

## 4-1-2 クリーンルーム環境整備

### 4-1-2 Improvement of Clean Room Environment

吉沢 勝美

YOSHIZAWA Katsumi

先端 ICT デバイスラボでデバイス加工環境を提供しているクリーンルームの環境整備に関し、研究者が円滑に研究活動を行えるクリーンルーム環境、特に安定した環境の提供、安全な環境提供としてのガス供給方法、ガス警報システムについて示し、最後に今後の計画・方向性を示す。

Regarding the improvement of the environment of the clean room that provides the device processing environment in the advanced ICT device laboratory, the provision of a clean room environment where researchers can conduct research activities smoothly, especially the provision of a stable environment, the gas supply method as a safe environment and the gas alarm system is shown, and finally future plans and directions are shown.

#### 1 はじめに

先端 ICT デバイスラボのクリーンルームは、本部のフォトニックデバイスラボ (PDL)、棟ミリ波研究棟、神戸拠点の新クリーンルーム棟が該当する。それぞれのクリーンルームでは、光デバイス、高周波デバイス、有機デバイス、超伝導デバイスなど特徴のあるデバイスの研究開発ができる環境がある。

クリーンルームに求められる構成要素を、図 1 に示す。デバイスの作製を行うクリーンルームには、クリーンルーム全体の塵をきわめて少なくする環境構築、温湿度を常に一定に保つための空調環境の整備、デバイス作製装置に対する電力、排気、排水、冷却水、圧縮空気など装置動作に必要な用力の供給、デバイス加工に必要なガスの供給、ガスの中でも有毒なガスなどに対する検知・警報システムの構築、排気の処理装置、廃液 (酸・アルカリ廃液など) の処理装置などが

必要になる [1][2]。

また、研究者が円滑な研究活動行うため、研究者及びクリーンルーム維持者の動線の考慮、クリーンルーム全体の視覚的監視設備も準備されている。

特にここでは、クリーンルームの温度環境の安定化施策、安全にガスを供給するための方法、ガス警報システムについて述べ、最後に今予定されている整備計画と今後の方向性についても示す。

#### 2 クリーンルームの温度環境安定化

クリーンルームの温湿度を一定に保つには、大型の空調装置によりクリーンルームの清浄空気と外部から取り入れた空気とを混合し、温湿度調整後 HEPA (High Efficiency Particulate Air) フィルター内蔵の FFU (Fun Filter Unit) を通過させ清浄な空気としてクリーンルームに供給する。

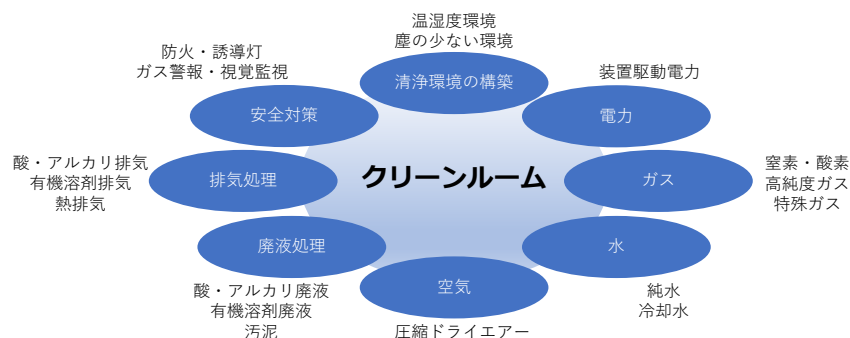


図 1 クリーンルームの構成要素



図2 水冷チラー外観

クリーンルームには多くのデバイス加工装置があり、デバイス加工装置は大きな電力を使用する。加工装置を安定した状態で運転するには装置の温度制御が必要になる。装置を一定温度で制御する方法として装置用のチラー（熱交換器）設置が必要になり、加工装置に加えチラーからの排熱でクリーンルーム内の温度を上昇させる。

この排熱をクリーンルーム内に排出しないため、PDLでは従来設置していた空冷チラーから、循環冷却水を用いた水冷チラー（図2に例を示す）に装置更新時を機会に変更し、加工装置等で発生した熱を直接クリーンルームに排出することなく排熱する取組を継続して実施している。現在は、標準的に加工装置のチラーは水冷チラーを設置し、クリーンルームの温度環境の安定化を図っている。

### 3 ガス供給システムの安全化

先端 ICT デバイスラボは、オープンラボの目標に沿って多くの外部利用者がラボを利用している。外部利用者の多くは大学の学生であり、実験環境に熟練していない利用者となっている。特に本部では、外部の利用者比率が高く、外部利用者目線の対策が必要になっている。

ラボの多くの加工装置にはその用途に合わせ、高純度の窒素、アルゴン、ヘリウムの不活性ガス、酸素の支燃性ガス、 $CF_4$ 、 $CHF_3$ 、 $SF_6$ 、液化ガスの $Cl_2$ 、 $BCl_3$ の加工ガスを供給している。不慣れた利用者の安全対策上から、事故の起こる危険性が高いボンベの開閉作業は極力利用者にさせないため液化ガスを除くガスの集中供給を、新規装置導入を機会に行った。

$Cl_2$ 、 $BCl_3$ の液化ガスは、従来から利用者のボンベ開閉作業はなかったが、それ以外のガスも、ボンベからガス配管の集約・変更による集中供給により、ボンベ開閉作業がなくなり、利用者は図3に示す装置別のガ

F系ICP-RIE装置用ガスパネル

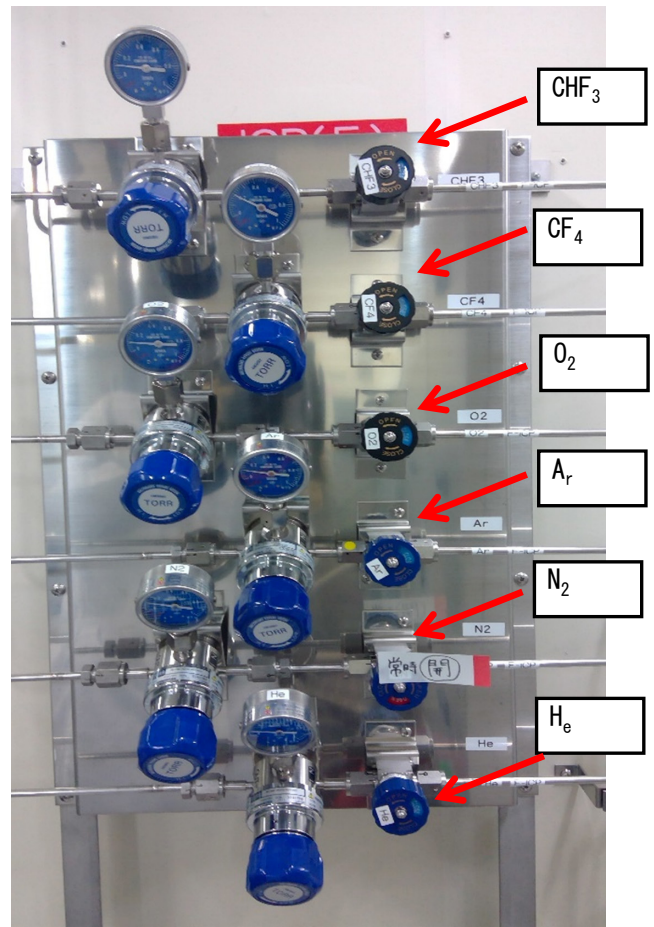


図3 ガスパネル外観



(a) ガス検知部



(b) 集中警報盤 (c) ガス漏洩通報装置 (d) パトライト

図4 ガス検知警報システム

スパネルを操作するだけで、加工装置の操作が可能になり、安全な環境を提供している。

## 4 ガス検知・警報システム

ラボのクリーンルーム環境では、酸アルカリなどの薬剤のほか、塩素、シランなどの危険ガスを使用している [3]。加工装置に供給するこれらのガスは、加工装置により分解され、塩素系ガス、フッ素系ガスなどを排出する可能性がある。この排出ガス及び加工装置に導入されたガスは、除害塔を通過させることで、安全な基準で排出される。

このようなガスをボンベ庫、装置内、除害塔の後段排気系でガスの漏洩<sup>ろうえい</sup>を検知し、利用者に危害が及ばない仕組みを構築する必要がある [4]。

図4にミリ波研究棟で構築しているガス警報システムを示す。(a)は各場所に設置したガス検知部を、(b)は検知部からの警報信号を集中表示する警報盤、(c)は警報盤からの警報をミリ波研究棟内のパトライト (d)に表示させること及び守衛所まで警報が発生したことを知らせるガス漏洩通報装置になる。

このようなシステムにより、ガス漏洩などの重大事故時には、利用者は安全な避難が可能となる。これ以外にもクリーンルームの安全な環境を維持する仕組みを構築し、利用者の安全環境を改善する取組を継続して実施している。

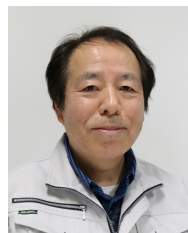
## 5 今後の計画と方向性

前述したように、クリーンルームの環境整備は多岐に渡るため、長期的な環境整備計画が必要になる。クリーンルームの環境整備に対しては、作業安全環境の整備、DXを利用した効率的な運用、環境に配慮した運営などの要素を考慮した取組が必要になる。

また、NICTでの研究開発の方向性、国際的な研究開発動向を踏まえたデバイス研究開発も進められると考えられる。デバイス研究開発を支えるクリーンルーム環境整備も、この動向を踏まえた継続的な環境整備が必要になり、情報通信研究機構及び多くの外部研究機関のデバイス研究開発を支える重要な要素となる。

### 【参考文献】

- 1 出口 稔夫, “クリーンルーム,” 精密機械, vol.51, no.1, p.188, 1985.
- 2 園田 信夫, “クリーンルーム管理と作業教育,” 成形加工, vol.21, no.12, p.729, 2009.
- 3 石原 良夫, “半導体ガスの危険性と安全対策,” 応用物理, vol.68, no.11, p.1275, 1999.
- 4 金子 晃治, “先端産業における保安設備と安全のシステム化,” 安全工学, vol.33, no.6, p.361, 1994.



吉沢 勝美 (よしざわ かつみ)

ネットワーク研究所  
先端 ICT デバイスラボ  
研究技術員  
発光デバイス、受光デバイス、デバイス加工  
プロセス  
【受賞歴】

2021年 電子情報通信学会エレクトロニクス  
ソサイエティ招待論文賞