

アンテナ形状の違いによる初期周波数劣化の評価

Evaluations of Initial Frequency Degradation by Difference between Antenna Shapes

岸田 亮 大島 梓 藪内 美智太郎 小林 和淑
 Ryo Kishida Azusa Oshima Michitarou Yabuuchi Kazutoshi Kobayashi

京都工芸繊維大学 工芸科学研究科 電子システム工学専攻
 Department of Electronics, Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

1 序論

近年の集積回路の微細化により、アンテナダメージによる素子特性の劣化が報告されている [1]。アンテナダメージで歩留まりの悪化や信頼性の低下につながるため、アンテナダメージの影響を調べるのが重要となっている。先行研究ではアンテナの形状によって特性劣化が異なるとの報告があり [2, 3]、本稿では長方形と楕形のアンテナを用意してアンテナ形状の違いによるアンテナダメージの影響を調べる。

2 アンテナ

アンテナとは電荷の溜まった金属配線のことであり、金属配線を加工するプラズマエッチングによって作られる。アンテナを MOSFET のゲートに接続すると、電荷によってゲート酸化膜がダメージを受ける。このアンテナダメージによって酸化膜に欠陥が作られ、しきい値電圧増加や発振周波数低下の原因となる。しかし、アンテナをドレインにつなげることで、基板に電荷が流れ出ていくためダメージを緩和できる。アンテナダメージの大きさを表す指標として（アンテナ底面積 / ゲート底面積）で計算されるアンテナ比がある。設計ルールではアンテナ比の上限が 500 である。

3 測定方法

図 1 のような 11 段リングオシレータにおいて発振経路の 1ヶ所だけにアンテナを接続した回路で発振周波数を測定する。アンテナ接続構造は図 2 のように 3 種類用意する。AG では金属配線 M1 を加工している途中でゲートがダメージを受け続けるため、最もアンテナダメージが大きい。ADG では M1 加工中にドレインによりアンテナダメージが緩和される。AD ではアンテナの電荷が全てドレインに流れ出るため、最もダメージを受けにくい。それぞれの構造を図 3 のような長方形 (RECT) と楕形 (COMB) で作ることで、同じアンテナ比 500 で周囲長の異なる形状を用意する。試作した楕形アンテナは長方形と面積は同じだが、周囲長は 5.12 倍である。

4 結果

図 4 に長方形、図 5 に楕形でのシミュレーションと測定値との初期発振周波数比率の比較結果を示す。シミュレーションでは配線の抵抗と容量のみを考慮するため、アンテナダメージがないときの発振周波数が求まる。測定値は各リングオシレータで試作した 98 個の平均値をとった。比較方法として、ADG と AD の発振周波数が AG と比べてどれだけ異なっているかという発振周波数比率 (FR) を用いた。グラフの点が赤い直線より上にあるほど、アンテナダメージを緩和することを表す。楕

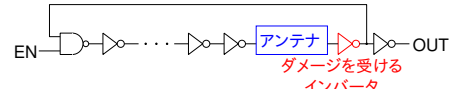
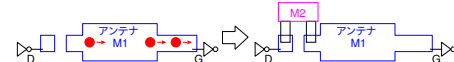
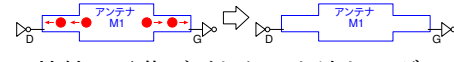


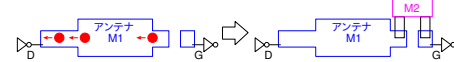
図 1 11 段リングオシレータ測定回路



(a) AG 接続：電荷がゲートへ流れてダメージ大



(b) ADG 接続：電荷がどちらにも流れてダメージ緩和



(c) AD 接続：電荷がドレインへ流れ出てダメージ最小

図 2 アンテナ接続構造



(a) 長方形 (RECT) (b) 楕形 (COMB)

図 3 アンテナ形状

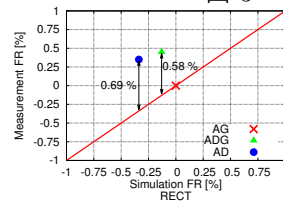


図 4 長方形におけるシミュレーションと測定値との初期発振周波数比率の比較

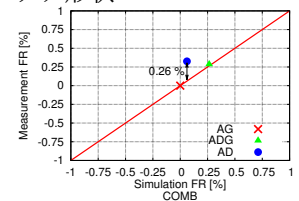


図 5 楕形におけるシミュレーションと測定値との初期発振周波数比率の比較

形の AD では 0.26 %ダメージを緩和し、ADG ではほとんど緩和できない。長方形では ADG で 0.58 %緩和できる。AD では楕形の約 2.7 倍緩和できることが分かる。

5 結論

長方形と楕形のアンテナを用いて周囲長によるアンテナダメージの違いをみると、周囲長が楕形の約 1/5 である長方形は、楕形に比べてダメージを約 2.7 倍緩和することがわかった。アンテナダメージを受けないようにするには、同じ面積でも正方形のように周囲長が小さくなる配線にするべきである。

謝辞 本研究は、METI, NEDO 委託先である LEAP の「低炭素社会を実現する超低電圧デバイス技術プロジェクト」において共同実施された。

参考文献

[1] A. C. Mocuta et al., *American Vacuum Society*, pp. 104-107, 2001.
 [2] K. S. Min et al., *IRPS*, pp. 723-724, 2008.
 [3] W. H. Choi et al., *IRPS*, pp 4A.3.1-4A.3.4, 2013.