

ミニマルファブに求められる室内環境 Indoor environment required for Minimal Fab

産総研¹、ミニマルファブ推進機構²○谷島孝¹、クンプアンソマワン^{1,2}、前川仁^{1,2}、池田 伸一^{1,2}、原史朗^{1,2}AIST¹ and MINIMAL²Takashi Yajima¹, Somwan Khumpuang^{1,2}, Hitoshi Maekawa^{1,2}, Shinichi Ikeda^{1,2} and Shiro Hara^{1,2}

Email: takashi-yajima@minimalfab.com

【はじめに】

多品種少量デバイスに適した生産システムであるミニマルファブでは、局所クリーン化技術により、クリーンルームを必要としないため、メガファブで必要とされる巨額の初期投資と維持費を大きく削減できる^[1]。ミニマルファブの局所クリーン化技術は、装置本体、ウェハ搬送容器（シャトル）、搬送容器からウェハを装置内部に受け渡す装置前室（PLAD）により成り立っている。これらの空間を局所的にクリーン化することにより、装置は通常のオフィス環境に設置できる。しかし、ミニマルファブで実際に半導体生産を行う場合、付属したユーティリティーエリアとして、微粒子濃度が数十～百分の1程度にクリーン化された小部屋空間は必要である。また、ミニマル装置内部、装置設置空間（装置の置かれる部屋）、外部（廊下や隣接する部屋）との間の気流の方向を考慮した、部屋の給排気設計が必要である。我々は、ミニマルファブ開発当初から産総研・つくばにあるモデルルームで、装置開発とプロセス開発を進めてきた。また、近年では産総研・臨海副都心センターにも開発拠点を設けており、ミニマルファブに求められる室内環境についてのクリーン化技術は蓄積し、実用環境システムはほぼ明快になっている。そこで、本報告では、ミニマルファブを設置する室内環境の全体像を、現在装置が設置されている部屋の具体例をベースに報告する。

【設置環境に要求されること】

- ① 装置設置空間のパーティクルレベルは、通常のオフィス環境で可。（ISO Class8～9）
- ② 各ミニマル装置の排気を行うために、排気設備が必要。
- ③ 排気とバランスした給気設備が必要。
- ④ 一般環境中に置かれたウェハに、空気中から付着するパーティクルは、短時間ではそれほど多くないことを過去に報告^[2]したが、薬液調合や部品メンテナンスなど、ある程度の時間をかけて行う作業のためにISO Class7レベルにクリーン化された（ミニマル装置非設置の）小空間が必要。
- ⑤ 温度制御は、一般のエアコンレベルで可。しかし、より一定温度に保たれている部屋が望ましい。その意味では、ON/OFF制御エアコンよりも、インバーター方式がベター。
- ⑥ 湿度制御を行うことは望ましいが、必須ではない。

【設置空間の具体例】

図1に、ミニマルファブの設置環境の一例を示す。装置が設置されている部屋(A,B)は、通常のオフィス環境と同じクリーンレベルである。装置設置エリアと区切られたクリーンエリア(C)内にドラフトチャンバー(D)が設置されている。クリーンエリアが必要となるのは、ウェハを取り出して顕微鏡観察したり、ミニマルシャトルからウェハを取り出す場合や、ピーカー洗浄プロセスを行う場合、それに装置内部品のクリーン化洗浄などの作業でクリーン化された部屋が必要となるからである。ミニマル装置から出る臭いやガスは、各部屋の排気ラインから室外に排出される。その排気量にバランスした流量の空気が室内に給気される。表1.に各エリアの給排気流量を示す。どのエリアも給気量>排気量で外部に対して差圧がプラスになる設定である。また、クリーンエリアは外部からパーティクルの侵入を防ぐために、装置設置エリアに対してもプラスの差圧になっている。図2.に外部を基準とした差圧と、気流の方向を示した。装置設置エリアは、外気を高性能フィルタで取り込んで、砂などの大きな微粒子だけを除去しており、0.3μm以下の微粒子濃度は、外気とほぼ同等のISO 9程度である。クリーンエリア内の微粒子濃度は、装置設置エリアの1/100程度（ISO N=6.3）になっている。

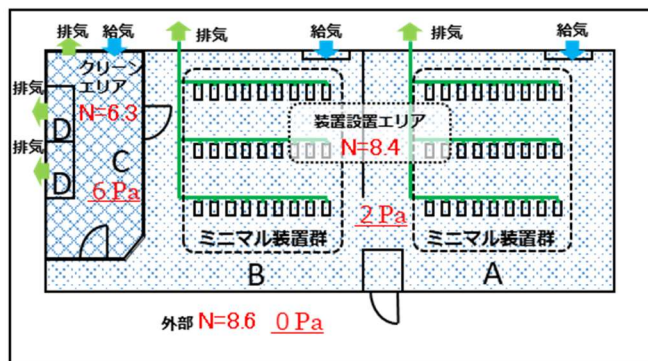


図1. ミニマル装置の設置環境（つくば産総研の実例）

エリア	A	B	C
給気	1009	1033	3118
排気	598	982	2874

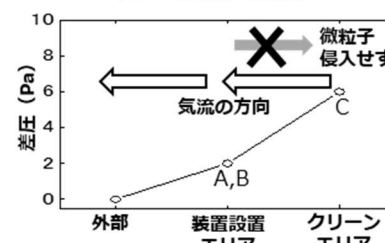
表1. 給排気流量 単位: m³/h

図2. 差圧と気流の方向

【まとめ】

ミニマルファブを設置する環境について、基本的な考えを示し、現在稼働中の装置設置環境の具体例を示した。給排気を24時間稼働し、照明、エアコンを1日8時間、年間200日稼働した時の1年間の電力費は、A,B各部屋で18～19万円であり、メガファブにおける電力費とは比較にならない超低コストである。なお、このコストと別に、各部屋約27台の装置運転費用も年間わずか20万円程度である。このように、最小限の設備投資と維持費によりミニマルファブ設置環境を構築することが出来る。

【参考文献】 [1] 原史朗, クンプアン ソマワン, 応用物理, 83(5), 380-384(May 2014) 他

[2] 谷島、他、応用物理学会 秋季学術講演会 9a-Z10-5 (2020)

謝辞：この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(JPNP12004)の結果得られたものです。