

事業区分	経常研究（応用）	研究期間	令和7年度～令和9年度	評価区分	事前評価
研究テーマ名 （副題）	機能水を用いた細部・隙間洗浄への適用に関する研究 （汚染・残留要因が少ない複雑形状部品の洗浄技術の確立）				
主管の機関 科（研究室）名	研究代表者名 工業技術センター 機械加工科 三木伸一				

＜県総合計画等での位置づけ＞

長崎県総合計画 チェンジ&チャレンジ 2025	柱2 力強い産業を育て、魅力あるしごとを生み出す 基本戦略2-1 新しい時代に対応した力強い産業を育てる 施策3 製造業・サービス産業の地場企業成長促進
長崎県産業振興プラン 2025	基本方針3 地力を高める 施策の柱3-3 製造業・サービス産業の生産性向上と成長促進 事業群1 競争力の強化による製造業の振興

1 研究の概要

研究内容（100文字）	
隙間や細部は薬液等が残りやすく、不良要因となりやすい。本研究では、気泡、超音波、電場など複数技術を組み合わせた機能水洗浄により、複雑形状部品等の薬品レス洗浄の実現を目指す。	
研究項目	① 超音波利用による気泡洗浄の効率化の検証 ② 電場利用による汚染物の付着防止性の検証 ③ 洗浄評価のための微量元素の分析技術の確立 ④ 洗浄システムの構築及び洗浄性の評価

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ
昨今、半導体製造装置部品をはじめとする製造部品の微細化や高精度化あるいは高純度化が進み、隙間や細部のわずかな汚れの残渣や洗浄薬液の残留（腐食等の要因）が問題視されるようになってきている（ppmオーダーからppb,pptオーダーへの要求へと変遷）。液体に溶け込んだ異物や洗浄液、液状薬品などは毛細管現象によって隙間や細部に侵入する一方、一旦内部に入ると排出が難しく、熱（乾燥）、圧力、化学的反応などの追加作用により固着すると、その除去は極めて困難なものとなる。このため、県内企業から薬液を使用しない洗浄方法、あるいは、薬液残渣が残らない洗浄方法についての相談・要望があっている。また、洗浄現場では、薬液コストの削減や作業者の安全確保に関するニーズもある。そこで本研究では、汚染・残留要因が少ない機能水（再現性のある有用な機能を獲得した水溶液）によりこれらの課題解決を図る。人為的な処理として、気泡、超音波、電場の複数技術を組み合わせを行う。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性
洗浄技術は、作業環境、汚れの種類、工程など現場の実情に応じた個別対応が不可欠で、ノウハウの蓄積が重要であり、地域産業と密接している工業技術センターで実施する意義は大きい。気泡に関する研究は大学等で実施されているが、細部洗浄に特化したものではなく、また、電場技術との組み合わせ事例もみあたらない。

3 効率性（研究項目と内容・方法）

研究項目	研究内容・方法	活動指標		R7	R8	R9	R10	R11	単位
①	水温、気泡数等の各種パラメータ変化に伴うキャビテーション効果、気泡成長、揺動性の検証	検証パラメータ数	目標	7					項目
			実績						
②	電場付与による汚れ付着性評価	評価数	目標		10				件
			実績						
③	微量元素分析の回収試験	試験数	目標	5	5				件
			実績						
④	①～③の結果を踏まえた洗浄システムの構築	システム構築数	目標			1			式
			実績						

1) 参加研究機関等の役割分担

国研や大学と繋がりがあり、企業との関係性が強い工業技術センターに強みがあり、所内で実施できない分析等については国研や大学の協力を得て実施する。洗浄検証については県内企業と協力し実施する。

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	9,402	7,002	2,400				2,400
R7年度	3,134	2,334	800				800
R8年度	3,134	2,334	800				800
R9年度	3,134	2,334	800				800

※過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

※人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

4 有効性

研究 項目	成果指標	目標	実績	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	得られる成果の補足説明等
①	気泡制御技術の確立	1件		○					洗浄効果の高い最適な気泡制御技術を確立する
②	防汚効果のある電場条件	1件			○				汚れの再付着を防止する最適な電場条件を確立する
③	検出レベル	pptレベル			○				誤差要因を排除し、微量な元素を安定して検出する
④	細管、細溝構造の洗浄	100 μm				○			洗浄システムを構築し、目標値以下の細部洗浄を実現する

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

洗浄においては従来薬品洗浄が使われるが、薬液残存による腐食等が懸念される。微細気泡水は表面張力が小さく、細部まで入る（濡れる）ことができるが、細部や隙間への高度な洗浄として適用するには、微細気泡単独での洗浄は限界がある。細部構造においては、分離向上、再付着防止、排出も考慮した技術開発が必要であり、超音波や電場を付与し、洗浄性を高め、従来技術との差別化を図る。

2) 成果の普及

■ 研究成果の社会・経済・県民等への還元シナリオ

技術データを蓄積し、情報発信する場を形成し、技術セミナー、共同技術開発（実証試験）などを通じて、洗浄作業を伴う県内企業への技術移転を実施する。また、新規洗浄機としての事業展開も期待される。

■ 研究成果による社会・経済・県民等への波及効果（経済効果、県民の生活・環境の質の向上、行政施策への貢献等）の見込み

県内企業製品の品質の向上、薬品コストの削減、生産性向上（歩留まりの向上）、環境負荷低減などに貢献できる。半導体製造装置部品をはじめ、部品の微細化、精密化は進む一方であり、成長分野への参入促進にもつながる。

(研究開発の途中で見直した事項)

研究評価の概要

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	（令和 6 年度） 評価結果 （総合評価段階： A ） ・必要性 A 製造部品の精密化、微細化、高純度化が進むにつれ、製造業の洗浄プロセスの重要性は高まっている。また、環境問題、安全性などの観点から、薬品レス洗浄についてのニーズも高い。 ・効率性 A 国研や大学と繋がりがあり、企業との関係性が強い工業技術センターの強みが活かせる。これまでに構築した洗浄技術のノウハウを活用することができ、また、県内企業との協力関係はすでに構築されており、効率的に研究を進めることができる。 ・有効性 A 洗浄プロセスを要する企業は数多くあり、本研究の技術を活用することで、部品の品質向上や不良品の削減が可能となる。半導体製造装置部品など、成長分野との関連性も高く、また、環境問題や作業の安全性から有効性は高い。 ・総合評価 A 微細気泡の洗浄効果を高めることで、県内企業ニーズのある細部、隙間などの部品洗浄を実施するもので必要性が高い。これまでの技術蓄積を活用し、効率的に研究事業を進めることができ、成長産業などへの貢献も期待される。	（令和 6 年度） 評価結果 （総合評価段階： A ） ・必要性 S マイクロバブルについては具体的で、ニーズも多いと思われる。長崎県産業振興プラン2025で基幹産業として位置付ける半導体産業に向けて、洗浄工程の品質向上が期待できる。 ・効率性 A マイクロバブルについては、十分な妥当性があり、合理的である。また他機関との連携により研究の合理性に期待でき、既にある経験値などが計画の中に取り込まれており、効率性は高い。理論的にもやるべきことが非常に多いので、更に効率の良い研究を目指していただきたい。 ・有効性 A 環境設備も検討されていること、さらにコスト削減の計画されていることから企業への展開も期待できる。マイクロバブルについては、高い有効性がある。電場印加処理については、少々難しく感じるが、成果を期待する。良好な結果が得られれば、各企業で活用されると思われる。 ・総合評価 A また環境問題を考えると進めていくべき研究である。工場運営において、環境設備とコスト削減計画が提案されることで、品質向上とともに生産性向上が期待できる。理論的な考察と実験的知見を整理しながら、マイクロバブルの技術を主軸として、研究を推進していただきたい。 対応 理論的な検証を進めながら、研究開発を推進する。
途中	（令和 年度） 評価結果 （総合評価段階： ） ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価	（令和 年度） 評価結果 （総合評価段階： ） ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価 対応
事後	（令和 年度） 評価結果 （総合評価段階： ） ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価	（令和 年度） 評価結果 （総合評価段階： ） ・必要性 ・効率性 ・有効性 ・総合評価 対応