜 6 0 は多面低重合体シルセスキオキサン (P O S S) タイプの材料 [p o l y h e d r a l o l i g o m e r i c s i l s e s q u i x a n e (P O S S) t y p e m a t e r i a l] のようなインプリント可能な絶縁材料でよい。別の実施形態では、薄膜 6 0 は、有機アクリレート、有機架橋剤 (o r g a n i c c r o s s l i n k e r)、シリコン含有アクリレート、および / または光開始剤 (p h o t o i n i t i a t o r) を含む化合物、あるいはその他の適当な化合物を含むがこれらに限定されない重合可能な流体でよい。

【 0 0 2 5 】

図 2 B は、デュアル・ダマシン構造の S F I L 製造工程の第 3 のステップを示している。第 3 のステップでは、例えば S F I L テンプレート 6 2 に圧力を加えることによって、半導体ウェハ上の薄膜 6 0 上に S F I L テンプレート 6 2 を当てることができる。一実施形態では、S F I L テンプレート 6 2 は、水晶、合成水晶、熔融石英、フッ化マグネシウム (M g F ₂)、およびフッ化カルシウム (C a F ₂) のような透明材料、または約 1 0 ナノメートル (n m) から約 4 5 0 n m の波長を有する入射光の少なくとも 7 5 パーセント (7 5 %) を透過する他のいずれかの適当な材料のものでよい。別の実施形態では、S F I L テンプレート 6 2 は、S F I L テンプレート 6 2 または半導体ウェハ 5 2 に熱が加えられても形状を保持する不透明材料でもよい。図示した実施形態では、薄膜 6 0 は、S F I L テンプレート 6 2 を紫外光 (U V) または深紫外光 (D U V) のような放射源に露光させることによって硬化されてもよい。別の実施形態では、薄膜 6 0 は、熱源を S F I L テンプレート 6 2 が半導体ウェハ 5 2 のいずれかに当てることによって、硬化することができる。薄膜 6 0 が十分に硬化した後は、S F I L テンプレート 6 2 を剥がすことができる。図示のように、テンプレートによって形成されたパイア内に薄膜 6 0 の薄層があってもよい。

【 0 0 2 6 】

図 2 C は、デュアル・ダマシン構造の S F I L 製造工程の第 4 および第 5 のステップを示している。第 4 のステップでは、障壁層 5 8 を露出させるべく、パイアの底部に残る薄膜 6 0 の残存部分を除去するためにエッチングを行うことができる。エッチング工程は絶縁材料を除去するいずれかの適当な工程でよい。第 5 のステップでは、パイアによって露出された障壁層 5 8 の部分を除去し、金属層 5 6 の表面を露出させるべく、エッチング工程を行うことができる。エッチング工程は金属障壁層を除去するいずれかの適当な工程でよい。

【 0 0 2 7 】

図 2 D は、デュアル・ダマシン構造の S F I L 製造工程の最後の 3 つのステップを示している。第 6 および第 7 のそれぞれのステップでは、露出面の上の銅シード層 7 6 を堆積することができ、パイア内に形成された銅シード層 7 6 の上、およびトレンチ内に薄膜 6 0 の露出部分の上に銅層 7 7 をメッキすることができる。トレンチ内に形成された銅層 7 7 がステップ 8 で残存する薄膜 6 0 と同じ高さになるように、C M P 工程を用いて金属・パイア層を仕上げるることができる。工程が完了すると、パイア 7 8 および金属層 7 9 を作製し、これらを図 2 E に示されるように金属層 5 6 と電氣的に結合することができる。

【 0 0 2 8 】

したがって、S F I L 工程がデュアル・ダマシン構造を製造するために用いるステップは従来の製造工程よりも少ない。例えば、図 1 A から 1 J に関して記載した従来の製造工程では 1 6 1 のステップが必要であるのに対して、S F I L 工程を用いた場合、8 つの金属層（例えば 7 つの金属・パイア層）を含む集積回路には 5 6 のステップが必要である。必要なステップ数を低減することによって、集積回路を製造するために必要な時間、および製造工程に関連するコストを大幅に削減できる。

【 0 0 2 9 】

図 3 A は半導体ウェハ上にデュアル・ダマシン構造を製造するために使用される多層 S F I L テンプレート 8 2 の上面図を示し、図 3 B は図 3 A に示された S F I L テンプレート 8 2 の側断面図を示している。S F I L テンプレート 8 2 はフィーチャ 8 4、金属フィーチャ 8 6、およびパイア・フィーチャ 8 8 を含むことができる。S F I L テンプレート 8 2 は、例えば図 2 A から 2 E を参照して前述した重合可能な流体として作用する絶縁材料と共に S F I L 工程で使用することができる。半導体ウェハ上に堆積された薄膜に当てられる場合、パイア・フィーチャ 8 8 を用いてパイア層、および金属フィーチャ 8 6 を用いて金属層を半導体ウェハの露出面上に S F I L テンプレート 8 2 を同時に形成するために、S F I L テンプレート 8 2 を使用することができる。S F I L 工程で S F I L テンプレート 8 2 を使用することによって、デバイス内に 2 つの層を形成するために必要なステップ数を大幅に低減できる。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、例えば S F I L テンプレート 6 2 または 8 2 のようなデュアル・ダマシン S F I L テンプレートの製造方法 1 0 0 の流れ図を示している。図 5 A は、本開示の教示により、例えば S F I L テンプレート 6 2 または 8 2 のような多層 S F I L テンプレートを製造するために使用される、マスク・パターン・ファイルに含まれる 設計データ 1 3 0 を示している。図 5 B から 5 E は、例えば S F I L テンプレート 6 2 または 8 2 のような S F I L テンプレートの、本開示による様々な製造段階での側断面図を示している。一般に、基板 1 4 2 上に形成された吸収層 1 4 4 と、吸収層 1 4 4 上に形成されたフォトレジスト層 1 4 6 とを含むフォトマスク・ブランク 1 4 0 を備えることができる。マスク・パターン・ファイルおよびリソグラフィ・システムを使用して、金属パターン 1 3 2 をフォトレジスト層 1 4 6 に結像することができる。レジスト層 1 4 6 の露出部分の現像が終わると、吸収層 1 4 4 の露出部分をエッチングすることができる。次いで、基板 1 4 2 をエッチングし、エッチング障壁膜として吸収層 1 4 4 を使用して、基板 1 4 2 内に金属パターン 1 3 2 を形成することができる。フォトレジスト 1 4 8 の別の層を吸収層 1 4 4 の表面上に堆積することができ、別のマスク・パターン・ファイルおよびリソグラフィ・システムを使用してフォトレジスト 1 4 8 にパイア・パターン 1 3 4 を結像するために、追加のトレンチを基板 1 4 2 内に形成することができる。この場合も、吸収層 1 4 4 内にパイア・パターン 1 3 4 を形成するため、レジスト層 1 4 8 の露出部分が現像され終わると、吸収層 1 4 4 の露出部分をエッチングすることができる。吸収層 1 4 4 の残存部分は、基板 1 4 2 の露出部分をエッチングすることによって基板 1 4 2 内にパイア・パターン 1 3 4 を形成するためのエッチング障壁膜として使用される。

【 0 0 3 1 】

方法 1 0 0 のステップ 1 0 1 で、マスク・パターン・ファイルに含まれる金属パター

ン 1 3 2 をリソグラフィ・システムによってフォトマスク・ブランク 1 4 0 のフォトレジスト層 1 4 6 へと結像することができる。マスク・パターン・ファイルに含まれるデュアル・ダマシ構造の金属層の例示的な金属パターン 1 3 2 が図 5 A に示されている。設計データ 1 3 0 を 1 つのマスク・パターン・ファイルに含めてもよく、または金属パターン 1 3 2 およびパイア・パターン 1 3 4 を別個のマスク・パターン・ファイルに含めてもよい。レーザ、電子ビーム、または X 線リソグラフィ・システムを使用して、所望のパターンをフォトマスク・ブランクのレジスト層へと写像することができる。一実施形態では、レーザ・リソグラフィ・システムは波長が約 3 6 4 ナノメートル (nm) の光線を発するアルゴン・イオン・レーザを使用する。代替実施形態では、レーザ・リソグラフィ・システムは約 1 5 0 nm から約 3 0 0 nm の波長で光線を発するレーザを使用する。別の実施形態では、2 5 KeV または 5 0 KeV の電子ビーム・リソグラフィ・システムは六ホウ化ランタン (lanthanum hexaboride) または熱電子放出源を使用する。さらに別の実施形態では、異なる電子ビーム・リソグラフィ・システムを使用してもよい。

【0032】

それに加えて、方法 1 0 0 のステップ 1 0 1 で、金属押パターン 1 3 2 を形成すべくレジスト層 1 4 6 を現像することができる。露出部分 (正のフォトレジスト) または非露出部分 (負のフォトレジスト) のいずれかを除去するアルカリ溶液でレジスト層 1 4 6 の露出部分を現像することによって、金属パターン 1 3 2 に対応する吸収層 1 4 4 の部分を露出することができる。現像液は水酸化テトラメチル・アンモニウム (TMAH) のような金属・イオンを含まない現像液でよい。別の実施形態では、適当などの現像液を使用してもよい。図 5 B はステップ 1 0 1 の完了後のフォトマスク・ブランク 1 4 0 を示している。

【0033】

前述のように、フォトマスク・ブランク 1 4 0 は基板 1 4 2、吸収層 1 4 4 の、およびフォトレジスト層 1 4 6 を含んでいてもよい。基板 1 4 2 は、水晶、合成水晶、熔融石英、フッ化マグネシウム (MgF_2)、およびフッ化カルシウム (CaF_2) のような透明材料、または他のいずれかの適当な材料のものでよい。吸収層 1 4 4 は、クロム、窒化クロム、銅、金属酸炭窒化物 (例えば $MoCN$ 、ただし M はクロム、コバルト、鉄、亜鉛、モリブデン、ニオブウム、タンタル、チタン、タンゲステン、アルミニウム、マグネシウムおよびシリコンからなる群から選択される) などの金属材料、または基板エッチング・ステップ中にエッチ・ストップが生ずる他のいずれかの適当な材料でよい。代替実施形態では、吸収層 1 4 4 をケイ化モリブデン ($MoSi$) から形成してもよい。レジスト層 1 4 6 はポリメチル・メタクリレート (PMMP) レジスト、ポリブタン - 1 - スルホン (PBS) レジスト、ポリクロロメチルスチレン (PCMS) レジスト、またはその他の適当な正または負のレジストでよい。

【0034】

方法 1 0 0 のステップ 1 0 2 で、吸収層 1 4 4 内に金属層パターン 1 3 2 を作製するため、吸収層 1 4 4 の露出部分をエッチングすることができる。一実施形態では、吸収層 1 4 4 は過塩化第 2 鉄 ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) エッチング、いずれかの塩化物 (Cl_2) を含むガス・エッチング、アクア・レジア・エッチング、または吸収層 1 4 4 用に使用される材料に応じてその他のいずれかの適当なエッチングを使用してエッチングしてもよい。残存のレジスト層 1 4 6 は、吸収層 1 4 4 をエッチングするために使用されるエッチング工程のエッチ・ストップをもたらす。

【0035】

方法 1 0 0 のステップ 1 0 3 で、基板 1 4 2 内に金属パターン 1 3 2 を作製するために基板 1 4 2 の露出部分をエッチングすることができる。一実施形態では、基板 1 4 2 は、緩衝酸素エッチング、水酸化カリウム (KOH) エッチング、またはその他の適当なエッチングを用いてエッチングすることができる。ある実施形態では、基板 1 4 2 内へのエッチング深さは約 5 0 0 nm であってよい。他の実施形態では、半導体ウェハ上に適切な金

属層をもたらすいずれかの適当な深さでよい。方法 100 のステップ 104 で、フォトレジスト層 146 の残存部分をフォトマスク・ブランク 140 から除去することができる。別の実施形態では、レジストは基板をエッチングする前に除去されてよい。図 5 C は、ステップ 104 の完了後のフォトマスク・ブランク 140 を示している。

【0036】

方法 100 のステップ 105 で、吸収層 144 の残存部分、および基板 142 内のエッチングされたトレンチ (1つまたは複数) 145 を覆うために、フォトマスク・ブランク 140 上に第 2 のフォトレジスト層 148 を形成することができる。一実施形態では、第 2 のレジスト層 148 は基本的に抵抗層 146 と同じ化合物でよい。別の実施形態では、第 2 のレジスト層 148 は、第 1 のレジスト層 146 を形成するために使用されたものと異なる化合物でよい。次いで、マスク・パターン・ファイルに含まれるバイア・パターン 134 をリソグラフィ・システムで第 2 のレジスト層 148 上に結像することができる。マスク・パターン・ファイルに含まれるデュアル・ダマシ構造のバイア層の例示的パターン 134 が図 5 A に示されている。方法 100 のステップ 106 で、露出部分 (正のフォトレジスト) または非露出部分 (負のフォトレジスト) のいずれかを除去する溶液でレジスト層 148 の露出部分を現像することによって、バイア・パターン 134 に対応する吸収層 144 の部分を露出することができる。

【0037】

方法 100 のステップ 107 で、バイア・パターン 134 に対応する基板 142 の部分を露出させるべく吸収層 144 の露出部分をエッチングすることができる。一実施形態では、バイア・パターン 134 を形成するために使用される吸収層エッチング工程は、金属パターン 132 を形成するために使用される吸収層エッチング工程と同様のものでよい。別の実施形態では、バイア・パターン 134 を形成するために使用される吸収層エッチング工程は、金属パターン 134 を形成するために使用される吸収層エッチング工程と異なるものでよい。図 5 D は、ステップ 107 の完了後のフォトマスク・ブランク 140 を示している。

【0038】

方法 100 のステップ 108 で、基板 142 内にバイア・パターン 134 を形成すべく基板 142 の露出部分をエッチングすることができる。一実施形態では、エッチング深さは約 500 nm でよい。別の実施形態では、エッチング深さは、半導体ウェハ上に適切なバイア層をもたらすいずれかの適当な深さでよい。ある実施形態では、第 1 と第 2 の基板エッチングはほぼ同じでよい。例えば、図 3 B に示されるように、フィーチャ 84 によって形成されるトレンチは、金属フィーチャ 86 によって形成されるトレンチの 2 倍の深さを有していてもよい。他の実施形態では、第 1 と第 2 の基板エッチングが異なっていて、第 1 のエッチングが第 2 のエッチングよりも深くなり、または第 2 のエッチングが第 1 のエッチングよりも深くなるようにしてもよい。方法 100 のステップ 109 で、第 2 のレジスト 148 の残存部分を剥離することができる。かつ方法 100 のステップ 110 で、吸収層 144 の残存部分を剥離することができる。その結果得られる図 5 E に示された基板 142 は、バイア・フィーチャ (via feature) 154 および金属フィーチャ (metal feature) 152 を含む SFI L テンプレート 150 を備えることができる。その結果得られる SFI L テンプレート 150 は、SFI L テンプレート 62 と同様の機能と特徴を有することができる。SFI L テンプレートを製造するための上記の工程は、デュアル・ダマシ構造に必要な位置合わせされた金属層とバイア層とを提供する。

【0039】

製造工程全体を通して他の SFI L ステップを使用することもできる。例えば、重合可能な流体から確実に分離できるように、SFI L テンプレート 62、82、および / またはテンプレート 150 の表面に剥離層を形成してもよい。剥離層はフルオロアルキルトリクロルシレン先駆物質またはその他の適当な化合物を含んでよい。

【0040】

デバイス内にデュアル・ダマシン・フィーチャを作製するために、例えばS F I Lテンプレート62、82、および/または150のようなS F I Lテンプレートを使用することは多くの利点をもたらすことができる。ある実施形態では、デバイス内に複数の層を同時に形成できるので、デバイスを形成するために必要なステップ数を大幅に減らすことができる。別の利点は、従来のデュアル・ダマシン方式の最も困難なステップのうちの幾つかを省くことができることである。加えて、S F I L工程の使用によって、第1の層と、接続される第2の層とが同時に形成されるので、デバイス内の位置合わせ誤差を低減できる。他の利点は、当業者には明らかであろう。

【0041】

上記の実施形態で示された本開示を詳細に説明したが、当業者には様々な変化形態が明らかであろう。例えば、様々な清浄および計測ステップを加えてもよい。加えて、あるステップを別の順序で実施してもよい。例えば、レジストを剥離した後に基板をエッチングしてもよい。特定のニーズに応じて材料、サイズおよび形状をも変更してもよい。添付の特許請求の範囲に示される本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく、様々な変更、置き換え、および代替が可能であることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1A】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1B】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1C】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1D】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1E】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1F】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1G】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1H】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1I】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図1J】先行技術の教示によるデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの、半導体ウェハの側断面図である。

【図2A】本開示の教示によるステップ・アンド・プリント式インプリント・リソグラフィ(S F I L)工程を使用したデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階での側断面図である。

【図2B】本開示の教示によるステップ・アンド・プリント式インプリント・リソグラフィ(S F I L)工程を使用したデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの側断面図である。

【図2C】本開示の教示によるステップ・アンド・プリント式インプリント・リソグラフィ(S F I L)工程を使用したデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの側断面図である。

【図2D】本開示の教示によるステップ・アンド・プリント式インプリント・リソグラフィ(S F I L)工程を使用したデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの側断面図である。

【図2E】本開示の教示によるステップ・アンド・プリント式インプリント・リソグラフィ

ィ (S F I L) 工程を使用したデュアル・ダマシン構造製造の様々な段階のひとつでの側断面図である。

【図 3 A】本開示の教示による半導体ウェハ上にデュアル・ダマシン構造を作製するための S F I L 工程と共に使用される S F I L テンプレートの上面図である。

【図 3 B】本開示の教示による、図 3 A の S F I L テンプレートの側断面図である。

【図 4】本開示の教示による多層 S F I L テンプレートの製造方法の流れ図である。

【図 5 A】本開示の教示による多層 S F I L テンプレートを製造するために使用されるマスク・パターン・ファイルに含まれる設計データの上面図である。

【図 5 B】本開示の教示による多層 S F I L テンプレート製造の様々な段階のひとつでの S F I L テンプレートの側断面図である。

【図 5 C】本開示の教示による多層 S F I L テンプレート製造の様々な段階のひとつでの S F I L テンプレートの側断面図である。

【図 5 D】本開示の教示による多層 S F I L テンプレート製造の様々な段階のひとつでの S F I L テンプレートの側断面図である。

【図 5 E】本開示の教示による多層 S F I L テンプレート製造の様々な段階のひとつでの S F I L テンプレートの側断面図である。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多層ステップ・アンド・フラッシュ式インプリント・リソグラフィ (S F I L) テンプレートの製造方法であって、

基板と吸収層と第 1 のレジスト層とを含むブランクを提供するステップと、

リソグラフィ・システムを使用して基板内に第 1 の深さでデュアル・ダマシン構造の金属層パターンを形成するステップと、

前記ブランクから前記第 1 のレジスト層を除去するステップと、

前記ブランク上に第 2 のレジスト層を加えるステップと、

リソグラフィ・システムを使用して、第 2 の深さで金属層パターンを形成すると同時に、第 1 の深さで前記デュアル・ダマシン構造のバイア層パターンを形成するステップとを含む方法。

【請求項 2】

前記金属層パターンを形成するためにリソグラフィ・システムを使用する工程が、

前記リソグラフィ・システムを使用して、前記吸収層の部分を露出させるべく前記第 1 のレジスト層内に前記金属層パターンを形成するステップと、

前記基板の部分を露出させるべく前記吸収層の前記露出部分をエッチングするステップと、

前記基板内に前記金属パターンを形成するべく前記基板の前記露出部分をエッチングするステップとを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記吸収層が、前記基板の前記部分のエッチング中にエッチ・ストップが生ずるように作用可能である請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記バイア層パターンを形成するためにリソグラフィ・システムを使用する工程が、

前記リソグラフィ・システムを使用して、前記吸収層の部分を露出させるべく前記第 2 レジスト層内の前記バイア層パターンを形成するステップと、

前記基板の部分を露出させるべく前記吸収層の前記露出部分をエッチングするステップと、

前記基板内に前記バイア・パターンを形成するべく前記基板の前記露出部分をエッチングするステップとを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記吸収層が、前記基板の前記部分のエッチング中にエッチ・ストップが生ずるように作用可能である請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 2 のレジスト層が、前記吸収層の前記露出部分のエッチング中にエッチ・ストップが生ずるように作用可能な請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記吸収層が、前記基板内への前記金属層パターンの形成中に第 1 のエッチ・ストップが生ずるように作用可能である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記吸収層が、前記基板内への前記バイア層パターンの形成中に第 2 のエッチ・ストップが生ずるように作用可能である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 2 の深さが前記第 1 の深さの約 2 倍である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 および第 2 の深さが約 10 nm と約 50 nm との間である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 および第 2 の深さが約 50 nm と約 100 nm との間である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 および第 2 の深さが約 100 nm と約 500 nm との間である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 1 および第 2 の深さが約 500 nm と約 2000 nm との間である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

多層ステップ・アンド・フラッシュ式インプリント・リソグラフィ (SFIIL) テンプレートの製造方法であって、

基板と、吸収層と、該吸収層の第 1 の部分を露出させるべく内部に形成された第 1 のパターンを含む第 1 のレジスト層とを含むブランクを提供するステップと、

前記基板の第 1 の部分を露出させるべく前記吸収層の前記露出された第 1 の部分をエッチングするステップと、

前記基板内に前記第 1 のパターンを形成するべく前記基板の前記露出された第 1 の部分をエッチングするステップとを含み、前記吸収層が、前記基板の前記第 1 の部分のエッチング中に第 1 のエッチ・ストップが生ずるように作用可能であり、

前記方法がさらに、前記第 2 のレジスト層を前記基板の前記エッチング部分、および前記吸収層の露出された第 1 の部分の上に堆積するステップと、

前記吸収層の第 2 の部分を露出させるべく前記第 2 のレジスト層内の第 2 のパターンを現像するステップと、

前記基板の第 2 の部分を露出させるべく前記吸収層の前記露出された第 2 の部分をエッチングするステップとを含み、前記基板の第 2 の部分が前記基板の前記第 1 の部分を含み、

前記方法がさらに、前記基板内に前記第 2 のパターンを形成するべく前記基板の前記露出された第 2 の部分をエッチングするステップを含み、前記吸収層が、前記基板の前記第 2 の部分のエッチング中に第 2 のエッチ・ストップが生ずるように作用可能であり、

前記方法がさらに多層 SFIIL テンプレートを形成するべく前記吸収層および前記第 2 のレジスト層を除去するステップを含む方法。

【請求項 15】

前記基板の前記第 1 の部分が第 1 の深さを有し、

前記基板の前記第 2 の部分が第 2 の深さを有し、前記第 1 の深さが前記第 2 の深さの約 2 倍である請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 1 のパターンがデュアル・ダマシン構造内の金属層に対応し、

前記第 2 のパターンが前記デュアル・ダマシン構造内のバイア層に対応する請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

前記吸収層が、クロム、窒化クロム、銅および金属酸炭窒化物からなる群から選択された材料を含む請求項 14 に記載の方法。

【請求項 18】

前記第 1 のレジスト層が、前記吸収層の前記第 1 の露出部分のエッチング中にエッチ・ストップが生ずるように作用可能な請求項 14 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第 2 のレジスト層が、前記吸収層の前記第 2 の露出部分のエッチング中にエッチ・ストップが生ずるように作用可能な請求項 14 に記載の方法。

【請求項 20】

多層 S F I L テンプレートであって、

基板と、

前記基板内に第 1 の深さで形成された第 1 のトレンチであり、S F I L 工程を使用した半導体ウェハ上のデュアル・ダマシン構造の金属層に対応するトレンチと、

前記基板内に第 2 の深さで形成された第 2 のトレンチであり、前記デュアル・ダマシン構造のバイア層に対応するトレンチとを備え、

前記第 1 および第 2 のトレンチが前記基板をエッチングし、かつエッチ・ストップとして吸収層を使用して前記基板内に形成されるテンプレート。

【請求項 21】

前記第 1 の深さが前記第 2 の深さの約 2 倍である請求項 20 に記載のテンプレート。

【請求項 22】

前記吸収層が、クロム、窒化クロム、および銅からなる群から選択された材料を含む請求項 20 に記載のテンプレート。

【請求項 23】

前記吸収が金属酸炭窒化物を含む請求項 20 に記載のテンプレート。

【請求項 24】

前記金属酸炭窒化物の金属成分が、クロム、コバルト、鉄、亜鉛、モリブデン、ニオブウム、タンタル、チタン、タングステン、アルミニウム、マグネシウムおよびシリコンからなる群から選択される請求項 23 に記載のテンプレート。

【請求項 25】

前記吸収層をエッチングし、かつエッチ・ストップとしてレジスト層を使用して前記基板内に形成される前記第 1 および第 2 のトレンチをさらに備える請求項 20 に記載のテンプレート。