

課題番号 : F-17-RO-0042
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : メニスカス力を用いた SOI 膜の転写におけるフレキシブル基板上での単結晶シリコン CMOS 回路の作製プロセスの構築
 Program Title (English) : Single Crystalline Silicon CMOS Circuit Fabrication on Flexible Substrate by Meniscus Force Mediated Layer Transfer Technique Using SOI Layer
 利用者名(日本語) : 水上隆達, 東清一郎
 Username (English) : R. Mizukami, S. Higashi
 所属名(日本語) : 広島大学大学院先端物質科学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Advanced sciences of Matter, Hiroshima University
 キーワード/Keyword : イオン注入装置、半導体、フレキシブルエレクトロニクス、単結晶シリコン CMOS 回路
 ドーピング

1. 概要(Summary)

中空構造 SOI(Silicon on Insulator)層の低温転写技術を用い[1]、プラスチック基板上にて単結晶シリコン CMOS 回路を実現するため、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の設備を用いてデバイスプロセスを実施した。CMOS 回路を作製するためには、基板上に n, p 型薄膜トランジスタ(TFT)を同時転写することが求められるが、従来のプロセスでは中空構造状態で SOI 層を支える SiO₂ ピラーの形状が両 TFT 間で異なるため、同時転写は不可能であった。ここでイオン注入を高いエネルギー(130 keV)で行うことで両 TFT を支えるピラーを同一形状に制御する事に成功し、本転写技術において初めて両 n, p 型 TFT の転写に成功した。これに加え、ポリエチレンテレフタレート(PET)基板上にて単結晶シリコン CMOS 回路の作製及び動作を実証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

イオン注入装置

【実験方法】

SOI 基板[SOI 層: p-type Si(100), 8-20 Ω·cm]をドッグボーン形状にパターンニングした後(Fig. 1)、チャンネル・ソース・ドレイン領域にイオン注入を行い、不純物活性化アニールを行うことで n, p 型 TFT の各領域形成を試みた。次にイオン注入装置を用いて、両 TFT に対しリンイオンを $1 \times 10^{14} /\text{cm}^2$, 130 keV の高エネルギー条件で注入した。その後 BOX 層(SiO₂ 層)を 25%の HF にてエッチングし、中空構造 SOI 層を形成した。ここで中空構造 SOI 層とは、極細の SiO₂ ピラーで局所的に保持された SOI 層のことである。高エネルギーイオン注入の導入により、この中空

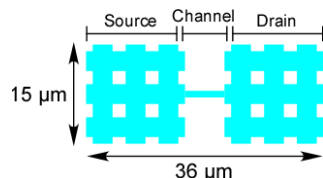


Fig. 1 Image of SOI layer

構造状態で n, p 型 TFT を支えるピラーを同一形状に制御可能となった。その後、中空構造 SOI 層と PET 基板を純水を介して対向密着させ、80°C のホットプレート上で 15 分間加熱後、基板を分離することにより両 TFT を PET 基板上へ転写した。最後にコンタクトホール形成・Al 配線を行い、PET 基板上に単結晶シリコン CMOS 回路を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ピラー形状の制御のみに特化した高エネルギーイオン注入を導入することで、両 TFT の同時転写に初めて成功した(Fig.2)。また作製した n, p 型 TFT の電界効果移動度はそれぞれ 529 cm²/Vs, 191 cm²/Vs を示し、作製した 5 段 CMOS リングオシレータは Fig.3 に示すように 14.6 MHz の高速動作を実現した。

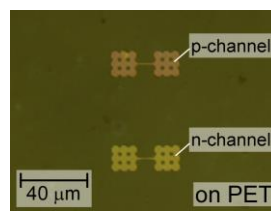


Fig. 2 Optical microscope image of n, p-type films on PET

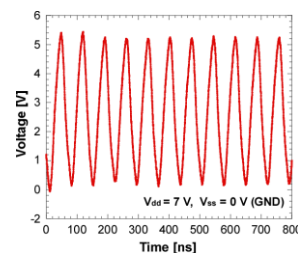


Fig. 3 High speed operation of 5-stage ring oscillator

4. その他・特記事項(Others)

Reference: [1] K. Sakaike, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 54, 04DA08 (2015).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) R. Mizukami, T. Yamashita, and S. Higashi, International Display Workshops 2017, 7th Dec. 2017.

6. 関連特許(Patent)

なし