

大気圧熱プラズマ結晶化および単結晶薄膜転写による ガラスおよびプラスチック上の高性能薄膜トランジスタ作製

Atmospheric Pressure Plasma Crystallization and Single-crystalline Layer Transfer for High-performance Thin-Film Transistor Fabrication on Glass and Plastics

広大院先端研¹, 広大ナノデバイス² °東清一郎^{1,2}, 林将平¹, 森崎誠司¹, 赤澤宗樹¹, 酒池耕平¹

Grad. School Adv. Sci. Matter, Hiroshima Univ.¹, Research Inst. Nanodevice Bio Systems, Hiroshima Univ.²

°Seiichiro Higashi^{1,2}, Shohei Hayashi¹, Seiji Morisaki¹, Muneki Akazawa¹, and Kohei Sakaike¹

E-mail: sehiga@hiroshima-u.ac.jp

ディスプレイの更なる高精細化や高機能化を達成する上で、ガラスあるいはプラスチック基板上に高性能薄膜トランジスタ (TFT) を低コストで作製する低温プロセス技術の開発は最重要課題のひとつである。我々は高移動度、高信頼性、CMOS 集積化の利点から、シリコンをベースとした薄膜デバイスをフレキシブル基板上で集積化することを目標としてプロセス技術の提案を行ってきた。

ガラス基板上に低温堆積したアモルファスシリコン薄膜を細線状にパターニングした後、大気圧熱プラズマ (TPJ) 照射により熔融領域を高速走査することで結晶粒界抑制した高結晶性チャンネルを形成可能である。デバイス特性のバラつきを大幅に低減し、CMOS シフトレジスタを 5 V の電源電圧で駆動可能となった (Fig. 1) [1]。細線シリコン薄膜の電気特性をリンおよびボロンの微量ドーピングに対して調査した結果、結晶化細線は結晶粒界を排除したにもかかわらず $1\sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のドナーライク欠陥を有し p 型伝導を示すが、欠陥低減処理により $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下に抑制できる。また急速熱処理時のガラスへの熱応力制御には下地層による応力設計が重要である。

単結晶シリコン層をガラスおよびプラスチックに局所転写する低温プロセス技術として、水のメニスカス力を利用する方法を提案した [2,3]。BOX 層のウェットエッチングにより中空状態にした SOI 層と転写先基板とを水を介して対向密着し、ホットプレート上で $80\sim 90^\circ\text{C}$ 加熱することで水の蒸発により生ずるメニスカス力により SOI 層を転写する手法である (Fig. 2)。市販の電子デバイス用 PET 基板上において電界効果移動度 $609 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ の高性能 TFT 作製が可能である (Fig. 3)。本転写手法はチャンネル層が必要な位置にのみ転写可能であり、CMOS 集積化、SOI ウェハリサイクル等による低コストデバイス作製技術として、シリコンテクノロジーをフレキシブル基板上で展開できる可能性を有する。

[1] S. Morisaki, *Abs. ITC2014*, (Delft, Jan.23-24,2014), p. 15. [2] K. Sakaike, *Appl. Phys. Lett.*, **103** (2013) 233510-1. [3] M. Akazawa, *IEDM2013*, (Washington DC, Dec. 9-11, 2013), p. 39.

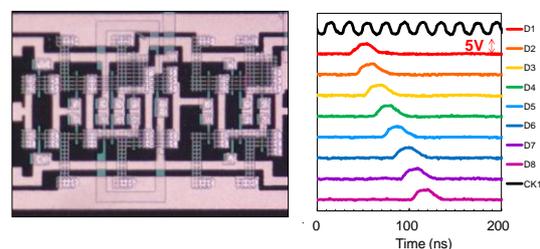


Fig. 1. Photograph of CMOS shift register fabricated by μ -TPJ crystallized strip channel (left) and operating signals (right).

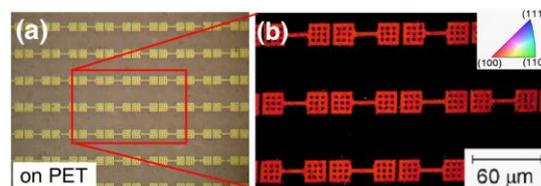


Fig. 2. Photograph of silicon islands transferred on PET (a) and EBSD orientation mapping showing (100) single-crystalline (b).

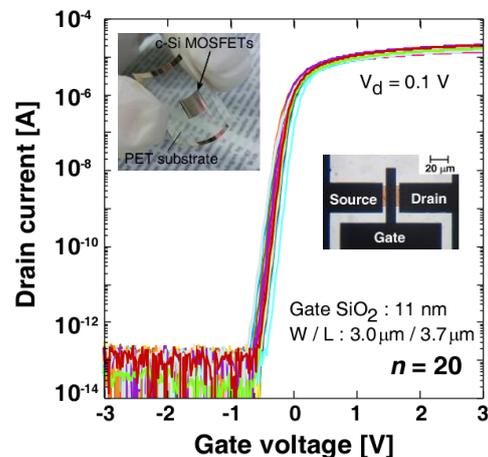


Fig. 3. I_d - V_g characteristics of TFTs fabricated on PET substrate. $\mu = 609 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$, $V_{th} = 0.15\text{V}$, $S = 83 \text{ mV}/\text{dec}$. have been achieved.