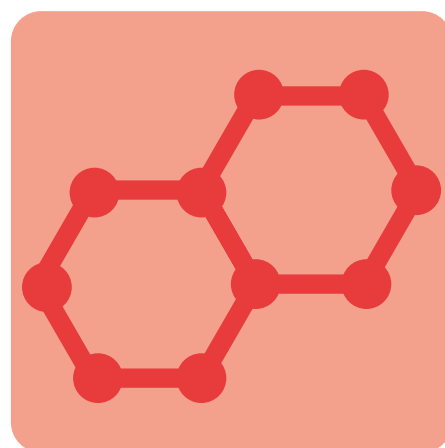
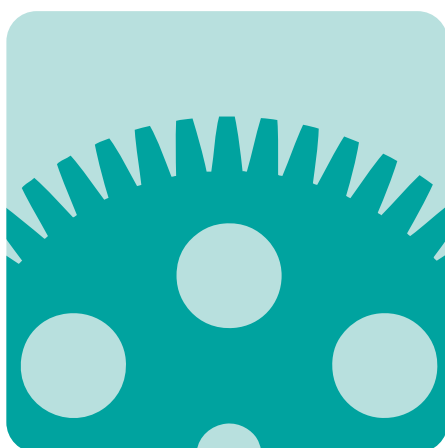
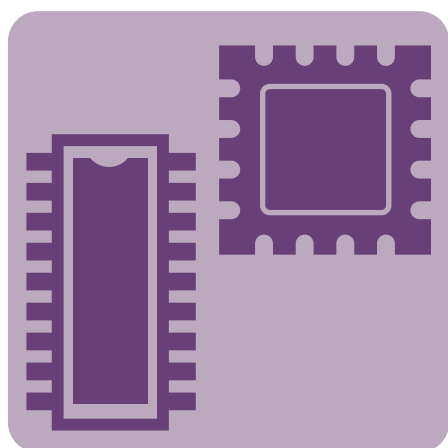


Annual Report 2015



Equipment Development Center

最近しばしば人工知能のことをニュース等で耳にするようになってきました。将棋でプロ棋士と互角の戦いをしたり、車の自動運転をしてくれたり、中には大学入試問題でだいぶ優秀な成績を出すものもあるようです。このような人工知能が行き過ぎることを心配する声もだいぶ上がっています。ホーキング博士やビル・ゲイツ氏が心配しているのは、人工知能が全ての面で人間の脳を超えてしまう「シンギュラリティ」と呼ばれる時点ではないかと思いますが、（諸説あるものの）これはまだ少し先の話でしょう。一方でオックスフォード大学や野村総研からは、人工知能で代替可能な職業のリストが発表されました。これを見ると、10～20年後に人工知能が代替する可能性の高い職業として、CAD オペレーター、NC 旋盤工、電子部品製造工、金属研磨工など、装置開発室としてはあまり穏やかでない文言が挙げられています。既に自動車社会やインターネット社会の到来で無くなりつつある職業があることを考えれば、人工知能社会の到来と新たな職業淘汰は絵空事とは思えません。では、このような変化にはどのように対応していけばいいのでしょうか。人工知能は技術職員の敵なのでしょうか？

結論から言えば、我々に準備が出来ている限り、そのような心配をする必要はないと思います。現在の人工知能で主流となっているディープラーニングでは、確かに高度な処理が迅速に出来るものの、その本質はパターン認識ですから、過去のパターンから外れた新しい「価値」を自ら創造することは苦手なはずで、すなわち装置開発室が研究者にとって新しい「価値」を創造し続けることが出来る限り、我々は人工知能を恐れる必要はないでしょう。むしろ人工知能を使いこなして、我々の能力を拡張する手段として取り入れていき、新しい「価値」を生み出す時のツールとして捉えていくべきであると考えられます。そのための準備として、技術職員もこれまで以上にクリエイティビティや視野の広さを身につけておいて欲しいと思います。

以前「かなえ」にも書いたように、技術職員のキャリアパスとしては「スペシャリスト」「ジェネラリスト」「マネージャー」の3つがあると思います。このうちスペシャリストは1つの部署でひたすら研鑽を積み、人工知能にもなかなか真似の出来ない領域に到達することが可能かもしれません。しかし残りの2つのケースでは、同じ部署にずっと居てこなせるようなルーチン作業しか行っていない場合に、その仕事がそのうち人工知能に取って代わられる可能性を考えておくべきではないかと思います。そして、そのような事態になっても慌てないよう、今から他の部署や機関への武者修行、各種研究会や展示会での情報収集などは常に心がけておくべきでしょう。そして何より大切なのは、「やらない理由」を探すマインドではなく、「やる理由」を探すクリエイティビティではないでしょうか。個々の技術職員にとって2016年が、そのような視点の転換を始めるきっかけになるよう、様々な働きかけをして行きたいと思います。関係の皆様にも、これまで以上のご愛顧と叱咤激励をお願いする次第です。

平成 28 年 1 月

室長 山本浩史

目次

構成スタッフ	1
イベント in 2015	2
セクション報告	6
主要設備	9
研究会発表一覧	10
利用者報告	11
申請課題一覧	16
技術報告	17
トピックス	32
特集	35
新規導入「小型 2 源 RF スパッタ装置」の紹介	
プリント基板加工機の更新	
3D プリンタを使用した分子模型の造形	
2015 年 製作品	39
2015 年 工作依頼リスト	44



(後列左から) 矢野隆行、近藤聖彦、吉田久史、田中隆、豊田朋範、
浦野宏子、高田紀子、杉戸正治、水谷伸雄
(前列左から) 山本浩史、中野路子、青山正樹

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			
機械グループ	青山正樹	AOYAMA, Masaki	技術班長
	水谷伸雄	MIZUTANI, Nobuo	係長
	矢野隆行	YANO, Takayuki	主任
	近藤聖彦	KONDO, Takuhiko	主任
電子回路グループ	高田紀子	TAKADA, Noriko	
	中野路子	NAKANO, Michiko	
	吉田久史	YOSHIDA, Hisashi	技術班長
	豊田朋範	TOYODA, Tomonori	主任
技術支援員			
	杉戸正治	SUGITO, Shouji	
	田中隆	TANAKA, Takashi	(※ 2015 年 8 月より)
事務支援員	浦野宏子	URANO, Hiroko	

イベント in 2015

1月

- 19日
～22日 平成26年度ナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラム(大阪大学)(中野)
(記事33ページ参照)
- 21日 出張 大阪大学(青山、豊田)
- 27日 出張 名古屋大学(青山)

2月

- 2日
～6日 出張 仁木工芸(株)(近藤)
(記事34ページ参照)
- 13日
～14日 出張 岩手大学(豊田)
- 18日 スパッタリング法の基礎知識～初級者からトラブルで困っている方までセミナー
(川崎市)(青山、高田、中野)

3月

- 4日
～5日 第2回SFR材料研究会
(高エネルギー加速器研究機構)(青山)
- 5日
～7日 第10回情報技術研究会 九州工業大学(豊田)(写真1)



写真1：スライドを基に発表する豊田氏

- 9日 平成26年度ナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラム報告会
(物質・材料研究機構)(中野)
- 11日
～13日 出張 国立天文台先端技術センター(近藤)
- 16日 スパッタリング薄膜の作成ノウハウと
膜厚・膜質制御セミナー(東京)(高田、中野)
- 19日
～20日 微細加工に関する技術サロン会(写真2)
(記事32ページ参照)
- 23日
～26日 SolidWorks 基礎トレーニング(名古屋市)(中野)



写真2：講演者と熱心に質疑応答する参加者

5月

- 1日 出張 中部大学 (青山、高田、中野)
- 18日 出張 名古屋大学 (青山)
- 21日 出張 榎山工業 (株) (青山、水谷、矢野、近藤、高田、中野) (写真3)
- ～22日

(記事 34 ページ参照)



写真3：青空の下、榎山工業社屋前で

- 28日 出張 国立天文台先端技術センター (近藤)
- ～29日

6月

- 3日、5日 回路工作に関する講習会 (写真4)
- 18日 自然科学研究機構技術研究会
- ～19日
- 26日 出張 東京ビッグサイト (矢野、中野)
- 30日 機械工作に関する安全講習会



写真4：豊田氏の説明を聞きながら作業する参加者

7月

- 1日、3日 リソグラフィに関する講習会 (写真5, 6)



写真5：講習会参加者と講師の高田氏と中野氏



写真6：リソグラフィに取り組む参加者と講師の中野氏

- 3日 技術セミナー「キーサイトワールド 2015 名古屋」(名古屋市) (吉田、豊田)
- 15日 東朋テクノロジーセミナー特別企画 3D プリンタの基礎 (稲沢市) (青山、近藤、高田、中野)

17 日 遠藤科学技術セミナー (刈谷市)(豊田)

8月

17 日 技術支援員 田中隆氏 着任

27 日
～ 28 日 出張 福井大学・富山大学 (青山)

9月

10 日 平成 27 年度機器・分析技術研究会
～ 11 日 (山形大学)(豊田)(写真 7) (記事 33 ページ参照)

18 日 出張 武藤工業 (株)(名古屋市)(近藤、中野)

24 日 出張 (株)クライオバック (大阪市)(青山、中野)



写真 7: スライドを指して熱弁する豊田氏

10月

8 日 職場体験学習 (岡崎市立東海中学校 3 名)(写真 8)



写真 8: 水谷氏の説明に聞き入る東海中生徒

9 日 出張 インテックス大阪 (大阪市)(近藤、中野)

11 日 平成 27 年度岡崎市小中学校理科作品展 (豊田)

17 日 分子科学研究所一般公開 (写真 9, 10)



写真 9: 大勢の来所者で賑わう装置開発室ブース



写真 10: 子どもから大人まで楽しめた装置開発室ブース

19日～23日 平成27年度ナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラム
(名古屋大学)(高田、中野)

22日 メカトロテックジャパン 2015(名古屋市)(青山、水谷、矢野)

27日～29日 出張 岩手大学(豊田)

11月

11日 職場体験学習(岡崎市立竜南中学校 1名)(写真11, 12)



写真11: 吉田氏の指導を受ける竜南中学生



写真12: 完成した基板を手にする竜南中学生

11日～13日 第28回マイクロプロセス・ナノテクノロジー国際会議(富山市)(矢野)

17日～18日 出張 JAXA 他(青山)

24日～25日 微細加工に関する技術サロン会(写真13, 14)



写真13: 自身の成果や状況を報告する中野氏



写真14: 新規導入されたスパッタ装置を見学する参加者

(記事 32 ページ参照)

12月

8日 出張 名古屋大学(近藤、中野)

10日～11日 出張 山形大学(近藤、中野)

メカトロニクス・セクション報告

青山 正樹

装置開発室では「実験研究に必要な機器の設計・製作への迅速な対応」、「分子科学の新展開に必要な新しい装置および技術の開発」を主たる業務として技術支援を行っている。

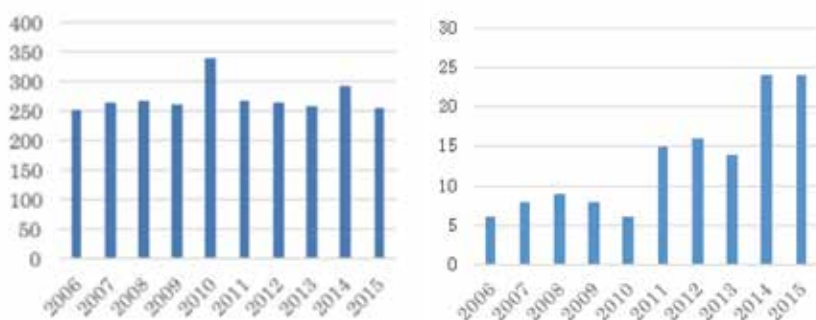
メカトロニクス・セクションでは、従来から行っている機械設計・工作技術による実験機器製作に加えて、リソグラフィ技術によるマイクロデバイス製作の支援を行っている。これらの技術支援は所内研究者に対してだけでなく、全国の大学および研究機関の分子科学分野を中心とした研究者に対しても行っている。

1. 製作依頼件数について

平成 27 年 1 月～12 月の所内製作依頼は 254 件で、過去 10 年ほぼ同件数で推移している（図 1(1)）。一方 2005 年から開始した所外研究者に対する製作支援サービスは、着実に依頼件数が増加しており 2015 年は 23 件の依頼があった（図 1(2)）。依頼内容については、所内製作依頼では 2 週間以内で完了する比較的単純な部品製作が約 7 割、設計および試作などの開発要素を伴い、完成までに 2 週間以上要する依頼件数が約 3 割であった。所外からの依頼は、そのほとんどが開発的要素を含む依頼である。また 23 件の内約 8 割に当たる 19 件がリソグラフィ関連の依頼となっている。表 1 に申請のあった外部機関名を示す。民間企業からの依頼および技術相談についても 4 件対応した。

表 1 2015 年所外依頼の申請機関名と件数

機関名	件数
名古屋大学	7
神戸大学	3
東京工業大学	1
電気通信大学	1
東京農工大学	1
北海道大学	1
名古屋工業大学	1
早稲田大学	1
東邦大学	1
統合バイオサイエンスセンター	1
核融合科学研究所	1
民間企業	4
合計	23



(1) 所内依頼件数の推移

(2) 所外依頼件数の推移

図 1 製作依頼件数

2. 製作依頼内容について

【機械工作】

部品製作依頼の近年の傾向は、サンプルホルダー周辺の微細な部品の依頼が多い。その他に今年目立った製作依頼は、図 2 に示すような既存真空チャンバーへのポート増設などの改造や、図 3 のような水冷ジャケットの製作などがある。これらの製作は、狭いスペースへのリークの無い溶接やロウ付けの作業性を考慮した形状設計を必要とし、経験と技能が要求される。最近では定員削減の影響から技術が途絶えている大学の工作室も多く、これらはいずれも外部機関からの依頼である。当室でも技術伝承は十分とは言えないが、今後もこのような要求にもしっかりサポートできる体制を整えていきたい。



図 2 チャンバー改造加工



図 3 水冷ジャケット

【実験機器の設計・試作】

開発的な設計要素を含む製作依頼では、水冷式結晶ホルダー、レーザーマウントステージ、結晶を貼り合わせるための装置など、レーザー研究機器の設計試作依頼が多い。外部機関からの依頼では、結晶に歪を印加するための曲げ機構の製作（図 4）や ICF70 ポートに取り付ける 100 mm ブレード幅スリット機構の設計製作（18 ページ参照）など精密な動作機構が要求される依頼が目立った。

今後は単に機構設計だけでなく、研究目的実現のために成果やリスクを見通して機器設計を進めていくようなシステムも取り入れる必要があると感じている。また反応容器設計などの需要にも応えていくことや、解析技術の導入や 3D プリンタによるプロトタイプ製作など、付加価値を高めた設計支援の充実が課題である。

【リソグラフィ】

装置開発室の新たな支援サービスの柱の一つとして、順調に利用者が増えている。依頼内容は、スパッタ成膜による白金や金などのパターン電極、ウェットエッチングによる石英ガラスセルの製作、PDMS を使ったマイクロ流路や細胞培養シートなどの製作依頼が多い。また今年からリソグラフィ講習会を開催し、スピコートから露光・現像、エッチングなどの一連の工程を体験していただいた。これにより当技術適用に関する技術相談や設備利用者も大きく増えた。リソグラフィ技術は、まだまだ試行錯誤を繰り返して様々な関連技術を習得している状況であり、3 次元露光（24 ページ参照）、白金のドライエッチング条件の検討、種々なガラス基板へのウェットエッチングや基板の接着などの技術について、製作依頼と並行して検討を進めている。

今後は、新しく導入された RF スパッタ装置（35 ページ参照）により、所内外でニーズの高い ITO などの透明電極や NbN 超伝導薄膜などにも対応していく予定である。

（機械工作・リソグラフィ製作例については、39 ページから 41 ページ参照）

3. 将来技術について

装置開発室では製作依頼に対し常に新しい技術で対応できるよう、また研究現場での新しい需要への対応を意識しながら、以下の技術についての取り組みを行っている。

【レーザーアブレーションによる微細加工】

機械加工では製作が難しい形状および材質に対応するため、分光実験用ピコ秒レーザーを使った加工を機器センターと共同で行っている。今年はガラスや光学結晶材料への微細で熱影響の少ない高品質な加工を目的として、アブレーション条件の基礎的検討を試みた。またスペイシャルフィルターの設置などを行いビームプロファイルの改善を試み、図 5 に示すようにガラスへの高品質な溝加工が可能となった。

【デジタルエンジニアリング】

3D プリンタで造形するための分子模型 3D モデルデータの作成や造形テクニックを他部署と協力して進めている（図 6 および 37 ページ参照）。また構造解析や伝熱・磁場解析などの CAE 技術の適用による、機器設計作業の効率化や最適化を推進しており設計業務に取り入れつつある。さらに研究発表などに使用される実験装置の 3D モデルイメージや CG 製作などの需要もあり、装置開発室として取り組むべき将来技術として視野に入れている。



図 4 結晶歪印加曲げ装置

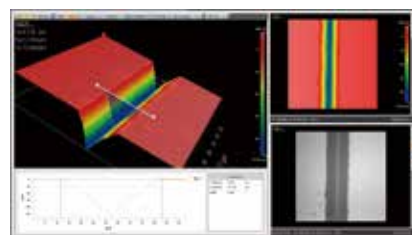


図 5 ガラスへの溝加工



図 6 3D プリンタによる製作例

エレクトロニクス・セクション報告

吉田 久史

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まで、また、ソフトウェアはハードウェアに付随するハンドラ・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の支援を行っている。工作依頼の大部分は比較的小規模な

回路であるが、高機能な集積回路やモジュールを積極的に利用することで結果的に部品点数の少ない回路となっている場合もある。技術職員は日頃から基盤となる回路技術の育成に加え、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技術の習得に努めている。特に近年では、FPGA に代表されるプログラマブル・デバイスを用いたカスタム LSI の製作技術や機器組み込み用マイコンの応用技術に重点をおいて取り組んでいる。

図 1 は 2004 年からの工作依頼件数の推移である。2015 年は 51 件の受付を行い、過去最多の件数であった。その製作品で特に興味深いものが、本誌の技術報告 (P.28 及び P.30) や 2015 年製作品 (P.42) の頁で紹介されているので参考にしたい。

本誌特集 (P.36) でも記したが、2015 年 3 月にプリント基板加工機の更新を行った。3 世代目となるプリント基板加工機は、切削ツールの自動交換機能や高速回転スピンドルの採用により加工精度の向上と共に加工時間が大幅に減少した。また、切削深さ方向の数値制御が可能になったことから、アルミケースのパネルの貫通穴加工に応用する試みも開始した。10 月に開催した一般公開では、本機を使った”オリジナルネームプレート作り”のイベントを開催し、もの作りの楽しさを参加者の方に体験して頂いた。

その他には、6 月 3 日、5 日に電子回路工作に関する講習会を開催し、2 日間で 4 名の受講者を受け入れた。また、11 月 11 日にアウトリーチ活動として中学生 1 名の職場体験を行った。



図 2. ネームプレートのデザイン例

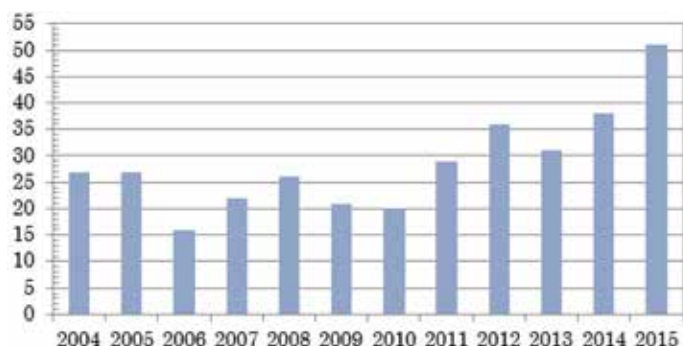


図 1 工作依頼件数の推移

マブと発見！新しい分子が未来をつくる
分子科学研究所 大公開2015

作ろう！オリジナルプレート！
～基板加工＆ガラスエッチング体験～

★基板加工機による
ネームプレートの作成

この場所に名前やニックネームなど、好きな文字を入れることができます (6～8文字程度)

下記フォントの種類の中から、お好きなフォントをひとつ選んでください

フォントの種類

① ABCDEFG abcdefg	⑤ いろはにほへどちりぬる
② ABCDEFG abcdefg	⑥ いろはにほへどちりぬる
③ ABCDEFG abcdefg	⑦ いろはにほへどちりぬる
④ ABCDEFG abcdefg	

使用する文字のフォント番号を記入してください:

挿入する文字列を記入してください:

アルファベットは3文字、ひらがなは5文字が適当な文字数です。それ以上の文字も入力できますが、文字の大きさが小さくなります。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

◎記入を終えたら 10時 30分 に会場内の係員に提出し、指示に従ってください

図 3. ネームプレートの申込用紙

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)
タッピングボール盤	BT13RL (日立工機)
フリーボール盤	DMB (帝人製機)
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	DWC90H (三菱電機)
	ROBOFIL2020Si (アジェ・シャルミー・ジャパン)
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)
電子ビーム溶接機	EBW(1.5)500 × 400 × 500 (日本電気)
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)
双眼実体顕微鏡	EMZ-5TRD (メイジテクノ)
測定顕微鏡	STN6 (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)
万能投影機	V-24B (ニコン)
硬さ試験機 (ロックウェル)	RH-3N (東京試験機)
走査型プローブ顕微鏡 (SPM)	SPA3800N/SPA-400 (日立ハイテクサイエンス)
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	ナスカプロ・ワイヤー (ゴードーソリューション)
数値解析	ANSYS DesignSpace (アンシス・ジャパン)

フォトリソグラフィ

種別	形式
スピニングコート	MS-A100 (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)
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	アリウムプロ UV - DI (ザルトリウス)
マスクレス露光装置	DL-1000IMS
クリーン恒温恒湿室	イエロー クラス 1000
小型 2 源 RF スパッタ装置	デボダウン式 RSP-4-RF3x2

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)
	TDS3014B(Tektronix)
	TDS2014(Tektronix)
	DS-5354(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)

2015 年 研究会発表一覧

研究会等名称	発表項目	発表者氏名
第 10 回情報技術研究会 2015年3月5日～7日	ARM マイコンと高分解能 AD 変換器を用いた汎用計測システムの開発 (口頭発表)	○豊田朋範 千葉寿 藤崎聡美 古舘守通
ナノテクノロジープラット フォーム技術支援者交流 プログラム報告会 2015年3月9日	ITO 薄膜に微小電極作製(口頭発表)	○中野路子
微細加工に関する 技術サロン会 2015年3月19日～20日	イメージリバーサルフォトレジストを用いた SiN メンブレンへのパターニング (口頭発表)	○高田紀子
自然科学研究機構技術研究会 2015年6月18日～19日	新しい装置開発室技術の取り組みについて(口頭発表)	○青山正樹
平成 27 年度 山形大学機器・分析技術 研究会 2015年9月10日～11日	ARM マイコンを用いた簡易 LCR メータの開発(口頭発表)	○豊田朋範 千葉寿 藤崎聡美 古舘守通
第 28 回 マイクロプロセス・ ナノテクノロジー国際会議 2015年11月11日～13日	Evaluation of mold fixing methods in ultrasonic nanoimprint lithography aimed at low energy loss(ポスター発表)	矢野隆行 ○銘苅春隆
微細加工に関する 技術サロン会 2015年11月24日～25日	マスクレス露光装置によるグレースケール露光の検討(口頭発表) 白金のエッチング条件の検討(口頭発表)	○高田紀子 ○中野路子

顕微 XAFS 計測における実験効率化のための 試料支持薄膜上への Pt 格子パターンの製作

名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻（化学系）松井 公佑

1. はじめに

不均一系固体触媒は、触媒粒子ごとに形状やサイズ・組成が異なり、触媒表面構造やその分布もランダムな不均質材料です。また、多くの固体触媒系は、その表面に貴金属や酸化物が分散担持された複雑系です。しかし、不均質な固体触媒材料において、活性ドメインやその化学状態の分布を明らかにできる手法は存在せず、触媒メカニズムの理解や触媒活性化因子の特定は困難でした。そこで我々の研究グループでは、個々の触媒粒子上での反応様式の違いや、その構造変化と触媒活性の関連を明らかにするため、触媒反応下における in situ 走査型顕微 X 線吸収微細構造法 (nano-XAFS) の技術開発を行っています。本計測では、100 nm 程度に集光させた X 線ナノビームを触媒粒子一粒中で走査し、各位置で XAFS 測定することで、元素の 2 次元化学状態分布をイメージングします。

試料には、厚さ 100 nm、2 mm 角の窓部を持つ SiN 薄膜上に担持 Pt 触媒を単分散させたものを用いています。個々の触媒粒子の構造的特徴（担持金属－担体間の接触具合やその形状）をあらかじめ SEM により観察しておき、その際、薄膜窓部の角に対する相対座標を記録しておくことで、同一粒子の nano-XAFS 計測を行っています。しかし、触媒粒子の 1,000 倍以上も広大な視野内で、短時間で確実に目的の触媒粒子を探索することは困難であり、実験効率の改善が課題となっていました。そこで本研究では、新たに触媒粒子の付近、もしくはメンブレン中に目印を設置することで、触媒粒子探索範囲の制限を試みました。

2. SiN 薄膜上への Pt グリッドの製作

ナノテクノロジープラットフォームの課題を通し、分子科学研究所装置開発室に相談に伺ったところ、SiN 薄膜上へのフォトリソグラフィによる微細な Pt 格子パターンの製作をご提案頂きました。2 mm 角の窓部に対して、線幅 5 μm の Pt 線を 100 μm 間隔でパターンニングするというものです。しかし、試料支持膜に使用している SiN 薄膜は厚さが 100 nm と非常に薄く、容易に破れてしまうため、従来の手法で成膜できない問題が浮上しました。また、実験には複数枚の試料支持膜を必要とするので、短時間で歩留まり良く製作することも求められました。試行錯誤の末、イメージリバーサルフォトレジスト法を採用することで上記課題が解決されましたが、ここに至るまでに多くのノウハウ蓄積が必要であり、担当者様のご尽力には大変感謝しています。

図 1(a) に、Pt L α 蛍光 X 線 (XRF) を計測しながら、支持膜の 3/4 程度の領域をスキャンして得た広域 2 次元マッピングを示します。精度良く格子状の Pt グリッドが描写されており、格子以外の場所には Pt が残存していない様子が確認できます。SEM 観察の際には、この格子の本数を数えておくことで目的粒子の位置を正確に割り出すことができ、試料探索範囲を大幅に制限することができました。図 1(b) の狭域 XRF マッピングでは、触媒粒子が点在している様子が確認でき、図 1(c) の同一視野で計測した SEM 像と一致する粒子の分布が観察されました。実際の nano-XAFS 計測では、Pt グリッドと接触しない触媒粒子を選定して測定を行っており、触媒粒子固有の反応特性を観察しました。以上のように、開発した Pt グリッドは nano-XAFS の実験効率を飛躍的に向上させ、当初目標としていた実験を全て予定通り完了させることができました。現在、得られた成果をもとに、論文投稿の準備を進めています。

今回開発された薄膜試料への微細成膜加工技術は、将来的に発展が見込まれる顕微鏡法や X 線イメージング法など、マイクロ構造情報を観察する高度計測法に必須であり、その需要はますます大きくなるものと考えられます。特に、複数の評価手段による分析を必要とする際は、計測位置の再現を得るため、有効な技術です。また本技術は、微細な温調・計測配線の実現など応用範囲も広く、今後の技術発展に期待しています。

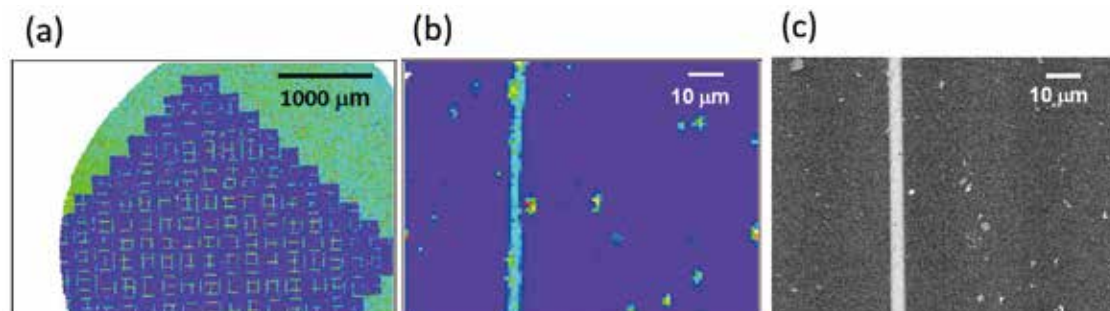


図 1(a),(b) 支持膜の広域・狭域 2 次元 Pt L α XRF マッピング。(c) 同一視野における SEM 像 (SEI モード)。

小型環境モニターの開発

自然科学研究機構 分子科学研究所 協奏分子システム研究センター 鹿野 豊

設立から40年を迎えた昨年、分子研の建物の老朽化が色濃くなってきており、耐震補強工事やアスベスト工事など様々な対策が今なおとられている。精密測定を行う上では、日々めまぐるしく変わる環境を常にモニターし、必要に応じて環境ノイズの低減対策を行わなくてはならない。分子研内の実験棟の実験室は画一的に設計されており、電源や配管といった類がすべての部屋に整備され新しい実験セットアップを立ち上げようとする際には非常に便利な場所である一方、環境モニターの類は一切、部屋の中に整備されていない。また、



図1 ピコ秒レーザー (Spectra-Physics, Quantronix)

分子分光の実験は分子科学の根幹を為してきたが、現在、分子研においては光分子科学領域の更なる発展のために分子分光を本格的に行っている実験グループはない。また、所内の共同利用施設においても分子分光のセットアップを保持してはいない。そこで、機器センターの上田正技術職員を中心に、共同利用施設としてピコ秒可変レーザーを用いたロックイン検出法によるポンプ・プローブの実験系を立ち上げようとしている（図1）。私自身は微力ながらお手伝いをしている最中である。しかし、ピコ秒レーザーの置かれている実験棟の地下の実験室はその立地のためか湿気の乱高下が激しいのが特徴である。そこで、激しく乱高下する湿気や温度をモニターするために装置開発室に実験に邪魔にならない程度小型でどこでも使えるポータブルタイプの環境モニターの作製を依頼した。また、分子の光学応答を測定するには分子自身が作り出す分極が環境磁場に影響を受けてしまうため、環境磁場も同時にモニターをしたいという要求値があった。そこで、装置開発室に依頼した案件として、(1) 温度・湿度が高精度で計測できること。(2) 環境磁場レベルが測定できること。の2つを同時に測定できるデバイスを設計してもらうこととなった。

現在、装置開発室に依頼した環境モニターはほぼ完成に近づいており、電子回路の設計から筐体の選定まで一連の開発を豊田朋範技術職員にお願いした。依頼件数も多い中、丁寧に対応してくださり、この場を借りて感謝の意を表したい。現在の仕様では、単にデータをテキストとして取り込む機能に限られるが、PC上にほぼリアルタイムで出力するシステムとそのソフトウェア化を今後、追加機能として入れ込む予定である。また、誰でもどこでも使える環境モニターは実験室の外からでもモニターしたいという要求がいずれ出てくるであろう。そこで、小型の通信機能を備えたシステムを準備し、分子分光のような長時間測定中であっても測定可能なような機能を実装する予定である。これらの実現には一重に、装置開発室でこれまで積み重ねてきた実績があるからこそ達成できるものと考えている。その後は、温度・湿度計測にフィードバックをかけられるように機能を拡張させ、気相のガラスセルの温度コントローラなどへと応用展開が可能であろう。

来年度は第3期中期計画が始まる中で共同利用機関としての役割をはっきりと意識せざるを得なくなった。その中で装置開発室は、現在各研究グループが進めている最先端の研究はもちろんのこと、外部との共同利用研究を進める核となる装置の下支えをするために大きな役割を今後も果たしていくことと確信する。

The development of compact green laser for laser ablation on organic superconductivity transistor

Lihe ZHENG, Takunori TAIRA
Laser Research Center for Molecular Science

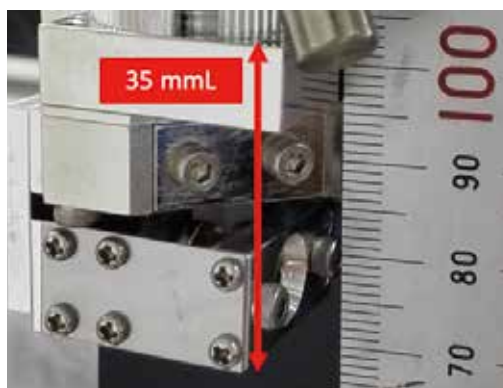
This is Lihe Zheng from Taira Group.

Laser ablation is an interesting and cutting-edge topic for the ON/OFF switching of organic superconductivity transistor. The collaboration work between Prof. Hiroshi YAMAMOTO and Prof. Takunori TAIRA is targeting on a stable and compact sub-nanosecond passively Q-switched green laser for laser ablation. With the help of the Equipment development Center (EDC), we developed a stable and compact green laser head with length of 35 mm.

The design of the stable and compact green laser head include two parts. The first part is a monolithic 1064 nm laser generated from a monolithic YAG/Nd:YAG/Cr⁴⁺:YAG/YAG crystal. The gain medium was a [100]-cut Nd:YAG crystal. [110]-cut Cr⁴⁺:YAG crystal with initial transmission of 30% was used as saturable absorber. Undoped YAG was used as heat sink. The output coupler with transmission of 50% was coated on the end surface of Cr⁴⁺:YAG crystal. A fiber-coupled 806.6 nm, QCW laser diode with output power of 30 W and pump pulse duration of 245 μ s was used. The pump beam was focused into 1.1 mm spot. EDC helps make the cavity holder for above mentioned experiment.

The second step is to mount a nonlinear frequency doubling crystal LBO ($\theta = 90^\circ$, $\phi = 11.4^\circ$) in the setup. There are three issues to be considered. (1) The first point is the position-shifting of the springs which causing the mechanically unstable performance in a long-term test. EDC helps make a side plate which is efficient in fixing the crystal holder position. (2) The second point is to fix the LBO crystal holder as close as possible to the 1064 nm cavity. Previously the LBO crystal holder was fixed on a separate base plate with a front/back screw lock. Meanwhile the separate base-plate was mounted to the cavity holder which brought unstable performance when regulating the angle of LBO crystal. EDC considered a second side plate and cut the front/back wing for screw lock which saved space. (3) The third point is to connect the LBO crystal holder vertically to the 1064 nm cavity while the angle tuning for LBO is still available. EDC handled it with a side plate for the connection. The LBO crystal is with size of $5 \times 5 \times 15 \text{ mm}^3$ and it leads to output energy of 150 μ J and peak power of 0.56MW at 532 nm. Beam quality was measured with M(x) square of 3.46 and M(y) square of 2.75.

We appreciate the help from Kondo-san, Mizutani-san and other members of EDC for the great support of the work.



装置開発室利用と機器開発

UVSOR 堀米利夫

序

UVSOR では、放射光を使い種々の実験が行われています。その実験はビームラインと呼ばれている末端にセットされた実験機器に依って行われることが多い。その実験機器の設計・製作（機械分野）を業務としている私は、装置開発室の工作依頼と工作室利用の両面で施設利用をさせていただいている。工作依頼は、特に試作的な物を設計した時に実用出来るかどうかの判断をするためによく利用している。UVSOR の実験機器製作に於いては形状・材質などの制限を受ける事が多く、実際に実用可能なかを確認するため試作を行う事がある。そんな時に、短時間で安価に試作が出来る環境があることは大変助かっている。また、工作室利用は部品を自作したり、部品の調整や修正などを行う環境として利用している。

ここでは、最近、装置開発室で試作していただき、大変有用な機器開発が出来た例を 2 例紹介する。

A. 角度分解光電子分光装置

（ARPES）用角度校正デバイス

光電子分光装置において電子の角度を知る（校正）ための機器です。図 1. に開発している角度校正デバイスの形状（3D）を示す。この機器は ICF70 フランジ取付ポート（外形サイズが ϕ 38.5 以下が必要）で使用されるため全体が小型形状での製作が要求される。この部品はフィラメントから飛び出した電子がディスク（厚 $100\ \mu$ ）の中心に開けられた穴（直径 $100\ \mu$ ）を通して放射状に発散され、半円形状の可動式固定台に固定されたスクリーンの穴を通る事によって光電子分光装置の角度校正を行う機器である。スクリーンには一定間隔で直径 $100\ \mu$ の穴が配置されている。

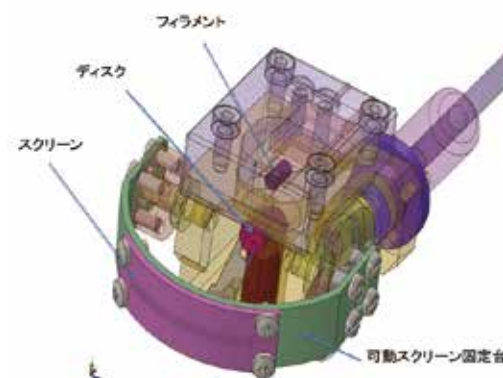


図 1. 角度校正デバイス概念図（3D）

製作に当たって要求されることは、①正確な可動スクリーン固定台の形状、②スクリーンの正確な穴形状と配列、③非磁性材料を使用などの点に注意が必要とされるため、試作を兼ねて装置開発室にスクリーン固定台とスクリーンを工作依頼した。

製作された製品は要求される点を十分に満足できており、機能としても満足出来ることが判明した。



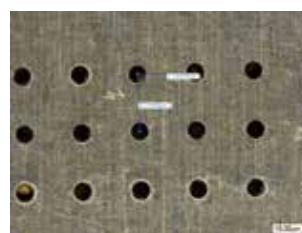
←スクリーン固定台&スクリーン

装置開発室製作（組付後）

*円弧状(R18)の固定台にそって厚さ $100\ \mu$ のスクリーンが固定されている。

スクリーン（拡大）→

*一定間隔(0.314mm)で直径 $100\ \mu$ の穴が 300 個開けられている。



B. 走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) 用液体サンプルセル

UVSOR の BL4B に設置されている走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) 用に使用される液体用サンプルセルの開発を行った。このセルを製作するに当たり問題となるのは、セルがセットされる領域が非常に狭いことである。依ってセル全体の大きさの制限があり、厚さについては2mm以下（組立時）を必要とされる。そのため全ての部品が小型に製作する必要がある。特に液体サンプルが導入され、観測領域となる部分は小径 O-リングを用いて、2枚のメンブレン (SIN) の間に液体サンプルの保持を行う工夫が必要である。また、液体をセル内に導入する配管はセルの厚みが薄いために直径 0.79mm のパイプを使用しなければならない、接続に銀ローを使用し、これに対応する事にした。このように試作的な部品製作を装置開発室に工作依頼をした。図 2. にセル全体の完成概念図 (3D)、写真 2. に製作していただいた液体サンプルセル本体部品を示す。

この製作していただいた部品を基本として、試行錯誤を繰り返して STXM 用液体サンプルセルを完成させた。

図 2. STXM 用液体サンプルセル概念図 (3D)

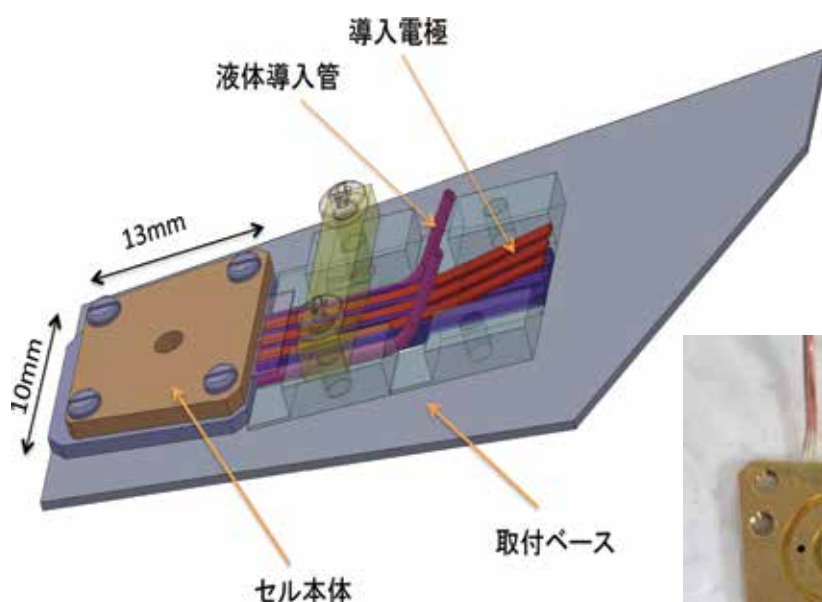
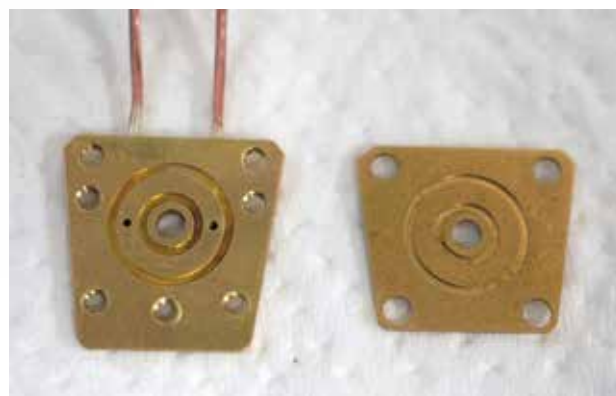


写真 2. 製作依頼部品
セル本体ベース&蓋
装置開発室製作



完成した液体サンプルセル

*サイズ

- ・ 本体 約 $15 \times 10 \times t1.5$ (mm)
- ・ 蓋 約 $13 \times 10 \times t0.5$ (mm)

* O-リング溝

- ・ 内径 $\phi 3$, 巾 0.3, 深 0.35
- ・ 内径 $\phi 6.5$, 巾 1, 深 0.5

* サンプル導入口 (溝の内に有る穴)

- ・ $\phi 0.5$

* サンプル導入配管 (銀ロー付け)

- ・ $\phi 0.79 \times 0.49$

2015 年 施設利用申請課題一覧

申込者名	所属	研究課題
宇理須恒雄	名古屋大学 革新ナノバイオデバイス研究センター	神経細胞ネットワークハイスループットスクリーニング素子のセンサー基板とマイクロ流路開発
安原 亮	核融合科学研究所	マイクロチップレーザー用機構部品の制作
宇理須恒雄	名古屋大学 グリーンモビリティ連携研究センター	神経細胞ネットワークハイスループットスクリーニング装置の開発
富永圭介	神戸大学 分子フォトサイエンス研究センター	サブテラヘルツ分光測定用温度可変セル
山北佳宏	電気通信大学大学院 情報理工学研究科	ヘリウム準安定励起原子を用いた衝突実験装置の製作
水瀬賢太	東京工業大学大学院 理工学研究科	光イオン・光電子断層画像観測装置の開発
宇理須恒雄	名古屋大学 グリーンモビリティ連携研究センター	神経細胞ネットワークハイスループットスクリーニング装置の開発

2015 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	名古屋大学 革新ナノバイオデバイス研究センター	神経細胞ネットワークハイスループットスクリーニング素子のセンサー基板とマイクロ流路開発
田嶋尚也	東邦大学 理学部	分子性ディラック電子系デバイスの表面評価
宇理須恒雄	名古屋大学 グリーンモビリティ連携研究センター	神経細胞ネットワークハイスループットスクリーニング装置用基板製作
富田拓郎	岡崎統合バイオサイエンスセンター	硬度を変化させた細胞培養用 PDMS シートの作成
富永圭介	神戸大学 分子フォトサイエンス研究センター	温度可変遠赤外吸収セル
宮地悟代	東京農工大学大学院 工学研究院	フェムト秒レーザー照射によるシリコン表面のアブレーションしきい値測定
松井公佑	名古屋大学大学院 理学研究科	In situ 走査型顕微 XAFS 法による Pt 担持 Ce ₂ Zr ₂ O _x 触媒の Ce 酸化状態分布の可視化
非公開	民間企業	
富永圭介	神戸大学 分子フォトサイエンス研究センター	サブテラヘルツ～遠赤外対応温度可変用液体セル
宇理須恒雄	名古屋大学 グリーンモビリティ連携研究センター	神経細胞ネットワークハイスループットスクリーニング装置用基板製作
真栄城正寿	北海道大学大学院	マイクロ流体デバイスを用いた生体由来物質の検出
日野和之	愛知教育大学 教育学部	ガラス流路の作製
富田拓郎	岡崎統合バイオサイエンスセンター	硬度を変化させた細胞培養用 PDMS チャンバーの作製
竹延大志	早稲田大学 理工学術院	光学測定用歪み導入機構

ネジの締め付けによる平面精度への影響について

青山 正樹

1. はじめに

実験機器の製作において、光学実験などに使われる精密部品では平面精度が必要となることが多い。機械加工面の平面精度は、製作物の大きさや形状にもよるが、注意深く加工を行えば、数ミクロン程度に仕上げることができる。しかしそれらの部品は、ネジでステージなどへ固定して使用することが多く、それにより平面が歪むことが懸念される。そこで本報告では、ネジによる締め付けがどの程度平面を歪ませるか実測を行ったので、その結果について報告する。

2. 製作部品と平面度測定について

今回平面精度測定を行った製作部品を図1に示す。平面の部分に、ミラーを接着して使用するためのミラーホルダーである。M3のネジ穴が2か所あり、ボルトでステージに固定する。材質は高速で振動させて使用する用途を考慮し、剛性が大きくかつ軽量のチタン合金(Ti-6Al-4V)で製作した。固定時のミラーホルダー平面精度を測定するにあたり、取り付けステージ側の剛性不足や平面精度は、変形量に影響を与える。そのためステージは剛体とし、取り付け面の精度は $1\mu\text{m}$ 程度にまで仕上げた。平面精度の測定は、トルクドライバーにより締め付けトルクを $0.25\text{kgf}\cdot\text{cm}$ から、通常のドライバーで強く締めた位の $16\text{kgf}\cdot\text{cm}$ まで変化させ、白色光干渉顕微鏡(Zygo Nexview)によりミラー接着面の3次元プロファイル測定を行った。

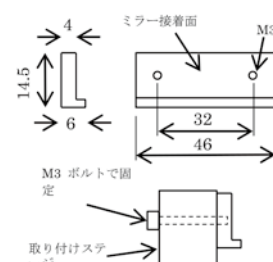


図1 ミラーホルダー形状

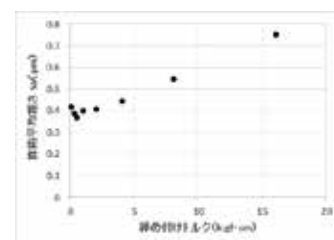


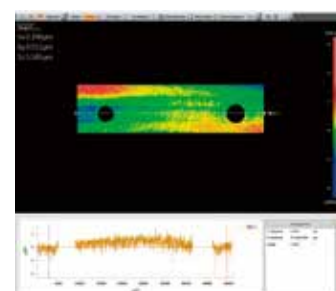
図2 締め付けトルクと平面精度

3. ネジ締め付け時の実測結果および考察

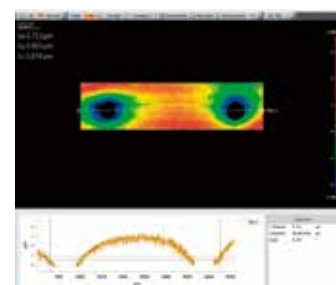
図2に各締め付けトルクでの平面精度の測定結果を示す。なお平面精度は、3次元算術平均粗さ: Saで表した。最大トルクの $16\text{kgf}\cdot\text{cm}$ まで締め付けトルクに比例してSa値が大きくなる。これは締め付け荷重によるねじ部近傍の弾性変形によるもので、塑性変形を伴うような大きな荷重は発生していないことがわかる。 $16\text{kgf}\cdot\text{cm}$ の時のM3ネジの締め付け荷重は、ネジの軸力とトルクの関係式1)より 100kg 程度と推算している。図3に $0.25\text{kgf}\cdot\text{cm}$ および $16\text{kgf}\cdot\text{cm}$ での3次元プロファイル画像および平面中央部分の断面プロファイル画像を示す。 $16\text{kgf}\cdot\text{cm}$ ではネジ部で大きく凹み、半径 6mm くらいの範囲に変形がみられ、最大変形量は $3\mu\text{m}$ 程度であった。今回の結果から本条件によるM3ネジの締め付けでは、平面精度が特に重要な部分については、ネジ位置から 6mm 以上離すなどの配慮が必要であることがわかった。

4. おわりに

締め付けトルク $16\text{kgf}\cdot\text{cm}$ で $3\mu\text{m}$ 程度の変形が見られた。予想していたほどの大きな変形は見られなかったが、強度の大きなチタン合金を使用したことがそのような結果となったと思われる。アルミ合金を使用した場合や、より大きなトルクを発生させることができる六角レンチによる締め付けでは、変形量、変形範囲も大きくなり注意が必要と思われる。今後はさらにねじの種類や大きさ、ねじ座面の形状など様々な条件でも確認したい。



締め付けトルク $0.25\text{kgf}\cdot\text{cm}$



締め付けトルク $16\text{kgf}\cdot\text{cm}$

図3 ネジ締め付け時の
3次元プロファイル測定結果

参考文献：1) 山本晃：ねじの締結の原理と設計 養賢堂（1995）32

ICF70 用スリット 100mm ブレード型の製作

水谷 伸雄

はじめに

今回報告するスリットは、光分子科学第一、大島グループの水瀬賢太助教（現：東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻）の依頼により製作した。水瀬助教の所属する大島教授らの研究グループは、分子の回転運動を高解像度に動画撮影することで分子運動を支配する量子力学的な波の動きを観測することに成功している（分子研プレスリリース 2015/7/4）。この実験装置には、超高真空中で 3 次元的（球状）に広がりながら飛行する光電子 / イオンの中心平面のみを歪みなく切断するためにスリットが組込まれているが、これまでの実験ではスリット幅は固定されており、スリット幅を変更するには超高真空チャンバーを大気開放する必要があった。そのため、より高度な計測のために、大気開放することなく大気圧側から超高真空中にあるスリットを調整できる機構が求められた。

スリット機構

スリット機構は ICF70 のポートから挿入し組込むだけで機能するように、すべての部品が一体構成されている。全長 349.2mm（大気圧側 116.7mm 真空側 232.5mm）ICF70 エッジ面からスリットブレード中心まで 164.5mm（±5mm 調整可）、スリットブレード長 100mm、開口幅 0.1mm ～ 3mm は、手動マイクロメーターヘッドにより開閉する。

ICF70 フランジの取付けボルト穴は、通常の 6 分割から 12 分割に追加加工した。これは後に、実験チェンバーを変更した場合などに、ボルト穴割振りの違いにより不都合が生じないようにするためである。製作したスリット機構を図1に示す。

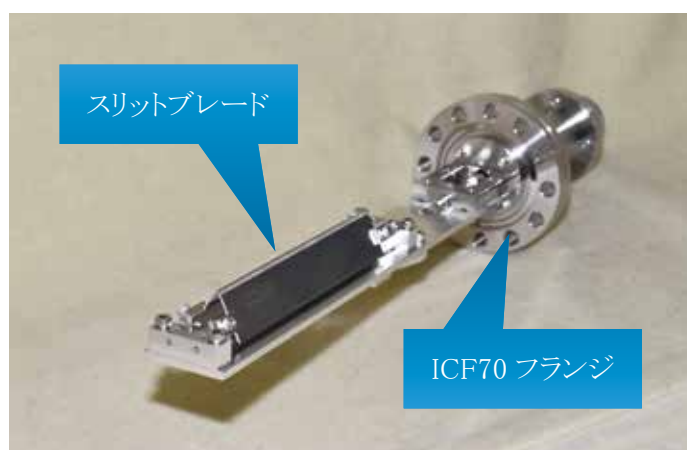


図1：スリット機構全景

スリット機構詳細

本スリット機構の大気圧側は、放射光施設用スリットとして実績のある方式を採用した(Annual Report2010 参照)。すなわち、(回転しながら直進する) マイクロメーターヘッド先端をスラストベアリングで受け、溶接ベローズで真空遮断されたロッドの押し引きによりスリットブレードの開閉を行う。構成部品の変更も最小限にとどめ設計の省力化を図った。2つのスリットの比較写真を図2に示す。

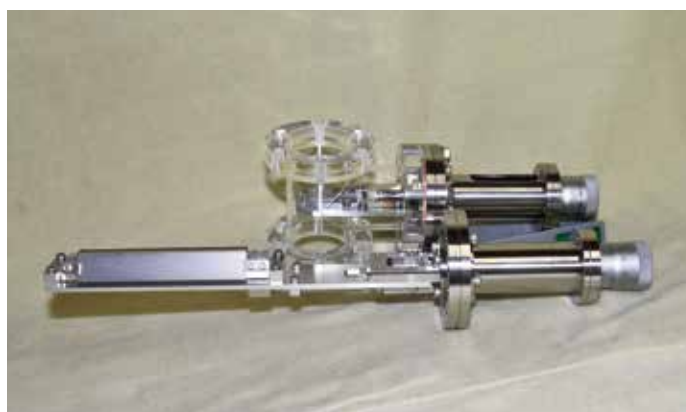


図2：比較写真

（奥：放射光施設用スリット，アクリル製 T 字管付）

スリットブレードは、高速で飛行する荷電粒子雲の中心部のみを歪みなく切取る必要があり、2枚で1組のスリットブレードを片側60度の角度を持たせ刃先が平行になるように配置する。スリットブレードには、刃先が鋭く直進性の良い市販のスクレイパー用替刃（幅18mm、長さ100mm、厚さ0.8mm）を使用したが、これは依頼者自らが数あるカッターナイフ等の替刃の刃先形状や直進性などを観察し選定した結果であり、実験で刃先が損傷した場合でも容易に交換できるようにするためである。（図3は、専用治具を用いてブレード組付け中の依頼者）



図3：スリットブレード組付け風景

スリットブレードの開閉運動は、洗濯ばさみの動きに似ており、指で摘む部分の内側にテーパー軸をあてがい、そのテーパー軸を移動させる事でスリットの開閉幅を決める（図4、図5）。



図4：開閉運動模式

テーパー軸には、 $1/2$ のテーパー角が付いてあるので、大気圧側にあるマイクロメーターヘッド



図5：スリットブレード開閉部

の読取値の $1/2$ がスリットブレードの開閉幅になる（図6）。

厳密に見れば、スリットブレードは円弧運動をするうえ、 $1/2$ テーパーの加工精度等の問題もありマイクロメーターヘッドの読取値とは僅かな差が生じる。そのため、万能投影機で開口幅との誤差を確認した後に真空チャンバーに組込まれる。

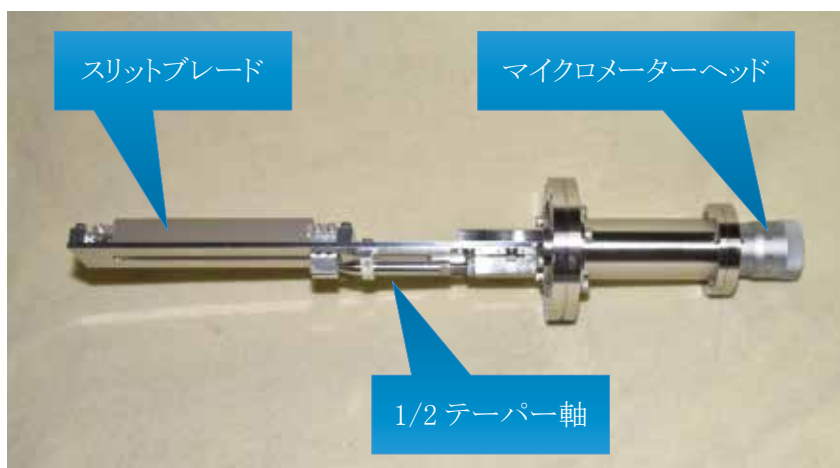


図6：スリット機構の構成

おわりに

本スリット機構が、計測精度の向上に貢献できることを期待しつつ、更なる改良や加工精度の良い多連スキマー等の周辺要素部品の製作にも協力していきたい。

超音波加工装置の工具固定方法の検討

矢野 隆行

1. はじめに

これは、2014年度後期に産業技術総合研究所との施設利用（課題名：超音波加工装置における低エネルギー損失なヘッド固定方法の開発）として採択された課題である。

金型（以下、モールド）を押しつけることで数 10nm 以下の微細構造が簡単に転写できるナノインプリント技術は、記憶メディア、マイクロマシン、バイオ、環境など多様な分野への応用が進められている。ナノインプリント技術の中でも熱可塑性材料を利用する熱ナノインプリントは、モールドの加熱と冷却に多くの時間が費やされてしまうため熱サイクル工程を含まない超音波振動を利用した新しいナノインプリント技術（以下、超音波ナノインプリント）が現在開発されている。通常超音波加工装置ではモールドを超音波ホーンと呼ばれる部分に銀ロウ付けで固定する。しかし、超音波ナノインプリントでは、モールドの摩耗を考慮し脱着可能であることが望まれている。そこで、エネルギー損失をできる限り抑え、振動エネルギーを効率的に伝達できる固定方法を検討したので報告する。

2. 実験方法

実験配置図を図 1 に示す。超音波加工装置 UM-500DA（日本電子工業）を用いて、周波数 16kHz、振幅 $\pm 1\text{nm}$ に設定し、超音波振動を 10 分間印加した。超音波加工用のホーンにはチタン合金を、モールドの材料には無酸素銅（以下、ダミーモールド）を使用した。通常モールドはニッケルで製作するが、固定方法を検討する上である程度のサイズを持ったバルクの入手が困難であったため、ニッケルめっきが可能な銅を選択した。

また固定方法として、a) 両面テープ（Y-4180:3M）貼付、b) 接着材（Scotch-weld IG40H:3M）塗布、c) ネジ止め、d) 冷やしばめの 4 つの方法（図 2）を選択し、振動エネルギーの伝達効率を比較した。摩擦熱によるエネルギー損失を可視化するため、超音波ホーンとダミーモールド間の接触面を赤外線サーモグラフィ R 300（日本アビオニクス）で観察し、レーザードップラー振動計 AT0023 + AT3700（Graphtec）を用いてダミーモールド端面での超音波振動の周期と振幅を計測した。

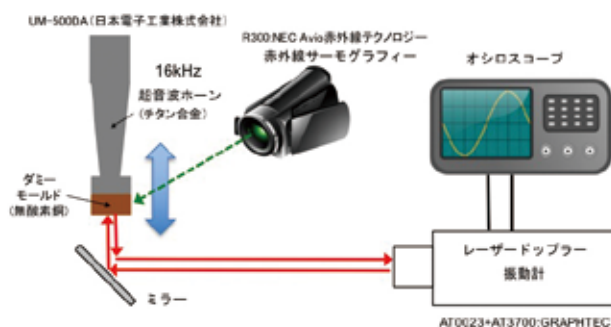


図 1 実験要素配置図

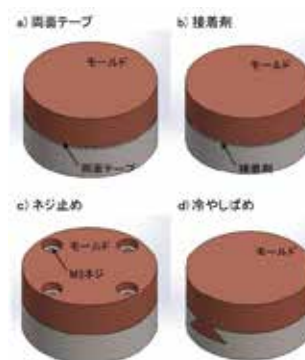


図 2 モールドの固定方法

なお、冷やしばめは、接合部分のチタン合金側をアリ溝（台形の溝形状）に、無酸素銅側をアリ型（台形の凸状）として、無酸素銅側の形状をチタン合金側よりも若干大きくし、線膨張係数の大きい無酸素銅を液体窒素などの寒剤で冷却することで収縮させ、はめ込む方法である。

3. 実験結果

それぞれの固定方法において、振幅 $\pm 1\text{nm}$ の超音波振動を 10 分間印加した時の超音波振動の周期と振幅を図 3 に示す。またその時側面から観測した赤外線サーモグラフィの画像を図 4 に示す。さらに図 4 にダミーモールド側でホーンとの接触面付近をクロスマークで表示しているが、その点の温度変化を図 5 に、表示画面の温度最大値の変化を図 6 に示す。

なお、比較のためダミーモールド部分までチタン合金で製作したものに関しても測定を行った。

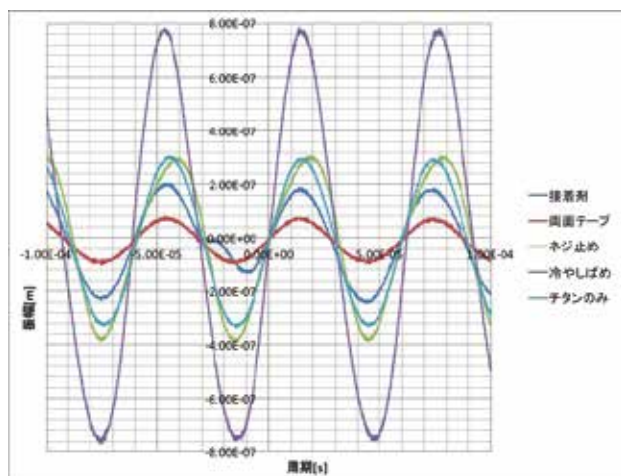


図3 超音波振動の周期と振幅

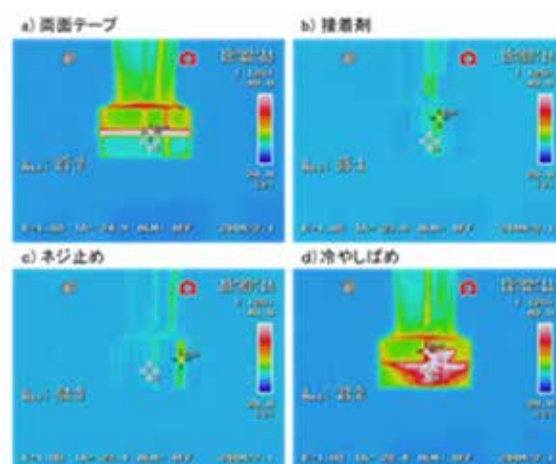


図4 赤外線サーモグラフィー画像

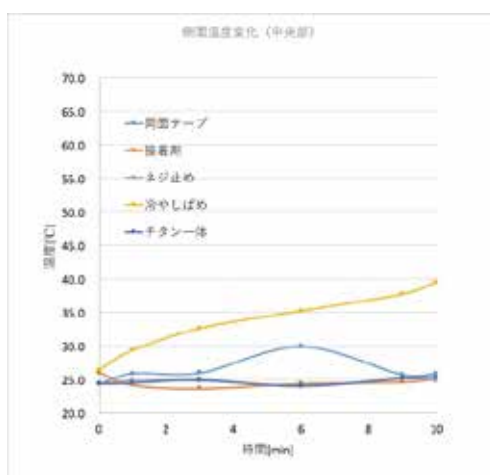


図5 図3クロス部分の表面温度

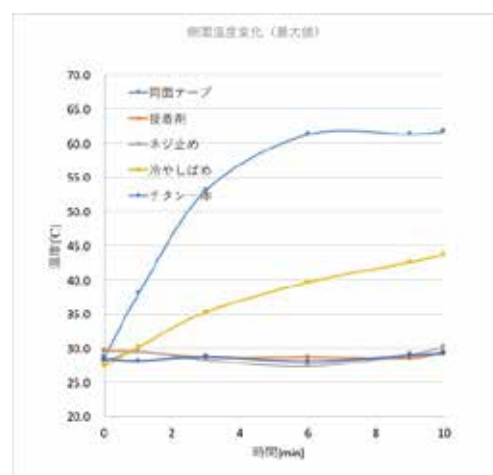


図6 側面観察時表面温度の最大値

図3から冷やしばめによる固定方法が他の固定方法に比べ振幅が大きいことがわかる。また、ネジ止めに関しては振幅のピークが他とずれているのが観察できる。

図5から両面テープと冷やしばめの場合、他の2つに比べ表面温度が上昇することがわかる。両面テープに関しては、これがアクリルフィルムを基材とする構造となっており、粘着層とアクリル層で振動エネルギーを吸収してしまうことに原因があると考えられる。また、冷やしばめに関しては、チタン合金と無酸素銅の接触面で摩擦熱が発生しているのが原因ではないかと考える。

図5、6からチタン合金で一体成形したものとほぼ同じ変化をしたのは、ネジ止めと接着剤による固定方法であった。

4. まとめ

今回の実験から、表面温度に関して高温になったのは、(両面テープ) < (冷やしばめ) < (ネジ止め) = (接着剤) = (チタン合金) の順となり、振幅に関して振幅が小さい順に、(両面テープ) < (接着剤) < (チタン合金) < (ネジ止め) < (冷やしばめ) となった。

今回の課題の場合、温度変化・振幅の大きさについてチタン合金で一体成形した挙動が理想的な状態だと考えられるので、その動きに近い接着剤による固定方法が有効であると考えられる。

今後の課題として、装置開発室で所有している超音波装置の関係上、周波数16kHz、振幅±1nmのみの実験となったが、実際の超音波ナノインプリント装置は、20、30、40、60kHz、振幅±1μmでの運用となるので、この条件での確認が不可欠である。

MgF₂ 非球面レンズの脆性要因の検証実験

近藤 聖彦

1. はじめに

超精密切削加工方法で製作した 3 個の MgF₂ 非球面レンズの表面を SEM で観察すると、すべてのレンズ中心付近において図 1 に示すようなプロペラ状の脆性面（マイクロクラック）が発生していた。この脆性要因が切り取り厚さの大小に関係するかについて確認をおこなうため、非球面レンズの仕上げ切削に使用している切り取り厚さ 13nm（切削面が延性になる条件）と粗切削に使用している切り取り厚さ 75nm（切削面が脆性になる条件）の切削条件を用いて、MgF₂ の円板（直径 20mm、厚さ 5mm）に切削実験をおこなった。

この結果、切り取り厚さ 75nm で切削した面を 13nm で切削するとその面の表面性状が脆性になる傾向があった。そこで、仕上げ切削前の表面性状が仕上げ切削面の表面性状に関係するかを確認するために、切り取り厚さ 13nm と 75nm で切削した面を切り取り厚さ 13nm で切削してその表面性状を評価することにした。また、円板の試料を使用するのではなく、非球面レンズの製作に使用する凸状球面レンズを試料に用いて切削して検証実験をおこなった。

2. 実験方法

図 2 に示すように球面レンズの中心から半径 2mm 程度の範囲において、単結晶ダイヤモンド工具を使用して球面の一部を平面に切削した後、工具を交換し、前工程の切削面を残すため、切込量 2 μ m で、試料を段形状に切削した。ここで、中心から 0.2-1.8mm の最初の段は、工具の切込み量を正確におこなうために切削した面である。

そして、仕上げ切削前の表面性状を変化させるため、1.65mm の位置から切り取り厚さ 75nm で切削を開始し、中心から 1mm の位置で切り取り厚さ 13nm に変更して 0.35mm まで切削することにより表面性状の異なる面を生成した。

その後、この切削した面を 0.55mm-1.45mm の範囲において切り取り厚さ 13nm で切削し、0.35mm-0.55mm の領域と 1.45mm-1.65mm の領域が残留するようにした。さらに 0.75mm-1.25mm の範囲を切り取り厚さ 13nm で切削することで、75nm の切り取り厚さで切削した面から 4 μ m 切り込んだ面の表面性状を確認できるようにした。

図 3 に実験時の切削の様子を示す。レンズ表面を赤く着色しているのは、レンズが透明であるため、その表面を薄く切削する本実験においては、切削の有無を目視判断することが難しいため、これを容易にする目的からである。

3. 実験結果

切削面の表面性状について光学顕微鏡を使用して観察をおこなった。図 4 に観察した切削面の表面性状を示す。試料の中心にプロペラマーク状の脆性面が観察され、その方向の切削面の表面性状について評価をおこなった。



図 1 レンズ中心付近の脆性面

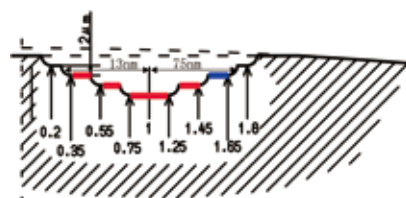


図 2 切削範囲の模式図

（赤線は切り取り厚さ 13nm で切削した面、青線は切り取り厚さ 75nm で切削した面）



図 3 検証実験の様子

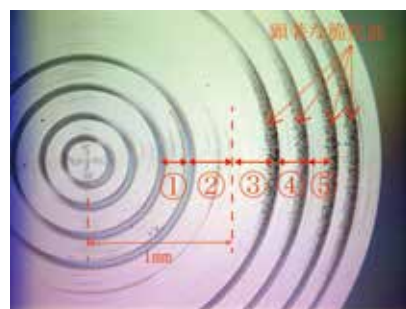


図 4 切削面の表面性状

実験前の予想においては、中心から 0.55mm 付近（図 4 の①）、0.75mm-1mm（図 4 の②）においては延性面が観察されると考察していたが、所々に黒い円弧（脆性面）が観察される結果となった。また、図 4 の③から⑤の面についても同じように脆性面が確認された。外周側の円弧状に黒く観察された 4 箇所の顕著な脆性部は、工具の切込み時の送り速度に起因している。なお、切削後の工具の状態については SEM で 5000 倍まで段階的に拡大して観察をおこない工具磨耗がないことを確認した。

4. まとめ

上記結果より、脆性面が発生する原因は仕上げ前の表面性状の状態に関係はなく、レンズ中心付近は周速度が遅くなることで切削工具に作用する負荷が増加し、脆性面が発生すると考えられる。ただし、これについては機械の性能によって結果が異なることも考えられるため、機械の微小振動、機械に送風される圧縮空気の温度などを高精度に制御できるように設計されている最新の超精密ナノ加工機を使用して比較検討することが今後の課題である。

マスクレス露光装置によるグレースケール露光の検討

高田 紀子

1. はじめに

マスクレス露光装置のグレースケール機能を用いて、三次元形状をもつレジストパターン¹の製作を試みたので報告する。

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製）」は、平成 25 年度、装置開発室に新しく導入されたリソグラフィ装置である（図 1）。DMD（Digital Micromirror Device）¹を用いた縮小投影露光を行うことで、フォトマスクを使わずに、直接基板上にレジストパターンを製作することができる。最小画素は $1\ \mu\text{m}$ でナノレベルの露光はできないが、露光速度が速く（通常ポジ型レジストを使用した場合 20mm 角基板で 10 分程度）、真空引きが不要など作業工程が手軽という特徴をもつ。さらにこの装置はグレースケール機能を有しており、ミラーごとに照射する光の強度（照射時間）を変えることでレジストを掘る深さを調整し（図 2）、三次元形状の製作が可能とされている。光の強度は 8bit 分解能、すなわち 256 階調で調整可能である。

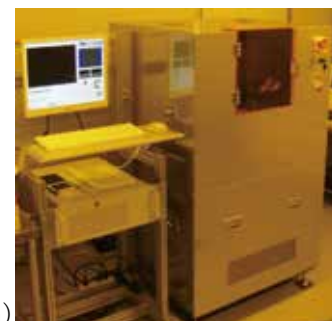
2. 円形マイクロ流路

グレースケール機能を用いて、断面形状が円形のマイクロ流路（以下、円形マイクロ流路）の製作を試みた。イメージ図を図 3 に示す。リソグラフィでは、通常光路に沿った形状が得られるため断面形状は四角形となり、また、レジストの厚さに応じた均一な深さのものしか製作することができない。図 3 に示した円形マイクロ流路の製作を試みることで、断面形状が円形で、さらに深さの異なる 2 つの点を試すことができると考えた。この 2 点が可能になれば、例えば流路内に突起を製作することによる混合の促進が期待できる。また、毛細血管のサイズがミクロンサイズであることから血管の研究にマイクロ流路を使用する例があるが、形状の面でより近いものの製作が可能になると考えられる。

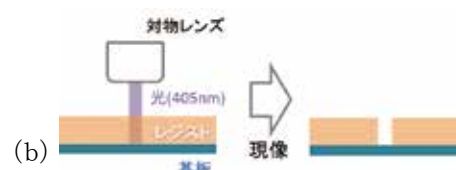
3. 製作工程

製作したマイクロ流路の図面を図 4 に示す。グレースケールの画像の作成の都合で、今回は、図 3 のような Y 字型の流路ではなく、十字型の流路を製作することにした。

製作工程を図 5 に示す。ガラス基板上に断面形状が凸型で半円のレジストパターンを製作し、PDMS（polydimethylsiloxane）樹脂で成型を行う。これを 2 個製作し、位置合わせ後、酸素プラズマ処理による接着を行うことで円形マイクロ流路を製作する。円の直径は $40\ \mu\text{m}$ と $30\ \mu\text{m}$ とした。ここではレジストパターンの製作について報告を行う。



(a)



(b)

図1 マスクレス露光装置

(a) DL-1000 の写真

(b) レジストパターン製作のイメージ図
光を照射した部分のみが現像液に溶解することでパターンを製作（ポジ型のレジストを使用した場合）

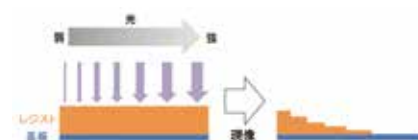


図2 グレースケール露光

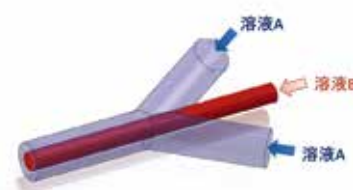


図3 円形マイクロ流路のイメージ図

¹ アメリカの Texas Instruments 社がプロジェクター用として開発したもので、 $13.7\ \mu\text{m}$ 角の大きさのミラーが 1024×768 個配置した構造をもつ。それぞれのミラーが独立して動くことで光の ON/OFF を制御する。

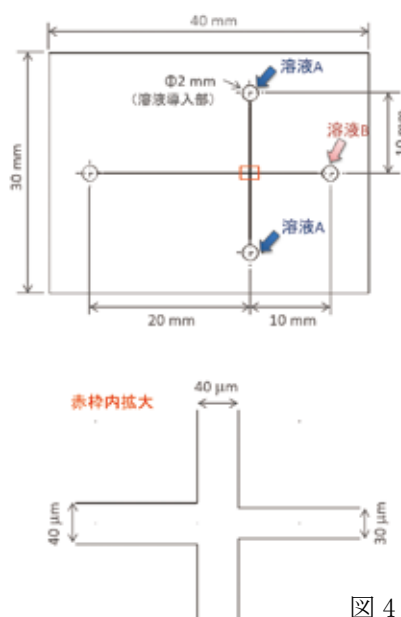


図4 円形マイクロ流路の図面

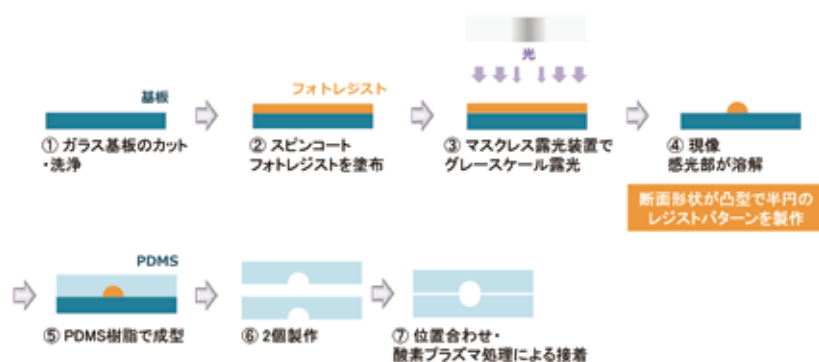


図5 製作工程

4. 実験内容と結果

レジストには、ポジ型であること、化学増幅型でないこと、厚さが $20 \sim 30 \mu\text{m}$ 塗布できることを選定基準とし、東京応化工業（株）の「PMER P-HA 1300PM」を使用した。

まず始めに、レジストを厚さ $20 \mu\text{m}$ になるように塗布した基板に対して、露光量を $10 \sim 800\text{mJ}$ の範囲で変更しながら露光を行い、現像後深さを測定することで、露光量と掘られたレジストの深さとの関係を二次関数で近似した（図6）。次に、掘りたい深さに応じた露光量を近似式より算出し、さらに、グレースケール（ $0 \sim 255$ ）に換算して作成したテキストファイルを、フリーソフト「ImageJ」を用いて、1ショット（ 1024×768 ピクセル）分のグレースケールのビットマップ画像に変換した。変換したビットマップ画像は、マスクレス露光装置オリジナルソフトを使って流路形状になるように配置し、露光を行った。

製作したレジストパターンについて、断面の顕微鏡画像（図7(a)）と流路の十字部分のSEM画像（図7(b)）を示す。図7(a)より断面形状がほぼ半円の形でできていること、また図7(b)では、寸法測定はしていないが、高さの異なるレジストパターンができていることが分かる。今後は、PDMSでの成型と位置合わせ、接着を行う予定である。

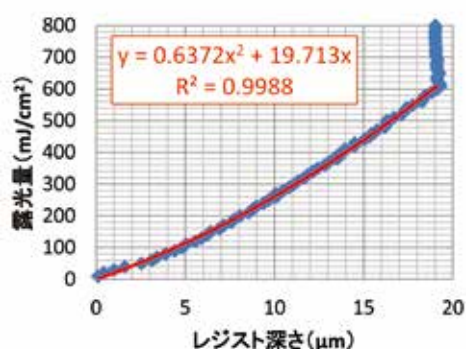
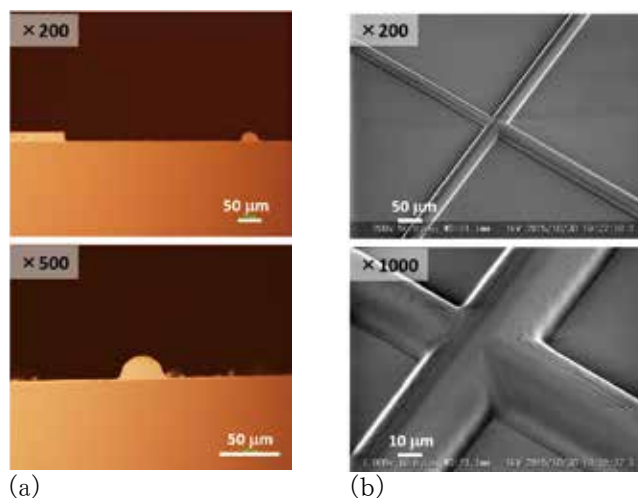


図6 露光量とレジスト深さの関係



(a) 断面の顕微鏡画像
(b) 十字部分のSEM画像

図7 円形マイクロ流路のレジストパターン

レジスト SU-8 のマスクレス露光装置による露光条件の検討

中野 路子

1. はじめに

SU-8 はエポキシ樹脂をベースにしたネガ型フォトレジストであり、薬品に対する高い耐性をもち、厚さ $5\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ の幅広い膜厚に調整できることから、マイクロ流路の製作などによく用いている。このレジストは、UV 光 ($350 \sim 400\text{nm}$) に感光性を持ち、i 線 365nm を最もよく吸収するため、通常はフォトマスクを製作し、マスクアライナーを用いて 365nm の光で露光している。しかし、マスクレス露光装置を用いて 405nm の LED で露光することができれば、パターンを直接描画することができるため、フォトマスクを製作する必要がなくなり、大幅に工程を減らすことができる (図 1)。そこで、マスクレス露光装置による SU-8 の露光条件の検討を行った。

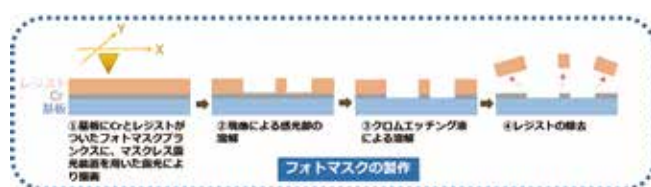
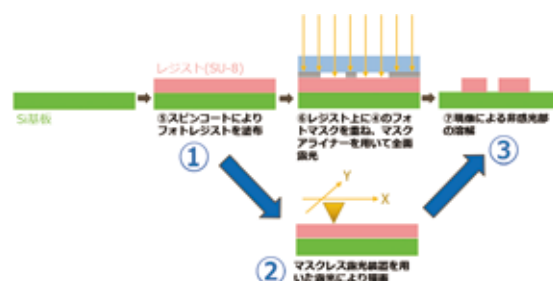


図 1 SU-8 でパターンを製作する工程
(マスクレス露光装置では、①②③の工程だけになる。)



2. SU-8 のマスクレス露光装置による露光条件の検討

今回基板には Si 基板を用い、レジストは厚み $50\ \mu\text{m}$ のパターンの製作を目的として SU-8 3025 を用いた。露光パターンは幅 $50\ \mu\text{m}$ の矩形とした。感光波長が適しているレジストをマスクレス露光装置を用いて露光する場合、 $100\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ 程度の露光量を用いるが、SU-8 の場合は 405nm の光の吸収率が悪いために $10000\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上の露光量が必要と言われている。そこで、まず最適な露光量を検討した。また、光のフォーカス位置によってレジストの形が影響を受けるため、フォーカス位置を基板表面、レジストの真ん中、レジスト表面の 3 段階で検討を行った。マスクレス露光装置では反射率が最も高い界面にオートフォーカスが合うため、今回のように Si 基板を用いた場合、オートフォーカス位置は基板表面になる。露光量とフォーカス位置の検討結果の顕微鏡画像を図 2 に示す。

露光量は $10000\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ ではパターンの線幅にムラがあり、露光量が不足していたため、露光量は $20000\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上必要であることが分かった。露光量が多くなるほどパターンの線幅も大きくなる傾向にあった。また、フォーカス位置はレジスト表面にずらす

フォーカス位置	露光量 (mJ/cm^2)		
	10000	20000	30000
offset: なし			
-0.025mm			
-0.050mm			

図 2 露光量およびフォーカス位置の検討結果の顕微鏡像
(対物レンズ: $\times 5$)

ほどパターンの端が丸みをおびており、テーパーが大きくなっていると考えられる。よって、フォーカス位置は基板表面が最適であった。

次に、20000 mJ/cm² で大きめのパターンを露光したところ、格子状の線が現れた(図3)。マスクレス露光装置では、1024 × 768 μmの長方形のショットごとに露光するため、ショット間のつなぎ目は隣り合ったショット2回分の露光の影響を受けることが原因と考えられる。つなぎ目部分の表面形状を3次元光学プロファイラシステムで確認したところ、0.2 μmほど盛り上がったラインが観察された。露光量が多いほどつなぎ目の盛り上がりは少なくなり、40000 mJ/cm² まで露光量を上げたところ、線はほとんどなくなった。40000 mJ/cm² で露光した際の線幅を3次元プロファイラで確認したところ、設計値 50 μmに対して、上部で 50 μm、下部で 59 μmの少しテーパーがついた形であった(図4)。

3. まとめ

Si 基板上にスピコートした SU-8 3025 にマスクレス露光装置で露光する最適な条件は、「露光量:40000 mJ/cm²、フォーカス位置: 基板表面」であった。露光量が多く必要ということは露光時間が長くなることを意味し、1024 × 768 μmのショットごとに露光するマスクレス露光装置の場合、露光する面積に乗じて長くなる。40000 mJ/cm² の条件では、1ショットの露光におよそ 35 秒必要なため、□ 20mm

の基板の全面に露光するには約 5 時間必要となる。1 晩で露光可能な大きさであれば、マスクレス露光装置でも十分露光が可能なが分かった。ただし、基板の種類や SU-8 の種類によって最適な条件は変われると思われるため、その都度条件検討は必要である。また、ショットごとのつなぎ目は多少残るため、それが気になるような場合や、露光に数日かかってしまうような大面積のパターン、複数枚必要なものなどは、フォトマスクを使用したほうがよい。今後は2つの方法をうまく活用し、効率的な製作を行ってきたい。

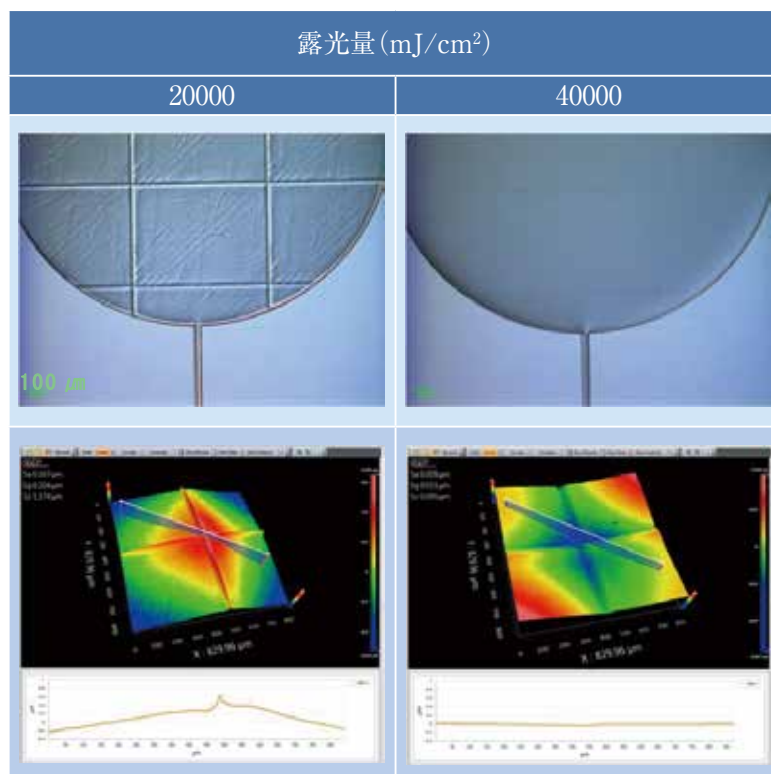


図3 露光量によるショット間のつなぎ目の観察

上：顕微鏡像（対物レンズ：× 5）

下：3次元光学プロファイラ（対物レンズ：× 10）

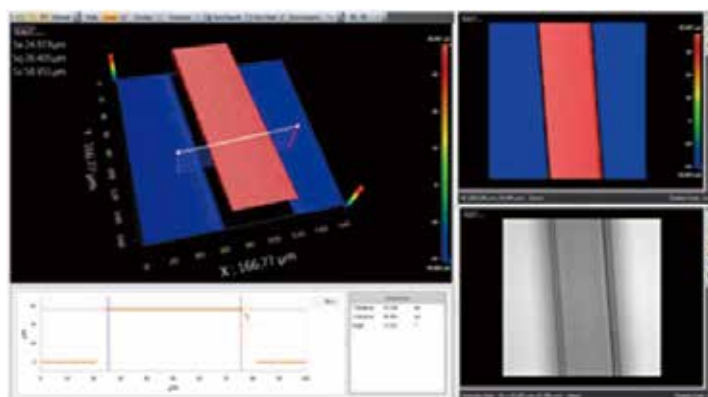


図4 40000 mJ/cm² で露光した際のパターンの形状 3次元光学プロファイラ（対物レンズ：× 50）

I²C バス制御ステップモータ・コントロール IC による位置制御

吉田 久史

1. はじめに

ステップモータの位置決め制御や速度制御をするための専用 IC が、幾つかの半導体メーカから提供されている。その多くはマイコンのシステム・バスを対象とするインターフェースであるために、外部バスを持たない機器組み込み用のワンチップ・マイコンでは簡単に利用することが難しい。ここで紹介する PCA9629 (NXP Semiconductors) は、2 線のシリアル通信方式である I²C バスを持つ 4 相ステップモータ用のコントローラ IC である。今回、この IC とワンチップ・マイコン PIC16F1936(Microchip)を用いて、ステップモータ・ドライバのためのステップパルス発生器を製作した。ステップモータの専用 IC を使うことで、位置決め(ステップ数)、速度制御(パルス周期)、起動時の加速運転、停止時の減速運転など高い機能を持つコントローラがソフトウェアの大きな負担を掛けることなく製作できた。

2. ステップモータ・コントロール IC について

PCA9629 は 4 相ステップモータを 3 種の(単相、2 相、1-2 相)励磁方式で駆動するための励磁パルス(OUT0 ~ OUT3)を出力する IC で、モータコイルを駆動するための高電流ドライバを付加すれば高い制御機能を持ったステップモータ・ドライバが構築できる。図 1 は PCA9629 の内部ブロック図である。プログラミング可能な機能としては、前述の 3 種の励磁方式に加え、ステップレート(344.8kpps ~ 0.3pps)、ステップ数(16 ビット)、回転数(16 ビット)、加減速制御、回転方向制御、モータの始動・停止などがある。プログラミングは、I²C バスでアクセスする 38 個のコントロール・

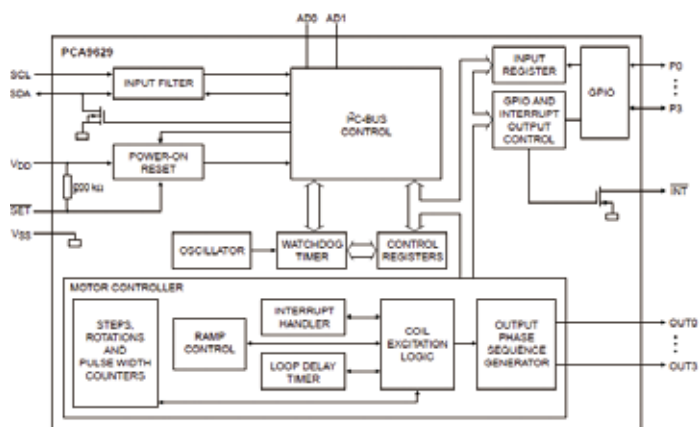


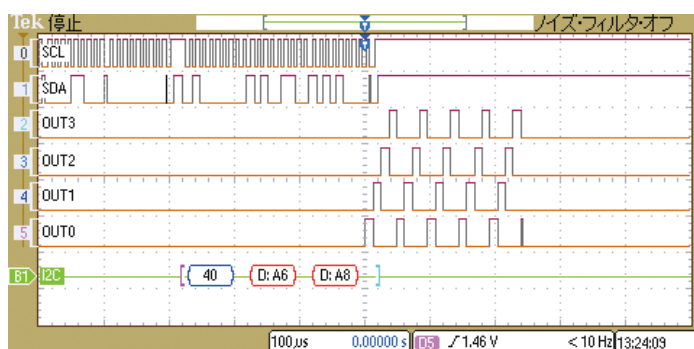
図 1.PCA9629 ブロック図

レジスタに必要なデータを書き込むことで行われるため、I²C 通信のマスター機能を持つデバイスが必要となる。また、PCA9629 はデジタル入出力ポートとして 4 ビットの GPIO(P0 ~ P3) を持つ。これらはマスク可能な割り込み入力端子として利用することも可能で、センサのロジックレベルを検出して割り込み信号を発生させることや、モータの停止や回転方向の逆転などモータの動作を制御することもプログラムできる。

3. ステップモータ・ドライバ用ステップパルス発生器

PCA9629 とワンチップ・マイコン PIC16F1936 を使用して、オリエンタルモータのステップモータ (PK523HPB-H100S) とドライバ・モジュール (CRD5107HPB) で構成した位置決め装置用のステップパルス発生器を製作した。ドライバの入力方式を 1 パルス入力方式に選ぶことで、パルス入力 (PLS) と回転方向入力 (DIR) の 2 つの信号線でステップモータを制御することになる。

図 2 は PCA9629 の I²C バスの信号線 (SCL, SDA) と励磁パルス出力 (OUT3 ~ OUT1) をオシロスコープで観測したものである。最下段

図 2.PCA9629 の I²C 信号線と出力パルスの波形

のデータは I²C バス上のデータを示し、マイコンからの回転指令を PCA9629 のモータ制御レジスタに送信した時のものである。回転指令を受信すると PCA9629 は各相に順番に励磁パルスを出力し、ステップ数分のパルスを送って停止する。(図は単相励磁方式、定速運転、ステップ数 = 20 での出力波形である。) ドライバ用のパルス入力 (PLS) は、この出力の 1 ビットを利用することにした。このことで、ステップ数はレジスタに設定する値の 4 分の 1 にパルス周期はパルス幅の 4 倍になる。従って、設定できる最大ステップ数は $65,535 \times 1/4 = 16,383$ に、最小パルス周期は $3 \times 4 = 12\mu\text{S}$ (ステップレート約 83kpps) となる。

PCA9629 のモータ制御レジスタは、モータの回転方向や動作タイプを設定すると共にモータの始動 / 停止を制御するためのレジスタである。さらに、このレジスタの MSB はモータの動作状態 (始動 : 1、停止 : 0) を示すステータス・フラグに割り当てられ、このビットを調べることで 1 回のモータの動作が終了したことを知ることができる。

モータの回転方向を指定する DIR 信号は、PCA9629 の GPIO の 1 ビットを割り当てた。マイコンは I²C バスを通してこのビットの設定を行い、その後モータ制御レジスタを使ってモータの始動と動作終了の判定を行う。

4. PCA9629 による加減速運転

PCA9629 の加減速運転動作は、①ランプコントロール・レジスタと②ステップパルス幅・レジスタの 2 つのレジスタによって制御される。加速 (減速) 運転機能が有効の場合、②のプリスケール値で決まる最大 (最小) パルス幅から最小 (最大) パルス幅までの範囲で、励磁パルスの出力毎にパルス幅を減少 (増加) させながら最終速度に至るまで加速 (減速) をする。この時、パルスの減少 (増加) 幅は、①に設定した最小パルス幅に②のランプステップ増倍率を乗じた値となる。これらの制御は全て PCA9629 のハードウェアが行うため、マイコンは定速運転と同様にパラメータを設定するだけである。但し、加減速運転での注意点は、この間 (加減速時) に出力されるステップパルスがステップ数にカウントされないことである。これは正確な位置制御をする際に問題となる。幸い、前述のレジスタに設定したパラメータを使ってこの間のパルス数を求めることができるので、ステップ数レジスタにはその数を減じた値を設定するよう処理をした。また、ステップ数がこのパルス数に満たない場合は、自動で定速運転に切り替える処理もプログラムに加えた。

5. おわりに

位置決め装置には 2 台のステップモータによる 2 軸の制御が必要となった。PCA9629 は I²C バスの特長として増設が大変容易で、2 本のバス信号線にデバイスを並列に接続しそれぞれに固有のスレーブアドレスを割り振るだけで良い。製作したステップパルス発生器の回路基板を図 3 に示す。左上にある 2 個の 16-pin TSSOP パッケージが PCA9629 で、PIC マイコンは 28-pin DIP パッケージを使って基板の裏側に設置してある。図 4 は、図 3 の基板を電源および 2 台のステップモータ・ドライバと共に筐体の実装した様子である。下段中央の基板はユーザ・インターフェース用の回路で、フロントパネルに取り付けたスイッチの状態を読み取りステップパルス発生器に値を転送するためのものである。この間の通信にも I²C バスを採用した。

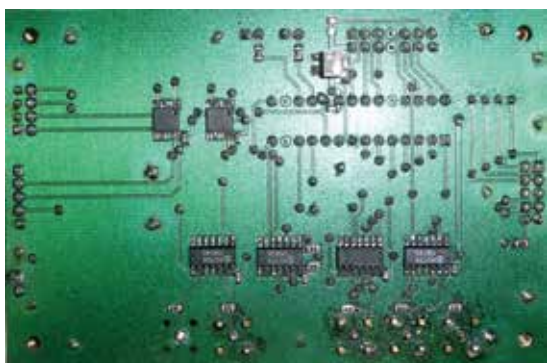


図 3. ステップパルス発生器の基板



図 4. 製作した 2 軸位置決め装置

CPLD と ARM マイコンを用いた TTL ダブルパルサーの開発

豊田 朋範

1. はじめに

分子にレーザーを照射して反応過程を調べる際には、パルスレーザーに同期した所定のディレイと時間幅を持つディレイパルスで測定系のゲートを瞬間的に開帳する手法が用いられる。対象分子が巨大化すると反応までに時間を要する一方、必要な信号のみ測定系に取り込むためには、長時間のディレイを時間的に安定にすることが求められる。

今回、生成したディレイパルスとトリガパルスとの論理和演算を CPLD で、インターフェースを ARM マイコンで構築した TTL ダブルパルサーを開発した。

2. 回路構成

本装置のブロック図を図 1 に、主な仕様を表 1 に示す。

トリガパルスに同期したディレイパルスの生成は CPLD (Altera 社 EPM570T100C5N) が担当し、10MHz 水晶発振器を基にディレイ時間を計測する 31bit カウンタ 1 とパルス幅を計測する 31bit カウンタ 2、並びにマイコンからディレイ時間とパルス幅のデータを受信するシフトレジスタ 2 つで構成される。

トリガパルスが入力されると、CPLD はディレイパルスを 'L' レベルにして、31bit カウンタ 1 でディレイ時間を計測する。次にディレイパルスを 'H' レベルにして 31bit カウンタ 2 でパルス幅を計測することを

繰り返す。最後に、生成したディレイパルス単体と、トリガパルスとの論理和をそれぞれ 3.3V → 5V のレベル変換を行って出力する。

ディレイパルスのディレイ時間とパルス幅の設定機構と CPLD への送信、並びにインターフェースは ARM マイコン (NXP 社 LPC1114FBD48/302) が担当する。

ディレイ時間やパルス幅を調整すると、マイコンはそれらを 31bit の 2 進数に変換し、CPLD に送信する。通信は独自仕様であり、シリアルデータと取り込み用クロック、並びにロードの 3 ビットで行う。また、調整するたびに EEPROM (Microchip 社 24LC64) にディレイ時間とパルス幅のデータを書き込む。この通信方式は I²C (Inter IC) である。再度電源を ON すると、電源を OFF する前の設定値を読み込んで再現する。

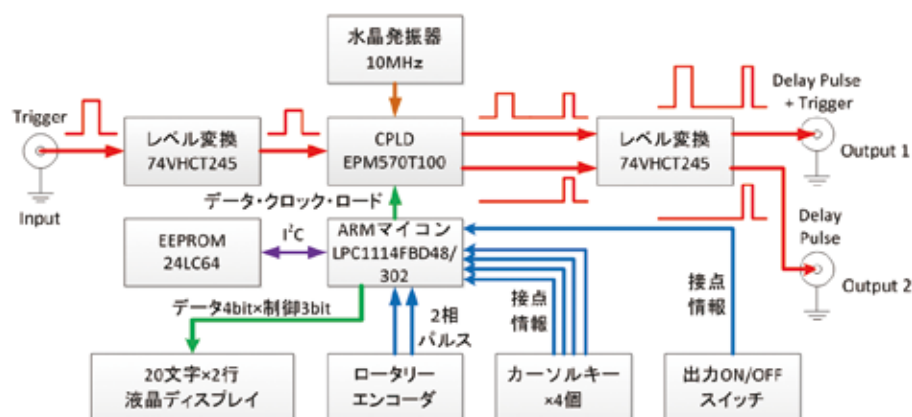


図 1：開発した TTL ダブルパルサーのブロック図

表 1：開発した TTL ダブルパルサーの主な仕様

トリガ入力	TTL レベル, 1kHz(typ.)
出力 1	ディレイ: 500 μ s ~ 2sec パルス幅: 1 μ s ~ 200 μ s 分解能: 100ns
出力 2	トリガ信号と出力 1 の論理和
出力の ON/OFF	任意のタイミングで可
メモリ機能	出力 1 の設定を 1 組 EEPROM に保存

3. ディレイパルス生成回路の CPLD への実装トラブルと対処

開発中、動作開始から間もなくディレイパルス生成回路が動作を停止し、電源を再度 ON するまでまったく動作しない現象にたびたび見舞われた。この原因として、(1) イリーガルステートの存在 (2) カウンタのキャリー伝搬におけるタイミング条件違反の 2 点を推測した。

VHDL でステートマシンを記述する際、異常なステート (イリーガルステート) に入った際に when others 節で脱出する記述を行うことはよく知られている (図 2 赤枠内)。一方、ステートマシンは n ビットカウンタに変換されるため、 2^n 個のステートが存在する。たとえば図 2 の 1 行目では使用するステートを 5 個宣言しているが、このステートは 3bit カウンタに変換されるので、 $2^3=8$ 個のステートが存在する。そこで、ステートが 2^n 個になるよう、イリーガルステートを明示する記述にした (赤文字部分)1)。これにより、ディレイパルス生成回路が停止することはなくなった。

次のトラブル事象として、偶にディレイパルスが欠落する症状が見受けられた。図 3 は、ディレイカウンタの計測終了を示すキャリーのタイミングを示したものである。当初、クロックの立ち上がりで 1 周期分のキャリーを生成し、次のクロックの立ち上がりで後段の回路がキャリーを受けて動作を開始するようにしていた。しかし、内部配線の伸長による伝搬遅延の増大などの要因によって、後段の回路から見てキャリーがタイミング条件違反を起こしやすい設計であったために、正常にキャリーを伝搬できない場合があると推測した (図 3 中段)。

そこで、キャリーを SR フリップフロップで生成するように記述し、後段の回路がクロックの立ち上がりで確実にキャリーを捉えるようにした (図 3 下側)。これにより、ディレイパルスが欠落することなく、正常に生成し続けるようになった。

```
type STATE is (INIT1, WAITTRIG1, WAITTRIG2, GODELAY,
GOWIDTH, BAD1, BAD2, BAD3);
signal NOW_STATE, NEXT_STATE : STATE := INIT1;
...
process (NOW_STATE)
case NOW_STATE is
when INIT1 =>
NEXT_STATE <= WAITTRIG1;
when WAITTRIG1 =>
NEXT_STATE <= WAITTRIG2;
when WAITTRIG2 =>
NEXT_STATE <= GODELAY;
when GODELAY =>
NEXT_STATE <= GOWIDTH;
when GOWIDTH =>
NEXT_STATE <= WAITTRIG1;
when others =>
NEXT_STATE <= INIT1;
end case;
end process;
```

2ⁿ個のステートになるようにイリーガルステートを記述する

教科書などにある記述

図 2 : イリーガルステートを明示した VHDL ソースの例

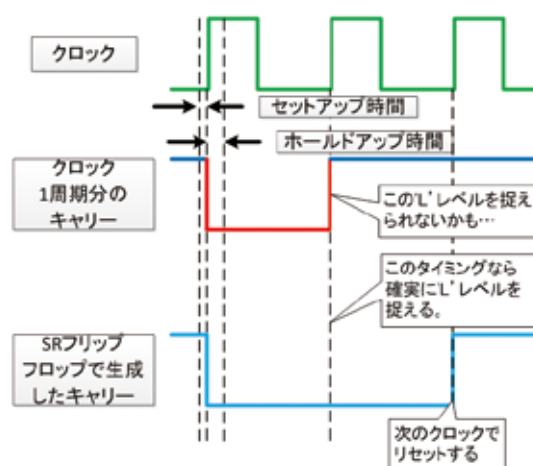


図 3 : キャリー伝搬におけるタイミング条件違反の発生と対策

4. まとめ

CPLD と ARM マイコンで TTL ダブルパルサーを開発した。CPLD がロジック、ARM マイコンがインターフェースを担当することで、市販機器に近い操作性と長大かつ精密な時間計測を行う同期回路を両立することが出来た。

VHDL によるデジタル回路記述に取り組んで 10 年以上が経過したが、仕様が複雑化・多様化するに伴い、教科書的な記述だけでは解決できないトラブルが増加している。意図した回路構成により近づけるためには、コンパイラに対する回路構成の明示や同期式回路の徹底などを行う必要があることが分かった。今後は技術研究会などを通じて、他機関の技術職員とこのようなトラブル対策のノウハウの蓄積や共有を進めていきたい。

5. 参考・引用文献

- 1) 「テクニカルノート 超安定回路の設計」株式会社エルセナ, 2006 年 4 月, p42 ~ 43

装置開発室リニューアルオープン

青山 正樹

装置開発室のメインオフィスを 210 室に移動しました。これまで機械工作職員と回路工作職員が別々だった居室を一室にし、工作依頼の際にユーザーがどこに依頼に行ったらよいかわからない迷うことの無いよう、機械工作と回路工作の窓口を一つにしました。明るく開放的な部屋で受付カウンター横には打ち合わせのできるスペースもありますので気楽にお立ち寄りください。また SEM や測定顕微鏡などは化学試料棟リソグラフィ設備横のクリーンブース内に移動しました。これまでよりも良い環境で測定・観察ができますので是非ご利用ください。



分子科学研究所一般公開 2015

青山 正樹

平成 27 年 10 月 17 日に分子科学研究所一般公開 2015 が開催されました。装置開発室からは「作ろう♪オリジナルプレート！～基板加工&ガラスエッチング体験～」と題して、回路製作で使用している基板加工機やガラスエッチング技術を使ったプレートづくりを体験してもらいました。ガラスエッチング体験では、参加者がマスキングペンで自由に絵や文字を描いたスライドガラスに、ウェットエッチングを行いました。エッチング液を除去すると次第に浮き上がる絵を、小さなお子様から年配の方まで多くの方に楽しんでいただきました。



微細加工に関する技術サロンの会

高田 紀子

今年は 3 月、11 月と 2 回「微細加工に関する技術サロンの会」を開催し、リソグラフィだけでなく、超精密加工や 3D プリンタなど、幅広い内容での技術交流を行った。

【平成 27 年 3 月 19、20 日】 「<u>微細加工技術を用いた X 線光学素子開発</u>」 竹中 久貴（(株)トヤマ） 「<u>フッ素プラズマエッチングによる SiC の微細加工</u>」 松谷 晃宏（東京工業大学） 「<u>分子線エビタキシーによる薄膜作製に関して</u>」 赤堀 誠志（北陸先端科学技術大学院大学） 「<u>阪大産研ナノ加工室の紹介</u>」 桐原 昇一（大阪大学） 「<u>イメージリバーサルフォトリソを用いた SiN メンブレンへのパターニング</u>」 高田 紀子（分子科学研究所） 「<u>阪大産研試作室の紹介</u>」 松下 雄貴（大阪大学） 「<u>導入した成形機によるガラス成形の検討</u>」 笠 晴也（北海道大学） 「<u>溶液プロセスを用いた SiC 薄膜の評価</u>」 村上 達也（北陸先端科学技術大学院大学） 「<u>レーザー露光装置における露光状態の改善について</u>」 斎藤 清範（名古屋大学）	【平成 27 年 11 月 24、25 日】 「<u>超精密切削加工の裏面と今後</u>」 天野 啓（東芝機械（株）） 「<u>単一細胞分離用プレートの開発</u>」 松谷 晃宏（東京工業大学） 「<u>微小液滴配列の開発</u>」 藤原 昇一（大阪大学） 「<u>マスクレス露光装置によるグレースケール露光の検討</u>」 高田 紀子（分子科学研究所） 「<u>コルゲートホーンアレイの作製について</u>」 三ツ井 健司（国立天文台） 「<u>民間企業交流発表（自動車部品）</u>」 民間企業（自動車部品関連企業） 「<u>MnAs/InAs/GaAs(111)B の分子線エビタキシャル成長・微細加工・評価</u>」 赤堀 誠志（北陸先端科学技術大学院大学） 「<u>超硬合金基板の微細加工</u>」 笠 晴也（北海道大学） 「<u>白金のエッチング条件の検討</u>」 中野 路子（分子科学研究所） 「<u>金属ナノ粒子の相変化を利用した TEM 内ナノスケール温度分布測定</u>」 生田 竜也（九州大学） 「<u>3D プリンタ造形物の精度及び強度測定</u>」 叶 啓生（名古屋大学） 「<u>環境セルアライメント装置の開発</u>」 武井 将志（北海道大学）
---	---

出張報告—平成 27 年度山形大学機器・分析技術研究会

豊田 朋範

2015 年 9 月 10 日～11 日に開催された平成 27 年度山形大学機器・分析技術研究会に参加し、「ARM マイコンを用いた簡易 LCR メータの開発」なる題目で口頭発表を行った。

機器・分析業務に携わる技術職員が中心であることを念頭に置いて、マイコンやインピーダンスの概要を含め、「マイコンという小さな IC を中心にして現場の需要に即した機器を開発した」という内容にした。

結果、マイコンの使い方や制御方法を中心に複数の質問を受ける一方、インピーダンスの計測には印加する周波数を高くする方が良いなど、機器・分析ならではの意見や見解を得られた。分野を超えた技術職員との交流の重要性を改めて認識した。



筆者の口頭発表の様子

ナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラム（スパッタ）

高田 紀子

平成 27 年 10 月 19 日～23 日の 5 日間、名古屋大学で、「RF スパッタ装置による窒化ニオブ（以下、NbN）超伝導薄膜の成膜を目的とした条件検討」をテーマとした研修を、中野路子技術職員と共に受講した。NbN 超伝導薄膜の成膜は分子科学研究所内外から要望があるもので、今年度装置開発室で新しく導入した RF スパッタ装置を使って成膜したい材料の一つである。ニオブをターゲットに、アルゴンと窒素の混合ガス中で成膜を行う反応性スパッタが多く利用されている。今回の研修では、成膜時における RF パワーと圧力、窒素分圧をパラメーターとして条件検討を行い、段差計による膜厚測定と薄膜 X 線回折による結晶構造の同定を行った。薄膜 X 線回折の結果、圧力が 4Pa 以上の時に NbN(200) のピークを同定することができた。今後は、装置開発室で有するスパッタ装置を使って、NbN 超伝導薄膜成膜のための条件検討を行う予定である。



図 1 使用した RF スパッタ装置
SPUTTERING SYSTEM
HSR-552（島津製作所）

ナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラムへの参加

中野 路子

大阪大学のナノテクノロジー設備供用拠点において、平成 26 年 1 月 19 日～22 日の 4 日間、「ITO 薄膜に微小電極作製」というテーマの研修を受けさせていただきました。主な内容は、電子ビームリソグラフィによる $1\mu\text{m}$ 以下の微細パターンの製作、パルスレーザーデポジション（PLD）法による ITO 薄膜（透明導電膜）の成膜、RF スパッタによる Au の成膜、の 3 つです。装置開発室では所有していない装置を実際に使用することで、必要な時間や難しさ、具体的にどのようなことができるのかを実感することができました。



シリコン基板上に製作した
Au の電極パターン

第 2 回仁木工芸株式会社技術研修報告

近藤 聖彦

2015 年 2 月 2 日～6 日において神奈川県横浜市に技術開発センターが所在する仁木工芸株式会社で 2 回目の技術研修を受けた。

主な研修内容は、1) 4K 冷凍機の組立て方法、2) 冷凍機を固定する架台の組立て方法、3) 希釈冷凍機の修理方法、4) 1.8K 冷凍機の修理方法、についてである。この研修により、冷凍機の仕組み、修理方法についての知識を深められたことは、今後の低温技術に関する設計・製作に役立てることができる。

榎山工業工場見学

青山 正樹

2015 年 5 月 21 日にドライ真空ポンプのメーカーである榎山工業株式会社に工場見学に行った。榎山工業製の NEODRY ポンプは、スパッタ装置やプラズマクリーナーなどの粗排気用ポンプとして、クリーンルーム内で装置開発室でも使用している。オイルを使用しないドライポンプで、多段ルーツローターが非常にわずかなクリアランスで、非接触で回転する真空ポンプである。そのため高い工作精度と組み立て技術が必要とされる。組み立てラインでは、作業員一人一人が部品を丁寧にいたわるように組み立てていく姿に、忘れがちなものづくりの原点を改めて気づかされた。



新規導入「小型 2 源 RF スパッタ装置」の紹介

高田 紀子

平成 27 年 9 月に、装置開発室に新しく「小型 2 源 RF スパッタ装置（クライオバック製）」が導入された。スパッタ装置は、スパッタリング法¹を用いて、基板上に厚さ数 10 ～ 数 100nm の薄膜を製作するために使用する装置である。フォトリソグラフィ技術と組み合わせることで、金属等で微細パターンを製作することが可能である。

【仕様と特徴】

装置の写真と仕様をそれぞれ図 1 と表 1 に示す。装置の特徴は下記の通りである。

◎ 基板を下側に、ターゲットを上側に配置するデポダウン式であるため、基板の大きさや形状ごとに固定するためのホルダーを必要としない。

◎ ターゲットを 2 基設置可能で、積層膜の成膜を行うことができる（RF 電源を切り替えて使用するため同時成膜はできない）。ターゲットの種類は現在金とニオブが使用可能で、今後チタンと ITO を導入予定である。RF 電源のため絶縁膜の成膜も可能（要相談）。

◎ 2 系のガス導入系（Ar, N₂）を備え、窒化物の成膜等反応性スパッタが可能。

◎ 基板側にも RF の印可が可能のため、基板をスパッタすることによる基板クリーニングが可能。

◎ 一度の成膜に要する時間は 30 分から 1 時間程度（ベース真空度 10⁻⁴Pa で行った場合）



図 1 小型 2 源 RF スパッタ装置
（クライオバック製）

表 1 スパッタ装置の仕様

RF電源	300W
ターゲットサイズ	φ3インチ×2基
基板ステージサイズ	φ120mm
基板加熱温度	600℃ max 灼熱有効範囲: φ3インチ内 温度分布: φ3インチ内で200℃±10℃
膜厚分布	φ45mm内で±10%程度
スパッタリング方式	マグネトロン
ガス導入系	2系統 (Ar, N ₂)
到達真空度	10 ⁻⁵ Pa

【製作例】

マスクレス露光装置によるレジストパターンニングと組み合わせることで、成膜材料でマイクロレベルのパターンを製作することができる。製作例を図 2 に示す。これは、膜厚分布の確認を目的として、φ 4 インチのシリコンウェハ上にニオブでパターンニングしたもので、最少線幅が 20 μm、膜厚(中心部分)が 145nm である。

【装置の利用について】

分子科学研究所内外から利用が可能です。ご利用、ご相談の際は、高田（takada@ims.ac.jp）、中野（michiko@ims.ac.jp）までご連絡ください。

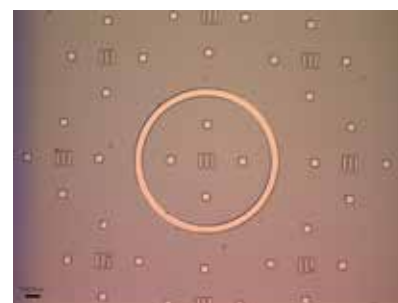


図 2 ニオブによるパターンニング

¹ 真空チャンバー内に基板とターゲット（成膜したい材料）を配置し、その間にアルゴン（Ar）ガスの導入と電圧の印可を行うことで、Ar がイオン化され高速でターゲットに衝突する。衝突した Ar イオンによりターゲットの構成原子がはじき飛ばされ、基板上に付着することで薄膜を形成する手法のこと。

プリント基板加工機の更新

吉田 久史

今年3月、導入から15年余りフル稼働していたプリント基板加工機の更新を行いました。新しい加工機は Accurate CNC 製の A427(図1)という機種で、旧加工機に比べ①スピンドルモーターの回転速度が上がりより高精細な加工ができること、②ツール交換が自動化されたこと、③ビデオカメラによる位置合わせや加工状態の確認ができること、④Z軸(切削深さ方向)の数値制御が可能になったこと、⑤加工速度が向上したことなどが特徴として挙げられます。また、ソフトウェアに関しては、加工データを生成するためにガーバーフォーマットなどCADが出力する設計データをインポートする点は変わりませんが、Wordで作成したテキストなど任意のアプリケーションからのベクトル情報もインポートすることが可能になりました。さらに、基板加工機の制御が、工作機械等で使用されるNCコードのプログラム(テキスト形式)になったことで、適当なシミュレータを用いて工具軌道を表示させることや、ユーザーが修正を加えたデータで加工することも可能となりました。

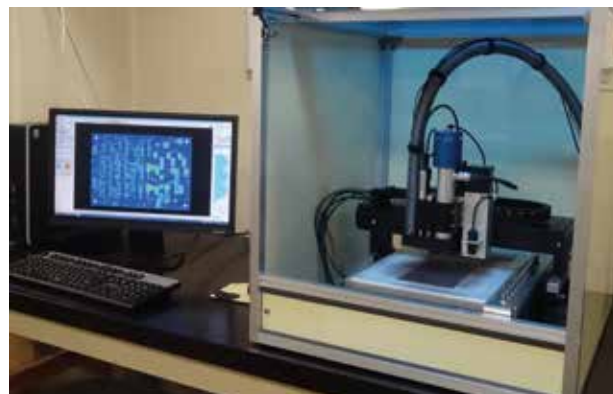


図1. プリント基板加工機の外観

主な特徴	◎ミクロン(μm)レベルの加工位置決め精度 ◎高周波基板・微小線間加工に最適な高速10万回転スピンドル・モーター ◎高精度で簡単な表裏位置合わせ(カメラ) ◎無人運転も可能な自動工具交換(12個のツールホルダ) ◎微小径工具も高速加工 ◎切削深さ自動調整 ◎切削面検出リアルタイムフィードバック制御
加工範囲(X,Y,Z)	304 × 229 × 33mm
繰り返し位置精度	1.5 μm
最小トラックサイズ	0.1mm
最小ギャップサイズ	0.1mm
ドリル加工速度	最大180個/分
移動速度(X,Y,Z)	最大102mm/s

表1. A427仕様

3D プリンタを使用した分子模型の造形

近藤 聖彦

今年度の所長奨励研究費において、3 部署（UVSOR の手島氏、計算科学研究センターの澤氏、長屋氏、装置開発室の中野氏）から 3D プリンタに関する各々の内容で申請があった。そこで、技術課で取りまとめて、3D プリンタに関する活動を行うことになり、共通テーマとして所内で要望のある分子模型を造形することになった。しかし、3D プリンタを使用した経験がなく、どのような機種が分子模型の造形に適しているのかわからないこともあったため、図 1 に示す澤氏が昨年度の所長奨励研究費で購入した「Bonsai-Dual」を教材として使用することにした。このプリンタは、ノズルから線状に射出される溶融した樹脂を積み重ねて造形する熱溶解積層方式の機種で ABS、PLA などの樹脂を使用することができる。また、ノズルを 2 つ装備しているため、2 種類の樹脂を使用できるという特徴がある。さらに、樹脂を使用して造形できるので、機械的強度、柔軟性がある造形物を作製することができ、手に取って分子構造などの仕組みを理解する目的にも適している。

はじめに、3D プリンタの操作方法、3D プリンタ用のデータ作成、3D プリンタの仕組みなどの勉強もかねて、図 2 に示すリボン形状のデータをフリーのソフトを使用して作成し、この形状を造形することから開始した。開始時は、これを全く造形することができない状況であったが、メンバー同士で試行錯誤を繰り返すことにより図 3 に示すような手のひらサイズの造形物を作製することができるようになった。この他にも、図 4 に示すような複雑な形状のタンパク質の分子模型の造形にも成功した。

このように分子模型が造形できるようになると、さらに大きいサイズの分子模型の造形、その表面の滑らかさが望まれるようになり、これらを満足する 3D プリンタが必要となった。

そこで、様々なプリンタを評価するために受託造形依頼、展示会参加などで様々な情報を収集し、予算も考慮して図 5 に示す L-DEVO（M2030）と呼ばれる熱溶解積層方式の 3D プリンタを新しく購入した。表 1 にこのプリンタの主な仕様を示す。最大造形寸法については、Bonsai と体積比で比較すると約 6 倍程度大

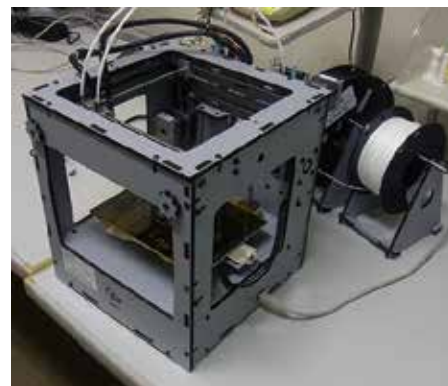


図 1 Bonsai-Dual の外観



図 2 リボン形状



図 3 最初に 3D 造形した模型



図 4 複雑な形状の分子模型

きい造形物を作製することができる。また、造形サンプルも非常に滑らかな仕上がりになっており、非常に期待がもてる機種である。今後は、これを使用してこれまでに培ってきたノウハウを活用しつつ、複雑かつ大きな形状の分子模型を造形する予定である。



図 5 新規購入した3D プリンタ

表 1 L-DEVO の主な仕様

本体サイズ	360mm×360mm×540mm
本体重量	18kg
ノズル直径	0.4mm
フィラメント直径	1.75mm
積層ピッチ	0.05-0.3mm
最大造形寸法	200 (W) × 200 (D) × 300 (H)
最大プリント速度	100mm/s
消費電力	350W

15B10 IMS チャンバー横置き加工

既存の超高真空チャンバーを光電子観測実験用に改造

15B18 リークポート修正

実験内容の変更にともない超高真空チャンバーにリークポート等の追加改造を行った

15E01 MBEホルダー

放射光実験用モリブデン製サンプルホルダー
高温加熱に耐えるよう素材にモリブデンを使用

15E10 回転セル用試料スポット装置

窒素パージボックス内に連続光照射用回転セル(写真右)を横向きに配置し、回転基板上に試料をスポット塗布する機構

15E17 超高真空用チャンバー改造加工

装置開発室の所有する大型万能フライス盤を活用することで、高精度な改造要求にも対応

15G01 Mo サンプルホルダー

放射光実験用サンプルホルダー
通常測定用の無酸素銅製と高温対応のモリブデン製を製作

15G02 薄膜サンプルホルダー



トランスファー機構用の各種サンプルホルダーを製作

15G13 1/2" 球形結晶ホルダー



結晶を1/2"の球体中央に固定し球体ごと自由な角度に調整できるホルダー
温度調整用ヒーターと熱電対の組込みも可能
(写真の球はダミー)

15H10 温度可変液体セルホルダー



サブテラヘルツ時間領域分光装置で使用する液体セルを加熱冷却するためのホルダー

15I02 DA-30 サンプルホルダー



トランスファー機構用の各種サンプルホルダーを製作

15K25 LEED シールド筒



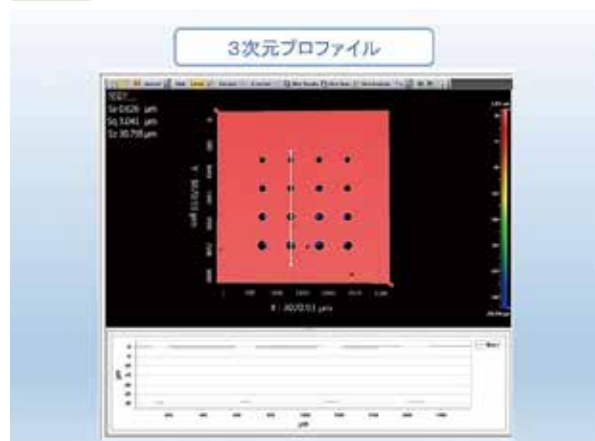
直径φ142.1ミリ、肉厚t0.7ミリ、全長127.5ミリ、無酸素銅製
切削加工による高精度製作、板材の曲げ加工では困難な極小スペースへの組込みを実現

15L04 放電管用水冷ジャケット



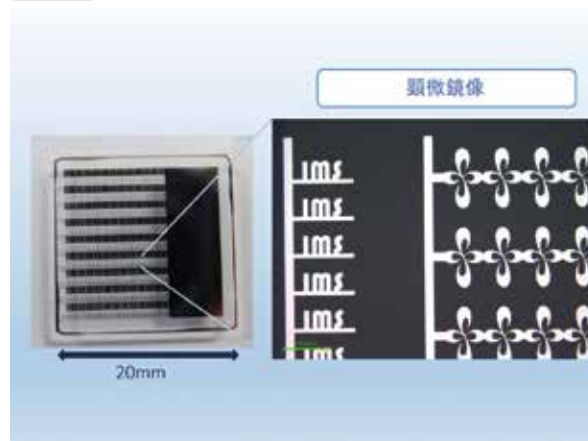
真空槽内のガラス製放電管冷却用水冷ジャケットを設計製作（施設利用 電通大）

15A13 diSPIM 観察用石英基板



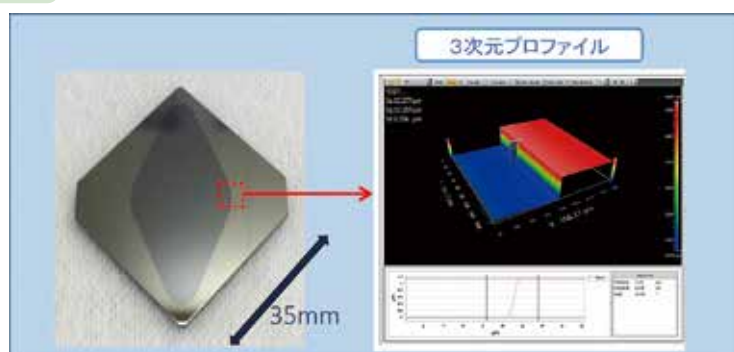
マウスの受精卵を蛍光顕微鏡でライブイメージする際に使用する固定用ホルダー。ウェットエッチングを用いて、石英ガラス基板上に ϕ 数 $10\ \mu\text{m}$ 、深さ $20\ \mu\text{m}$ のウェル（円形のくぼみ）を製作した。

15C18 ナノワイヤー成長用基板



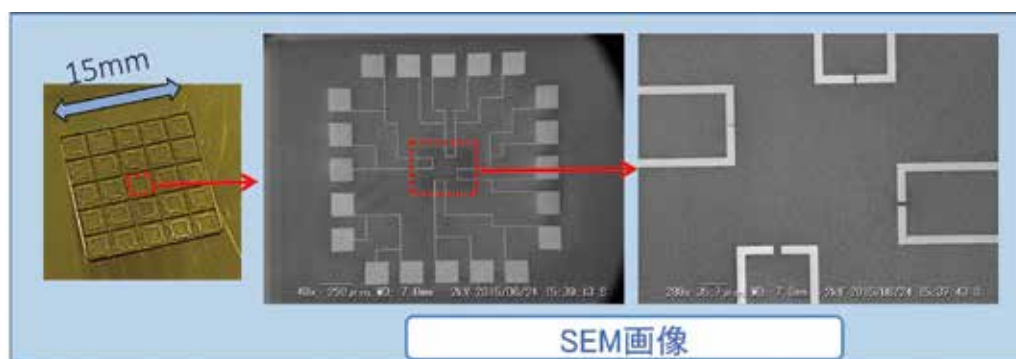
有機結晶を成長させるための白金電極として、 $\square$ 20mm のテンパックスガラス基板上に分子研のロゴマークや IMS の文字をつなげたパターンを製作した。

15D05 温度可変遠赤外吸収セル



温度変化による水の遠赤外スペクトルを測定するために使用するシリコン製液体セル。シリコン基板上に、スパッタで厚さ $1\ \mu\text{m}$ のクロムを成膜することで、深さ $1\ \mu\text{m}$ の流路を製作した。

15F16 超伝導 FET 用基板

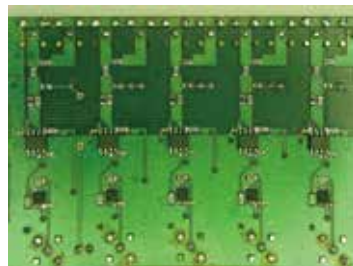


新規有機物の電気特性を調べるための金属パターン。基板には、 $\square$ 15mm の SrTiO_3 (STO) (t :0.5mm) に対して絶縁膜 Al_2O_3 (t :30nm) を ALD 成膜したもの、パターンの材質には金を用いた。パターン幅は $10\ \mu\text{m}$ 、最少ギャップは $1\ \mu\text{m}$ 。

15E01 10CH プログラマブル微小電圧パルサー

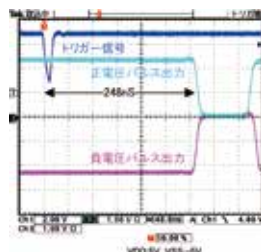


10CH Lo-Volt Pulser
Push SET if ready: ■
CH# 1 output voltage
SET: 7.77V -0.38mV
CH# 1 output voltage
Set? Yes=SET/No=CAN
CH# 1 output voltage
Save No: 1 2 3 4 5 6
CH# 1 output voltage
Load? Yes=SET/No=CAN



10CH の独立電圧設定 (+5V ~ -5V, 分解能: 152 μ V)
10CH 分の設定値のセーブ/ロード (6 パターン)
オフセット電圧入力 (外部電源: +5V ~ -5V)

15G02 2CH 高速パルサー

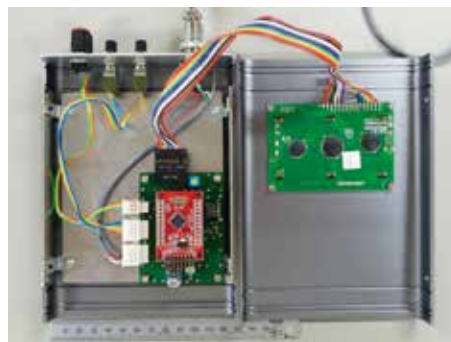


+10V $\rightarrow$ 0V, -10V $\rightarrow$ 0V の両極性パルスを同時出力 (50 Ω)
パルス幅設定範囲: 90ns ~ 900ns
立ち上り (立ち下り) 時間: 10ns, ジッター: 1ns

15B02 -20kV HV カスタム電源



過電流保護のため、市販高圧電源モジュールの電流モニタ出力を利用して、出力インターロック機能を付加。
Course(粗調)とFine(微調)の2つのボリュームによる、円滑で微調が容易な出力電圧の調整機構を搭載。

15D02 磁場センサー

I²C 接続の 3 軸コンパスモジュールを用いた環境磁場測定器。
 PC との通信と給電が可能な、マイクロ USB 端子を搭載。
 20 文字× 4 行の液晶ディスプレイと 256kbit EEPROM を搭載し、単体での計測と記録も可能。

15E04 TTL ダブルパルサー (関連記事：P30)

TTL トリガの立ち上がりを基準に、所定のディレイ時間とパルス幅を持つディレイパルスと、TTL トリガとの論理和を出力する。
 ディレイ：500 μ s ～ 1sec、パルス幅 1 μ s ～ 200 μ s、分解能 100ns。
 ARM マイコンで構築したインターフェースに加え、出力 ON/OFF 機能とディレイ時間とパルス幅の自動保存機能を搭載。

15H04 シグナルハブシステム

最大 ± 5 V の入力信号を、出力インピーダンス 50 Ω の 4ch として同時出力する。
 4ch 基板の増設により、最大 8ch 出力が利用可能。
 出力振幅の正負に応じて 2 色 LED を点灯。高インピーダンス時は自動的に全消灯。

2015 年 工作依頼リスト

機械グループ (254 件)

伝票番号	品名		
15A01	定盤接続金具	15B24	1/2” 球形結晶ホルダー改造
15A02	ビードプル用部品	15C01	LD ホルダー
15A03	パルス幅可変レーザー筐体 Ver.2 (マイクロチップレーザー)	15C02	Beta 回転システム
15A04	レーザーポインタホルダー	15C03	白金格子パターン付 SiN メンブレン Ver.2
15A05	Ta バネ修正加工	15C04	耐熱レーザーモジュール式
15A06	ガラス管加工 (5mm 型)	15C05	キャパシターホルダー
15A07	ラウエ用土台	15C06	ダイフロンソケット
15A08	スライダー	15C07	アクチュエータスペーサ
15A09	ラウエ用土台 3	15C08	SMA ファイバーマウントの製作
15A10	通液コネクタ	15C09	磁器ピンセット用ネジ
15A11	穴あきガラス基板	15C10	マイクロチップレーザーハウジング改造
15A12	補正コイルボビン	15C11	研磨用治具
15A13	diSPIM 観察用石英基板 [写真]	15C12	台座プレート
15A14	マイクロ流路 ver.2	15C13	試料ボンベ及び VF100 溶接
15A15	アイソレータ Base Plate	15C14	高さ調整治具
15A16	常温接合装置	15C15	蒸着用のサンプル固定治具
15A17	超高真空用イオン検出器ハウジング	15C16	ICF253 両面フランジ追加工
15A18	超高真空用チタン電極システム	15C17	封止用シリコン基板
15A19	リストアクションシェイカー	15C18	ナノワイヤー成長用基板 [写真]
15A20	アクリルボックス用板	15C19	ネジ M9X0.75
15A21	チャンバー ICF70 フランジ固定用治具	15D01	TM-1 Holder
15A22	レーザー結晶ホルダ	15D02	ガラスキャピラリー固定チューブ
15A23	超高真空用 HV フィードスルー	15D03	作業天板
15A24	1/2” 球形結晶ホルダー改造	15D04	サブテラヘルツ分光測定用温度可変セル
15A25	マイクロ波発生器穴あけ加工	15D05	温度可変遠赤外吸収セル [写真]
15A26	超高真空イオン検出システム用支柱	15D06	抵抗接続用治具
15B01	マイクロチップレーザー用機構部品の製作	15D07	A2017 テーブル追加工
15B02	FET 用シリコン基板	15D08	マイクロ波発生装置改良
15B03	光学ベーススライス加工	15D09	ホルダー一式
15B04	Q スイッチレーザー用ミラーホルダー改造	15D10	サポート
15B05	テフロンジグ	15D11	金属板の打ち抜き
15B06	フローセル	15D12	ガスセル 2 種類
15B07	超高真空用絶縁ねじ	15D13	Pd(パラジウム)円板作成 φ 10mm
15B08	アルミ板	15D14	電気化学測定用セルのパーツ
15B09	SRF Gun tuning JIG	15D15	グレーティングスペーサー
15B10	IMS チャンバー横置き加工 [写真]	15D16	角度デバイススクリーン
15B11	MCP ホルダー	15D17	加熱ステージ
15B12	グレーティングアダプタ (MS3501i 用)	15D18	ジンバル式ミラーホルダー
15B13	ノズル板	15D19	通液コネクタ
15B14	ブレッドボード加工	15D20	ヒートシンクの追加工
15B15	A2017 テーブル	15D21	角度デバイス部品
15B16	光学スタンド追加工	15D22	作用極部品
15B17	サンプルボンベ	15D23	ポッケルスセル治具、APD カバー
15B18	リークポート修正 [写真]	15E01	MBE ホルダー [写真]
15B19	モニター及び PC の取り付けキット	15E02	スパッタ用固定治具のパーツ
15B20	セルホルダー取外し部品	15E03	Vertex 架台拡張足 (左右)
15B21	ピンホールマウント加工	15E04	サンプルホルダー
15B22	サンプル台	15E05	TM-1 Holder Leg
15B23	銅製タブレット (φ 3 × 2)	15E06	分解能評価用微細パターン
		15E07	薄膜試料ホルダー
		15E08	サンプルカバー

15E09	石英キャピラリーノズルと抑え治具
15E10	回転セル用試料スポット装置 [写真]
15E11	サンプル駆動軸
15E12	カメラ固定台
15E13	ヘリウム準安定励起原子を用いた衝突実験装置の製作
15E14	ラマンセル
15E15	顕微鏡用ステージ
15E16	SDD 検出器用治具
15E17	超高真空用チャンバー改造加工 [写真]
15E18	極細マイクロレーザ鉛筆型 Ver.2
15E19	ソレノイドシャッター
15E20	コイル固定用治具
15E21	特殊結晶ホルダー
15F01	結晶成長用マイクロ流路
15F02	ベースプレート加工
15F03	真空チャンバー用部品
15F04	ICF152
15F05	XRD 用ホルダー・試料版
15F06	ICF34 フランジ追加工
15F07	Q-band ゴニオメータ用変換アダプタ
15F08	プローブ取付部品
15F09	ヒータ押さえ
15F10	光学システム一式
15F11	SiPD フランジケース
15F12	加熱ステージ (XAFS)
15F13	樹脂製サンプルホルダー
15F14	サンプル板 4 つ穴 2mm
15F15	格子パターン付 SiN メンブレン Ver.3
15F16	超伝導 FET 用基板 [写真]
15F17	CaF ₂ 窓用穴付アクリル管
15F18	サンプル板 4 つ穴 1mm、3mm
15F19	レーザーヘッド台
15F20	マイクロ流路
15F21	LN ₂ トラップ及び伝熱線
15F22	ミラーホルダー追加工
15F23	インラインフィルタ用アダプタ
15G01	Mo サンプルホルダー [写真]
15G02	薄膜サンプルホルダー [写真]
15G03	Bank Junction
15G04	レーザー台座用部品
15G05	石英管接続プラグ
15G06	M4 タップ除去加工
15G07	結晶ホルダー
15G08	プレットボード加工
15G09	ゴム栓加工
15G10	アクリルパイプ NW25 修正加工
15G11	顕微鏡用ステージホルダーその2
15G12	電極カバー
15G13	1/2" 球形結晶ホルダー [写真]
15G14	ステンレス加工

15G15	サンプルホルダー
15G16	アクリル板曲げ機構
15G17	BL7U 用加熱ホルダー
15G18	ICF253-203 追加工
15G19	ガラスロッドホルダー
15G20	ミラーマウント加工
15H01	Crystal holder
15H02	アクリル板
15H03	コイル取付用ジグ
15H04	ステージアダプタ、ステージベースプレート
15H05	サポートリング
15H06	サポートリング
15H07	薄膜用試料ホルダー
15H08	三端子デバイス基板・NbTiN スパッタ用
15H09	超高真空用 HV フィードスルー 2
15H10	温度可変液体セルホルダー [写真]
15H11	銅 3mm 基板スパッタ用ホルダー
15H12	アダプター式
15H13	高温電気化学測定用サンプルホルダー
15H14	カバーガラス枕
15H15	インピーダンス測定用ガラス流路
15H16	心筋細胞培養用 PDMS シート
15H17	アダプター
15I01	ロッドシャフト
15I02	DA-30 サンプルホルダー [写真]
15I03	アクリル板加工
15I04	光学台
15I05	PSW 支持板
15I06	温度可変遠赤外吸収セル Ver.2
15I07	マイクロフォーカスユニットの改良
15I08	密閉容器修理
15I09	サンプルバンク
15I10	ITO 基板上配線
15I11	ケース加工、バンドパスフィルター用ホルダー
15I12	レーザーマウント一式
15I13	レーザー支柱用板
15I14	ボロメータフィルター切替ロッド修理
15I15	NI-DAQ 用ケース加工
15I16	ブレード先端部品
15I17	アルミホルダー
15I18	加熱用ホルダーベース
15I19	XAFS クライオステージ追加工
15I20	測定脚補修
15I21	トランスファーチューブ溶接修理
15I22	アジャスター延長
15J01	NI-DAQ 用ケース加工
15J02	石英製マイクロ電解セル (PDMS シール付)
15J03	アルミ・テフロン・セル
15J04	抵抗用配列治具
15J05	MGホルダー位置調整プレート
15J06	USB フィードスルー用 NW40 穴あけ

2015 年 工作依頼リスト

15J07	蒸着ホルダー
15J08	ラウエ用ゴニオ (Laue Gonio)
15J09	台座
15J10	マニピュレータシャフト
15J11	台座ナット
15J12	チューブ接合部品
15J13	真空チャンバーふた修理
15J14	マニピュレータ用ベース
15J15	石英製マイクロ電解セル用フタ
15J16	レーザーヘッド台
15J17	H-Cube Pro コネクタ部分修理
15J18	ケース加工
15K01	スパッタ装置ネジリリース工具
15K02	NMR シュラウド
15K03	BL5U サンプルバンク
15K04	T 字マイクロ流路
15K05	レーザーモジュール
15K06	バリコン台座
15K07	ステージホルダー
15K08	クライオ用試料ホルダ
15K09	ダブルスリット
15K10	パージボックス
15K11	赤外分光用電気化学マイクロ流路デバイス
15K12	VBG-holder
15K13	レーザー用ピンホール
15K14	波長板ホルダ
15K15	VCM レトロミラーホルダー
15K16	ファイバー研磨アダプタ
15K17	ファイバー斜め研磨アダプタ
15K18	ファイバーチャックホルダー
15K19	O リング溝加工
15K20	ウォブルスティック衝突防止機構
15K21	DA30 マニピュレータサンプルホルダー
15K22	ダブルスリット
15K23	フィルタホルダー2種
15K24	取付天板
15K25	LEED シールド筒 【写真】
15L01	BL6B マジックミラーフィードバック装置
15L02	レーザモジュール改良
15L03	サブサンプル プレート
15L04	放電管用水冷ジャケット 【写真】
15L05	燃料電池型セル
15L06	小型固体レーザーホルダー3型
15L07	調整リング追加工
15L08	シャフトアンカー
15L09	フィルターホルダ
15L10	モノクロメーター入射スリットなど
15L11	ヒーター固定用治具の切断
15L12	蒸着ホルダー Ver.2
15L13	BL5U アンギラーデバイス衝突防止機構

15L14	ガスライン部品銀ロウ付
15L15	SiN 窓固定板 2 種
15L16	レトロリフレクターステージスペーサ

電子回路グループ (51 件)

伝票番号	品名
15A01	± 5V 電源ボックス
15A02	試作：パルスカウンティング用モジュール
15A03	ジェネラルバルブ・ドライバ
15A04	ファン制御装置
15A05	レーザーダイオード用インターロック
15A06	温度コントロール用パネル
15B01	電子スライダック V2
15B02	-20kV HV カスタム電源 [写真]
15B03	インスツルメンテーションアンプ Ver.2
15B04	ステッピングモータドライバ駆動用 パルス発生装置
15B05	24V3A 定電圧電源
15C01	オフセット入力 mV 正電圧パルサー
15C02	ESR 用クライオスタット温度計修理
15D01	モータードライバ BOX
15D02	磁場センサー [写真]
15E01	10CH プログラマブル微小電圧パルサー [写真]
15E02	2 段式高圧パルサーの改良
15E03	AOM ドライバー
15E04	TTL ダブルパルサー [写真]
15E05	光イオン・光電子断層画像観測装置の開発
15F01	ポジションディテクタ用アンプ回路
15F02	ゲートカウンティングモジュール
15F03	Pulse Generator for driving laser diode
15G01	2Ch 高電圧パルス源
15G02	2CH 高速パルサー [写真]
15G03	微小電圧信号増幅器
15H01	ボロメーターアンプ修理
15H02	ボロメーターアンプ修理 (2 回目)
15H03	フォトダイオード駆動用直流電源
15H04	シグナルハブシステム [写真]
15H05	ストレージリング DCCT 用電圧増幅回路
15H06	磁場測定器
15H07	ボロメーターアンプ
15H08	Temperature Controller
15I01	2 段高圧パルス・ジェネレータ (時定数変更)
15I02	除算回路 (反射率測定用)
15I03	フォトダイオード用増幅器
15I04	中赤外用光量バランス検知回路
15I05	Pulse Generator for driving LD(CPLD ver)
15J01	運転状況表示回路用電圧降下回路
15J02	APD 用高圧電源
15J03	起振装置
15J04	10CH 微小電圧パルサーの改良
15K01	単結晶 X 線用 PC マザーボード修理
15K02	電圧モニター回路
15K03	回転セル制御機能付ビームシャッターコントローラ
15K04	ローパスフィルター
15K05	ウォブルスティック衝突防止回路
15K06	環境センサー

15L01	FPGA3GHz スペクトラムシグナルアザライザー組立
15L02	差動増幅器 LCR 共振回路追加版

装置開発室 Annual Report 2015

平成 28 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

