

局所クリーン化ミニマルPLADエア循環システム (Ⅳ) Cleanroom-Free Minimal Air Circulation System for PLAD (Ⅳ)

ミニマルファブ技術研究組合¹、産総研²
 ○谷島孝¹、安井政治¹、クンプアンソマワン^{1,2}、前川仁^{1,2}、原史朗^{1,2}
 MINIMAL¹ and AIST²
 Takashi Yajima¹, Masaharu Yasui¹, Somwan Khumpuang^{1,2}
 Hitoshi Maekawa^{1,2} and Shiro Hara^{1,2}
 Email: Takashi.Yajima@minimalfab.com

【序論】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ヘ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、実用化に向けて装置開発およびプロセス開発を行っている。

【前回までの結果】PLAD内部をクリーンな環境にするために、クリーンエアを循環させる方法を考案し、PLAD単体による実験を行った結果、内部を高度に清浄に保つことが出来た^{[2][3][4]}。また、PLADとプロセス室がクリーン化された環境では、ウエハの1回の搬送動作中に沈着するパーティクル数は1個に満たない($0.1\mu\text{m}$ 以上粒子)ことを示した。さらに、ウエハに沈着するパーティクルの粒径の分布から、沈着しているウエハは気中の浮遊微粒子ではなく、PLAD内部で発生している可能性が高いことが分かった^[5]。

【今回の実験】PLADのどの部分から発塵があり、ウエハの搬送動作のどの段階でパーティクルの沈着があるかを明らかにするために、搬送容器からウエハが取り出されてから戻ってくるまでの動作を分割して、ウエハ上のパーティクル沈着数を測定し、粒径分布を求めた。各動作は、①シャトル開閉とPLAD内部へのウエハ搬送 ②PLADからプロセス室へのウエハの搬入・搬出 ③PLAD内部でのウエハの真空吸着、および④プロセス室内でのウエハの真空吸着の4つとした。

【結果】上記①～④の各動作を個別に100回行った時のウエハ上パーティクル数の増減数を測定し、それを3回(合計300回)行った結果の平均値を図1に示す。また、パーティクルの粒子径に対する沈着粒子の分布を図2に示す。

各動作1回換算のパーティクル沈着数は1/100個台である。動作後減少する場合もあり、これはクリーン環境で初期に付着していたパーティクルが飛散したためと考えられる。僅かな違いではあるが、①シャトル開閉とPLAD内部へのウエハ搬送、②PLADからプロセス室へのウエハの搬入・搬出の順にパーティクル沈着数が多く、③④のウエハの真空吸着動作による影響は小さい。

図2の粒子径の分布では、①～④の動作についてはほぼフラットなプロファイルになっている。図2の横軸は、観測可能な最小径の微粒子からその値の微粒子径までの累積微粒子数であることから、 $1\mu\text{m}$ 以下のパーティクルの沈着は殆ど無いことがわかる。結果的に、微小なパーティクルになるほど数量が多くなる気中のパーティクル分布(図に破線で示す)とは異なることから、どの動作中においても気中からウエハ上へのパーティクル沈着は無い。これは、PLAD内プロセス室内共にISO Class 4レベルにクリーン化されていることから類推できる。

【結論】シャトルを開閉し、PLAD内部へのウエハ搬送を行う動作でパーティクルの沈着がみられるが、その数は1回の搬出入換算で1/100個台である。PLAD内、プロセス室内共に気中は十分クリーン化されており、気中からウエハ上へのパーティクル沈着は無い。

	動作	パーティクル増加数 300回(個)	パーティクル増加数 1回換算(個)
①	シャトル開閉 (PLAD内部へのウエハ搬送)	12.0	0.04
②	ウエハ搬送 (PLAD⇄プロセス室)	8.3	0.03
③	吸着ON/OFF PLAD内	-0.7	-0.002
④	吸着ON/OFF プロセス室内	6.0	0.02
合計		25.6	0.09

図1. ウエハ上パーティクル沈着数

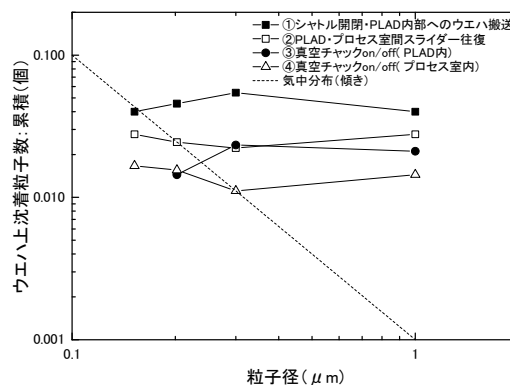


図2. ウエハ上沈着粒子径の分布

【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-F5-2 (2012)

[3] 谷島、他、応用物理学会 秋季学術講演会 20a-B4-10 (2013)

[4] 谷島、他、応用物理学会 春季学術講演会 19p-14-4 (2014)

[5] 谷島、他、応用物理学会 秋季学術講演会 20a-A19-1 (2014)