

VHF帯(60MHz)を使用したSN-2-SiN_x及びSi膜の成膜

[サムコ株] プロセス開発2部]

■はじめに

これまで当社では、SiH₄を用いて酸化膜や窒化膜を成膜する従来のプラズマCVD技術に加え、液体原料を用いたプラズマCVD技術(LS-CVD[®])の開発を行ってきた。これらのCVD技術に加え、従来の13.56MHzに低周波を加えた、2周波によるアノードカップリング方式での成膜を提供している。今回、新たな付加価値を設け、かつ市場要求に対応するために、VHF帯(60MHz)による成膜を行った。当社独自の液体原料であるSN-2を利用したSiN_x成膜やSiの結晶性評価結果について紹介する。

■VHFの特徴

VHFは13.56MHzと比較すると、「プラズマ密度が高い」、「イオンエネルギーが小さい」といった特徴がある。これらの特徴を活かして、「膜の高速成膜」、「イオンによる界面・基板へのダメージの低減」、「微結晶Siの成膜」等が実現できる。VHF帯を利用した成膜は、特にプラズマダメージの低減が求められる電子デバイスや高周波デバイスの分野での絶縁膜やパッシベーション膜用途として期待されている。

■アノードカップリング方式でのSN-2-SiN_x成膜

図1に実験で使用した装置構成を示す。SiN_x膜を成膜するガスとしては、基本的にはSN-2とN₂のみで良いが、SN-2起因の残留水素による膜質の劣化が予想されたため、N₂の一部をH₂へ置換することによる膜質の変化を評価した。VHF電力を100W、ステージ温度を350℃とし、N₂とH₂ガスの合計に占めるH₂ガスの比率を変化させたときの成膜レート、屈折率、膜応力および16BHFによるウェットエッチングレート(WER)の測定結果を図2に示す。図2より、H₂の比率を上げることで、SiN_x膜の応力が引張側から圧縮側へシフトし、16BHFに対してエッチングされにくくなる事が確認できる。また、H₂の比率が0%の場合とH₂の比率が40%の場合それぞれのFTIR評価結果を図3に示す。図3より、両者ともに主にSi-Nの結合とSi-Hの結合が認められた。両者の違いとしては、Si-N

結合とSi-H結合の強度比であり、H₂の比率が40%の場合はSi-H結合がかなり抑制されている。これらの結果より、H₂の比率を上げることで膜中に取り込まれるHが抑制され、SiN_xにより近い膜が成膜されていることが示唆される。13.56MHzによるアノードカップリング方式を有する別の装置で成膜したSN-2-SiN_xでもH₂の比率を上げることに對して、同様の傾向が得られており、13.56MHzで得たノウハウはVHFでのSiN_x成膜でも十分活かすことができると考えている。また、今回紹介したSiN_x膜は屈折率が2.15前後と高めではあるが、パラメータ調整により、本実験装置にてSiN_x膜の屈折率を2.00前後に制御できることも確認している。

■VHFを用いたSN-2でのSi膜の結晶性評価

図4の波形①にc面サファイア上へVHFを用いてSN-2で成膜したSi膜の、X線回折結果を示す。また、比較のため波形②にSiH₄で成膜した微結晶Si膜の結果も併せて示す。VHF電力を100W、ステージ温度を250℃とした。波形①より、優先配向のSi(111):2θ=28.6°やSi(220):2θ=47.5°、Si(311):2θ=56.3°での急峻なピークが見られた。波形②の微結晶Siと同様の位置に急峻なピークが見られる事からSN-2を用いてのSiの成膜でも微結晶化が可能であると考えられる。

■終わりに

VHF帯を使用したアノードカップリング方式によるSN-2を用いたSiN_xでのH₂の割合を変化させた時の膜質変化やSi成膜でのX線回折による結晶性評価について報告した。SiN膜に関して、13.56MHzを使用した成膜と同様の傾向が得られることが明らかとなった。また、SN-2での微結晶Siに関して、SiH₄と同様にVHF帯を用いる事で微結晶化が可能であることを示唆した。このように、VHF帯を用いたSN-2での成膜を、HEMT等の高周波デバイスやPDセンサ等のプラズマダメージに敏感なデバイス及びTFTや太陽電池用途向けに適用する様、プロセスの開発を継続し、お客様にソリューションを提案していく。

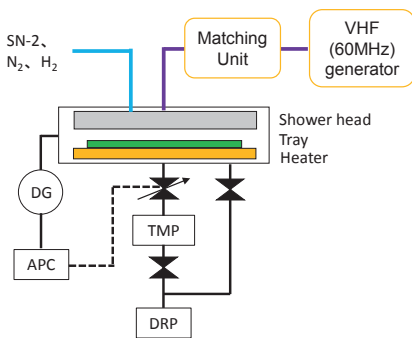


図1 成膜で使用した装置構成概略図

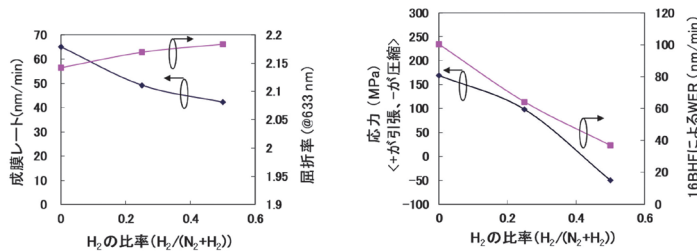


図2 N₂とH₂ガスの合計に占めるH₂ガスの比率を変化させたときの成膜レート、屈折率、応力および16BHFによるWER

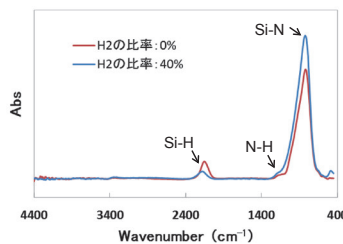


図3 N₂とH₂ガスの合計に占めるH₂ガスの比率を変化させたときのFTIR評価

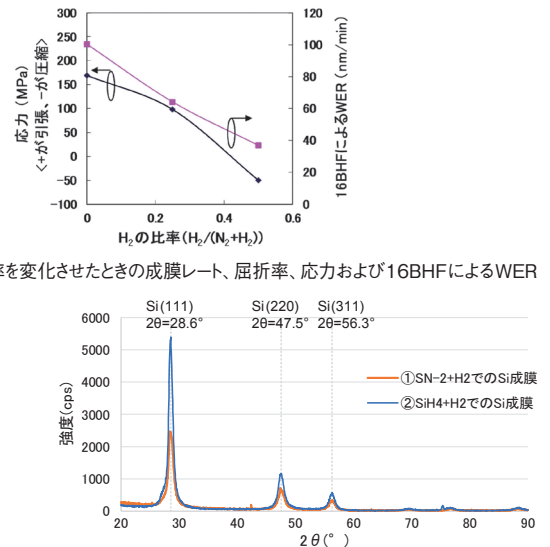


図4 X線回折でのSN-2とSiH₄の結晶性比較