

InGaAs MOS ゲートスタック電気特性に与えるメタルゲート電極の影響

Impact of metal gate electrodes on electrical properties of InGaAs MOS gate stacks

東京大学¹, 住友化学²○張志宇¹, 横山正史¹, 金相賢¹, 市川磨², 長田剛規², 秦雅彦², 竹中充¹, 高木信一¹The University of Tokyo¹, Sumitomo Chemical Co. Ltd.²,○C.-Y. Chang¹, M. Yokoyama¹, S.-H. Kim¹, O. Ichikawa², T. Osada², M. Hata², M. Takenaka¹and S. Takagi¹

E-mail: cychang@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】化合物半導体の InGaAs は、高電子移動度を有するため、従来の Si に代わる n 型 MOS チャンネル材料として期待されている。一方、微細トランジスタを実現するためには、InGaAs にも High-k/メタルゲートによるゲートスタック構造を適用する必要がある。近年、InGaAs と High-k ゲートスタックの間の MOS 界面に関する研究は多いが[1]、メタルゲートがゲートスタックや MOS 界面に与える影響についての研究はまだ少ない。そこで本研究では、プロセス起因のダメージを与えにくい真空蒸着による Au、Al、Pd をゲート電極として、Al₂O₃ 及び HfO₂/InGaAs 上に形成した MOS キャパシタの電気特性や界面準位などの評価を行ったので、その結果を報告する。

【実験結果】図 1 に (a) Al₂O₃/InGaAs と (b) HfO₂/InGaAs 上、それぞれのメタルゲートの物理膜厚と電氣的換算膜厚(capacitance equivalent thickness, CET)の関係を示す。Pd は Al₂O₃、HfO₂ 共に MOS キャパシタの容量を上げる効果があることが分かる。その理由として、Pd の水素化触媒効果[2]が影響を与えている可能性がある。図 2 に Pd/HfO₂/InGaAs の C-V 特性を示す。HfO₂ をゲート絶縁膜とする InGaAs MOS キャパシタでは、Al や Au と比べて Pd ゲートにおいて最も優れた C-V 特性が得られることが分かった。図 3 にそれぞれのメタルゲートが Al₂O₃ や HfO₂ において Conductance 法[3]で評価された界面準位 (D_{it})の結果を示す。Al₂O₃ 上では Au および Al ゲートでの MOS キャパシタの界面準位が Pd ゲートより低くなるが、HfO₂ 上では、逆に Pd ゲートの方が低くなることが分かる。以上の結果から、InGaAs MOS 構造におけるメタルゲート電極は、high k 絶縁膜と MOS 界面の両方の電気特性に影響を与えること、また high k 絶縁膜の種類によって、最適なゲート電極材料が異なることが明らかとなった。

【謝辞】本研究は、NEDO「省エネルギー革新技术開発事業」の委託により実施した。

【参考文献】[1] M. Yokoyama et al, APL 96, 142106 (2010) [2] F. D. Manchester, et al., J. Phase Equilibria, 15,

62 (1994) [3] N. Taoka et al, Microelectron. Eng. 88, 1087 (2011)

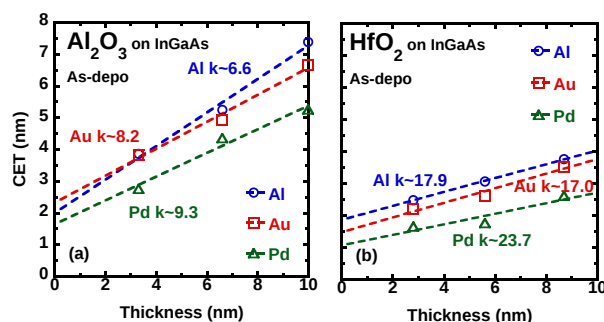


Fig.1: CET as a function of (a) Al₂O₃ thickness and (b) HfO₂ thickness showing dependence of gate electrode metals (Au, Al, Pd) on C_{max} and dielectric constant (k).

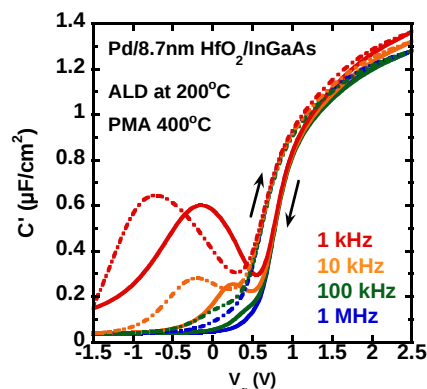


Fig.2: C-V curves of 8.7nm HfO₂/InGaAs by ALD at 200°C after PMA using Pd as gate electrodes.

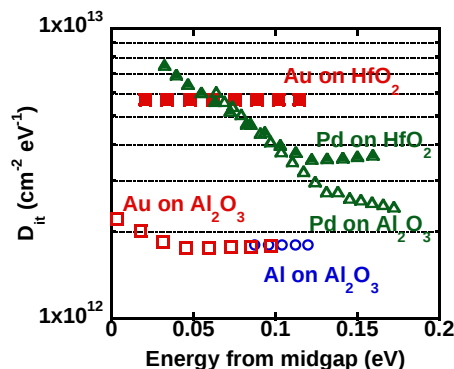


Fig.3: D_{it} evaluated by conductance method for MOS capacitors with Au, Al and Pd gate electrodes on Al₂O₃ and HfO₂. D_{it} of Pd on HfO₂ is lower than that of Au on HfO₂, while the result is opposite for Al₂O₃ case.