

局所クリーン化ミニマルPLAD環境コントロールシステム Cleanroom-Free Environment Control System for Minimal PLAD

産総研¹、ミニマルファブ技術研究組合²
○谷島孝^{1,2}、安井政治^{1,2}、クンプアンソマワン^{1,2}、前川仁^{1,2}、原史朗^{1,2}
AIST¹ and MINIMAL²
Takashi Yajima^{1,2}, Masaharu Yasui^{1,2}, Sommawan Khumpuang^{1,2}
Hitoshi Maekawa^{1,2} and Shiro Hara^{1,2}
Email: takashi-yajima@aist.go.jp

【これまでの報告】我々は、クリーンルームを使用せず、プロセス装置間でウエハを搬送できる局所クリーン化技術を導入した半導体製造システム、ミニマルファブを開発してきた^[1]。この局所クリーン化を実現するために、ウエハキャリアを装置へドッキングする時に、外気中の微粒子とガス分子の侵入をプロテクトする前室システムであるPLAD(Particle Lock Air-tight Docking system)を開発し、各装置に搭載している。PLADのクリーン化については、内部にクリーンエアを循環させることで、内部の清浄度が高度に保たれ、PLADを経由して搬入出されるウエハへのパーティクルの付着がないことも、既に報告した^{[2][3]}。

【PLAD内部の環境コントロール】半導体生産において、パーティクル除去は製品の歩留まりを向上するうえで重要であるが、製品性能のゆらぎ（ばらつき）を抑えるためには、意図しないSiの酸化を防ぐために、酸素を遮断した環境にウエハを置くことが重要である^[4]。ミニマルファブでは、元々ウエハ環境を外部から完全遮断することが基本的要件であり、酸素遮断を実現することは重要な開発目標でもある。具体的には次の開発が必要である。まず、窒素をPLAD内部で循環させることである。そして、外部にリークする窒素を補い、またPLAD内部の体積変化やゲートバルブの開閉時の圧力調整等のために、PLAD内部の圧力コントロールシステムが必要になる。今回、その前段階として、クリーンエアの循環と供給の2つの機能を備えた実験装置により、PLAD内部の圧力コントロールを行い、圧力制御と清浄度の性能を評価した。ここで、実験に使用した構成機器は、ミニマル装置にそのまま搭載可能な、小型で現実的な価格のものを使用した。

【実験】

図1に実験システムの概要を示す。PLAD内を速やかにクリーン化するために、小型ポンプとフィルターにより、PLAD内にクリーンエアを循環させた。そして、この循環部とは別に、PLAD内外の差圧を、基板マウント型の差圧センサで計測し、計測値と圧力指令値をマイコン基板（Arduino Uno）で比較し、PLAD内の圧力が一定になるようにクリーンエア流量を比例電磁弁で調整する、PID制御を行った。そして、PLAD内部にあるウエハ搬送のためのベローズ（以下、エレベータ）が伸縮動作した時の圧力コントロールの性能を評価した。

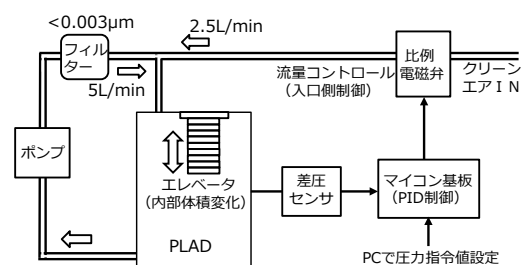


図 1

【結果および考察】

PLAD内のエレベータが下降と上昇動作を行った時の差圧を図2-a及び図2-bに示す。図2-aは、図1に示す圧力制御を行った場合である。図2-bは始めに差圧がおおよそ50Paになるようにエアを供給し、その後は一定流量のまま圧力制御を行わなかった場合である。圧力制御を行った場合、エレベータ動作時と停止時に、瞬間的に数Paの圧力変動がみられるが、すべての期間でほぼ一定の圧力に保たれている。これに対し、圧力制御を行わなかった場合、エレベータがPLAD内で動作している間、差圧が変動した。以上から、この圧力制御システムにより、PLAD内部にウエハ搬送機構による体積変化や気密性の変化があっても、内部の圧力は瞬時変動を除いて一定に保たれることが分かった。また、微粒子濃度測定の結果、PLAD内の $0.08\mu\text{m}$ 以上の微粒子数は0となった。このことから、圧力制御を行っている機器からの発塵は無いと考えられる。以上より、このシステムはミニマル装置のPLAD窒素循環パージシステムへの発展が可能であると考えられる。

【文献】

- [1] 原、他、空気清浄49、2（2011）8
- [2] クンプアン、他、応用物理学会 秋季学術講演会（12p-F5-22012）
- [3] 谷島、他、応用物理学会 春季学術講演会 14p-A29-8（2015）他
- [4] 「局所クリーン化の世界」原史朗 工業調査会（2006）

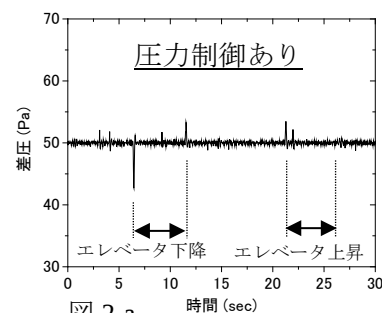


図 2-a

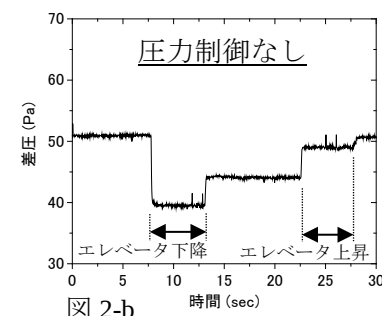


図 2-b