

## プラズマ後処理によって高い仕事関数を有する微結晶窒化チタン膜

### Small-grain titanium nitride film with high work-function by plasma treatment

(株)日立国際電気, °出貝 求, 中山 雅則, 原田 和宏, 芦原 洋司, 金山 健司

Hitachi Kokusai Electric, °Motomu Degai, Masanori Nakayama, Kazuhiro Harada, Hiroshi Ashihara  
and Kenji Kanayama

e-mail: degai.motomu@h-kokusai.com

【はじめに】高い仕事関数(WF)を有する窒化チタン(TiN)は pMOS 用メタル電極として用いられる。従来の TiN は無機 Ti 原料と NH<sub>3</sub> を用いて成膜されるが、素子の微細化に伴い結晶粒毎の面方位の違いに起因する WF のばらつきが問題となる。この WF のばらつきは結晶粒を小さくすることで軽減できるので[1]、有機 Ti 原料を用いて微結晶を有する TiN を形成した。有機 Ti 原料の適用で不純物による高抵抗化、低 WF 化を確認しており、これらの問題に対して窒素を含むプラズマ後処理による解決を試みたので報告する。

【実験】微結晶 TiN(n-TiN)膜は枚葉 CVD 装置を用い、Ti の無機原料と有機原料の供給により成膜した。n-TiN 膜の窒素を含むプラズマ処理には容量結合型のプラズマ処理装置を用いた。処理時間を変えてプラズマの効果を評価した。膜厚は断面透過型電子顕微鏡、膜の抵抗は 4 探針法、結晶性は X 線回折(XRD)、組成は X 線光電子分光(XPS)により評価した。また WF は MOS キャパシタを作製し、CV 測定により算出した。

【結果と考察】成膜後の n-TiN 膜の結晶性は微結晶であることを XRD にて確認した。まず n-TiN の WF と N 濃度の Ti 濃度に対する比(N/Ti)の窒素を含むプラズマ処理時間に対する変化を図 1 に示す。WF は従来 TiN との差( $\Delta WF = WF_{n-TiN} - WF_{\text{従来 TiN}}$ )で示す。長い処理時間ほど WF は高く、従来 TiN より 0.2eV 高い値を得た。また処理時間とともに N/Ti も大きくなる。N/Ti が大きいほど WF は高くなることから[3]、N/Ti の変化により WF を変調できたと考える。次に n-TiN 膜の抵抗率と Cl 濃度の Ti 濃度に対する比(Cl/Ti)の処理時間に対する変化を図 2 に示す。抵抗率は従来 TiN との比( $\rho_{n-TiN} / \rho_{\text{従来 TiN}}$ )で示す。長い処理時間ほど抵抗率と Cl/Ti が減少する。Cl による不純物散乱が減り抵抗を低減できたと考える。

【まとめ】有機 Ti 原料を用いた成膜方法とプラズマの後処理の併用により従来の TiN よりも高 WF、低抵抗の TiN 膜を得た。

【謝辞】本研究における MOS キャパシタの作製は産総研つくばイノベーションアリーナ(TIA)推進本部スーパークリーンルーム産学官連携研究棟の設備を使用して作製した。

[1] H. Dadgour et. al., ICCAD 2008, p270-277, (2008)

[2] 特許番号 WO2010125810 A1

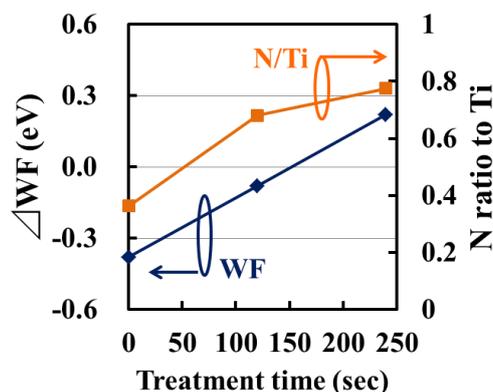


図1 WF と N/Ti の処理時間に対する変化

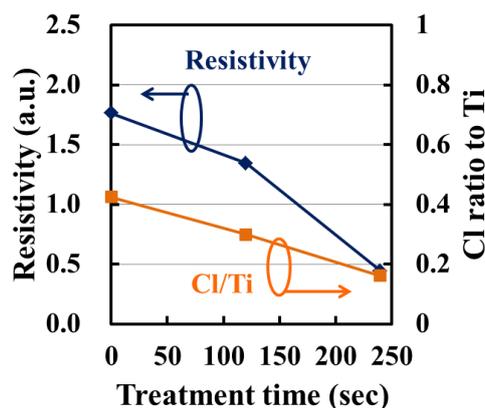


図2 抵抗率と Cl/Ti の処理時間に対する変化