

小型 HIPIMS プラズマ源の開発とミニマルファブへの応用

The Small HIPIMS Plasma Source and the Application for Minimal Fab

産総研¹, ミニマルファブ技術研究組合², 誠南工業³, ○小木曾久人^{1,2}, 中野 禪^{1,2}, 行村建¹,

加藤旭彦^{2,3}, 藪田勇氣³, クンプアンソマワン^{1,2}, 原史朗^{1,2}

AIST.¹, Minimal², Seinan³ ○Hisato Ogiso^{1,2} Shizuka Nakano^{1,2}, Ken Yukimura¹, Akihiko

Kato^{2,3}, Yuki, Yabuta³, Sommawan Khumpuang^{1,2}, Shiro Hara^{1,2}

E-mail: ogiso.h@aist.go.jp

我々は、産総研が中心に開発が進められている、半導体製造システム“ミニマルファブ”¹⁾に適用することを念頭に、小型スパッタ源の開発とそれを用いた High Power Impulsed Magnetron Sputtering (HIPIMS) 成膜技術の開発を行っている。現在、半導体製造においては、高機能な CPU などを大量生産するために、大面積 Si ウェハをつかった生産が行われている。その反面、比較的多品種少量生産が前提の MEMS や ASIC のような生産には必ずしも適したものになっていないのが現状である。ミニマルファブは、0.5 インチ Si ウェハを用い、原則 1 ウェハ 1 チップの個別生産を効率的に進めるための半導体製造システムとして提案された。ミニマルファブでは、幅 294mm の統一された筐体に全ての製造装置が納められているとともに、産総研で開発されたウェハ容器“ミニマルシャトル”と“PLAD”と呼ばれる搬入搬出システムを用いる事で、クリーンルームを不要にして大幅な設備投資の節減と省エネルギー効果を狙っている。従って、そこで用いられる個々の製造装置はプロセス室から制御系にいたるまで小型にしなければならず、また一個生産を効率的に行う為にプロセス速度は速いほうがのぞましい。HIPIMS は、大きなピークパワーと小さな平均電力が両立できるためミニマルファブ用の小型のスパッタ源には適した方法であると考え研究を進めている。

図 1 は開発した小型スパッタ源とその動作中のプラズマである。このスパッタ源は外枠の水冷ハウジングの中に、直径 25mm のマグネトロンユニットが取り付けられている。ターゲット面のスパッタされる面積は、スパッタ痕から推定すると、およそ 3 cm²であった。

半導体の導電膜としてもっとも用いられている Al をこのスパッタ源を用いて成膜した。図 2 にその結果と成膜条件を示す。約 3 μm の Al 膜が 50 nm/min の成膜速度で形成された。Al は融点が比較的低いため、このスパッタ源の冷却能力の限界から、現時点ではこの程度の成膜速度しか達成していないが、Cu 成膜においては、もっと大電力がかけられるため、2 μm/min の高速成膜も実現している。

ミニマルファブへの応用のため、W294, D450, H1400 の専用筐体の中に、真空排気系、電源、Ar ガス供給系、PLC による装置制御とタッチパネルによる操作パネルなど全てを実装し、ほぼオールインワンで成膜ができる装置の試作 1 号機もすでに作成した。現在この装置の性能を試験中である。

[1] 原史朗, 前川 仁, 池田伸一, 中野 禪: 「ミニマルファブシステムの構想と実現に向けて」、精密工学会誌 77(3), 249 (2011).

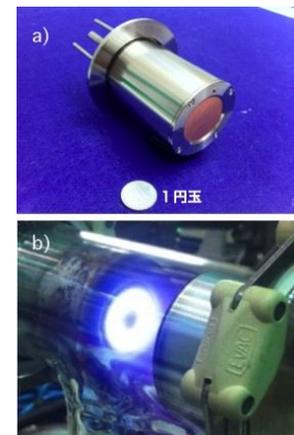


図 1: a) The small sputter source developed, b) Plasma during the operation

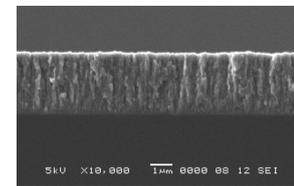


図 2: Al film on Si, Initial target Voltage:-600V, Pulse width :20μs, Frequency:2kHz, Pressure during the process: 5 Pa, Distance between target and substrate: 40mm