バスキーパー型物理的複製困難関数の熱安定性

Thermal stability of physically unclonable function on buskeeper circuit

産総研 [1]　○栗原 一徳 [1]，古志 知也 [1]，植村 聖 [1]，吉田 学 [1]

AIST [1], ◦Kazunori Kuribara[1], Tomoya Koshi[1], Sei Uemura[1], Manabu Yoshida[1]

E-mail: Kuribara-kazunori@aist.go.jp

研究背景　近年、フレキシブルエレクトロニクスはウエアラブルデバイスや大面積センサデバイスなどの研究が盛んにおこなわれている。これらのデバイスではセキュリティの問題が今後大きくなっていくと考えられる。これまで我々は回路素子のバラつきを固有値として利用した物理的複製困難関数（PUF）セキュリティの研究を単体有機トランジスタに対して行ってきた（第 81 回応物秋 9p-Z11-17）。前回までの結果を踏まえて、今回我々はトランジスタを複数個組み合わせた回路としての PUF 動作の安定性を評価したのでこれを報告する。

実験内容　今回の実験ではボトムゲートトップコンタクト型の有機トランジスタを利用した。ゲート電極には Al を利用し、絶縁膜にはオクタデシルホスホン酸の一般的な自己組織化単分子膜と酸化アルミニウムのハイブリット絶縁膜を使い２V 駆動を実現した。半導体はｐ型に DNTT、ｎ型に TU-1 を利用し、ソースドレイン電極には Au を利用した。最後に CYTOP により封止を行った。絶縁膜と封止膜以外のプロセスは真空蒸着で成膜した。この相補的なトランジスタを 8 つ使うことで SRAM 型のバスキーパー回路を作製した（Fig. 1）。この回路は電圧をかけることで、内部素子の出力バランスに応じて出力電位が“0”または“1”の状態に固定される性質を持っている。これを 100℃のオーブンで一定時間加熱し、室温冷却後に回路の出力を順次計測した結果が Fig. 2 である。24 ビット分の ID は加熱後に一定ではなくビットの反転がみられた。それぞれの基準値からの ID 変化量をまとめたものが Fig. 3 である。この図から封止膜無しでは加熱直後に多数のビット反転が起きることが分かった。これは以前の単体トランジスタ素子でも見られた傾向で、閾値移動により特性バラつきの再配置が起きていると考えられる。単体のトランジスタでは６時間の加熱の後に特性が安定し、そこを基準としたビットの反転率は 10％程度に抑えられていた。本実験でも６時間後は全体のおよそ１割の３ビット程度の揺らぎとして安定することがわかった。

謝辞　この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（ＮＥＤＯ）の委託業務（JPNP16007）の結果得られたものです。

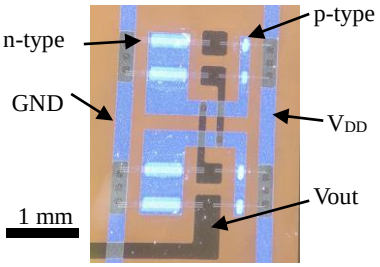

Fig. 1 Picture of organic buskeeper cell

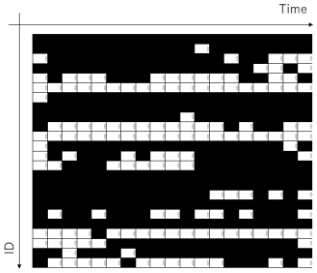

Fig.2 Change of 24-bit ID after annealing by 30 min. step

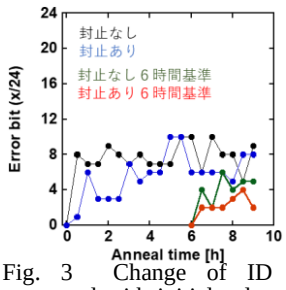

Fig. 3 Change of ID bit compared with initial value and value after six-hours annealing

© 2021年 応用物理学会