

# マルチフィンガ型 MOS トランジスタの基板電流端子における鋭い共振現象 A Sharp Resonance in a Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor with Multi-finger Gate Configuration

東芝研開セ, 電子デバイスラボラトリー, ○阿部 和秀

Electron Devices Lab. Corporate R&D Center, Toshiba Corp., ○Kazuhide Abe

E-mail: kazuhide.abe@toshiba.co.jp

ゲート電極を複数平行に配置し、並列接続したマルチフィンガ型 MOS トランジスタ[Fig.1(a)]においては、特定のバイアス条件下において、ドレイン電流  $I_d$  や基板電流  $I_{sub}$  に異常が観測されることがある<sup>1)-7)</sup>。異常が生じるバイアス条件は、トランジスタのチャネルのピンチオフ条件( $V_{th} < V_g < V_d + V_{th}$ )に包含されることから<sup>1)</sup>、インパクトイオン化現象との関連性が深く、信頼性(ホットキャリア劣化)の観点からも、メカニズム解明は重要であると考えている<sup>3)</sup>。

今回、インパクトイオン化により発生する  $I_{sub}$  の周波数特性を観測する目的で、基板端子に高周波特性測定用の GSG 端子を設け[Fig.1(b)]、この端子からインピーダンス( $Z=R+iX$ )の周波数特性(0.02-1.60 GHz)を測定した。

ゲート電圧  $V_g=0$  V、ドレイン電圧  $V_d=0$  V では、CR 等価回路で近似可能な単調なインピーダンス特性を示したが、トランジスタがピンチオフするバイアス条件( $V_g=1.2$  V、 $V_d=1.2$  V)では、300 MHz 付近に鋭い共振ピークの重畳を観測した。共振周波数付近の拡大図を Fig.2(a)に示す。

$|Z|$ の周波数変化率から、共振における  $Q$  ファクタは 1500 以上と見積もられた<sup>8)</sup>。Si 基板に導電性があるため、寄生 LC 共振モデルでは、このように高い  $Q$  ファクタの説明は困難である。一方、Fig.1(a)に示すように、ゲート間ピッチ(18  $\mu$ m)を一波长とする音響定在波を仮定し、共振周波数(296 MHz)とゲート電極間隔から見積もった音速は、Si 中を伝搬する音速(5840 m/s)とほぼ一致したため、この共振はコヒーレントな音響波の励起に起因する可能性が考えられる<sup>2)</sup>。

また、共振周波数付近では、 $R$  が負( $R_{min}=-55$   $\Omega$ )に転じており、等価回路的には共振に同期して  $I_{sub}$  が発生する交流電流源と看做することができる [Fig.2(b)]。音響定在波に同期して単位時間当たりのインパクトイオン化率が増減を繰り返す、周期的に発生する正孔数の変化を、交流信号として観測しているのではないかと考えている<sup>1)-2)</sup>。

### 【参考文献】

- 1) K. Abe, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **49** (2010) 074303.
- 2) K. Abe, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 050205.

- 3) K. Abe, *et al.*: Dig. Pap. IEEE SiRF2009 p.41.
- 4) 阿部他, 応物講演会 2011 年春, 26a-KC-11.
- 5) 阿部他, 応物講演会 2011 年秋, 1p-P10-27.
- 6) 阿部他, 応物講演会 2012 年春, 18a-GP6-12.
- 7) 阿部他, 応物講演会 2012 年秋, 12p-PB10-7.
- 8) T. Ohira: IEEE Trans. Circuit and System, **52** (2005) 846.

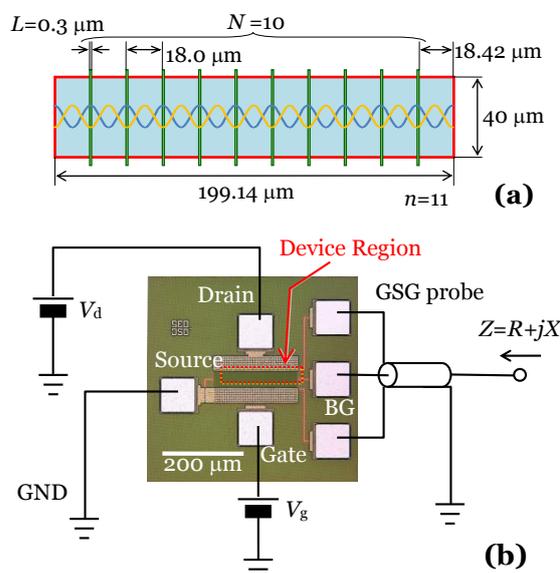


Fig. 1 Device structure of the MOSFET (a) and image of the device (b).

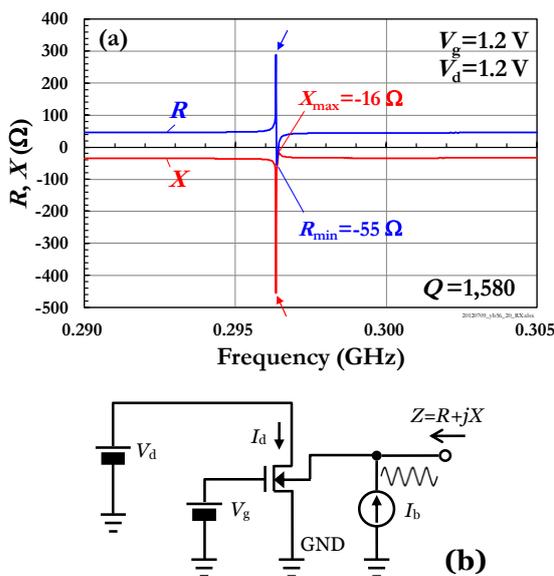


Fig. 2 Frequency dependence of impedance (a) and equivalent circuit for the device (b).