

課題番号 : F-17-NM-0080  
 利用形態 : 技術補助  
 利用課題名(日本語) : シリコン窒化膜を用いた不揮発性半導体メモリの正孔捕獲特性  
 Program Title (English) : Hole trapping characteristics of silicon nitride films in MONOS-type memories  
 利用者名(日本語) : 加藤海平  
 Username (English) : K. Kato  
 所属名(日本語) : 東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻  
 Affiliation (English) : Department of engineering, Tokai University  
 キーワード/Keyword : 不揮発性半導体メモリ、正孔捕獲特性、チャージセントロイド、リソグラフィ・露光・描画装置

## 1. 概要(Summary)

フラッシュメモリのメモリセル構造として、MONOS (Metal-Oxide-Nitride-Oxide-Silicon) 型が注目されている。この構造では、シリコン窒化膜中の電荷トラップに電子または正孔を捕獲することで情報を記憶する。メモリセルの微細化に伴い、電子および正孔の捕獲機構の正しい理解が重要となっている。本研究では、MONOS 型メモリのシリコン窒化膜に捕獲された正孔のチャージセントロイド(電荷重心)を調べた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 高速マスクレス露光装置
- ・ 超高真空電子銃型蒸着装置
- ・ 高圧ジェットリフトオフ装置
- ・ ウエハ RTA 装置

### 【実験方法】

まず、p 型(100)Si 基板上に、トンネル酸化膜(膜厚 2.4 nm)、シリコン窒化膜(膜厚 30.3 nm)、ブロッキング酸化膜(膜厚 17.1 nm)からなる三層膜を形成した。その後、メモリキャパシタを作製するためにアルミニウム (Al) 電極を NIMS 微細加工 PF で形成した。その後、定電流キャリア注入法を用いてチャージセントロイドを求めた。

NIMS 微細加工 PF で行った Al 電極形成の手順を以下に述べる。まず、高速マスクレス露光装置によってレジストパターンを形成した。続いて、超高真空電子銃型蒸着装置を用いて Al 膜(膜厚 300 nm)を堆積した。高圧ジェットリフトオフ装置でリフトオフを行い、Al 電極のパターニングを行った。最後に、ウエハ RTA 装置によって窒素雰囲気下で 30 分間の熱処理を施し、試料の裏面に対し HF エッチングを行った。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Si 基板を接地し、メモリキャパシタの Al 電極に負電圧を

印加することでシリコン窒化膜に正孔を注入した。Fig. 1 にシリコン窒化膜に捕獲された正孔のチャージセントロイド  $\bar{x}_{\text{tctl}}$  と捕獲正孔密度  $N_{\text{trap}}$  の関係を示す。 $\bar{x}_{\text{tctl}}$  は、 $N_{\text{trap}}$  が低い領域ではトンネル酸化膜-シリコン窒化膜界面近傍に位置し、 $N_{\text{trap}}$  が増加するに従いブロッキング酸化膜方向に変化した。このように  $\bar{x}_{\text{tctl}}$  が変化したことから捕獲された正孔はブロッキング酸化膜側に移動したと考えられる。

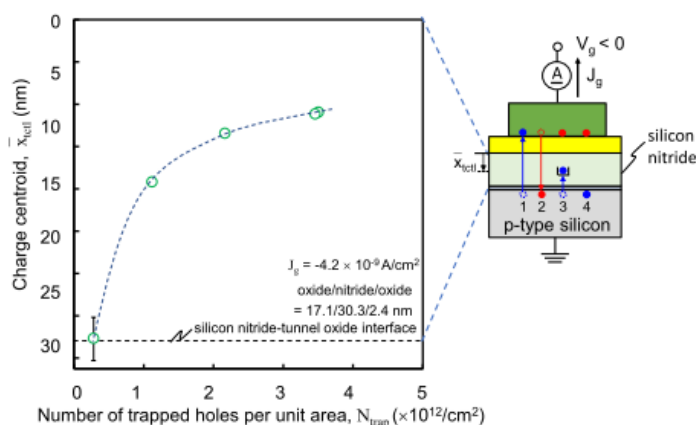


Fig. 1 Charge centroid  $\bar{x}_{\text{tctl}}$  of trapped holes as a function of  $N_{\text{trap}}$  in the silicon nitride film.

## 4. その他・特記事項 (Others)

試料作製を行うにあたり、多大なるご支援をいただいた NIMS 微細加工 PF の吉田美沙様に深く感謝の意を表します。

本研究は一部科学研究費補助金(基盤研究(C) 2620280)の助成のもとに行われました。

共同研究者:望月聡真(東海大学), 小林清輝(東海大学)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし