

# 物質創成科学研究科 博士論文要旨

所属 (主指導教官)	微細素子科学講座 (冬木 隆)		
氏名	古田 守	提出	平成15年2月10日
題目	低温ポリシリコン薄膜トランジスタの高性能化・高信頼性化と その液晶表示装置への応用に関する研究		

## 要旨

### はじめに

多結晶シリコン(poly-Si)薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor : TFT)は、アモルファスシリコン(a-Si:H TFT)に比較して、電界効果移動度が2桁以上大きく、CMOS構成による周辺駆動回路を同一基板上に形成可能である。このため高精細・高機能な次世代LCDディスプレイの駆動素子のみならず、ガラス基板上に機能素子を集積化したシステムオンパネル(SOP)の基盤技術として期待が大きい。今回、TFT作製で最も高エネルギーな荷電粒子を用いるプロセスであるイオンドーピング、特に高加速・高ドーズ量で注入を行うボロンドーピングについて、ドーパントと同時注入される水素イオンがTFT特性に及ぼす影響に関して調べた。

### 実験方法

水素希釈した15%B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>をソースガスに用い、イオンビーム中のドーパント比率R(B)をプラズマへの投入電力密度にて変化させてTFTを作製することで、ドーパントと同時注入される水素イオンがTFT特性に与える影響に関して検討した。

### 結果

- 1) B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスをソースガスに用い、イオンドーピングで注入した<sup>11</sup>B、<sup>1</sup>Hのプロファイル測定より、ボロンの平均飛翔(Rp)はLSS理論から想定される値の1/2、濃度は2倍であり分子イオン(B<sub>2</sub>H<sub>x</sub><sup>+</sup> x=1~6)が主たるイオン種であり、同時注入される水素はH<sub>2</sub><sup>+</sup>、H<sub>3</sub><sup>+</sup>が主たるイオン種である事を示した。
- 2) イオンドーピングにて同時注入される水素イオンがTFT特性へ与える影響について調べた結果、図1に示すようにp-ch TFTの移動度ならびにしきい電圧はボロンドーズ量の増大につれて劣化し、特性劣化はプロセス温度の低温化に伴い顕著になることを示した。
- 3) 同一ボロンドーズ量にもかかわらず、イオンビーム中のドーパント比率を減少する、すなわち同時注入される水素のドーズ量を増大することでTFT特性劣化が大きくなった(図2)。ドーパント比率R(B)を変化させた場合の水素注入プロファイルをTRIMシミュレーションにてイオン種毎のプロファイルに分解した結果、ドーパント比率の減少によりH<sub>2</sub><sup>+</sup>、H<sup>+</sup>イオンのドーズ量が増大することがわかり、TFT特性に影響の大きな水素イオン種がH<sub>2</sub><sup>+</sup>、H<sup>+</sup>であることを明らかにした。
- 4) イオンドーピング前後でのESR測定結果より、ドーピングによりチャネル領域poly-Siのダングリングボンドが増大することがわかり、このダングリングボンドの増大がTFT特性劣化の原因であることがわかった。
- 5) 図3のように、ゲート電極の膜厚にてTFT中での水素プロファイルを変化させ、チャネル領域へのH<sub>2</sub><sup>+</sup>注入を阻止することにより、移動度が約2倍に改善すると同時にサブスレッショルド特性も良化し、

イオンドーピングによる TFT 特性劣化はチャンネル領域への  $H_2^+$  イオン注入によるものであることを明らかにした。

**まとめ**

イオンドーピングにて同時注入される水素イオンが TFT 特性に与える影響を検討した結果、TFT 特性劣化の原因は TFT チャンネル領域への  $H_2^+$  イオン注入による poly-Si のダングリングボンドの増大であり、特性劣化はドーピング後の活性化アニール温度を低温化することで顕著になることを明らかにした。これら課題を解決し、TFT の高性能化と同時にプロセス温度を低減するには、イオンビーム中の水素イオン ( $H_2^+$ ) を質量分離する機構を有するイオンドーピング装置の開発が今後必要になると考えられる。

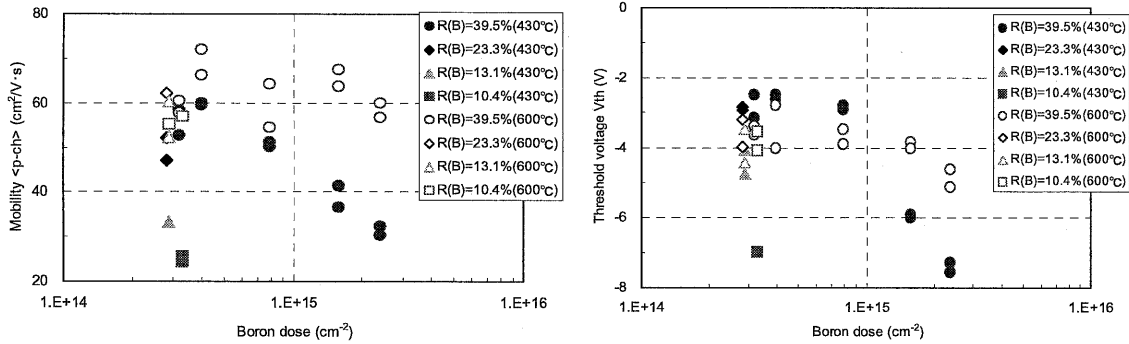
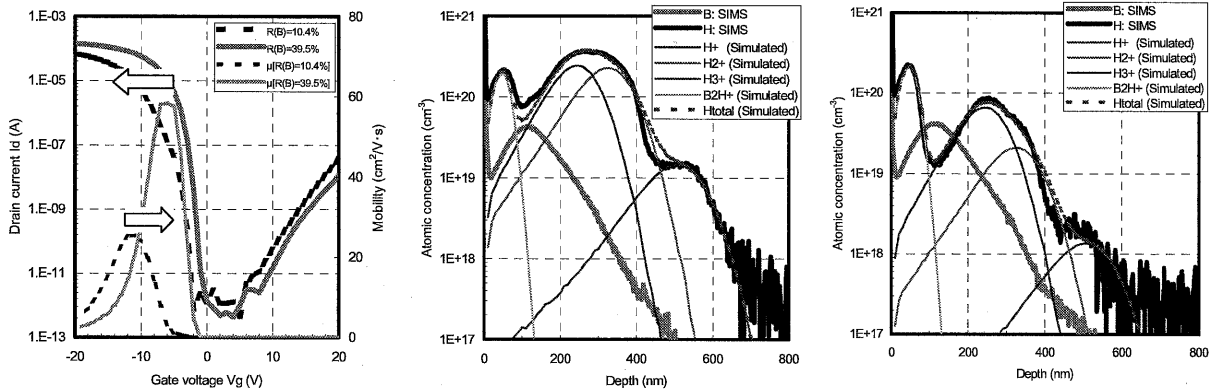


図 1 移動度 ( $\mu$ ) およびしきい電圧 ( $V_{th}$ ) のボロンドーズ量依存性



(a) ドーパント比率による TFT 特性の差異 (b)  $R(B)=10.4\%$  で注入した水素プロファイル (c)  $R(B)=39.5\%$  で注入した水素プロファイル

図 2 ドーパント比率の異なるイオンビームにて作成した TFT 特性と水素注入プロファイル

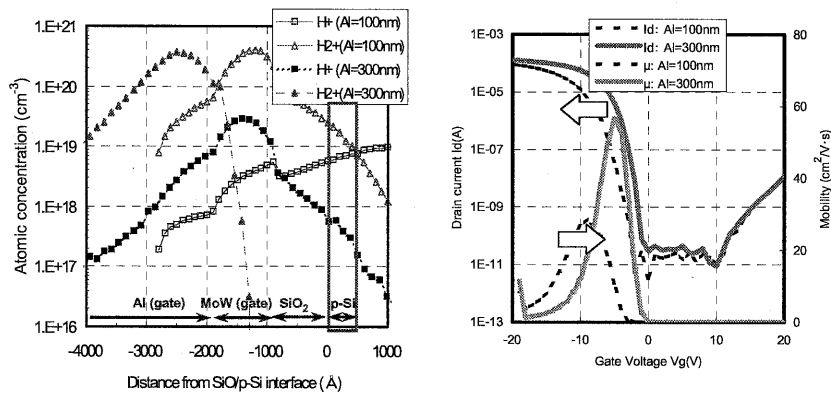


図 3 ゲート電極膜厚を変化させた場合の TFT 中での  $H^+, H_2^+$  分布と TFT 特性の変化

氏名	古田 守
----	------

(論文審査結果の要旨)

多結晶シリコン(poly-Si)薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor:TFT)は、アモルファスシリコン(a-Si:H TFT)に比較して、電界効果移動度が2桁以上大きく、高精細・高機能な次世代 LCD ディスプレイの駆動素子のみならず、ガラス基板上に機能素子を集積化したシステムオンパネル(SOP)の基盤技術として期待が大きい。

本論文では、TFT 作製における重要なプロセスであるイオンドーピング、特に高加速・高ドーズ量で注入を行うボロンドーピングについて、ドーパントと同時注入される水素イオンが TFT 特性に及ぼす影響に関して調べ、以下の新しい知見を得た。

1. 水素希釈した 15%B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> をソースガスに用い、イオンビーム中のドーパント比率をプラズマへの投入電力密度にて変化させて、ドーパントと同時注入される水素イオンが TFT 特性に与える影響に関して検討した。B、H のプロファイル測定より、ボロンの平均飛翔(Rp)は LSS 理論から想定される値の 1/2、濃度は 2 倍であり分子イオン(B<sub>2</sub>H<sub>x</sub><sup>+</sup> x=1~6)が主たるイオン種であり、また、同時注入される水素は H<sub>2</sub><sup>+</sup>、H<sub>3</sub><sup>+</sup>が主たるイオン種である事が判明した。
2. イオンドーピングにて同時注入される水素イオンは TFT の移動度を劣化させ、特性劣化はプロセス温度の低温化に伴い顕著になることを示した。同時注入される水素のドーズ量を増大することで TFT 特性劣化が大きくなることがわかり、その要因となる水素イオン種が H<sub>2</sub><sup>+</sup>、H<sup>+</sup>であることを明らかにした。
3. イオンドーピング前後で、ドーピングによりチャネル領域 poly-Si のダングリングボンドが増大することがわかり、このダングリングボンドの増大が TFT 特性劣化の原因であることがわかった。
4. TFT 中での水素プロファイルを変化させ、チャネル領域への H<sub>2</sub><sup>+</sup>注入を阻止することにより、移動度が約2倍に改善すると同時にサブスレッショルド特性も改善できることを明らかにした。

以上のように、本論文はイオンドーピングで同時注入される水素イオンが TFT 劣化特性に与える影響をはじめて明らかにし、かつその改善方法につき有意義な提案を行っている。得られた新しい知見は、学術上の成果であるのみならず工学的応用としても大変有益である。よって、審査委員一同は、本論文が博士(工学)の学位論文として価値あるものと認めた。