

IDW/AD '16 を終えて

田 中 匠
Takumi TANAKA

電子情報学専攻修士課程 2016 年度修了

1. はじめに

私は、2016 年 12 月 7 日から 9 日に福岡国際会議場にて開催された国際会議 IDW/AD '16 (The 23rd International Display Workshops in conjunction with Asia Display 2016) に参加した。この際、私は「Dependences of Photo-Induced Current on Channel Dimensions in Thin-Film Phototransistors」という題目でポスター発表を行った。

2. 発表内容

薄膜フォトトランジスタ (TFPT) は、半導体薄膜の光誘起電流を利用して、照射照度を検出する薄膜デバイスである。薄膜フォトトランジスタ (TFPT) のチャネル寸法に対する光誘起電流 (I_{photo}) の依存性を、実際の実験およびデバイスシミュレーションによって評価した。 I_{photo} はチャネル幅 (W) に比例するが、pin 型 TFPT ではあるチャネル長 (L) に最大値を持ち、n 型および p 型 TFPT では L が減少するにつれて連続的に増加することがわかる。これらの現象は、チャネル領域における電界 (E) および再結合率 (R) に関する考察によって分析される。

3. 実験方法および実験装置

本研究で使用する TFPT は、低温プロセスで作製されている。n 型・p 型・pin 型 Poly-Si TFPT の半導体層は、それぞれドレイン側から NIN・PIP・NIP となっている。チャネル幅 W とチャネル長 L は、それぞれ $1\sim 100\ \mu\text{m}$ と $1\sim 100\ \mu\text{m}$ である。

TFPT をシールドチャンバのなかのゴムスペーサのうえに置き、マニュアルプローバをとおして電圧源と電流計に接続する。メタルハライドランプの白

色光を、レンズをとおして集光し、三角プリズムで反射させ、ガラス基板をとおして TFPT の裏面に照射する (図 1)。ガラス基板の裏面での照射照度 (L_{photo}) は $78000\ \text{Lx}$ である。アノードとカソードの間の光誘起電流 (I_{photo}) を測定する。

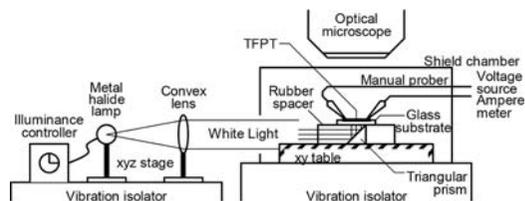


図 1 I_{photo} 測定

4. 実験結果

I_{photo} の L に対する依存性が得られるメカニズムを明確にするため、デバイスシミュレーションを行った。図 2 に I_{photo} の L への依存性を示す。

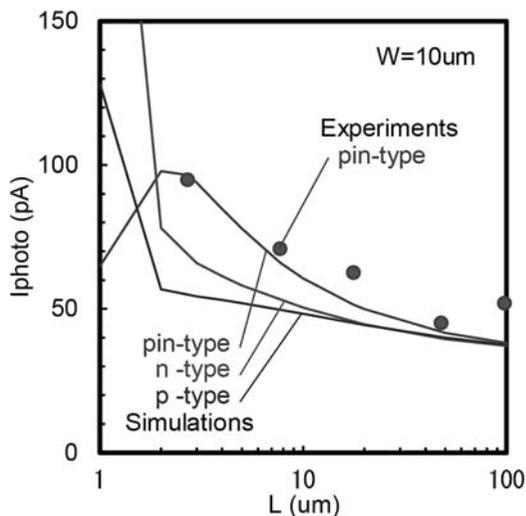


図 2 I_{photo} の L への依存性

トラップ密度は 5.5×10^{16} 個/ cm^3 である。n 型 TFT と p 型 TFT の電界効果移動度から、電子移動度は $90.7\ \text{cm}^2/\text{Vs}$ 、ホール移動度は $65.8\ \text{cm}^2/\text{Vs}$ とした。光照射の代わりに、キャリア生成速度を設定するが、その値は、 $L=2.7\ \mu\text{m}$ の I_{photo} を再現するようにしたところ、 8.2×10^{20} 個/ cm^3s となった。ま

た、n型・p型もこのキャリア生成速度を使ってシミュレーションを行った。図3にEとRのシミュレーション結果を示す。チャンネル領域の水平軸に沿った分布は、 $L=1$ と $2\mu\text{m}$ のpin型とp型のTFPTについて示されている。シミュレーション結果はp型TFPTの結果と類似しているため、これらはn型TFPTについては示されていない。Eがpin型TFPTの陰極側で負であり、Eがp型TFPTに対しては正であることが分かる。これは、アノード側でのポテンシャルの違いに起因しており、pin型TFPTのi-n接合と、p型TFPTのi-n接合との違いによるものである。その結果、図3に示すように、Rはp型TFPTの陽極端で高くなる。いずれの場合でも、これらの現象は、pin型とp型TFPTとの間の全く異なる機構によって引き起こされる。

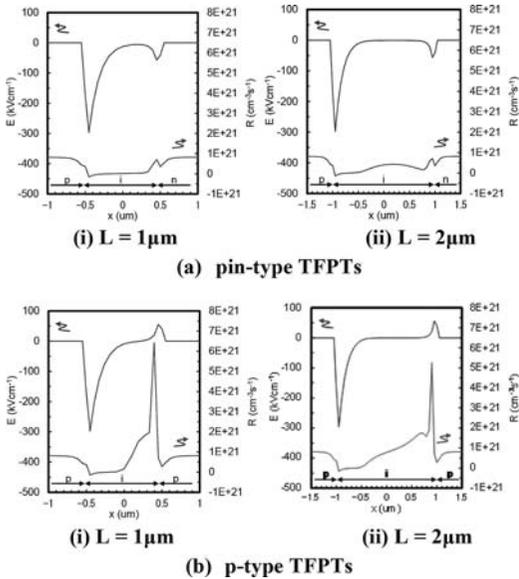


図3 EとRのシミュレーション結果

5. まとめ

シミュレーション結果から、pin型TFPTでは $L=2\mu\text{m}$ 、n型とp型TFPTでは $L=\text{min}$ でIphotoが

最大値を持つメカニズムを考察する。

図3からp型TFPTにおいて、Eの方向はIphotoの方向と反対である。従って、照射によって発生した電子と正孔対は、まずEの方向に分離され、次にi方向に戻り、時には再び再結合する。その結果、図3に示すように、Rはp型TFPTの陽極端で高くなる。いずれの場合でも、これらの現象は、pin型とp型TFPTとの間の全く異なる機構によって引き起こされる。Rの $L=1$ から $2\mu\text{m}$ への積分の変化は、pin型TFPTよりもp型TFPTのほうがずっと大きい。これは、生き残ったキャリアの数が、p型TFPTについてLが増加するとすぐに減少することを意味する。したがって、Lが増加するにつれてIphotoも連続的に減少する。一方、生き残ったキャリアの数は、pin型TFPTのLが増加するにつれて徐々に減少する。その結果、電子と正孔対が生成する体積の増加の効果がより大きくなる。したがって、Lが1から $2\mu\text{m}$ に増加するにつれて、Iphotoは部分的に増加する。これらは、Iphotoがpin型TFPTについて $L=2\mu\text{m}$ で最大値を持ち、n型およびp型TFPTについてLが減少するにつれて連続的に増加するメカニズムである。

6. おわりに

今回、国際会議でのポスター発表であったため、大変貴重な経験をすることができた。外国人の参加者の方が多く英語で交流する機会があり、相手の話している事がある程度理解できたが、その事に関する答えを英語で的確に伝えることが難しく感じた。そのため、今後は英語の使用頻度を増やしていきたいと思います。最後になりましたが、大田一樹氏を始め株式会社シルバコ・ジャパンの関係諸氏に深く感謝します。更に日頃よりご協力を頂いた木村研究室の方々に深く感謝致します。