

## 超電導アナログ-デジタル計測デバイス開発拠点：産総研のクリーンルーム（CRAVITY）

産業技術総合研究所において低温超電導デバイス作製を主目的とするクリーンルームが公開されています。外部の企業等の利用も可能です。

### 1. 施設の特長

このクリーンルームは、これまで先端的な超電導アナログ計測デバイスを主に開発してきた産業技術総合研究所(AIST)と、超電導デジタルデバイス開発を先導してきた国際超電導産業技術研究センター(ISTEC)の有するデバイス作製用プロセス機器とノウハウを集約し、超電導アナログ-デジタルデバイスの安定供給をモットーとして設立されました。その名称を超電導アナログ-デジタル計測デバイス開発拠点（Clean Room for Analog & Digital Superconductivity：CRAVITY）といい、その名の通り、超電導アナログ応用とデジタル応用の融合を目指した施設となっています。

AIST 以外の研究機関における主要超電導デバイス開発拠点としては、アメリカ国立標準技術研究所(NIST)、ドイツ国立理工学研究所(PTB)がありますが、CRAVITY は超電導アナログ-デジタル技術の両方をカバーしているという点で世界的にもユニークな研究開発施設となっています。また、最新の超電導プロセス技術では、9 層の多層配線超電導集積回路の作製が可能となっています。

施設内のデバイス作製用装置はほぼすべて自動化され、さらに、デバイス作製に専従のテクニカルスタッフも複数名常駐、各装置の運転、整備を継続的に行うことで、高いスループットでのデバイス作製を可能としています。その結果、例えば従来 10 日間以上掛かっていたプロセス時間が、本施設では 3 日に短縮されています。

### 2. デバイス作製装置

本施設内のプロセス機器は、<http://unit.aist.go.jp/riif/openi/cravity/ja/index.html> にリストアップされています。主要なプロセス装置として図 1 に示されるような装置があります。



図. 1 各種プロセス装置：自動でのウェハーのハンドリング可能

- ・フォトリソグラフィー用装置

デバイス作製前に、ウェハー表面の精密洗浄を実施するウェハー洗浄装置とその清浄度をモニター可能なゴミ検出装置、300 nm を切るラインパターンを作成可能な i 線ステッパー（ニコン i12D）、全自動でレジスト塗布および現像を行うオートコーターデベロッパーや微細なレジストパターンの設計値からのズレを低減可能なセミオートデベロッパー、そして反応性イオンエッチング（RIE）後のウェハー表面のレジストを剥離、清浄なウェハー面とする有機洗浄装置を備えています。

- ・成膜、パターン加工用装置

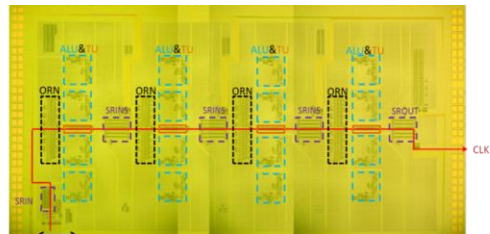
超電導膜、層間絶縁膜としての酸化シリコン膜および各種金属膜（金、チタン、タングステン、モリブデン、パラジウム）の成膜用各種スパッタ装置を備えています。特に超電導 Nb/Al 多層膜の成膜用スパッタ装置は、1 nm 厚のトンネルバリア層作製まで含めて、全成膜プロセスを自動で実施可能となっています。パターン加工のための RIE 装置は 5 台あり、被エッチング材料に応じて使い分けることで、各種エッチングプロセスの安定化を実現しています。

### 3. CRAVITY で作製可能なデバイス

本施設で作製された主要な超電導デバイスとしては、2 次電圧標準 NbN チップや図 2 に示される X 線や質量分析装置用超電導検出器、データ処理のための各種 SFQ デジタル回路等があります。



浮動小数点乗算器（横国大設計）



4 × 4SFQ RDP (Reconfigurable Data Path)（名大設計）

浮動小数点数値の掛け算を行う回路 62 GHz 4行4列のALU（演算回路）を再構成可能な配線で結んだ回路

軟X線用Nb/Al STJアレイ検出器：XAFS分析等に適用

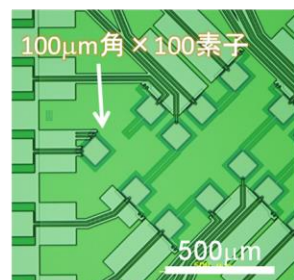
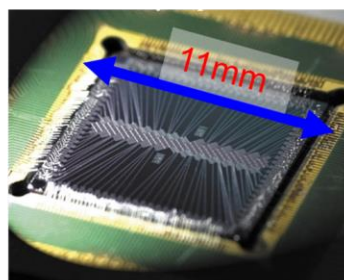


図.2 これまでに作製された主要超電導デバイス写真

#### 4. 本施設のご利用

本施設は、産総研以外の大学、研究開発独立行政法人、企業にも公開されている共用施設です。

どの機関の研究者でも、デバイス作製装置の利用時間に応じた課金を負担することにより、独自では保有することが難しい施設内の全装置を利用することが可能となっています。

実際の利用に際しては、研究者自身が各作製装置を利用してデバイス作製する方法と、研究者が各自のカスタムデバイス作製を本施設に依頼する方法（本年度開始予定）の 2 つの選択肢があるなど、幅広い支援を用意しています。

今後はベンチャー企業の超電導エレクトロニクスへの参入も支援する等、日本、アジア地区、あるいは世界のハブ施設として機能することをめざしています。