

【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24年1月26日(2012.1.26)

【公開番号】特開2011-249764(P2011-249764A)

【公開日】平成23年12月8日(2011.12.8)

【年通号数】公開・登録公報2011-049

【出願番号】特願2011-44014(P2011-44014)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/205 (2006.01)

C 2 3 C 16/24 (2006.01)

H 0 1 L 21/336 (2006.01)

H 0 1 L 29/786 (2006.01)

H 0 1 L 21/3205 (2006.01)

H 0 1 L 23/52 (2006.01)

H 0 1 L 21/28 (2006.01)

H 0 1 L 21/285 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 16/24

H 0 1 L 29/78 6 1 6 K

H 0 1 L 29/78 6 1 8 A

H 0 1 L 21/88 B

H 0 1 L 21/88 P

H 0 1 L 21/28 3 0 1 A

H 0 1 L 21/285 3 0 1

H 0 1 L 21/285 C

【手続補正書】

【提出日】平成23年11月21日(2011.11.21)

【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】

下地上にアモルファスシリコン膜を含む膜を成膜する成膜方法であって、

(1) 前記下地を加熱し、前記加熱した下地にアミノシラン系ガスを流し、前記下地表面にシード層を形成する工程と、

(2) 前記下地を加熱し、前記加熱した下地表面のシード層にアミノ基を含まないシラン系ガスを供給し、前記アミノ基を含まないシラン系ガスを熱分解させることで、前記シード層上にアモルファスシリコン膜を形成する工程と、

を備えることを特徴とするアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 2】

前記(1)工程における前記下地の加熱温度が、前記(2)工程における前記下地の加熱温度よりも低く、

前記(1)工程における前記シード層を形成するための処理時間が、前記(2)工程における前記アモルファスシリコン膜を形成するための処理時間よりも短いことを特徴とする請求項 1 に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 3】

前記シード層の厚さが、0.1 nm以上0.3 nm以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 4】

前記アモルファスシリコン膜の厚さが50 nm以上100 nm以下であることを特徴とする請求項 3 に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 5】

前記アミノシラン系ガスが、

B A S (ブチルアミノシラン)

B T B A S (ビスターシャリブチルアミノシラン)

D M A S (ジメチルアミノシラン)

B D M A S (ビスジメチルアミノシラン)

T D M A S (トリスジメチルアミノシラン)

D E A S (ジエチルアミノシラン)

B D E A S (ビスジエチルアミノシラン)

D P A S (ジプロピルアミノシラン)、及び

D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

の少なくとも一つを含むガスから選ばれ、

前記アミノ基を含まないシラン系ガスが、

SiH_4

Si_2H_6

$\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$ (ただし、m は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物、及び

Si_nH_{2n} (ただし、n は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物

の少なくとも一つを含むガスから選ばれることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 6】

前記アミノシラン系ガスが、

D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

であり、

前記アミノ基を含まないシラン系ガスが、

SiH_4

Si_2H_6

のいずれか一つから選ばれることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 7】

前記アミノシラン系ガスが、

T D M A S (トリスジメチルアミノシラン)

D E A S (ジエチルアミノシラン)

のいずれか一つから選ばれ、

前記アミノ基を含まないシラン系ガスが、

SiH_4

Si_2H_6

のいずれか一つから選ばれることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 8】

前記 $\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$ (ただし、m は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物が、

トリシラン (Si_3H_8)

テトラシラン (Si_4H_{10})

ペンタシラン (Si_5H_{12})

ヘキサシラン (Si_6H_{14})

ヘプタシラン (Si_7H_{16})

の少なくとも一つから選ばれ、

前記 Si_nH_{2n} (ただし、 n は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物が、

シクロトリシラン (Si_3H_6)

シクロテトラシラン (Si_4H_8)

シクロペンタシラン (Si_5H_{10})

シクロヘキサシラン (Si_6H_{12})

シクロヘプタシラン (Si_7H_{14})

の少なくともいずれか一つから選ばれることを特徴とする請求項 5 に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 9】

前記シード層の厚さは、単原子層レベルの厚さであることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 10】

前記アミノシラン系ガスのアミノシランは分解させないで、前記下地上に吸着させることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 11】

前記下地は、シリコン酸化膜又はシリコン窒化膜を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 12】

前記アモルファスシリコン膜の成膜方法が、半導体装置の製造プロセスに用いられることを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 13】

前記アモルファスシリコン膜が、前記半導体装置内部のコンタクトホール及びノ又はラインの埋め込みに使用されることを特徴とする請求項 12 に記載のアモルファスシリコン膜の成膜方法。

【請求項 14】

下地上にアモルファスシリコン膜を成膜する成膜装置であって、
前記アモルファスシリコン膜が形成される下地を有した被処理体を収容する処理室と、
前記処理室内に、処理に使用するガスを供給する処理ガス供給機構と、
前記処理室内に収容された前記被処理体を加熱する加熱装置と、
前記処理室内を排気する排気機構と、
前記処理ガス供給機構、前記加熱装置、及び前記排気機構を制御するコントローラと、
を具備し、

前記コントローラが、請求項 1 に記載された (1) 工程及び (2) 工程が実施されるように前記処理ガス供給機構、前記加熱装置、及び前記排気機構を制御することを特徴とする成膜装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

【図 1】この発明の一実施形態に係るアモルファスシリコン膜の成膜方法のシーケンスの一例を示す流れ図

- 【図 2】シーケンス中のサンプルの状態を概略的に示す断面図
【図 3】堆積時間とアモルファスシリコン膜の膜厚との関係を示す図
【図 4】堆積時間とアモルファスシリコン膜の膜厚との関係を示す図
【図 5】図 3 中の破線枠 A 内を拡大した拡大図
【図 6】図 4 中の破線枠 B 内を拡大した拡大図
【図 7 A】アモルファスシリコン膜の表面及び断面の二次電子像を示す図面代用写真
【図 7 B】アモルファスシリコン膜の表面及び断面の二次電子像を示す図面代用写真
【図 8 A】アモルファスシリコン膜の表面及び断面の二次電子像を示す図面代用写真
【図 8 B】アモルファスシリコン膜の表面及び断面の二次電子像を示す図面代用写真
【図 9】アモルファスシリコン膜の膜厚とアモルファスシリコン膜表面の平均面粗さ R_a との関係を示す図
【図 10】アモルファスシリコン膜の膜厚とアモルファスシリコン膜表面のヘイズとの関係を示す図
【図 11】層間絶縁膜中に形成されたコンタクトホール of 構造例を示す断面図
【図 12】図 11 中の破線円 C 内に相当する拡大図
【図 13】この発明の一実施形態に係るアモルファスシリコン膜の成膜方法を実施することが可能な成膜装置の一例を概略的に示す断面図

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

アミノシラン系ガスの例としては、

B A S (ブチルアミノシラン)

B T B A S (ビスターシャリブチルアミノシラン)

D M A S (ジメチルアミノシラン)

B D M A S (ビスジメチルアミノシラン)

T D M A S (トリスジメチルアミノシラン)、

D E A S (ジエチルアミノシラン)、

B D E A S (ビスジエチルアミノシラン)、

D P A S (ジプロピルアミノシラン)、

D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

等を挙げることができる。本例では、D I P A S を用いた。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

上記(1)～(4)式を $y = 0$ 、即ちアモルファスシリコン膜の膜厚を“0”としたとき、線Ⅰ～Ⅳと堆積時間との交点を求めたものを図5及び図6に示す。なお、図5は図3中の破線枠A内を拡大した拡大図、図6は図4中の破線枠B内を拡大した拡大図に相当する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

図 5 に示すように、下地 2 がプリフロー有りのシリコン酸化膜のとき、アモルファスシリコン膜 4 の堆積が、処理開始から約 1.2 min (x 1.189) から始まるのに対して、プリフロー無しのシリコン酸化膜のときには、アモルファスシリコン膜 4 の堆積が、処理開始から約 2.0 min (x 1.984) から始まる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

図 9 に、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて測定したアモルファスシリコン膜表面の平均面粗さ (表面ラフネス) R_a を示す。図 9 に示す結果においては、AFM のスキャンサイズを $1\ \mu\text{m}$ 、スキャンレートを $1.993\ \text{Hz}$ に設定した。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

図 9 に示すように、アミノシラン系ガスのプリフロー有りの場合、プリフロー無しに比較して、膜厚 50 nm 以上膜厚 100 nm 以下の範囲において、平均面粗さ (表面ラフネス) R_a が 0.101 ~ 0.157 nm 改善されていることが分かった。この AFM による測定結果から、一実施形態に係るアモルファスシリコン膜の成膜方法は、特に、アモルファスシリコン膜の膜厚が薄い場合に、プリフロー無しに比較して平均面粗さ (表面ラフネス) R_a の改善効果が高いことが判明した。例えば、膜厚が約 50 nm のアモルファスシリコン膜においては、プリフロー無しの場合、 $R_a = 0.411$ であったのに対し、プリフロー有りの場合には $R_a = 0.254$ と、 R_a が 0.157 nm 改善されている。この結果は、一実施形態に係るアモルファスシリコン膜の成膜方法が、例えば、半導体装置の微細化が進展すれば進展するほど、有効であることを示している。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

アモルファスシリコン膜 4 の表面ラフネスが大きい場合には、図 12 A に示すように、接触部 6 に大きなボイド 7 が発生するのに対して、一実施形態に係る成膜方法を利用して形成された表面ラフネスが小さいアモルファスシリコン膜 4 によれば、図 12 B に示すように、接触部 6 に発生するボイド 7 は小さくなる。ボイド 7 が小さくなれば、コンタクトホール 5 の内部に埋め込まれたアモルファスシリコン膜 4 の抵抗値の増大を抑制することができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0066】

また、上記実施形態に記載した成膜方法は、表面ラフネス、例えば、平均面粗さ R_a を 0.1 nm オーダーで改善できるものであるから、半導体装置の製造プロセスに好適である。

また、シード層 3 は、厚くするとアモルファスシリコン膜 4 の膜厚を増加させ、半導体装置の微細化を損なうことになる。また、シード層 3 は、アモルファスシリコンの核を均一に発生させるものである。このため、シード層 3 の厚さは薄いことが望ましく、好ましくは単原子層レベルの厚さ程度であることが良い。具体的なシード層 3 の厚さを言及すれば、0.1 nm 以上 0.3 nm 以下であることが良い。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0068】

また、アモルファスシリコン膜 4 の厚さは、上記一実施形態の開示から、50 nm 以上 100 nm 以下であることが好ましいが、例えば、50 nm 以下 100 nm 以上の範囲の厚さとすることも可能である。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0072】

さらに、アミノシラン系ガスとアミノ基を含まないシラン系ガス（シリコンソース）との組み合わせを考慮した場合には、アミノシラン系ガスが熱分解する温度の近辺で熱分解しやすいモノシラン（ SiH_4 ）、ジシラン（ Si_2H_6 ）が良い。

その他、この発明はその要旨を逸脱しない範囲で様々に変形することができる。

【手続補正 12】

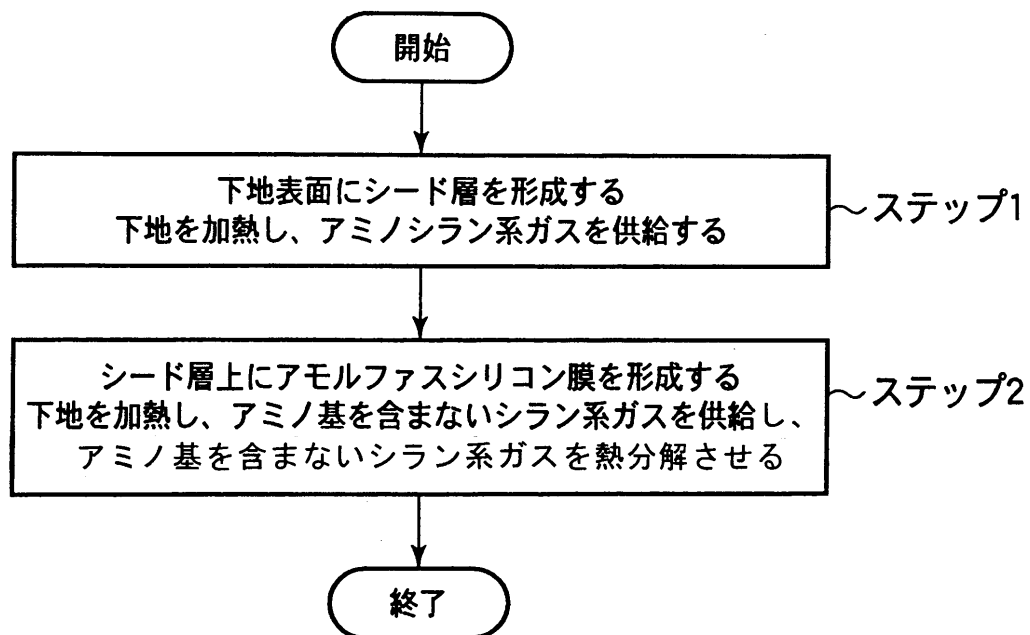
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】



【手続補正 13】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 9】

