

AM-FPD'16 に参加して

林 久 志

Hisashi HAYASHI

電子情報学専攻修士課程 2年

1. はじめに

7月6日～8日に、龍谷大学アバンティ響都ホールで開催された AM-FPD'15 に参加し、7日に「矩形波を出力する Poly-Si TFT を用いたハイブリッド型温度センサ」というテーマで発表した。

2. 緒論

TFT を用いたものとして、主に液晶ディスプレイ、有機 EL ディスプレイなどの FPD や液晶プロジェクターなどがある。しかし、これらの抱える問題の一つに、表示パネルの温度変化による表示画面の画質の劣化がある。温度センサの目的は主にディスプレイやプロジェクターの温度特性を補償するものである。FPD に搭載されている TFT を利用し、温度センサによる温度特性の補償が期待できる。

そこで、私たちは、1-TFT/1-Capacitor 画素回路 (1T1C 型回路) とリングオシレータ型回路を組み合わせたハイブリッド型温度センサの研究開発を行っている。ハイブリッド型温度センサの利点は、温度依存性が大きいオフ電流を利用することができ、デジタルパルスを出力する。しかしながら、従来のハイブリッド型センサは、パルス幅が非常に小さく、測定が困難という欠点がある。本研究では、矩形波を出力する低温 Poly-Si TFT (LTPS) を用いたハイブリッド型温度センサの開発を行なった。まず、N 型と P 型の LTPS TFT のトランジスタ特性の温度依存性を評価した。従来のハイブリッド型温度センサを 2 つ組み合わせることで、測定が容易な矩形波が出力される。私たちは、この回路のシミュレーションと実測を行った。

3. LTPS TFTs

はじめに、アモルファス Si 膜を成膜し、エキシマレーザを用いて結晶化し、poly-Si チャネルを形成するためにフォトリソグラフィおよびエッチングを用いてパターン化。次に、ゲート絶縁膜を形成するために、プラズマ化学気相成長法を用いて SiO₂ 膜を成膜した後、ゲート電極を形成するために金属膜を成膜し、パターン化した。その後、ソース及びドレイン領域を形成するために、リン及びホウ素イオンを注入した。次に、絶縁膜を形成するために、SiO₂ 膜を成膜、パターニングし、その後、ソース電極及びドレイン電極を形成するために、金属膜を成膜、パターニングした。

4. LTPS TFTs の温度依存

Poly-Si TFT の N 型と P 型の伝達特性の温度依存性を図 1 に示す。N 型 Poly-Si-TFT では、V_{ds}=5 V を印加し、V_{gs}= -5 V ~ 10 V で走査している。P 型 Poly-Si-TFT では、V_{ds}= -5 V を印加し、V_{gs}= -5 V ~ 10 V で走査している。ここでは、温度は -10℃ ~ 100℃ まで 10℃ 間隔で温度を変化させている。Poly-Si TFT の伝達特性は N 型 P 型ともに、オフ電流の温度依存性が、オン電流の温度依存性より大きい。これは、オフ電流の起源が熱励起によるキャリア生成であるのに対して、オン電流は電界効果によるキャリア密度とキャリア移動度で決まり温度依存性がそれほど大きくないからである。そこ

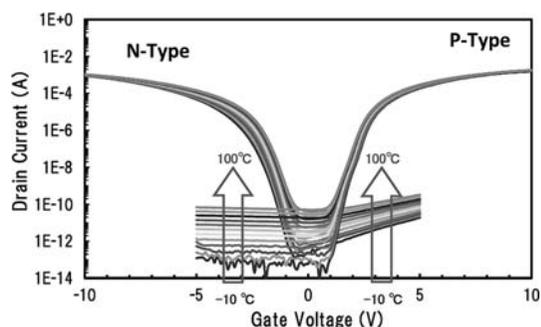


図 1 TFT の伝達特性の温度依存性

で、オフ電流を用いることが温度センサに適していると考えられる。

5. ハイブリッド型温度センサの特性評価

従来のハイブリッド型温度センサの回路図を図2(a)に示す。Tr1がONのとき、CがHに充電される。そして、リングオシレータを介してTr1がOFFとなり、CがTr2を通してHからLへゆっくり放電をする。最後に、リングオシレータを介してTr1がONとなり、最初の状態に戻る。この動作を繰り返す回路となっている。図2(b)は、実際の実験により得られた出力波形を示す。私たちは、発振周波数を測定することにより温度を検出することに成功した。しかし、測定するには、パルス幅が小さすぎる問題がある。次に、矩形波を出力する新しいハイブリッド型温度センサの回路図を図2(c)に示す。Tr11がONのとき、VaはすぐにLへ放電し、インバータを介してTr21がONする。つぎに、VbはすぐにLへ放電し、インバータを介して、Tr11がOFFする。次に、VaはTr12のリーク電流によって、ゆっくりとLからHへ充電され、インバータを介して、Tr21がOFFする。次に、VbはTr22のリーク電流によって、ゆっくりとLからHへ充電され、インバータを介して、Tr11がONする。この動作を繰り返す回路となっている。発振周波数はTr12とTr22の充電電流であるオフ電流が温度に依存している。図2(d)は、回路シミュレーションにより得られた出力波形を示す。ハイブリッド型温度センサは、パルス幅を大きくし、矩形出力波形を生成することがわかった。図3は矩形波出力するハイブリッド型温度センサの実測波形を示す。私たちは、発振周波数を測定することにより温度を検出することに成功した。

6. まとめ

矩形波を出力する低温 Poly-Si TFT (LTPS) を用いたハイブリッド型温度センサの開発を行なった。

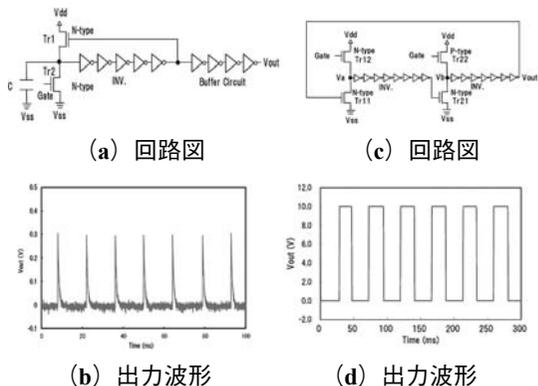


図2 従来のハイブリッド型温度センサの実験結果((a)と(b))と、矩形波出力するハイブリッド型温度センサのシミュレーション結果((c)と(d))

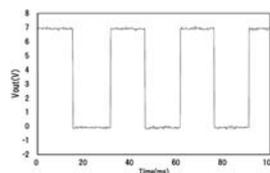


図3 矩形波出力するハイブリッド型温度センサの実測波形

N型・P型 Poly-Si TFTの伝達特性の温度依存性から、Poly-Si-TFTはオフ電流を用いることが温度センサに適していることが分かった。新しいハイブリッド型温度センサのシミュレーションを行うことで、測定が容易な矩形波が出力されるハイブリッド型温度センサの温度センサとしての価値を見出した。

7. おわりに

今回の研究発表で、参加者の方から多くの意見を頂き、貴重な経験ができました。この学会で得られたことを今後の研究の発展に活かしていきたいです。

今回の発表を行うにあたって、ご指導をいただいた木村睦先生、木村睦研究室の皆様には深く御礼申し上げます。