

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月1日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
富山県立大学・工学部医薬品工学科
[職・氏名]

教授・竹井敏

[課題番号]
JPJSBP 120229937

1. 事業名 相手国: ベルギー (振興会対応機関: OP) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 環境配慮リソグラフィ用水現像性有機無機混合レジスト材料

(英文) Water-developable organic-inorganic hybrid resist material

for non-toxic green lithography

3. 共同研究実施期間 2022年 4月 1日 ~ 2024年 3月 31日 (共同研究: 2年)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Interuniversity Microelectronics Center(IMEC)・Program Manager・Monique Ercken

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,900,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,900,000 円
	2年度目執行経費	2,000,000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	7名
相手国側参加者等	2名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	0
2年度目	2	0	0
3年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1) 研究交流概要（全期間を通じた研究交流の目的・実施状況）

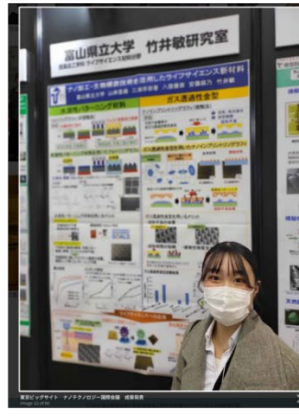
レジスト材料を用いた最先端微細加工は、5 nm 以下の次世代半導体製造のみならず、LCD、LED、NEMS、太陽電池、及びバイオセンサー等の広域な産業用途デバイス製造上の重要な基幹技術である。アクリル樹脂やエステル樹脂等の石油由来合成高分子を主成分とする既存レジスト材料の現像液には、TMAH が使用され、廃液処理に負担がかかっている。化学物質の危険性や有害性を記載した「化学品の分類および表示に関する世界調和システム（The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS）」によれば、TMAH の急性毒性は小さいものの、弱い生態毒性を有することが報告されている。TMAH や毒性の高い有機溶媒については、令和元年から有害物質製品規制が欧州を中心に強化されている。近い将来、環境に配慮した浄化処理技術や TMAH の置き換え等の対応が要求される事例が想定され、環境対応型の次世代デバイス製造技術の開発のため、有害物質製品を使用する現像方法は改善すべき課題となっている。

将来の有害物質製品規制に対応する最先端リソグラフィ用水現像レジスト材料を、世界有数の独立研究機関 Interuniversity Microelectronics Center (IMEC、ベルギー)との二国間交流により国際交流を実施し、水現像性有機無機混合レジスト材料の技術要素を解明することが目的であった。初年度は、新型コロナウイルス感染拡大とロシアによるウクライナへの侵略の影響を受け、相手国であるベルギーへの渡航が禁止されたため、最先端微細加工技術と水現像を用いる環境配慮リソグラフィプロセスについて、オンラインによる本交流を進めた（詳細：竹井研究室ホームページ URL: <https://takei.pu-toyama.ac.jp/>）。

更に、世界有数の米国研究機関 IMEC や IMEC の近隣研究機関に、富山県立大学の社会人博士課程や修士課程の学生に経験させる短期研修「新教育プログラム」の開発を進め、創造性・挑戦意欲あふれる自立した若手研究者の組織的養成を進める環境を整えた。日本側参加者である指導大学院生が国内外の国際会議での英語による口頭発表や筆頭著者として英語の査読有学術論文の掲載を自ら希望して積極的に実施し、指導大学院生全員が応用物理学会や高分子学会のポスター発表賞、並びにマザック財団 優秀論文賞など 2 年間で合計 4 件を受ける若手育成の教育成果につながった。当初目標を超える国際交流の進展があった。



スズキ 鈴木修会長と研究助成採択



サーティフィケート 学生筆頭著者 高浸透性マイクロニードル研究論文採択



ヤマザキマザック社長から高度生産システム優秀論文表彰



応用物理学会 Student Poster Award 三浦さん 20230519

(2) 学術的価値（本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果）

TMAH を不要にする環境配慮型レジスト新材料の技術要素の一部を解明できた。具体的には、初年度の成果として、当初の計画よりも前倒しで成果を上げることができた。具体的には、知的財産権（竹井 敏、太田 貴之、小林 誠 「感光性組成物」特願 2022-155407、筆頭、優先期間中、2022 年 9 月 28 日）の出願による社会産業への貢献に加えて、1 件の学術論文 Gels 2022, 8, 785 への掲載、及び国内外の学会・展示会 第 22 回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議や第 3 回 国際化粧品展 東京 COSME TOKYO 2023 等の発表 17 件にて、急速に進展普及した双方のオンラインツールも活用して、積極的に公開できた。更に、2022 年 10 月 5-7 日に富山国際会議場で対面・オンラインのハイブリッド開催した国際会議 NNT2022 にて、現地の実行委員長を務め、国内外 100 名以上の研究技術者と国際交流も実施できた。多忙な世界的に著名な指導者からコロナ前に比べて高頻度のオンライン指導を受けることができる新たな国際交流の形を構築できた。現地での立会実験はできなかったが、教員自らが苦勞して英語を話している姿を直接学生に見せる機会が格段に増え、学生自らのオンライン会議に参画できた国際交流の教育成果があった。

最終年度の成果として、6 件の学術論文 Coatings 13 (2023) 2038-2050 や Gels 2024, 10, 65 等への掲載、3 件の次世代微細加工技術の最前線、シーエムシー出版、2024、日刊工業新聞社 月刊誌『型技術』074-078 2024 年 1 月や COSMETIC STAGE 18(1) 1-7 2023 年 10 月への雑誌掲載、及び国内外の学会・展示会 大学見本市 2023 等の発表 14 件にて公開したにより積極的に発表し、学術的価値を高めることができた。

(3) 相手国との交流（両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果）

本研究参加者に加え、富山県の地域企業を対象にした「海外研究活動に向けた若手研究者養成」を本学で行い、本申請の二国間交流を拡大させる試みを推進した。IMEC や IMEC に多数参加するベルギーの

地域企業や地域公的研究機関と富山県の地域企業との新たな個別のパイプ作りができ、企業同士の交流が始まった。

(4) 社会的貢献（社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか）

本交流によって、環境配慮リソグラフィ用水現像性有機無機混合レジスト材料に関する知的財産権の有償譲渡（大学シーズの実用化）を達成し、譲渡先の民間企業である群栄化学工業から水溶性ナノマイクロパターニング材料の試作品の提供が 2023 年度から開始された（URL：https://www.gunei-chemical.co.jp/product/product_list.html）。植物由来可食性水溶性マイクロパターニング材料により、ナノマイクロパターニング加工が可能となった。水現像による製造プロセスのグリーン化を早期に開発することで、環境への先駆的取り組みを著名な相手国側代表者のブランドを借りて、地方大学の本学からアピールできた。

(5) 若手研究者養成への貢献（若手研究者養成への取組、成果）

世界的に著名な教授や研究者とのオンライン会議による交流により、創造性・挑戦意欲あふれる自立した若手研究者の養成の機会を提供した。ベルギー大学や研究所の環境を知ることができたため、コロナ後に留学を希望する指導学生数が 3 倍以上に拡大した成果があった。富山県知事主催のオレゴンカップスピーチコンテスト 2022 にて日本側参加者 竹井研究室指導大学院生が優良賞を得た。



更に、富山県の地域企業を対象にした「海外研究活動に向けた若手研究者養成プロジェクト」を本学で行い、本二国間交流を拡大させる試みを推進した。IMEC やベルギー大学に多数参加する企業や地域公的研究機関と富山県の地域企業との新たな個別のパイプ作り・橋渡しができた。本事業が一つのきっかけとなり、企業同士の交流も始まり、若手研究者の成長に貢献できた。

(6) 将来発展可能性（本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか）

研究成果物「水で塗布し、水で現像できるフォトリソグラフィ用植物由来可食性水溶性ナノマイクロパターニング材料」の有償サンプル提供と出願特許（水溶性糖類、感光性組成物、および水溶性糖類の製造方法）特願 2020- 63051 出願済み、審査請求前）の有償譲渡により、エレクトロニクス分野からライフサイエンス分野までの広域な用途において、水溶性パターニング（レジスト）材料を活用した新製品開発が加速できる将来の発展可能性が認められる。

大学が基礎技術やノウハウを保有することにより、安価に水溶性パターニング（レジスト）材料を活用した新製品開発を安価に製造するアドバンテージが民間企業や大学・公的研究機関にあると思われる。特に、競争が激化している我が国の半導体・MEMS・バイオセンサー・メディカル材料等のメーカーにおいても、新レジスト材料を一定期間優先して使用できるため、特色あるエレクトロニクスやライフサイエ

ス分野のデバイス製造技術の知的財産化・高付加価値化・低炭素化に貢献できる可能性がある。

(7) その他（上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください）

- マレーシア国民大学 (Universiti Kebangsaan Malaysia, UKM) との大学間学術交流協定締結 (2023)