

【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3部門第4区分
 【発行日】令和6年12月2日(2024.12.2)

【国際公開番号】WO2022/125820
 【公表番号】特表2023-552983(P2023-552983A)
 【公表日】令和5年12月20日(2023.12.20)
 【年通号数】公開公報(特許)2023-239
 【出願番号】特願2023-533612(P2023-533612)
 【国際特許分類】
 C 2 3 C 1 6 / 3 4 (2 0 0 6 . 0 1)
 【 F I 】
 C 2 3 C 1 6 / 3 4

10

【手続補正書】
 【提出日】令和6年11月22日(2024.11.22)
 【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

20

【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項1】

周期的蒸着プロセスにより窒化チタン(TiN)を含む薄膜を形成する方法であって、前記方法が、

各回において所定のTi前駆体流量でのTi前駆体への曝露及び所定のN前駆体流量でのN前駆体への曝露を含む1回以上の周期的蒸着サイクルに半導体基板を曝露することによって、前記半導体基板上にTiN薄膜を形成することを含み、

前記N前駆体流量と前記Ti前駆体流量の比(N/Ti流量比)が3より大きく、かつ

30

前記方法が、前記TiN薄膜のX線スペクトルにおけるTiNの(111)結晶方位に対応するX線回折ピークのピーク高さ又強度とTiNの(200)結晶方位に対応するX線回折ピークのピーク高さ又強度の比が0.4より大きくなるような結晶組織を有するTiN薄膜を形成する、方法。

【請求項2】

前記N/Ti流量比が3~100である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記方法では、前記N/Ti流量比が大きくなると、前記TiN薄膜の厚さが低減する、請求項2に記載の方法。

40

【請求項4】

前記方法では、前記N/Ti流量比が大きくなると、前記TiN薄膜の抵抗率が小さくなる、請求項3に記載の方法。

【請求項5】

前記方法では、前記N/Ti流量比が大きくなると、前記TiN薄膜のヤング率が大きくなる、請求項3に記載の方法。

【請求項6】

前記ヤング率が大きくなることは、前記ヤング率が150GPaを超える値に大きくなることを含む、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記方法では、前記N/Ti流量比が大きくなると、前記TiN薄膜の硬度が増す、請

50

求項 3 に記載の方法。

【請求項 8】

前記硬度が増すことは、前記硬度が 6 G P a を超える値に増すことを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記方法では、前記 N / T i 流量比が大きくなると、前記 T i N 薄膜の塩素濃度が低減する、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 10】

前記方法では、堆積圧力を低下させると、T i N の (1 1 1) 結晶方位に対応する X 線回折ピークのピーク高さ又強度と T i N の (2 0 0) 結晶方位に対応する X 線回折ピークのピーク高さ又強度の比が大きくなる、請求項 3 の記載の方法。 10

【請求項 11】

前記 N 前駆体流量が 5 0 0 ~ 1 0 0 0 0 s c c m である、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 12】

前記 T i 前駆体流量が 1 0 0 ~ 5 0 0 0 s c c m である、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 13】

周期的蒸着プロセスにより窒化チタン (T i N) を含む薄膜を形成する方法であって、前記方法が、

各回において所定の T i 前駆体流量での T i 前駆体への曝露及び所定の N 前駆体流量での N 前駆体への曝露を含む 1 回以上の周期的蒸着サイクルに半導体基板を曝露することによって、前記半導体基板上に T i N 薄膜を形成することを含み、 20

前記 N 前駆体流量が 5 0 0 s c c m より大きく、かつ、

前記方法が、前記 T i N 薄膜の X 線スペクトルにおける T i N の (1 1 1) 結晶方位に対応する X 線回折ピークのピーク高さ又強度と T i N の (2 0 0) 結晶方位に対応する X 線回折ピークのピーク高さ又強度の比が 0 . 4 より大きくなるような結晶組織を有する T i N 薄膜を形成する、方法。

【請求項 14】

前記 N 前駆体流量と前記 T i 前駆体流量の比 (N / T i 流量比) が 3 ~ 1 0 0 である、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記方法では、前記 N / T i 流量比を大きくすると、前記 T i N 薄膜の厚さが低減する、請求項 14 に記載の方法。 30

【請求項 16】

前記厚さが低減すると、前記 T i N 薄膜の抵抗率が低減する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記厚さが低減すると、前記 T i N 薄膜のヤング率が大きくなる、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 18】

前記ヤング率が大きくなることは、前記ヤング率が 1 5 0 G P a を超える値に大きくなることを含む、請求項 17 に記載の方法。 40

【請求項 19】

前記厚さが低減すると、前記 T i N 薄膜の硬度が増す、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 20】

前記硬度が増すことは、前記硬度が 6 G P a を超える値に増すことを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記厚さが低減すると、前記 T i N 薄膜の塩素濃度が低減する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 22】

前記方法では、堆積圧力が低下すると、TiNの(111)結晶方位に対応するX線回折ピークのピーク高さ又強度とTiNの(200)結晶方位に対応するX線回折ピークのピーク高さ又強度の比が大きくなる、請求項15に記載の方法。

【請求項23】

前記N前駆体流量が500sccm~10000sccmである、請求項15に記載の方法。

【請求項24】

前記Ti前駆体流量が100sccm~5000sccmである、請求項15に記載の方法。

【手続補正2】

10

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

さらに図4を参照すると、多様な実施形態によれば、第1のTi前駆体への曝露404及び第1のN前駆体への曝露408中の全圧又は分圧が、個々の前駆体及び不活性ガスの流量と反応チャンバのポンプ出力に関係して、第1のサイクル400Aすなわち段階中の堆積速度が、0.10~0.20 / サイクル、0.20~0.30 / サイクル、0.30~0.40 / サイクル、0.40~0.50 / サイクル、0.50~0.60 / サイクルの間となるように、又は、第1のTi前駆体への曝露404及び第1のN前駆体への曝露408を含むサイクル当たりこれらの値のいずれかに規定される範囲内の値となるように制御される。第2のTi前駆体への曝露412及び第2のN前駆体への曝露416中の全圧又は分圧が、個々の前駆体及び不活性ガスの流量と反応チャンバのポンプ出力に関係して、第2のサイクル400Bすなわち段階中の堆積速度が、0.20~0.30 / サイクル、0.30~0.40 / サイクル、0.40~0.50 / サイクル、0.50~0.60 / サイクル、0.60~0.70 / サイクル、0.70~0.80 / サイクルの間となるように、又は、第2のTi前駆体への曝露412及び第2のN前駆体への曝露416を含むサイクル当たりこれらの値のいずれかに規定される範囲内の値となるように制御される。第2のサイクル400B中の、第1のサイクル400A中に対するサイクル当たりの堆積速度の比は、1~1.5、1.5~2.0、2.5~3.0、又はこれらの値のいずれかにより規定される範囲内の比とすることができる。

20

30

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

多様な実施形態において、第1のサイクル400Aの各々における第1のTi反応物及び/又は第1のN前駆体への基板の曝露、並びに、第2のサイクル400Bの各々における第2のTi反応物及び/又は第2のN前駆体への曝露の頻度及び繰り返しは、前駆体の立体障害の影響の感受性を含む様々な検討に基づいて、所望の厚さ及び化学量論を得るために変更し得ることが理解されるであろう。

40