

課題番号 : F-17-FA-0033
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : PECVD 膜形成によるシリコンウェーハ中の元素拡散挙動の解析
 Program Title(English) : Analysis of light-element diffusion behavior in silicon wafers by Plasma Enhanced CVD film formation
 利用者名(日本語) : 奥山亮輔¹⁾
 Username(English) : R. Okuyama¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 株式会社 SUMCO
 Affiliation(English) : 1) SUMCO Corporation
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、プラズマ CVD、軽元素拡散、シリコンウェーハ

1. 概要(Summary)

デバイス製造プロセスでは SiN 膜や SiO₂ 膜といった層間絶縁膜がプラズマ CVD を用いて形成されている。プラズマ CVD により形成された SiN 膜中には原料ガスおよびキャリアガスに含まれる水素が成長中に取り込まれることにより、高濃度に存在することがわかっている [1, 2]。これらの水素はデバイスプロセス中の熱処理により容易に拡散する。水素はシリコンウェーハ中において、拡散速度が大きい元素であるが、欠陥へのトラップが起きることから、欠陥形成に影響を与える可能性がある。そのため、デバイスプロセス時にシリコンウェーハに導入される水素拡散挙動の基礎解析を目的として、シリコンウェーハに SiO₂ 膜と SiN 膜を形成したサンプルを用いて、膜中の水素濃度の解析をおこなった。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 プラズマ CVD 装置

【実験方法】

シリコンウェーハをプラズマ CVD 装置にセットし、SiO₂ 形成時は基板温度 300℃、SiN 形成時は 350℃として、それぞれの膜厚が 200 nm/200 nm と 800 nm/800 nm となるように成膜をおこなった。以下がサンプル構造となる。

- (i) SiN/SiO₂/Si 基板 (40 mm□) 200 nm/200 nm
- (ii) SiN/SiO₂/Si 基板 (40 mm□) 800 nm/800 nm

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 はサンプル構造の模式図を示す。SiN/SiO₂ 構造を形成したサンプルはその後に、900℃、30 min の窒素雰囲気中での熱処理をおこなった。その際に、サンプル(i)は熱処理後に外観上の変化は観察されなかった

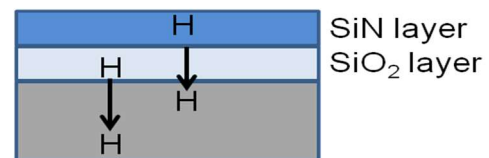


Fig. 1 Pictures of SiN/SiO₂/Substrate fabricated by different conditions (i), (ii).

が、サンプル(ii)は熱処理後に表面上のひび割れと膜剥がれが確認された。その原因は SiN 膜は厚みを 800 nm と厚く形成したことによる強い膜応力がかかった状態であった。そして、SiN 膜中の転位等の欠陥を起点として膜応力緩和のためのひび割れと膜剥がれが発生したと考えられる。そのため、サンプル(i)を用いて熱処理前後の SiN/SiO₂ 中の水素濃度を SIMS 分析により評価した。SIMS 分析の結果として、熱処理前に SiN 中にはおよそ 4.0×10^{21} atoms/cm³、SiO₂ 中にもおよそ 6.0×10^{20} atoms/cm³ の水素が膜中の深さ方向に一樣に分布していた。900℃、30 min の熱処理後の水素濃度は SiN がおよそ 2.0×10^{21} atoms/cm³、SiO₂ 中はおおよそ 1.5×10^{20} atoms/cm³ の水素濃度が熱処理前と同じく深さ方向に一樣に観察された。この結果から、プラズマ CVD により形成された SiN 膜および SiO₂ 膜には非常に高濃度の水素が取り込まれているを確認することができた。さらに、900℃、30 min の熱処理で SiN および SiO₂ 中から水素が初期濃度から 1/2 から 1/4 まで拡散することを明らかとすることができた。したがって、デバイスプロセス時にシリコンウェーハに導入される水素濃度を把握できる有用な知見を得ることができた。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:[1] D. Benoit *et al.*, *Microelectronic Engineering* **84** (2007).

[2] H. Jin *et al.*, *ECS* **153** (2006).