

【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30年11月15日(2018.11.15)

【公開番号】特開2016-105461(P2016-105461A)

【公開日】平成28年6月9日(2016.6.9)

【年通号数】公開・登録公報2016-035

【出願番号】特願2015-199852(P2015-199852)

【国際特許分類】

H 01 L 21/3065 (2006.01)

H 01 L 21/306 (2006.01)

C 23 F 4/00 (2006.01)

H 05 H 1/46 (2006.01)

【F I】

H 01 L 21/302 104 C

H 01 L 21/306 F

C 23 F 4/00 A

H 05 H 1/46 L

H 05 H 1/46 M

【手続補正書】

【提出日】平成30年10月5日(2018.10.5)

【手続補正1】

【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】

スタック内の銅構造の下のバリア膜を開口する方法であって、

ドライプラズマ処理チャンバ内に前記スタックを配置する工程と、

パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程であって、

パルスH<sub>2</sub>含有ガスを供給する工程と、

パルスハロゲン含有ガスを供給する工程とを含み、

前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスおよび前記パルスハロゲン含有ガスは、異なる位相でパルス化され、前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスは、H<sub>2</sub>高流量期間を有し、前記パルスハロゲン含有ガスは、ハロゲン含有ガス高流量期間を有し、前記H<sub>2</sub>高流量期間は、前記ハロゲン含有ガス高流量期間よりも長い工程と、

前記パルスガスをプラズマ化する工程と、

前記銅構造および前記バリア膜を前記プラズマに暴露させて、前記プラズマが前記バリア膜をエッチングする工程と

を備える方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、前記パルスガスをプラズマ化する工程は、

前記パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定なRF電力信号を供給する工程と、

前記パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定なバイアス電力を供給する工程と

を含む方法。

【請求項3】

請求項 2 に記載の方法であって、さらに、前記パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定流量の不活性搬送ガスを備える方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法であって、前記パルスハロゲン含有ガスは、HBr、BCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、または、NF<sub>3</sub>の内の少なくとも 1 つを含む、方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法であって、前記H<sub>2</sub>高流量期間と前記ハロゲン含有ガス高流量期間との比は、2 : 1 から 20 : 1 の間（境界も含む）である方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法であって、前記H<sub>2</sub>含有ガスおよびハロゲン含有ガスは、完全に逆位相でパルス化される方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、さらに、前記パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定流量の不活性搬送ガスを備える方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の方法であって、前記バリア膜は、Co、Ru、Ta、Ti、TaN、または、TiN の内の少なくとも 1 つを含む、方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の方法であって、前記パルスガスをプラズマ化する工程は、

前記パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、パルス化されたRF電力信号を供給する工程と、

前記パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、パルス化されたバイアス電力を供給する工程と

を含む方法。

【請求項 10】

スタック内の銅構造の下のCo、Ru、Ta、Ti、TaN、または、TiN の内の少なくとも 1 つを含むバリア膜を開口する方法であって、

ドライプラズマ処理チャンバ内に前記スタックを配置する工程と、

一定流量の不活性搬送ガスを供給する工程と、

パルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程であって、

パルスH<sub>2</sub>含有ガスを供給する工程と、

HBr、BCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、または、NF<sub>3</sub>の内の少なくとも 1 つを含むパルスハロゲン含有ガスを供給する工程とを含み、

前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスおよび前記パルスハロゲン含有ガスは、異なる位相でパルス化され、前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスは、H<sub>2</sub>高流量期間を有し、前記パルスハロゲン含有ガスは、ハロゲン含有ガス高流量期間を有し、前記H<sub>2</sub>高流量期間と前記ハロゲン含有ガス高流量期間との比は、2 : 1 から 20 : 1 の間（境界も含む）である工程と、

前記一定流量のおよびガスパルスガスをプラズマ化する工程であって、

前記一定流量のガスおよびパルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、200 から 1000 ワットの間のRF電力信号を供給する工程と、

前記一定流量のガスおよびパルスガスを前記ドライプラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、50 から 500 ボルトの間のバイアス電力を供給する工程とを含む工程と、

前記銅構造および前記バリア膜を前記プラズマに暴露させて、前記プラズマが前記バリア膜をエッティングする工程と

を備える方法。

【請求項 11】

銅構造の下のバリア膜を開口する方法であって、少なくとも 1 サイクルのウェット処理およびドライ処理を提供する工程を備え、各サイクルは、

前記銅構造の下の前記バリア膜のウェット処理を提供する工程と、

前記銅構造の下の前記バリア膜のドライプラズマパッタリングを提供する工程と

前記ウェット処理および前記ドライ処理を提供する工程の後に、ドライハロゲン含有エッティングを提供する工程と、

を連続的に含み、

前記ドライハロゲン含有エッティングは、

連続的な不活性ガスを供給する工程と、

パルスH<sub>2</sub>ガスを供給する工程と、

前記パルスH<sub>2</sub>ガスと異なる位相で、パルスハロゲン含有ガスを供給する工程と、

残りのバリア膜をエッティングするプラズマを形成する工程と

を含み、

前記サイクルは、少なくとも3回繰り返され、

前記ウェット処理を提供する工程は、酸、緩衝剤、または、キレート剤の浴、もしくは、アセチルアセトン、ヘキサフルオロアセチルアセトン、または、過酸化水素の内の少なくとも1つを含む浴を供給し、

前記バリア膜は、Co、Ru、Ta、Ti、TaN、または、TiNの内の少なくとも1つを含む、方法。

#### 【請求項12】

請求項11に記載の方法であって、さらに、

前記ウェット処理およびドライ処理を提供する工程の後かつ残りのバリア膜の前記ドライハロゲン含有エッティングの前に、前記銅構造に対して炭素、SiN、または、アルミニウムの蒸着を提供する工程を備える方法。

#### 【請求項13】

請求項11に記載の方法であって、前記ドライハロゲン含有エッティングを提供する工程は、

H<sub>2</sub>およびハロゲンを含むエッティングガスを供給する工程と、

前記エッティングガスをプラズマ化する工程と

を含む方法。

#### 【請求項14】

請求項11に記載の方法であって、前記ドライプラズマスパッタリングは、ハロゲンを用いない方法。

#### 【請求項15】

請求項11に記載の方法であって、前記ドライプラズマスパッタリングは、Cu腐食を引き起こさないような低いハロゲン含有量を有する方法。

#### 【請求項16】

請求項11に記載の方法であって、さらに、50から400ボルトのバイアスを供給する工程を備え、前記プラズマを形成する工程は、200から1000ワットのRF電力を供給する工程を含む方法。

#### 【請求項17】

銅構造の下のバリア膜を開口する方法であって、少なくとも1サイクルを含むウェットおよびドライ処理を提供する工程を備え、各サイクルは、

前記銅構造の下の前記バリア膜のウェット処理を提供する工程と、

前記銅構造の下の前記バリア膜のドライプラズマスパッタリングを提供する工程と

前記ウェット処理および前記ドライ処理を提供する工程の後に、ドライハロゲン含有エッティングを提供する工程と、

を連続的に含み、

前記ドライハロゲン含有エッティングは、

連続的な不活性ガスを供給する工程と、

パルスH<sub>2</sub>ガスを供給する工程と、

前記パルスH<sub>2</sub>ガスと異なる位相で、パルスハロゲン含有ガスを供給する工程と、

残りのバリア膜をエッティングするプラズマを形成する工程と

を含む方法。

**【請求項 18】**

請求項 17に記載の方法であって、さらに、

前記ウェットおよびドライ処理を提供する工程の後かつ残りのバリア膜の前記ドライハロゲン含有エッチングの前に、前記銅構造に対して炭素、SiN、または、アルミニウムの蒸着を提供する工程を備える方法。

**【請求項 19】**

請求項 17に記載の方法であって、前記ドライハロゲン含有エッチングを提供する工程は、

H<sub>2</sub>およびハロゲンを含むエッチングガスを供給する工程と、

前記エッチングガスをプラズマ化する工程と  
を含む方法。

**【請求項 20】**

請求項 17に記載の方法であって、前記ドライプラズマスパッタリングは、ハロゲンを用いない方法。

**【請求項 21】**

請求項 17に記載の方法であって、前記ドライプラズマスパッタリングは、Cu腐食を引き起こさないような低いハロゲン含有量を有する方法。

**【請求項 22】**

請求項 17に記載の方法であって、さらに、50から400ボルトのバイアスを供給する工程を備え、前記プラズマを形成する工程は、200から1000ワットのRF電力を供給する工程を含む方法。

**【手続補正 2】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

**【0045】**

以上、いくつかの好ましい実施形態を参照しつつ本発明について説明したが、本発明の範囲内で、様々な代替物、置換物、および等価物が存在する。また、本発明の方法および装置を実施する他の態様が数多く存在することにも注意されたい。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内に含まれる代替物、置換物、および等価物の全てを網羅するものとして解釈される。例えば、本発明は、以下の適用例として実施可能である。

[適用例 1] スタック内の銅構造の下のバリア膜を開口する方法であって、

ドライプラズマ処理チャンバ内に前記スタックを配置する工程と、

パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程であって、

パルスH<sub>2</sub>含有ガスを供給する工程と、

パルスハロゲン含有ガスを供給する工程とを含み、

前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスおよび前記パルスハロゲン含有ガスは、異なる位相でパルス化され、前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスは、H<sub>2</sub>高流量期間を有し、前記パルスハロゲン含有ガスは、ハロゲン含有ガス高流量期間を有し、前記H<sub>2</sub>高流量期間は、前記ハロゲン含有ガス高流量期間よりも長い工程と、

前記パルスガスをプラズマ化する工程と、

前記銅構造および前記バリア膜を前記プラズマに暴露させて、前記プラズマが前記バリア膜をエッチングする工程と

を備える方法。

[適用例 2] 適用例 1 に記載の方法であって、前記パルスガスをプラズマ化する工程は、  
前記パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定なRF電力信号を供給する工程と、

前記パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定なバイアス電

力を供給する工程と  
を含む方法。

[適用例3] 適用例2に記載の方法であって、さらに、前記パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定流量の不活性搬送ガスを備える方法。

[適用例4] 適用例3に記載の方法であって、前記ハロゲン含有ガスは、HBr、BCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、または、NF<sub>3</sub>の内の少なくとも1つを含む、方法。

[適用例5] 適用例1に記載の方法であって、前記H<sub>2</sub>高流量期間と前記ハロゲン含有ガス高流量期間との比は、2:1から20:1の間（境界も含む）である方法。

[適用例6] 適用例5に記載の方法であって、前記H<sub>2</sub>含有ガスおよびハロゲン含有ガスは、完全に逆位相でパルス化される方法。

[適用例7] 適用例1に記載の方法であって、さらに、前記パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、一定流量の不活性搬送ガスを備える方法。

[適用例8] 適用例1に記載の方法であって、前記バリア膜は、Co、Ru、Ta、Ti、TaN、または、TiNの内の少なくとも1つを含む、方法。

[適用例9] 適用例1に記載の方法であって、前記パルスガスをプラズマ化する工程は、前記パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、パルス化されたRF電力信号を供給する工程と、

前記パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、パルス化されたバイアス電力を供給する工程と  
を含む方法。

[適用例10] スタック内の銅構造の下のCo、Ru、Ta、Ti、TaN、または、TiNの内の少なくとも1つを含むバリア膜を開口する方法であって、ドライプラズマ処理チャンバ内に前記スタックを配置する工程と、一定流量の不活性搬送ガスを供給する工程と、

パルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程であって、パルスH<sub>2</sub>含有ガスを供給する工程と、

HBr、BCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、または、NF<sub>3</sub>の内の少なくとも1つを含むパルスハロゲン含有ガスを供給する工程とを含み、

前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスおよび前記パルスハロゲン含有ガスは、異なる位相でパルス化され、前記パルスH<sub>2</sub>含有ガスは、H<sub>2</sub>高流量期間を有し、前記パルスハロゲン含有ガスは、ハロゲン含有ガス高流量期間を有し、前記H<sub>2</sub>高流量期間と前記ハロゲン含有ガス高流量期間との比は、2:1から20:1の間（境界も含む）である工程と、

前記一定流量のおよびガスパルスガスをプラズマ化する工程であって、

前記一定流量のガスおよびパルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、200から1000ワットの間のRF電力信号を供給する工程と、

前記一定流量のガスおよびパルスガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給する工程中に、50から500ボルトの間のバイアス電力を供給する工程とを含む工程と、

前記銅構造および前記バリア膜を前記プラズマに暴露させて、前記プラズマが前記バリア膜をエッティングする工程と  
を備える方法。

[適用例11] 銅構造の下のバリア膜を開口する方法であって、少なくとも1サイクルを含むウェットおよびドライ処理を提供する工程を備え、各サイクルは、

前記銅構造の下の前記バリア膜のウェット処理を提供する工程と、

前記銅構造の下の前記バリア膜のドライプラズマスパッタリングを提供する工程と  
を連続的に含む方法。

[適用例12] 適用例11に記載の方法であって、前記サイクルは、少なくとも3回繰り返される方法。

[適用例13] 適用例12に記載の方法であって、ウェット処理を提供する工程は、酸、緩衝剤、または、キレート剤の浴、もしくは、アセチルアセトン、ヘキサフルオロアセチルアセトン、または、過酸化水素の内の少なくとも1つを含む浴を供給する方法。

[適用例14] 適用例13に記載の方法であって、前記バリア膜は、Co、Ru、Ta、Ti、TaN、または、TiNの内の少なくとも1つを含む、方法。

[適用例15] 適用例14に記載の方法であって、さらに、前記ウェットおよびドライ処理を提供する工程の後に、ドライハロゲン含有エッチングを提供する工程を備える方法。

[適用例16] 適用例15に記載の方法であって、さらに、

前記ウェットおよびドライ処理を提供する工程の後かつ残りのバリア膜の前記ドライハロゲン含有エッチングの前に、前記銅構造に対して炭素、SiN、または、アルミニウムの蒸着を提供する工程を備える方法。

[適用例17] 適用例16に記載の方法であって、前記ハロゲン含有エッチングを提供する工程は、

H<sub>2</sub>およびハロゲンを含むエッチングガスを供給する工程と、

前記エッチングガスをプラズマ化する工程と

を含む方法。

[適用例18] 適用例17に記載の方法であって、前記ドライプラズマパッタリングは、ハロゲンを用いない方法。

[適用例19] 適用例17に記載の方法であって、前記ドライプラズマパッタリングは、Cu腐食を引き起こさないような低いハロゲン含有量を有する方法。

[適用例20] 適用例15に記載の方法であって、前記ドライハロゲン含有エッチングは、

連続的な不活性ガスを供給する工程と、

パルスH<sub>2</sub>ガスを供給する工程と、

前記パルスH<sub>2</sub>ガスと異なる位相で、パルスハロゲン含有ガスを供給する工程と、

残りのバリア膜をエッチングするプラズマを形成する工程と  
を含む方法。

[適用例21] 適用例20に記載の方法であって、さらに、50から400ボルトのバイアスを供給する工程を備え、前記プラズマを形成する工程は、200から1000ワットのRF電力を供給する工程を含む方法。

[適用例22] 適用例11に記載の方法であって、さらに、前記ウェットおよびドライ処理を提供する工程の後に、ドライハロゲン含有エッチングを提供する工程を備える方法。

[適用例23] 適用例22に記載の方法であって、さらに、

前記ウェットおよびドライ処理を提供する工程の後かつ残りのバリア膜の前記ドライハロゲン含有エッチングの前に、前記銅構造に対して炭素、SiN、または、アルミニウムの蒸着を提供する工程を備える方法。

[適用例24] 適用例23に記載の方法であって、前記ハロゲン含有エッチングを提供する工程は、

H<sub>2</sub>およびハロゲンを含むエッチングガスを供給する工程と、

前記エッチングガスをプラズマ化する工程と

を含む方法。

[適用例25] 適用例24に記載の方法であって、前記ドライプラズマパッタリングは、ハロゲンを用いない方法。

[適用例26] 適用例24に記載の方法であって、前記ドライプラズマパッタリングは、Cu腐食を引き起こさないような低いハロゲン含有量を有する方法。

[適用例27] 適用例22に記載の方法であって、前記ドライハロゲン含有エッチングは、

連続的な不活性ガスを供給する工程と、

パルスH<sub>2</sub>ガスを供給する工程と、

前記パルスH<sub>2</sub>ガスと異なる位相で、パルスハロゲン含有ガスを供給する工程と、

残りのバリア膜をエッチングするプラズマを形成する工程と  
を含む方法。

[適用例28] 適用例27に記載の方法であって、さらに、50から400ボルトのバイ

アスを供給する工程を備え、前記プラズマを形成する工程は、200から1000ワットのRF電力を供給する工程を含む方法。

[適用例29] 銅構造の下のCo、Ru、Ta、Ti、TaN、または、TiNの内の少なくとも1つを含むバリア膜を開口する方法であって、

少なくとも3サイクルを含むウェットおよびドライ処理を提供する工程を備え、各サイクルは、

酸、緩衝剤、または、キレート剤の浴、もしくは、アセチルアセトン、ヘキサフルオロアセチルアセトン、または、過酸化水素の内の少なくとも1つを含む浴を供給することにより、前記銅構造の下の前記バリア膜のウェット処理を提供する工程と、

前記銅構造の下の前記バリア膜のドライプラズマスパッタリングを提供する工程と、

前記ウェットおよびドライ処理を提供する工程の後に、前記銅構造に対して炭素の蒸着を提供する工程と、

前記炭素の蒸着を供給する工程の後に、ドライハロゲン含有エッチングを提供する工程と

を連続的に含む方法。