

低温触媒 CVD 法による低応力窒化シリコン膜の形成

高野昌宏* 仁木敏一** 部家彰*** 大園哲郎**** 米澤保人***** 南川俊治*****
室井進** 増田淳***** 梅本宏信**** 松村英樹****

研究の背景

窒化シリコン (SiN_x) 膜は半導体素子のゲート絶縁膜や有機 EL 素子の表面保護膜などへの応用が期待されている。Cat-CVD 法では、原料ガスに SiH_4 と NH_3 を用いて、低温下で SiN_x 膜の堆積が可能である。しかしながら、 SiN_x 膜は、一般的に高い応力が発生することが知られている。この応力は、膜のクラック、ストレスマイグレーションや有機 EL などの基板の損傷を引き起こす原因となる。

そこで、本研究では、最適な SiN_x 膜の形成条件を確立することを目的として、応力発生メカニズムについて調査した。

研究内容

本報告では、原料ガスに SiH_4 , NH_3 , H_2 を用いて Cat-CVD 法により、 SiN_x 膜を 6 インチ Si 基板上に堆積した。応力の発生メカニズムを明らかとするため、 SiH_4 流量、基板温度、ガス圧をそれぞれ変化させて成膜を行い、膜の組成と応力を測定した。図 1 に SiH_4 流量を変化させたときの測定結果を示す。 SiH_4 流量が増加するに従い、応力は圧縮方向に変化し、水素密度は増加した。一方、基板温度、ガス圧が高い場合は、引張方向に変化し、水素密度は減少した。これらの結果は、ガス(水素、アンモニア)の脱離反応に伴う膜の収縮により説明することができる。ガスの脱離反応は、基板温度、水素ラジカルによって促進されることから、基板温度、ガス圧が高い条件では、膜の水素密度の減少、引張応力の増加が起きたと考えられる。一方、 SiH_4 流量が多い条件では、膜の堆積速度が早いことから、脱離反応が不十分であると考えられる。

研究成果

低温触媒 CVD 法により形成した SiN_x 膜の最適な堆積条件を確立することを目的として、膜の組成と応力の関係を調べた。得られた結果は以下のとおりである。

- (1) 膜に生じる引張応力は、水素やアンモニアのガス脱離反応によって誘起される。
- (2) 水素ガスの脱離反応のみを効果的に促進させることにより、低応力かつ低水素密度の SiN_x 膜を形成できる堆積条件を明らかとした。

論文投稿

Japanese Journal of Applied Physics Vol. 44, No. 6A, 2005, p.4098-4102.

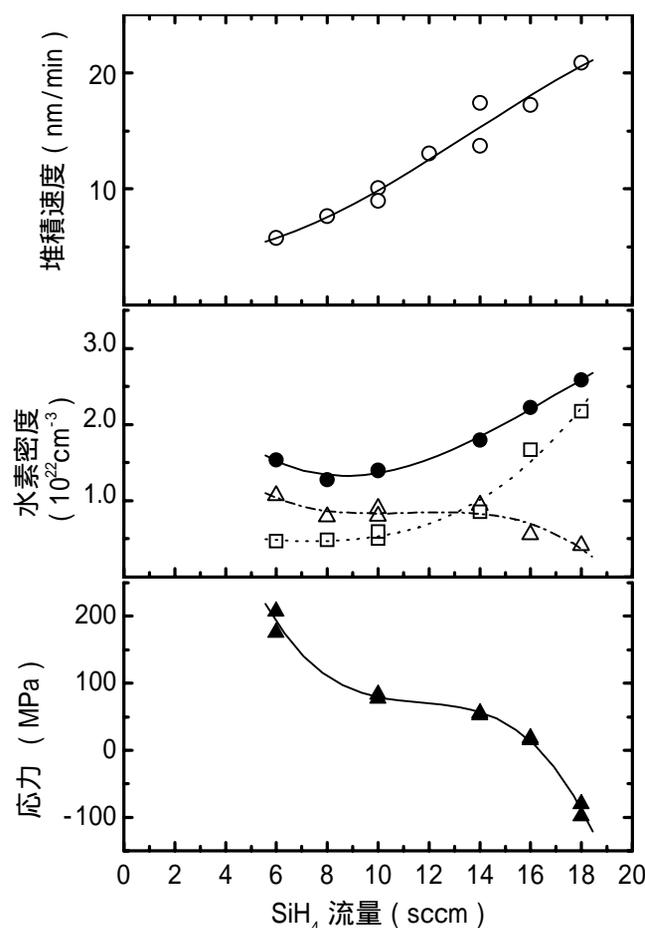


図 1 堆積速度、水素密度、応力の SiH_4 流量依存性