

酸化物半導体 TFT*¹ を用いて周波数 13.56MHz 帯で動作する RFID チップを試作 薄くて折り曲げられるフレキシブルデバイスの実現に道を拓く

株式会社日立製作所(執行役社長:中西 宏明/以下、日立)は、薄くて折り曲げられるフレキシブルデバイスに適した、酸化物半導体*² 薄膜トランジスタ(以下、TFT)を用いて RFID*³ チップを試作し、現在 RFID や IC カードシステムで利用されている周波数 13.56MHz*⁴ 帯で、その無線動作の確認に成功しました。日立は、今回の技術をベースにフレキシブルデバイスの実用化に向け、その開発を加速していきます。

プラスチックフィルムなどの上に RFID やセンサ、ディスプレイなどの電子回路を作製したフレキシブルデバイスは、薄型で、物体の曲面部分や変形する部分にも柔軟に貼り付けることができる次世代のデバイス技術として、世界的に研究開発が進められています。特に、RFID タグのような無線デバイスは、応用範囲が広く実用化が期待されています。

そこで日立は、フレキシブルな RFID などの無線デバイスを実現するため、低温下での製造が可能で、スイッチング性能にも優れた酸化物半導体 TFT に着目しました。まず 2008 年に、酸化物半導体 TFT をプラスチックフィルム上に形成し、TFT が低電圧で動作することを確認しました(完全空乏型酸化物半導体 TFT 技術*⁵)。2010 年には、ガラス基板上に酸化物半導体 TFT 無線整流回路を試作し、周波数 13.56 MHz の電波をアンテナで受信して、直流電圧に変換する技術(整流回路技術*⁶)を開発し、実用化に向けた開発を進めてきました。

フレキシブルな無線デバイスを実現するためには、これらの技術に加え、酸化物半導体 TFT で構成される論理回路を形成することが必要です。従来の無線デバイスでは、省電力で動作速度に優れた CMOS 回路技術が一般的に使われていますが、酸化物材料においては、P 型トランジスタの作製が困難なため、N 型と P 型のトランジスタを併用する CMOS 回路技術を適用できません。一方、千から数万個規模の N 型トランジスタのみで論理回路を作製した場合、消費電力が大きくなるため、無線での電源供給で動作することが困難でした。

日立は、このような背景から、N 型トランジスタだけで構成しながらも、省電力を実現する酸化物半導体 TFT 論理回路技術により、ガラス基板上に RFID チップを試作しました。本チップにアンテナを接続し、周波数 13.56MHz 帯で動作検証を行なったところ、40mW(ミリワット)の低出力において通信距離 7cm で動作を確認することができました。今回開発した技術の詳細は、以下の通りです。

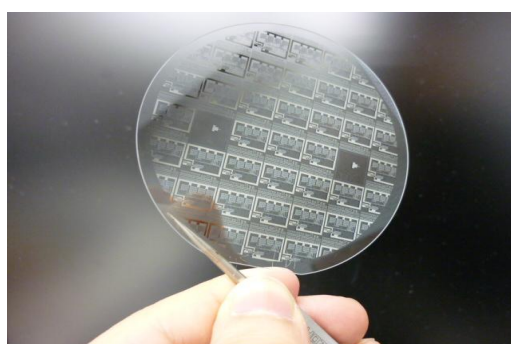
(1) 省電力化を実現する酸化物半導体 TFT 論理回路技術

トランジスタがオン状態になる電圧(しきい値電圧*⁷)を 0V に近い値とし、低電源電圧下での動作を可能にしました。また、N 型トランジスタだけで構成した論理演算素子に含まれる、負荷用トランジスタのゲート電圧を、論理演算素子に入力される電圧に応じて自動的に変動させることで、消費電力を低減しました。試作した回路では、一つの論理演算素子あたり、動作電圧 5V 時に既存の 100 分の 1 以下の 1nA(ナノアンペア)の電流で動作する回路を実現しました。

(2)省電力の無線通信プロトコル

RFID 側が、リーダ側から電波による電力供給を受けた時点で、これを動作開始の命令とみなし、データを送信するという無線通信プロトコルを開発、実装しました。従来の RFID と比べ、RFID 側で命令を処理する必要が無くなったことで、プロトコルの実装規模が低減し、低消費電力化が可能となりました。また、RFID 側からデータを送信する際に、RFID 論理回路の動作クロック*8 に関わる情報を付与して送信することによって、リーダ側でデータを読み込む際に、動作クロックの変動により生じる、読み取りの誤りを抑制しています。

本成果は、2011 年 2 月 25 日に電子情報通信学会より刊行される「IEICE Electronics Express (ELEX)」上において発表されました。



【写真】今回開発した RFID チップ

■用語

- *1 薄膜トランジスタ (TFT:Thin Film Transistor):ガラスやプラスチックフィルムなどの絶縁体基板上に作製されるトランジスタのことで、現在は主にアクティブマトリクス型液晶ディスプレイの画素駆動に利用されている。
- *2 酸化物半導体:金属酸化物のうち半導体特性を示すものことで、トランジスタ応用としては、酸化亜鉛(ZnO)やインジウムガリウム亜鉛複合酸化物(InGaZnO)などが知られている。スパッタ法により室温付近で製造することができ、フレキシブルデバイスなどの新しい分野への応用が期待されている。
- *3 RFID (Radio Frequency Identification):物体の識別に利用される微小な無線 IC チップ。RFID はリーダから動作命令を受信することで、データの送受信が可能。
- *4 13.56MHz:RFID や非接触式 IC カードなどで使われている無線周波数の一つで、通信距離は最大 1m 程度です。
- *5 完全空乏型酸化物半導体 TFT 技術:酸化物半導体の厚さと、酸化物半導体中の自由電子の数がある値以下に設計し、酸化物半導体 TFT のスイッチング特性を高める技術のことで、日立が、独立行政法人 科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業発展研究 (SORST)に参画して 2008 年に開発した。今回用いた酸化物半導体 TFT では、チャンネル層にインジウムガリウム亜鉛複合酸化物 (InGaZnO)を利用した。
- *6 整流回路技術:交流電圧を直流電圧に変換する回路技術。
- *7 しきい値電圧:トランジスタがオン(電流が流れる)になる電圧。
- *8 クロック:論理回路内の各回路がそれぞれの動作を同期させるために用いる信号。

■照会先

株式会社日立製作所 中央研究所 企画室 [担当:木下]
〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地
電話 042-327-7777(直通)

以上

このニュースリリース記載の情報(製品価格、製品仕様、サービスの内容、発売日、お問い合わせ先、URL 等)は、発表日現在の情報です。予告なしに変更され、検索日と情報が異なる可能性もありますので、あらかじめご了承ください。
