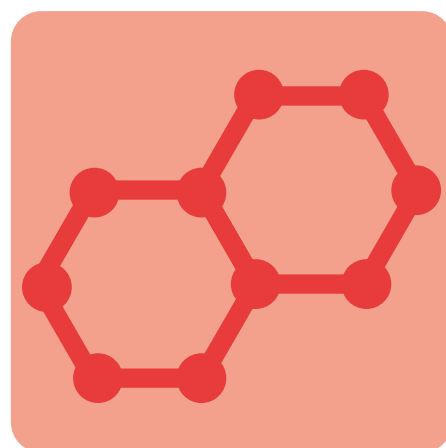
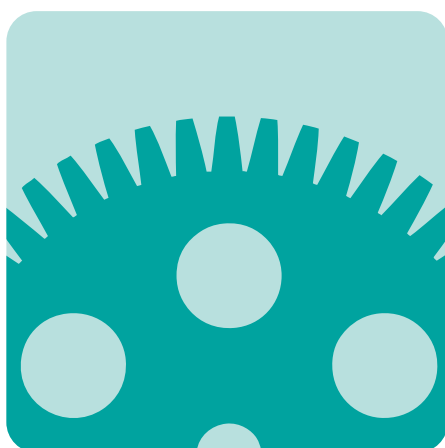
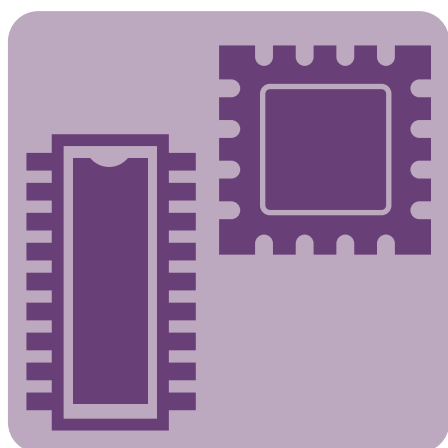


Annual Report 2022



Equipment Development Center

【ミッション】

「研究者にとって一番身近な技術者集団となる」

【ビジョン】

・学ぶ ・挑戦 ・貢献 ・リーダーシップ

【バリュー】

- ・自然科学に興味を持ち、科学的考え方と発想を身につけ、分子科学研究所の発展につながる次世代技術に挑戦します。
- ・研究機器の設計製作および関連する技術分野において、室員一人ひとりが主体的な心構えを持ち高度な技術力を身につけます。
- ・研究者と協働する意識を持ちディスカッションを重ね、要望に近づく装置づくりを目指し、所内の先駆的な研究を支援します。
- ・所外の大学・研究機関からの設計製作依頼に応え、自然科学研究に関する技術ネットワークを拡充し、分子科学研究に役立つ技術ノウハウを集約するハブとしての役割を担います。

アイコンについて

本号では、「技術報告」「トピックス」「特集」に、上記ミッション・ステートメントのバリューに対応するアイコンを付加しました。バリューとアイコンの対応は以下のとおりです。



・・・学ぶ



・・・挑戦



・・・貢献



・・・リーダーシップ

海外出張に出かける機会が再び増えてきました。諸外国に行きつづけて気付くのは、パンデミックで起きた雇用状況激変の影響です。一部の空港などでは、現場でトレーニングされていた労働者を雇い続けることができずに大量解雇が発生したため、営業再開後に新たに採用したスタッフの育成が追い付かず混乱が続いています。日本ではそのような影響は少なめであると感じますが、学校や企業の教育現場でおきたオンライン化とそれに伴うコミュニケーション不足の影響は、これから時間をかけて補っていく必要があるでしょう。

若手の人材育成というのは、コロナの前から盛んに言われていたことで、少子化を控えている我が国ではますます重要になります。最近では研究所の外部評価でも、人材育成への貢献が度々言及されます。社会や学術研究の持続可能性を考えれば当然のことでしょう。一方で、育成と同時に若手人材の評価も重要です。とかく中央官庁は論文被引用件数などの数字で比べたがりですが、最近はどのような動機で、何を目的して研究をしているのか、そして何を成し遂げたのか、という物語を専門家の目で審査する「ナラティブな」評価をより重視するべきであるというのが、国際的な流れになりつつあります。評価する側の時間を取られるので、あまり頻繁に行うことは困難ですが、人材育成を正しい方向に導く上では重要な視点でしょう。

分子研では、若手研究者の評価は（内部昇進を禁止することによって）外部への転出人事としてコミュニティーに委ねる一方、技術職員の育成は（外部との交流人事はあるものの）基本的に自前で行っています。装置開発室でも継続的に優秀な人材を確保し、時間をかけて育成していく意識を各自が持つことで、パンデミック後の海外の空港のような状況にならないようにしなければと思います。また内部で人材育成をする際の評価方法も、現在技術推進部で検討中とのことですので、多くのメンバーが納得できる評価軸を設計して頂いて、しっかりと運用して頂けたらと思っています。

昨年は電子回路製作で長年の貢献を続けて頂いた吉田さんが再雇用の期間を終えて退職されました。また嬉しいお知らせとして、豊田さんが化学会の化学技術有功賞を、菅沼さんが分子科学研究所職員等貢献表彰をそれぞれ受賞されました。

本年も装置開発室をよろしくお願いいたします。

2023年1月

山本 浩史

目次

構成スタッフ	1
イベント in 2022	2
セクション報告	6
主要設備	11
研究会発表一覧	12
利用者報告	13
申請課題一覧	17
活動レポート	18
トピックス	31
特集 新装置紹介「フルカラー 3D プリンター」	33
汎用バンドソーの更新	35
2022 年 製作品	36
2022 年 工作依頼リスト	42



(前列左から) 木村幸代、稲垣いつ子、山本浩史、近藤聖彦、澤田俊広
 (後列左から) 水谷伸雄、高田紀子、石川晶子、木村和典、豊田朋範、松尾純一、菅沼光二、菊地拓郎

装置開発室長 (併任)

	山本浩史	YAMAMOTO, Hiroshi	協奏分子システム研究センター	教授
--	------	-------------------	----------------	----

技術職員

メカトロニクス・セクション	近藤聖彦	KONDO, Takuhiko	主任技師	装置開発ユニット長
	菊地拓郎	KIKUCHI, Takuro	技術員	
エレクトロニクス・セクション	豊田朋範	TOYODA, Tomonori	技師	
	松尾純一	MATSUO, Junichi	主任技術員	
	木村和典	KIMURA, Kazunori	技術員	
リソグラフィ・セクション	高田紀子	TAKADA, Noriko	技術員	
	木村幸代	KIMURA, Sachiyō	技術員	

技術支援員

	澤田俊広	SAWADA, Toshihiro		
	吉田久史	YOSHIDA, Hisashi		(※ 2022年3月まで)
	石川晶子	ISHIKAWA, Akiko		
	菅沼光二	SUGANUMA, Kouji		
	水谷伸雄	MIZUTANI, Nobuo		

事務支援員

	稲垣いつ子	INAGAKI, Itsuko		
--	-------	-----------------	--	--

3月

8日 第1回東海国立大学機構技術発表会岐阜大会(オンライン)(豊田)

10日
~11日 令和3年度核融合科学技術研究会(オンライン)(豊田)

17日 第40回日本化学会化学技術有功賞受賞(豊田)

31日 吉田久史氏 退職(写真1)



写真1: 吉田氏を労い、全員集合で記念撮影

4月

8日
~9日 共同開発打ち合わせ(盛岡)(豊田)

14日 第7回名古屋ものづくりワールド 第4回名古屋次世代3Dプリンタ展(名古屋市)(松尾)

6月

9日 職場体験・豊田市立若園中学校(豊田)
(写真2)

15日
~16日 回路工作講習会(豊田)(写真3, 4)

30日 機械工作安全講習会(近藤、菊地)



写真2: 中学生からの質問に答える豊田氏



写真3: 回路工作に取り組む受講者を見守る豊田氏



写真4: スライドで教材の内容を説明する豊田氏

7月

1日 機械工作安全講習会(近藤、菊地)(写真5,6)

6日 機械工作安全講習会(近藤、菊地)(写真5,6)



写真5：実演で参加者に旋盤の使用方法を説明する近藤氏(中央)



写真6：新導入のノコ盤を参加者に紹介する菊地氏(中央奥)

7日
～8日

リソグラフィおよびクリーンルーム紹介(高田、木村(幸)、石川)(写真7,8)



写真7：全員で記念撮影：その1



写真8：全員で記念撮影：その2

27日 機械工作ワークショップ(菊地)(写真9,10)



写真9：フライスの使用方法を解説する菊地氏(右)



写真10：フライスに取り組む参加者を見守る菊地氏(手前右)

9月

6日
～8日 表面技術協会第146回講演大会(埼玉工業大学)(菊地)(写真11) (記事31ページ参照)

8日 株式会社ニコン Lasermeister Technology Center(熊谷市)(松尾、菊地)(写真12)



写真11: 会場の埼玉工業大学で記念撮影(菊地氏)



写真12: 最新の3Dプリンタと並んで記念撮影

10月

6日
～7日 危機管理産業展(RISCON Tokyo) 2022(東京ビッグサイト)(豊田)(写真13) (記事31ページ参照)



写真13: 入場エリアの遠景

15日
～16日 大学共同利用機関シンポジウム2022(名古屋市科学館)(松尾、木村(和))

11月

8日 分子科学研究所職員等貢献表彰(菅沼)

10日
～11日 JIMTOF2022(東京ビッグサイト)(菊地)(写真14) (記事31ページ参照)
出前授業(小豆坂小学校)(菊地)(写真15) (記事32ページ参照)



写真14: 東京ビッグサイトの特徴的な建物と看板



写真15: 水溶液の不思議と面白さを巧みに話す菊地氏

30日

出前授業(新香山中学校)(豊田)
(写真16) (記事 32 ページ参照)



写真16：身振り手振りを交えて科学の面白さを話す豊田氏

12月

2日
～3日

共同研究打ち合わせ(大阪市)(豊田)

25日

令和4年度第2種電気工事士下期技能試験(愛知大学 豊橋キャンパス)(松尾)

27日

第28回静岡大学情報技術研究会(オンライン)(豊田)

メカトロニクス・セクション報告

近藤 聖彦

メカトロニクス・セクションは、メカニカルエンジニアリング、デジタルエンジニアリングを有する職員が所属している。これらの技術を活用して、分子科学研究に必要とされる実験機器の設計製作、試作部品の加工、試作部品またはタンパク質の樹脂製3D造形、設計過程で重要となる構造、伝熱等に関する解析をおこなっている。さらに、このような技術支援は所内研究者に対してだけでなく、全国の大学および分子科学分野を中心とした研究機関の研究者を対象としている。

「研究者にとって一番身近な技術者集団となる」および「人々のくらしや環境などが持続的に発展する社会の実現」を目指し、技術や知見を活用して研究開発に貢献する研究所のものづくり集団として活動をおこなっている。

1. 製作依頼件数

図1に6年間の所内外の製作依頼件数の推移を示す。2022年1月～12月の機械工作関係の所内依頼は270件で、実験に使用する部品加工の依頼が多く、昨年より依頼件数が増加した。2020年4月から3Dプリンタを移管し3D造形の依頼受付けを開始した。3D造形は、工作機械加工が困難である複雑な形状を有する部品が製作でき、金属加工と比べて短納期であること、樹脂材料を使用すれば低価格で製作可能等の長所があり、試作に適しているため依頼が多い。今年の3D造形の所内依頼は178件であった。

所内の依頼内容は、1週間以内で完了する部品製作が9割程度、設計製作、試作など開発要素が含まれ、完了までに2週間以上必要な依頼が1割程度であった。

2019年に社会連携研究部門が発足し、所外依頼として扱っている。2020年から民間企業と社会連携研究部門に対して装置開発室有償利用を開始、2021年7月に自然科学研究機構分子科学研究所装置開発室装置製作受託規則（以後、製作受託と記す）が施行され、民間企業と所外公的研究機関の依頼を受付けている。今年の製作受託は6件であった。

製作受託の注意点は、所内外の effort の比重を考慮することが重要となり、事前に製作内容を確認し、分子科学分野の技術的貢献、装置開発室の技術向上等を十分に考慮して引き受けている。

その他、マテリアル先端リサーチインフラで3次元光学プロファイラーシステムの施設利用を受け付けている

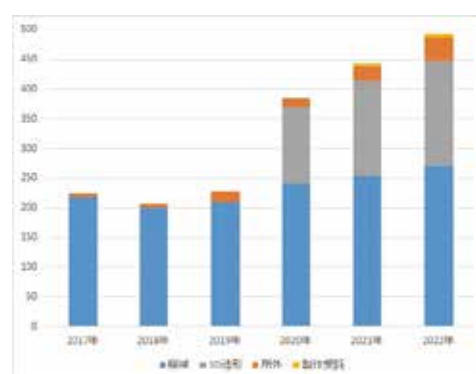


図1：製作依頼件数の推移



図2：樹脂製アダプタ

2. 主な製作依頼内容

● メカニカルエンジニアリング

主な依頼は、(1) 部品製作：依頼者から提供される部品形状の手書き図面、簡単な絵、要求される仕様を参考にして製作図面を作成した後に加工する内容、(2) 装置製作：設計・開発要素を含み部品を組み合わせて製作をおこなう内容の2つに分類できる。

(1) は、放射光施設で使用する真空部品、極低温環境で使用する部品、金属めっきで製作したメタルマスク等、様々な部品製作があった。近年は小型で厚みが小さい加工依頼が増加傾向である。

図2に低温実験で使用する装置の開発に必要な樹脂製のアダプタを示す。このような部品製作については、納期と依頼件数の状況を考慮しながら内作と外作を振り分けている。

(2) は、図3に示すような真空環境で使用する微小電流測定装置、低温環境で使用するプローブ、真空または不活性ガス環境で加熱する容器、高温加熱用のサンプルホルダ、レーザ結晶を接合する装置等、力学、熱学、真空、低温、光学



図3：微小電流測定装置

に関する高度な知識と技術を必要とする設計製作依頼があった。これらの依頼は、全般に制限された空間内で装置を組み込む設計が多く、設計の自由度が制限されるため、培ってきた経験が役立っている。

● デジタルエンジニアリング

設計時に重要となる構造、熱解析、流体解析等についてはANSYS、磁場解析はFemtetを使用している。図4に真空容器の密閉扉に大気圧が作用した際の変形量を解析した結果を示す。

近年導入した5軸加工機は3次元の複雑な動作になるため、制御するプログラム作成は難解になる。これをサポートするのにCAMソフト(hyperMill)を使用している。工具とワークの自動干渉チェックをおこなえる等、優れたソフトである

3D造形はタンパク質模型、実験装置に使用する部品の試作が主である。タンパク質模型を造形する際は、Magicsと呼ばれている3Dプリント用ソフトウェアを使用することで、複雑なSTLデータを細かく編集できる。例えば造形物にマグネットを埋め込むための空間を作成するなどの修正を加えて造形することにより、構造体の脱着が容易なタンパク質模型を造形できる。

タンパク質模型は構造体毎に色分けするとわかりやすくなるため、フルカラーの造形を希望されることが多く、昨年度に樹脂製フルカラー3Dプリンタを導入した。カラー造形以外にも図5に示すような透明な模型を造形できるので、今後の展開が期待される。

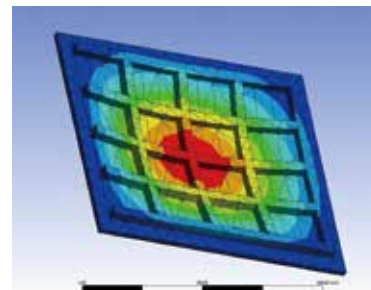


図4：Ansysの画面

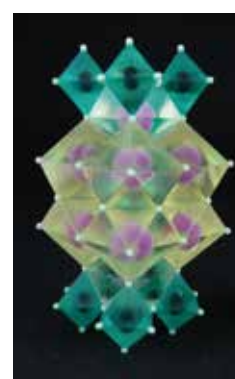


図5：結晶面を透明樹脂で表現した模型

3. 安全講習会とワークショップ

本年度は機械工作関係の安全講習会を開催した。参加者は15名程度であったので、3回にわたって6月下旬～7月上旬に実施した。図6に使用したスライドを示す。利用率が高い工作機械の操作と安全について説明をおこなった。

以前は講習者がボール盤やバンドソーを使用してアルミ材の加工を体験していたが、今年度は加工のポイントを理解していただくことを目的として、希望者を募って別日に穴あけ加工に関するワークショップを開催した。午前と午後の2回開催し、それぞれ3名が参加した。参加者からは好評を得たので今後も旋盤、フライス盤などのワークショップ開催を企画している。

4. その他の活動

例年に比べて見学対応が多かった。文部科学省、自然科学研究機構本部、大学、中学校など色々な方々が装置開発室を来訪された。見学の増加は装置開発室をより広く知っていただける良い機会である。ただ、紹介したい開発した装置などは実物がないため、写真などで紹介することになる。よりリアルに紹介できる工夫が必要であると感じている。今後の課題として改善していきたい。

市内小学校に出向いて出前授業を担当した。水溶液に関する内容を希望されたので、めっきを題材にした授業をおこなった。小学生が興味を持つように工夫したこともあり、好評であった。

5. 表彰

菅沼光二氏は数値制御機械を自由自在に操作することで、常に正確な加工と早期納品に努め、分子科学研究の発展に大きく貢献されている。これを評して、分子科学研究所職員等貢献表彰「機械加工における研究支援の貢献」が授与された。



図6：安全講習会のスライド



図7：安全講習会の様子

エレクトロニクス・セクション報告

豊田 朋範

1. エレクトロニクス・セクションの基本方針

エレクトロニクス・セクションでは、所内外からの工作依頼を受け、研究者と協力しながら分子科学の先端的な研究に必要な実験装置の設計・製作を行っている。

製作する電子回路はアナログ回路からデジタル回路およびそれらの複合回路まで、ソフトウェアはハードウェアに付随したハンドラープログラムから実験に必要な計測・制御のためのアプリケーションに至るまで、広範な回路技術で支援を行っている。

研究者の要求に応えるために、技術職員は日頃から基盤となる回路技術の育成と共に最新デバイスや新しい回路技術の情報収集に心掛け、それらをいつでも応用できるように技術の習得に努めている。特に「エレクトロニクス技術の3本の柱」として、FPGAに代表されるプログラマブルロジックデバイスの製作技術、機器組み込み用マイコンの応用技術、アナログ回路製作技術に重点を置いて取り組んでいる。(図1)

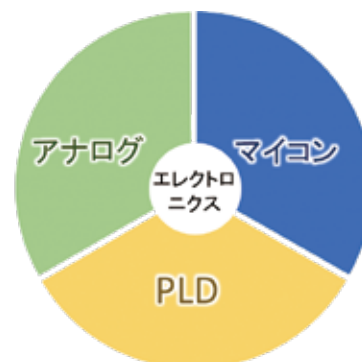


図1：エレクトロニクス技術の3本の柱

2. 工作依頼件数の推移と状況

図2は2004年からの工作依頼件数の推移である。2022年は110件の受付を行い、昨年を上回り過去最多を更新するとともに、ついに100件の大台を突破した。複数の研究グループから、実験室の立ち上げや整備に関する大小の工作依頼を複数回受注したことが大きな要因である。また、2021年7月に制定された製作受託制度で社会連携部門を含む所外の研究者から比較的大規模な工作依頼を複数受注したことも特徴として挙げられる。

工作依頼の内訳は、回路やプリント基板・ソフトウェアの設計・製作を伴うものが70件(64.2%)、故障・破損した機器の修理やケーブル製作など突発的・改修的なものが39件(35.8%)である。近年の工作依頼は複合的な技術要素を要するものが殆どで、技術分野を明確に区分することは難しいため、このように分類した。

近年の特徴として、実験の進捗に応じて仕様を変更しながら製作・改修することや、1件の工作依頼で複数台製作することが増加していることが挙げられる。また、微小な部品や表面実装部品が主流であり、所有するプリント基板加工機では製造が困難、あるいは製造効率が低下する場合は、P板.com(<https://www.p-ban.com>)やFusion PCB(<https://www.fusionpcb.jp/>)などの基板製造サービスを活用しての対応を進めている。更に、(1)使用頻度が多い回路のモジュール化(2)Pmodなど著名な共通インターフェース仕様に準拠したプリント基板の設計—の2項目を推進し、基板製造サービスを使用して量産することで、試作評価の効率化を図っている。工作依頼件数の大幅な増加に対して、完了率は2022/12/31現在で88.1%と高い水準にあり、これらの対策が一定の効果を上げていると見られる。

依頼元を所内と所外で分類すると、所内が86件(78.9%)、所外(社会連携部門を含む)が23件(21.1%)である。製作受託制度に基づく工作依頼を数多く受注したことで、所外の依頼割合が昨年までより大幅に増加した。今後もエレクトロニクス・セクションは、装置開発室や分子研内外における一定の存在感を維持できる見通しである。

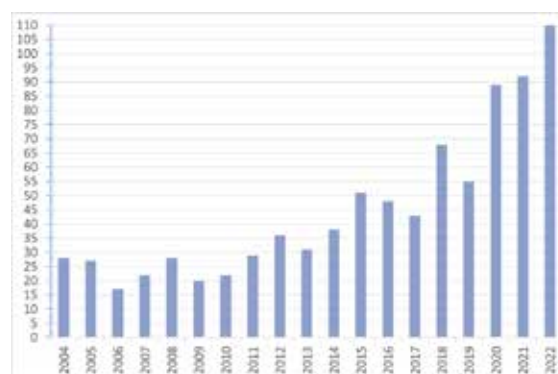


図2：エレクトロニクス・セクションの工作依頼件数の推移

3. 研究会発表・共同開発・アウトリーチ活動

2022年は4件(共著含む)の研究会発表を行った(関連記事p12)。コロナパンニックが未だに収束しない状況ではあるが、開催形式にこだわらず、成果発表と討論、新たな需要発掘の機会を求めて、発表での参加を推進している。

岩手大学と共同開発を進めている一斉警報通知防災システムは、昨年引き続き、出願中だった関連特許1件が査定(認可)された(特許第7170260号)。また、同じく岩手大学と共同開発したコードレスハンダゴテも、出願中だった関連特許1件が査定(認可)された(特許第7090242号)。2022年は、岩手大学が代表研究機関として、消防庁の令和4年度消防防災科学技術研究推進制度に採択されたことで、防災システムの中核をなす基本モジュールの抜本的な改良を行った(図3)。主な特徴は(1)給電方式を単3電池2本とmicroUSBから選択可能(2)単3電池2本で3年以上連続駆動可能(3)スムーズなデバイス認証とBluetooth Low Energy(BLE)の導入による通知経路の多重化—の3点である。

る。最新のDC-DCコンバータを採用して、プリント基板の限られた面積で電池電圧が0.9Vを下回るまで駆動可能な電源回路を構築するなど、回路設計技術、プリント基板設計技術の向上にもつながる成果である。

改良した基本モジュールを搭載した防災システムのデモ機は、危機管理産業展2022で展示され、好評を得た(関連記事p31)。11月16日には全国一斉Jアラート試験放送を用いた実証試験を行い、オンライン中継もある中、無事成功した(関連記事p32)。また、改訂した基本モジュールは、C棟クリーンルームなどで稼働中の汎用一斉警報通知システム(WAN-WAN: Wireless Alarm Network for Wide Area Notification)への応用展開に繋がる重要な成果であり、実証試験に向けて準備を進めている。

2020年より研究力強化戦略室と連携して、中学生を対象とする出前授業に参画している。2022年は昨年に続き、広範囲温度計測ユニット(図4)を転用した抵抗温度依存性測定キット(図5)を用いて、実験主体の講義とした。生徒の関心は非常に高く、アンケートでも総じて大変好評であった(関連記事p32)。

「理科離れ」が叫ばれて久しいが、教育現場の実態は「多くの生徒は理科、特に実験が好きである」「教員は実験の機会を増やしたい」「実験に向ける予算と時間が少ない」であり^[3]、出前授業前後の対談でも出された重要な課題である。この課題に対し、技術で教育現場に貢献できる余地は数多く存在すると思われる。とりわけ、中学生の理科で理解困難な内容として「電流とその性質」が挙げられている^[4]ことは、研究力強化戦略室の片柳助手からも説明されたことであり、エレクトロニクス分野に携わる技術職員として看過出来ることではない。エレクトロニクスをはじめとする科学技術を分かりやすく伝え、実験を通じて関心を高め、理解を深める教材開発は社会貢献の一環であり、「社会と連携し、外部に開かれた国際的研究組織として活動する」^[5]ことの実践でもあると考える。



図3：改訂した防災システムの基本モジュール
上側写真の左隅が、新開発のDC-DC電源回路



図4：開発した広範囲温度計測ユニット^[1]



図5：開発した抵抗温度依存性測定キット^[2]

4. 参考文献

- [1] 「広範囲熱電対モジュールv2.3(Rev2.4)」装置開発室 AnnualReport2021 p40
- [2] 「セクション報告」装置開発室 AnnualReport2021 p6～7
- [3] 「ARMマイコンとフルカラーLEDを用いたpHインジケータの開発」豊田朋範、千葉寿、藤崎聡美、古舘守通 平成25年度実験・実習技術研究会 in イーハートブいわて
- [4] 「理科嫌い・理科離れに関する研究—児童生徒および教員を対象にした調査をとおして—」山城芳郎、森本寿文、廣瀬友良 https://www.hyogo-c.ed.jp/~kenshu-p-lib/research/108_04.pdf
- [5] 自然科学研究機構 機構憲章 <https://www.nins.jp/site/organization/1032.html>

リソグラフィ・セクション報告

高田 紀子

リソグラフィ・セクションは、主要メンバー3名（技術職員2名、技術支援員1名）で、フォトリソグラフィ、EBリソグラフィに関する依頼対応と、共用クリーンルームの維持管理を主な業務として行っている。

1. 依頼状況

2022年の製作依頼件数は、フォトリソグラフィが9件、EBリソグラフィが9件、その他（スパッタ成膜、PDMS成型、測定等）が6件の計24件であった。過去5年間における依頼件数の推移を図1に示す。2018年12月に電子ビーム（EB）描画装置を新たに導入し、2019年から依頼対応を開始している。また、共同研究棟の施設改修に伴い、2019年から2020年にかけてクリーンルームの移設があった。新しく設置したクリーンルームに関する仕様策定、および装置の運搬や実験環境の整備に多くの時間を要したが、徐々に本格稼働を開始し、2021年以降の依頼件数は増加している。

依頼内容に関しては、PDMS製またはガラス製のマイクロ流路、蒸着等に用いるメタルマスク、金属薄膜による電極構造のパターニングやミラー等があった。主な製作品をp41で紹介している。新規の内容としては、ガラスパイプ内部へのスパッタ成膜や、スパッタプロセスの条件（基板加熱やAr圧力）による金属薄膜の特性の検証等を行った。これまでと同様、特定の研究グループや施設からの依頼が多い傾向であるが、新規で相談を受け、製作依頼に至るケースも見られた。

所外からの施設利用件数は計6件あり、そのうち新規の利用が3件あった。新規の施設利用者に関しては、所内外に関わらず、クリーンルームの利用方法や各装置の操作手順、製作プロセス等についてレクチャーを行っている。継続の利用者に関しても、実験内容に応じた情報のやりとりを適宜行っている。

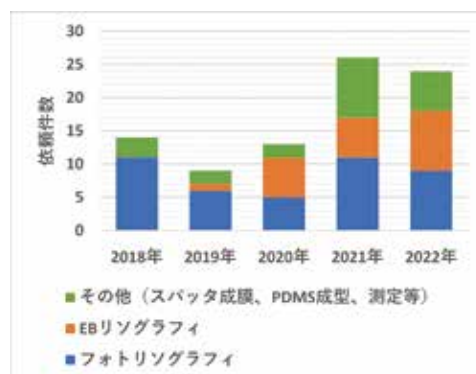


図1：製作依頼件数の推移

2. クリーンルームの維持管理

「クリーンな実験環境の維持・ユーザーにとって安全で使いやすい・管理がしやすい」の3つを目標に、実験環境の整備を継続して行っている。

日常の維持管理に関してはこれまでと同様、年に1回の業者清掃に加え、月に2回スタッフによる定期清掃を行っている。これよりも頻度が高いものは、当番表を作成しスタッフ内で分担している。これ以外にも、クリーンルーム内に外気を取り込む箇所に設置している粗塵フィルタは最も詰まりやすく、詰まるとクリーンルーム内外の差圧に影響を及ぼすことでクリーン度の低下が懸念されることから、年に2回定期的に交換を行っている（図2）。粗塵フィルタを交換する際は、メインのフィルタであるFFU（ファンフィルタユニット）を停止したり、屋外と通じていることからドラフトチャンバーや排水口の目張り作業を行ったりと、作業項目が非常に多い。作業をより確実に、そして効率的に行うために、作業手順のマニュアルを徐々に整備している。

装置開発室 エレクトロニクス・セクションによる管理の遠隔化も、より充実した内容になってきている。2022年は、FFU制御ユニットのバージョンアップ、クリーンルーム内のパーティクル数の増加や酸素濃度の低下によるアラームの設置等、作業性や安全性を考慮した整備を新たに行っている。

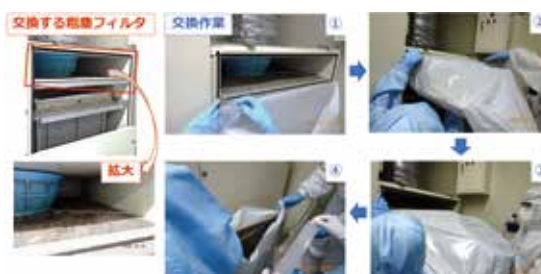


図2：粗塵フィルタの交換作業

3. リソグラフィおよびクリーンルームの紹介

2022年は新しい試みとして、7/7,8の2日間にわたって、「リソグラフィおよびクリーンルームの紹介」を所内向けに開催し、7名の研究者や職員の方にご参加いただいた。資料を元にリソグラフィや所有設備について紹介した後、実際にクリーンウェアに着替えてクリーンルーム内入室し、クリーンルームの仕組みやクリーン度を維持する上で気を付けている点等について説明を行った（図3）。共用のクリーンルームを多くの方にとって同時に、研究者からのニーズを知る良い機会になったと考えている。



図3：クリーンルーム内を案内している様子

4. その他

【所長奨励研究】スパッタターゲット交換目安の検証（木村（幸）、高田）

メカトロニクス・セクション

工作機械

種別	形式
精密旋盤	RBL-50 (理研製鋼)
普通旋盤	LR-55A (ワシノ機械)
	LEOG-80A (ワシノ機械)
	LS 450 × 550 (大隅鐵工所)
	TAL-460 (滝澤鉄工所)
NC 旋盤	SUPER QUICK TURN 100MY (Mazak)
ボール盤	TYPE DD-4300 (日立工機)
	KID-420 (KIRA)
	NRD-340 (KIRA)
フライス盤	KSAP (牧野フライス)
	VHR-SD (静岡鐵工所)
	RUM-5 (碌々産業)
NC フライス盤	BN5-85A6 (牧野フライス)
	SBV400 (遠州工業)
	AEV-74 (牧野フライス)
ワイヤ放電加工機	α -C400iB (FANUC)
形彫放電加工機	A35R (Sodick)
切断機	ファインカット HS-100 (平和テクニカ)
抵抗溶接機	NRW-100A (日本アビオニクス)
ノコ盤	HB-200 (フナソー)
コンターマシン	VA-400 (AMADA)
シャーリング	SHS3 (コマツ産機)
ダイソー	VW-55 型 (LUXO)
カッティングマシン	UT-3 (三和ダイヤモンド工業)

測定機

種別	形式
電子顕微鏡	VE-8800 (KEYENCE)
測定顕微鏡	STM6 (オリンパス)
マイクロスコープ	VHX-1000 (KEYENCE)
非接触三次元測定装置	NH-3SP (三鷹光器)
表面粗さ計	SURFTEST SV-400 (ミツトヨ)
三次元光学プロファイラー	ZYGO Nexview
段差計	KLA-Tencor P7

設計・解析

種別	形式
2D CAD	Advance CAD (伊藤忠テクノソリューションズ)
3D CAD	SolidWorks (ソリッドワークス)
CAM	hyperMill (Ai ソリューションズ)
CAE	ANSYS DesignSpace (アンシス・ジャパン)

3D プリンタ

種別	形式
FDM 型 3D プリンタ	CreatorPro (FLASHFORGE)
	Pro2 (RAISE3D)
	Guider2 (FLASHFORGE)
	L-DEVO (フュージョンテクノロジー)
SLA 型 3D プリンタ	Form2 (formlabs)
バインダー・ジェット型 3D プリンタ	ZPrinter450 (3D Systems)

エレクトロニクス・セクション

計測器

種別	形式
デジタル オシロスコープ	6200A (LeCroy)
	354 (LeCroy)
	TDS2014 (Tektronix)
	DS-5354 (IWATSU)
	DS-5624A (IWATSU)
ミックスドシグナル オシロスコープ	MSO2024 (Tektronix)
ロジックアナライザ	TLA5201 (Tektronix)
ネットワーク / スペクトラム / インピーダンス アナライザ	4396B (Agilent)
データロガー	GL900 (GRAPHTEC)
マルチメータ	2001 (Keithley)

計測器

種別	形式
エレクトロメータ	6513 (Keithley)
LCR メータ	ZM2353 (NF)
ユニバーサルカウンタ	53132A (Agilent)
ファンクション ジェネレータ	AFG3251 (Tektronix)
パルスジェネレータ	Model8600 (Tabor Electronics Ltd.)
直流電源・電流モニタ	6243 (ADCMT)

加工機

種別	形式
プリント基板加工機	A427 (Accurate CNC)
卓上 NC フライス加工機	KitMill SR200 (ORIGINAL MIND)
レーザーマーカー	LP-GS051-L (Panasonic)

リソグラフィ・セクション

種別	形式
スピナー	MS-A100 (ミカサ)
	MS-B100 (ミカサ)
マスクアライナー	MA-10 (ミカサ)
プラズマクリーナー	PDC-32G (HARRICK PLASMA)
	PDC-001-HP (HARRICK PLASMA)
	PR200 (ヤマト科学)
精密手動スクライバー	SC-100 (ムサシノ電子)

超純水製造装置	アルウムプロ UV-DI (ザルトリウス)
	PURELAB Flex3 (ELGA)
マスクレス露光装置	DL-1000 (ナノシステムソリューションズ)
小型 2 源 RF スパッタ装置	デボダウン式 RSP-4-RF3x2 (クライオバック)
電子ビーム描画装置	ELS-G100 (エリオニクス)
結晶基板切断機	ファインクリスタルカッターⅢ (クリスタルベース)
リアクティブイオンエッチング装置	RIE-10NR (サムコ)

2022年 研究会発表一覧

研究会等名称	発表項目	発表者氏名
第1回東海国立大学機構 技術発表会岐阜大会 2022年3月8日(オンライン)	汎用警報システム(通称:WAN-WAN)の開発と展開	○豊田朋範 千葉寿 木村和典 古館守通 藤崎聡美
令和3年度核融合科学研 究所技術研究会 2022年3月10日～11日 (オンライン)	汎用一斉警報システムWAN-WANの展開	○豊田朋範 千葉寿 木村和典 古館守通 藤崎聡美
	ヘリウム純度計監視システムの紹介	○浅田瑞枝 高山敬史 豊田朋範 木村和典 千葉寿 古館守通 藤崎聡美
2022年度機器・分析技術 研究会 2022年9月1日～2日 大阪大学(配信あり)	LoRa無線による長距離伝送システムの開発～警報信号を遠隔地に伝送する～ (ポスター発表)	○古館守通 千葉寿 藤崎聡美 豊田朋範
	装置のDX化によりあらゆる警報を外部に通知する(口頭発表)	○千葉寿 古館守通 藤崎聡美 庄司愛子 玉木俊昭 稲角直也 戸所泰人 島崎英行 須惠耕二 木村和典 豊田朋範
第28回静岡大学技術報告会 2022年12月27日(オンライン)	汎用一斉警報通知システム(WAN-WAN)を用いた既存装置のDX化と活用事例	○豊田朋範 千葉寿 木村和典 古館守通 藤崎聡美

超高速・超広帯域近接場顕微分光装置におけるパージボックスと 原子間力顕微鏡用増幅回路の作製

分子科学研究所 熊谷 崇、西田 純

金属のナノ構造体に光照射することで、その表面近傍に局在した光が発生します。このような局在した光を近接場光と呼びますが、空間的に閉じ込められた光は通常の光（伝搬光）とは異なった面白い性質を示します。通常の光学顕微鏡ではレーザー光を集光することで空間的な分解能を高めることができますが、このとき回折限界という物理的制約のためにその分解能は波長の半分程度になります。つまり可視光を用いた場合は、数百 nm 以上離れている物は区別できますが、これよりも近いと空間的に見分けがつかません。一方、近接場光はナノ構造体の周りに局在しているため、回折限界を超えた分光やイメージングが可能になります。また、レーザーを短パルス化することによって光を 10^{-15} s という時間領域に閉じ込め、電子や原子の運動（ダイナミクス）を直接観察する超高速分光が可能となります。

メゾスコピック計測研究センター広帯域相関計測解析研究部門では、物質のナノスケールの構造・ダイナミクスを調べることを目的とし、超高速・超広帯域レーザーシステム（200 fs のパルス幅を持ち、450–15 000 nm の範囲で波長可変）と原子間力顕微鏡とを組み合わせた近接場顕微分光の開発を行っています。この装置の特長は可視・近赤外・中赤外という幅広い波長域において回折限界を超えたナノスケールの顕微分光（空間分解能およそ 20–30 nm）を行える点です。また、80 MHz という高繰り返しパルスレーザーを使用することで信号雑音比の高い分光測定を実現しています。このレーザーシステムは LD 直接励起方式 Yb フェムト秒レーザー（100 fs, 1030 nm）を光源とし、光パラメトリック発振器、高調波発生器、差周波発生器と組み合わせることで幅広い波長域での発振を可能にしています。原子間力顕微鏡はカンチレバーを用いた光でこの方式でタッピングモードと呼ばれる方法で物質表面の構造をナノスケールの空間分解能で観測しています。原子間力顕微鏡はレーザーによる光励起とその散乱光を検出するための光学系が備え付けられており、これによって散乱型近接場顕微分光を行える仕様となっています。アルミ製の放物面鏡を対物レンズとして用いているため、可視・近赤外・中赤外の幅広い波長域で近接場顕微分光を行うことが可能となっています。

レーザーシステムと原子間力顕微鏡はともに使用環境（実験室の温度・湿度・振動・音響ノイズ・電気ノイズ・空気の対流など）によってその安定性が左右されます。そのため使用環境の変動から受ける影響を小さくすることを目的として、光学定盤付き高性能三次元空気ばね式防振台に設置された装置全体を覆うためのアクリル製ケースの作製を装置開発室の協力を得て行いました（図 1）。ケース内は超低露点乾燥空気発生装置によってパージもできるようにしています。これによって赤外領域における水分子の振動励起に伴う吸収を最小化し、レーザーの安定化と赤外スペクトルへの影響を避けることができます。装置全体を覆うことでシステムの動作を大幅に安定化させることができました。独自のセットアップに最適化した設計とアクリル板の加工を丁寧に行っていただいたおかげで機能と使いやすさを両立させることができ、主に担当していただいた菊地拓郎さんにはとても感謝しています。装置開発においては「地味な」案件になるかもしれませんが、精密計測による質の高い実験データの取得には不可欠なものです。

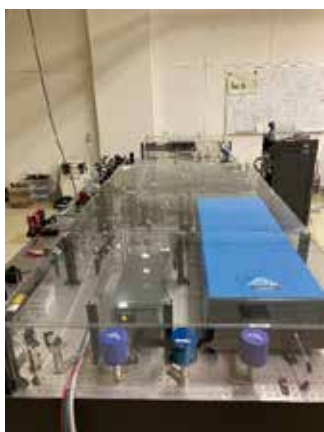


図 1：超高速・超広帯域近接場顕微分光装置の写真

私たちは時・空間的に閉じ込められた光による時間分解ナノ顕微分光の開発に取り組んでいます。そのためにはそれぞれ独立に動作している超高速・超広帯域レーザーシステムと原子間力顕微鏡とを同期させて計測を行う必要があります。市販品の装置に組み込まれている制御系だけでは自在な信号制御に対応できないことも多いため、電気回路とプログラムを独自に作製することが新しい計測技術の開発に不可欠です。その一例として、原子間力顕微

鏡の信号を増幅し、ノイズとなる成分を除去するフィルターを備えた回路を装置開発室の協力を得て開発しました (図2)。これによって原子間力顕微鏡の信号と超短パルスレーザーによって発生する近接場光信号とを外部のロックインアンプに入力し、ナノスケールの時間分解分光の信号を高感度に検出することを可能としました。原子間力顕微鏡の信号であるカンチレバーの変位 (カンチレバーのたわみに由来する正弦波の出力信号) は分割型フォトダイオードの出力として読みだされています。この信号を分割してその片方は原子間力顕微鏡の制御ユニットへ送り、もう片方は増幅してロックインアンプの参照入力信号として送ります。また、近接場光によるポンプ - プロブ時間分解の信号を高感度に検出するため、ポンプ光は音響光学素子を用いた正弦波変調が加えられており、この変調信号もロックインアンプの参照入力信号として送られています (ちなみに音響光学素子用の直流安定化電源も作製していただきました)。先ほどの原子間力顕微鏡の変位信号と合わせてロックインアンプのサイドバンド復調を行うことで信号雑音比が高く、外部ノイズに対しても堅牢なポンプ - プロブ信号の検出方式を実現しました。図3はこのセットアップで計測した時間分解信号の一例を示しています。半導体であるゲルマニウムを可視光パルスで励起しキャリアを形成させ、その再結合過程を 20 - 30 nm に局在中赤外プローブ近接場光を用いてピコ秒 (10^{-12} s) オーダーの超高速スケールで観測することができました。このような独自の計測法に必要なアナログ回路の作製には電気回路の知識だけでなく、それを実装するための経験とノウハウが不可欠です。担当していただいた豊田朋範さんには回路設計・作製だけでなく、その基礎知識に関する内容を丁寧に教えていただくなど多大な貢献をしていただきました。

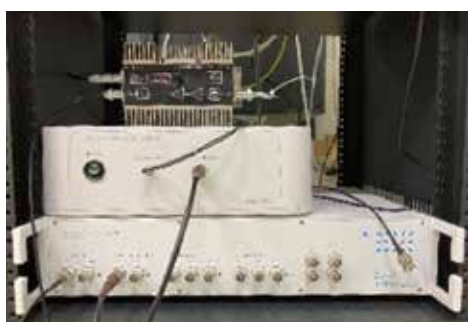


図2: 近接場光によるポンプ-プロブ時間分解を行うためのユニット。中央のデバイスを装置開発室と協力して作製しました。このデバイスによって原子間力顕微鏡の信号を下段のロックインアンプに入力しています。近接場光の信号は上段の電圧アンプを経由してロックインアンプに入力されています。

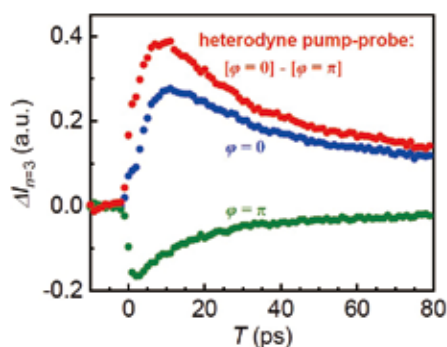


図3: 可視ポンプ - 中赤外近接場光プローブ時間分解計測の応用例。波長 515 nm のポンプ光でゲルマニウムを励起し、キャリアの再結合プロセスを近接場中赤外プローブ光 (波長 6000 nm) で追跡しています。探針先端からの散乱は光学位相を変えながら干渉的に検出し、図2のユニットで可能となったサイドバンド検出法と組み合わせることで、遠距離場 (バックグラウンド) の寄与がない純粋な近接場由来のポンプ-プロブ信号を測定することができます。

私たちがこのような現場の研究者と議論を行い、必要なものを提供していただける環境は先端計測技術の開発において最も重要なインフラの一つであり、装置開発室が「研究者にとって一番身近な技術者集団となる」というミッションを貫かれていることを心強く感じました。これらかも装置開発室の方々と協力し、物質科学分野に貢献できるユニークな計測技術の開発に挑戦していきたいと考えています。

光電子分光用角度較正装置と UVSOR BL5U における装置開発

分子科学研究所 田中 清尚

1. はじめに

固体のバンド構造の情報を直接得られる角度分解光電子分光法 (ARPES) は、物性研究を支える強力な実験手法の一つとして知られており、分子科学研究所の放射光施設 UVSOR でも異なるエネルギー領域を利用することができる複数のビームラインが運用されている。UVSOR BL5U では 2018 年からマイクロメートルサイズに集光した 30~200 eV の光を利用可能な高分解能 ARPES ビームラインとしてユーザー利用を開始しており、これまでに新しい光電子アナライザーのディフレクター機能を開発・実装し、空間的に不均一、あるいは微小な試料の ARPES 測定を可能とすることで、UVSOR で最もビームタイム獲得競争が激しいビームラインの一つとなっている。さらに最近では高検出効率スピン分解 ARPES 測定の開発も進めている。

ここでは、装置開発室で製作していただいた金属メッシュを取り付けた光電子分光用角度較正装置を使用することで進めてきたディフレクター機能の開発や、スピン分解 ARPES の開発について紹介する。

2. 光電子アナライザーのディフレクター機能の開発

ARPES 測定は光を照射した試料から放出された光電子を、電子レンズを通してエネルギー分光用の半球の入り口に設置された線状のスリットに導き、試料から放出された電子のスリット平行方向の角度情報とエネルギー情報を同時に測定する手法である。フェルミ面などすべての運動量空間での固体の電子状態情報を得るためには、これまで主にスリットの垂直方向に試料角度を回転させる必要があった。そのため超高真空中に設置された試料の角度を変更できる低温冷却可能な 5 軸や 6 軸の自由度を持つマニピュレータが必須であり、われわれのグループでは 5 K 以下まで冷却可能なマニピュレータの開発に成功している [1]。

近年ディフレクターと呼ばれる新規機能を用いて、これまで取り込むことができなかったスリット垂直方向に放出された電子を取り込む光電子アナライザーが発売された [2]。この機能を用いると、限られた角度範囲ではあるが、マニピュレータで試料角度を変更することなくフェルミ面を測定することが可能となるため、開発競争が繰り返されている。具体的には電子レンズ部分においてスリット垂直方向に電場を印可するのだが、レイトレースによる電子シミュレーションによると、検出光電子イメージが歪むことで精密な電子放出角度の情報を得ることが困難であることが予想されていた。実際に測定試料と光電子アナライザーの間に試験的に置いた穴の開いた金属板を通過して検出されたイメージは球面状に歪んでいる (図 2 左)。当時発売された光電子アナライザーもレイトレースのシミュレーション結果に基づいて、データ取得後にイメージ変換 (ブラックボックス) することで研究者が使用可能なデータを生成していたが、試料位置が理想的な焦点位置からずれているとレイトレースとは異なる歪みが導入されることも知られていた。実験的には容易に歪みが導入されてしまうため、試料からの正確な電子放出角度が決定できず、精密な物性研究の大きな障害となっていた。そこで、歪みの効果を評価し、可能な限り除去することを目指して図 1 に示す角度較正用装置を開発した。ここでは電子を等方的に放出する ϕ 0.1 mm の電子源と、電子源を中心とする円弧上に薄い金属メッシュを配置することで、平坦な金属板ではどうしても取り除くことのできなかった電子源から見た金属板の幾何学的歪みの効果を除去することを目的としている。金属メッシュは装置開発室で製作していただき、電子源から見て水平、鉛直方向に立体角でそれぞれ 1° の間隔で ϕ 0.1 mm の穴を配置させたものを使用した。この装置では正確に 1° ごとの角度で放出された電子のみが金属メッシュを通過・検出できることになり、検出されるイメージは電子レンズによる歪みの効果を直接観測していることになる。あらゆる角度の電子を取り込むために金属メッシュを設置している回転アームは歯車を用いることで $\pm 90^\circ$ の



図 1：開発した光電子角度較正用装置。光電子分光実験時の試料位置に電子点光源を配置し、装置開発室に製作していただいた金属メッシュを取り付けることで、特定のパターンの電子を放出する。金属メッシュの穴形状や配置を変更することで、異なる用途での光電子分光装置の開発に利用した。

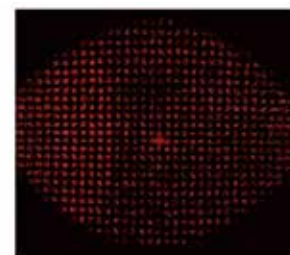


図 2：較正前にディフレクター機能を使用して観測した試料位置と光電子アナライザーの間に置いた穴付き平坦金属板からの光電子像 (左)。中心から離れるほど球面状に電子像が歪んでいる。右図は角度較正用装置を用いて較正した後の金属メッシュを透過してきた光電子像。中心から離れた場所でも検出限界角度まで縦横方向共に電子点が直線的に配列している。

あらゆる角度の電子を取り込むために金属メッシュを設置している回転アームは歯車を用いることで $\pm 90^\circ$ の

範囲で精密に電子源を中心に回転できるように設計し、電子レンズで取り込み可能なすべての電子を評価できるようにした。この角度較正用装置を使用することで、イメージの歪みを精密に評価することがはじめて可能となり、光電子分光アナライザーの製造・販売元である MB Scientific 社の協力のもと、電子レンズの配置の見直し、電圧パラメータの調整・最適化を行うことで、最終的に歪みのないイメージを取得することに成功した (図 2 右)。

歪みを除去できたことで、精密な物性測定を可能としただけでなく同時に多くの恩恵を受けることとなった。取得したデータをリアルタイムに順次表示するだけで、フェルミ面を描画することが可能となり、これまで 30 分以上要していた測定をわずか 10 秒程度で済ませることができるようになった。また手軽にフェルミ面測定が可能となったことで、測定試料の位置やマンピュレータによる角度の微調整を厳密に行うことが可能となっている。さらにマイクロフォーカスされた放射光とあわせることで、空間的に不均一、あるいは微小試料の ARPES 測定を可能とした。BL5U のユーザー利用の利便性が各段に向上し、他の放射光施設にはないビームラインの大きな特徴の一つとなっている。

角度較正用装置はユーザー利用時以外にも、光電子装置の最適な焦点位置と放射光の照射位置を一致させる際にも使用しており、今ではビームラインになくてはならない装置となっている。

3. スピン分解 ARPES の開発

BL5U では近年高検出効率なスピン分解 ARPES 装置を目指して開発をおこなっている。詳細説明は省くが、光電子の半球アナライザーの後にスピン検出器を接続することでスピンの情報を得る構成となっている。スピン検出器では非常に低運動エネルギーの電子を扱うため、漏れ磁場など環境に大きく左右されることがあり、スピン検出器のチャンバー設置時から電子を精密に操作することに苦労した。そのような時に、放射光を使わずに電子源として利用できる角度較正用装置が活躍した。特に図 3 に示すような異なる穴間隔の金属メッシュを製作していただき、角度回転機構、あるいはディフレクターを用いることで $1\sim 4^\circ$ までの電子放出角度を自由に設定できるようにしたことがスピン検出器の電子レンズ調整に役立った。現在でも電子レンズパラメータの精密調整に利用している。

最近 Au(111) のスピン分解 ARPES に成功し、現在世界の放射光施設にあるシングルチャンネルのスピン分解 ARPES 装置と比較して、エネルギー分解能と角度分解能が約 10 倍 (6 meV、 0.1°)、検出効率は約 100 倍を達成した (図 4)。



図 3：電子点光源から立体角で上から 4、1、2 度の間隔で穴が配置されている金属メッシュ (左)。金属メッシュの顕微鏡像 (中央)。ディフレクター機能を使用して観測した金属メッシュを透過してきた光電子像 (右)。

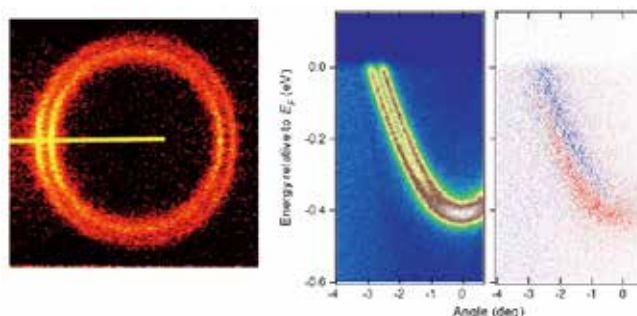


図 4：ディフレクター機能を使用して観測した Au(111) ショックレー状態のフェルミ面 (左) と黄色線位置における光電子強度プロット図 (中央)。ラッシュバ分裂により試料表面面内反対方向にスピンが偏極している二つのバンドが観測される。右図は中央図のスピン分解 ARPES 強度プロット。赤色と青色はスピンの向きが反対向きであることを示している。

4. 謝辞

ここで紹介させていただいた金属メッシュの製作にあたり、高田紀子技術職員、木村幸代技術職員をはじめ、装置開発室の職員の皆様には大変お世話になりました。メッシュの穴形状を逐一評価していただき、最適な製作条件を探索することで、均一な穴形状・サイズの高品質なメッシュを製作していただいたことが光電子分光装置の開発にあたって鍵となるポイントだったと思います。深く感謝いたします。また角度較正装置本体の設計・製作については UVSOR の堀米利夫技術職員に協力していただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

5. 参考・引用文献

- [1] S. Ideva et al., “Experimental investigation of the suppressed superconducting gap and double-resonance mode in $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ ”, Phys. Rev. B 100, 235135 (2019).
- [2] VGScienta, “Electron Spectrometer SCIENTA DA30”, Uppsala, Sweden (2013).

2022年 施設利用一覧

申込者名	所属	研究課題
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプの Si 基板微細加工
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプの Si 基板微細加工
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプの Si 基板微細加工

2022年 製作受託一覧

申込者名	所属	研究課題
アバルバリナルシス	University of Angers.	微小定電流電源
香月浩之	奈良先端科学技術大学院大学	可変長フローセル型光共振器用実験部品
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレートパッチクランプ装置のマイクロ流路接続ステージ
小田切丈	上智大学理工学部物質生命理工学科	2 ch高電圧スイッチ
本林健太	名古屋工業大学大学院工学研究科	界面選択的な振動分枝を実現するナノ構造電極基板
大野薫	基礎生物学研究所	一般公開展示用大型昆虫模型 4 種類
鬼塚侑樹	東北大学多元物質研究所漁師電子科学研究分野	高圧パルス電源
近藤美欧	大阪大学大学院工学研究科 応用化学専攻	光化学反応セル
西村高志	鈴鹿工業高等専門学校	超高真空内高電圧印加ステージ
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレートパッチクランプ装置の接続プレート他

2022年 技術相談一覧


申込者名	所属	研究課題
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプ装置の実用化を進める

2022年 ナノテクノロジープラットフォーム申請課題一覧

申込者名	所属	研究課題
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプ装置の部品微細加工
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプ装置の部品微細加工
宇理須恒雄	(株) NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプ装置の部品微細加工

2022年 マテリアル先端リサーチインフラ申請課題一覧

申込者名	所属	研究課題
日野和之	愛知教育大学	フラーレン誘導体 LB 薄膜の表面観察と光電気化学測定
杉山博紀	生命創造探求センター	分裂酵母ライブイメージングとデバイス内部からの選択的回収
本林健太	名古屋工業大学大学院工学研究科	界面選択的な振動分光を実現するナノ構造電極基板の開発
日野和之	愛知教育大学	フラーレン誘導体 LB 薄膜の表面観察と光電気化学測定
四方明格	基礎生物学研究所 植物環境応答研究部門	マイクロ流体デバイスを用いた植物の成長解析
神永真帆	豊田工業高等専門学校	がん細胞特異的結合分子探索効率を向上させるマイクロ流路デバイスの開発
杉山博紀	生命創造探求センター	分裂酵母ライブイメージングとデバイス内部からの選択的回収
四方明格	基礎生物学研究所 植物環境応答研究部門	マイクロ流体デバイスを用いた植物の成長解析
戸川欣彦	大阪公立大学大学院工学研究科	キラリティ検出デバイスの作製
藤代尚文	帝京大学医療共通教育研究センター	FI-02 製イメージング回折格子の形状・表面粗さ測定
佐藤拓朗	分子科学研究所協奏分子システム研究センター	分子と対称性に基づいた新規機能性デバイス作成
廣瀬重信	海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究開発センター	α 反跳トラックの密度測定による白雲母の年代推定
湊丈俊	分子科学研究所協奏分子システム研究センター	エネルギー材料のマイクロ構造の製作と評価
小林純	分子科学研究所社会連携研究部門平等 G	結晶の表面粗さ評価
内村祐	分子科学研究所物質分子科学研究領域 分子機能研究部門	スパッタリング法で得られた薄膜の膜厚測定

Zygo 社製 Nexview の測定原理 

近藤 聖彦

1. はじめに

装置開発室は、Zygo 社製の白色光干渉型顕微鏡：Nexview (図 1) を A 棟 201 室に設置している。利用者から時々 Nexview の測定原理について質問されることがあるため、測定原理を調査した。

2. レンズの倍率と干渉計

Nexview は、干渉計が組み込まれた干渉対物レンズ（以降、対物レンズと表記）を使用する。干渉計の種類はレンズの倍率によって図 2 に示すマイケルソン型とミラウ型にわかれる。干渉計に照射する光は LED 光源から発せられた白色光（厳密には光学フィルタで特定の中心波長と帯域に制限されている）が使用される。様々な色（波長）が含まれていると、図 3 のように干渉の強弱が段階的に変化する波形状のインターフェログラム（干渉波形）を得ることができ、干渉強度（濃度値）のピーク位置がわかりやすくなる。干渉強度のピーク位置が距離 d (図 4) で発生するように光学系を調整した対物レンズが何種類か販売されている。分子研で保有している対物レンズの倍率は 2.75 倍、10 倍、50 倍である。

3. Nexview の 2 つの測定原理－CSI と PSI

Nexview は従来から利用されている垂直走査低コヒーレンス干渉法：CSI (Coherence Scanning Interferometry) と位相シフト干渉法：PSI (Phase Shifting Interferometry) の 2 つの測定原理を選択して、測定対象の高低差を測定する。

図 4 のように、半球球状の物体を測定した場合を考える。対物レンズから d 離れた物体面は干渉強度がピークになるので、例えば対物レンズが図 4 の位置 A にあるときは、撮像素子のイメージは白い円形状の像（実線）になり、位置 B にある時は、位置 A よりも少し大きな直径の円形状の像（破線）になる。このように対物レンズを図 4 に示す光軸 (Z) 方向に垂直駆動すると、段階的に円は大きくなっていく。対物レンズの高さ位置に応じて、取得する画像情報（干渉強度のピークデータ）は変化する。対物レンズの高さ情報 (Z 座標値) と各々の高さで取得したデータ群 (XY 面のデータ) を演算処理することで、3 次元形状を表示することができる。この測定方法が CSI で、高低差が 100nm 程度以上の表面測定に適している。

一方、100nm 程度未満の凸凹を測定するときは PSI が適している。PSI は光学フィルタで単色化された光を利用する。CSI と同様の光路を進み、参照ミラーの反射光と測定対象物面の反射光の光路差に応じて干渉縞が発生する。この際、各反射光の波形の位相差がゼロであると 2 つの波は強め合い、干渉強度は最大になる。撮像素子の 1 つの画素に入射される干渉強度の変化の模式図を図 5 に示す。対物レンズの焦点位置 A から $\pi/2$ 、 π 、 $(3/2)\pi$ と変化させ、それぞれの濃度値 B、C、D を取得すると位相差 Δ が計算でき、 Δ から高低差がわかる (※ 1)。つまり、ピエゾ素子で対物レンズを光軸方向に駆動し、4 つの位置 (A、B、C、D) で各々の画素について濃度値を取得すれば、各々の地点 (画素) における測定対象物面の高低差がわかるので、全ての地点 (画素) について演算処理すると凸凹の表面形状を表示することができる。ここでは代表的な 4 点法を例にして説明した。Nexview は常に最適な条件で PSI 計測を行う SmartPSI と呼ばれている技術を用いている。



図 1 : Zygo 社製 Nexview

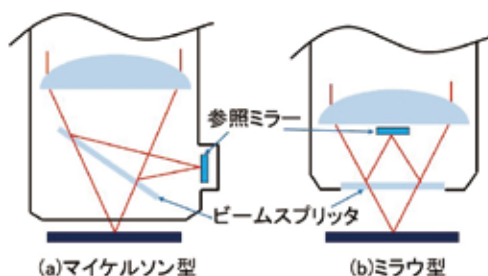


図 2 : 干渉対物レンズの種類

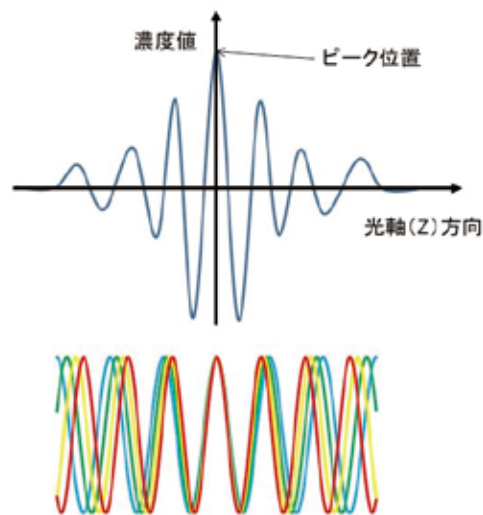


図 3 : 光干渉縞の模式図

その他、測定対象物面を高分解能かつ正確に測定するために、干渉縞の強度データの解析に FDA (Frequency Domain Analysis: 周波数領域解析) が採用されている。FDA は、干渉計の強度変化から位相および空間周波数を算出する数学的手法で、Zygo 社の特許技術である (※ 2)。

4. おわりに

社名である Zygo の語源はギリシャ語で” bridge” を意味する。学術研究的集団と産業界の間、USA と他の国々の間などを取り持つ「架け橋」の願いが込められている(※ 3)。装置開発室も、色々な「架け橋」になれるように推進していく所存である。

5. 参考文献

※ 1 白色光干渉顕微鏡による表面トポグラフィ測定 (精密工学会誌 Vol.76 NO.9 2010)

※ 2 白色干渉法を利用した最新の表面形状評価技術 (表面技術 Vol.57 NO.8 2006)

※ 3 測るための究極の光学技術を世界に供給し続ける研究開発型企業 (精密工学会誌 Vol.76 NO.9 2010)

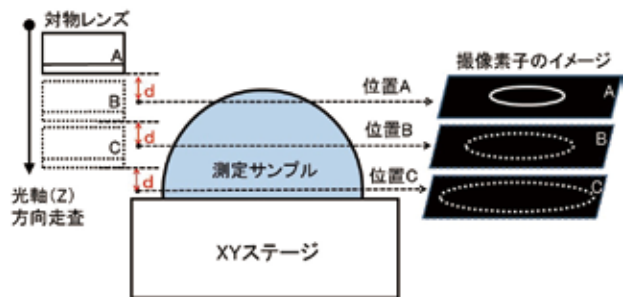


図 4 : CSI の説明図

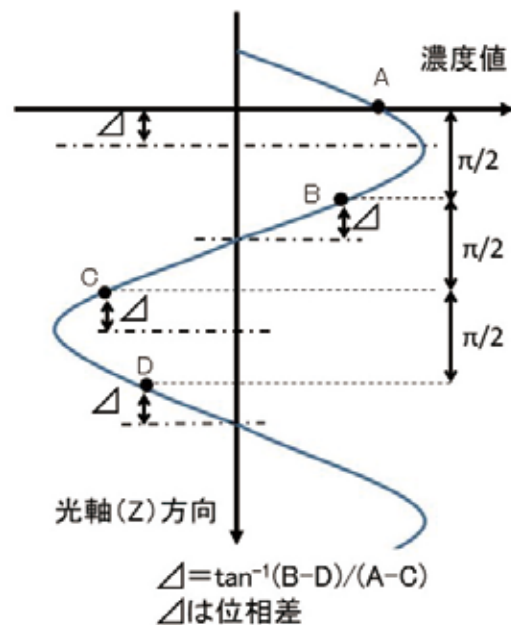


図 5 : PSI の説明図

Python による物体検出技術の検証 

菊地 拓郎

1. はじめに

以前の Annual Report でも報告しているピペッティングロボットと称したロボットアームの製作および技術習得を行っている。既報^[1]では、ロボットアーム同梱の制御盤を用いて、対象物を特定の位置へと移動させるルーティン動作ができることを確認できた。次の段階として、映像もしくは撮影した画像から物体を検出し、その位置情報をもとにアームを動かすことを検討した。本報では、プログラミングによる座標検出の動作を確認したので紹介する。

2. 構成

基本的な構成は、WEB カメラ、PC、ロボットアームである。カメラで撮影した画像から特定の範囲に仮想的な座標を設定し、その範囲に置いた物体を画像処理により検出し、その位置座標を取得する。その情報をもとにロボットアームへ座標移動の指示を送り、アームの先端を物体の座標まで移動させる(図1)。アーム先端の座標もカメラから読み取り、フィードバックを掛けながら、目標の座標へと移動させることを考える。

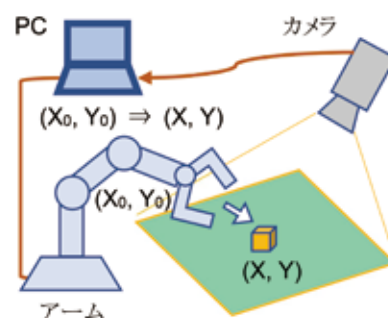


図1：構成の概略図

3. ライブラリ

プログラミング言語は、Python を使用した。Python はインタプリタ型の記述言語で、豊富なライブラリが公開されていることが特徴である。ライブラリとは、よく使うある特定の機能を持つプログラムのデータセットである。これらは、オープンソースのため無料で公開されている。そのひとつに ArUco という、物体検出に関する AR マーカーの生成および、検出のためのライブラリがある。

ArUco には、4x4 のドットマーク(図2)が用意されており、生成したマークをカメラを通して認識させることができる。例えば、マーカーを基準として3次元のベクトル表示をする、マーカーとしての活用、座標の設定などができる。

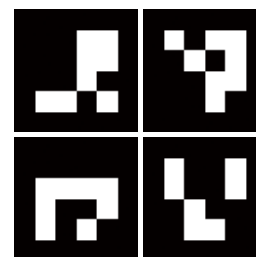


図2：ドットマークの例

4. 位置検出

まずは、静止画像から画像処理を経て、物体検出とその物体の座標を表示する。各マーカーの内側の頂点を基準点とし、1辺350mmの正方形となるように配置した(図3)。検出する物体のサンプルとして、個包装の飴玉、Oリング、接点部品を白紙のエリアに散りばめた。検出範囲の背景は無地であることが望ましい。斜め前方の視点からスマホカメラで撮影した画像をPCに取り込み、Pythonのプログラムを実行した。この視点の画像から画像処理を行うと、真上から見下ろした正方面像に変換される(図4)。



図3：元画像

物体であると検出した範囲が緑枠で囲まれ、その中心を座標として表示される。ピンがうまく認識されなかった。座標はそれぞれ、Oリング=(85,107)、飴(黄)=(261,188)、飴(紫)=(147,284)と検出された(単位はmm)。図3の画像左上が原点となっている。スケールで実寸したところ、精度は±1mm程度であった。画像処理を挟んでからの測定と考えれば、なかなか良い精度だと感じる。



図4：画像処理後の検出結果

5. まとめ

静止画像での物体検出が確認できたので、次のステップとして動画(リアルタイム)での検出を行っていく。物体検出は様々な用途に利用できるため、今後も研鑽を続けていく。

6. 参考・引用文献

[1] 近藤聖彦, 「ピペッティングロボットの試作経過報告(第3報)」装置開発室 Annual Report 2021 p19

FFU 制御ユニットの改修・機能向上と 効果的なクリーンルームの環境構築・維持に向けての試み



豊田 朋範

1. はじめに

岩手大学と共同開発した LoRa 無線搭載のコア基板¹⁾を中心として製作した FFU(Fan Filter Unit) 制御ユニットは、2020 年 4 月の稼働開始以来、施設点検の停電や設備搬入時を除いて、ほぼ 24 時間 365 日連続稼働している。一方、稼働開始から 2 年半が経過して、FFU 制御ユニットや C 棟クリーンルームの環境構築に幾つかの課題が浮上してきた。本稿では FFU 制御ユニットの改修・機能向上と、FFU の風量制御によるクリーンルーム環境の環境構築・維持の試みについて述べる。

2. クリーンルームの構造と FFU 制御ユニットの課題

クリーンルームは、16 台の FFU(Fan Filter Unit) からフィルターを通した清浄な空気を循環させる、水平層流方式で清浄度を構築・維持している¹⁾。FFU は 16 台を上段・下段それぞれに 8 台ずつ配置している。

FFU 制御ユニット v1(図 1: 以下 v1) は、コア基板と SPI(Serial Peripheral Interface) で接続する 16bit D/A コンバータ AD5683ARMZ(Analog Devices 社) 搭載の Pmod モジュールで 0~5V の制御電圧を生成し、FFU に入力することで風量を制御する。

FFU の制御電圧は、クリーンルームの運用開始以降に配置された差圧センサユニットやパーティクルセンサーの数値と比較して、適切な差圧とパーティクル量が維持できる定格の 80% 相当に設定されており、制御電圧と風量の関係は、稼働開始前から正確に測定されたことはなかった。

一方、C 棟クリーンルームの運用開始から 2 年半が経過し、FFU 制御ユニットやクリーンルームの環境構築・維持に幾つかの課題が浮上してきた。主な課題は (1) FFU 制御ユニットの有機 EL ディスプレイの寿命が近づき、表示が不明瞭 (2) 下段の FFU 制御ユニットが床に非常に近い位置にあり、メンテナンスや停止・再稼働時の操作が困難 (3) 開発時の名残で AC200V を接続する部分も含めて基板が露出しており、ショートや感電の危険がある—の 3 点である。筆者らは、課題解決のために FFU 制御ユニット v2 の開発に着手した。

3. FFU 制御ユニット v2 の開発

FFU 制御ユニット v2(以下、v2) の試作機を図 2、図 3 に示す。

v2 は v1 と同じく、LoRa 無線搭載のコア基板を中心としている。一方、v2 の開発では前述 3 点の課題解決のため、(1) 一定時間で有機 EL ディスプレイの表示を OFF にする機能の搭載 (2) 現在の upper の v1 の位置で上下 2 台の FFU を同時制御可能 (3) ケースや操作系を整備して、基板の露出を解消する—をコンセプトとした。

その他、AC 電源はインレット、制御電圧出力は BNC、FFU の接点入力には DC ジャックと、すべての入出力コネクタを異なる形状にし、v1 にはなかった電源スイッチやヒューズを搭載することで、保守管理を容易にすると共に接続ミスや FFU 破損のリスクを低減した。また、フルカラー LED を搭載し、FFU のステータスに応じて青、緑、黄、赤に変化する。これは JIS 規格 C0448:1997 に準拠している。



図 1：稼働中の FFU 制御ユニット v1

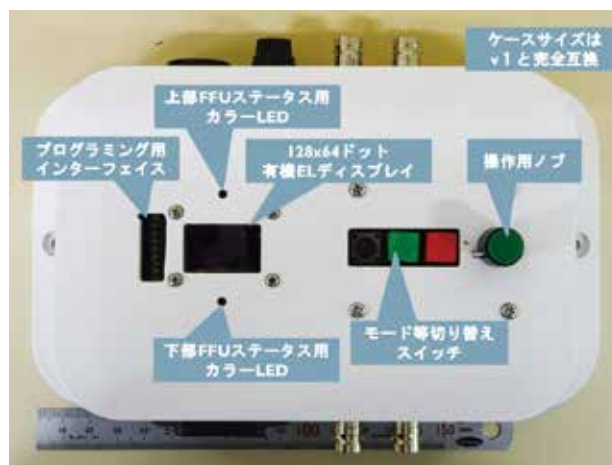


図 2：FFU 制御ユニット v2 の試作機 (フロント)



図 3：FFU 制御ユニット v2 の試作機 (上下パネル)

4. FFU の風量制御と C 棟クリーンルームの環境構築・維持の改善を目指して

前述のとおり、FFU はほぼ 24 時間 365 日連続稼働している。一方、FFU16 台の消費電力は、定格 125W の 80% 程度で稼働している現状で、1 か月を 30 日とすると、1 か月で 1,152kWh。年間で 1,152kWh × 12 か月 = 13,824kWh に達する。これは分子研全体の 2022 年度の想定電気使用量 5,330,016kWh^[2] の約 0.261% であり、2022 年度の FFU の電気料金は 214,451 円と推定できる。また、C 棟クリーンルームの実質年間稼働率は、年間休日を 120 日、稼働時間を 8:00 ~ 20:00 と仮定すると、33.56% と算定できる。

電気料金が高騰し、節電が求められる状況で、C 棟クリーンルームの環境構築・維持と省エネルギーの両立は出来ないかと考え、FFU の風量設定と C 棟クリーンルームの環境の相関関係を調査した。

C 棟クリーンルームの実機の 1 台で測定した FFU の風量設定と FFU の消費電流の関係を、図 4 に示す。風量設定が 40000 以上だと、FFU の消費電流が大きく増えることが分かる。一方、図 5 に示すように、FFU16 台の風量設定が定常時の 70% 相当である 35000 以上であれば、必要最低限の正の差圧を維持しつつ、年間消費電力を 9,235kWh、年間電気料金を 143,269 円に、現在比で 33.2% 削減できると算定できた。

これらの結果を受けて、v2 を含めたクリーンルーム統合制御システム^[1]の構想図を改訂した。図 6 に示す。

v2 に内蔵している LoRa 無線と、別途開発中のマスターユニットに搭載する LAN 接続を用いることで、非稼働時間では FFU の風量を抑制し、省エネルギー運転と C 棟クリーンルームの環境維持の両立を図る。また、v2 の回路やケースを転用してドラフト制御ユニット v2 の開発に着手し、差圧計測ユニットなどと連携して、ドラフト稼働時にも適切な差圧の維持を可能にする計画である。



図 4：FFU の風量設定と消費電流の関係



図 5：FFU の風量設定と差圧の関係

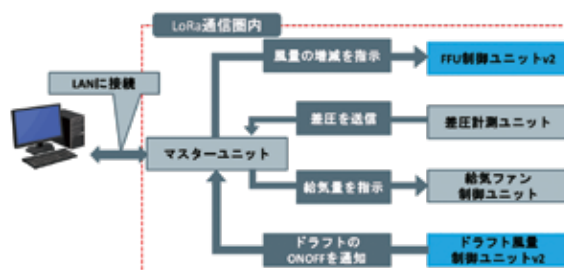


図 6：クリーンルーム統合制御システムの構想図

5. 今後の展望並びに謝辞

稼働開始から 2 年半が経過した C 棟クリーンルームは、様々な設備を導入して、分子研の共通施設としての体裁を整えている。一方、環境構築・維持にかかる労力が増大している。v2 をはじめとするクリーンルーム統合制御システムは、稼働中のクリーンルーム警報システム^{[3][4][5]}と合わせて、環境構築・維持に向けたスタッフや利用者の労力やストレスを削減し、快適で安全な、そして省エネルギーを実現するクリーンルームの実現に繋がるものと思われる。

本稿では、C 棟クリーンルーム内の FFU 稼働を最適化する構想を報告したが、原理的には多くの実験環境に適用可能である。実験環境と省エネルギーを両立する構想を実証し、幅広く展開する所存である。

本開発は、2019 年度自然科学研究機構産学連携支援事業 (課題名「一斉警報通知防災システム」構想の実現に向けた社会実験) 並びに 2019 年度～ 2022 年度川合所長・渡辺所長奨励研究費の助成を受けて行われた。コア基板と LoRa は、千葉寿・技術専門員、古舘守通・技術専門職員、藤崎聡美・技術専門員 (以上、岩手大学)、木村和典氏 (分子研) との共同開発の成果であり、システムの配置・試験には近藤聖彦氏、松尾純一氏、高田紀子氏、木村幸代氏、石川晶子氏 (以上、分子研) に協力いただいた。各位に深い感謝の意を表する。

6. 参考・引用文献・特許情報

[1] 「クリーンルーム統合制御システムの開発 - FFU 制御ユニットとトラブル対策 -」 豊田朋範、装置開発室 AnnualReport2020 p24 ~ 25

[2] 「施設マネジメント 電気料金の見直し等について」 分子研内情報

[3] 「汎用警報システム (通称 WAN-WAN) を用いたクリーンルーム警報システムの開発と運用」 豊田朋範、装置開発室 AnnualReport2021 p22 ~ 23

[4] 特許第 6954530 号「警報連動型防災システム」 千葉寿、豊田朋範、古舘守通、藤崎聡美

[5] 特願 2019-214632 「通知システム、通知システムにおける制御装置、及び通知システムにおける制御方法」 千葉寿、豊田朋範、古舘守通、藤崎聡美

電源スイッチャーの作成

松尾 純一

1. はじめに

下記の仕様の直流電源切り替え装置の開発依頼を受け、本稿で述べる電源スイッチャーを作成しました。

- ・ 500V 0.1A, 350V 0.2A, 18V 3A の電源を外部 TTL 信号で極性を切り替える
- ・ 1 ユニットに 4 回路を搭載し、1 ユニットは 1U サイズが望ましい
- ・ 制御信号入力は D-sub 9pin
- ・ 出力はバナナソケット

電流がそれほど大きくないことや、切り替え対象が直流でありリレーでの切り替えではスパークノイズが発生することなどを鑑み、トランジスタによるフルブリッジ回路による切り替えとしました。また、ブリッジ切り替え時の貫通電流や回路に充電される容量の影響を考慮して 0.5 秒のデッドタイムを Arduino による制御で付与しました。

2. 回路設計

今回は切り替えの高速性を求められていませんでしたので、トランジスタは MOSFET としました。フォトボルカプラを使って駆動することで、制御側と高電圧を印加するブリッジ回路を絶縁し、かつハイサイド側に通常必要なフローティング電源が不要な設計としました。MOSFET は今後の入手性を考え現在流通量が多いものの中から選定しました。500V と 350V で使用する MOSFET を 800V 耐圧に統一することで、回路を共通化して製作効率を向上させました。主な部品を図 1 に、回路図を図 2 に示します。

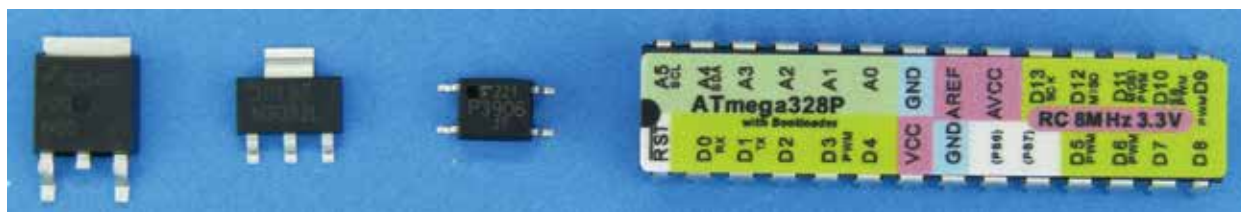


図 1：主な半導体部品(左から 800V 耐圧 MOSFET、30V 耐圧 MOSFET、フォトボルカプラ、Arduino)

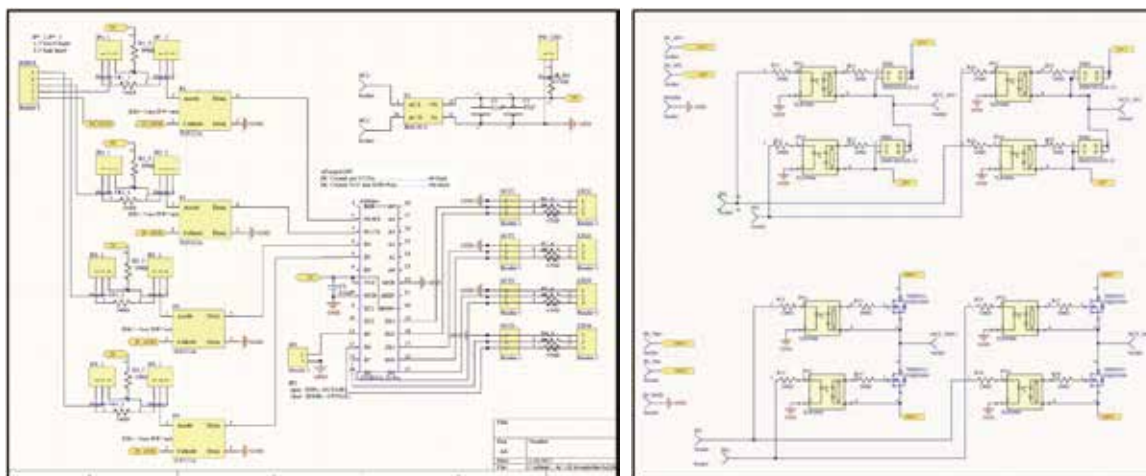


図 2：回路図(左：制御回路、右上：18V ブリッジ回路、右下：500v/350V ブリッジ回路)

3. 作成した電源スイッチャー

図 1 のような表面実装部品の積極的な採用と、フローティング電源を不要とする設計により、奥行 160mm の 1U ケースにブリッジ 4 回路と制御基板を収めることが出来ました。また、フロントパネルに+側を示す LED インジケータを搭載して、出力極性の視認性を向上しました。



図3：上：フロントパネル 下：リアパネル

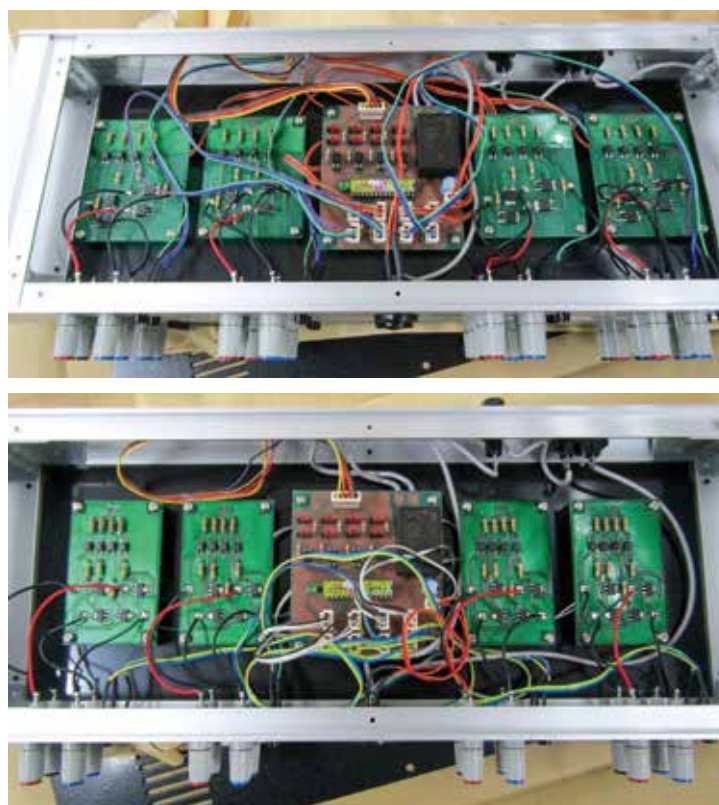


図4：内部(左：500V,350V用 右：18V用)

4. まとめ

直流電源の極性を、外部入力の TTL 信号で切り替える装置を開発しました。今回はトランジスタ (MOSFET) によるブリッジ回路を採用しましたが、他にリードリレーを使用する方法も考えられます。リードリレーを使用すると、機械的な寿命が発生することやスパークノイズの対策を行わなくてはならないなどの欠点がありますが、回路の極性を考える必要が無く、開放時の漏れ電流がほぼ無くなるという利点もありますので、今後リードリレーによる方式と比較検討し、目的に応じた最適な方法を選択できるようにしたいと思います。

「漠然と電源が入らない装置」の傾向と対策

木村 和典

1. はじめに

エレクトロニクス・セクションに持ち込まれる修理依頼の多くは漠然と「電源が入らない」「機能しない」という症状である。多くの場合はヒューズが切れているだけのものであるが、つまりヒューズが作動するに値する異常が既に発生しているということである。この場合、単にヒューズを交換するだけの対応は悪手である。またヒューズが切れていなくとも、内部の保護回路が働いているだけで異常が発生していることが多い。本稿では、修理依頼のうちヒューズの作動に至ったものと至らなかったものについてそれぞれ紹介する。

2. ヒューズが切れた高電圧アンプ

装置開発室で製作した高電圧アンプを事例にとる。依頼者への引渡し前に行っていた通電試験中に動作不良を起こしたものである。

機器の内部を確認したところ電源のトランスが熱で融けており、一時側 AC100V 入力側の Earth・Live・Neutral がすべて短絡していた(図1~図2)。そのためヒューズが作動した直接的な原因はこの短絡である。

調査を進めると、依頼者から伝えられた試験動作条件での消費電力が電源トランスの容量を超えており、選定当初の仕様を逸脱していることが判明した。

ヒューズ自体は作動していたことを考えると、故障は

1. トランスが過負荷により加熱、融解
2. 一時側の AC 入力側が短絡、異常電流が発生
3. AC 入力側のラインに挿入していたヒューズが作動

といった順序で進行したと思われる。部品の仕様を超えた使用に起因する異常であるため、単にヒューズを交換したり高容量のヒューズを使用したりすることは無意味であり、危険である。

本件はあらためて装置使用条件を確認し、電源回路部品を選定直したうえで開発を続けている。

3. ヒューズが切れた電源装置

特殊な市販電源装置を事例にとる。電源が入らなくなり、またヒューズが切れていることに気が付いた依頼者がこれを交換しても即座にヒューズが切れてしまったため、修理依頼として持ち込まれた。

図3に示すのは内蔵されていた IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) とよばれるスイッチング素子¹⁾である。一般に、トランジスタのコレクタ・エミッタ間抵抗はゲートに電圧を加えていなければ高抵抗となるべきである。しかし実測値は図1の通り 0.4Ω 程度であり、ほぼ短絡しているとみて良い。

回路を調べると、この素子を一定周波数でスイッチングすることで直流電源 100V をパルス状にし、トランスを通して変圧のち平滑化することで出力電圧を得ていた。この素子が短絡すれば電源から直接大電流が流れることになり、装置のヒューズが作動する。装置内部の破損であり、先の事例と同様に電源の再投入やヒューズの交換・高容量化では効果がない。本件は当該素子を交換することで解消された。

半導体素子の故障は、先述のような事例と比較すると目視での判別が困難である。この場合は、修理そのものよりも状況確認に時間を要することが多い。



図1：融解した電源トランス

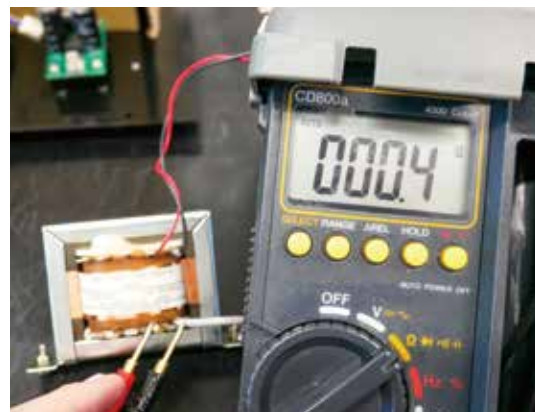


図2：トランスの AC 入力側が短絡している様子



図3：機器内蔵の IGBT のコレクタ - エミッタ間が短絡している様子

4. ヒューズが切れなかったモータードライバ

市販のモータードライバ回路基板^[2]を内蔵する形で製作した遠隔制御ステージコントローラーを事例にとる。この事例では遠隔制御用ユニットを含めた回路一式への通電は確認されたもののモーターが動作しなかったため、モータードライバ基板の故障を疑うこととなった。

以下の順序で調査が進められ、保護機能により電源入力ヒューズこそ作動しなかったものの内部部品の故障に起因する問題であると結論付けられた。

1. 異常を示すアラームLEDの点滅を確認
2. 点滅のパターンをデータシートで照会したところ「出力の過電流」と一致したため出力回路を中心に調査
3. モーターへの出力コネクタのうち1本が筐体(アース)と短絡していることを確認
4. アースと短絡していた線の接続先の回路を特定
5. モーターとの接続方式から考えて、出力段の構成はMOSFETを用いたフルブリッジ回路であると推定
6. 搭載されている部品の形状と推定した回路構成から同形状のMOSFETのデータを確認
7. 予備基板と照らし合わせ、出力回路中のMOSFETのドレイン-ソース間が短絡していると仮定
8. 当該部品を除去し、アラームが解除されたことを確認
本件についても先の2件と同様に、単に電源を再投入したりヒューズを交換したりしたとしても解消することはまず無い。

5. おわりに

装置の設計が正しく、ヒューズの定格もこれに適合したものが使用された上で、異常が起きればヒューズは切れる。一方で、ヒューズはあくまで定格を超えた電流が流れたときにその経路を遮断することで被害の拡大を抑えるものであり、異常な過電流が発生しうるような装置内部の故障そのものを防ぐことはできない。ヒューズが作動した時点で、装置の内部では既に何かしらの異常が発生しているとみるべきである。このことを示すように、半導体デバイス製造大手のAnalog Devices社が公開しているアプリケーション・ノートには「マーフィーの法則から導き出される重要な原則」の一つとして「装置はヒューズを保護するために壊れる。」という項目が記されている^[4]。

また必要以上に溶断電流の大きいヒューズを選ぶことは、安全装置としての機能が十分に発揮されなくなるため極めて危険である。そのため設計者としては、素子の破損などにより大電流が流れる可能性がある場合は電圧モニター回路を組み込むなどして、ヒューズの溶断に至る前に安全なシャットダウンができるようにするなどの対策も検討する必要がある。

これらはあくまで設計者側の対応であり、利用者としてはヒューズが切れるからと言って高容量のものに置き換えず、定格を意識することが求められる。初期対応を考えるのであれば、根本的な原因が明らかでない以上は不用意に電源を入れ直さないことが最も適切であると考えられる。

6. 参考・引用文献

1. 「変調型電界効果トランジスタシリコンNチャンネルIGBT GT60N321 データシート」, TOSHIBA
https://toshiba.semicon-storage.com/info/GT60N321_datasheet_ja_20131101.pdf?did=16728&prodName=GT60N321
2. 「2相・5相ステッピングモーター用ドライバCVDシリーズ 取扱説明書」, Oriental Motor, HM-60127-13
3. 「OptiMOSTM5Power-Transistor,40V ISC036N04NM5 Final Data Sheet Rev.2.1, 2020-03-23」, Infineon
https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-ISC036N04NM5-DataSheet-v02_01-EN.pdf
4. 「ミックスド・シグナル(デジタル・アナログ混在)回路の技術」, Analog Devices, アプリケーション・ノート AN-280
https://www.analog.com/media/jp/technical-documentation/application-notes/an-280_jp.pdf

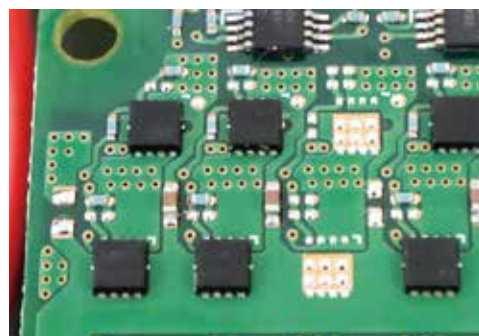


図4：モータードライバ基板
(モーター駆動用ブリッジ回路付近の拡大図)

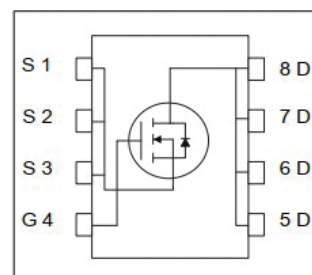
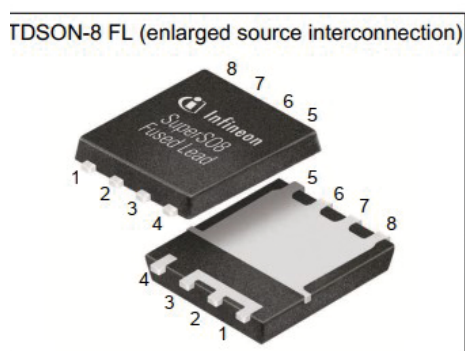


図5：基板上的部品と同形状のMOSFET素子
外観とピン配置^[3]

レジストパターンのSEM観察によるリフトオフへの影響

高田 紀子

1. はじめに

電子ビーム (EB) 描画装置の操作方法の習熟を目指して、EB 初心者の方数名で操作練習を進めている。その中で、レジストパターンのSEM観察によるリフトオフへの影響を調べたので報告する。

2. 実験内容

今回の作業工程を図1に示す。EB描画によりレジストパターンを製作後、Crをスパッタ成膜し、アニソール中でレジストを除去することでCrのパターンを得る「リフトオフ法」で行った。リフトオフ法は、リソグラフィの分野で金属薄膜のパターンを製作する際によく使われる手法である。製作パターンを図2に示す。基本パターンは「WONDERFUL TIME」の文字列をタテ2×ヨコ5個並べたもので、EB描画におけるDose Timeを0.03～0.12 $\mu\text{sec}/\text{dot}$ の範囲、0.01 $\mu\text{sec}/\text{dot}$ の間隔で10通り振っている(図2 (a))。1文字の大きさはおよそ1 μm である。この基本パターンを、 $\square 15 \times t0.5 (\text{mm})$ のシリコン基板の中心箇所(パターン①)と、中心からX方向に+3mm移動した箇所(パターン②)の2か所に配置した(図2 (b))。パターン①は、レジストパターンの製作後、5nAのビーム電流でSEM観察を行った後に次のスパッタの工程に進んだのに対して、パターン②はレジストパターンのSEM観察を介さずに進めた。

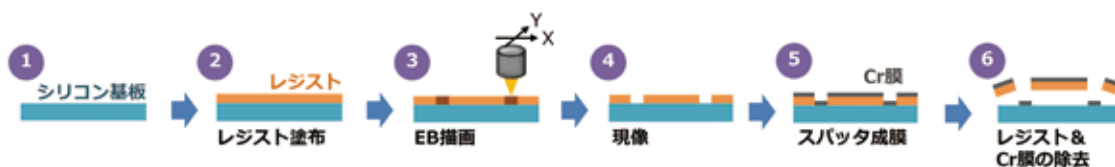
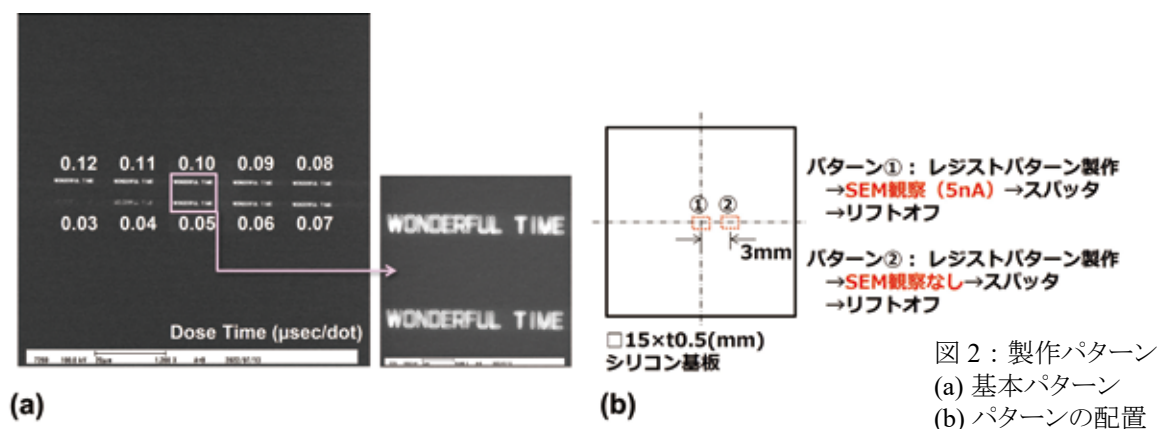


図1：作業工程

図2：製作パターン
(a) 基本パターン
(b) パターンの配置

3. 結果

それぞれの工程におけるパターン①とパターン②の顕微鏡画像を図3に示す。Cr成膜後の基板を顕微鏡で観察すると、Cr膜の表面にヒビが入ったような跡が全面に見られるが、パターン①の周辺のみ、この現象が見られなかった。この基板をアニソールに浸けるとすぐに、金属箔のようなものが浮いてくることを確認した(図4)。顕微鏡で観察すると、全体的にCr膜が剥がれリフトオフができていようだが、パターン①の箇所は、Cr膜が剥がれずにめくれ上がった状態で残っていることが分かった。Cr膜表面にヒビが入った箇所については、アニソールがレジストに浸透しやすくなり、結果としてリフトオフしやすくなったと考えている。その後、アニソール中で加熱したり超音波洗浄を行ったりすることで、パターン①のリフトオフを継続して試みた。超音波洗浄によりCr膜のめくれは除去できたが、文字列パターンの周辺に付着したCr膜は除去することができなかった。

パターン①とパターン②における、超音波洗浄後のSEM画像を図5に示す。パターン①ではやはりCr膜と思われるものが文字列の周辺に存在するのに対して、パターン②ではそのようなものは見られず、文字列のみがきれい残っていることが分かる。また、パターン①の中でも、A、Bの箇所は、文字列の周辺にCr膜が残らずにきれいにリフトオフできているようである。これは、レジストパターンのSEM観察を行った際、始めにA～Eの全体像を観察し、その後にC、D、Eそれぞれの箇所の拡大像を観察したのに対して、A、Bは拡大像を観察しなかったことが影響していると考えている。

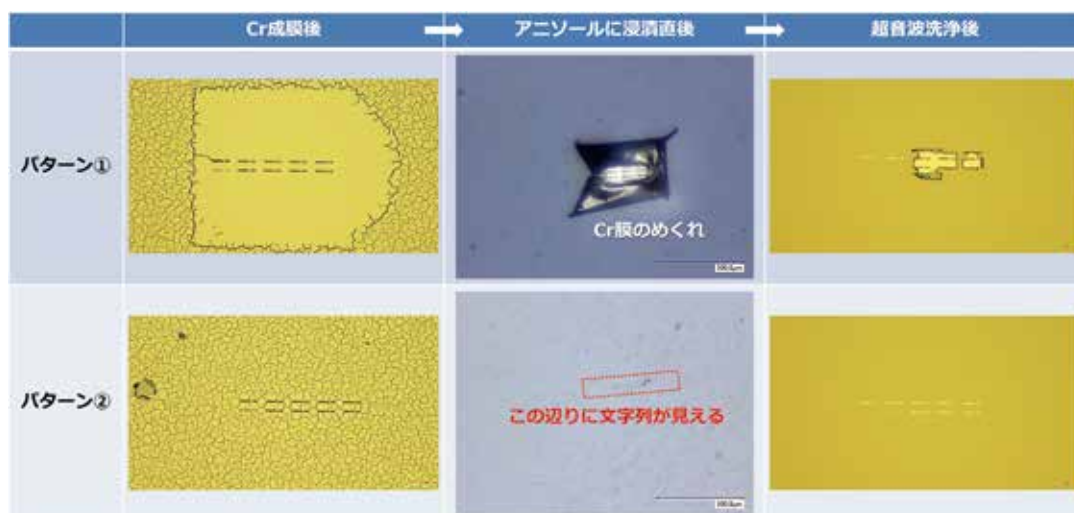


図 3 : パターン①とパターン②の顕微鏡画像



図 4 : 基板をアニソールに浸けた直後の様子

4. 考察

これらの結果から、レジストパターンをSEM観察したことによって、リフトオフによるCr膜の除去が困難となった可能性が高い。その要因としては、SEM観察の際に照射される電子ビームにより、レジストが何らかの変質を起こしたと考えている。このことを踏まえ、今後は、EB描画によるレジストパターンの観察は光学顕微鏡で代用する、SEM観察用のパターンを別で製作する等の方法で対応していきたい。一方、SEM観察の条件(電子ビームの照射時間、観察倍率、ビーム電流の値等)によっては、リフトオフを始めその後に続く工程に支障がない可能性もあるので、今後経験を積んでいきたい課題の一つと考えている。

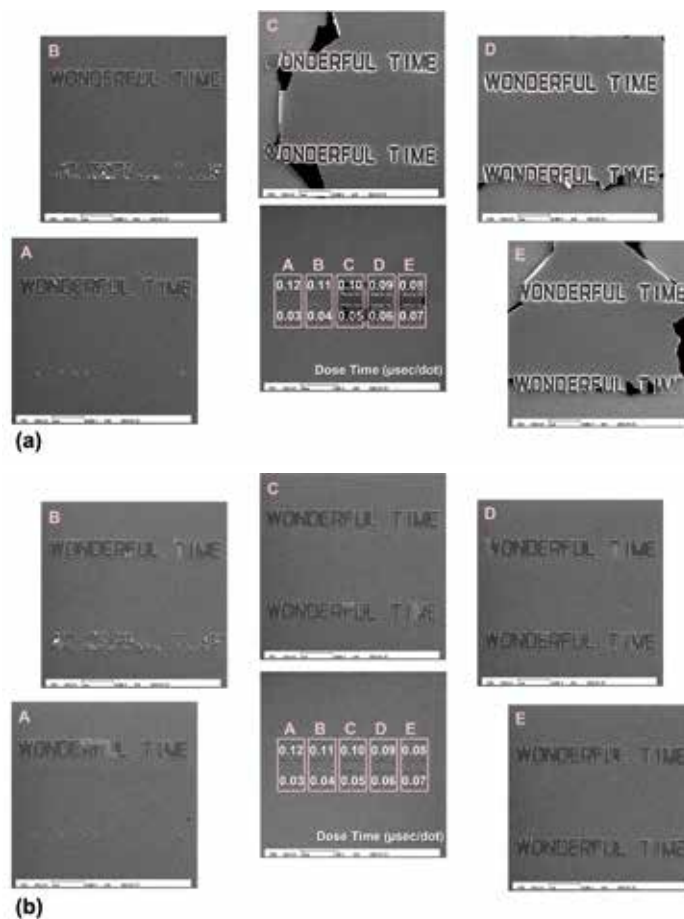


図 5 : 超音波洗浄後の SEM 画像
(a) パターン①
(b) パターン②

ウェットエッチングで製作するチタン製メタルマスクのパターン改善

木村 幸代

1. 要旨

所内からの依頼で、厚さ $20\mu\text{m}$ のチタン箔をウェットエッチングして、大きさが異なる9つの長方形パターンが並ぶ蒸着用メタルマスクを製作した(図1)。パターンを作る工程で、箔をエッチング液に浸漬し、振とうしてエッチングを行う。この工程で、パターンの下部に比較して上部のエッチングが速く進み、輪郭が広がることがわかった(図2)。対策として、一定時間毎に浸漬する方向を入れ替えたところ、進行の差は改善することができた。

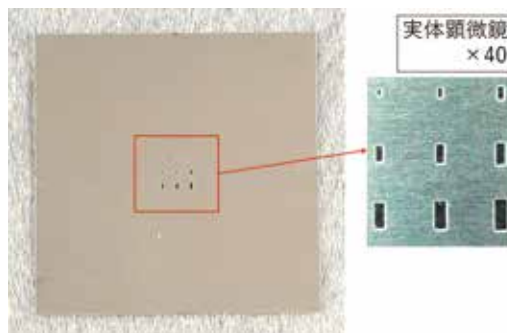


図1：メタルマスク



図2：上部の輪郭の広がり

2. パターンと寸法

製作したメタルマスクは、有機物の単結晶の両面に蒸着で電極をつけるために用いる。蒸着時に、単結晶の大きさに合わせてマスクを選定するため、大きさが異なる複数の長方形パターンを配置している。

各々のパターンの長さ寸法の精度や角の丸みは重要ではないが、長方形の長辺はできるだけ平行にする必要がある。

メタルマスクの外径は $25 \times 25\text{mm}$ で、厚さ $20\mu\text{m}$ のチタン箔の中央に、9つの長方形パターンを左から右、上から下に大きくなる順で配置している。パターンの寸法は最小 $100 \times 40\mu\text{m}$ ～最大 $500 \times 200\mu\text{m}$ である(図3)。

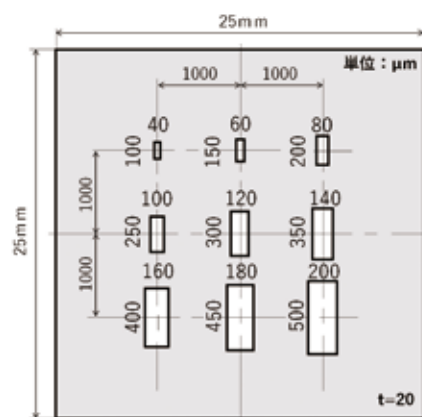


図3：パターンと寸法

3. 製作工程

はじめに、厚さ $20\mu\text{m}$ のチタン箔を裁断機で切断し、卓上ボール盤で両淵に直径 0.1mm のアライメントマークを2カ所あける。洗浄後、酸素プラズマクリーニングを行い、ガラス基板にテープで貼り付けてスピコーターでレジストを塗布し、ホットプレートでプリバークする。次に、マスクレス露光装置で露光し、現像液に浸漬して露光で変質したレジストを除去する。その後、再度ホットプレートでハードバークする。

反対側の面も酸素プラズマクリーニングから同じ作業を行い、両面にレジストパターンを作製する。両面の露光の位置合わせは、露光装置のカメラでアライメントマークを確認することで行う。露光用の形状の寸法は、以前エッチングを終えた段階で、設計値より $20 \sim 25\mu\text{m}$ 程度大きくなった経験を踏まえて、設計値より $20\mu\text{m}$ 小さく作成した。レジストパターンニングまでは、高田技術職員と交代で作業を行った。

エッチングは 50°C に温めたウォーターバス内で、ビーカーに入れたエッチング液に箔を浸漬する。厚さが $20\mu\text{m}$ の箔は、液中で形状を維持することが難しいため、外周をメンディングテープで補強した(図4)。ビーカーの中では液面に対して垂直に配置し、液が箔の面に当たるように、ウォーターバスごと振とう機に載せて、 40rpm で振とうした。また、振とう時にビーカーが回転しないように、ビーカーとウォーターバスもテープで固定した(図5)。

エッチング中は適宜液中から取り出して観察し、全てのパターンの貫通が確認できたら超純水ですすぎ、レジストリムーバーでレジストを除去し、イソプロピルアルコール、超純水の順にリンスを行う。エッチング時間は以前の経験より1時間程度を見込み、48分でエッチング液から一度引き上げて確認したところ、貫通していないパターンが見られた。そのため引き続きエッチングを行い、全てのパターンが貫通するのに57分を要した。

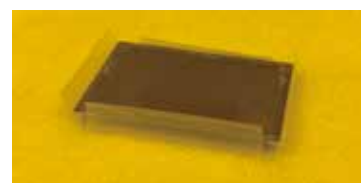


図5：エッチングの様子

外形は、プラモデルのように枠から切り離せるよう、一部分を残して外周をエッチングした。実体顕微鏡で観察しながら残した部分をカッターで切断して切り抜いた。

4. エッチング結果

全てのパターンが貫通するまでエッチングした結果を、図6に示す。寸法は、パターン中央付近の縦方向と、横方向の上下2カ所を顕微鏡で測定した。設計値に比べて大きい値は赤、小さい値は青、同じ値は緑で設計値との差を各パターンの周囲に記した。

9つのパターンのうち、大きい方から7つは下部より上部の方が多くエッチングされる傾向が見られ、最下段の大きいパターンでは上部の輪郭が広がる様子が顕著であった(図2)。また、小さいパターンの方が大きいパターンよりも、設計値より大きくなる傾向があった。全体の誤差は、設計値に対して $-12\sim+12\mu\text{m}$ となった。

このメタルマスクは長辺の平行が重要であったため、大きいパターンで顕著に見られた上部の輪郭の広がりを改善するためにエッチングの手順を検討して再製作した。

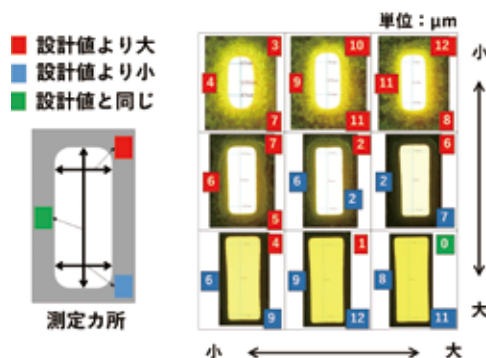


図6：エッチング結果

5.2 回目のエッチング結果

1回目に行ったエッチングは、終了するまでの57分間、浸漬する方向を変えずに行った。2回目は約15分おきに上下を入れ替え、顕微鏡で確認しながらそれぞれ30分程度エッチングを行った。2回目は、全てのパターンが貫通するのに60分を要した。2回目に行ったエッチングの結果を図7に示す。

1回目で下部より上部の方が多くエッチングされた7つのパターン全てで、差が改善された。最下段の大きいパターンにおいては、顕著に見られた上部の輪郭の広がりが改善された(図8)。

全体の誤差は、設計値に対して $-13\sim+4\mu\text{m}$ となり、パターンの小さい最上段と中段ではより設計値に近づく値となった。一方、最下段の大きいパターンでは1回目と差のない結果となり、浸漬する方向を変えなかった場合、上部の方がよりエッチングされやすいということがわかった。

エッチング開始から45分経過時の様子を図9に示す。大きいパターンでは四隅から溶け、中央部分が溶け残る傾向があった。また長辺よりも短辺付近の方が先に溶け、長辺の中央部分が溶け残った。一方、小さいパターンでは各辺の中央部分が溶け、大きいパターンとは反対に、輪郭に膨らみが見られた。このことより、長方形の場合四隅から溶け、寸法比率が異なる部位については、エッチングが均等に進まない傾向があることがわかった。

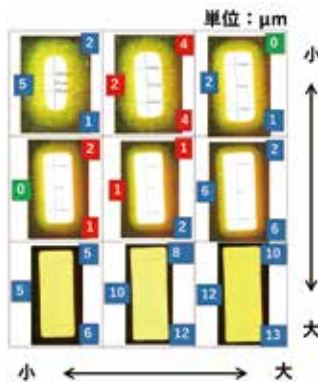


図7：エッチング結果(2回目)

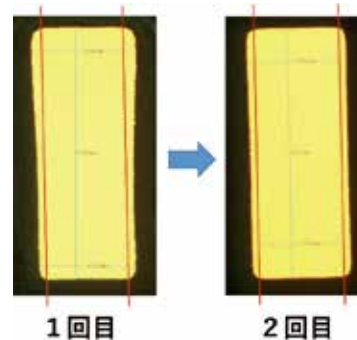


図8：上部の輪郭の広がり比較

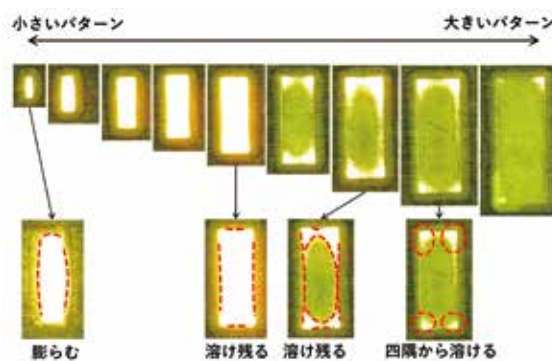


図9：エッチング途中経過(45分)

6. まとめ

チタン箔を液面に垂直に配置して左右に振とうするウェットエッチングでは、上部の方が多くエッチングされる傾向があり、エッチング中に方向を入れ替えることで上下の進行の差を改善することができる。ただし長方形パターンでは四隅から溶ける傾向があり、長辺と短辺、パターンの大小で寸法比率が異なる部位についてはエッチングの進行に差が現れ、設計値との差に違いが出る。このことを踏まえて、より均等な寸法誤差でエッチングができるよう、設計段階での提案を行えるようにしていきたいと思う。

表面技術協会 第146回講演大会

菊地 拓郎

2022年9月7日、8日の2日間で表面処理技術協会の第146回講演大会を聴講してきた。この講演大会は、一般社団法人表面技術協会の主催で年2回行われ、表面処理技術に関連する研究成果等の発表が行われている。発表テーマは、めっき全般、PVD、CVD、電解研磨など多岐にわたる。金属材料の表面加工だけでなく、リソグラフィ技術などの分野と重なる発表もあり、大変興味深く聴講した。

一般社団法人表面技術協会は、1950年に設立された社団法人金属表面技術協会を前身とし、2011年に現法人に移行した。材料表面に関する学理及び技術の進歩普及に関する事業を行い、もって学術、産業の発展に寄与することを設立趣旨としている。

製造会社、薬品会社や自動車メーカーなど、表面処理技術に関わる企業の多くが会員として参画している。表面処理業界の一般知名度は高くないが、広く社会に普及している技術であり、日夜、研究開発改善が活発に行われている業界である。



写真：正門前で

危機管理産業展 (RISCON TOKYO) 2022

豊田 朋範

2022年10月5日～7日に東京ビッグサイトで開催された危機管理産業展(RISCON TOKYO)2022(以下、RISCON)を見学した。RISCONは「危機管理」をテーマにした国内最大級の展示会・商談会であり、「防災・減災」「BCP・事業リスク対策」「セキュリティ」の主要3分野を柱に、様々な課題やリスクに対処するための製品・サービスが一堂に集う^[1]。開催期間中、約15,000人が来場し^[1]、会場のあちこちで活発な質疑応答や商談が行われていた。

岩手大学や複数の民間企業と共同開発を進めている防災システムの開発が、消防庁の令和4年度消防防災科学技術研究推進制度に採択されたことで(代表研究機関:岩手大学)、RISCON2022の消防庁のブースで防災システムが展示された(写真1)。

岩手大学の千葉寿氏と藤崎聡美氏が実機の展示と通知のデモを担当した3日間で、総務省審議官や消防研究センター所長をはじめ総務省や消防庁、自治体や企業の幹部も見学・視察に来訪されるなど200名以上の見学があり、終始活発な質疑応答や意見交換が行われ、朝日新聞でも報道された^[2]。「安価な導入・維持コスト」「従来の機器をそのまま使用できる」「状況に応じてカスタマイズ可能」という、汎用一斉警報通知システムWAN-WAN(Wireless Alarm Network for Wide Area Notification)の応用展開にもつながる特徴は、多くの見学者の理解を得られたと考える。



写真1：RISCON TOKYO に出展された防災システムのデモ機(中央)と、展示説明を担当した千葉寿氏(右)と藤崎聡美氏(左)

[1]「RISCON TOKYOとは」危機管理産業展2022 Web <https://www.kikikanri.biz/>

[2]「火事！命守る行動を取るには」朝日新聞 全国版28面 2022年11月28日付

JIMTOF2022

菊地 拓郎

JIMTOF2022 日本国際工作機械見本市が2022年11月8日～13日の日程で行われ、その内の10日、11日に見学へ行った。COVID-19の蔓延により、前回は中止となったため、4年ぶりの開催となり、大変盛況であった。

基本的な展示レイアウトなどは例年どおりであったが、切削工具の加工精度、品質向上を謳うもの、特に画像処理技術を用いたものや協働ロボットに関する展示、3Dプリンタ技術関連の製品が増えたように感じた。

また、Additive Manufacturing(付加造形技術)のフロアが新設されており、各社金属3Dプリンタの展示に力を入れているのを直に感じる事ができた。



写真：東京ビッグサイト

全国一斉Jアラートを用いた防災システムの実証試験

豊田 朋範

2022年11月16日の全国一斉Jアラート試験放送を利用して、岩手大学と共同開発を進める防災システムの実証試験を行った。今回は、防災システムの開発において2022年度から共同研究契約に移行した分子研・岩手大学・株式会社アステムの3者が、聴覚障害者用情報受信装置「アイ・ドラゴン4」とテレビコントローラーを連携させ、防災システムによって聴覚障害者にも緊急情報を伝達できることを実証する重要な試験であり、盛岡市や聴覚障害者協会の協力を得て盛岡市の4か所に防災システムを配備して、Zoomで中継された(図1)^[1]。分子研でも検証のため、装置開発室の会議スペースのTVで実証試験を行い、筆者が動画撮影を行った。

全国から50人が見守る中^[2]、11時のJアラート試験放送を受信したTVが起動し、LEDライトがフラッシュする様子がすべての配備場所で実証されたことは、NHKで報道された^[2]。今後も「一人も取り残さない」緊急情報の伝達に向けて、防災システムと汎用一斉警報通知システムWAN-WAN(Wireless Alarm Network for Wide Area Notification)の開発を進める所存である。



図1：今回のJアラート試験放送を用いた実証試験のイメージ^[1]

[1]「全国瞬時警報システム(J-ALERT)をすべての方に 聴覚障害者向け防災システム実証実験ライブ配信を行います」株式会社アステム 2022年11月11日付 <https://www.astem-co.co.jp/news/20221111/>

[2]「聴覚障害者にも緊急情報を 情報受信機を活用した伝達実験」NHK NEWS WEB 岩手 NEWS WEB 2022年11月16日付

出前授業報告（岡崎市立小豆坂小学校）

菊地 拓郎

2022年11月25日に、岡崎市立小豆坂小学校にて「水溶液を使ったモノづくり」と題して、出前授業を行った。例年行っている分子研のアウトリーチ活動の一環であるが、今年度から小学校まで対象が広がり、今回は6年生を対象に出前授業を受け持った。担当教諭からのお話では、昨年よりSTEAM教育に力を入れ始めたため、学習単元である「水溶液」の工業的利用や身近な利用例など、発展的な内容が欲しいと要望を頂いていた。中高生とは異なり、6年生の児童たちが未学習の漢字や用語（電子、分子など）が多いため、できるだけ平易な表現を心掛け、興味を示しそうな話題を盛り込み、準備を行なった。

「水溶液」に絡め、電気めっきの実演を行った。100円均一店で購入できるステンレス製品に金めっきを施した。めっき液から金色に変わったスプーンを持ち上げた瞬間に一同から歓声が上がった。

今回の出前授業において準備で多大なご協力を賜った、小豆坂小学校の永田教諭、戦略室の片柳助手、原田技師にお礼申し上げます。



授業の様子



電気めっき実験の様子



めっき製品

岡崎市立新香山中学校における出前授業

豊田 朋範

2022年11月30日に、岡崎市立新香山中学校において「低温が創る食品や料理、そして超伝導—低温の世界と不思議に触れてみよう—」と題した出前授業を行った。新香山中学校における出前授業は昨年度に続いて2回目であるが^[1]、今回はより親しみやすく内容を改訂し、人気が高いチョコレートやアイスクリームを題材に低温の重要性を講義した後、筆者が開発した抵抗の温度依存性測定装置を全9グループに配布し、ドライアイスと液体窒素を投入して、巻線で構成した抵抗の温度依存性の測定を体験していただいた(写真1)。

昨年度と異なり、開発した低温抵抗測定ボックスが温度差でひび割れるアクシデントが発生したものの、生徒の関心は今回も終始高く、筆者がドライアイスを割る様子や液体窒素を投入する様子をタブレットで撮影し、グループで試行錯誤しながら実験に没頭する様子が見られた。

出前授業の前後には担当教諭や校長から、生徒の理科実験の機会が減少していること、製造企業の消滅でガスバーナーが実験器具から削除されることなど実験環境の変遷と対策への協力を強く要請された。先生方も含めたアフターフォローや、更なる教材開発により、未来の科学者に繋がる理科教育への協力を進める所存である。今回の出前授業で多くのご協力をいただいた、新香山中学校の宇都宮慎教諭、戦略室の片柳助手に御礼申し上げます。



写真1：出前授業の一コマ

抵抗を測定する巻線を配布する筆者(中央)

[1]「出前授業報告(岡崎市立新香山中学校)」豊田 朋範、装置開発室 Annual Report2021、p33

新装置紹介「フルカラー 3D プリンター」



松尾 純一

1. はじめに

装置開発室では2016年ごろより3Dプリンターを使った機械部品やタンパク質のような分子模型の製作を行っています[1]。その3Dプリンターを使用する依頼件数は昨年度で139件と増加傾向にあり、依頼内容も年々高度化しています。

その中でも一番製作に時間がかかるものが分子模型の依頼です。初期の頃は数百残基の比較的小さなタンパク質を単色のリボンモデルで表現するもの(図2)が、最近では数万残基の巨大タンパク質複合体の表面形状に側鎖の分子を表現し、かつセグメントや原子毎に着色する(図3)など、非常に複雑な依頼が増加しています。3Dデータの修正や着色には膨大な時間が必要であり、フルカラー造形の必要性が高まっています。

2022年3月に、複雑な形状をフルカラーで造形することが出来る3Dプリンター、3DUJ-2207(ミマキエンジニアリング社製)(図1)を2022年3月より運用を開始しました。このプリンターについて特徴などを説明します。



図1：フルカラー樹脂プリンター



図2：初期の依頼

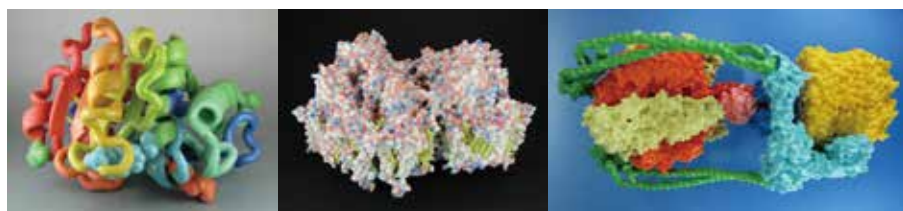


図3：最近の依頼

2. 造形方式

3DUJ-2207はUV硬化インクジェット方式を採用しており、UV硬化樹脂をヘッドから噴射し1層ごとにUV-LEDランプにて硬化させて積み重ねることで立体物を造形します(図4)。積層ピッチは標準で28 μ m、プリント解像度は1200dpiです。

使用するUV硬化樹脂(インク)にはモデル材インクとサポート材インクの2種類があります。モデル材インクはCyan、Magenta、Yellow、Black、Clear、Whiteの6色があります。この中のWhiteかClearにより基本形状が作られ、その上にCyan、Magenta、Yellow、Blackを重ねることで着色が行われます(図5)。この仕組みによって透明もしくは半透明な造形が可能であり、図6のような結晶面を表現した結晶模型などが製作可能です。

一方、サポート材インクは造形物の下面や横面に付与され造形物の支持材として出力されます(図7)。これは造形後、不要となりますので洗浄などにより取り除きます。



図4：造形中の様子

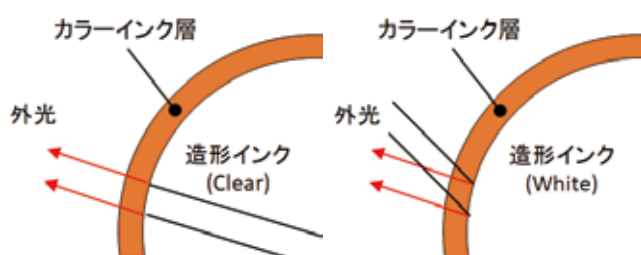


図5：着色イメージ(左：透明色、右：不透明色)

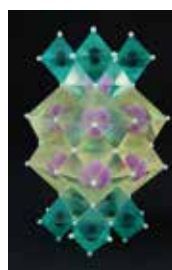


図6：結晶模型



図7：サポートの様子

3. 造形精度

造形精度の確認のため横65×縦48×高さ5mmの箱にパイプを打ち込んだ形状(図8)の造形を行いました。外形の誤差は、横に+0.2%、縦に+0.1%、高さは-0.8%と3Dプリンターとしては良好な精度です(図9)。縦と比較して横と高さ方向に誤差が大きいのはUV硬化樹脂を積み重ねる際にローラーで横方向に押しつけて平坦にする工程が影響していると思われます。

パイプ形状に関しては内径が10～20%程度小さくなっていました。また、サポート材が取り出せなくなることもあり1mm以下の穴の造形は困難と思われます。

表面粗さは、水溶性のサポート材であり、サポート痕が発生しないことから上下は非常に平滑ですが、積層方向に若干の段差は多少発生します。

また、FDM方式や光造形方式のように、空洞部分に生成されるサポート材が取り出せなくなるということがないため、内部形状が空洞である部品の製作にも活用できると思います。

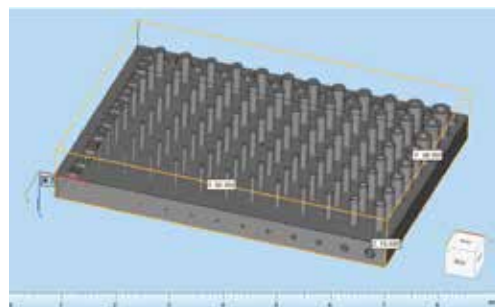


図8：造形精度の確認用形状



図9：造形精度の確認

4. 造形サイズ

造形領域は縦203mm×横203mm×高さ76mmです。サポートを除いた最大造形サイズは200mm×横200mm×高さ70mm程度です。それよりも大きなものを製作する場合は、他の方式と同じく分割して出力したものを組み合わせるなど工夫が必要です。図10はタンパク質模型の89mm×76mm×86mmの大きさの部品を72mm×86mm×59mmと72mm×79mm×42mmのパーツに分割して出力し、組み合わせて作成したものです。



図10：左より造形後、洗浄後、組み立て後

5. 参考・引用文献

[1] 近藤聖彦、「分子研における3Dプリンタの活用」、https://www.ims.ac.jp/publications/letters74/74_20.pdf、分子研レターズ74、2016

汎用バンドソーの更新

近藤 聖彦

31年間使用していた旧型バンドソーは、丸材などの切断時にブレード本体を手動で持ち上げて、ワーク(丸材など)を設置していた。この作業はブレード本体が重量物であるため負担が大きく、作業効率に影響があった。そこで、油圧でブレード本体を持ち上がる株式会社アマダマシナリー製の横型手動盤(H-250SA II)を導入した。

その他の特徴として、①切断する「材質・形状・サイズ」にダイヤルを合わせるだけで最適な切断が可能、②ブレードのガイドブラケットがレバー式のクランプ方式でブレード交換が容易、③送材ハンドル付きで材料の位置決めが簡単かつスピーディー、などがある。さらに、旧型と比較して切削スピードが速いので、切断時間の短縮など作業効率が向上した。

※旧型バンドソーと操作方法が違うので、最初に使用される際はスタッフに使い方を確認してください。



更新したバンドソー

機仕様		H-250SA II
切断能力	丸径	φ250
	角径	幅300 × 高さ250
ブレード	幅×厚さ×長さ	27 × 0.9 × 3500
	巻行速度	27.40, 54, 68, 80
モーター出力	ブレード	3.2
	油圧	0.75
	制御盤	0.12
メインモータース方式		変速式(一速バイズ)
ブレードガイド方式		手動調整式ブレードガイド
ブレード駆動	上昇・下降	ダイヤル(ダイヤル)による上昇調整
	切り込み制御	ダイヤルによるマニュアル設定
バースラン	mm	700
実電容量	kVA	3.2
許容積載重量	kg	1500
マシン重量	kg	1000

主な仕様(メーカーのカタログより抜粋)

22A11 ガス flow 用釜



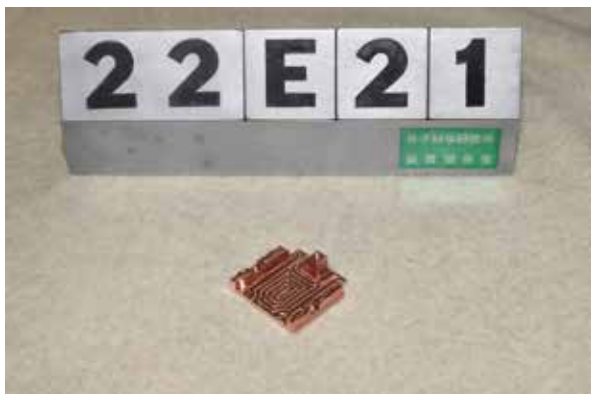
グローボックス内で使用する容器。軽量かつ耐久性の要望があった。市販品に希望する軽量かつ小型形状がなかったため、所内で設計・製作した。

22C10 マイクロ流路接続ステージ



アクリル板の側面に穴加工を施し接着剤を使用してアセンブルした。アクリル板の加工は経験が必要である。経験が少ないと破損、ひび割れが発生する。

22E21 試料ホルダーアダプタ



銅製の小型かつ薄板部を有する部品。5軸加工機を使用して作製した。この大きさになると工具も小径になるため、加工経験が豊富でないと加工が難しい。

22F13 バッキングプレート



銅製の薄板加工。薄板加工は反りなどが発生しやすく。加工難度が上がる。この加工は治具を工夫しておこなった。

22G22 ゴニオ部品



銅とSUS304を母材とする部品で、小型、湾曲、薄板加工をおこなった。外注した場合の納期よりも半分程度の期間で納品をおこなった。

21L16 微小電流測定装置



マグネットの隙間に挿入して使用するため、スペースの制限があった。できる限り汎用の部品を使用して設計・製作をおこなった。

22G01 一般公開展示用大型昆虫模型 4 種類

基礎生物学研究所の一般公開用展示物(オスカブトムシ、メスカブトムシ、角ありメスカブトムシ、ヘイケボタル)の出力依頼。それぞれ全長60cmほど大きく一体造形が出来なかったため胴体や足、触覚などを分割して造形。ヘイケボタルは発光装置を埋め込み発光させるため、腹部を空洞化し部分的に半透明な外装を作成。

22K04 MicroStat 用窓取付フランジ

複雑な形状のためサポートによる造形制限を考慮しなくてよい3DUJ-2207を使用して造形。この3Dプリンターを使用して製作した初めての部品。

21K03 FFU 制御ユニット v2(関連記事 p21)



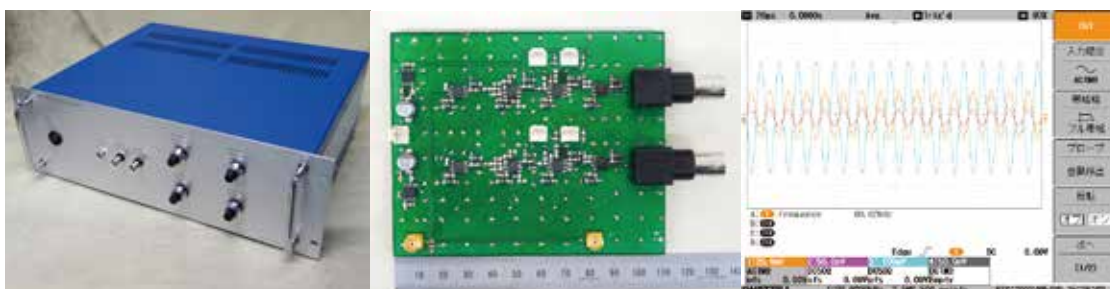
- C棟クリーンルームの清浄度を構築・維持するFFU (Fan Filter Unit)を制御する。
- 1台のユニットで2台のFFUを独立制御可能。FFUのステータスはJIS0448:1997に準拠。
- 用途別に形状が異なり、着脱しやすい入出力コネクタの採用など、保守管理が容易な構造。

22A08 クリーンルーム内温湿度の遠隔モニタ



- 高精度温湿度計 TH71A-1810 (シマデン社製)を Raspberry Pi と組み合わせることでネットワークに対応。
- 測温体の抵抗値をブリッジ回路により電圧化し、Arduino で A/D 変換後、温度値へ換算。Raspberry Pi と Arduino の間のデータ転送は USB ケーブルを通して Serial 通信を行う。

22A09 AFM 光学四極子検出器用信号分配器



- AFM 光学四極子検出器からの 80kHz ~ 250kHz 程度の微弱な信号を分岐・増幅する。
- ロックインアンプなどに直接接続可能なように、分岐・増幅信号の両方で 50 Ω 負荷駆動が可能。
- 表面実装部品と回路 CAD を駆使して、寄生容量の発生を抑え、高精度と高速を両立する増幅回路を設計。

22C07 非常用充電式ライトユニット



- 通常はmicroUSBからDC5Vを充電し、給電停止を検出して発光する。
- 満充電で約10分の連続発光。給電停止は自動検出。電気二重層コンデンサの採用でメンテナンスフリー。
- 3Dプリンタで半透明ケースを形成し、LEDの強い指向性を緩和。

22G01 スピーカーシステム



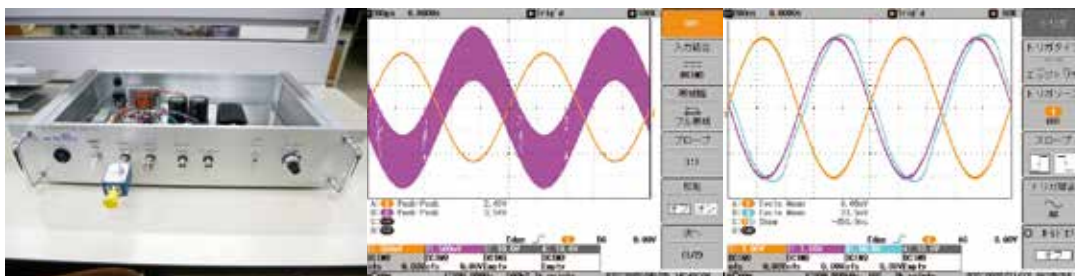
- レーザーからの同期パルス信号を受けてミラーを振動させるためのスピーカー駆動システム。
- 出力周波数は入力信号に対して1/1倍、1/2倍、1/4倍、1/8倍もしくはマニュアルで設定可能。
- 最短入力パルス幅25[ns]、出力周波数範囲10Hz～20kHz、位相/振幅調整機能。

22H04 100Hz(TTL) Trigger Divider V2



- 100Hz程度のTTLトリガを1/nに分周して出力する。
- 分周値は、1/1、1/2、1/3、1/4、1/5、1/10、1/20、1/100をプリセット。1/n (n: 1~100)も設定可能。
- ARMマイコン1個にTTLトリガの検出、分周出力、各種インターフェースを集約し、小型化を実現。

22H12 HV アンプ改良



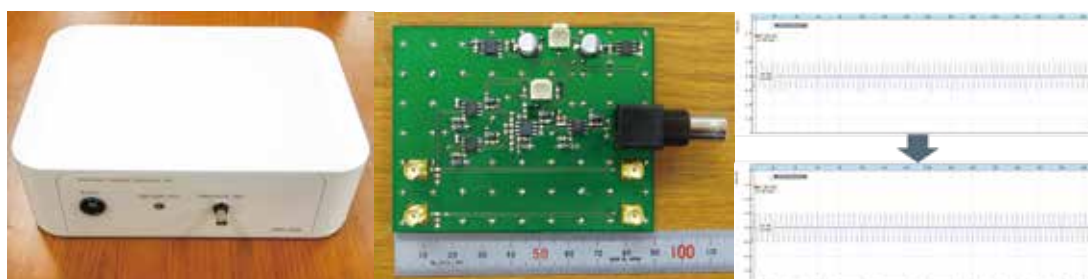
- AFM演算回路の出力信号にバイアス電圧を加えて、最大±100Vに増幅するアンプの改良。
- 回路部品を見直すことで出力周波数帯域を1MHz程度まで拡大、出力の発振を抑制。
- 頻発した故障の対策として入力信号、±100V電源、アンプ回路をそれぞれ切り離すスイッチを追加。

22J03 電源スイッチャー



18V、350V、500VのDC電源の極性を外部入力信号により切り替える装置。入力信号はフォトカップラにより絶縁。ジャンパーを切り替えることでシンク型／ソース型のどちらの信号にも対応する。切り替え制御はArduinoで行っている。デットタイムは0.5秒とした。

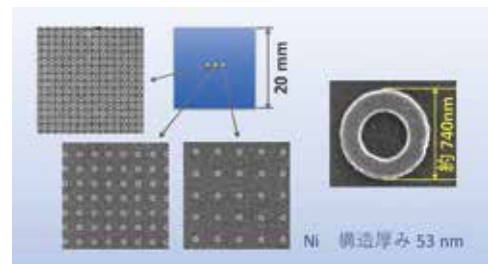
22L02 Detector Signal Splitter V2



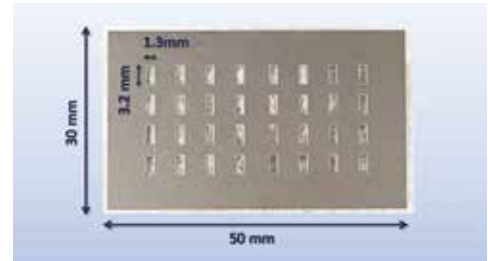
- 前回(22A09)の耐ノイズ性を改善。
- 精密・高速な差動増幅回路の採用とプリント基板設計の最適化により、全周波数範囲で信号に重畳する低周波ノイズを除去。
- 樹脂ケースの採用とGND設計の見直しにより、コモンモードノイズ対策を強化。

22A01 電子ビーム蒸着による微細構造作製

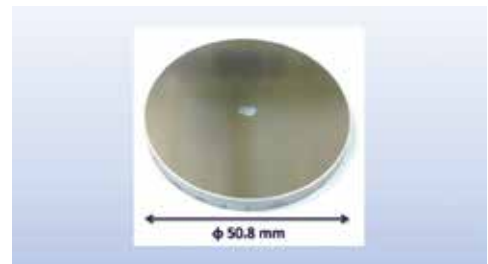
20mm角合成石英基板上的に、図のような微細構造を作製した。

**22C02 メタルマスク作成**

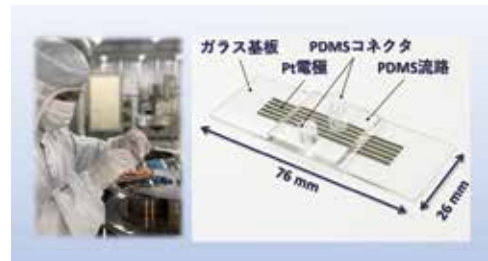
チタン箔製の蒸着用マスクをウェットエッチングで製作した。チタン箔の大きさは $50 \times 30 \times t0.02\text{mm}$ 、パターンは $1.3 \times 3.2\text{mm}$ の長方形を4行 \times 8列で計32個並べた。エッチング速度の均一化を図るため、長方形の中を全面エッチングせず、幅 $50\mu\text{m}$ の口の字形状をエッチングしてくり抜くことにより製作した。

**22E01 ガラス基板 Al 蒸着**

ガラス基板 BK7 ($\phi 50.8 \times t5\text{ (mm)}$) 上に、可視光域の光を反射させるためのミラーとして、アルミを 50nm の厚さでスパッタ成膜した。基板の中心部分には、斜めから光を通す目的で、楕円の形でアルミをウェットエッチングすることでガラス面を露出させている。楕円パターンの大きさは、 $3 \times 3\sqrt{2}\text{ (mm)}$ 。

**22I01 Pt 電極を用いた PDMS 流路の製作**

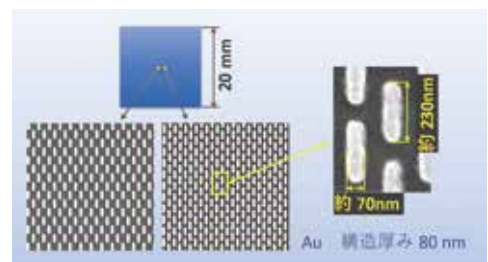
キラル溶液における CISS 測定に用いるマイクロ流路の一連の製作工程を、大阪公立大学村中氏に指導した。ガラス基板の大きさは $76 \times 26 \times t1\text{mm}$ で、 $t15\text{nm}$ の Pt 電極を5本、リフトオフ法により製作した。PDMS 流路は深さが $50\mu\text{m}$ 、幅 \times 長さが $1 \times 15\text{mm}$ で、凸型のレジストを型に PMDS 樹脂で成型している。

**22I02 走化性スクリーニング流路**

培養した菌が対象物へ移動する挙動を調べるためのマイクロ流路を PDMS 樹脂上に製作した。PDMS 樹脂の大きさは $76 \times 52 \times t2\text{mm}$ 、流路部分は深さが $50\mu\text{m}$ で、幅が $50, 100\mu\text{m}$ 、長さが $2.5, 5, 10\text{mm}$ と、実験を進めるうえで最適化を図るための異なる寸法のパターンをいくつか配置している。計10か所の円形の液溜め部分は、ポンチでくり抜くことで製作した。

**22J01 直方体微細構造⑤**

20mm角合成石英基板上的に、図のような微細構造を作製した。



2022年 工作依頼リスト

メカトロニクス・セクション (313 件)

伝票番号	品名	22C06	探針 SEM2 面測定用治具
22A01	アクリル板・SUS板追加工	22C07	光学定盤穴開け
22A02	ビーカー固定台	22C08	自作スピニングモジュール用ボビン
22A03	電極位置合わせ治具	22C09	光ファイバーアダプター式
22A04	電子ビーム調整用ピンホール	22C10	マイクロ流路接続ステージ [写真]
22A05	電子ビームモニター	22C11	ダイヤフラムポンプアダプタ修理
22A06	Zステージ用固定台など	22C12	角度分解テスト用パターンホルダー
22A07	ベースプレート	22C13	サンプルホルダー
22A08	自作スピニングモジュールボビン	22C14	Zブラケット追加工
22A09	水冷式結晶ホルダ R3 型	22C15	アクリル板追加工
22A10	miniPiFMcnectar_2	22C16	円形マスク
22A11	通電板付ガス flow 用釜 [写真]	22C17	ステージスペーサー
22A12	石英管のカット	22C18	銅部品
22A13	部品製作治具	22C19	ボビン加工用精密参照治具
22A14	ヒーターホルダー	22C20	SEM 使用
22A15	AFM 探針ホルダー	22C21	Zygo 使用
22A16	多面ホルダー追加工	22C22	ヒーターホルダー
22A17	ビーカー固定台	22C23	シュラウド
22B01	光学ホルダー	22C24	XPS 用サンプルホルダー
22B02	クライオ熱交換部品	22C25	PVD 用温度測定システム
22B03	アルミ板穴開け	22C26	純鉄加工
22B04	治具	22C27	アルミロッド
22B05	ステージホルダー部品	22D02	SAB3 号機修理
22B06	排気用ダクトカバー加工	22D03	Mo 金属板加熱ホルダー
22B07	可変長フローセル型中赤外共振器の製作	22D04	板追加工
22B08	光学窓、真空引き機構付き電気測定ロッド	22D05	偏向電磁石接続プレート一式
22B09	N2 クライオスタット	22D06	アルミプレート
22B10	極細ローレット付きナット	22D07	アルミ板
22B11	アクリル板追加工	22D08	ウォーブルスティックの先端
22B12	劈開試料用サンプルホルダ	22D09	ドライブガスアダプタ
22B13	石英管切断	22D10	ドライブガスパネル厚ボビン用
22B14	ボビン 0.55 0.6	22D11	放物面鏡固定具ネジ穴加工
22B15	金属固定具	22D12	カバーガラスホルダー
22B16	精密ボビン 2 種	22D13	ライトガイド
22B17	固定台追加工	22D14	フローセル用フタ
22B18	測定セル用の台	22D15	金属レール加工
22B19	ブラケット追加工	22D16	角度調整ジグ
22B20	ロッドめねじ追加工	22D17	収量計セット部品
22B21	銅スペーサー	22D18	アクリル板追加工
22B22	ESR クライオスタット用ジグ	22D19	スティックの先端部 2
22B23	金属板加熱ホルダー	22D20	冷却機構付ミラーホルダー吊り治具
22B24	ホルダーアダプタ	22D21	アルミ板切断
22B25	SUS ブロック追加工	22D22	シャッターマウント
22B26	冷却マウント	22D23	ミラーマウント
22B27	丸棒めねじ追加工	22D24	マスク
22B28	試料ホルダー式	22D25	アクリル板追加工
22C01	収量分光システム	22D26	自作スピニングモジュール用ベンチ
22C02	振盪機カバー	22D27	軸外し放物面鏡穴開け
22C03	ベルジャーカバー	22D28	SECM 延長治具
22C04	銘板固定台座製作	22D29	スリット
22C05	アルミ天板追加工	22D30	SAB3 号機修理

22D31	冷却ホルダ
22D32	アクリル板追加加工
22D33	水冷式結晶ホルダ R3 型改良
22D34	HV アンプ用ヒートシンク
22D35	フローセル用フタ (追加分)
22D36	ウェッジマウント
22D37	ベースプレート
22D38	遮蔽壁取付板
22D39	スパッタホルダ
22D40	スペーサー
22D41	エア導入口加工用治具
22D42	ステージスペーサー
22D43	ICF114 フランジ追加加工
22E01	電極支持ホルダ
22E02	磁力保持プレート
22E03	ビーカー固定台
22E04	アクリル板追加加工
22E05	プレート追加加工
22E06	ラック用パネル
22E07	ミラーホルダー追加加工
22E08	AFM 用探針ホルダー
22E09	ICF114 固定台座
22E10	ミラーマウント
22E11	光ファイバー固定治具
22E12	MSP-6030B 追加加工
22E13	トランスファーロードアダプター
22E14	ミラー位置決め穴拡張
22E15	BL3B サンプル延長棒
22E16	探針保存ホルダ
22E17	プレートカット
22E18	カンチレバーホルダー
22E19	MSP-6030B 追加加工
22E20	SEM 観察用探針固定治具
22E21	試料ホルダーアダプタ [写真]
22E22	ファイバーアダプタ
22E23	SAB4 号機
22E24	トランスファーロードアダプタ改造
22F01	サンプルホルダー4
22F02	マイクロチップレーザー水冷治具
22F03	ヒートシンク追加加工
22F04	傾斜マウント
22F05	アルミプレート加工
22F06	サンプルホルダー
22F07	マニホールド
22F08	探針保持ホルダー追加加工
22F09	アルミホルダー
22F10	波長板用マウント台座
22F11	反射鏡ホルダー追加加工
22F12	カンチレバーホルダー U モデル
22F13	AOV スパッタ用パッキングプレート [写真]
22F14	plate HV

22F15	ボンベ固定駒
22F16	アクリルパネル穴加工
22F17	各種アダプター
22F18	焦点距離調整治具
22F19	結晶マウント
22F20	PPMS プローブ (八角形状)
22F21	4m アルミフレーム追加加工
22F22	PET 板加工
22F23	ウェッジマウント 2
22F24	ミラーベース
22F25	ピンホールプレート
22F26	補助プレート
22F27	PM ホルダー
22F28	ユニソク探針ホルダ SEM 観察用治具
22F29	サンプルバンカーの試作
22F30	サンプルホルダ (傾斜型)
22F31	押さえ板
22F32	サンプルカバー
22F33	CD-Holder-5mm
22F34	真空チャンバ
22F35	延長指
22F36	サンプルセルホルダー
22F37	ICF34 フランジエッジ修理、溶接
22F38	モーターステー延長版
22F39	セルホルダー
22F40	マニホールド追加加工
22F41	アルミ遮光壁
22F42	ブレードボード貫通穴あけ
22F43	SPM 用低温ステージ用 sampleholder
22G01	HV アンプ用プレート穴あけ加工
22G02	放物面鏡テスト用プレート
22G03	プラグ
22G04	PET パネル加工
22G05	サンプル固定プレート
22G06	サンプルホルダー
22G07	新型回転ユニット用部品一式
22G08	ページボックスプレート
22G09	AFM 用ステージ
22G10	水冷ホルダ 14 mmタイプ
22G11	アクリル板追加加工
22G12	ブレードボード
22G13	ホルダー追加加工
22G14	ベースプレート
22G15	テフロン製基板立て治具
22G16	クリスタルホルダー
22G17	ヒートシンクセット
22G18	蒸着シールド
22G19	アルミフレーム中心軸タップ切り
22G20	リニアカップリング
22G21	クワイオ接続部品
22G22	L-Gonio2 [写真]

2022年 工作依頼リスト

22G23	Mo ガスセル
22G24	フローセル用カバー
22G25	マニホールド
22G26	レール追加工
22H01	治具円柱型
22H02	治具楕円型
22H03	可視光ライトガイド
22H04	テフロンドーナツ型円板
22H05	Mo サンプル押え
22H06	ロッド用架台
22H07	ガラスパイプのカット
22H08	ホール加工用治具
22H09	アルミプレート
22H10	ステージカバー
22H11	シュリンク版ドライブユニット
22H12	微小ノズル3種
22H13	Microstat 用センターリング部品
22H14	M8 ナット付
22H15	蒸着機用基板ホルダー
22I01	試料バンク
22I02	真鍮製台座
22I03	アルミ固定治具
22I04	バルブ開閉器試作
22I05	ゴニオステージ改良
22I06	ESR クライオスタット取付台
22I07	アルミブレッドボード穴あけ加工
22I08	トランスファーロッド微調ねじ固定治具
22I09	クリスタルホルダー
22I10	ドライブユニット
22I11	自作スピニングモジュール用パイプ柱
22I12	ベンチスピナー部品
22I13	コントローラー固着ネジ修理
22I14	DFC ホルダ
22I15	microstas 用センターリング部品 B
22I16	電気化学セル
22I17	SAB4 号機開発
22I18	Zygo 使用
22J01	Bs クランプ
22J02	輸送用探針ホルダ固定台
22J03	9月工作伝票
22J04	9月業務
22J05	アルミプレート追加工
22J06	真鍮製 5mm 器具ホルダー
22J07	SDD マウント
22J08	結晶ホルダ
22J09	光化学反応セル
22J10	超高真空用ステージ
22J11	ビーカー取付キャップ
22J12	シム板
22J13	アクリル板追加工・部品製作
22J14	光学部品

22J15	サンプルホルダー
22J16	サンプル瓶保管台
22J17	レーザーシステムカバー
22J18	ステンレス板、テフロン棒加工
22J19	高精度ザグリ径深度確認用治具
22J20	ノズル 3 種追加工
22J21	高精度治具
22J22	フィルターケース
22J23	BS 側面
22J24	試料台 XY ステージ
22J25	パイプ固定アダプター
22J26	SQUID 測定試料用ツール
22J27	錠剤成型機
22J28	サンプルステージ
22J29	テフロン棒加工
22J30	テフロンスペーサー
22J31	コイル台座
22K01	NEA 準備槽固定部品
22K02	偏光フィルムアダプタ
22K03	試料固定用板
22K04	アルミ板穴あけ加工
22K05	バルブ調整器
22K06	BL3B 用サンプルホルダー
22K07	ねじ首下調整
22K08	冷凍機固定用部品
22K09	ICF152 用カメラ固定ホルダ
22K10	スペーサー (ステンレス)
22K11	アルミフレーム加工
22K12	試料ホルダー
22K13	カンチレバーマウント工具
22K14	ポンプ固定用板
22K15	カバーガラスホルダー
22K16	光電子増倍管固定治具
22K17	冷却ホルダー改良
22K18	真空蒸着用金属ホルダー
22K19	DFC 冷却ホルダ_コネクタタイプ
22K20	DFC 冷却ホルダ_32mmタイプ
22K21	試料ホルダー加工
22K22	試料ホルダー 45°
22K23	自作スピニングモジュール用 backpanel
22K24	ヒートシンクアダプター
22K25	レーザ実験部品
22L01	EB ガン絶縁
22L02	ステンシル台
22L03	SUS 製るつぼ
22L04	金属導通板
22L05	ファイバーコネクタプレート
22L06	スリット回転用治具
22L07	ブレッドボード追加工
22L08	ファイバーストレッチャー試作
22L09	原子間力顕微鏡用低温液体セル

22L10	ドライブユニット追加工
22L11	メッシュ電極
22L12	電気化学セル追加工
22L13	カンチレバーホルダー
22L14	カンチレバー押さえ板
22L15	アルミ板穴加工
22L16	コーナブロック
22L17	M2.6 ネジ製作用治具

2022年 工作依頼リスト

3D プリンタ (179 件)

伝票番号	品名	22D06	coolholder
22A01	カバー	22D07	トレイ 100-30-RR- 底 R8
22A02	cover_v6	22D08	XE25GP 追加
22A03	adapter v1	22D09	ケースストッパー
22A04	lock v1	22D10	stage_mounter
22A05	miniPiFM 部品	22D11	stage_spacer v5
22A06	miniPiFM 部品2	22D12	coolholder2
22A07	電極位置合わせ治具	22D13	optics_blocker_2
22A08	Pro2 のサポートについてのスライス条件テスト	22D14	cable_fix_v1
22A09	miniPiFM_mirrorconnector v4	22D15	22D20 試作部品
22A10	電極位置合わせ治具2	22D16	stage_spacer v9 試作部品
22A11	crystal_DFC 部品	22D17	XE25A90-Step v1
22A12	windcover v1	22D18	KON-22D20-02-ver1
22A13	windcover v2	22D19	ホルダーベース試作
22A14	EOModulator v1	22D20	BNCpanel_forLUCK_2
22A15	windcover_1 v3&v4	22D21	KCUBEmount v1
22A16	KON-21K12	22D22	stage_spacer v11
22A17	RO 水監視モニター用 Rpi ステータス	22D23	niap 分子模型
22A18	トレイ 100-30-RR-3	22D24	XE25A90 XE28GP
22A19	カバー筒	22D25	25mobius 模型
22A20	cover v8	22D26	XE25GP-Step (1) v1
22B01	KON-21K12-05	22D27	カバー筒
22B02	EOLocker v1	22D28	XE25GP-Step (1) v1
22B03	polaris_cage v1	22D29	V-ATPase モデル結合強度修正パーツ
22B04	EOLocker v2	22E01	stage_mounter v3
22B05	optics_blocker	22E02	stage_mounter v3
22B06	optics_blocker	22E03	更新一 D-ばね押さえ
22B07	EOLocker v3	22E04	ランプ取付アダプタ
22B08	EOLocker v5	22E05	7U つまみ1
22B09	KON-21L07-01-ver1	22E06	ディスプレイ傾斜スペーサ
22B10	MK 試料ホルダ試作	22E07	7U つまみ 2,3
22C01	EOModulator v1	22E08	stage_spacer
22C02	KON-21K12 部品	22E09	7U つまみ 4
22C03	磁界印加結晶育成箱 V2	22E10	plate-spring
22C04	BNCpanel_forLUCK_2 v3 と sampleholder v2	22E11	stage_spacer v16, v17
22C05	KON-21K12-06	22E12	coverlod 等試作
22C06	KON-21K12 部品試作	22E13	非常用ライトユニット ケース
22C07	シャンベルタン_ペロミノ_2014 タグ	22E14	rokurokubutton
22C08	sample_locker v1	22E15	rokurokubutton
22C09	sample_locker v2	22E16	小型 IMS マグネット製作
22C10	sample_locker v3	22F02	カバー筒
22C11	TEM 電源ランプ検出用遮光アタッチメント	22F03	フランジカバー 253- 扉付用 - 内径 255
22C12	非常用充電式ライトユニット専用ケース	22F04	TW5-3-9G ケース ベース
22C13	KON-SAB4_T_holder-01-ver3	22F05	フランジカバー 253- 扉付用 - 内径 254ten5
22C14	stage- ブロック	22F06	電解合成用セル ホルダ
22C15	KON-SAB4_holder_ 搬送装置部品試作	22F07	島津小型 PDA 用 Rpi 用ケース
22D01	KON-SAB4_T_holder-07	22F08	BNCpanel_forLUCK_2 v5
22D02	PPMScover	22F09	ハウジング_テスト
22D03	bottom_flange-ver1	22F10	sample_locker_v4,v5
22D04	XE25GP	22F11	sampleholder_new v9
22D05	XE50GP2	22F12	IVcase_BNC 試作

22F13	KON-22C25-jigu
22F14	Porte silver fiber
22F15	電源固定
22F16	KON-22C25-jigu3
22G01	一般公開展示用大型昆虫模型 4種類 [写真]
22G02	IVcase v8 試作
22G03	sampleholderclamper v10
22G04	BNCpanel_forLUCK_2 v6
22G05	sample_locker v7
22G06	IVcase_BNC v8
22G07	BNCpanelisolator v1
22G08	LDmount+isolator v3
22G09	NDfilterlock v1
22G10	KON-SAB4_FAB104-Beam-1
22H01	2021.4.1- 再ー-2F- ブレード台
22H02	2021.4.1- 再ー-2F- ブレード台 カラー
22H03	baseplates v9
22H04	PDmask v1
22H05	PowerMeterHolder_Thermal v2
22H06	alignmentplate_OD v4 と v7
22H07	TG-DTA_cover
22H08	Al-L14
22H09	LDmount+isolator v19
22H10	PM160_holder v4
22H11	rakku v2
22H12	LDmount+isolator v21
22H13	PM160_holder
22H14	DSC カバー、TG-DTA カバー
22H15	TG-DTA カバー、DCS カバー
22H16	磁石強化部品を PolySmotth で作成
22H17	更新一角度スケール固定台
22H18	MPMS_rodholder_wilson
22I01	MPMS_rodholder_wilson2
22I02	flipmount v1
22I03	BNCpanelisolator v1
22I04	LDmount+isolator v24
22I05	CCD-camera-B
22I06	LDmount+isolator v27、NDfilterlock v2
22I07	イメージンググレーティングと治具 試作
22I08	AFMheadcage v5 部品
22I09	デジタルフォースゲージステージ用 3点曲げ治具
22I10	BNCpanelisolator v3
22I11	AFMheadcage 試作
22I12	BNCpanel_forLUCK_2 v7
22I13	サーモカメラ用ステー
22I14	IVcase_BNC v26
22I15	BL2B_wire
22I16	DSC・TG-DTA カバー
22J01	BNCpanel_forLUCK_2 v9
22J02	IVcase_BNC v5
22J03	バルブカバー 2

22J04	ケース部品
22J05	cantilevermount_1 v19
22J06	一般公開展示用カプトムシメス 尻の補修パーツ作成
22J07	xystagebase 部品試作
22J08	島津小型 PDA 用ケース2
22J09	DSC・TG-DTA カバー
22J10	スピーカー固定具
22J11	治具の試作
22J12	1U パネル用 電源・Dsub 穴開け治具
22J13	DSC_N2_flow
22J14	Ver.2- 最終ブレード
22K01	DSC_N2_flow2,3
22K02	変更フィルタアダプタ部品
22K03	島津小型 PDA 用ケース3
22K04	MicroStat 用窓取付フランジ [写真]
22L01	枠取付治具
22L02	LDmoutcover
22L03	LDmoutcover v5
22L04	FiberStretcher
22L05	FiberStretcher
22L06	LDmoutcover v5
22L07	a-subunit (写真左下の水色のサブユニット) をもう一つ作製
22L08	山本 G クリーンルーム多地点カメラ設置台補強部品
22L09	KON-AC_strain_probe
22L10	CornerBlock と FixBase
22L11	MPMS3 photo holder
22L12	ヘッドスペーサー v4

2022年 工作依頼リスト

エレクトロニクス・セクション (110件)

伝票番号	品名	22F08	Detector Signal Splitter 出力用 HPF ユニット
22A01	高精度温度制御ステージ	22F09	THz-TDS 計測プログラム
22A02	ウェアラブル WAN-WAN	22F10	Current Amp AC200V Power wire & wiring
22A03	SHV-BNC 変換アダプターボックス	22F11	PD 基板
22A04	NMR 用光学デバイス出力補正回路	22G01	スピーカーシステム [写真]
22A05	ステージコントローラ用 RS-422 ラインレシーバ	22G02	EB 用電源修理
22A06	光学定盤並びに保管用冷蔵庫のアース配線	22G03	D-sub-BNC 変換 BOX
22A07	RO 水タンク残量の遠隔モニタ	22G04	高電圧パルス電源
22A08	クリーンルーム内温湿度の遠隔モニタ [写真]	22G05	計算センターでの YoloV5 動作確認
22A09	AFM 光学四極子検出器用信号分配器 [写真]	22H01	ボロメータアンプ修理
22B01	AFM 光学四極子検出器用 BNC ケーブル	22H02	BL1U インターロック改良
22B02	電磁石用電源ケーブルの修理	22H03	WAN-WAN 基本モジュール v2(Rev2.2)
22B03	高電圧パルサー修理	22H04	100Hz(TTL) Trigger Divider V2 [写真]
22B04	HV アンプ (1 台目) 修理	22H05	ボロメータアンプ基板位置修正等
22B05	TEM 停止検出・通知システム	22H06	HV アンプ改良 (ver1)
22B06	多地点カメラモニター用端末	22H07	熊谷 G 用電源ケーブル (100V)
22B07	NMR 用光学デバイス出力補正回路 (第 2 次)	22H08	mpms XL7 電気測定ユニット
22B08	高速 PD アンプ	22H09	山本 G 多地点カメラ修正
22B09	AC100V タップケーブル	22H10	HV アンプ用 100V 電源回路修理
22B10	ラック DC 電源ケーブル変換アダプタ	22H11	HV アンプシャーシ追加工
22C01	AFM 四極子検出器用信号分配器 (第 2 次)	22H12	HV アンプ 1・3 号機改良 [写真]
22C02	WAN-WAN 基本モジュール v1.1	22I01	LM-500 修理の検討
22C03	超高速フォトディテクタ用回路基板	22I02	LD 用パルスバッファユニット専用電源ケーブル
22C04	AC100V タップケーブル 3 セット	22I03	WAN-WAN 基本モジュール v2(簡易版)
22C05	装置接続用ソケット	22I04	WAN-WAN 用サーモグラフィ画像しきい値出力機能
22C06	ステージコントローラ電源コードへのソケット追加	22I05	HV アンプ用ローパスフィルタユニット
22C07	非常用充電式ライトユニット (所長奨励研究) [写真]	22I06	流量計用パワーサプライ
22C08	WAN-WAN 基本モジュール v1.1(クリーンルーム用)	22I07	サーモカメラ増設
22C09	実験室電源ケーブル配線	22I08	FFU 制御ユニット修理
22C10	8ch 微小定電流電源プリント基板 (再製作)	22J01	モータードライバー BOX
22D01	WAN-WAN 基本モジュール v1.1	22J02	THz-TDS 測定プログラム改修・改良
22D02	チラー電源ケーブル	22J03	電源スイッチャー [写真]
22D03	MCP 用分配器	22J04	BNC Cables
22D04	結晶生成用微小定電流電源 v2(再構成)	22J05	LaserDiode 用パルスバッファ回路ユニット (第 2 次)
22D05	WAN-WAN 基本モジュール V2	22J06	蒸着装置用電源タップ
22D06	各種教材用デジタルアンプキット v1.1	22J07	TDS パラメータ計算用 LabVIEW プログラム
22E01	Detector Signal Splitter 改訂	22J08	クリーンルームモニタリングシステム
22E02	除湿機用電源ケーブル	22J09	パーティクルセンサー用 WAN-WAN 接続ユニット
22E03	クライオ凍結防止装置修理	22J10	加算回路 + AC カップリング 2 列
22E04	LaserDiode 用パルスバッファ回路ユニット	22J11	SMA ケーブル
22E05	LaserDiode 用各種ケーブル&配線	22J12	ゲートバルブ電源復旧スイッチ
22E06	チラー用電源ケーブル	22K01	ドラフト風量制御ユニット v2
22E07	非常用充電式ライトユニット (量産型)	22K02	ローパスフィルター回路
22E08	XY ステージコントローラ修理	22K03	RF ドライバー用 24V 電源
22F01	レーザーダイオードドライバ電源ケーブル	22K04	RF アンプ用 SMB-BNC ケーブル
22F02	光ファイバ用温度制御回路	22K05	RF アンプ用 DC 電源
22F03	流量計用パワーサプライ	22K06	ボロメータアンプ (新型) 不具合対策
22F04	モータードライバー用 AC100V 電源ケーブル	22K07	衝突防止機構用ローパスフィルタ
22F05	HV アンプ (3 台目) & 1 台目・2 台目改修	22K08	2ch 高電圧スイッチ
22F06	イオンポンプ高圧電源ケーブル修理	22K09	山本 G クリーンルーム多地点カメラ設置台改良
22F07	ガス検知器用 DC24V 電源	22K10	衝突防止機構ポテンショメータ交換

22L01	レーザー配線修理
22L02	Detector Signal Splitter V2 [写真]
22L03	FFU 制御ユニット v1 OLED 交換並びに環境測定
22L04	SP300 系計測器用測定ケーブル
22L05	D2 用電源復旧パネルと A1 用電源復旧パネル
22L06	Time Delay Generator & Modulator
22L07	レーザーノイズ除去用ディレイ回路
22L08	THz-TDS 測定プログラム新規ハードウェア追加対応
22L09	LED 電源修理

2022年 工作依頼リスト

リソグラフィ・セクション (24件)

伝票番号	品名
22A01	電子ビーム蒸着による微細構造作製 [写真]
22C01	結晶用マスク
22C02	メタルマスク作成 [写真]
22D01	直方体微細構造②
22E01	ガラス基板 Al 蒸着 [写真]
22E02	EB 操作説明 (現像・SEM 観察まで)
22E03	Si ウェハへの SU-8 レジストパターンの製作
22F01	ガラス基板への Au スパッタ
22F02	ガラスパイプへの Au スパッタ
22F03	電解合成用セル (PDMS 部品)
22F04	Au ナノ構造の製作
22F05	直方体微細構造③
22F06	ガラス基板への SU-8 レジストパターンの製作
22H01	直方体微細構造④
22I01	Pt 電極を用いた PDMS 流路の製作 [写真]
22I02	走化性スクリーニング流路 [写真]
22I03	プラスチック吸着ファージスクリーニング流路
22J01	直方体微細構造⑤ [写真]
22K01	電解合成用ガラス基板 (Au/Ni)
22K02	電解合成用ガラス基板 (Au/Co)
22K03	ガラス基板への Si ナノパターニング
22K04	グレースケール露光と zygo 測定
22K05	Zygo によるカバーガラスラフネス測定
22L01	円柱状微細構造体

装置開発室 Annual Report 2022

2023年3月発行

編集・発行所 自然科学研究機構 分子科学研究所 装置開発室
444-8585 岡崎市明大寺町西郷中 38

ISSN 1880-0440

