

請求の範囲

- [請求項1] (a) 表面に導電性の金属元素含有膜が露出した基板を、第1温度下で処理室内へ搬入する工程と、
- (b) 前記処理室内において、前記基板を前記第1温度よりも高い第2温度まで昇温させつつ、前記基板に対して還元ガスを供給する工程と、
- (c) 前記処理室内において、前記第2温度下で、前記基板に対して酸化ガス非含有の第1処理ガスを供給することで、前記金属元素含有膜上に、シリコンと、窒素および炭素のうち少なくともいずれかと、を含み酸素非含有の第1膜を形成する工程と、
- (d) 前記処理室内において、前記第1温度よりも高い第3温度下で、前記基板に対して酸化ガスを含む第2処理ガスを供給することで、前記第1膜上に、シリコン、酸素、炭素、および窒素を含む第2膜を前記第1膜よりも厚く形成する工程と、
- を有する半導体装置の製造方法。
- [請求項2] 前記第1温度を室温以上200℃以下とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項3] 前記第1温度を室温以上150℃以下とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項4] 前記還元ガスとして、水素ガスおよび重水素ガスのうち少なくともいずれかを用いる請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項5] (b)では、前記還元ガス雰囲気下での前記昇温により前記金属元素含有膜の表面に形成された自然酸化膜を除去する請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項6] (b)では、自然酸化膜を除去した後の前記金属元素含有膜の表面の酸化を防止する請求項5に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項7] 前記第2温度を500℃以上800℃以下とする請求項6に記載の半導体装置の製造方法。

- [請求項8] 前記第2温度を600℃以上700℃以下とする請求項6に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項9] 前記第1膜は、シリコン窒化膜、シリコン炭化膜、およびシリコン炭窒化膜のうち少なくともいずれかを含む請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項10] 前記第1膜の厚さを0.16nm以上1nm以下とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項11] 前記第1膜の厚さを0.16nm以上0.48nm以下とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項12] 前記第1膜の厚さを0.16nm以上0.32nm以下とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項13] 前記第1処理ガスは、シリコン源となるガスまたはシリコン源および炭素源となるガスと、窒素源および炭素源のうち少なくともいずれかとなるガスと、を含み、(c)では、それぞれのガスを供給するサイクルを1回以上3回以下行う請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項14] 前記第1処理ガスは、シリコン源となるガスまたはシリコン源および炭素源となるガスと、窒素源および炭素源のうち少なくともいずれかとなるガスと、を含み、(c)では、それぞれのガスを前記基板に対して間欠的に供給し、
前記第2処理ガスは、シリコン源となるガスまたはシリコン源および炭素源となるガスと、窒素源および炭素源のうち少なくともいずれかとなるガスと、酸素源となるガスと、を含み、(d)では、それぞれのガスを前記基板に対して間欠的かつ非同時に供給する請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項15] (d)では、(c)において形成した前記第1膜を、(d)を行う前の前記第1膜よりも誘電率が低い膜に改質させる請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

- [請求項16] (c) では、前記第1膜としてシリコン炭窒化膜を形成し、
 (d) では、前記第2膜としてシリコン酸炭窒化膜を形成すると共に、前記第1膜をシリコン炭窒化膜からシリコン酸炭窒化膜へ改質させる請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項17] 前記第1処理ガスは、シリコン源となるガスと、炭素源となるガスと、窒素源となるガスと、を含み、(c) では、それぞれのガスを前記基板に対して間欠的に供給し、
 前記第2処理ガスは、前記シリコン源となるガスと、前記炭素源となるガスと、前記窒素源となるガスと、酸素源となるガスと、を含み、(d) では、それぞれのガスを前記基板に対して間欠的かつ非同時に供給する請求項16に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項18] 前記第2温度と前記第3温度とを同一温度とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項19] 基板が処理される処理室と、
 前記処理室内の基板を加熱するヒータと、
 前記処理室内の前記基板に対して還元ガスを供給する還元ガス供給系と、
 前記処理室内の前記基板に対して酸化ガス非含有の第1処理ガスを供給する第1処理ガス供給系と、
 前記処理室内の前記基板に対して酸化ガスを含む第2処理ガスを供給する第2処理ガス供給系と、
 前記基板を前記処理室内へ搬送する搬送系と、
 (a) 表面に導電性の金属元素含有膜が露出した基板を、第1温度下で前記処理室内へ搬入する処理と、(b) 前記処理室内において、前記基板を前記第1温度よりも高い第2温度まで昇温させつつ、前記基板に対して前記還元ガスを供給する処理と、(c) 前記処理室内において、前記第2温度下で、前記基板に対して前記第1処理ガスを供給することで、前記金属元素含有膜上に、シリコンと、窒素および炭

素のうち少なくともいずれかと、を含み酸素非含有の第1膜を形成する処理と、(d)前記処理室内において、前記第1温度よりも高い第3温度下で、前記基板に対して前記第2処理ガスを供給することで、前記第1膜上に、シリコン、酸素、炭素、および窒素を含む第2膜を前記第1膜よりも厚く形成する処理と、を行わせるように、前記ヒータ、前記還元ガス供給系、前記第1処理ガス供給系、前記第2処理ガス供給系、および前記搬送系を制御することが可能なよう構成される制御部と、

を有する基板処理装置。

[請求項20]

(a)表面に導電性の金属元素含有膜が露出した基板を、第1温度下で基板処理装置の処理室内へ搬入する手順と、

(b)前記処理室内において、前記基板を前記第1温度よりも高い第2温度まで昇温させつつ、前記基板に対して還元ガスを供給する手順と、

(c)前記処理室内において、前記第2温度下で、前記基板に対して酸化ガス非含有の第1処理ガスを供給することで、前記金属元素含有膜上に、シリコンと、窒素および炭素のうち少なくともいずれかと、を含み酸素非含有の第1膜を形成する手順と、

(d)前記処理室内において、前記第1温度よりも高い第3温度下で、前記基板に対して酸化ガスを含む第2処理ガスを供給することで、前記第1膜上に、シリコン、酸素、炭素、および窒素を含む第2膜を前記第1膜よりも厚く形成する手順と、

をコンピュータによって前記基板処理装置に実行させるプログラム

。