FinFET 寄生抵抗ばらつきの解析：エクステンションドーピング条件の影響

Fluctuation of FinFET parasitic resistance: Impact of extension doping condition

産総研 ○松川 貴，森 貴洋，森田行則，大塚慎太郎，柳 永勛，
大内真一，更田裕司，右田真司，昌原明植

AIST ○T. Matsukawa, T. Mori, Y. Morita, S. Otsuka, Y.X. Liu,
S. O'uchi, H. Fuketa, S. Migita and M. Masahara

E-mail: t-matsu@aist.go.jp

【はじめに】FinFET が CMOS プラットフォームとして実用化された後、スケーリングへの対応は fin 厚さの縮小を伴うアスペクト比の改善によってなされている。fin 厚さが薄くなった場合に、fin へのイオン注入による欠陥の影響が顕在化することが以前より知られている[1,2]。また、スケーリングとともに顕在化する特性ばらつきにおいては、しきい値ばらつきだけで無く、寄生抵抗ばらつきにも注意を払う必要がある[3]。本稿では、多数の FinFET の寄生抵抗ばらつきを抽出し、エクステンションへのドーピング条件（異なる fin 厚さ、注入イオン種)の影響を調査した結果を報告する。

【FinFET 作製工程】(100)SOI 基板を RIE 加工することにより fin チャネルを形成する。fin 厚さ(T_{fin})は、20 nm 又は 30 nm に設定した。ゲートパターニング後、エクステンションへのドーピングのため、fin の両側より 5 keV の As 又は P のイオン注入(I/I)を行う。活性化熱処理(RTA)は 870 ℃, 2 sec で行った[2]。

【電気的特性評価】短チャネル効果が十分に抑えられているゲート長(L_g)100 nm の素子 48 サンプルに関して、電気的特性評価を行った。線形条件(V_d=50 mV)において、オン抵抗(R_{on})とゲートオーバードライブの逆数($1/V_{ov}$, $V_{ov}=V_g-V_t$)の関係を取得した(Fig.1)。実測された R_{on} と $1/V_{ov}$ の関係は、直線と比較的良い fitting を示している。$1/V_{ov}$ が 0 の極限においてチャネル抵抗の寄与は 0 となるため、線形 fitting の y 切片が寄生抵抗 R_{para} を与える[3]。As のイオン注入において、Fig.1(a)に示す様に fin 厚さが小さい場合にはオン抵抗が異常に大きい素子が発生するが、これは寄生抵抗が高抵抗側に大きくばらつくためであることが分かる。一方 fin 厚さを厚くすることで(Fig.1(b))、寄生抵抗ばらつきの発生は抑えられる。異なる注入イオン種の場合も含め、抽出された寄生抵抗ばらつきを Fig.2 に示す。fin 厚さを厚くすることで、また注入イオン種を As から P にかえることで、ばらつきが抑えられることが分かる。なお、T_{fin}=30 nm、P イオン注入の場合の寄生抵抗は、中間値が 200 Ω-μm 台となっており、最近の FinFET の寄生抵抗の報告値[4]と遜色の無い値となっている。つまり、結晶欠陥の発生が少ない、軽イオンである P のイオン注入をドーピングに用いることが、FinFET の寄生抵抗の絶対値とばらつきを低く抑える上で有利であると言える。

【謝辞】本研究の一部は、NEDO の助成を受けて行われた。

【参考文献】[1] R. Duffy *et al.*, ESSDERC2008, p.334. [2] T. Matsukawa *et al.*, JJAP, 55, p.04EB01 (2016). [3] A. Paul *et al.*, IEDM2013, p.361. [4] C.R. Kenny *et al.*, VLSI2012, p.17.

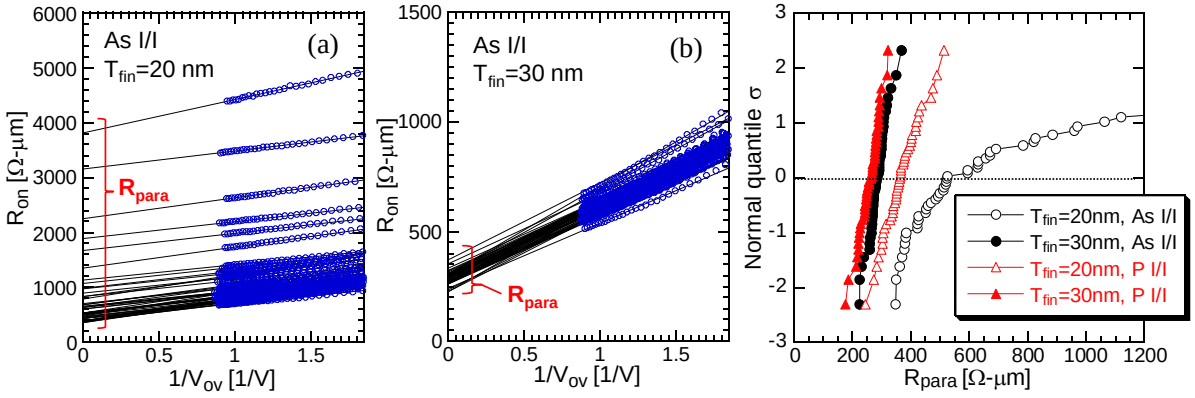

Fig.1 R_{on} vs inverse of gate overdrive ($1/V_{ov}$) for sample FinFETs. Limit of $1/V_{ov}$~0 gives parasitic resistance R_{para}. Comparison between (a) T_{fin}=20 nm and (b) T_{fin}=30 nm for As I/I cases.

Fig.2 Statistical distribution of R_{para} for different fin thickness (20/30 nm) and different I/I species (As/P) for extension doping.

© 2016年 応用物理学会