

炭素を用いた Cu 拡散抑制の検討

Study on suppression of Cu diffusion using carbon

芝浦工大 [○]アルスバイエ ラーエド, 山下 諒, 上野 和良Shibaura Institute of Technology [○]Alsubaie Raed, M. Yamashita, and K. Ueno

E-mail: ueno@shibaura-it.ac.jp

【はじめに】 集積回路用配線材料として銅 (Cu) が用いられているが、配線の微細化に伴い Cu の拡散を防止するバリア膜にはナノオーダーの超薄膜化が求められている。我々はナノオーダーの膜厚の自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer :SAM) が、ある程度のバリア性を持つことを報告した[1]。今回、SAM の主な構成元素の炭素 (C)のみからなるバリア膜の可能性を検討した。また、C ドープの Cu-C 膜について Bias Temperature Stress (BTS)試験により Cu 拡散抑制の可能性を検討した。

【実験方法】 図 1 に作製したサンプルの断面と BTS 試験の模式図を示す。サンプルは次の手順で作製した。まず熱酸化膜 100nm が形成された p 型 Si 基板上に、ステンシルマスクを用いて Cu/C 積層膜または Cu-C 合金膜を堆積した。Cu/C 積層構造では、蒸着により膜厚 15 nm の C 膜と、膜厚 150nm の Cu を堆積した。Cu-C 膜は、C チップをモザイク状に Cu 上に配置したターゲットを用いて、スパッタにより堆積した。また Cu-C について、400°C、1 時間の真空アニールを行ったサンプルも作製した。その後、試験中の Cu 酸化を防止するため、Cu 上に Ti を蒸着した。BTS 試験は、基板温度を 223°C で一定として、電圧を印加しながら絶縁破壊に至る時間 (寿命) を測定した。電圧は電界強度が 2 - 6 MA/cm² の間となる様に変化させた。TDDB (Times Dependent Dielectric Breakdown)寿命は、リーク電流が 0.1 mA 以上になった時を寿命と判定した。各条件について 20 個程度のサンプル TDDB 寿命分布をワイブルプロットにより解析した。

【結果】 各種構造のメジアン寿命の電界強度依存性を図 2 に示す。比較のため、先に報告した SAM バリア (TAS) の結果も載せている。アニールした Cu-C を除き、いずれのサンプルでもバリアのない構造に比較して寿命が長く、ある程度の Cu 拡散バリア性を有していることがわかる。また、電界依存性の傾きはほぼ一定で、TDDB に至るメカニズムは同様と考えられる。C (15 nm) は本実験で測定したサンプルの中で一番寿命が長く、炭素膜のバリア性が確認された。一方、Cu-C は予想と反してアニール前の方が長寿命となり、アニールすることでバリア性が劣化した。アニールした Cu-C のバリア性が劣化した原因を、アニール前後のリーク電流特性により比較したところ、アニール後のサンプルでは BTS 試験前にリーク電流が増加しており、Poole-Frenkel プロットから、アニールによって酸化膜中に Cu が拡散したと考えられる。

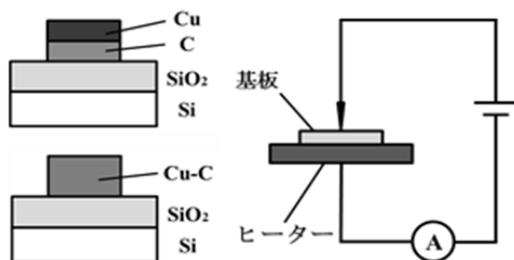


図1. サンプル 構造とBTS試験.

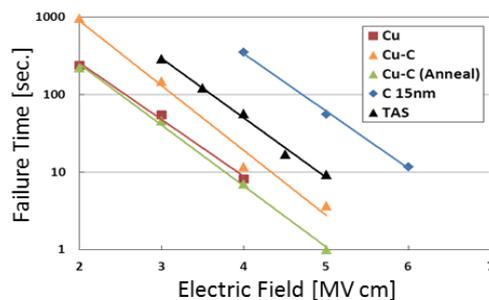


図2. 各サンプルのTDDB寿命比較.

【参考文献】 [1] M. Yamashita, S. Fujishima et al., ADMETA Plus 2012 (2012) 6-3.