

アンテナダメージによる初期発振周波数劣化測定から求めたしきい値電圧変動の評価

Evaluation of Initial Frequency Degradation and Threshold Voltage Variation Caused by Antenna Damage

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

京都工芸繊維大学
Kyoto Institute of Technology

1 概要

近年、集積回路の微細化により信頼性低下が問題となっている。その要因のひとつとして、アンテナダメージがある。アンテナダメージは、発振周波数の低下やしきい値電圧の増加などを引き起こす。本稿では、リングオシレータの初期発振周波数を評価することにより、アンテナダメージの影響について調べる。

2 アンテナダメージによる初期発振周波数の測定としきい値電圧変動量の評価

アンテナダメージは、製造時にプラズマエッチングによって金属配線に溜まった電荷が、MOSFETのゲート部分に流出することによりゲート酸化膜が受けるダメージである [1]。アンテナダメージの影響はアンテナ比 (AR) に伴って増加する。バルクプロセスではアンテナをゲートより先にドレインに接続することで基板に電荷が流出し、ダメージの緩和が期待できる。

2.1 測定回路構造

チップは 65nm SOTB (Silicon On Thin Buried Oxide) プロセスを用いた。測定回路構造を図 1 に示す。これは、11 段リングオシレータ回路の一箇所にアンテナを挿入した構造である。これを基本として、アンテナ接続構造とアンテナ比を変えた 6 構造の回路において発振周波数を測定することで評価する。アンテナ比は 500, 6250 の 2 種類、アンテナ接続構造は図 2 の 3 種類である。各々ゲートとドレインへのアンテナの接続方法を変えている。AG 構造はゲートにアンテナを先に繋ぐため、アンテナダメージが最も大きい。ADG 構造はゲートとドレインにアンテナを同時に繋ぐため、ダメージが AG 構造より緩和される。AD 構造はアンテナをドレインに先に繋ぐため、ダメージが最も小さいと予測される。ただし、SOTB プロセスでは絶縁膜が基板への電荷の流出を防ぐため、ドレインによる緩和が出来ない可能性がある。

2.2 測定値とシミュレーション値の比較

SOTB プロセスにおける回路シミュレーションと測定した初期発振周波数の結果を図 3 に示す。これによると、初期発振周波数は AG 構造が最も劣化しており、ADG の方が AD 構造よりも劣化が抑えられている。アンテナダメージによりしきい値電圧変動も起こる。しきい値電圧を変動させたシミュレーションを行い、発振周波数変動をしきい値電圧変動に換算した。その結果が図 4 であ

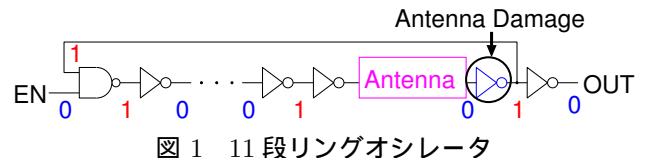


図 1 11 段リングオシレータ

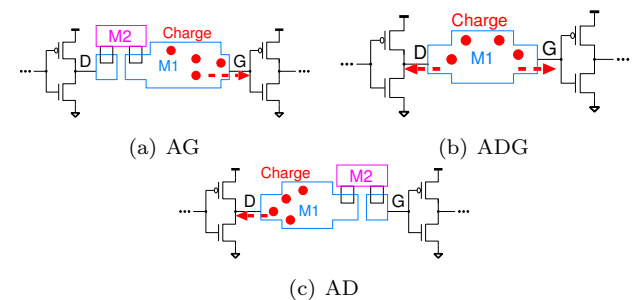


図 2 アンテナ接続構造

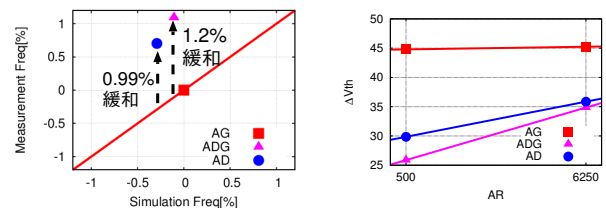


図 3 初期発振周波数変動

図 4 アンテナ比としきい値電圧変動量の関係 (SOTB)

る。これによると、AG 構造ではアンテナ比によらずしきい値電圧変動量が一定であるのに対して、ADG, AD 構造ではアンテナ比が小さいときにはダメージの緩和が出来るが、大きくなるに伴いダメージの影響が大きくなっていることが分かる。

3 結論

SOTB においてドレイン接続によってアンテナダメージは緩和されるが、ダメージを受ける対象により緩和の程度は異なる。初期発振周波数には ADG 構造の方が AD 構造よりもダメージ緩和に有効である。しきい値電圧にはアンテナ比が小さいときにはダメージ緩和の効果があるが、大きくなるとダメージが優勢となる。

4 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。

5 参考文献

[1] 岸田亮 他, 信学技報, VLD2013-84, pp.159-164, 2013 年 11 月