

## ポリ Si TFT の過渡特性における自己発熱及びキンク効果の影響の分離評価

多田 憲史<sup>†a)</sup>廣瀬 哲也<sup>†</sup>松岡 俊匡<sup>†</sup>谷口 研二<sup>†</sup>前田 和宏<sup>††</sup>酒井 保<sup>††</sup>久保田 靖<sup>††</sup>今井 繁規<sup>†††</sup>

Separation of Self-Heating and Kink Effects on Transient Characteristics of Polycrystalline Silicon Thin-Film Transistors

Kenshi TADA<sup>†a)</sup>, Tetsuya HIROSE<sup>†</sup>, Toshimasa MATSUOKA<sup>†</sup>, Kenji TANIGUCHI<sup>†</sup>, Kazuhiro MAEDA<sup>††</sup>, Tamotsu SAKAI<sup>††</sup>, Yasushi KUBOTA<sup>††</sup>, and Shigeki IMAI<sup>†††</sup>

あらまし ポリ Si TFT のドレーンパルスに対する過渡応答の実測評価より、自己発熱効果による温度上昇と、インパクトイオン化現象による正孔の発生に伴うキンク効果がそれぞれ過渡特性を説明する主要なメカニズムであることを確認した。

キーワード TFT, 過渡応答, 自己発熱効果, インパクトイオン化現象, キンク効果

## 1. ま え が き

近年の低温ポリ Si TFT (Thin Film Transistor) 製造技術の発展により、TFT は複雑な回路をガラス基板上に高度に集積する能動素子としての可能性が高まってきた。

ポリ Si TFT の DC 特性は、自己発熱効果とキンク効果が影響すると報告されている [2]。またキンク効果が過渡特性へ影響する可能性も指摘されているものの [3]、各種バイアス条件下で両者の過渡特性への影響の割合など詳しい議論はなされていない。本論文では各種バイアス条件下で測定した実測値を解析することによって自己発熱効果とキンク効果が TFT のドレーンパルスに対する過渡特性を説明する主要なメカニズムであることを示し、過渡特性に対する両者の影響を分離して評価する方法を提案する。

## 2. 評価方法と考察

図 1 に示すようにチャンネル長  $L = 4\mu\text{m}$ 、チャンネル幅  $W = 30\mu\text{m}$  の GOLD (Gate Overlapped LDD) 構

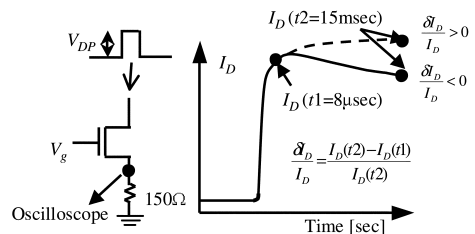


図 1 過渡特性の評価方法

Fig. 1 Measurement and evaluation method of transient characteristics.

造の TFT に対し、一定のゲート電位  $V_g$  を印加した状態で、ドレーンパルス (幅 20 ms, 周期 500 ms, 高さ  $V_{DP}$ ) を加えてソース側に接続した抵抗 ( $150\Omega$ ) の電位をオシロスコープで観測した。測定結果をもとに、図中の右図のように  $t_1 = 8\mu\text{s}$  から  $t_2 = 15\mu\text{s}$  までのドレーン電流の過渡的な変化の割合  $\delta I_D / I_D$  を計算した。

一方、試料温度を  $T = 27 \sim 147^\circ\text{C}$  に変化させて DC 特性の測定を行った。この測定値より移動度及びしきい値はそれぞれ温度上昇に対して線形に減少することを確認した。この結果、各バイアス条件における温度変化  $\Delta T$  による定常ドレーン電流値  $I_D$  の変化の割合  $\Delta I_D / I_D$  は、各バイアス条件に依存する比例係数  $\alpha(V_g, V_d)$  を用いると、次式のように  $\Delta T$  に比例する。

$$\frac{\Delta I_D}{I_D} = \alpha(V_g, V_d) \cdot \Delta T \quad (1)$$

今回  $T = 27^\circ\text{C}$  及び  $T = 147^\circ\text{C}$  での測定値から、各バイアス条件における

<sup>†</sup> 大阪大学大学院工学研究科電子情報エネルギー工学専攻, 吹田市 Department of Electronics and Information Systems, Osaka University, 2-1 Yamada-oka, Suita-shi, 565-0871 Japan

<sup>††</sup> シャープ株式会社モバイル液晶事業本部, 三重県 Development Engineering Department, Mobile-LCD Group, SHARP CORPORATION, 1177-1 Oaza Gosana, Taki-cho, Taki-gun, Mie-ken, 519-2192 Japan

<sup>†††</sup> シャープ株式会社電子部品営業本部, 天理市 Sales & Marketing Group, Electronic Components & Devices, SHARP CORPORATION, Tenri-shi, 632-8567 Japan  
a) E-mail: kenshi@eie.eng.osaka-u.ac.jp

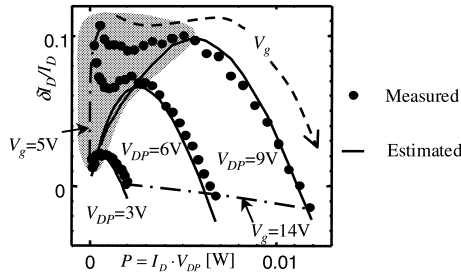


図2 計算値と自己発熱効果に基づく  $\delta I_D/I_D$  の予測値 .  
 $V_g = 5 \sim 14 \text{ V}$

Fig.2 Measured  $\delta I_D/I_D$  and estimated  $\delta I_D/I_D$  based on self-heating effect for  $V_g = 5 \sim 14 \text{ V}$ .

$$\alpha(V_g, V_d) = \frac{I_D(147^\circ\text{C}) - I_D(27^\circ\text{C})}{I_D(147^\circ\text{C})} \cdot \frac{1}{120}. \quad (2)$$

を求めた .

過渡応答 ( $t_1 \sim t_2$ ) における自己発熱効果による温度上昇  $\delta T$  は, TFT で消費される電力  $P$  に比例するので [1], [2] ,

$$\frac{\delta I_D}{I_D} = \alpha(V_g, V_d) \cdot \delta T = \alpha(V_g, V_d) \cdot C \cdot P \quad (3)$$

より, 過渡特性への自己発熱効果の影響が予測できる .  
 ここで  $C$  は比例定数である .

図2は図1に基づき過渡特性からの計算値  $\delta I_D/I_D$  と式(3)に基づき予測値を消費電力  $P$  に対してプロットしている . 図2より  $V_g$  及び消費電力  $P$  が高い領域では計算値と予測値はよく一致し, TFT の自己発熱効果が過渡応答特性に大きく影響していることが分かる . 一方, 灰色で示す領域(低  $V_g$ , 高  $V_{DP}$ ) では計算値と予測値との差異が大きく, TFT の過渡特性を自己発熱では説明することができない .

この領域のメカニズムとして高いドレーン電圧を印加したポリ Si TFT に現れるキंक効果に着目した . この効果が過渡特性に影響するとの報告がある [3] . 今回,  $L = 10 \mu\text{m}$ ,  $W = 20 \mu\text{m}$  の GOLD 構造及び SD (Single Drain) 構造の TFT において  $V_g = 6 \text{ V}$  と固定し, 固定バイアス  $V_d$  及び  $V_{DP}$  を変化させて, ドレーン電流特性と過渡特性  $\delta I_D/I_D$  から図2の灰色での領域でキंक効果の影響を確認した . 図3に示すように GOLD 構造, SD 構造ともに  $V_d$  及び  $V_{DP}$  が  $5 \text{ V}$  以上の領域でキंक効果が現れ, また過渡特性  $\delta I_D/I_D$  でも変化量が増加しており, キंक効果の過渡特性への影響が確認できる . 更に SD 構造の方がドレーン端に高い電

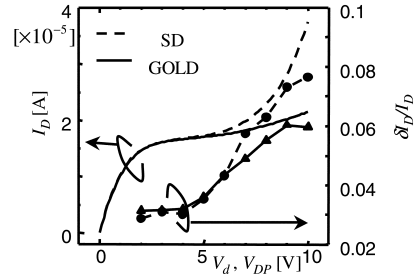


図3 GOLD 構造と SD 構造でのキंक効果の過渡特性への影響

Fig.3 Kink effect on static and transient characteristics of GOLD and SD structures.

界がかかり, インパクトイオン化現象による正孔の発生が促進されることに伴って,  $V_d$  及び  $V_{DP}$  が  $6 \text{ V}$  以上の領域では, GOLD 構造よりも大きなキंक効果が現れ,  $\delta I_D/I_D$  についても GOLD 構造よりも大きな変化量を示すことから, この領域では主に正孔の発生によってキंक効果が現れて過渡特性に影響していると認められる . 以上のことから, 図2の灰色の領域は自己発熱効果と分離して観測されたキंक効果の影響であることが分かる .

### 3. む す び

ドレーンパルス応答特性を評価することにより, 自己発熱効果及びキंक効果が過渡的に TFT の動作特性に影響することを示し, 両者の過渡特性への影響の割合を評価した . 少なくともこれら二つの効果により, 実際に高速動作を行う場合には, 図2より電流値は定常状態の DC 測定データと 1 割以上もの差が現れており, 二つの効果を取り入れた過渡特性のモデリングが重要であることが分かった .

### 文 献

- [1] T. Sameshima, Y. Sunaga, and A. Kohno, "Measurements of temperature distribution in polycrystalline thin film transistors caused by self-heating," Jpn. J. Appl. Phys., vol.35, no.3A, pp.L308-L310, 1996.
- [2] T. Shimatani, T. Matsumoto, T. Hashimoto, N. Kato, S. Yamada, and M. Koyanagi, "Device simulation with quasi three-dimensional temperature analysis for short-channel poly-Si thin-film transistor," Jpn. J. Appl. Phys., vol.33, no.1B, pp.619-622, 1994.
- [3] N. Bavidge, M. Boero, P. Migliorato, and T. Shimoda, "Floating body induced transient drain current overshoot in polysilicon thin film transistors," IDW'00 Proc., pp.175-178, 2000.

(平成 15 年 10 月 21 日受付)