

# ライナー・バリアフリー次世代配線材料 $\text{CuAl}_2$ の物理的特性

## Physical Properties of Next Generation Interconnect Material $\text{CuAl}_2$

東北大<sup>1</sup>, JX 金属<sup>2</sup> °(D1)久家 俊洋<sup>1,2</sup>, Linghan Chen<sup>1</sup>, 矢作 政隆<sup>1,2</sup>, 小池 淳一<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, JX Nippon Mining & Metals Corporation.<sup>2</sup>, °Toshihiro Kuge<sup>1,2</sup>, Linghan Chen<sup>1</sup>,

Masataka Yahagi<sup>1,2</sup>, Junichi Koike<sup>1</sup>

E-mail: toshihiro.kuge.r5@dc.tohoku.ac.jp

**背景** ULSI のダウンスケーリングにより、Cu 配線の配線遅延は深刻な問題となってきた。Cu 配線においては、ライナー層として Ta、バリア層として TaN が用いられてきたが、いずれの層も必要としないことが好ましい。近年、金属間化合物である  $\text{NiAl}$ ,  $\text{Cu}_2\text{Mg}$ ,  $\text{CuAl}_2$  がライナー・バリアフリーの次世代材料の候補として報告されている[1,2]。本発表では、 $\text{CuAl}_2$  の濡れ性、拡散抑制性についての研究内容を報告する。

**実験**  $\text{CuAl}_2$  薄膜は反応性スパッタリングにより成膜した。得られた薄膜に対して、ASTM D 3359-97 に基づきテープ試験を行うことにより濡れ性を評価した。 $\text{CuAl}_2/\text{th-SiO}_2/\text{p-Si}/\text{Al}$  の MOS 構造に対して、250 °C で電界強度 3 MV/cm を 30 分間負荷し(熱バイアス処理)、容量-電圧(C-V)測定を行うことにより拡散抑制性を評価した。 $\text{CuAl}_2\text{-SiO}_2$  界面については、CALPHAD 法による熱力学計算、及び二次イオン質量分析法(SIMS)による観察を行った。

**結果** テープ試験を行ったところ、剥離は全くなく、濡れ性は良好であり、ライナー層を必要としないことがわかった。更に C-V 測定をおこなったところ、熱バイアス処理前後で、Cu または Al の  $\text{SiO}_2$  中への拡散に伴う C-V カーブのシフトは確認されなかった。

Fig. 1 は  $\text{CuAl}_2$  と  $\text{SiO}_2$  の反応状態図を示しており、界面では  $\text{SiO}_2$  を還元し、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  が形成することが予想されている。実際、界面は Fig. 2 からわかるように、Al は Cu に較べて、 $\text{SiO}_2/\text{p-Si}$  側で検出されており、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  が形成していると考えられる。この  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が  $\text{CuAl}_2$  と  $\text{SiO}_2$  のそれぞれと強く結合しているため、良好な濡れ性を示す要因となっていると考えられる。また、Cu イオンの拡散に対しては、この  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が self-forming バリアの役割をしていると考えられる。以上の結果から、 $\text{CuAl}_2$  は、ライナー・バリア層が必要ない新規の配線材料の有力な候補であることが示された。

Reference: [1] L. Chen, D. Ando, Y. Sutou, D. Gall, J. Koike, Appl. Phys. Lett. 113 (2018) 183503.

[2] L. Chen, D. Ando, Y. Sutou, J. Koike, J. Vac. Sci. Technol. B 37 (2019) 031215.

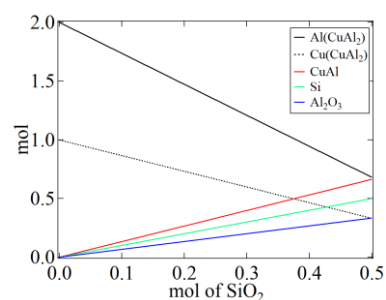


Fig. 1. Reaction Diagram of 1 mol  $\text{CuAl}_2$  with  $\text{SiO}_2$  (400 °C)

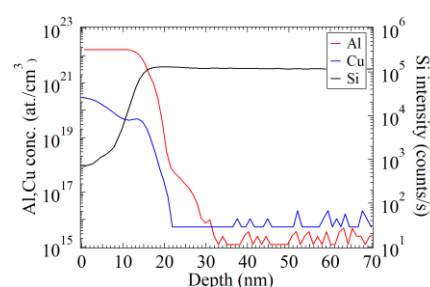


Fig. 2. SIMS profile of the Interface between  $\text{CuAl}_2$  and  $\text{SiO}_2$