

請求の範囲

- [請求項1] 被処理体の表面に形成された、M－O結合エネルギーが5 e V以上の金属又は前記金属の酸化物を含む被エッチング膜に、 β －ジケトン及び二酸化窒素を反応させて、プラズマ状態を伴わずにエッチングすることを特徴とするドライエッチング方法。
- [請求項2] 前記M－O結合エネルギーが5 e V以上の金属又は前記金属の酸化物は、ハフニウム酸化物、ジルコニウム酸化物、チタン酸化物、アルミニウム酸化物、ハフニウム金属、ジルコニウム金属、チタン金属、及び、アルミニウム金属からなる群から選択される少なくとも1種である請求項1に記載のドライエッチング方法。
- [請求項3] 前記被エッチング膜は、ハフニウム酸化物膜、ジルコニウム酸化物膜、チタン酸化物膜、アルミニウム酸化物膜、ハフニウム金属膜、ジルコニウム金属膜、チタン金属膜、及び、アルミニウム金属膜からなる群から選択される少なくとも1種の膜である請求項1又は2に記載のドライエッチング方法。
- [請求項4] 前記 β －ジケトンが、ヘキサフルオロアセチルアセトン又はトリフルオロアセチルアセトンである、請求項1～3のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。
- [請求項5] 前記 β －ジケトン及び前記二酸化窒素を含むエッチングガスAを前記被エッチング膜と接触させる請求項1～4のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。
- [請求項6] 前記エッチングガスAを前記被エッチング膜と接触させる際の前記被エッチング膜の温度が、250℃以上375℃以下である、請求項5に記載のドライエッチング方法。
- [請求項7] 前記エッチングガスAにおける前記 β －ジケトンと前記二酸化窒素の体積比は、 β －ジケトン：二酸化窒素＝10：0.001以上100以下である、請求項5～6のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。

- [請求項8] 前記エッチングガスAにおける前記 β -ジケトンと前記二酸化窒素の体積比は、 β -ジケトン：二酸化窒素＝10：0.01以上10以下である、請求項7に記載のドライエッチング方法。
- [請求項9] 前記被エッチング膜に、前記エッチングガスAを接触させる際、前記被エッチング膜が形成された被処理体が置かれる処理容器内の圧力が、0.1kPa以上101.3kPa以下の圧力範囲である、請求項5～8のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。
- [請求項10] 前記被エッチング膜が、酸化ハフニウム (HfO_x (x は1以上3以下))、酸化ジルコニウム (ZrO_u (u は1以上3以下))、酸化アルミニウム (AlO_v (v は1以上2以下))、及び酸化チタン (TiO_w (w は1以上3以下)) からなる群から選択される少なくとも1種からなる膜であり、
前記 β -ジケトンが、ヘキサフルオロアセチルアセトンであり、
前記 β -ジケトン及び前記二酸化窒素を前記被エッチング膜に接触させる際の前記被エッチング膜の温度が、250℃以上375℃以下であり、
前記エッチングガスAにおける β -ジケトンと二酸化窒素の体積比は、 β -ジケトン：二酸化窒素＝10：0.001以上100以下であり、
前記被エッチング膜に、前記エッチングガスAを接触させる際、前記被エッチング膜が形成された被処理体が置かれる処理容器内の圧力が、0.1kPa以上101.3kPa以下の圧力範囲であり、
前記被エッチング膜のエッチング速度が0.1nm/分以上である、請求項5に記載のドライエッチング方法。
- [請求項11] 前記エッチングガスAは、 N_2 、Ar、He、Ne及びKrからなる群より選ばれる少なくとも1種の不活性ガスをさらに含む、請求項5～10のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。
- [請求項12] 前記エッチングガスA中の不活性ガスの含有率は、1体積%以上90

- 体積％以下である、請求項 1 1 に記載のドライエッチング方法。
- [請求項13] 前記エッチングガス A 中の不活性ガスの含有率は、30 体積％以上 50 体積％以下である、請求項 1 1 に記載のドライエッチング方法。
- [請求項14] 前記二酸化窒素を含むエッチングガス B を前記被エッチング膜と接触させる第 1 のエッチング工程と、
前記 β -ジケトンを含むエッチングガス C を前記被エッチング膜と接触させる第 2 のエッチング工程とを備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のドライエッチング方法。
- [請求項15] 前記第 1 のエッチング工程と前記第 2 のエッチング工程とを複数サイクル繰り返し行う請求項 1 4 に記載のドライエッチング方法。
- [請求項16] 前記エッチングガス B を前記被エッチング膜と接触させる際の前記被エッチング膜の温度、及び、前記エッチングガス C を前記被エッチング膜と接触させる際の前記被エッチング膜の温度が、250℃以上 375℃以下である、請求項 1 4 又は 1 5 に記載のドライエッチング方法。
- [請求項17] 前記被エッチング膜に前記エッチングガス B を接触させる際、及び、前記被エッチング膜に前記エッチングガス C を接触させる際、前記被エッチング膜が形成された被処理体が置かれる処理容器内の圧力が、0.1 kPa 以上 101.3 kPa 以下の圧力範囲である、請求項 1 4 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載のドライエッチング方法。
- [請求項18] 被エッチング膜が、酸化ハフニウム (HfO_x (x は 1 以上 3 以下))、酸化ジルコニウム (ZrO_u (u は 1 以上 3 以下))、酸化アルミニウム (AlO_v (v は 1 以上 2 以下))、及び酸化チタン (TiO_w (w は 1 以上 3 以下)) からなる群から選択される少なくとも 1 種からなる膜であり、
前記 β -ジケトンが、ヘキサフルオロアセチルアセトンであり、
前記エッチングガス B を前記被エッチング膜と接触させる際の前記被エッチング膜の温度、及び、前記エッチングガス C を前記被エッチン

グ膜と接触させる際の前記被エッチング膜の温度が、 250°C 以上 375°C 以下であり、

前記被エッチング膜に前記エッチングガスBを接触させる際、及び、前記被エッチング膜に前記エッチングガスCを接触させる際、前記被エッチング膜が形成された被処理体が置かれる処理容器内の圧力が、 0.1 kPa 以上 101.3 kPa 以下の圧力範囲である、請求項14に記載のドライエッチング方法。

[請求項19] 前記エッチングガスB及び前記エッチングガスCは、 N_2 、Ar、He、Ne及びKrからなる群より選ばれる少なくとも1種の不活性ガスをさらに含む、請求項14～18のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。

[請求項20] 前記エッチングガスB及び前記エッチングガスC中の不活性ガスの含有率は、1体積%以上90体積%以下である、請求項19に記載のドライエッチング方法。

[請求項21] 前記エッチングガスB及び前記エッチングガスC中の不活性ガスの含有率は、30体積%以上50体積%以下である、請求項20に記載のドライエッチング方法。

[請求項22] 基板上のM-O結合エネルギーが 5 eV 以上の金属又は前記金属の酸化物を含む被エッチング膜に、 β -ジケトン及び二酸化窒素を反応させて、プラズマ状態を伴わずにエッチングする工程を備えることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

[請求項23] 前記被エッチング膜は、ハフニウム酸化物膜、ジルコニウム酸化物膜、チタン酸化物膜、アルミニウム酸化物膜、ハフニウム金属膜、ジルコニウム金属膜、チタン金属膜、及び、アルミニウム金属膜からなる群から選択される少なくとも1種の膜である請求項22に記載の半導体デバイスの製造方法。

[請求項24] 加熱可能な処理容器内に設けられ、M-O結合エネルギーが 5 eV 以上の金属又は前記金属の酸化物を含む被エッチング膜が表面に形成さ

れた被処理体を載置する載置部と、
 β -ジケトンを前記被処理体に供給する β -ジケトン供給部と、
二酸化窒素を前記被処理体に供給する二酸化窒素ガス供給部と、
を備えることを特徴とするエッチング装置。

[請求項25] 不活性ガスを前記被処理体に供給する不活性ガス供給部を、さらに備えることを特徴とする請求項24に記載のエッチング装置。

[請求項26] 前記被エッチング膜は、ハフニウム酸化物膜、ジルコニウム酸化物膜、チタン酸化物膜、アルミニウム酸化物膜、ハフニウム金属膜、ジルコニウム金属膜、チタン金属膜、及び、アルミニウム金属膜からなる群から選択される少なくとも1種の膜である請求項24又は25に記載のエッチング装置。