

装置開発室 *Equipment Development Center*

Annual Report 2005



自然科学研究機構 分子科学研究所
National Institutes of Natural Sciences (NINS)
Institute for Molecular Science

“装置開発室の使命は装置開発室独自にあるいは各研究部門との協力によって、分子科学に必要な実験装置を設計 / 製作し、また新しい装置を研究 / 開発することにある。”これは分子研創設以来不変の憲法のような文章で、分子研が存続するかぎり変らない文章であろうと思います。ただ、これまでは、分子研のみのニーズに答えるのが基本方針であったのが、今年度からは、大学共同利用機関の一施設として、所外のニーズにも答えることとなりました。これまでに施設利用として所外から9件の加工または製作依頼があり、いずれも分子科学の面白い問題に関係するもので、装置開発の技術職員の技術力向上にはプラスであったと考えます。

また、17年度は走査型電子顕微鏡 (SEM) の設置の他、分解能1ナノメートルの3次元形状評価装置の購入などがあり、最近の微細加工の多様なニーズの高まりに答える方向で微細構造の評価能力を強化することが出来ました。

分子研は我が国の分子科学の基礎学術研究推進に責任を持つ唯一の、即ち当該分野における日本最高の公的研究機関です。分子研が関係する学問である物理・化学における近代の飛躍的發展例として、量子力学と相対性理論の出現を考えてみれば明らかのように、自然界の未知現象解明にむけた独創的実験は大きな発展に必須の要件です。このような大きなブレークスルーは、すでに誰か他人が開発した市販の実験装置ではできないことは明白で、装置開発室の存在意義がここにあります。“高度な装置開発技術”に加え、“開発技術者と研究者との真理探究への好奇心を共有した密接な対話”の二拍子そろっていることこそ、高度に独創的研究が必要とする実験環境ではないでしょうか。我々装置開発室のスタッフ全員が、既存技術の高度化と革新技術の取得に日夜努力する必要がある、所外ニーズに答えるというのも、この基本姿勢のもとにあり得ることであると思います。

室長
宇理須恒雄

構成スタッフ	1
イベント in 2005	2
施設利用としての新しい取り組み	7
名古屋大学との共同技術セミナー	8
放電加工技術研究会	9
技術課セミナー	10
技術報告	12
技術レポート	24
2005年 工作依頼リスト	38
2005年 製作品	41
出張報告	45
設備紹介	48



(後列左から) 水谷伸雄、吉田久史、豊田朋範、宮下治美、内山功一、永田正明、鈴木光一、宇理須恒雄、浦野宏子、
(前列左から) 高松宣輝、青山正樹、近藤聖彦、矢野隆行

装置開発室長（併任）

宇理須恒雄	URISU, Tsuneo	反応動力学部門 教授
-------	---------------	------------

技術職員

機械グループ

鈴木光一	SUZUI, Mitsukazu	技術班長
------	------------------	------

水谷伸雄	MIZUTANI, Nobuo	係長
------	-----------------	----

青山正樹	AOYAMA, Masaki	係長
------	----------------	----

矢野隆行	YANO, Takayuki	
------	----------------	--

近藤聖彦	KONDO, Takuhiko	
------	-----------------	--

電子回路グループ

吉田久史	YOSHIDA, Hisashi	技術班長
------	------------------	------

内山功一	UCHIYAMA, Kouichi	
------	-------------------	--

豊田朋範	TOYODA, Tomonori	
------	------------------	--

ガラス加工グループ

永田正明	NAGATA, Masaaki	係長
------	-----------------	----

技術支援員

宮下治美	MIYASHITA, Harumi	
------	-------------------	--

高松宣輝	TAKAMATSU, Yoshiteru	
------	----------------------	--

事務支援員

浦野宏子	URANO, Hiroko	
------	---------------	--

1月

- 27日 技術セミナー（名古屋大学） **（記事 8 ページ参照）**
- 31日 装置開発室運営委員会

2月

- 14日 岡崎高校スーパーサイエンス部とオーロラ発生装置製作

テーマ：「AURORA ～やっぱオーロラみたくね↑～」
この研究テーマは平成 16 年度の AIT サイエンス大賞
ものづくり部門で岡崎高校が最優秀賞を受賞した
オーロラ発生装置とその研究だが、その後気体分子と
荷電粒子の衝突による発光現象をより深く観察するため、
本格的な実験装置への改良を岡崎高校の生徒らと行った。



調理用のボールに磁石を仕込んで
地球磁場を再現？ 誘導コイルで
放電！



- 16日 キーエンス社製 SEM 搬入



（記事 48 ページ）

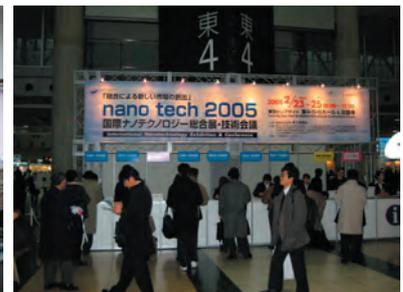
- 24日 日本 LPKF 株式会社 & 東京大学生産技術研究所出張（豊田、内山、吉田、永田）
電子回路用 CAD/CAM ソフトウェアの操作方法等についての講習
ガラス工作に関する技術的打ち合わせと生産研工作工場の見学
- 25日 国際ナノテクノロジー総合展東京出張（豊田、内山、吉田、永田）
国内外の最先端のナノテクノロジー研究・開発の情報収集



東大生産研ガラス工作室



日本 LPKF（株）にて



ナノテク総合展（東京）

3月

3日
～4日

大阪大学総合技術研究会
口頭発表2件

「フェムト秒ファイバーレーザによる微細加工例の紹介」 青山正樹他

「ブルカー 680 用試料管の作成」 永田正明

ポスター発表1件

「ストックルーム出庫管理システムのデータベース化」 豊田朋範

(3件の報告書掲載 12ページから)



機械グループメンバー技術研究会会場
(大阪大学吹田キャンパス) 前にて

10日

技術課セミナー「マイクロ加工技術」開催 (記事 10 ページ参照)

装置開発室機械グループが保有する技術として今後展開していく加工技術について
3人の講師を招いてセミナーを開催した。



11日

放電加工ネットワーク懇談会



平成 15 年度より「放電加工ネットワーク」として
国立大学 2 機関、公立 1 機関および民間企業 2 社を
交え、放電加工技術を中心とした情報交換、勉強会
などの活動を行ってきた。

17 年度中に分子研で勉強会を開催する準備打合せと
技術課長を交え放電加工技術の情報交換を行った。

17日
～18日

高エネルギー加速器研究機構 技術職員シンポジウム参加 (吉田・水谷)

4月

1日

短時間契約職員として働いて頂いた高松軍三氏が3月31日付け
で退職されたので感謝を込めて送別会を行った



7日

技術セミナー (名古屋大学) (記事 8 ページ参照)

5月

20日 分子科学研究所創設 30 周年記念式典

23日
～24日 機械工作安全講習会
新任の研究者、職員及び学生を対象に
機械工作室の安全について、簡単な機械工作実習
を行いながら講習を行った。



27日 微細精密加工技術展 2005 (矢野) (記事 45 ページ参照)

6月

2日 技術セミナー (名古屋大学) (記事 8 ページ参照)

14日
～15日 東北大学多元物質研究所と共同開発に向けた打合せ

多元研の高橋助教授らが装置開発室の施設利用として申請された課題「レーザー電場により配向した極低温孤立分子の電子運動量分光装置の開発」について、多元研技術者らと共同開発を進めるため 17 年度第 1 回目の打合せを分子研で開催した。



7月

12日
～13日

JAIST 出張 (鈴井)

北陸先端科学技術大学 (JAIST) の技術職員組織「技術サービス部」が 7 月 1 日より発足し、分子研との交流会が開催された。分子研技術課からは加藤技術課長、堀米 (UVSOR)、鈴井 (装置開発室)、内藤 (電算センター) が参加し、技術課組織、業務について報告した。装置開発室は平成 17 年度より共同利用として外部から依頼を受ける新しい体制と、機械グループが展開する「マイクロ加工技術」について紹介した。

技術サービス部長
(三谷忠興教授) と
分子研加藤技術課長



10日 インターオプト 05 および国立天文台出張 (鈴木、青山)

国立天文台 300m レーザー干渉型
重力波アンテナ (TAMA300)
施設見学と「InterOpto'05」会場



21日 技術セミナー (分子科学研究所)

8月

1日 蒲郡製作所見学 (機械グループ)
非鉄金属を中心とした精密機械加工を行う企業。新規外注工場として視察した。

10日 核融合科学研究所出張 (機械グループ)
電子ビーム溶接機真空チャンバー内で材料の放出ガス
低減のベーキングと溶接を同時に行う真空封じ溶接法
について、核融合科学研究所技術部製作技術課の杉戸
係長らと技術的な検討を行った。

加熱用電流を導入するための
スリップリング付き回転治具



10月

12日 東大教養部、小田嶋氏他 1 名および日東工器 (株) 技術者 2 名が電子ビーム溶接を見学

断熱真空容器を電子ビーム溶接
を用いて製作する工程について
打合せと実際の製作を見学



13日 技術セミナー (名古屋大学)

20日
~ 21日 放電加工技術研究会 (放電加工ネットワーク勉強会)
(記事 9 ページ参照)

特別講演の常包正樹先生の研究室を見学



11月

8日 岐阜工業高等専門学校生徒 40名の電子回路工作室見学



8日
～10日

第25回天文学に関する技術シンポジウム出席（近藤・鈴木）（技術報告書掲載 20 ページ）

軟X線発光分光器に用いる入射スリットブレードを平面研磨によって製作したことの報告を行った。併せて天文台岡山観測所を見学した。



22日 エレクトロニクス最先端技術セミナー開催 （記事 10 ページ参照）

装置開発室電子回路グループが今後展開していくLSI 設計技術について専門の講師を招いてセミナーを開催した。



29日 装置開発室オープンセミナー開催
「LIGA プロセス –技術概要とマイクロデバイスへの応用–」

兵庫県立大学・高度産業科学技術研究所内海裕一助教授による LIGA プロセス技術の概要及び次世代に向けた三次元構造体創成の応用技術について講演していただいた。



施設利用としての新しい取り組み

平成 17 年度の大きな変革は装置開発室の依頼業務を所外からも受けることが出来る制度としたことである。分子科学研究所の共同利用研究の「施設利用」は付属施設に設置された機器の個別利用を行うのみであったが、装置開発室は機器の利用以外に業務依頼も受け、所外の分子科学研究者にも技術支援を行うことになった。これは、分子研の実験装置作りで蓄積してきた技術を活かし、共同利用機関法人の 1 施設として所外にも貢献することと、技術領域を広げることで職員の技術レベル向上を目的としている。実施は 17 年度後期より体制を整え、試行的にスタートさせた。

平成 17 年 12 月現在までに機械グループ 7 件（機器利用 1 件含む）、エレクトロニクスグループ 3 件の申請を受け付けている。今後、さらに広い分野の研究者との協力関係が生まれることで、既存技術の高度化と新しい技術の取得がいつそう進むものと期待している。

下の表に申請内容をまとめたものを示す。表中の 7 件のうち 5 件は分子研 OB の研究者から技術相談や製作相談を受けて、我々で処理可能となった案件について施設利用申請としているものが主な内容である。昨年度の運営委員会で、新しい技術の取得や技術レベル向上を目的とするならば技術領域を具体的に示して公募すべき等の意見があり、この様な多方面の意見を参考とし、現状を見ながら次年度に向けて進めていく方針である。

施設利用申請課題と内容

課題	申請者	所属	内容
レーザー電場により配向した極低温孤立分子の電子運動量分光装置の開発	高橋正彦	東北大多元研	電子運動量分光装置の共同開発で装置の分子線源とイオン検出器部分の設計と製作を担当
神経軸索の軸索ガイダンス分子に対する応答性の解析	野田昌晴	基礎生物学研究所	シリコン樹脂を成型する金型。幅 90 μ m ストライプ状のマイクロ加工。
衝突アライメント配向分子ビーム発生用超小型メカニカル速度選別ディスクの開発	笠井俊夫	大阪大学	厚さ 0.1mm \times 直径 75mm の外周に幅 100 μ m 長さ 2mm のスリットを 720 個つくる。ワイヤー放電によるマイクロ加工。
超高真空中で試料交換可能な極低温保持機構の開発	日野照純	千葉大学	共同研究の一環として依頼製作してきた試料交換機構の拡張部品製作
錯体作成用水熱合成容器の製作	秋田素子	広島大学	テフロン製容器の製作
低次元系機能性材料開拓のための固体 NMR プローブ技術開発	北川 宏	九州大学	詳細部分の設計と溶接、銀ロウ付け、ハンダ付けを駆使した製作
高等植物における表皮細胞の形態形成	星野 敦	基礎生物学研究所	機器の利用 (SEM KEYENCE_VE-8800)
飛行時間型メカニカル速度選択装置の特殊駆動回路の開発	岡田美智雄	大阪大学	チョッパーの回転速度制御回路の製作
新規な交流変調型単色吸光度測定装置に用いる電子回路の開発	蔡 徳七	大阪大学	LED の交流駆動回路及びシリコン PD による受光・信号処理回路の設計・製作
複合機能性を有する分子性伝導体の単結晶作製のための定電流電源の製作	藤原秀紀	大阪府立大	244 チャンネルの 0 \sim 20 μ A 可変定電流電源回路の設計・製作

名古屋大学との共同技術セミナー

昨年から名古屋大学全学技術センター（理学部装置開発室）と共同で技術セミナーを開催している。本セミナーの目的は、急速に進展する科学技術にともない、ますます高度かつ迅速な技術支援が要求される中、それぞれの業務上の技術課題に対して連携して対応を行い、効率的な問題の解決を目的としている。また、このような他機関の技術職員と交流を行なうことにより、お互いの視野を広め幅広い技術知識を持った技術者の育成の場にもなっている。本年は6回開催され、専門的な技術課題に関して毎回それぞれの部署から1～2件の発表を行い、問題点の指摘および解決策の提案など活発な議論を行なっている。

	演題・発表者	開催日・場所
第4回	磁性材料パーマロイのはなし （分子科学研究所装置開発室 水谷伸雄） Ni-P 製円筒研磨加工の基礎実験 （分子科学研究所装置開発室 近藤聖彦） 圧縮型 Ge:Ga 遠赤外線検出器の開発 （名古屋大学全学技術センター 鈴木和司）	平成 17 年 1 月 27 日 名古屋大学理学部 技術室
第5回	微細放電加工機の製作（第1報） （分子科学研究所装置開発室 矢野隆行） 名古屋大学装置開発室における開発計画について （名古屋大学全学技術センター 増田忠志）	平成 17 年 4 月 7 日 名古屋大学理学部 技術室
第6回	発光分光器のスリットの製作 （名古屋大学全学技術センター 松下幸司） 超精密スリット刃の研磨加工 （分子科学研究所装置開発室 近藤聖彦）	平成 17 年 6 月 2 日 名古屋大学理学部 技術室
第7回	X線望遠鏡ミラーハウジングの開発 （名古屋大学全学技術センター 鳥居龍晴） ガラス製マイクロリアクターチップの製作 （分子科学研究所装置開発室 青山正樹）	平成 17 年 7 月 21 日 分子科学研究所 研究棟 301 号室
第8回	ALMA 計画 Band4 カートリッジ組立及び測定方法 （名古屋大学全学技術センター 鈴木和司） 高調波セル製作における微小穴加工 （分子科学研究所装置開発室 水谷伸雄） 精密工学会レポート、X線衛星の比較 （名古屋大学全学技術センター 増田忠志） サポート膜メンブレン支持基板の研削加工 （分子科学研究所装置開発室 鈴木光一）	平成 17 年 10 月 13 日 名古屋大学理学部 技術室
第9回	FITE 搭載用赤外線検出器の製作 （名古屋大学全学技術センター 松下幸司） 放電加工による試作加工について （分子科学研究所装置開発室 矢野隆行） 断熱インサートの製作 （名古屋大学全学技術センター 鳥居龍晴）	平成 17 年 11 月 24 日 分子科学研究所 研究棟 301 号室

第7回 セミナー風景



放電加工技術研究会

装置開発室では、分子科学の研究に利用される実験装置の開発・製作に取り組んでいる。特に機械グループでは様々な工作機械による加工技術を駆使しており、その中の1つの手法として放電加工がある。最近ではマイクロ加工技術として放電加工は重要な加工手段となっている。実験装置の製作では工業製品とは違って多種多様で高度な加工要求があり、これらに対応していくためには加工技術に関する多くの情報を得ることが効果的である。この様な背景から「放電加工技術ネットワーク」と称して、国立大学法人、公立機関、民間企業の技術者でネットワークを構築し加工現場の情報や経験について意見交換する活動が3年ほど前から行われてきた。17年度はその活動の1つである勉強会を「放電加工技術研究会」とし、分子研技術課の支援を受け岡崎で開催した。

本研究会は、東京大学生産技術研究所の第1回目を皮切りに、今回で3回目を迎えることになり、分子研では下の表に示したプログラムで開催した。特別講演として分子制御レーザー開発研究センターの常包正樹研究員を迎え、世界初の「CW方式高輝度高出力マイクロチップ型Yb:YAGレーザー発振器」の研究開発を中心に、この研究における装置開発室との関わり合いから、放電加工の利用、現在の最新のレーザー事情まで、わかりやすく解説していただいた。今回の研究会では、斬新な加工法の提案や超高真空中で使用する放電加工部品の脱ガス対策のための加工面へ施す表面処理に関する報告、また、寸法精度を追求するため材料の支持方法をバネ構造にした報告などが行われた。装置開発室からは、製作を進めているいる微細穴用放電加工機について報告を行った。加工機製作における現状の問題点を挙げ、参加者から様々なアドバイスを受けたことにより、今後の加工機製作において大変役立つ情報を得ることができた。

研究会日程の最後に平成18年度の勉強会開催について話し合い、関東圏で東京都中小企業振興公社と地元企業の共同での開催を予定とすることで合意し閉会とした。

放電加工技術研究会	
日時：平成17年10月20日(木)～21日(金)	
場所：自然科学研究機構 分子科学研究所	
10月20日(木)	
13:25～	挨拶 分子科学研究所 加藤清則技術課長
13:30～	『特別講演』 分子制御レーザー開発研究センター 常包正樹研究員
14:45～	ワイヤー放電加工機による片穴加工方法の提案 東北大学 多元物質科学研究所 加賀谷孝三郎
15:15～	ワイヤ放電加工機と型彫加工機を利用した多数穴加工 東京都中小企業振興公社 城東地域中小企業振興センター 森 紀年
16:00～	施設見学会:(UVSOR 平等研究室 他)
10月21日(金)	
10:00～	表面処理とワイヤ放電加工 東京大学生産技術研究所 谷田貝悦男
10:30～	X線望遠鏡アライメントバー製作の問題点 (株)オオイシ 大石和泉
11:15～	ワイヤマーク(加工面縦スジ)の原因と対策 タニカワプロダクト 谷川慎一
12:00～	昼食
13:30～	微細穴用放電加工機の製作～第1報～ 分子科学研究所 矢野隆行
14:00～	分子科学研究所装置開発室の概要 分子科学研究所 鈴井光一



参加者集合写真



加工品を手にとって説明する発表者

技術課セミナー

分子研技術課主催の「技術課セミナー」を2005年1月以降に2回の開催が行われた。内容はいずれも装置開発室が将来に向けて確立しておく技術を中心に企画し、技術課の研修として実施されたので以下に紹介する。この研修は1995年度より、他研究所・大学の技術職員を一定期間、分子研の附属施設に受け入れ、それぞれの技術分野における研修として行われてきた。この制度をさらに発展させ、より専門的な技術研修の場として、所内および他大学または民間より講師を招き、セミナー形式で行われている。

1. 「マイクロ加工技術セミナー」

近年のナノサイエンスの発展、及び、バイオサイエンスとの協力・融合の進展によって、分子研における機械工作技術にはマイクロ加工の必要性が急増している。そのマイクロ加工技術は技術課機器開発班としてさらに高めていくことが重要であるという観点から、放電加工、エンドミル加工、レーザー加工の技術領域で先進的な研究及び実務を推進されている方々を講師としてお招きし、セミナー開催を行った。

セミナー参加者は所内の技術職員をはじめ研究者、他機関の技術職員をはじめ岡崎市内への広報の効果で近郊の民間企業からの出席者も合わせ約60名の参加となった。

セミナーの概要は、まず東京大学の増沢隆久(ますざわたかひさ)教授に様々な機械及びツールによる現在の「マイクロ加工」について概観して頂き、併せて増沢教授のご専門である微細放電加工法について講演していただいた。続いて東芝機械(株)の百地武(ももちたけし)氏からは機械加工(特にエンドミル加工)を中心に、空気静圧主軸搭載の機械による微細加工、高速加工、加工特性についてご講演頂いた。最後にアイシン精機(株)新規事業企画室より、吉田陸(よしだまこと)マネージャーにフェムト秒レーザーを用いたマイクロ加工についてご講演頂いた。吉田マネージャーの研究室が愛知県刈谷市あることから装置開発室からも要素部品の加工に実験室を利用して頂いていた経緯があったことから、フェムト秒レーザー加工について、より理解を深める目的で講演をお願いし実現することとなった。

2. 「エレクトロニクス最先端技術セミナー」

エレクトロニクス・セクションでは、ハードウェア記述言語によるPLD(Programmable Logic Device)開発などデジタル回路におけるカスタムICの設計・製作を行っている。我々は、このようなカスタムICの設計技術をさらに大規模な集積回路(LSI)へと推し進めること、そしてアナログ集積回路やアナログ・デジタル混載集積回路の設計へと展

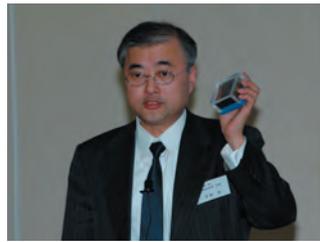
「マイクロ加工技術」セミナー	
日時	平成17年3月10日 午後1時30分より
主催	分子科学研究所 技術課
場所	岡崎コンファレンスセンター小会議室
プログラム	
13:30-13:45	挨拶および趣旨説明 分子科学研究所 技術課長 加藤清則 講師紹介
13:45-14:45	「マイクロ加工分野の概観とマイクロ放電加工技術」(60分) 東京大学生産技術研究所 教授 増沢隆久
14:45-14:55	質疑応答
14:55-15:05	休憩
15:05-15:50	講師紹介 「空気静圧主軸を用いた微細加工、高速加工技術」(45分) 東芝機械(株) 百地 武 氏
15:50-16:00	質疑応答 講師紹介
16:00-16:45	「フェムト秒レーザーによる微細加工」(45分) アイシン精機(株)新規事業企画室 ファイバーレーザー事業グループ グループマネージャー 吉田 陸 氏
16:45-16:55	質疑応答
18:00-20:00	交流会

「エレクトロニクス最先端技術」セミナー -先端研究を凝縮するオリジナルLSI設計・製作-	
日時	平成17年11月22日 午後1時30分より
主催	分子科学研究所 技術課
共催	自然科学研究機構連携プロジェクト 「バイオ分子センサーの学際的・融合的共同研究」
場所	職員会館 大会議室
プログラム	
13:30-13:35	挨拶 分子科学研究所 技術課長 加藤清則
13:35-14:35	「シリコン単電子デバイスとその応用」 北海道大学情報科学研究科 教授 高橋庸夫
14:35-15:35	「NTT研究所におけるSiバイポーラ高速デバイス技術の研究について」 徳島大学工学部電気電子工学科 教授 小中慎典
15:35-16:00	休憩
16:00-17:00	「膜タンパクバイオセンサーと電子回路」 分子科学研究所反応動力学部門 教授 宇理須恒雄
17:00-17:15	「大規模集積システム設計教育研究センター(VDEC)について」 分子科学研究所 技術課 班長 吉田久史
17:15-17:20	総括 分子科学研究所 反応動力学部門 教授 宇理須恒雄
18:00-19:30	交流会

開することを目標として表題のセミナーを開催した。セミナーの前半では、シリコン・デバイスの研究でご活躍の北海道大学の**高橋庸夫**(たかはしやすお)教授と徳島大学の**小中信典**(こなかしんすけ)教授を講師に迎えて、その先端的研究についてご講演して頂いた。またセミナー後半では、集積回路開発の当初の目標に設定している膜タンパクバイオセンサーについて、反応動力学部門の**宇理須教授**にご講演して頂いた。セミナーの最後には、LSI 開発のために利用できる東京大学の**大規模集積システム設計教育センター (VDEC)**についてその概要を紹介した。セミナー終了後、講師の方々と交えて現状のセンシング回路の問題点と今後の方針についての打ち合わせを行った。なお、本セミナーの参加者は所内外を合わせて約 30 名であった。



東京大学 生産技術研究所
増沢隆久 教授



東芝機械 (株)
百地 武 氏



アイシン精機 (株)
新規事業企画室
吉田 睦 氏



北海道大学 情報科学研究科
高橋庸夫 教授



徳島大学 工学部
小中信典 教授

フェムト秒ファイバーレーザによる微細加工例の紹介

○青山正樹^{A)}、矢野隆行^{A)}、鈴木光一^{A)}、Mashiur Rahman^{B)}、宇理須恒雄^{B)}

笹木隆一郎^{C)}、永井裕之^{C)}、吉田睦^{C)}

^{A)} 分子科学研究所 装置開発室

^{B)} 総合研究大学院大学 / 分子科学研究所

^{C)} アイシン精機 (株) 新規事業企画室 ファイバーレーザー事業グループ

1. はじめに

近年、様々な産業分野において微細加工技術が要求されるようになり工業的にも広く適用されるようになってきている。分子科学研究所装置開発室でも微細な加工に対する研究者からの要求は高く、従来からの機械加工では対応が困難な課題も多い。そこで種々な加工方法を試みその加工技術の確立を図っている。今回加工依頼のあった高圧実験用セルへの幅 $50 \mu\text{m}$ 深さ $30 \mu\text{m}$ の溝加工、シリコン基板上的 Co 膜への $1 \mu\text{m}$ 程度の穴加工、基準線幅目盛り板の最小線幅 $1 \mu\text{m}$ 程度のマーキング加工、これらの微細な加工をレーザ加工により行ったので紹介する。製作に用いたレーザ加工機には、アイシン精機(株)製のフェムト秒ファイバーレーザ (FCPA μ Jewel B-250) を使用した。図 1 にその外観写真を、表 1 に仕様を示した。フェムト秒レーザによる加工は従来の熱による加工と違って、多光子吸収によるアブレーションによって加工がなされるため、加工部位に熱的損傷がほとんどないことが大きな特徴で、微細で品質の良い加工が可能である。

現在アイシン精機(株)では、本レーザ加工機を用いて無償でテスト加工を行うことが出来る無償オープン加工ラボを開設して用途開発を進めており、今回の加工も無償ラボにおいて加工を行った。

2. 高圧実験用セルへの溝加工について

2.1 加工形状および材質

図 2 に高圧実験用セルの形状図を示した。板厚 0.3mm 、 8mm 角の中心に $\phi 0.4\text{mm}$ の穴が開けられたインコネル板に、ダイヤモンドアンビルにより板表裏両



図 1. アイシン精機 (株) 製
フェムト秒ファイバーレーザ外観

表 1 レーザ仕様

項目	仕様
中心波長	1560nm
平均出力	>250mW
繰返し周波数	100KHz ~ 1 MHz (ファクトリープリセット)
パルス幅	<1ps

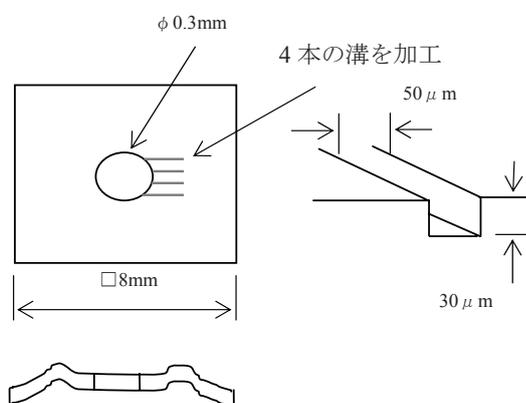


図 2 高圧実験用セル形状

平成 16 年度大阪大学総合技術研究会
2005 年 3 月 3 ~ 4 日

面から圧子でプリプレスを行うため、板全体が山型に塑性変形し、また中心穴の周りにはダイヤモンド圧子痕とその周囲には $20\mu\text{m}$ 程度の盛り上がりが生じている。溝加工はガスケット中心に開けられた穴に入れられた試料からの線径 $10\mu\text{m}$ の配線を通すため、溝幅約 $50\mu\text{m}$ および溝深さ約 $30\mu\text{m}$ の加工が必要である。なお現在は顕微鏡下で鋭利なケガキ針を用いて手作業で溝を掘っている。そのため非常に長い作業時間が必要でありまた失敗も多いため、何か良い加工方法はないかと相談を受けた。このような形状の試料の切削加工では切削抵抗による試料のたわみなどの問題、またこのような溝幅を加工できる市販の切削工具がないことなどから、レーザによる加工が有効と考え加工を試みた。

2.2 インコネル材へのテスト加工

プリプレス材に加工を行う前に、まずプリプレス前の素材板にテスト加工を行った。加工方法および加工条件を図 3 に示した。レーザビームを $4\mu\text{m}$ ステップで溝幅方向に移動させ合計で $60\mu\text{m}$ の幅になるように走査した。溝深さ方向は、 $60\mu\text{m}$ の溝幅の走査が 1 回終わるごとに、 $3\mu\text{m}$ ステップで焦点位置を下げて全体で $30\mu\text{m}$ 焦点位置を溝深さ方向にずらすことにより加工を行った。加工後の SEM 写真を図 4 に示した。溝幅は約 $50\mu\text{m}$ 、溝深さ約 $42\mu\text{m}$ で、加工部全体に渡って溝幅、溝深さも均一であり非常に安定した加工が行われたことが解る。また溝エッジ部の垂れや、デブリの付着も殆んどなく非常に良好な加工が可能であった。

レーザパワー	380mW
加工レンズ	50 倍
加工ピッチ	X 軸 : $4\mu\text{m}$ (合計 $60\mu\text{m}$) Z 軸 : $3\mu\text{m}$ (合計 $42\mu\text{m}$)
走査速度	30mm/s

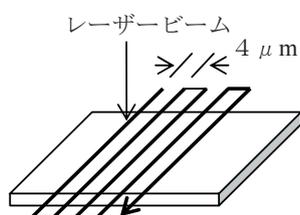


図 3 加工条件および加工方法

2.3 プリプレス材への加工および加工結果

テスト加工で行った加工法では、点集光ビームによる加工であるため走査回数が非常に多く、また 1 枚の試料に溝が 4 本必要であることから加工時間が 1 枚あたり 20 分から 30 分程度かかる。そのため直径約 $50\mu\text{m}$ のリング状ビームにより、1 パスで $50\mu\text{m}$ 幅の加工が行えるようにして加工を行った。加工後の SEM 写真を図 5 に示した。加工部に穴周囲の盛り上がり部分など凹凸があるにもかかわらず、非常に安定した加工が可能であった。しかし溝底面付近では周期的な盛り上がり形状が見られた。これはリング状ビームでの加工により、1 走査での加工除去量が増えデブリの堆積が生じやすくなり、堆積部にレーザが照射さ

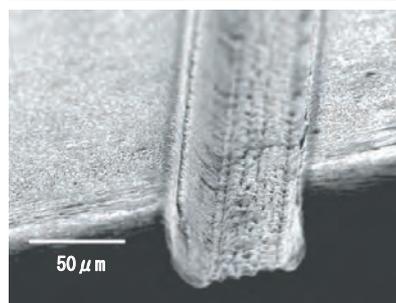
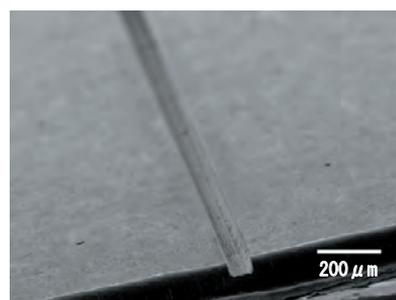


図 4 テスト加工 SEM 写真

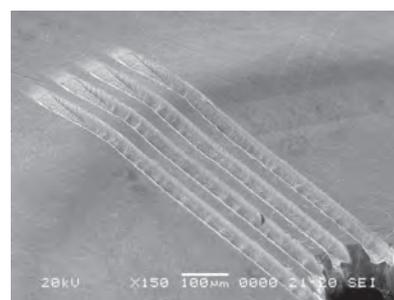


図 5 プリプレス材への溝加工後の SEM 写真

れデブリを焼き付けていったことによるものと考えられる。これは、ガスの吹き付け圧力を高くしデブリ除去効果を高めることや、走査速度を変えることなどにより改善できるものと思われる。

3. シリコン基板上の Co 膜への穴加工

3.1 加工条件の検討

図 6 に示したような基板の最上部にある Co 膜に約 1 μm 程度の穴加工を行う。これは、Co 膜だけではなく、その下の SiO₂ に加工が及んでも構わないが、事前のテスト加工の結果から、SiO₂ に加工が及ぶと SiO₂ 面にデブリが生じ、その後の工程に支障が生じることから、SiO₂ 面上に加工デブリが生じないようにするために、あまり SiO₂ にまで加工が及ばないように加工深さをできるだけ浅くする必要がある。加工深さを浅くするためには、焦点位置を変える、レーザー照射時間を短くする、より大きな開口数の加工レンズを用いるなどが考えられるが、今回は照射時間を変化させることで、適切な穴深さを得られる条件を模索した。

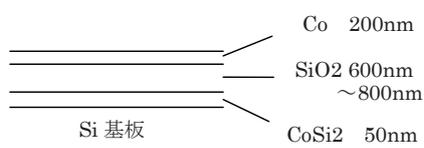


図 6 基板構成

3.2 テスト加工

まず加工可能な最小エネルギーを確認するとともに、必要な穴径の加工エネルギーを把握するために、照射時間 1ms、レンズ倍率 50 倍でエネルギーを変化させ加工を行った。これによりエネルギー 5mW では穴径約 1 μm の加工が出来たが、それ以下では照射時間を 2ms、3ms と長くしても加工は全く出来なかった。このことから、今回の加工では必要な穴径 1 μm 程度が得られた 5 mW のエネルギーを基準にテスト加工を行った。

表 2 にテスト加工条件を示した、エネルギーは 5 mW 一定で、レーザー照射時間を変化させて加工を行った。照射時間は、1ms、2ms、4ms、8ms、で加工を行った。また加工モードは各照射時間における連続照射による加工、および 1ms ごとに約 1 秒間のインターバルでパルス状に照射を行うパーカッション照射によって行った。これはパーカッション照射を行うことにより、より熱損傷のない良好な加工が可能ではないかと考えたためである。また加工の安定性を確認するために、それぞれの条件において 4 箇所加工を行った。加工後の AFM での測定結果を表 3 に示した。これにより照射時間 1ms、2ms の時の穴深さは Co 膜の膜厚以下であり、Co 膜を貫通していなかった。4ms、8ms では穴深さはいずれも 364nm であった。この値はちょうど Co 膜厚さ程度であり、SiO₂ 面で加工が止まっているものと考えられる。これは今回の加工エネルギーの 5mw では SiO₂ の加工可能なエネルギーを下回っていたものと思われる。また連続照射およびパーカッション照射による顕著な違いはほとんど見られなかった。図 7 に示した穴加工後の SEM 写真から 4 点ともほぼ同様な穴形状であり加工の安定性も確認できた。図 8 には AFM によるプロファイル画面を示した、これから穴周囲のデブリもほとんどなく良好な加工が行えたことがわかる。

表 2 テスト加工条件

エネルギー	5 [mW]
加工レンズ	50 倍
繰り返し周波数	258 [kHz]
照射時間	1ms、2ms、4ms、8ms
加工モード	連続、パーカッション
アシストガス	なし、窒素 (0.5Mpa)

表 3 8 ms 連続照射加工時の AFM 測定結果

	穴径 (μm)	穴深さ (μm)
1 ms	1	0.092
2 ms	1	0.151
4 ms	1.5	0.364
8 ms	1.37	0.364

を

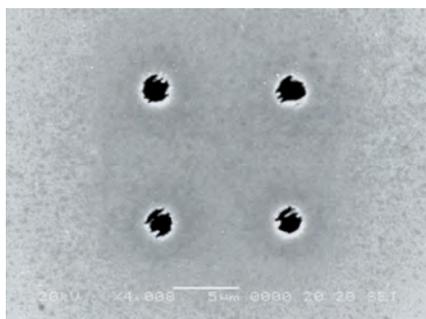


図 7 穴加工後の SEM 写真
(8ms 連続照射、ガスなし)

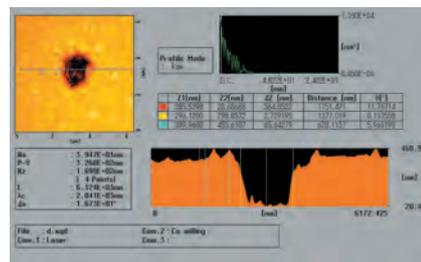


図 8 AFM 測定結果
(8ms 連続照射、ガスなし)

4. 微細線幅目盛りのマーキング加工

4.1 加工形状及び加工材質

図 9 に示したような、1mm×3mm の基板に線幅を変化させた直線マーキング加工を行う。線幅はそれぞれ 1 μm、2 μm、5 μm、10 μm とする。基板材料は SUS304 の板厚 1mm を使用した。また素材表面傷により微細なマーキング線の識別が困難にならないように表面を研磨したものを使用した。

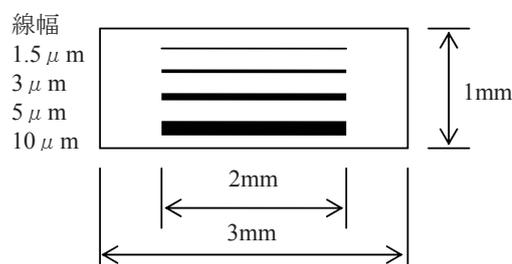


図 9 基準線幅目盛り板形状

4.2 加工結果および考察

1.5 μm 線幅の加工条件は、エネルギー 4 mW で加工速度は 2mm/s で加工を行った。また 3 μm、5 μm、10 μm の線は、1.5 μm 線幅の加工時と同エネルギーで、位置を 0.5 μm づつ移動させて加工を行うことにより、線幅を調整した。図 10 にマーキング加工後の顕微鏡写真を示した。図 11 に 1.5 μm 線の拡大写真を示す。拡大写真から線幅にばらつきがあり線幅の細い部分で 0.8 μm、太い部分で、1.7 μm であった。また非常にわずかではあるが、全体に蛇行していることがわかる。これは加工時の様々な要因によるわずかな振動によってレーザー照射位置がずれること、また加工ステージの走行精度に起因するものであると考えられる。これらはより高剛性で精度の高い加工ステージに変更することで解決することができ、さらに微細な線幅でかつ直線精度の高いマーキングが可能と考えられる。

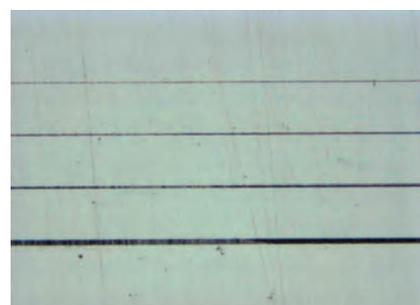


図 10 マーキング加工後顕微鏡写真

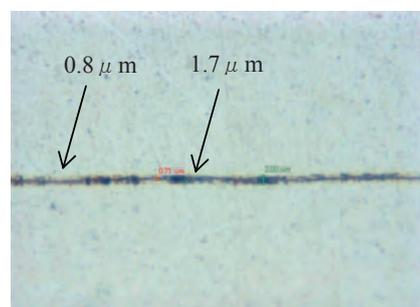


図 11 1.5 μm 線拡大顕微鏡写真

5. おわりに

以上 3 つの加工例について紹介した。今回数 μm ~ 数 10 μm の従来の機械加工では不可能あるいは困難な微細加工について、レーザー加工を行い非常に容易に製作することができた。今後さらに種々の微細な加工についてレーザー加工を試みその適用について検討したい。

3 ソフトウェアの構成

ソフトウェアは機械、回路、ガラスの 3 セクション用に用意した。それぞれのソフトウェアは「研究グループ/氏名入力」、「出庫部品選択/出庫数入力」、「出庫内容確認」、「出庫完了」の 4 つの段階で構成されている(図 2)。「出庫部品選択/出庫数入力」並びに「出庫内容確認」の段階では、何時でも強制終了して「研究グループ/氏名入力」の初期画面に戻ることが出来る。

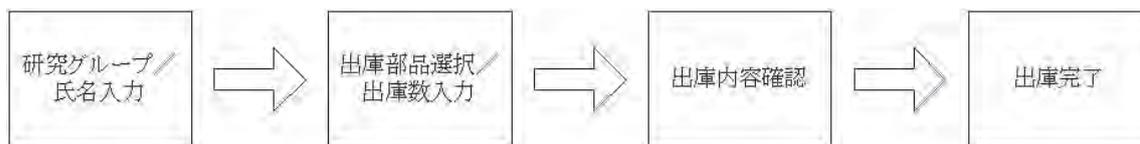


図 2.出庫管理ソフトウェアの基本構造

各セクション用にソフトウェアを用意したこと並びに 1 セクションにつき 4 つの段階を用意した理由としては、(1)運用開始後におけるセクション毎のプログラムの調整や改良が容易になること、(2)セクション毎に異なる出庫部品選択方式があること、が挙げられる。

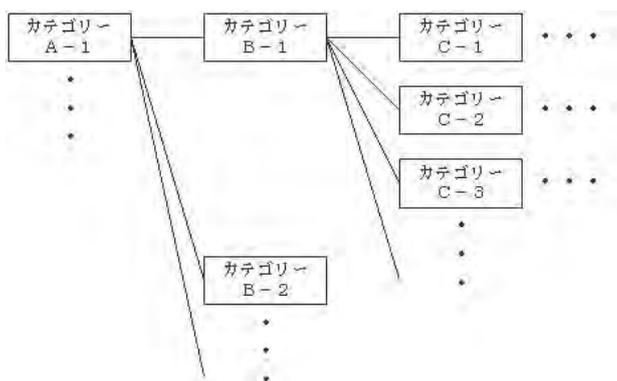


図 3：部品のデータベースの構造

図 3 に示すとおり、部品のデータベースはカテゴリ単位で階層化している。出庫部品選択は、カテゴリを順次辿って所定の部品を選択する方式を基本としている。

ガラスセクションではその基本に従い、リストボックスからカテゴリを順次選択していく(図 4、図 5)。



図 4：ガラスセクションの出庫画面(1)

回路セクションではそれに加えて、従来からパーツ毎に割り振っている 4 桁のコードの直接入力による選択方式がある(図 6)。

機械セクションでは基本的にはリストボックスから順次選択していく方式だが、出庫部品によって入力方式の変更や入力項目の増減がある(図 7)。

図 6 : 回路セクションの出庫画面

図 7 : 機械セクションの出庫画面

「出庫部品選択／出庫数入力」では図 8 に示す一連の処理を行っている。リストボックスやラジオボタンなどの選択或いは数値入力(出庫数など)が行われると、プログラム自身が呼び出される(再帰動作)。次にプログラムが先頭から順次実行されていくが、その際、HTML ファイルに埋め込まれた VBScript や SQL によって、ある条件下でのデータベースの検索と HTML ソースファイルの生成が行われる。そしてこれがクライアントコンピュータの IE に反映される。

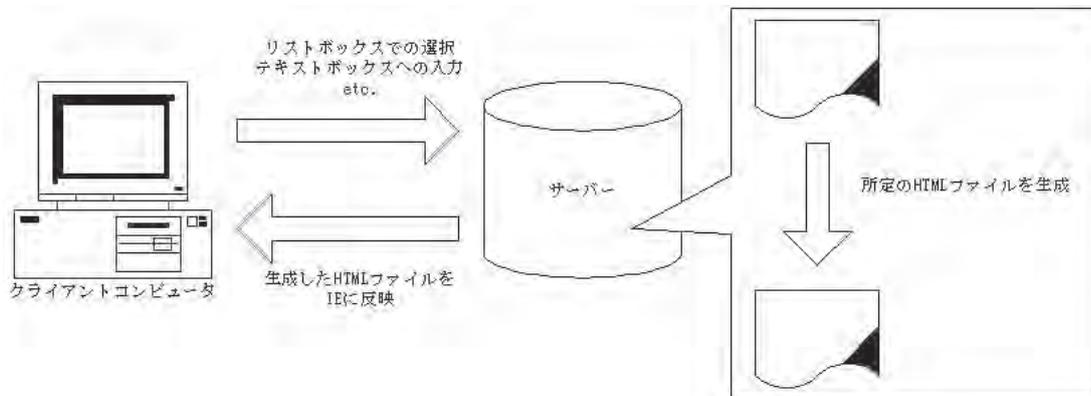


図 8 : クライアントコンピュータとサーバーのやり取り

4 まとめ

データベースの構築には多大な労力を必要としたが、出庫状況の確認や在庫品の追加／変更などが容易に行えるようになった。また、今回のソフトウェア製作によって、データベースを利用したソフトウェアの構築、とりわけ SQL と VBScript の連携による動的な Web ページ構築の知識と技術を習得出来た。

ブルカー 680 用試料管の作成

永田正明

分子科学研究所

1 はじめに

表題の電子スピン共鳴装置の試料管は市販品が無く、メーカーの指定工場に発注していましたが、高価であるため、なんとかならないか、という相談から内製化の試みが決まりました。

必要な条件は、加工時に試料管を汚染しないこと、サンプルを真空にする強度を持つことの 2 点です。

試料管のサイズは 0.9 ミリ径 長さ 3 センチ以上の直線部を 4 ミリ管に接合する。

2 手作業による加工

薄肉の石英管を引くことより、作成したところ、歩留まりが悪く、短時間で必要量を作成するには、私には不適なことが、判った。

3 ガラス旋盤を使用して加工

加工時の回転数、ガス、酸素の条件を変化させ、試料管を作成した。

毎分 150 回転以上で作業すれば、良いことが判り、引き出し速度と距離を決定した。

経験の少ない人でも、6 割ぐらいの歩留まりで、作成できることができた。

4 汚染の判定

ホルダーに空サンプルと試料管なしの測定を行い比較したところ、ほぼ、同じシグナルを得ましたので、注意すれば、汚染は少ないことがわかり、都市ガス酸素の組合せでも作業できることが、判明しました。

5 費用効果 まとめ

分子研では液体ヘリウムは他と比較して、非常に安価なところに、自作のセルは市場価格の 1 割位で供給でき、試料管の代金が足枷であった状態から解放された。

市販の 4 ミリ試料管を素材として加工しても、問題はないことが判り、ガラス旋盤があるところは、誰でも、作成できる試料管になりました。



加工品および加工風景
(発表スライドより)

超精密研磨加工によるスリット刃の製作

分子科学研究所 近藤聖彦 鈴木光一 堀米利夫
名古屋大学 鳥居龍晴 増田忠志

1. はじめに

分子科学研究所の極端紫外光実験施設 (UVSOR : Ultra Violet Synchrotron Orbital Radiation) は、シンクロトロン放射光を発生させる電子加速器と、放射光を利用して物質の電子構造などを解明するための測定器群を有する大型実験施設である。UVSOR には 8 箇所のシンクロトロン放射光の取出し口があり、実験目的に応じた測定装置などが各所に設置してある。この取出し口に付属した装置全体をビームラインと呼んでいる。

このビームラインを利用している 1 つの研究グループは、次世代軟 X 線発光分光器の開発をおこなっている。この開発によって電子がもっている性質をより詳細に解明することが可能となる。そのため、この分光器は、単色軟 X 線を試料に照射したときに放出される微弱な軟 X 線を高効率かつ高エネルギー分解能で測定することを目的としている。現在、実験用ステーションを建設し、分光器本体は、可動し研究が進められている。ただし、図 1 に示す光学素子 (Wolter 鏡、透過型回折格子、CCD) の性能を十分に活用し、さらなる高性能をねらうには発光分光器に入射スリット機構を設置する必要がある。そこで、このスリット機構に利用されるスリット刃を超精密研磨加工により製作をおこなったので報告する。

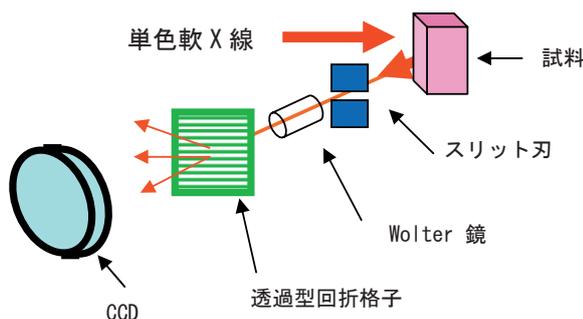


図 1 軟 X 線分光器のレイアウト

2. スリット機構とスリット刃の概要

軟 X 線発光分光器に要求されるスリットは図 2 に示すように開口幅 1～30 μm の可変開口タイプである。最小開口幅 1 μm を実現するために、スリット刃先の形状精度及び粗さは少なくとも 1 桁小さい精度を要求されている。また、効率低下をさせないために、試料から 1mm 以内の位置にスリット刃を取りつける必要がある。このため空間的制約が厳しく、これに伴いスリット刃も小型となる。スリット刃の形状は 13 \times 10 \times 2.5mm の大きさである。また、スリット刃のエッジ角度は 70 度である。

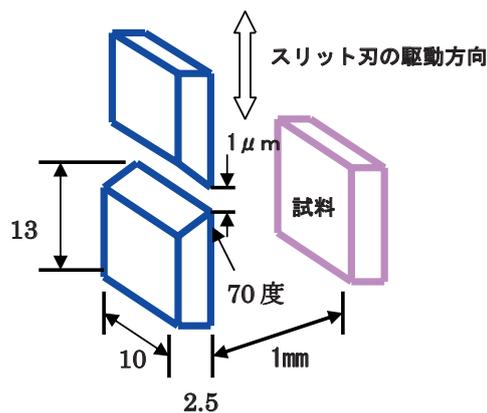


図 2 スリットの最小開口幅と試料までの距離

3. スリット刃の製作方法

スリット刃の材質にはマルテンサイト系ステンレス鋼 (STAVAX) を使用した。通常、研磨加工において高い面精度を得るには高硬度材質が適しているが、高硬度のシリコン、ガラスなどは軟 X 線を透過するため、スリット刃の材質として使用できない。また、ゲルマニウムを使用した試作において、エッジ部分が欠損しやすいという報告^[1]がされている。そこで、腐食に強いステンレス鋼中、熱処理をおこなうと硬度

第 23 回天文学に関する技術シンポジウム
2005 年 11 月 8 ～ 10 日

が高くなること、さらに、軟X線を透過しない等の理由により、上記の材質を選択した。スリット刃の製作手順を以下に示す。

(1) ワイヤ放電加工機による形状加工

スリット刃の材質に使用した STAVAX（熱処理済）の硬度は HRC54 と硬く、切削加工が難しいため、材料の切り出しにワイヤ放電加工機を使用し、図 3 に示す 13.2×10×2.5mm の形状の板を 8 枚製作した。

(2) 平面研磨加工

スリット刃の A 面、B 面は、形状精度と表面粗さが必要なため、ワイヤ放電加工後に平面研磨加工をおこなった。

(3) 斜面研磨治具の固定と斜面のカット

図 4 に示す治具に 4 枚重ねたスリット刃を押さえ板で固定した後、スリット刃に傾斜をつけるため、図 5 に示す 2 箇所の直線部をワイヤ放電加工機でカットした。この治具に設置した 4 枚のスリット刃の両端はエッジ部に「だれ」が生じやすいため、中央部に設置した 2 枚を製品とした。また、治具にスリット刃を設置した際に、スリット刃のエッジ部に隙間が開かないようにするため、2 本のネジを使用し、押さえ板がわずかに傾斜することによりスリット刃のエッジ部に圧縮力が加わるようにした。

(4) 斜面研磨加工

上記の斜面研磨治具を 3 個製作し、斜面研磨加工をおこなうことでスリット刃のエッジを高精度に研磨加工した。

4. スリット刃の研磨加工方法

ワイヤ放電加工機により製作したスリット刃の A 面、B 面及び斜面の研磨に使用した平面研磨機は、図 6 に示す平面研磨盤（ラップマスター型：マルトー社製 MG-300）に直径 300mm のラップ定盤が設置できるように

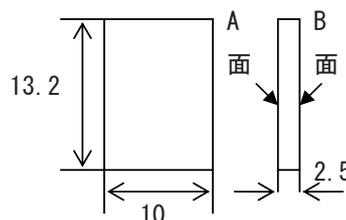


図 3 ワイヤ放電加工機でカットしたスリット刃の形状

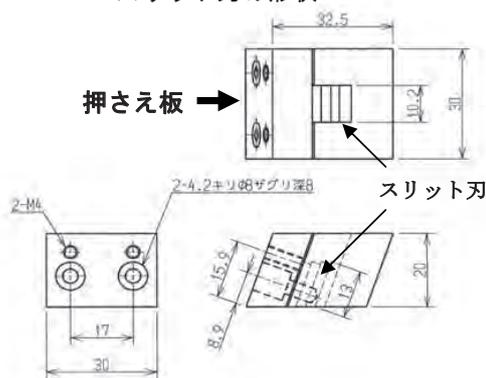


図 4 斜面研磨治具

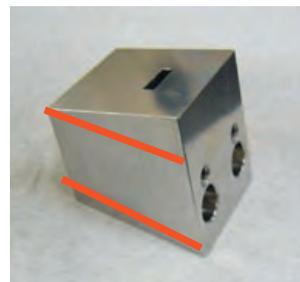


図 5 斜面研磨治具のカット位置

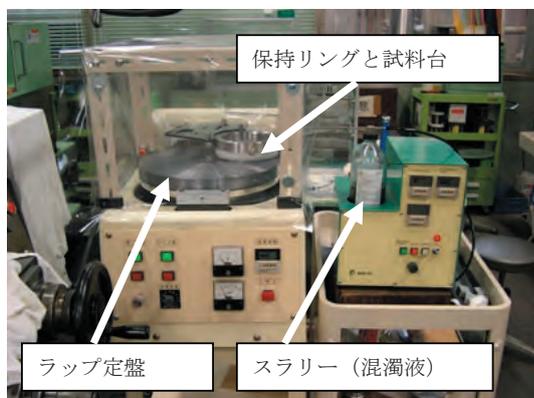


図 6 平面研磨機

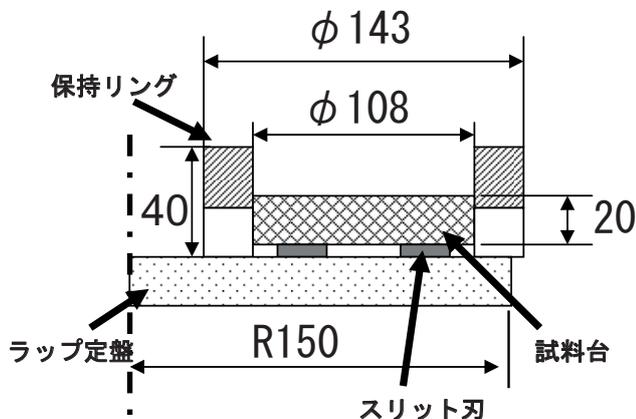


図 7 研磨方法の詳細図

改造したものである。平面研磨機は保持リング、試料台、ラップ定盤、スラリー（混濁液）で構成されている。研磨方法は図 7 に示すように、ラップ定盤上に保持リングを置き、その内部にスリット刃をワックス（日化精工社製：リードワックス M）で接着した試料台を設置する。その後、ラップ定盤を回転させ、ラップ定盤上に一定時間毎にスラリーを供給する。ラップ定盤上の保持リングと試料台は周速度差により自転するため、スリット刃を均一に研磨することができる。保持リングはラップ定盤上に供給したスラリーを均一になじませるためのものであり、2 個のプーリーで支持している。

4.1 側面の研磨加工方法と条件

ワックスを用いて 8 枚のスリット刃を試料台に接着し、側面（A 面、B 面）の平面研磨加工をおこなった。また、それぞれの面において、荒研磨と仕上げ研磨の 2 工程の研磨をおこなった。

表 1 に側面研磨加工条件と表面粗さ結果を示す。ラップ定盤は荒研磨に銅製、仕上げ研磨に鉛製のものを使用した。そして、荒研磨の研磨剤には、ハイプレスダイヤモンドスラリー（6 μ -STD-PC S1313: エンギス社製、ダイヤモンド粒径 6 μ m）を使用し、仕上げ研磨には、粒径が 3 μ m のものを使用した。このスラリーを、50 秒毎に 1 秒間噴出しながら、それぞれの研磨をおこなった。荒研磨での表面粗さが 217～343nmRy、仕上げ研磨での表面粗さが 46～64nmRy であった。

4.2 斜面の研磨加工方法

側面研磨した 8 枚のスリット刃を斜面研磨治具（図 4）に固定し、ワイヤー放電加工機でカット後、図 8 に示すように 3 個の斜面研磨治具を試料台にワックスで固定した。この固定した治具 1 と 2 には、側面研磨加工した 8 枚のスリット刃を使用した。治具 3 は研磨面がラップ定盤面に均一に接触するために用いたダミーである。

表 2 に斜面研磨加工条件と表面粗さ結果を示す。なお、斜面研磨加工においては、荒研磨、中仕上げ研磨、仕上げ研磨の手順で研磨をおこなった。中仕上げ研磨をおこなったのは、仕上げ研磨の時間を短縮するためである。また、使用した研磨剤は側面研磨と同じである。仕上げ研磨での表面粗さが 59～76nmRy であった。

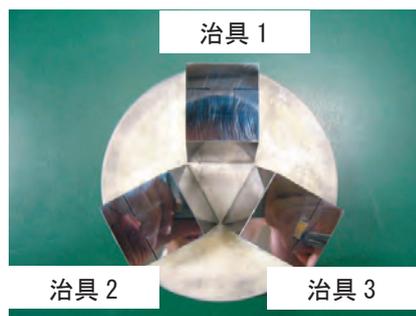


図 8 研磨治具の配置

表 1 側面研磨加工条件と表面粗さ結果

研磨工程	荒研磨	仕上げ研磨
スリット刃材質	STAVAX	
ラップ定盤回転数	80rpm	
ラップ定盤材質	Cu	Pb
研磨砥粒	6 μ 、ダイヤ	3 μ ダイヤ
スラリー供給量	1-50 s	
加工圧力	128g/cm ²	
Ra (nm)	A 面	25～27
	B 面	26～28
Ry (nm)	A 面	6～7
	B 面	6
Ra (nm)	A 面	25～27
	B 面	26～28
Ry (nm)	A 面	6～7
	B 面	6
Ra (nm)	A 面	217～343
	B 面	46～64
Ry (nm)	A 面	217～343
	B 面	46～64

表 2 斜面研磨加工条件と表面粗さ結果

研磨工程	荒研磨	中仕上げ研磨	仕上げ研磨
ラップ定盤材質	STAVAX		
ラップ定盤回転数	80rpm		
ラップ定盤材質	Cu	Sn	Pb
研磨砥粒	6 μ 、ダイヤ		3 μ ダイヤ
スラリー供給量	1-50 s		
加工圧力	73g/cm ²		
Ra (nm)	35	14～15	7
Ry (nm)	292	117～141	59～76

第 23 回天文学に関する技術シンポジウム
2005 年 11 月 8 ~ 10 日

5. 研磨加工後のスリット刃のエッジ評価

研磨加工したスリット刃のエッジを評価するため、治具 1 と 2 に設置した 8 枚すべてについて走査電子顕微鏡 (SEM) を使用してエッジ部分を観察した。軟 X 線発光分光実験に使用する場所は刃の中心から左右に 3mm の範囲であるため、観察した場所は中心から 1mm 間隔で左右に 3mm の範囲とした。観察したスリット刃の中では治具 1, 2 とともに、図 9 に示す no. 2, no. 3 のエッジが特に良好であった。観察方向は、図 10 に示すように A 面に対して垂直方向から観察している。治具 1 の no. 3 を観察した SEM 画像を図 11 に示す。この図はスリット刃の中心を観察した像である。エッジの凹凸(以後、エッジ粗さと表現する。)は最大 200nm 程度であった。図 12 は治具 2 の no. 3 を観察した SEM 画像である。このエッジについてもエッジ粗さは最大 200nm 程度であり、治具 1, 2 の no. 2, 3 (計 4 枚) の最大エッジ粗さは全て同程度であった。

ここで、最大エッジ粗さは、要求精度よりも 2 倍程度大きい。実験で使用する軟 X 線のスポット径は $2\mu\text{m}$ であるため、エッジ粗さが 100nm 以下の部分に光を照射すれば、これらの刃は製品として十分にたえられる。

6. まとめ

スリット刃のエッジを鋭利にするため、研磨加工によりスリット刃の製作をおこなった。研磨加工した面はスリット刃の側面 (A 面, B 面) と斜面であり、側面においては 2 工程の研磨方法、斜面においては 3 工程の研磨方法を用いた。また、斜面研磨加工の際には、考案した斜面研磨治具を使用した。この方法によりエッジ粗さが最大 200nm 程度のスリット刃を製作することができた。

さらに、エッジ粗さを小さくするには、以下のことが考えられる。

1. 仕上げ研磨に使用した砥粒径よりも小さい粒径の研磨剤を使用し仕上げ研磨をおこなう。
2. 本製作に使用した斜面研磨治具は、治具の空間に前工程の砥粒が残留しやすかったため、治具の空間を埋めた状態で研磨加工をおこなう。
3. よりクリーンな環境で研磨作業をおこなう。

本製作は、平成 15 年から名古屋大学と共同でおこなっている超精密研磨加工の一環としておこなった。

7. 参考文献

[1] 松下幸司, 鈴木光一: ELID 研削によるスリットブレードの製作, 平成 15 年度技術研究会報告集

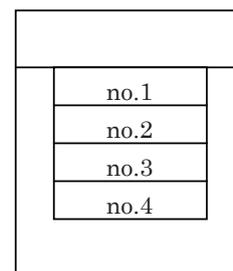


図 9 研磨したスリット刃の配置

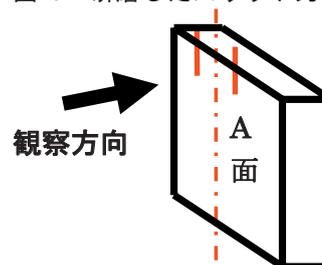


図 10 スリット刃の観察方向



図 11 治具 1-no. 3 の中心を観察したエッジ像
(エッジ付近に付着しているゴミは洗浄すれば除去できる)



図 12 治具 2-no. 3 のスリット刃を中心から左に 3mm の位置を観察したエッジ像

ネットワークを用いたヘリウムガス純度計モニターの製作

内山功一

はじめに

分子研では回収ヘリウムガスの純度をモニターするために、従来よりピラニ真空計を用いた簡易ヘリウムガス純度計が利用されている。既存の装置では、設置した場所でしか純度の確認ができず、漏れなどで純度が低下してもその場で人が監視し確認できる状態が無い場合、長時間に渡って放置されることもある。

そこで、遠隔地からでも純度の確認やトラブル発生時の警告が受け取れるよう、ヘリウムガス純度計をネットワークに接続したモニターシステムを製作した。



写真 1: 装置外観

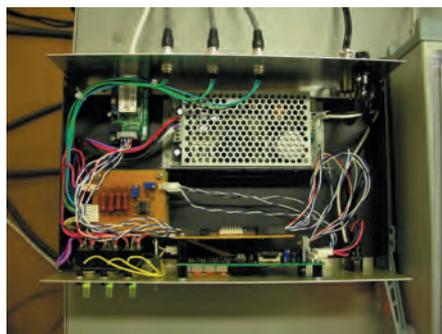


写真 2: 装置内部

モニター装置

ヘリウムガス純度計モニター(写真1,2)は、簡易型ヘリウム純度計を3台搭載し、以下の機能を有している。(日) 選択されたヘリウム純度計のモニター表示。(月) 各純度計のデータを、ネットワークを介してコンピュータへ送信する。(火) 純度が設定値を下回った場合、警告用のEメールを管理者へ送信する。

純度計モニターの回路図を図1に示す。モニターの制御は、MicroChip社のPIC16F877で行っている。PICのプログラムには、CSS社のPIC-Cコンパイラを使用した。このPICには、10bit、8chのA/Dコンバータが内蔵されており、純度計からのアナログ出力を取り込むのに利用している。取り込まれたデータの内、フロントパネルにあるセレクトで選択されたチャンネルのデータはLED表示器で表示される。またデータが設定されたしきい値を下回った場合には、チャンネル毎に警告メールを指定のアドレスへ送信する。このとき、純度がしきい値近傍をゆっくりと上下するようなことがあると、しきい値を何度もまたぐことで複数のメールを送信してしまう。こうしたことの無いように、しきい値には±1%の margins をもたせている。またしきい値の設定内容は、PIC内にあるEEPROMに保存するようになっている。

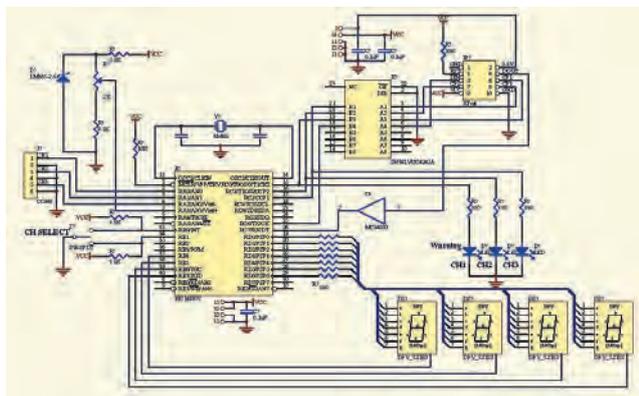


図 1: 回路図



写真 3: Xport

ネットワークのインターフェース及び電子メールの送信は、Lantronix 社の XPort シリアル⇔ネットワーク変換用モジュール(写真3)を使用した。この XPort はネットワーク変換機能の他に、電子メール機能、Web サーバ機能も持ち、それらの設定はネットワーク経由またはシリアル通信で行うようになっている。電子メールの送信条件は XPort にある、デジタル入力またはシリアル入力について 3 件まで設定することができる。コンピュータ側の通信プログラムは VisualBASIC で記述しており、これを用いてヘリウムガスモニターからのデータ収集や警告用しきい値の設定を行っている。(図2)

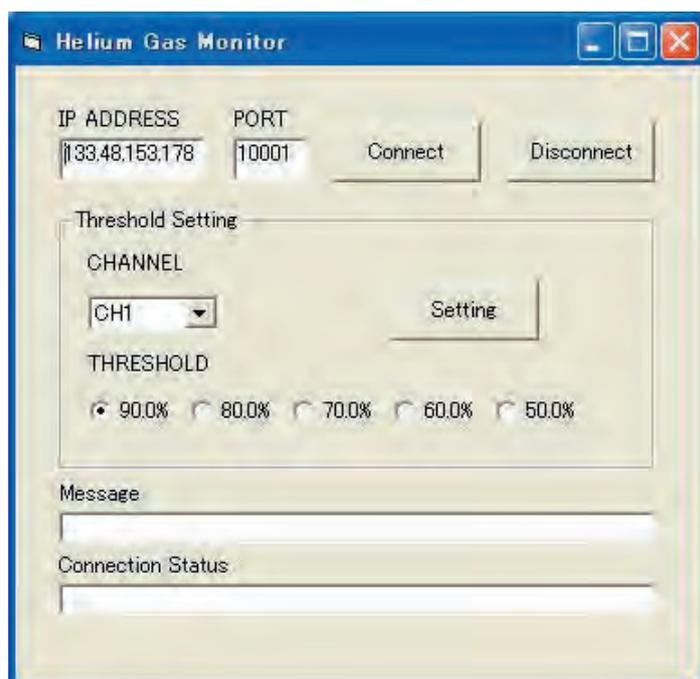


図2: 通信プログラム

まとめ

本装置はネットワーク機能を内蔵することにより、データ通信用のサーバーを用意する必要が無く、1台のネットワーク接続されたコンピュータから複数台のモニターを監視することが可能となった。また、アナログ出力を持つ計測器に同システムを流用することで、ネットワーク対応機器とする応用例も考えられる。

サポータード・メンブレン基板のバックグラインディング

鈴木光一

はじめに

現在、反応動力学部門において神経細胞ネットワーク解析素子の研究開発が進められ、その素子の応用と将来のシステム化を含めた基礎的な研究のために脂質二重膜をシリコン基板上に構成する「サポータード・メンブレン基板」の製作が行われている。装置開発室では、その基板製作の工程の一部を支援している。

図1に製作工程の一例を示した。膜形成の支持構造体として厚さ0.6mmのシリコン(SOI)基板を用い、基板の製作工程はいくつかの微細加工工程を経て製作される。ここではその工程の中のバックグラインディングについて簡単に報告する。

加工方法

製作工程の初期段階で比較的大きな領域を除去する粗加工として、シリコン板に直径約1~2mmで球状(ディンプル)穴を厚さ50 μ mほど残して(図2)削り込む加工工程がある。装置開発室ではこれを行う加工を専用機ではなく一般工作機械に市販の機械要素部品を組み合わせ加工機を構成し、加工を行った。

ディンプル加工は、硬度や脆性の高いシリコン単結晶に加工するのでダイヤモンド電着工具による研削加工を行うこととした。他に放電加工などの加工方法を検討したが、放電加工では電極消耗料のデータや加工条件の情報が少なく深さを厳密に制御することが困難であった。さらにシリコン単結晶が熱衝撃に弱いこと、加工液の処理(洗浄)工程の問題など、解決すべき点が多く残されているため、研削によるディンプル加工を選択した。

機械の構成を図3に示す。NCフライス盤に高速スピンドルを増設し、直径約1mmの球状電着ダイヤモンド砥石(図4)を工具としている。シリコン基板はホルダーに固定しXYテーブル上に配置してZ軸方向に加工する。工具の回転中心をなるべく加工に使わないようにZ軸上から外すため主軸は45度傾けた。その他、研削用クーラントの循環装置、工具位置決めと深さ方向の位置決めを行うためZ軸方向からと側面から工具顕微鏡を備えた。

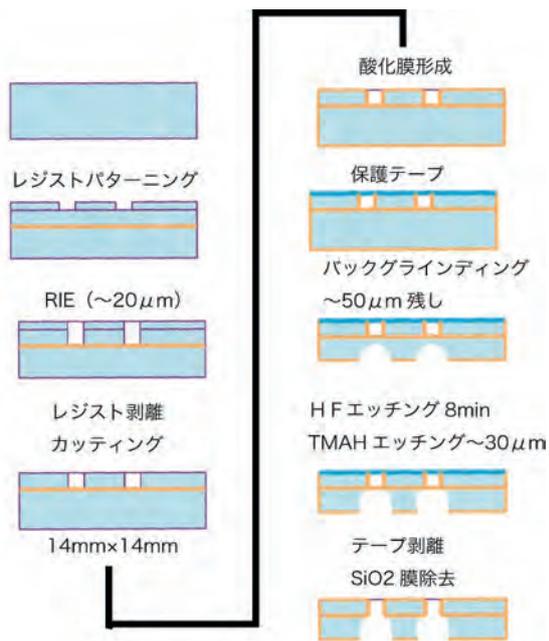


図1 製作工程

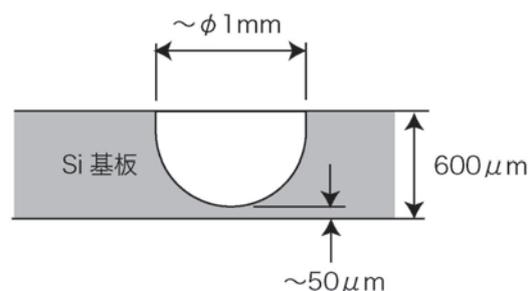


図2 ディンプル断面

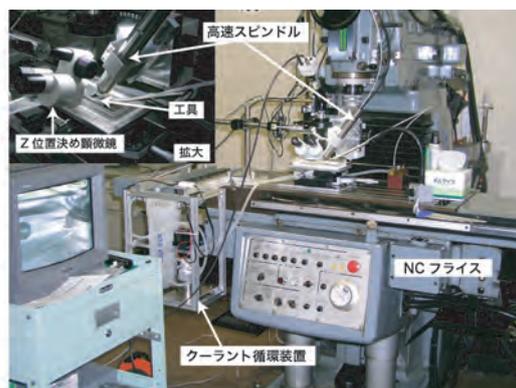


図3 加工機の構成

加工結果

加工したサンプルの写真を図5に示す。工具を45度傾けているが、回転中心を完全に外すことは加工形状からできないため、回転中心の痕跡が残っている。回転中心に相当する部分は電着工具のダイヤモンド砥粒の脱落が多く工具寿命が著しく短い。厚さ $50\mu\text{m}$ 残しで多数個の加工を行っていくが、工具は約8箇所加工した段階で新しい工具に交換することとしている。これ以上の使用では砥粒の欠落した工具による切削抵抗の増大で、シリコン結晶の薄くなった部分が割れて貫通穴となってしまう確率が高くなるためである。

加工後の形状は、深さについては測定顕微鏡によって測定しているが、顕微鏡では焦点深度が浅くディンプルの奥中心部分以外の形状は把握することが困難である。そのため、ディンプル全体の形状については、現在レプリカ(図6)による形状計測法を取り入れて進めているところである。

今後の課題

現在、サポートド・メンブレン基板の製作結果から、製作工程の粗加工としてダイヤモンド電着工具による研削加工がエッチングの前工程として使用可能であることが解った。しかし、今回の基板製作以外にシリコン単結晶の工作機械による微細加工を加工技術として確立するためには以下の課題があると考える。

- 1) 加工面粗さ加工形状の評価を行い、最適加工条件を把握する。
- 2) 脆性材料の切削という観点から超硬工具を用いた加工へ発展させる。
- 3) ディンプル形状以外の三次元形状への応用について検討する。



図4 工具



図5 加工サンプル

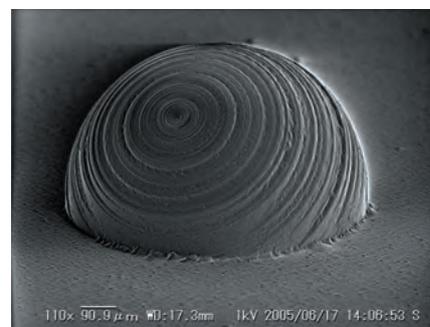


図6 レプリカ

加工条件

高速スピンドル	NAKANISHI_ASTRO_E-400
主機械	KGNC70 マキノフライス
工具	FSK ダイヤモンド電着砥石 #320,#800
工具回転数	40,000rpm
加工速度	$60\mu\text{m}/\text{min}$
切り込み量	$5\mu\text{m}$ ピッチのドリルサイクル

FPGA と USB を用いた NMR 用パルスジェネレータ

豊田朋範

はじめに

NMR(核磁気共鳴)は従来から物質の構造解析方法の1つとして用いられてきたが、近年の急速なナノテクノロジーの発展に伴い、タンパク質に代表される複雑な分子のより精密な構造解析などに広く用いられるようになってきている。一方、NMRを無極性の溶液だけでなく磁性体や金属などにも適用するには、試料に照射するラジオ波パルスの幅やパルスの間隔を広範囲に設定できることが求められている。そこで、プログラマブル IC の一つである FPGA(Field Programmable Gate Array) を使用して、小型・高速且つパルスの設定範囲の広い NMR パルスジェネレータを製作した。

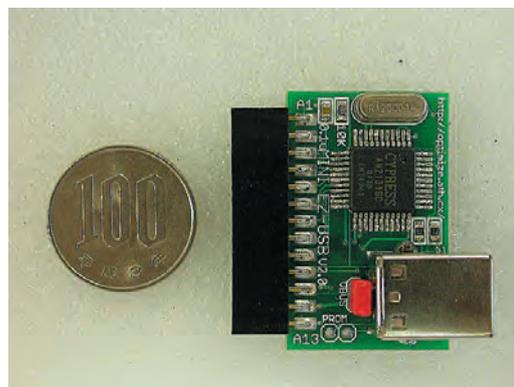
また、OS が Win95 系から WinNT 系に遷移したため従来のように I/O ポートを直接操作することが出来なくなり、WinNT 系である現在の Windows に対応した制御プログラムが必要となった。そこで今回は、近年の PC の標準インターフェースとなっている USB(Universal Serial Bus) を採用した。

回路構成

これまで NMR 用パルスジェネレータを何度か製作してきたが、そこでは高速の TTL(Transistor Transistor Logic) や CPLD(Complex Programmable Logic Device) を使用して回路を構成してきた。今回はより集積度の高い FPGA を採用することにした。使用した IC は Xilinx 社の SPARTANII で、動作周波数は最大 200MHz、ロジックセルは 2700 個でゲート数は 10 万個と、数年前にはパルスジェネレータの機能を搭載した CPLD と制御用 PC とのインターフェースで構成した回路を、全てこれ 1 つに集約することが出来る性能である。また、写真 1 のように入出力用コネクタやバイパス用コンデンサなどを含めた基板(キットとして購入できる)全体も非常に小さい。

パルスジェネレータの機能はやはり Xilinx 社から無償で提供されている開発ツールにより、ハードウェア記述言語の 1 つである Verilog-HDL で記述している。ハードウェア記述言語により回路動作を決定することは、コンパイルの結果ロジックセルやゲート数を超過しなければ、あたかもプログラムを変更・修正するかのようにより必要に応じて回路動作を変更できるという大きな利点がある。

PC とのインターフェースは従来 RS-232C やパラレルポート(プリンタインターフェース)などのいわゆる「レガシーインターフェース」を使用してきたが、前述のとおり直接 I/O ポートを操作するためには、かえって煩雑な制御プログラムを構築する必要がある。また、ノート型の PC では特に B5 サイズの製品を中心にレガシーインターフェースを最初から装備していない機種も多数市販されている。今回採用した USB はコネクタが挿入ミスを防げる形状になっている、5V 電源も取り出せるなど利点は多いが、USB インターフェースを独自に構成するのはかなりの専門知識を必要とする。そこで今回は手軽に USB インターフェースを作成できる Cypress 社の AN2131C(通称 EZ-USB) のキットを使用することにした(写真 2)。これは写



真 1 の FPGA 基板との接続を前提にしたもので、基板上のコネクタで接続すれば USB を通じて FPGA の動作を変更することが出来る。この基板を USB ケーブルで PC と接続すれば、Windows が自動的にハードウェアを認識してドライバを組み込み、以後は USB 接続で動作する各種デバイスと同様に扱える。

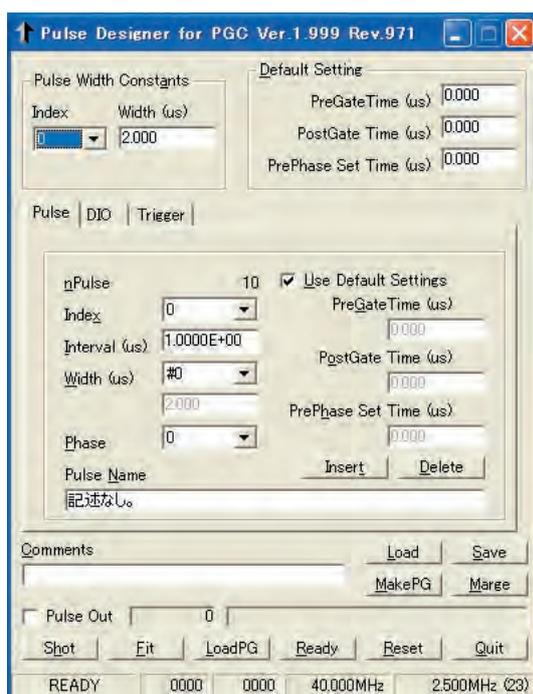
ソフトウェア

Windows 用のソフトウェアは従来 Visual Basic や Visual C++ でスタンドアロンとして構成してきたが、今回は制御プログラムの基幹を COM(Component Object Model) で構成した。COM とは簡単に言えば「Windows の機能の一部とするソフトウェア」である。COM にしておけば Visual C++ など個々に DLL(Dynamic Link Library) を用意する必要はなく、どんなソフトウェアからでも必要な機能を共通の方式で使用することが出来る。

NMR の実験では当初こそパルスの設定を試料に応じて変化させるが、一度パルス列の目星をつければあとは設定の一部のみを変えながら繰り返し動作させることが望ましい。このような場合、パルスの設定を試行錯誤する際には Windows らしい GUI(Graphical User Interface) を使用したプログラムを Visual Basic で記述し (図 1)、設定の一部のみを変更する定型処理は VBScript で記述する、といったことが COM にしたことで容易に実現できる。勿論、Windows 上でいくつものソフトウェアを並行動作できるように、Visual Basic で記述したプログラムと VBScript で記述した動作を共存させることも出来る。

まとめ

IC の高集積化や小型化、OS やインターフェースの変遷など急速な技術の変化に対応することは、技術者にとって不可欠なことである。今回 Windows が主流の PC で制御する測定機器を開発した経験からそのことを強く感じた。またソフトウェアに関しても、COM の導入によってプログラムの保守管理も従来より容易になり、Windows 時代の新しいソフトウェア開発手法の 1 つとして今後重要になっていくものと思われる。



固体 NMR プローブの製作

水谷伸雄

装置開発室は、分子研創設以来数々の NMR プローブをはじめ極低温用クライオスタットの設計製作を手がけてきた。これらの実験装置は分子研内での実験はもとより、研究グループの所外移転と共に各大学等においても実験に用いられている。

今回の製作は、九州大学大学院理学研究院、北川宏教授、山内美穂助手らより、「低次元系機能性材料開拓のための固体 NMR プローブ技術開発」という研究課題で共同研究(施設利用)として依頼を受けた。また、本装置による研究の具体的方法として以下の様に示された。

「水素吸蔵金属ナノ粒子、電導性一次元金属錯体、イオン伝導性二次元錯体ポリマーなどの低次元系分子性材料の特性は、分子上の電荷およびスピン分布の微細な変化により電子伝導性やプロトン伝導性などの物性が大きく変化する。対象物質の物性発現メカニズムは、測定核周りの局所的な情報を得る最も有用な手段である固体 NMR 法によって明らかにしていく。NMR 測定は 1.5 ~ 500K の広い温度範囲において、9.37T (1H の共鳴周波数で 400MHz) の超伝導マグネットおよび、He ガスフロー形式のクライオスタットを用い、H,D,Pt,P,Si,Al,Ag などの核種を対象として行う。共同利用では、10-400MHz 用の NMR プローブの技術相談、設計および制作の依頼を行う。」と言うものであり、設計は山内助手が以前使用経験のある NMR プローブを基本とし、物質材料研究機構、強磁場研究センターの池田龍一筑波大名誉教授とも打ち合わせを重ね設計を行った。

製作上の注意点として、磁性を発生する材料や部品を使用しないこと。試料設置部位の周辺の部品組立は、溶接を避け銀ロー付けまたは、半田付けにより接合する。これは、非磁性材料と言われるステンレス鋼においても溶接する事により磁性物質発生のおそれがあるためである。また、1.5K ~ 500K の広い温度範囲で実験するため各部材の選定にも注意が必要であった。まず、常温大気部分から He ガスフローする試料設置部までのパイプは、熱伝導が悪いステンレス製薄肉パイプを使用し、かつ 5 枚のシールド板を設ける事により室温からの熱流入を押さえた。この時、上部フランジおよび上部 3 枚のラディエーションシールド板は、磁場中心からの距離が充分離れているためステンレス鋼を用い Ar アーク溶接にて接合した。しかし、下部 2 枚のラディエーションシールド板および試料設置部周辺は、銅合金製の部品を銀ロー付けする事により組み上げた。サンプルホルダーは、マシナブルセラミックスの中では機械強度が高く、熱伝導率の良いシェイパル M ソフトを使用した。脆性材料の機械加工には慎重さが求められ多くの時間を費やした。

現在、NMR プローブは、九州大学大学院北川研究室にて実験が進められている中で、いくつかの改善点も見え初めてきた。今後のデータの蓄積に期待し、さらなる改良および二号機の開発にも応じて行きたい。

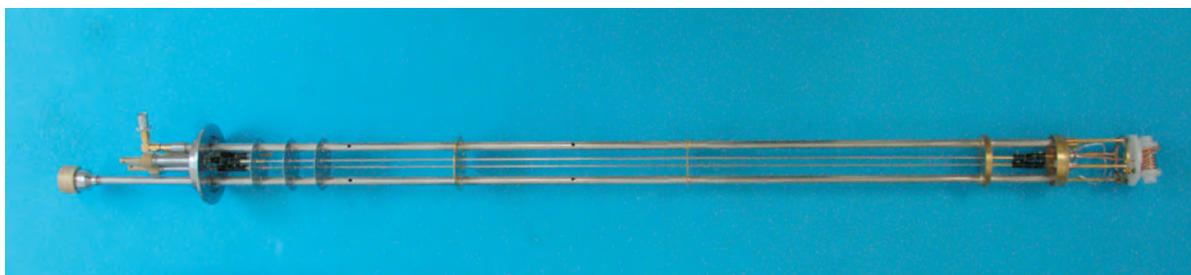


写真1 NMR プローブ全体 (試料設置部のラディエーションシールドを外した状態)



写真2 上部フランジ周辺



写真3 試料設置部周辺



写真4
試料設置部ラディエーションシールド 1



写真5
試料設置部ラディエーションシールド 2

微細穴用放電加工機の製作

矢野隆行

1. はじめに

分子科学研究所では近年、微細な加工要求が多くなってきている。その微細加工例として高圧実験用のダイヤモンドアンビルセル (DAC) 用のガスケットの穴加工がある。これは外形 10mm × 10mm、厚さ 0.2-0.3mm のステンレスまたはインコネルの板材に直径 0.3-0.5mm の穴を形成するというものであるが、この加工には、1) 真円度が良好であること、2) 穴の端にバリなどの加工屑がないこと、3) 穴がテーパ状になっていないこと、と言った要求がある。装置開発室では、この穴あけ加工をドリルによる切削加工で行っていたが、前記の条件を満たす穴加工は困難であった。他の加工法として放電加工による穴加工がある。放電加工は、被加工物である金属と加工工具である電極とを絶縁する加工液を介して電気エネルギーを加えることにより発生する火花エネルギーによって被加工物の表面層を微細に除去していく加工法であるため、微細穴加工例は多い。装置開発室には、この放電を利用した加工機として、形彫放電加工とワイヤー放電加工の 2 種類あり、穴加工には形彫放電が用いられる。しかし、その加工機は汎用型であるため微小径穴加工の加工条件がなく、専用電源も搭載していないため、DAC 用ガスケットに用いられるような小径穴加工には効率が悪く適していない。そこで、DAC 用の穴加工をはじめ他の微細加工にも利用できる専用の放電加工機を製作したので以下に簡単に紹介する。

2. 加工機の仕様

今回製作した加工機を図 1 に、製作した加工機の仕様については表 1 に示す。放電用の電源は RC 充放電回路を用いた。一般的には FET による高速スイッチング回路を用いるが、パルス放電の 1 パルス当たりのエネルギーを小さくすることは難しく、微細加工用にはあまり向かない。RC 回路はコンデンサに蓄えられたエネルギーが放電のエネルギーとなりコンデンサ容量を小さくすれば放電エネルギーを小さくすることが可能なため微細加工用として適しているとされている。

製作した電源ユニットは DC 電圧を 4 段階、コンデンサ容量を 4 段階を手動により可変とした。また、Z 軸には一定の放電ギャップを保つ必要があるため、その駆動には、市販の電動マイクロメーターヘッドを用いた。放電ギャップを任意に調整するマニュアルモードとコンデンサの充放電を検出しながら Z 軸の駆動制御を行うオートモードを用意した。オートモードの制御回路のフローチャートを図 2 に示す。この電源ユニットの製作と Z 軸駆動制御に関しては、装置開発室エレクトロニクスセクションの吉田・内山両氏の協力を得て製作した。

表 1 放電用電源・制御系概要

電源ユニット	
電圧	35,70,85,100 V
コンデンサ容量	5000pF, 0.1 μF, 1 μF, 4.7 μF
Z 軸駆動系	
仕様	ミットヨ製モータ コントロールヘッド (153-505)
加工液	
仕様	蒸留水 or KHS バイトル-S(油)



図 1 加工機外観

3. 現状

加工機本体、並びに制御系の製作や加工可能な状態に至るまでには、かなりの改良や微調整に時間を費やしたが、放電加工機として機能する機械として完成している。また、本加工機は製作途上の段階であり、さらに多くの加工テストが必要であるが、一部の穴加工には実用として活躍した。ここでは現在稼働している加工機に関する問題点を挙げる。

- 1) 加工途中で溶融した放電屑の影響により短絡状態で加工が中断してしまうことがある。
- 2) モーターコントロールヘッドは本来の使用方法と違うためスピードコントロールに難がある。
- 3) 微小量の深さ加工も目的としているが、現状ではZ軸座標を検出する測定器が搭載されていない。
- 4) 本加工機の加工条件に関するデータが少ない。

5. 今後の予定

今回製作した加工機は前述したような問題点は残っているが、致命的な欠陥ではないため、現在は最適加工条件を決定するためのテスト加工を行っている。(加工例を図3に示す)

また、問題点に対する対策も、今年度行われた放電加工技術研究会で、参考になる意見を多くいただいた。現在その改良案を具体化することを同時進行で実施している。改良案を以下に示す。

1) 加工液の循環とフィルタの設置

加工屑の排出や処理は短絡状態（加工中断）を引き起こす大きな要因であるため、加工液循環を行う。

2) 電源の供給方法（配線による浮遊容量低減）の見直し

微細加工を行う上でRC回路のコンデンサ容量以外の浮遊容量の影響が大きくなるため。

3) Z軸駆動にクロスローラーベアリングを使用した電動ステージを採用

現状のモーターコントローラの使い難い点を改良することと、深さ方向の位置決めを可能にし加工深さ制御を可能にする。

4) 電極回転機構の導入

穴加工における真円度は工具電極を回転させることによってより高精度な穴加工が可能となるため。

最後に、この微細穴用放電加工機の改良には平成17年度所長奨励研究費によって進められている。

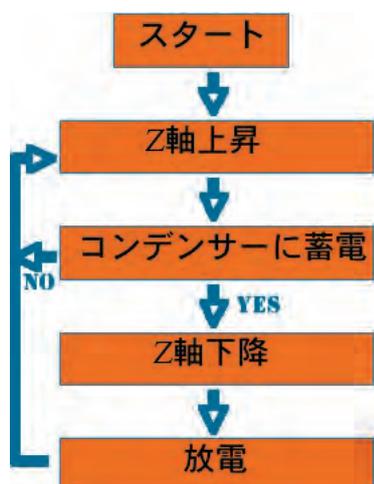
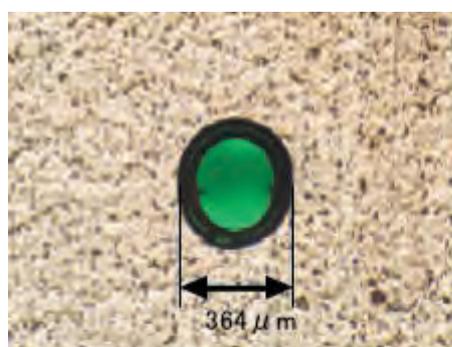


図2 制御回路のフローチャート



電源電圧:70V
 コンデンサ容量:0.1 μ F
 電極材質:タングステン
 電極直径: ϕ 0.3mm
 被加工物:SUS304($t=0.2$ mm)
 加工時間:36分30秒

図3 加工例

埋め込み金属層基板遠赤外反射吸収分光装置の設計・製作

近藤聖彦

埋め込み金属層基板を用いて赤外反射吸収スペクトルを測定する装置を昨年度に設計し、本年度は製作をおこなった。この装置は、シリコン基板上に膜タンパク / 脂質二重膜自己組織集積構造を形成したチップに照射した赤外の反射スペクトルを観測することにより、膜タンパクの構造及び機能を詳細に解明することを目的としている。図1に製作した装置の外観図を示す。

この装置を用いて、さらにテラ Hz 領域を含む遠赤外の反射スペクトル観測を可能にしたいという依頼を反応動力学部門と共同研究を行っている九州大学から受け、装置の改良を行った。変更内容は、試料の熱雑音を抑えるため、試料を冷却できるようにすること、及び現状では小型 MCT 検出器による赤外観測を行うようになっているが、遠赤外用の LiqHe 冷却型ボロメータ検出器を、既存の赤外用検出器チャンバを改造して、MCT と冷却ボロメータ 2 台を設置出来るように変更し、簡単な光路の切り替えのみで広帯域な波長検出を可能にすることであった。これらを考慮して、改良をおこなった。今回、設計した主な点を以下に示す。

- 1) 試料交換チャンバ内の試料を冷却する伝導式冷却システム機構の設計
- 2) 赤外と遠赤外分光用検出器の切り替えができ、かつ光軸を微調整できる機構の設計

改良点 1) については、図2に示すように、冷却には液体窒素を用いることとし、試料室内に窒素タンクを設置し、純銅ワイヤーを伝って試料ホルダーを冷却するようにした。改造点 2) については、図3に示すように赤外用と遠赤外用検出器を検出器チャンバの上面と側面に配置し、図4に示す軸はずし放物面鏡を90度方向に回転させることで検出器への光路切り替えによって二つの検出器による観測が可能にした。この際、回転粗動は図4に示すハンドルでおこない、微調整はマイクロメータヘッドを使用し回転軸に固定した回転バーを動かすことによりおこなう。光軸調整は、直動調整ナットを回転させ、軸はずし放物面鏡を図4に示す移動方向に動かすことと微調整マイクロメータヘッドの回転の2軸によりおこなう。現在、これらの機械設計を終え、製作に取りかかる予定である。

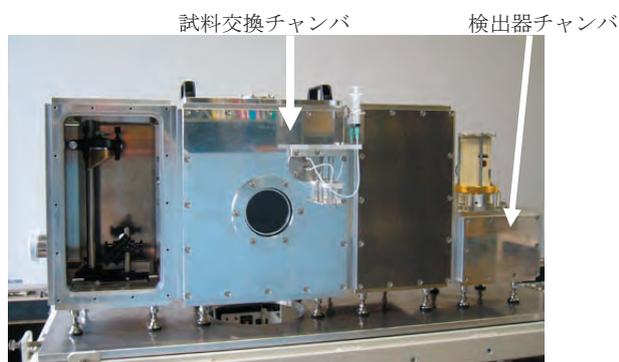


図1 装置外観

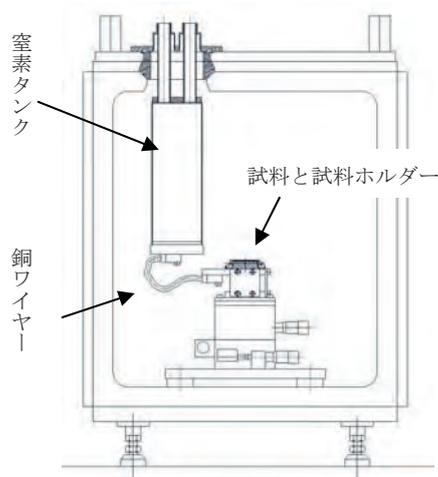


図2 試料ホルダーの伝導冷却システム概念図

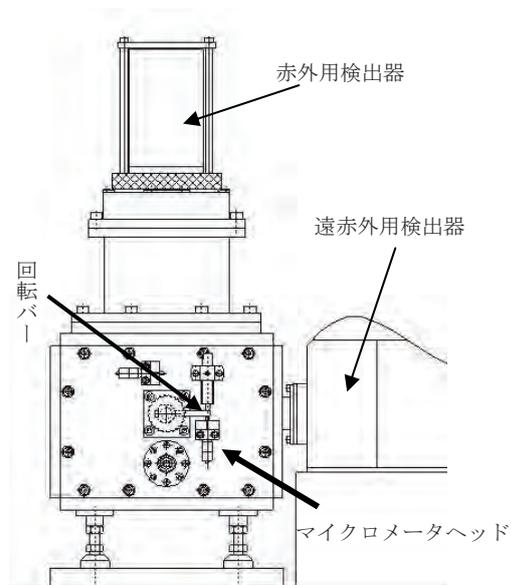


図3 検出器の位置

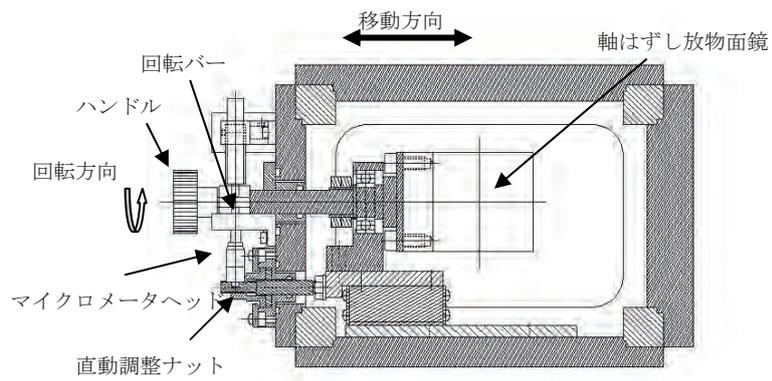


図4 検出器チャンバ部の断面図

(紙面の表側が遠赤外用検出器取り付け面)

FRAP 装置のための計測システムの製作

吉田久史

1. 概要

反応動力学部門宇理須グループの依頼により、蛍光顕微鏡を用いた FRAP(Fluorescence Recovery after Photobleaching) 装置のための計測回路システムを製作した。図 1 に示すように製作したシステムは、半導体レーザの駆動回路とフォトマル (PMT) と AD 変換器による計測回路で構成されている。前者は試料をフォトブリーチングするための光源を制御する回路であり、後者はそのブリーチング点での蛍光強度の時間依存性を測定するためのものである。ここでは主に製作の中心となったパルス発振器と AD 変換器を用いたデータ収集回路について報告する。

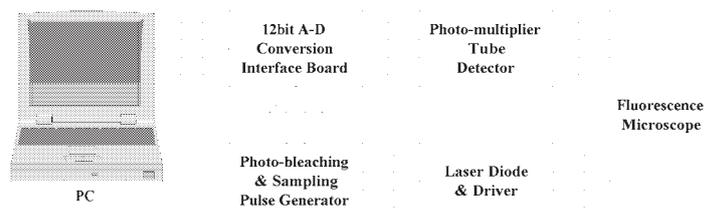


図 1 FRAP 計測システム

2. 半導体レーザ駆動回路

半導体レーザは、住友大阪セメント社製の発振波長 560nm、SHG 定格出力約 5mW の CW レーザを使用している。このレーザ・ドライバには外部変調入力があり、入力信号の振幅により出力光の強度を変えることができる。従って、入力信号をパルスにすればレーザ出力もパルス化される。FRAP 装置に必要なパルス発振器の入出力タイミング・チャートを図 2 に示す。製作したパルス発振器は、フォトブリーチングのための単一パルスとそれに続く蛍光緩和過程を観測するためのサンプリング・パルス列を出力する。これらは、適切な光強度となるように独立にパルス振幅を調整することが可能である。また、計測回路に必要な AD 変換器のサンプリング・クロックや AD 変換の開始 / 停止信号として利用するための同期パルスも出力している。パルサーの構成を図 3 に示す。ブロック図の上段は、トリガ入力を受けて所定のフォトブリーチング用パルスを生成する回路、下段はその出力を受けてサンプリング用パルス列を生成する回路である。前者はパルス幅が 0.1 秒 -10 秒の長時間のタイマーを後者は 0.5mS の短時間のタイマーを要するので、2 個の PIC マイクロコントローラ (PIC16F628) を用いることにした。PIC マイコンからの出力は、それぞれアッテネータで振幅を調整した後、最終段の加算器により合成され出力される。製作したパルス発振器を写真 1,2 に示す。

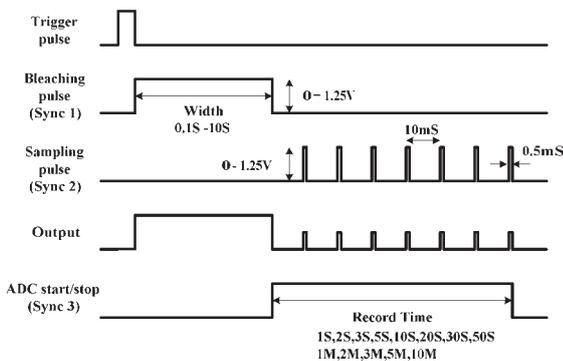


図 2 パルス発振器のタイミング・チャート

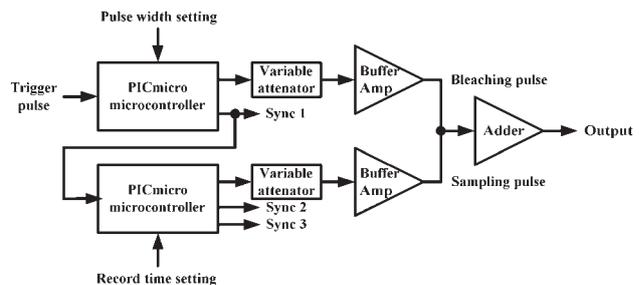


図 3 パルス発振器のブロック図

3.AD変換器による計測回路

蛍光強度を観測するために、PMTの出力信号は12ビットのAD変換器でコンピュータに取り込まれる。AD変換器には、最大60,000ワード(記録時間最大600S÷サンプリング周期10mS)のデータを外部サンプリング・クロックで取り込む機能を有する必要がある。この点を考慮して、AD変換ボードはコンテック社のAD12-16(PCI)Eを使用した。また、データ収集のためのプログラムは、ボードに付属するライブラリ(DLL)とVisual Basic 6.0を使って開発した。AD変換器によって取り込まれたデータは、CSV形式でファイルに保存される。図4に、Visual Basicによるプログラムの動作画面を示す。

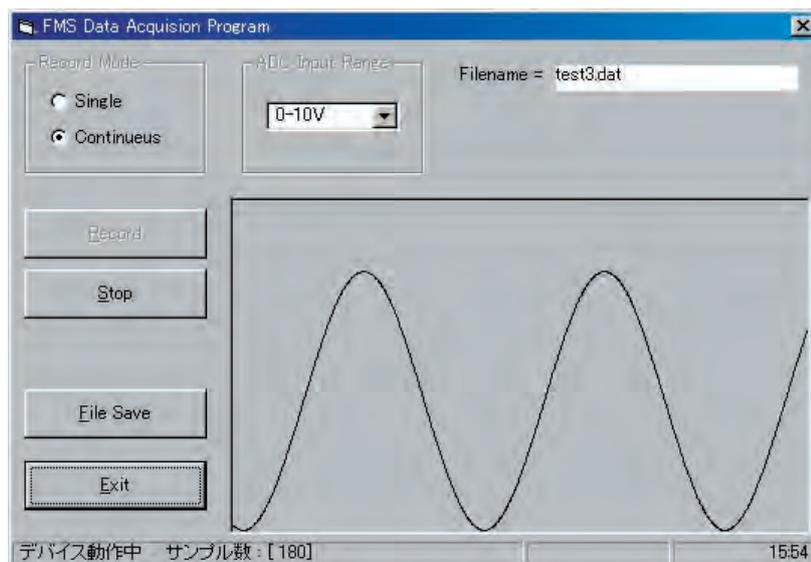


図4 データ収集プログラム

4.まとめ

蛍光顕微鏡に半導体レーザとPMTを取り付ける改良は、昨年度の依頼工作で行っていて本装置はその観測系にあたる。製作したパルス発振器は、PICマイコンを使用することでパルスの設定値の入力回路やタイマー・カウンタ回路など回路構成が簡素化された。また、仕様変更に際しても、プログラムの変更だけで柔軟に対応できるようになった。



写真1 パルス発振器外観



写真2 パルス発振器の回路基板

2005年 工作依頼リスト

装置開発室の主たる業務の中に所内からの依頼による装置製作がある。機械、電子回路、ガラスの各グループセクションが2005年1月から12月までに受けた工作依頼のリストを以下に掲載する。リストは依頼書に記入された品名と管理のための伝票番号のみの記載とした。

このリストにあるすべての依頼製作品には記録写真があり保管されている。本レポートにすべての物を掲載できないが、抜粋し【写真】と付記された依頼品名について後のページに掲載した。また、17年度より開始した「施設利用」による依頼工作には伝票番号に*印を付けている。

機械グループ (255件)

伝票番号	品名	05C06	膜厚計修理 (銀ろう付け)
05A01	台一式	05C07	ボイルカバー
05A02	ロッド	05C08	バルブ -NW25 溶接
05A03	マニピュレーター用アダプター	05C09	Cell holder
05A04	Cu 板	05C10	SUS 六角穴付ボルト改良
05A05	偏向板絶縁スペーサー	05C11	Cell holder II
05A06	色素セルの改造	05C12	Crystal holder assembly
05A07	Al 筒	05D01	PD.LD プレート
05A08	クライオスタットベース・ホトマルアダプター	05D02	ピエゾホルダ
05A09	ロッド・回転セルホルダー	05D03	ベース板
05A10	取り付け板	05D04	対物レンズアダプター
05A11	アルミ板加工	05D05	銅製テーパー付ピンホルルの製作
05A12	サファイア基板の切断	05D06	ガラス製ピンホール及び水冷ピンホールホルダ
05A13	LN2 and 高温用サンプルサポート	05D07	SLMハウジングカバー
05A14	ミラーホルダー	05D08	CCD スペーサ
05A15	152 フランジ加工	05D09	メッシュ基板
05A16	サンプルホルダー	05D10	レンズホルダ冷却用水冷ブロック 【写真】
05A17	Oven Holder	05D11	He3 ポット
05A18	テフロンシャーレー	05D12	ファイバー用Vブロック L=850mm
05A19	平面ミラーホルダー	05D13	ピエゾ用アタッチメント他
05B01	"Magnet 用ステージ、コイルの芯"	05D14	水銀セル
05B02	ICF70-114 フランジ修理	05D15	スキマー φ 0.5
05B03	シグマ光機虹彩絞リ調整修理	05D16	光学ステージ
05B04	六角穴ボルト頭加工	05D17	3/8 インチロッド
05B05	レンズ管フランジ	05D18	冷却試料回転ステージ
05B06	インコネルガスケット	05D19	微細加工用形彫放電加工機の製作
05B07	ZYGO 用防塵カバー	05D20	ステンレス板加工
05B08	フォトマル取り付けアジャスター	05D21	0.1t アルミ板加工
05B09	軟x線発光分光器セラミック追加工	05D22	グレーティングホルダー
05B10	回転セルホルダー追加工及び技術相談	05D23	バルブ
05B11	プローブアタッチメント	05E01	ダイボンダのチャンバのおもし
05B12	分子研 30 周年記念出版用写真撮影	05E02	冷却ブロック
05B13	個体サンプル用スリット刃	05E03	試料ステージ他
05B14	New Focus ミラーホルダ改造	05E04	ヒンジ枠固定ジグ
05B15	試料ホルダー	05E05	ジェネラルバルブ用ボペット
05B16	温度計ホルダー	05E06	ロード調整加工
05B17	スピニングコートふた	05E07	ベース板
05B18	レンズホルダー改良	05E08	オープン
05B19	蒸着ステージ	05E09	ガスケット
05B20	LG 共振器	05E10	真空内シャッター機構
05B21	ダイボンダ用スプリング付ピン収納ケース	05E11	押さえフランジ
05B22	極低温 STM シグナル線修理	05E12	High-Speed Vibration mill 【写真】
05B23	微細穴加工用形彫放電加工機の開発	05E13	断熱インサート (ポット部)
05B24 *	NMR プローブ 【写真】	05E14	ハウジング固定板他 1 点
05B25	取付板	05E15	放電電極
05B26	窓付き加圧セル修正	05E16	マイクロリアクターチップの固定ステンレス枠
05B27	レギュレーター用アダプター	05E17	サンプルキャリア φ 14
05C01	加熱ホルダ 3~4	05E18	支柱
05C02	近接場顕微システムヘッド一式 【写真】	05E19	シリコンカッティング
05C03	Fixing Plate	05E20	レーザー光導入管他
05C04	チャンネル電流検出チャンバ	05E21	DAC ホルダー
05C05	サポートッドメンブレン支持基板	05E22	顕微クライオスタット

05F01	ダイナミックシール (テフロン)
05F02	ヘリウム配管
05F03	ICF114-NW25変換フランジ
05F04	電極
05F05	防振配管台
05F06	レーザービームパッフルアダプタ
05F07	UVSOR BL 5U用サンプルホルダ
05F08	ガイシ
05F09	絶縁管
05F10	UG-50 延長ビューポート
05F11	試料室密閉フタの加工 他
05F12	Wrist Action Shaker
05F13	回折格子止め用治具
05F14	グレーティングホルダー
05F15	バルブ
05F16	変換フランジ加工
05G01	レーザーアブレーション用部品一式
05G02	結晶ホルダー
05G03	ステージ改良化3点
05G04	ミラーホルダー
05G05	Z軸ステージ改良
05G06	I軸ゴニオメーター
05G07	窓用フランジ
05G08	検出器台
05G09	しきい電子分析器部品一式 【写真】
05G10	真空干渉計用補強棒
05G11	試料ホルダ
05G12	金属キャップ加工
05G13	ミラーホルダー支持台
05G14	モーターホルダー改良
05G15	ホルダー改良
05G16	電子分光チャンバースガス導入部 【写真】
05G17	レーザーヘッドの透明防塵カバー
05G18	スピンドル用小型基板ホルダー
05G19	DAC用アダプター
05G20	冷却水コネクタ支持ブラケット
05G21	マイクロ流路用金型
05H01	DAC用アジャスター
05H02	アルミフレーム
05H03	高調波セル 【写真】
05H04	テフロン加工
05H05	インコネルシート固定治具
05H06	研磨ホルダ加工
05H07	円筒加工
05H08	フランジ加工
05H09	ポーリング台
05H10	スリットヒンジ 【写真】
05H11	テフロンスペーサー調整加工
05H12	蒸着マスク (3 t x 16 x 40 結晶用) 【写真】
05H13	スキマー (Φ 0.5-1/4)
05H14	回転セルホルダー 【写真】
05H15	セルホルダー修正
05H16	サンプルホルダー
05H17	グレーティングアダプタ
05H18	(ミラーチェンバー)
05H19	フィードスルー溶接
05H20	鉄板 (チャンバー用) と支柱の加工
05I01	DLDホルダ・DLD支持用フランジ
05I02	SUS サンプルホルダー
05I03	SUS 板加工 (光学ステージ台)
05I04	エッジ励起レーザー集光モジュール
05I05	マルチチャンネルディテクターホルダー
05I06	XeF2 ガス供給系
05I07	磁極内電極

05I08	トランスファーチューブ延長管
05I09	MCP 取付変換レンズ
05I10	フィルターホルダー 【写真】
05I11	和周波発生分光用液体セル
05I12	ESP-300E用サポート管アダプタ
05I13	ポーリング台 【写真】
05I14	支柱
05I15	磁気光学効果支持板
05J01	ガスケット加工 (ICF253)
05J02	共鳴器パーツ
05J03	分子線スキマーΦ 0.5 修正
05J04	分子線スキマーΦ 0.5
05J05	Yb:YAG 結晶ホルダー
05J06	ターボポンプ支え板
05J07	ノズル固定ステージ
05J08	回転導入ジョイント
05J09	マイクロメーター取付台
05J10	マイクロ化学ガラスチップ
05J11	ニューポートステージアダプタ
05J12	テフロンナット加工
05J13	マイクロ流路のデジタルマクロ撮影
05J14	メッシュ基盤2種
05J15	セルホルダー改造
05J16	DLDホルダー及び光軸合わせアルミ板加工
05J17	ミラーホルダー加工
05J18	ESR900 用治具
05K01	IMT社製 ICC-DY05 のガラス板を部分削除する
05K02	バイオセンサ特性測定チャンバー
05K03	サンプルだめ (ヨウ素用)
05K04	Yb:YAG 結晶ホルダの冷却治具
05K05	マグネットベースねじ穴加工
05K06	ホルダーカバー改造
05K07	フロー用ラマンセル
05K08	ミラーホルダー支持台改造
05K09	ファイバーホルダー
05K10	エッチング Si 基板ホルダー
05K11	ホトマル冷却器アダプター
05K12	クライオスタットラディエーションシールド
05K13	フランジ追加工他
05K14	パルスコイル
05K15	PMMA polymer cutting
05K16	12P フィードスルー /ICF70
05K17	ベシクル供給チューブ取付治具
05K18	高出力マイクロチップレーザー筐体
05K19	回転モーター固定ホルダー
05K20	サンプルホルダー他2点
05K21	光軸合わせ板 / ガス導入フランジ / ミニコン I 管
05K22	ベースプレート
05K23	Cajon fitting 用 View port
05K24	調整用ポート溶接
05K25	スキマーベースフランジΦ 500 追加工
05K26	タンクステンるつぼ
05K27	試料ホルダー他
05K28	AL シールド
05K29	蒸着用ステージ修理
05K30	蒸着マスク
05K31	膜タンパク実験チャンバー改造
05K32	レンズマウントアダプター
05K33	高調波セル
05K34	ピエゾ固定部品他
05K35	ヘリウム回収継手
05L01	ヨウ素溜め
05L02	受動 Q-SW マイクロチップレーザー光撮影
05L03	"分子線スキマー (Φ 0.3-1/4)" "

2005年 工作依頼リスト

05L04	低温ラマンフローセル
05L05	VF100.ICF152 追加工
05L06	ステージ取付ベース
05L07	スリットブレード
05L08	自動スイッチ入力装置
05L09	スウェジロック継ぎ手の追加加工
05L10 *	メカニカル速度選択ディスク
05L11	シールドチャンバー
05L12	アクリル板及びアルミホルダー
05L13	望遠鏡筒他 3点
05L14 *	超高真空用交換可能試料保持機構
05L15	グループ写真
05L16	四角形型アダプター
05L17	グレーティングホルダ
05L18	X線温度センサー固定用チップ
05L19 *	テフロン製水熱合成容器
05L20	SS-4Hバルブ溶接
05L21	極低温試料ホルダー
05L22	レンズ駆動機構
05L23	結晶ホルダー
05L24	温度センサー固定台
05L25	試料ホルダー固定棒
05L26	サンプルホルダ
05L27	サンプルホルダ追加工

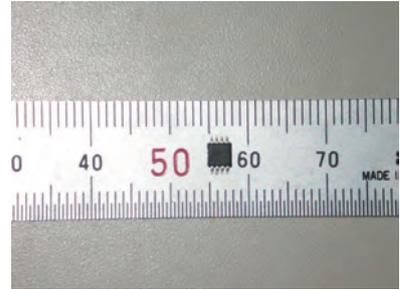
電子回路グループ (27件)

伝票番号	品名
05A01	光ディテクタの改造
05C01	FRAP レーザー駆動パルサー 【写真】
05C02	GPS アンテナケーブル
05C03	3DEMS 2π検出器用測定回路
05D01	ヘリウムガスモニター
05D02	有機EL 駆動装置
05E01	FPGA 用外部メモリボード
05F01	精密スリット制御用ソフト 【写真】
05G01	定電圧電源の修理
05G02	定電流電源の修理
05G03	S T M探針研磨回路
05I01	4KV 高速高圧パルス電源 【写真】
05I02	ラインフィルター
05I03	サーバ自動停止装置 【写真】
05J01	24ch 定電流電源
05J02	SGI 用モニタケーブル
05J03	移算集計プログラム仕様変更
05J04	回転セルの配線
05J05	自動スイッチ入力装置
05J06	8CH 極性切替型定電流電源 【写真】
05J07	8CH 極性切替定電圧電源
05J08	ベーキングコントローラ
05K01	XeF2 ガス供給バルブコントローラ 【写真】
05L01 *	メカニカル速度選択装置用チョッパー駆動回路
05L02 *	交流変調型単色吸光度測定装置
05L03	パッチクランプ前置増幅器 (IV 変換器)
05L04	交流電圧変換出力器

ガラス加工グループ (25件)

伝票番号	品名
05A01	のぞき窓
05B01	ESR0.9
05B02	ESR 支持台
05B03	サンプル管
05C01	ESR 支持台
05C02	Φ 4 サンプル管
05C04	真空ライン
05D01	石英サンプル管
05D02	ガラス-メタル変換チューブ
05D03	石英サンプルマウント
05E01	円板ガラス (ビューポート用)
05E03	光照射用バイレックスガラス管
05F01	光照射用バイレックスガラス二重管
05F02	2.5mmNMR 管
05F03	ESR Φ 0.9mm
05G01	ESR 用角セル
05G02	石英セル修理
05H01	石英マド 外 セル 10ヶ
05I01	NMR 管加工
05J01	石英セル修理
05J02	サンプル容器
05K01	基板研磨
05K02	ガラス蓋
05K03	反応容器修理
05K04	反応容器

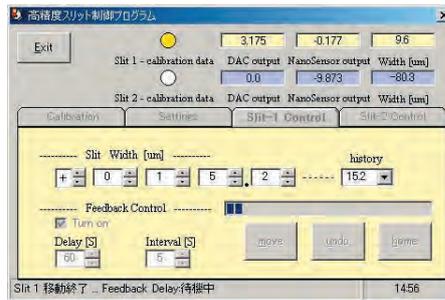
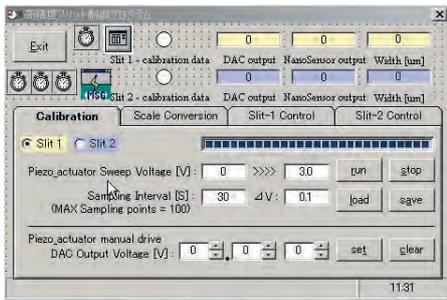
FRAP 用半導体レーザー駆動パルサー



フォトブリーチング・パルス仕様
 パルス幅 : 0.1~10 秒
 パルス振幅 : 0~1.25V

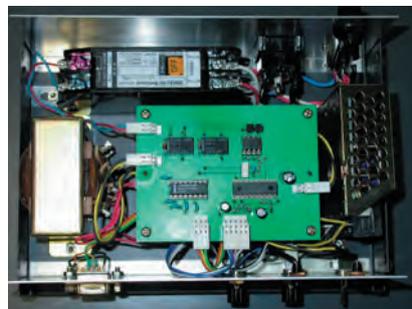
サンプリング・パルス仕様
 パルス周期 : 10mS
 パルス幅 : 0.5mS
 パルス持続時間 : 1 秒~10 分

X線発光分光器用精密スリット制御ソフト



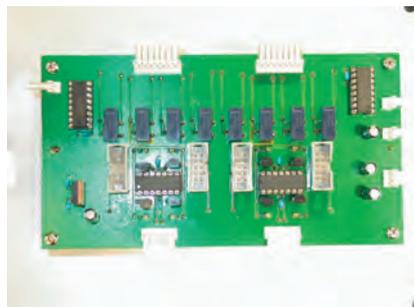
開発言語 : Visual Basic 6.0
 ピエゾドライバー : HJPZ-0.15P × 3
 静電容量センサ : NS2000
 制御スリット : 2チャンネル

IMS サーバー・マシンの自動停止装置



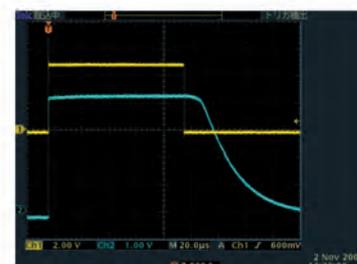
サーバーとの接続 : RS-232C シリアル通信
 RAID 装置の管理 : AC 電源リモート制御
 スケジュール管理ソフト : Visual Basic 6.0

8CH 極性切替型微小定電流電源



出力電流 : 0-20 μ A
 極性反転周期 : 0.1-100 秒
 デューティ : 5-50%
 チャンネル数 : 8

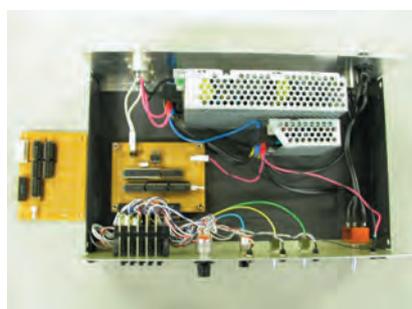
4KVH 高速高圧パルス電源



TDS 3014B - 14:31:48 2005/11/02

出力電圧 : 0-4,000V
 立ち上がり時間 : 無負荷時 40nsec
 立ち下がり時間 : 無負荷時 120usec
 DC 出力可能

XeF2 ガス供給バルブコントローラ



ガス供給時間 : 10,30,60,180,600,1800,3600[S]
 ガス回収時間 : 10,20,30,40,50,60[S]
 シーケンス繰り返し回数 : 0-99999 回
 コントローラ : PIC16F870

NMRプローブ サンプルホルダ

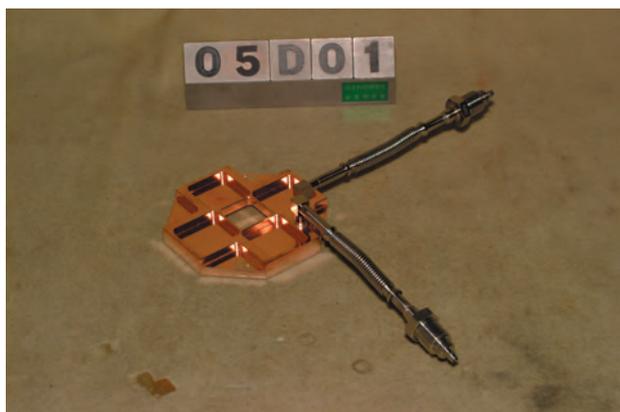


シェイパル M ソフト（窒化アルミを主成分としたマシンナブルセラミック）の加工例。

近接場顕微システムヘッド



レンズホルダ冷却用水冷ブロック



高出力マイクロチップレーザーヘッドのレンズホルダ冷却用に組み込む。
厚さ約 7mm 内に冷却水路を構成

High-Speed Vibration Mill



ステンレスカプセル内の粒状サンプルを粉碎する装置。
(歯科医療用のアマルガムミキサーを改造)

しきい電子分析器部品



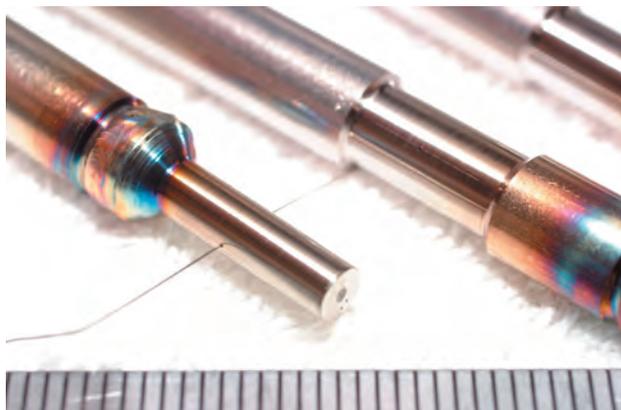
金属、セラミック、樹脂の高精度加工例。

電子分光チャンバーガス導入部



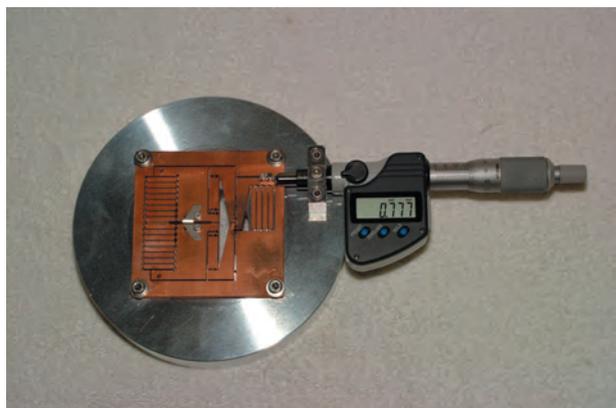
溶接構造の製作例。

高調波セル



内径 3mm × 肉厚 0.2mm のパイプ側面に
穴径 150 μ m を貫通。

弾性ヒンジ式スリット



弾性ヒンジ構造をとることで、機械式よりも小型。
マイクロメータの絶対値 500 μ m に対して、
スリットの開口量が約 190 μ m

回転セルホルダ

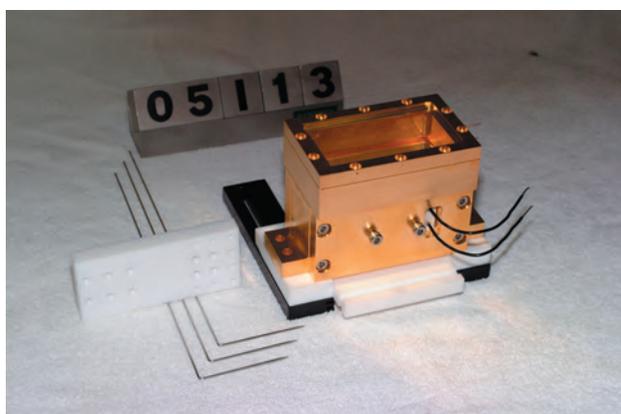


ϕ 10 石英セルを高速回転 (Max4000rpm) させ
セルの交換を行っても振れの少ないホルダ構造。

フィルターホルダー



ポーリング台



ヒーターを組み込んだ銅ブロック (金メッキ)
で結晶のポーリング処理を行う加熱台。

XeF₂ ガス供給系



既存の装置に放射光エッチングのためのガス導入装置を増設。装置を分解せず現場で溶接および組立を行った。

微細精密加工技術展 2005

- MMTS 2005 - Micro Manufacturing Technology Show -

矢野隆行

「微細精密加工技術展 2005」がインテックス大阪で5月25日から28日の日程で開催され、装置開発室がこれから保有する新技術として進めている「マイクロ加工技術」の参考とするため、様々な最新技術の情報収集のため出張した。

この展示会は、近年のものづくりに要求される“微細”“精密”化の傾向を受けて近畿2府5県1市の中小企業支援財団と日刊工業新聞社が主催したもので、ものづくりに関わる各種微細・精密加工技術の最高水準を展示・紹介するとともに、それらを支える高性能の周辺機械・機器の紹介がされている。参加しているのは、加工機などを作っているメーカーのほか、実際に加工業を営んでいる業者、さらには大阪大学をはじめとする産学連携を行っている官公庁などである。

印象に残る出展として、有限会社大阪製作所が大阪産業大学と連携して生まれた世界最小のジグソーパズルが挙げられる。全体の大きさとしては、縦9ミリ×横11ミリの30ピースで構成されているのであるが、その1ピースには、わずか14～15ミクロンの中に線の太さ0.6～0.7ミクロンの彫刻を見ることができる。

装置開発室が現在、取り組んでいる加工技術に脆性材料（ガラス・シリコン・セラミック）のマイクロ加工がある。これに利用できる極小径のダイヤモンド複合めつき電着工具（φ0.05～2.0まで）の紹介が数社出展されていた。これらの微細加工に用いる工具は今後さらに需要が増加してくるので、各社がしのぎを削り合って開発を行っている様子がうかがえた。

機械部品関連では、ある直動システムメーカーが、「マイクロリニアウェイL」という名称で、直動ユニット（スライドユニット本体の大きさ6.5×4×2ミリ、トラックレール幅1ミリ）を出品していた。展示会が行われていた時点では、具体的に使用されている製品などはなかったが、参考例としてこれを組み合わせた小型の3軸ユニットが展示されていた。このほかにも、このメーカーではマイクロシリーズとして軸径2ミリのボールスプラインなど、サイズの小さなステンレス製ユニットを販売しているので、積極的に実験装置に応用してみてもは如何だろうか。

まだまだ、紹介したいことはたくさんあるが、微細な機械要素部品に興味を持った方は下記のURLから出展者一覧を参照して頂ければ、今回紹介したことについての詳細や問い合わせができるので、是非参考にしたい。

余談であるが、皆さんは、「インテックス大阪」というのはご存知であろうか。中部圏で言えば、名古屋港金城埠頭にある「ポートメッセなごや」、東京で言えば、有明にある「東京ビックサイト」だと思っただけならば、良いであろう。ただ展示場としては日本最大級の7万平方メートルの国際展示場だそうである。また、会場へと続く交通は、途中からニュートラムと呼ばれる交通手段で結ばれている。ニュートラムとは、NEW(新)TRAM(市街電車)という意味で、その名のとおり、地下鉄とバスの中間の輸送力を持ち、高架の専用軌道をゴムタイヤで自動運行する新種の交通機関である。乗り心地は、名古屋のガイドウェイバス志段味線(ゆとりーとライン)のようで、車内の広さは、愛・地球博で活躍したりニモほどであった。運転はすべてコンピュータ制御で自動運転しているとのこと。

微細精密加工技術展 2005 ホームページ

<http://www.nikkanosaka.com/mmts/index.html>

東北大学多元物質科学研究所出張報告

内山功一

2005年11月28日から12月2日までの日程で、東北大学多元物質科学研究所へ出張したので報告する。今回の出張は、昨年度まで界面分子科学部門に在籍されていた高橋助教授(現多元研助教授)からの依頼により製作した、電子運動量分光装置の 2π 検出器用測定回路(写真1)のテスト及び調整が目的である。

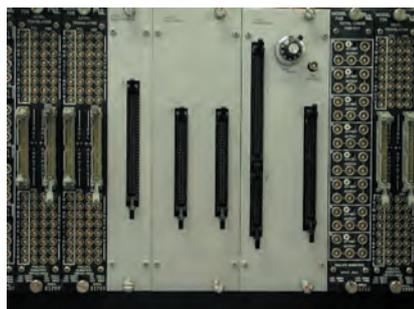


写真1: モジュール外観

この回路はディレイライン型位置検出器を用いた同時計測回路であり、6本の信号線の内どれか一つにでも、ライン長から算出される時間(400nsec)以内に2つのパルス(以下、ダブルパルス)が発生した時のみ、全ての信号をコンピュータに取り込ませるものである。次に各モジュールについて説明する。モジュール1(写真2、図1)はダブルパルスの発生を判定し、コンピュータへ取り込むためのゲート信号を出力するモジュールである。モジュール2(写真3、図2)はディレイラインの信号を、ゲート判定時間(400nsec)遅延させるためのディレイモジュールである。モジュール3(写真4、図3・4)はゲートを通過したディレイライン信号と、同時に計測されたイオン信号を足し合わせてコンピュータへの出力とするモジュールである。信号処理は高速応答且つ高時間分解能を求められるため、ECL素子で製作している。製作時に回路の動作テストを行っているが、システムが大掛かりで全体を通しての動作テストができなかったために、多元研にてテストを行うこととなった。出張した時点では、位置検出器に使用するMCPがまだ納入されていなかったため、実機ではなくダミーの信号源を用いてテストを行った。電子運動量分光装置全体を写真5に、動作テスト時の配線状況を写真6に示す。テストを行った結果、モジュール2の出力が不安定で正しい出力を得られなかった。原因は、半田不良により入力段ICのGNDがとれていなかったためである。問題箇所を修正し、全ラインが正しく出力されている事を確認した。その後、パルス幅、ダブルパルスの間隔、周波数のパラメータを100パターン程変更しながらデータを取得した。データ解析した結果、ダブルパルスの間隔を100nsecと設定したデータ全てに異常が見られた。原因は、モジュール2に使用しているディレイラインIC(Data Delay Devices社DDU12H-100)である事が判明した。また同ICは各素子の特性にバラつきが見られた為、選別を行い不具合が出ないように調整した。この時点で予定していた日程を終えることとなったが、その後の連絡により対策前に現れていた不具合は発生しなくなったとの報告を受けている。

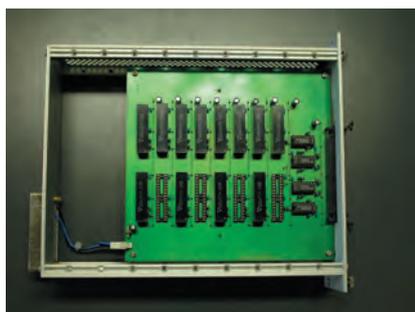


写真2: モジュール1

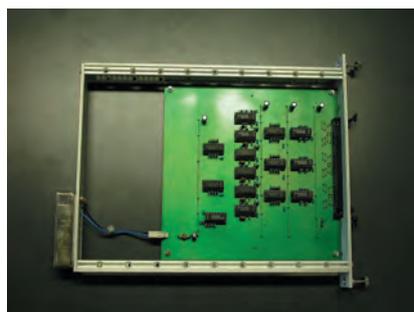


写真3: モジュール2

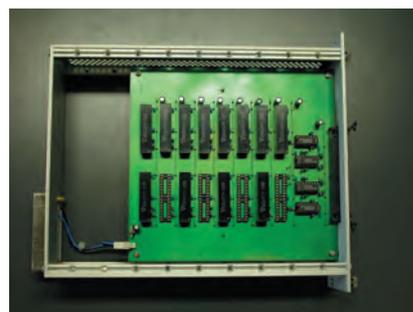


写真4: モジュール3

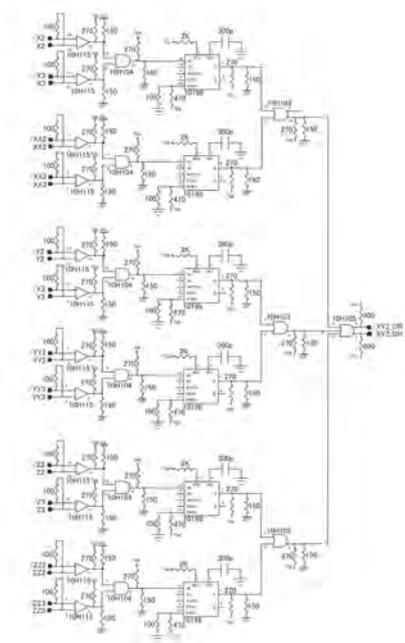


図 1: 回路図 1

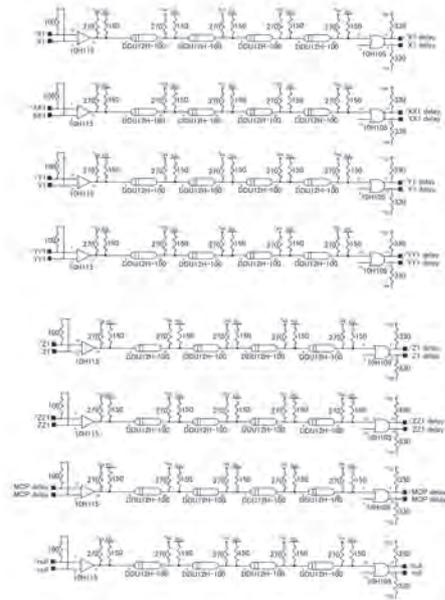


図 2: 回路図 2

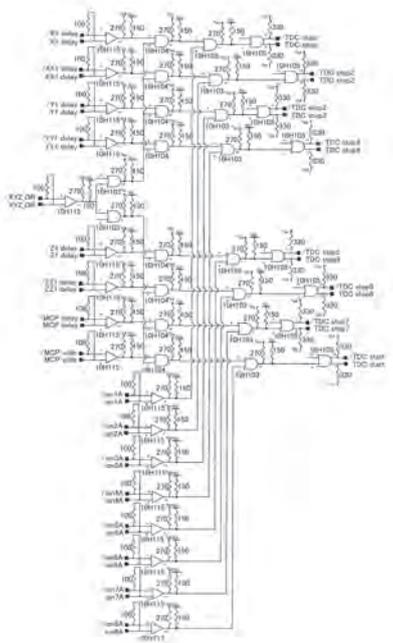


図 3: 回路図 3a

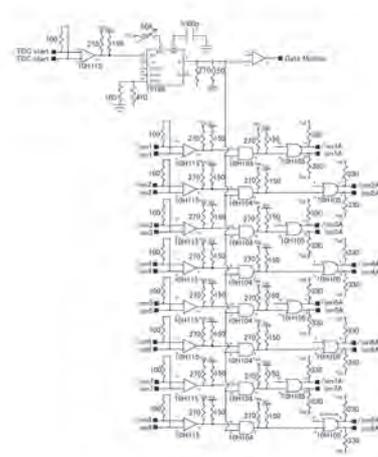


図 4: 回路 3b



写真 5: 装置全体

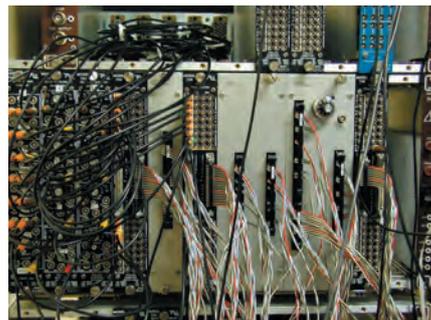


写真 6: 配線状況

走査型電子顕微鏡

装置開発室では所内でニーズの高まってきている微細な加工を必要とする製作依頼に対応するため、マイクロ加工を重要な基盤技術の一つとして、その技術の確立を進めている。これらの加工を進めるにあたり加工後の形状評価や加工部の観察は加工技術の確立において不可欠であることから、平成 17 年 3 月に走査型電子顕微鏡 VE-8800(株)キーエンス(図 1)を導入した。

選定に当たっては、専門のオペレーターなしに加工者自らが、加工終了後直ちに形状確認できるような容易な操作性であること、また加工現場近くの限られたスペースに設置できるようにできるだけ小型であり、観察に十分な性能を有することなどを重視した。表 1 に基本仕様を示した。当機種はオート観察機能を有しており指示に従いクリックしていくだけで観察が可能であり、観察条件を変えた 4 枚の観察像から最適な加速電圧およびビームスポット径等の各条件を選択できるようになっているため、簡単に試料に適した条件での観察が行なえる。また加工後の寸法計測が可能で 2D 計測機能のほかに 3D 計測機能を装備している。これは、視差(撮影角度差)のある 2 枚の画像から 3D 画像を構築するもので、加工物各部の高低差や距離の測定および指定部分の断面プロファイルなどの観察が可能である。図 2 に現在製作しているマイクロ流体ガラスチップの幅 100 μ m 深さ 40 μ m 流路部の 3D 像および断面プロファイル計測例を示した。

簡単な操作説明を行なうだけで容易に操作が可能であるので、所内の研究部門に留まらず、所外からも利用されている。これからも是非大いに利用していただきたい。(青山 記)

表 1 基本仕様

倍率	15-100000 倍
分解能	30nm
観察像	2 次電子像・反射電子像
加速電圧	0.5kV-20kV
最大試料サイズ	ϕ 64mm
試料ステージ	X 軸 : 32mm Y 軸 : 32mm Z 軸 : 8 ~ 30mm 回転 : 360°、傾斜 : -10°課 ~ +90°



図 1 走査型電子顕微鏡 VE-8800

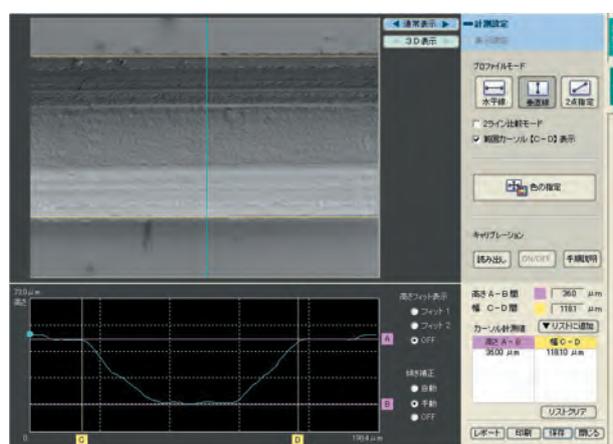
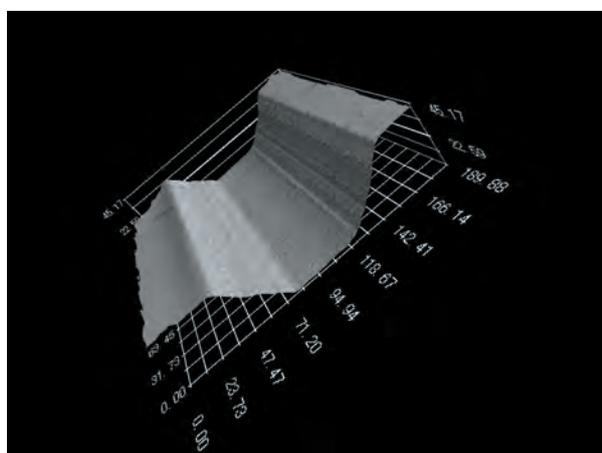


図 2 マイクロ流体ガラスチップ溝加工部の 3D 画像および 3D 計測画面

装置開発室 Annual Report 2005

平成 18 年 1 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