

## ミニマルスパッタ装置における Al 薄膜の成膜性 (II)

### The depositional performance of the Al thin film in Minimal Sputtering System (II)

ミニマルファブ技術研究組合<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, 誠南工業株式会社<sup>3</sup>

○加藤 旭彦<sup>1,3</sup>, 小木曾 久人<sup>1,2</sup>, 中野 禪<sup>1,2</sup>, 藪田 勇気<sup>3</sup>, クンプアン ソマワン<sup>1,2</sup>, 原 史朗<sup>1,2</sup>  
MINIMAL<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, and Seinan<sup>3</sup>

○Akihiko Katou<sup>1,3</sup>, Hisato Ogiso<sup>1,2</sup>, Shizuka Nakano<sup>1,2</sup>, Yuuki Yabuta<sup>3</sup>, Sommawan Khumpuang<sup>1,2</sup>,  
and Shiro Hara<sup>1,2</sup>

E-mail: akihiko.kato@minimalfab.com

【はじめに】我々は、半導体製造に必要なクリーン空間を装置内に限定する事で、モバイル性を持ち設置環境に依存しない、これまでにない半導体製造装置群としてミニマル構想を提唱し装置開発を進めている<sup>[1]</sup>。ミニマルファブ構想では、全てのプロセス装置がW294D450H1440の共通化された筐体内に作られる。我々は、従来の半導体製造ラインで使用されてきた、アーク検知機能を有するDC電源やDC電源とRF電源の併用とはことなり、より小型化可能な、High Power Impulsed Magnetron Sputtering (HiPIMS) 技術を用いたミニマルスパッタ成膜装置を開発した。すでに、ミニマル装置群のみにて製作したデバイスでAl電極形成に本装置を使用し、MOSFETで良好なI/V特性が確認できている。ここで残された課題の一つは、デバイス製品としての質の高い金属膜が成膜できているかどうかを検証することにある。一般に、デバイスの電極としての金属薄膜のグレインや抵抗率は、システムのパフォーマンスや信頼性に関係する事が知られている<sup>[2]</sup>。そこで、HiPIMSを使用した小型スパッタでの堆積膜について、パルスのON時間とターゲットと基板距離(T-S間距離)などのプラズマの基本プロセス物理量の堆積膜中でのグレインへの影響について調査したので、結果について報告する。

【実験条件】開発のミニマルスパッタ装置を用いて、ターゲットと基板距離(T-S間距離)が36mmと20mmの場合で、HiPIMSのパルスを周波数5000 Hz、パルス幅を5 $\mu$ s・10 $\mu$ s及びDCとして200 $\mu$ sの三種類について、電力150 W・成膜時間2 min・プロセスAr圧力4~6Paを共通として成膜実験を行い、成膜能力の変化と膜質について、次の2つの方法で評価を行った。

1 つは、サンプルの膜厚を触針式段差計で面内31点を測定、結果より堆積速度と面内均一性について評価を行った。

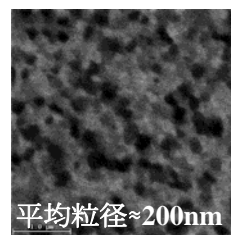
もう1 つは、集束イオンビーム(FIB)装置を用いて得られた走査イオン顕微鏡(SIM) 像からグレインサイズを評価した。

【結果】表1に、触針式段差計で測定した各サンプルの膜厚測定結果を示す。サンプル①と③の測定結果から、T-S 間距離を36 mmから20 mmに縮めることにより、成膜速度の向上が確認出来た。また、HiPIMS のパルスが長くなることで、より高い堆積速度が得られる傾向が分かった。

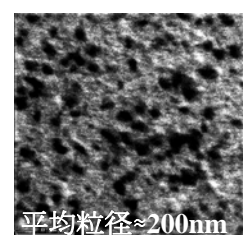
図1の、SIM 像観察画像より全てのサンプルについて、グレインサイズは200~300nm程度であった。また、①と③のT-S 間距離の違いによるグレインサイズの大きな変化は見られず、どちらも200~300nm程度のグレインで膜が形成されていた。HiPIMS とT-S 間距離による、グレインの成長モデルの詳細な検証に関しては、当日の議論とする。

表1 各パルスによる面内膜厚測定結果

サンプル	膜厚(nm)			
	平均	最大	最小	$\sigma$
① T-S36mm 10 $\mu$ s	233	275	162	26
② T-S20mm 5 $\mu$ s	522	676	405	70
③ T-S20mm 10 $\mu$ s	871	1013	715	82
④ T-S20mm 200 $\mu$ s	1059	1160	924	70



パルス幅:10 $\mu$ s  
(T-S 間距離:20 mm)



パルス幅:10 $\mu$ s  
(T-S 間距離:36 mm)

図1 Al膜SIM 像観察画像

#### 参考文献

- [1] 原 史朗, クンプアン ソマワン, 「ミニマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理, 83(5), 380-384 (2014).
- [2] J. Cho and C. V. Thompson, Appl. Phys. Lett., 54 (1989) 2577.