

半導体プロセスデータ収集機能を備えた設備予約管理システム

高橋 英樹¹⁾, 林 慶知¹⁾, 佐藤 政司¹⁾, 土屋 智由^{1),2)}

1) 京都大学 学際融合教育研究推進センター

2) 京都大学 大学院工学研究科

Takahashi.hideki.2e@kyoto-u.ac.jp

Equipment Scheduling and Process Data Acquisition System for Semiconductor Microfabrication Process

Hideki Takahashi¹⁾, Yasunori Hayashi¹⁾, Masashi Satou¹⁾, Toshiyuki Tsuchiya^{1),2)}

1) Center for the Promotion of Interdisciplinary Education and Research, Kyoto Univ.

2) Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.

概要

京都大学学際融合教育研究推進センターナノテクノロジーハブ拠点では、2011年より半導体微細加工プロセス装置群を共用している。拠点では、利用管理の効率化のため2017年よりオンライン型の設備予約管理システムを運用してきた。しかし、従来システムは予約を装置単位でのみ管理し、材料や装置の利用状況と加工手順の関連を把握できないという課題があった。今回、材料情報、プロセス手順、および各プロセス条件（レシピ）を登録・一元管理可能とする半導体プロセスデータ収集機能を実装した。これにより、装置利用計画段階での妥当性確認が可能となり、標準化されたプロセスデータの共有・再利用が促進され、研究支援の高度化およびデータ駆動型研究の推進に資することが期待される。

1 はじめに

京都大学学際融合教育研究推進センターナノテクノロジーハブ拠点（ナノハブ）では、設備予約管理システムを整備し、学内外の年間300件以上の研究テーマに対して設備共用を行っている。近年はデータ駆動型研究への対応が求められており、特に半導体プロセスにおいては、加工データの活用が重要となっている。この加工データはナノハブにおける利活用のみならず、ナノハブが参画するマテリアル先端リサーチインフラ事業

（ARIM^[3]）におけるデータ構造化システム（サービス名：RDE^[4]）に登録することで、学外へも展開が可能である。こうした背景のもと、利用者の使い勝手に配慮し、既存の設備予約管理システムと連携した半導体プロセスデータ収集機能を構築することとした。

2017年に導入した設備予約管理システムは、共用設備利用者がオンラインで装置予約を行えるようにした。しかし、従来システムは予約を装置単位でのみ管理しており、装置に投入される基板材料、パターンングの有無などの試料情報、一連のプロセスにおける装置間の関係、さらに装置ご

とのレシピが登録されていなかった。そのため、支援員が試作プロセス全体を把握することが難しく、利用支援やデータ再利用に課題があった。そこで今回、設備予約管理システムに半導体プロセスデータ収集機能を追加し、材料情報、プロセス手順、および各プロセス条件（レシピ）を一元的に登録・管理可能な環境を整備した。

本稿では、開発したシステムの設計仕様および実装内容について報告する。

2 設備予約管理システム

2.1 仕様

2017年に使用開始した設備予約管理システムの主要仕様は以下の通りである。

- 利用者認証機能（登録完了者のみ主要機能を利用可能）
- 研究課題単位での運用、課題登録および利用者管理機能
- 安全教育および装置講習履歴の記録・参照機能
- 装置予約状況の閲覧および予約申込機能
- 利用時間、装置利用料金、消耗品費等の利用データ取得機能

- ・月次請求の効率化機能（経理業務および課題申請者との調整負担の軽減）

これらにより、課題ごとの利用状況と経費処理を適切に管理でき、利用者・支援員双方の負担を低減した。

2.2 機能およびワークフロー

2.1 の仕様に基づき、以下の主要機能を実装した。

- ・認証方式はパスワード認証とし、登録済み利用者のみシステム利用可能とした。
- ・課題申請者が課題と利用者に対応付けることで、課題単位での利用者管理と経理処理の整合性を確保した。

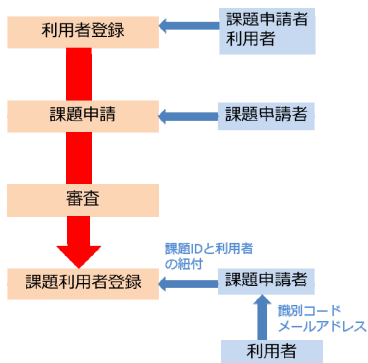


図1. 事前準備（利用者登録～課題登録）

- ・利用形態（企業種別、プロセスデータ提出有無など）に応じた料金区分機能を導入し、公平性を担保した。
- ・安全教育・装置講習履歴を依頼、完了、未完了の状態で管理し、未受講者による不適切利用を防止した。
- ・装置予約は装置単位で行い、講習受講確認後に確定通知を送信する方式を採用した。プロセス手順に沿って複数予約を一括申請する場合は、全件承認まで確定不可とし、同時利用不可能な異なる装置を同一人物が同時に予約することを防止した。さらに、一連のプロセス実施に必要な複数装置のうち一部のみが予約確定し、結果としてプロセス全体が実施不能となる事態を防止した。

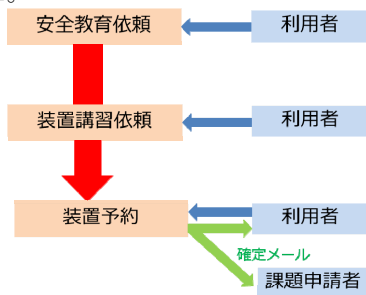


図2. 利用スケジュール（安全教育～装置予約）

- ・利用時間、消耗品費は利用者が申告・承認後に、装置担当者が確定する方式とし、確定時に課題申請者および利用者へ負担金を自動通知することで正確性と効率性を向上させた。
- ・月次請求処理では、利用者の負担金承認操作により請求書発行依頼を経理事務へ自動送信し、請求金額を利用実績に基づき自動集計する。

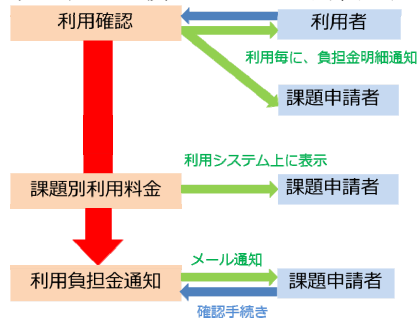


図3. 利用料金（利用確認～利用負担金通知）

以上の機能により、装置予約および請求処理の効率化を実現するとともに、安全教育・装置講習履歴および予約状況を一元的に管理し、安全で適正な利用環境を確保した。

3 半導体プロセスデータ収集機能

前項で説明した設備予約管理システムに今回新たに追加した半導体プロセスデータ収集機能は、材料・プロセス手順・装置条件を統合的に管理し、支援員がプロセス全体を把握することで、利用支援やデータ再利用へとつなげることを目的としている。

3.1 仕様

半導体プロセスデータ収集機能の仕様は以下の通りである。

- ・材料情報および装置条件の入力フォーム提供
- ・装置レシピ（主要パラメータ）の登録と課題単位での管理
- ・標準的プロセスデータのライブラリー化と引用機能
- ・登録データのファイル出力機能

これらにより、プロセス情報を標準化・体系化して蓄積し、研究の再現性および効率性を確保した。

3.2 機能およびワークフロー

3.1 の仕様に基づき、以下の主要機能を実装した。

- ・プロセスデータは、試料(材料)情報、各装置の処理条件「プロセス条件（レシピ）」に加え、装

置の使用順「プロセス手順（フロー）」から構成される。

- 装置を大分類（例：リソグラフィ、エッチング）と小分類（例：塗布、露光）で整理し、小分類ごとに統一された入力フォームを定義することで、データ比較を容易にし、互換性を向上させた。

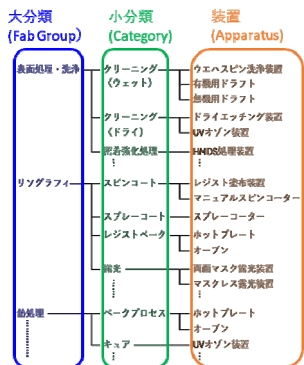


図4. プロセス手順（フロー）分類

図5. プロセスデータ画面

- 課題単位でプロセスデータを作成し、課題に紐づく利用者が閲覧・編集が可能とすることで、研究チーム内での効率的なデータ共有を実現した。
- 標準的なプロセスデータはライブラリーとして登録すると、新たなプロセスデータ作成時に（部分）引用したうえで編集を可能とした。これによりデータ登録・更新の負担を軽減した。

図6. ライブラリー画面

- 出力ファイルには利用者情報、プロセス手順、プロセス条件を含め、分析・評価装置による加工結果の評価と対応付け可能な形式とした。

これにより、利用者は装置予約前にプロセス手順やレシピを入力でき、支援員は試作プロセス全体を事前に確認可能となった。また、本システムに登録されたプロセスデータはテキスト形式でファイル出力され、機械学習に適した構造化処理されたうえで、データベース（RDE）に蓄積される。将来は他の機関のプロセスデータとともにプロセスインフォマティクス、マテリアルインフォマティクスの研究に活用されていく。

4 まとめ

既存の設備予約管理システムに半導体プロセスデータ収集機能を実装し、材料情報・プロセス手順・装置レシピを一元管理できる環境を構築した。これにより、利用者は装置予約からデータ登録までを一つのインターフェースで完結でき、データ登録の負担が低減された。さらに、支援員は試作プロセス全体を事前に確認できるようになり、研究支援の質が向上した。

今後は、収集したプロセスデータと分析・評価装置による加工結果の評価を対応付けることで、より高度なデータ駆動型研究支援の実現を目指す。

参考文献

- 田辺浩介, 松波成行, マテリアル先端リサーチインフラ事業における共用機器 PID 付与の実験, 大学 ICT 推進協議会 2024 年度年次大会
- 林慶知, プロセスフロー作成ツールの開発, 第 72 回応用物理学会春季学術講演会
- 文部科学省, "マテリアル先端リサーチインフラ事業 (ARIM)," 文部科学省, <https://nanonet.go.jp/page/gaiyo.html> (参照日: 2025 年 9 月 25 日) .
- "Research Data Express (RDE)," NIMS DICE, <https://nanonet.go.jp/page/page000653.html> (参照日: 2025 年 9 月 25 日) .