

装置開発室 *Equipment Development Center*

Annual Report 2004



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、来年度からは、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方向で準備がすすめられております。これは装置開発室にとっては重大な方針転換で、この機に装置開発室の存在意義をしっかりと再確認する必要があると思います。

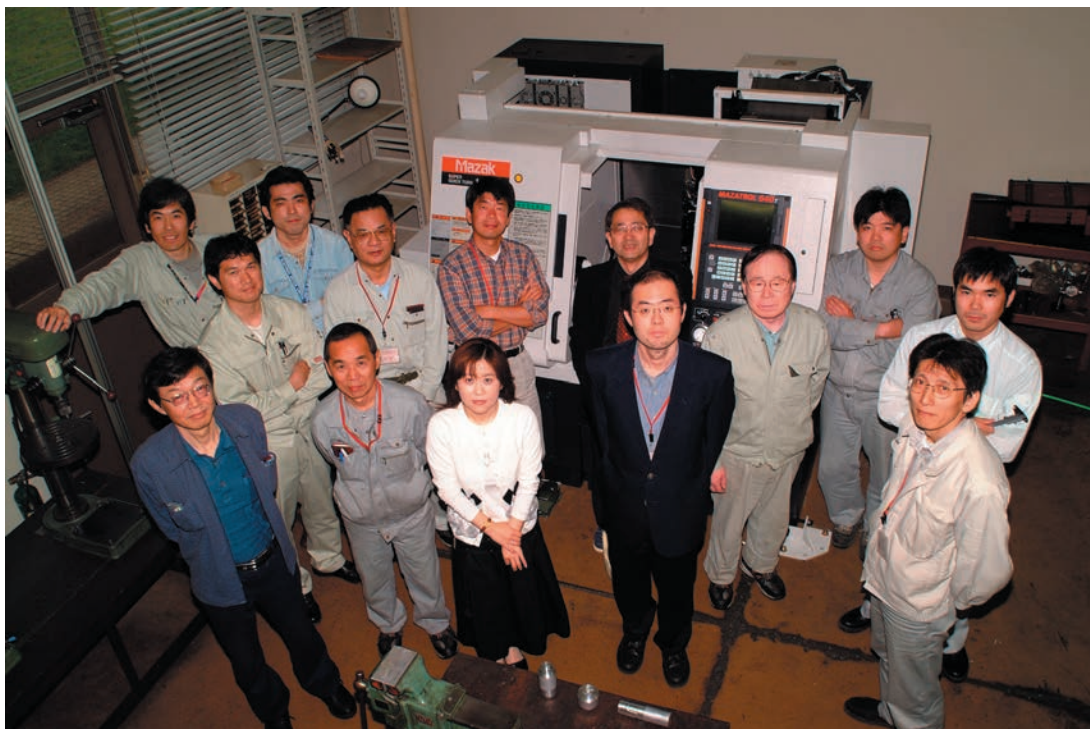
分子研は我が国の分子科学の基礎学術研究推進に責任を持つ唯一の、即ち当該分野における日本最高の公的研究機関です。分子研が関係する学問である物理・化学における近代の飛躍的發展例として、量子力学と相対性理論の出現を考えてみれば明らかなように、自然界の未知現象解明にむけた独創的実験は大きな発展に必須の要件です。このような大きなブレークスルーは、すでに誰か他人が開発した市販の実験装置ではできないことは明白で、装置開発室の存在意義がここにあります。“高度な装置開発技術”に加え、“開発技術者と研究者との真理探究への好奇心を共有した密接な対話”の二拍子そろっていることこそ、高度に独創的研究が必要とする実験環境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

目次

構成スタッフ	1
イベント in 2004	2
共同技術開発	6
名古屋大学との共同技術開発セミナー	17
技術報告	18
2004 年 工作依頼リスト	32
2004 年 製作品	36
出張報告	40
トピックス	43
設備紹介	44



(後列左から) 水谷伸雄、内山功一、矢野隆行
 (中列左から) 青山正樹、宮下治美、吉田久史、宇理須恒雄、高松軍三、近藤聖彦
 (前列左から) 永田正明、高松宣輝、浦野宏子、豊田朋範、鈴木光一

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	
電子回路グループ	近藤聖彦	KONDO, Takuhiko	
	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

	高松軍三	TAKAMATSU, Gunzou	
	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

- 29 日 人事交流成果報告会
松下幸司技官と近藤聖彦技官（名古屋大学）の交流 2 年目の業務報告を中心に実施。

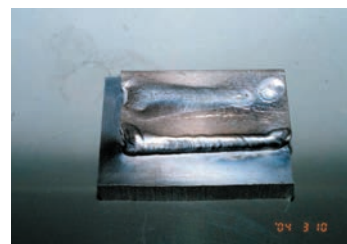
2 月

- 26 日～ 27 日
高エネルギー加速器研究機構技術研究会 装置開発室職員参加
松下幸司技官 第 1 分科会口頭発表 「ELID 研削によるスリットブレードの製作」
(報告書 13 ページ参照)



3 月

- 8 日～ 11 日
技術課受入研修 国立天文台技術部大淵喜之技官
研修題目：電子ビーム溶接を用いた極低温装置の製作
研修内容：異種金属（ステンレス鋼＋アルミ合金）の溶接特性を
理解し、天文観測機器の製作に応用する。



電子ビームによるアルミ合金の溶融テストサンプル

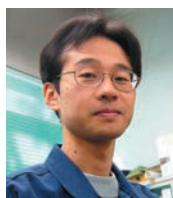
- 10 日～ 11 日
「放射光に関連した周辺技術に関する技術研究会」開催



- 24 日 大型正面旋盤（西部工機）搬出
平成 15 年度末をもって廃棄する事となった。大型の真空装置などを自作していた頃は
活躍していたが、現在は稼働率が低く、新しい CNC 旋盤
と設備が入れ替わる事となった。

正面旋盤の前で記念撮影

- 31 日 松下幸司技官異動
(名古屋大学との
人事交流期間の終了のため)



4 月

- 1 日 青山正樹係長赴任（名古屋大学より異動）

近藤聖彦技術職員帰任
(名古屋大学との人事交流期間の終了のため)



21 日 マザック NC 旋盤搬入



(関連記事 44 ページ)

27 日 ヨシダ工業（碧南市）機械加工工場見学（鈴井、水谷、青山）
東芝機械製高速加工機を所有する。静圧空気軸受けスピンドルにより
超高およびダイヤモンド工具を用いる事により脆性材料への加工を
行っている。



5 月

19 日～ 20 日
機械工作安全講習会



6 月

15 日～ 16 日
ガラス工作安全講習会



23 日～ 25 日
技術研修 東大教養学部技術職員（解良春恵、西村晴子）
研修題目：学生実験のための圧力計の設計・製作
研修内容：圧力計の製作を通して、CAD を使った回路図、
回路基板の設計と、基板加工機によるプリント基板
製作法を学ぶ



7 月

31 日 住友大阪セメント出張（青山、吉田、宇理須）



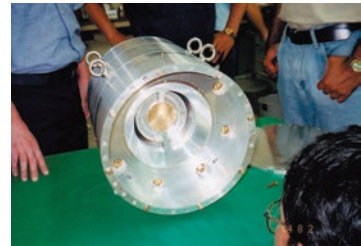
出張目的：
蛍光顕微鏡の開発のための技術的打ち合わせ

8 月

2 日～

3 日 東北大学多元数理科学研究所 出張（水谷）

目的：先端分子科学研究部門高橋研究グループで用いる
EMS 装置用チェンバー設計のための情報収集
（関連記事 26 ページ）



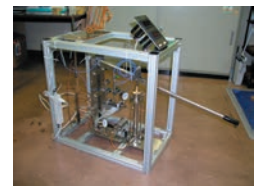
10 日 中学生の職場体験

（関連記事 43 ページ）



25 日 立命館高校生徒 SSH 冷蔵庫を見学

（平成 14 年度に SSH で製作した冷蔵庫）



27 日 アイシン精機（株）新規事業企画室フェムト秒レーザー加工ラボ 出張

（宇理須、鈴木、水谷、青山、矢野、近藤）

微細加工を目的としたフェムト秒レーザー加工に関する技術打ち合わせと加工ラボを見学。
名古屋大学の技術職員らも合流参加。



9 月

3 日 株式会社石川精工（西尾市）出張（鈴木）

マイクロチップレーザーヒートシンクのマイクロチャンネルを
切削によって加工するため。加工工程を打ち合わせる。
碧南のヨシダ工業（株）と同じ東芝機械の F-MACH
高速加工機を使用している。



10 月

8 日～

9 日 放電加工ネットワーク勉強会出席（矢野） 仙台

（関連記事 42 ページ）

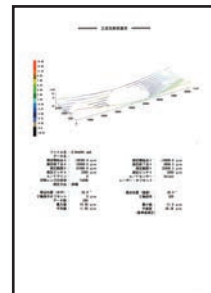


- 10日 岡崎市理科作品展（岡崎総合グランド武道場）
SSH 冷蔵庫、パーサライターを出展



11月

- 4日 名古屋大学 出張（鈴井）
マイクロマニピュレーター部品の三次元測定



- 26日 中部大学名古屋キャンパス 出張（鈴井、近藤）
中部大学先進計測センター主催「第1回次世代先進計測技術シンポジウム」出席

12月

13日～

- 15日 京都大学原子炉実験所受け入れ研修（豊田）
研修題目：研究用原子炉の運転維持管理及び照射設備を用いた実験測定
研修内容：研究炉の原理・法令・構造・運転の概要と放射線利用や放射化
試料分析の現状について学ぶ



共同開発の経緯

名古屋大学との人事交流は平成 15 年度末に交流期間の 2 年が終了し近藤技官および松下技官はそれぞれの機関に帰任となった。ここで、各人がかかわっていた技術開発的業務は互いの部署でも有用な基礎技術であるため、引き続き継続が必要であった。方法として他の職員に引き継ぎを行う事も考えられるが、当事者の交流期間の延長を行い継続することが効率的かつ有益と思われた。しかし 16 年度より、分子科学研究所、名古屋大学はそれぞれ独立した法人組織となり、これまでのような文科省職員の人事交流制度をそのまま使うことはできないため、一旦区切りをつける事とした。技術開発の課題はそれぞれの機関へ持ち帰って続けることも可能であるため、以降は共同開発や他部署との連携といった形を整備し、進めることとした。

技術課題

分子科学研究所基礎光研究部門では放射光（UVSOR）を用いて物質の軟 X 線発光を観測し電子状態を解明する次世代 X 線発光分光器を建設している。これらの分光器システムで開発が必要な要素技術の 1 つに高精度スリットがあり、スリットのブレード加工およびスリット開閉のシステム開発を装置開発室が担当し松下技術職員が業務として携わってきた。一方、名古屋大学では次期 X 線天文衛星に搭載する X 線望遠鏡の開発計画があり、その望遠鏡の反射鏡開発が行われている。その反射鏡製作に必要とされる研磨技術について名古屋大学全学技術センターが担当し開発を進めている。特に以下の点について近藤技術職員が業務として携わってきた。そこにはそれぞれ技術課題として以下の 3 点があった。

1) スリットブレードの製作

超精密加工技術として開発された ELID 研削法を用いたブレードの加工。

2) ピエゾ素子を用いた開閉機構

静電容量センサーと弾性ヒンジ構造を用い超高真空対応の駆動システム開発。

3) レプリカ法による反射鏡製作に必要なレプリカマンドレルの製作

円錐状のアルミ薄板反射鏡を製作する過程で、多層膜を蒸着させアルミ薄板に膜を転写させる母型表面に要求される超精密研磨技術開発。

いずれも科学研究を支援する技術組織には基礎技術として確立しておくことが重要であるため、分子科学研究所と名古屋大学との共同開発課題とした。

実施状況

1. スリットブレードの製作

ELID 研削を用いたブレード加工の基礎実験は平成 16 年 1 月までに終了し加工方法はおおむね確立した。その報告を平成 16 年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会で口頭発表し報告書が提出されている。

2. ピエゾ素子を用いた開閉機構

ピエゾ素子および静電容量センサーを用いた真空仕様の機構開発・設計および動作試験は名古屋大学において進められた。ピエゾ駆動回路およびフィードバック制御回路は分子研装置開発室の電子回路グループで設計製作した。また、組み込み直前の組立調整および準備作業は分子研装置開発室および UVSOR 施設において実施が必要なため、技術課または部門の経費によって出張し、作業を行った。平成 16 年 3 月末以降に松下技術職員が分子研に出張し作業を行った記録を以下に示す。

期間	業務内容
H16.7.9	固定式スリットを UVSOR ビームラインに組み込むための準備作業
H16.7.12	固定式スリットを UVSOR ビームラインに組み込むための作業
H16.7.23 ~ 7.29	可変式スリット組立を装置開発室の測定器を用いて実施
H16.8.9 ~ 8.13	可変式スリット組立を装置開発室の測定器を用いて実施
H16.8.24 ~ 8.27	可変式スリット組立を装置開発室の測定器を用いて実施
H16.12.13 ~ 12.24	分光器へスリットを据え付け
H16.12.27 ~ 12.28	分光器へスリットを据え付け

3. レプリカ法による反射鏡製作に必要なレプリカマンドレルの製作

X 線望遠鏡用ミラーを製作するには超鏡面で且つ高精度なレプリカマンドレルが必要となる。このレプリカマンドレルに要求される精度は、表面粗さを 0.3nm Ra 以下、形状精度は真円度、テーパ部（母線）の直線性共に $0.1 \mu\text{m}$ 以内である。このような超鏡面で高精度な曲面加工技術を開発するため以下のような実験が計画された。

(1) 円筒試料を超精密旋盤を用いて精密形状に製作する。

(2) NC 旋盤を使用して研磨剤、加工条件等を変化させ表面粗さ及び形状測定を行う。

上記の実験計画に基づき、近藤技術職員が名古屋大学に赴き実施にあたった。出張は名古屋大学の研究室経費によって賄われ、日程等の記録は以下に示す。

期間	業務内容
H16.6.14~6.25	小径ポリッシャでの研磨実験 ステンレス鋼試料での加工条件探索
H16.7.20~7.29	小径ポリッシャでの研磨実験 Ni-P 試料研磨
H16.9.27~10.8	ポリッシングツールでの研磨実験 ステンレス鋼試料での加工条件探索
H16.11.23~12.3	ポリッシングツールでの研磨実験 Ni-P 試料研磨
H17.1.11~1.14	小サンプルによる加工条件探索

実施報告

スリット関連については、平成 16 年 12 月に実施した作業報告書および平成 16 年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会報告書を次頁以降に掲載した。また、研磨技術関連については 10 頁に報告書に掲載した。

1. ピエゾを弾性ヒンジに接着

矢印(↑)は、接着剤(トールシール)塗布面。ピエゾ右端を先にヒンジに接着後、残りの2面に接着剤を塗布し、くさび型スペーサを図1の下から上へさし込む。

2. 組み立て

ブレードの取付(図2)は、2枚のブレードの間に100 μm のテフロンシートを挟み、ブレードを固定する。テフロンシートを抜き、角度微調整ねじで角度微調整ヒンジを曲げブレードを1 μm 以下の平行度にする。

変位計の取付の際(図3)は、100 μm と50 μm のテフロンシートを重ねて2つの変位計の間に挟み固定する。この変位計は隙間が50 μm から150 μm の間で性能が保証されている。

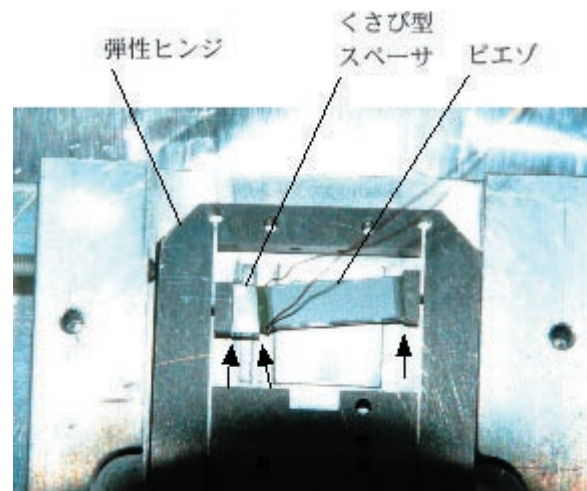


図1 ピエゾの接着

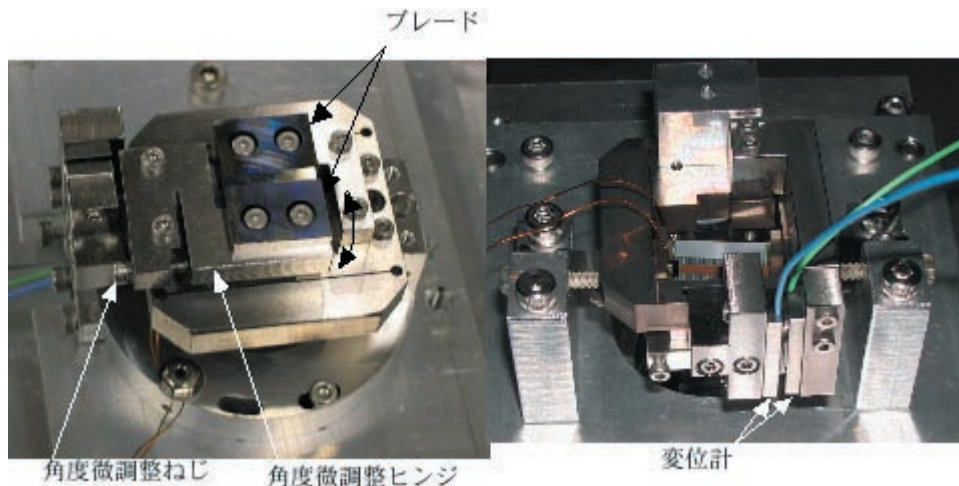


図2 ブレードの取り付け

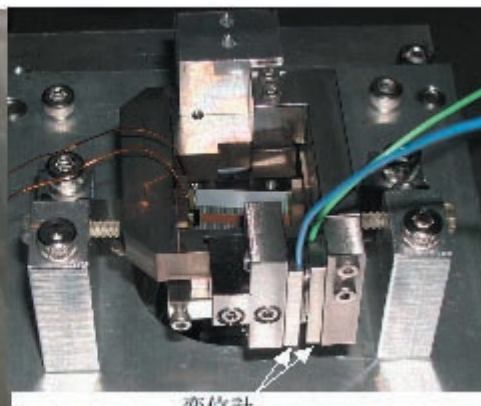


図3 変位計の取り付け

3. 制御装置の取り付け

デジタル制御でスリット幅を制御する。制御間隔が短い場合ピエゾが振動する可能性があるので、5 sec 間隔で制御信号を出力する。

現段階でスリット幅 $12\ \mu\text{m}$ まで制御可能である。これ以上幅を小さくすると、正常な制御が行われないことがわかった。位置決め再現性は $\pm 0.5\ \mu\text{m}$ 程度。

4. 分光器へスリット設置

分光器へスリットを設置した。詳細な動作テストは行っていないが、動作することは確認した。

現在ビームラインを真空引きしている。



図4 制御装置取り付け

5. 今後の予定

◆ 1月11日

- ・操作方法を依頼者に伝える。

◆ 1月11日以降

<機械>

- (1) 2枚のブレードの高さを変えて、エッジの接触を防ぎ、 $3\ \mu\text{m}$ までスリット幅を小さくする。エッジの高低差は $600\ \mu\text{m}$ にする。これで、エッジは $200\ \mu\text{m}$ 以内なら重なっても接触しない計算である。
- (2) 分光器にスリットを設置するときに、スリットの角度を調整する機構を付ける。

<電気>

- (1) 手動で操作するときの最小設定値が大きく、微調整ができないので、最小設定値を1桁下げる。
- (2) 動作可能範囲の一部で正常な制御できなくなる部分があるので、原因を調べ修正する。
- (3) 2枚のブレードが、ある値以上接近しないようにリミッタ機能を付ける。

- ・2月中旬以降に分子研で組み立てを行う予定。

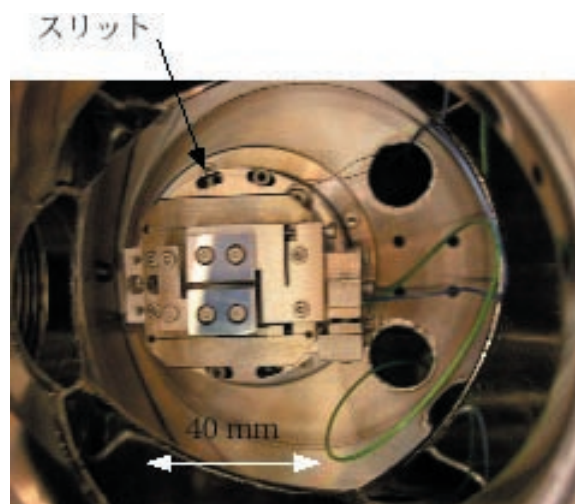


図5 分光器へのスリット設置

装置開発室 近藤聖彦
名古屋大学全学技術センター 鳥居龍晴
名古屋大学全学技術センター 増田忠志

1. 背景

宇宙が発する X 線を集光させ、撮像することにより、銀河の生成、進化の過程を解明するために、X 線望遠鏡が用いられている。X 線は可視光のおよそ千分の一波長であるため、X 線望遠鏡には、高い反射率が得られる極端な斜入射型反射光学系が用いられる。解像力は、X 線を集光させる反射ミラーの表面粗さ、形状精度と真円度で決定されるため、反射ミラーを高精度に製作する必要がある。2010 年に高精度の X 線望遠鏡を NeXT(次期 X 線天文衛星)に搭載し宇宙の膨張がどのような機構で、どこで起きているかを解明する計画がある。この X 線望遠鏡の反射ミラー開発に必要とされる円筒研磨加工の基礎実験を行っている。

2. 開発目標

X 線望遠鏡の反射光学系は、円錐形状の反射ミラーを同心円上に設置させて組み立てられる。反射ミラーは、厚さ t 0.15 mm のアルミ箔で直径 ϕ 118 mm から ϕ 393 mm (長さ $L=120$ mm) の間に 250 種類 (二段で 500 種類) 以上の異なるサイズで出来ている。ミラーは、4 分割して製作し、同サイズのもの組み合わせることで円錐形状にする。

反射ミラーの製作過程は、(1) アルミ箔 (t 0.15mm) を切断し、成型マンドレルを用いて円錐状に成型させる。(2) レプリカマンドレルに反射率の高い金膜、白金膜等を蒸着し、その表面にエポキシ剤をスプレーする。(3)(1) で成型させたアルミミラーをレプリカマンドレルに押し付け、金膜等をアルミミラー側に接着させる。そのため、金等の蒸着膜の表面粗さはレプリカマンドレルの表面状態で決まる。現在、レプリカマンドレルには引き抜きガラスパイプを使用しているが、これは、表面粗さについてはほぼ満足できるが、形状精度が数十～数百 μ m と悪いため、高分解能のミラーを製作するには、高精度で鏡面を有したレプリカマンドレルの開発が必要となる。

そのマンドレルに要求される精度は、表面粗さを $Ra:0.3$ nm 以下、形状精度が真円度、テーパ部母線の直線性共に 0.1μ m 以内である。このレプリカマンドレル (図 1) を金属製にすれば、高い形状精度のものが任意の寸法に製作可能となる。レプリカマンドレルは、取り扱いの点から軽量で且つ、キズの発生を抑えるように表面の硬度を高くするために、アルミ合金で製作し、表面に無電解ニッケル (Ni-P) めっきを施す。そのめっき面をダイヤモンドバイトで切削後、研磨することで鏡面に加工し、形状精度、表面粗さ共に良好なレプリカマンドレルの開発が可能になる。



図 1 研磨前のレプリカマンドレル

3. 実験方法

円筒面の研磨方法として図 2 及び図 3 に示した 2 種類の方法を考えた。試料は両方法共に旋盤チャックに固定し回転させる。図 2 に示した加工法 (A) は、小径のポリリッシャをミニグラインダーで回転させながら往復移動させ、図 3 に示した加工法 (B) はレプリカマンドレルの外径と同じ曲率を持つポリリッシングツールを往復移動させて研磨を行う。

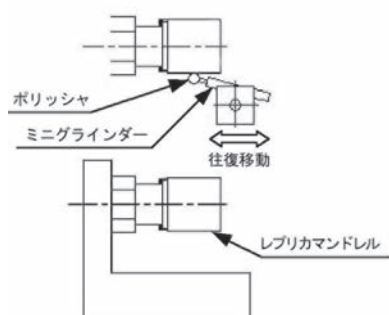


図2 円筒面の加工法 (A)

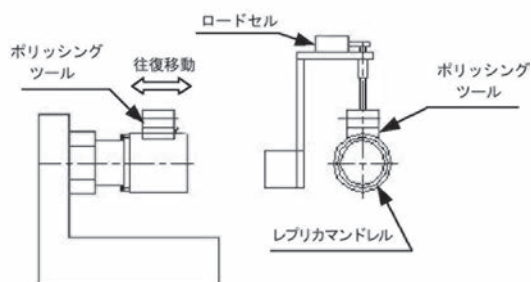


図3 円筒面の加工法 (B)

4. これまでに行った実験内容

平成15年度は研磨技術データの収集を目的としてラップ盤による平面研磨を中心に行ってきた。平成16年10月以降は、共同開発で以下のような円筒研磨実験を行っている。

4.1 加工法 (A) での研磨実験

4.1.1 ステンレス鋼の研磨実験

Ni-P めっきの試料は高価であり手持ちの数も少ないため、研磨条件の基礎データを収集するためステンレス鋼 (SUS304) 製の円筒試料で実験を行った。試料 (直径100mm、長さ100mm) を図2に示すようにミニグラインダーにポリッシャ (フェルト製) を取り付けて試料表面を研磨した。研磨スラリー (材質: ダイヤ) の粒径 ($6\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}$) の違いによる研磨時間と表面粗さについて調べた。

粒径が $6\mu\text{m}$ の研磨スラリーで研磨を行った場合、研磨時間と共に表面粗さが向上し、約4.5時間研磨を行うと表面粗さ 300nm Ra から 24nm Ra になった。また、その後、粒径が $3\mu\text{m}$ の研磨スラリーで約7時間研磨を行うと表面粗さ 24nm Ra から 13nm Ra になり、粒径を小さくすれば表面粗さが小さくなることがわかった。

4.1.2 Ni-P めっき面の研磨実験

Ni-P めっきを施した円筒表面 (直径100mm、長さ100mm) を超精密旋盤で切削加工後に研磨を行った。切削面の表面粗さが 17nm Ra であり、粒径が $3\mu\text{m}$ のダイヤモンド研磨スラリーを使用した場合には、研磨前の 17nm Ra から 21nm Ra と悪化した。表面粗さが悪化した原因として、ポリッシャの寿命、研磨圧力などが考えられる。そのため、悪化原因の最有力因子であると思われるポリッシャの寿命を調べる実験を行った。敏速にするために小さなサンプルを使用することにした。



図4 ポリッシングツール



図5 円筒研磨実験風景

4.1.3 小サンプルによる実験

ポリッシャの寿命と研磨時間を調べるため、小サンプル（直径 20 mm, 長さ 12 mm）の端面を研磨することにした。研磨圧力を 200~900 g/cm² に変化させ、研磨時間と表面粗さの関係を調べた。粒径 1 μ m のダイヤモンドスラリーで研磨を行った場合には、3.6~4.6 nm Ra、36~40 nm Ry となり、その後 0.125 μ m のダイヤモンドスラリーで 10~20 往復研磨を行った場合 2.2~2.9 nm Ra、18~25 nm Ry になった。各研磨圧力において 20 往復程度までは、表面粗さに違いは生じなかったが、40 往復させた場合には表面粗さが悪化することがわかった。これは、ポリッシャの繊維間の隙間に研磨粉等が入り込み、ポリッシャ表面を硬化させ、その硬化表面と試料表面がこすれることでキズを付けるのではないかと考えている。大きな面積を研磨する場合には、ポリッシャの寿命を考慮する必要があると考える。

4.2 加工法 (B) での研磨実験

4.2.1 ステンレス鋼と Ni-P めっき面の研磨実験

加工法 (B) の方法によりステンレス鋼 (SUS304) と Ni-P めっき面の研磨を行った。図 4 に示したアルミ製治工具にクロスを貼り付けたポリッシングツールを使用して円筒表面の研磨を行った。図 5 は実験風景である。試料材質 (SUS304、Ni-P) を変えて表面粗さの関係を調べたが違いはなかった。このときのポリッシングツールの送り速度は 0.5mm/s である。

4.2.2 ポリッシングツールの送り速度と表面粗さ関係の実験

実験 4.2.1 と同じ実験方法でポリッシングツールの送り速度を変化させて研磨し、表面粗さを調べた。送り速度を 0.5mm/s と 30mm/s の 2 種類について実験を行い送り速度を 30mm/s の方が短時間で表面粗さが向上することがわかった。送り速度 30mm/s での表面粗さは 8nm Ra となり、送り速度 0.5mm/s の表面粗さと比べて 3nm Ra 向上した。

5. 今後の予定

加工法 (A)、(B) での実験を進めているが、双方に長短所があり表面粗さ、研磨時間、および形状精度を考慮した場合についての最適な加工条件を見出す。

- (1) 加工法 (A) 及び (B) についての最適な加工条件（加工圧力、加工速度、研磨砥粒材質と粒径等）を敏速に調べるため、小サンプルで引き続き予備実験を行う。
- (2) 上記実験結果をもとに ϕ 100 の試料実験を行う。

ELID 研削によるスリットブレードの製作

○松下幸司, 鈴木光一

岡崎国立共同研究機構 分子科学研究所

1 はじめに

物質に放射光を照射したとき放出される軟 X 線には, 物質の電子構造に関する情報が含まれている. この性質を利用し, 軟 X 線発光分光器で軟 X 線を測定して電子構造を明らかにする研究が行われているが, 従来の軟 X 線発光分光器のエネルギー分解能 (1000~2000) では, 得られる情報に限界がある. そこで本研究所では, より詳細な電子構造情報を得るため, エネルギー分解能 5000 を実現可能な次世代軟 X 線発光分光器の開発を行っている.

この次世代軟 X 線発光分光器の構成要素の一つにスリットがある. 図 1 に示すように試料の前に配置し, 必要なエネルギーの光のみを切り出して試料に照射する役割を持つ. エネルギー分解能の高い励起光を得るためには, スリットを形成するスリットブレードが精密なエッジを有する必要がある. スリットブレードの製作手段としては研磨による方法もあるが, 我々は NC フライス盤を ELID 研削機に改造したもので製作を試みている. ELID 研削^[1]は研削加工のみで硬脆材料を鏡面に仕上げることができるため, スリットブレードの製作に適すると考えられる. 今回 2 種類の材料でスリットブレードの製作を行ったので, その結果を報告する.

2 スリット

スリットの構造は, 図 2 に示すように 2 枚のスリットブレードで構成され, 片側のスリットブレードを上移動させることでスリット幅を調整する幅可変式である. スリット幅は, 研究の初期段階では $5\text{ }\mu\text{m}$ ~ $100\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で使用し, 将来的には $1\text{ }\mu\text{m}$ ~ $100\text{ }\mu\text{m}$ で使用する. スリットブレードのエッジは, 入射光の反射を防ぐため角度を設けてある. 横幅は 15mm であるが, 実際に光が通過するのは中央付近の 3mm である.

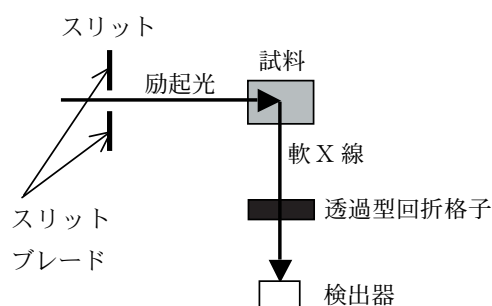


図 1. 次世代軟 X 線発光分光器概略図

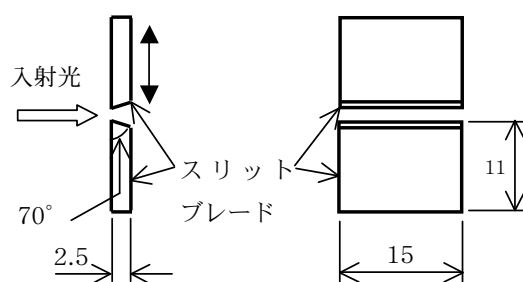


図 2. スリットブレード形状

3 加工方法

スリットブレードの製作には, 既存の NC フライス盤に砥石等を取り付け, ELID 研削機に改造したものを使用した. スリットブレードの材料として今回使用したのは, ゲルマニウムと SUS420J2 相当品 (以下

SUS420J2) の 2 種類であるが、それぞれ使用した NC フライス盤は異なる。

加工手順については以下のとおりである。始めに図 2 の 11×15 の面を両面 ELID 研削した。図 3 のように、ワークを接着用ワックスでステンレス鋼に固定し、切り込みを下方方向に、送りを紙面に垂直な方向にして加工を行った。荒加工は 1 回の切込量 $2\mu\text{m}$ で合計 $80\mu\text{m}$ 削り、仕上げは 1 回の切込量 $1\mu\text{m}$ で合計 $20\mu\text{m}$ 削った。いずれも砥石は、#4000 のダイヤモンド砥粒を含む铸铁ボンドカップ砥石である。

その後、両面を加工した材料を図 4, 5 のように 4 枚を重ね合わせた状態で、エッジ部を ELID 研削で加工した。ゲルマニウムは樹脂を介して固定した。SUS420J2 はハイスを介して固定し、ワークと共にハイスも研削した。砥石の種類、切込量については 11×15 面加工時と同様である。

その他の加工条件については表 1 に示す。

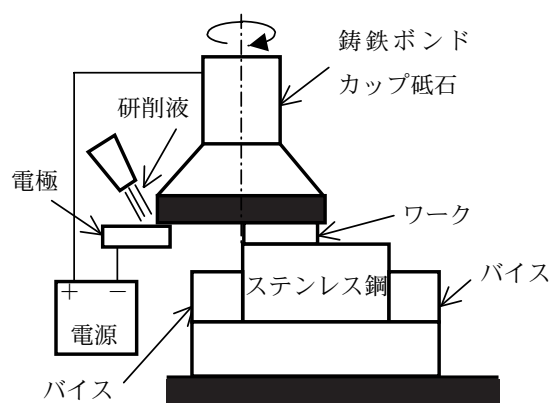


図 3. 面の研削

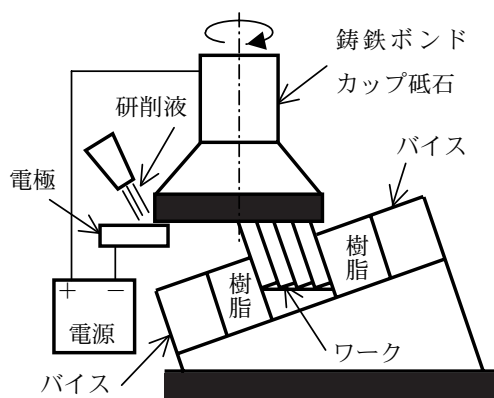


図 4. エッジの研削（ゲルマニウム）

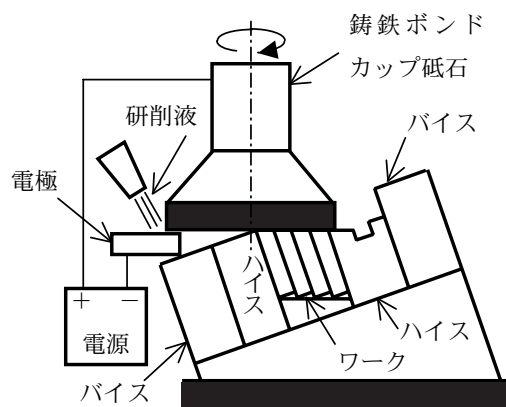


図 5. エッジの研削（SUS420J2）

表 1. 加工条件

被削材料		ゲルマニウム	SUS420J2 相当品
被削材料硬度		モース硬さ 6.5	HRC 54
砥石		铸铁ボンドダイヤモンドカップ 砥石	铸铁ボンドダイヤモンドカップ 砥石
粒度		#4000	#4000
工具直径		60mm	60mm
工具回転数		2500min^{-1}	3000min^{-1}
切込量		仕上げ加工 $1\mu\text{m}$, 荒加工 $2\mu\text{m}$	仕上げ加工 $1\mu\text{m}$, 荒加工 $2\mu\text{m}$
送り速度		100mm/min	100mm/min
ELID 電源 設定値	電圧	90V	90V
	電流	5A	5A
	ON 時間	$5\mu\text{sec}$	$5\mu\text{sec}$
		OFF 時間	$5\mu\text{sec}$
NC フライス盤		大隈豊和機械(株)製 FMV-30	(株)牧野フライス製作所製 BN5-85A6

4 結果

4.1 加工面粗さ

図 6 はゲルマニウムと SUS420J2 の ELID 研削加工面の写真であり、鏡面になっていることがわかる。図 7 は触針式の表面粗さ計で 11×15 面（図 2 参照）の加工面粗さを測定した結果である。1 つの試料に対して 8~9 箇所測定している。ゲルマニウムに関しては、 R_y $0.08 \sim 0.14 \mu\text{m}$ でほぼ均一な加工面粗さである。SUS420J2 は R_y $0.11 \sim 1.74 \mu\text{m}$ で、不均一な表面粗さになっている。SUS420J2 はゲルマニウムに比べ延性があるため砥石に目づまりが起き、良好な研削加工ができなかった可能性がある。

SUS420J2 は表面粗さが不均一であるが、表面粗さが特に大きくなる部分は限られており、その部分を除けば平均で R_y $0.3 \mu\text{m}$ 程度の加工面粗さである。

4.2 エッジ

図 8, 9 はエッジを顕微鏡で観察した写真である。SUS420J2 はエッジに欠損は見られないが、ゲルマニウムはエッジ全体に $2 \sim 3 \mu\text{m}$ の欠損が見られる。これは、ゲルマニウムが脆性材料であることが要因と考えられる。

SUS420J2 は加工面粗さの結果から、部分的に $1.7 \mu\text{m}$ 以上の凹凸が生じる可能性があるが、その部分を避ければ図 9 のようなエッジが得られる。また、光がスリットを通過する範囲は 3mm 程度に限られるため、使用する部分を選択すれば SUS420J2 はゲルマニウムよりもスリットブレードに適した材料と言える。

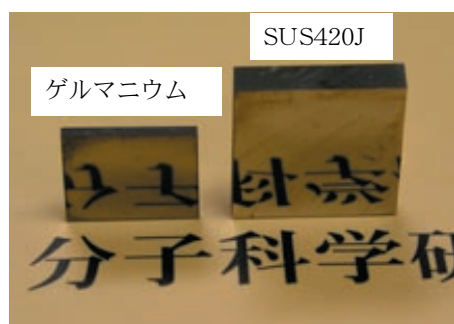


図 6. ELID 研削加工面

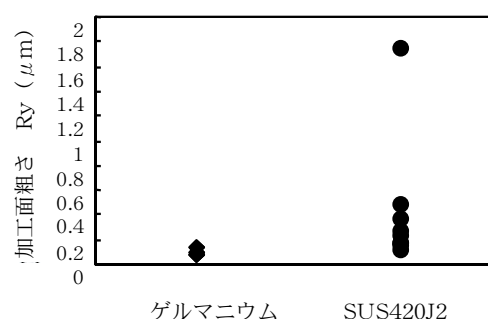


図 7. 加工面粗さの比較

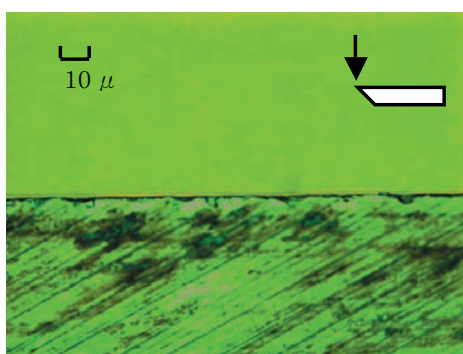


図 8. ゲルマニウム製スリットブレードのエッジ

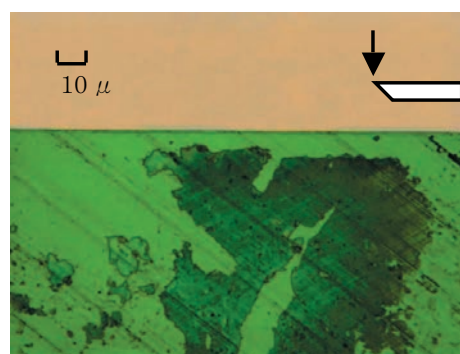


図 9. SUS420J2 製スリットブレードのエッジ

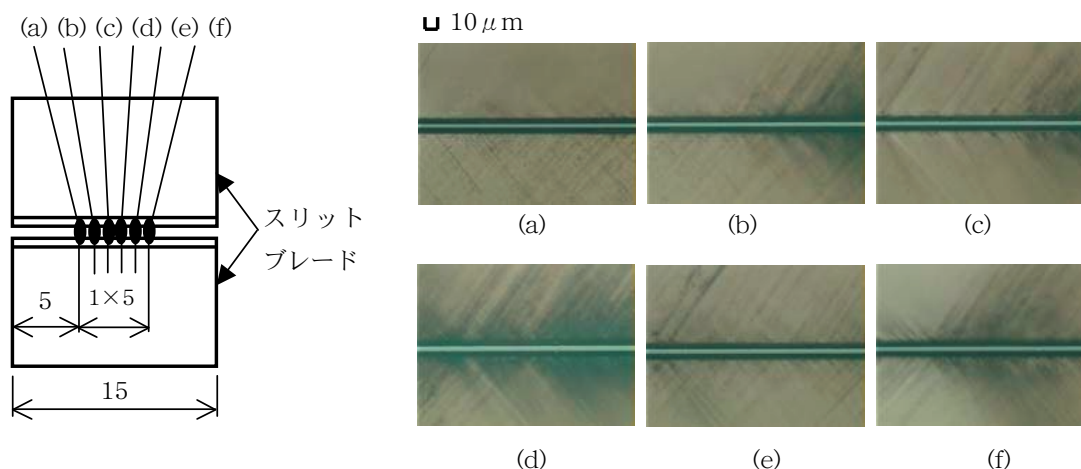


図 10. スリット幅の測定 (SUS420J2)

4.3 エッジの真直度

図 10 に示すように 2 枚の SUS420J2 製スリットブレードを間隔を空けて平行に並べ、その間隔を測定顕微鏡で測定した。測定は、スリットブレードの中央 5 mm の間を 1 mm 置きに 6 箇所で行った。その結果、間隔は 4 ~ 5 μm であった。また図 10 の写真から、2 枚のスリットブレードは 5 mm の間で平行を保っていると推測される。以上のことから、スリットブレードのエッジは 5 mm の長さに対して 1 μm 程度の真直度であると考えられる。

実際のスリットでは、最大幅の部分をスリット幅と考える。例えば図 10 では 4 ~ 5 μm の幅であるから、スリット幅は 5 μm である。同様に、今回製作したスリットブレードで 1 μm のスリット幅を作ると、0 ~ 1 μm となり閉じた部分ができる。従って、幅 1 μm での使用は困難である。研究初期段階で使用を予定している幅 5 μm であれば、スリットが閉じた状態にならないので使用可能と考えられる。

5 まとめ

NC フライス盤を改造した ELID 研削機により 2 種類の材料でスリットブレードを製作し、以下の結果を得た。

- (1) ゲルマニウムの加工面粗さは、 R_y 0.08 ~ 0.14 μm でばらつきは小さい。SUS420J2 の加工面粗さは、 R_y 0.11 ~ 1.74 μm でばらつきが大きい。
- (2) ゲルマニウムのスリットブレードのエッジには 2 ~ 3 μm の欠損が見られるが、SUS420J のスリットブレードのエッジには欠損は見られない。
- (3) 使用する部分を選択する必要があるが、ゲルマニウムよりも SUS420J2 の方がスリットブレードの材料として適している。
- (4) SUS420J2 のスリットブレードのエッジは、長さ 5 mm に対し 1 μm 程度の真直度であると推測される。
- (5) SUS420J2 のスリットブレードは、スリット幅 1 μm での使用は困難であるが、スリット幅 5 μm での使用は可能と考えられる。

参考文献

- [1] 大森, ELID 研削加工技術, 工業調査会, 2000

近年のナノテクノロジーおよびバイオテクノロジーなど科学技術の急速な発展などにもない、研究に利用する実験装置などの設計試作過程において非常に困難な技術課題の克服が要求されている。そのため今まで以上に他の研究機関の装置開発グループとの技術情報の交流を盛んにするとともに連携して課題の克服に取り組む必要がある。従来から分子科学研究所装置開発室と名古屋大学理学部装置開発室では、相互の技術の交流および技術力向上などを目的に人事交流を行ない成果を挙げているが、さらに本年度からはお互いの技術課題を持ち会い共同で技術課題の解決および技術開発を効率的に行なうことを目的として、定期的にセミナーを開催している。

■第1回共同技術開発セミナー

日時： 6月22日(火)13:30~17:00

場所： 名古屋大学理学部 技術室

題目：

1. 発光分光器スリットの製作進捗状況 (名古屋大学理学部 松下幸司)
2. 赤外分光用ガラスセルについて (分子科学研究所 青山正樹)
3. 共同技術開発セミナー論文集作成の提案 (名古屋大学理学部 増田忠志)

■第2回共同技術開発セミナー

日時： 10月6日(水)13:30~17:00

場所： 名古屋大学理学部 技術室

題目：

1. 発光分光器スリット製作経過報告 (名古屋大学理学部 松下幸司)
2. アイシンファイバーレーザによるSi基板へのレーザ加工について (分子科学研究所 青山正樹)
3. 亜鉛コーティングワイヤーによる無酸素銅加工表面の影響について (分子科学研究所 矢野隆行)

■第3回共同技術開発セミナー

日時： 11月26日(木)13:30~17:00

場所： 分子科学研究所 研究棟 302号室

題目：

1. 表面粗さ測定器に関する比較について (名古屋大学理学部 鳥居龍晴)
2. アイシンファイバーレーザによる微細加工について (分子科学研究所 青山正樹)
3. NiPの円筒研磨について (分子科学研究所 近藤聖彦)



第2回 名古屋大学にて



第3回 分子科学研究所にて

STM 短針研磨回路

内山功一

はじめに

現在市販されている STM 短針研磨装置は、すべてタングステン短針製作用であり各社独自の直径の短針製作に特化されている。そのため電極に印加する電圧、電流に汎用性が乏しく、他の材質を用いた短針を作成することができない。今回製作した回路は、タングステンのみならずニッケル短針も作成できるよう電圧、電流を幅広く可変可能とした。これにより通常のタングステンによる STM のみならず、磁化されたニッケル短針によりスピン偏極 STM も可能となる。

研磨回路

短針と電極間に電圧を印加し、短針を電解研磨する。(図 1、写真 1) 研磨が終了した後も電圧を印加し続けると、短針先端でわずかながら研磨が進行し短針の先端が鈍化する。この短針の鈍化を防ぐため、短針切断の瞬間に電源を切断する必要がある。この要求に応えるため、高速オペアンプ AD8651AN(Analog Devices) と MOS-FET IRFD9110(International Rectifier) を使用して本回路を製作した。(写真 2)

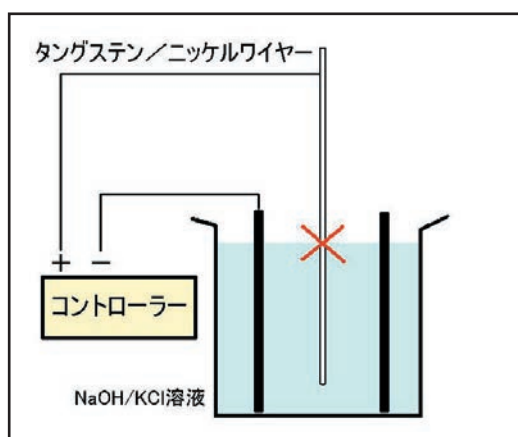


図 1

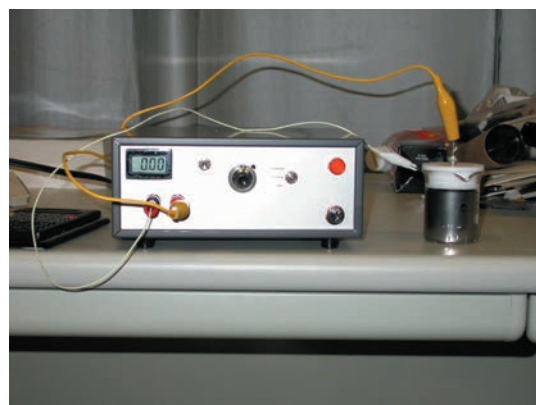


写真 1

回路の動作説明のため回路図を図 2 に示す。負極側電極 (X2) の電圧が設定電圧 (0~2.3V) を下回ると、コンパレータが動作し電源を供給している FET(Q1) がオフになり給電を停止する。またそれと同時に FET(Q2) をオンにすることで、短針 (X1) の電位をグラウンドレベル (0V) に落としている。短針-電極間電圧の設定は、短針側のボリューム (R1) と電極側のボリューム (R2) で行う。条件が確立している場合、短針の材質が同じである限り頻繁に調整する必要が無いので、ボリュームは半固定抵抗とし回路基板上に取り付けた。

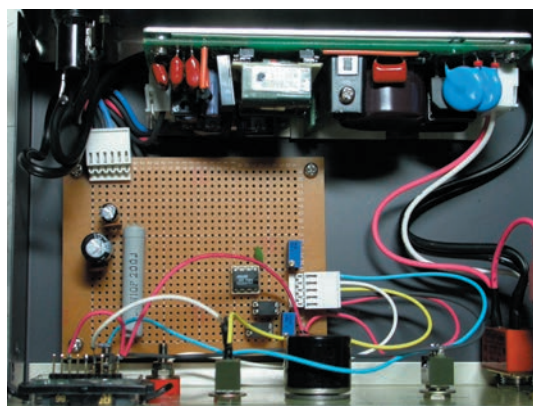


写真 2

結果

タングステンで作成した短針を写真3に、ニッケルで作成した短針を写真4に示す。タングステンは研磨条件が確立されているので、先端形状の良い短針を作成することができた。ニッケルは研磨できたものの径が太く、根元も黒く酸化してしまっている。本回路を用いることによりニッケル短針を作成することが可能となったが、今後実用に耐えうる短針を作成するためには様々に設定値を変えながら研磨条件を確立していく必要がある。

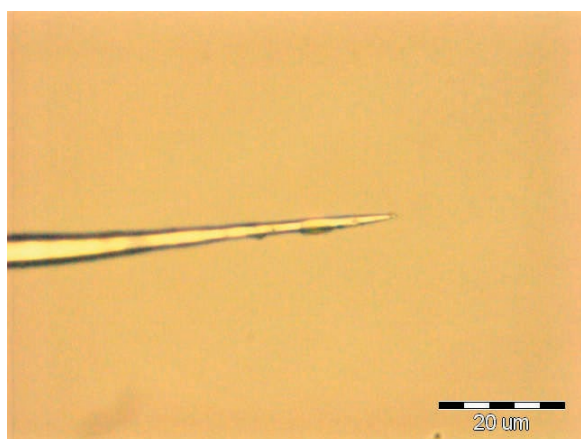


写真3

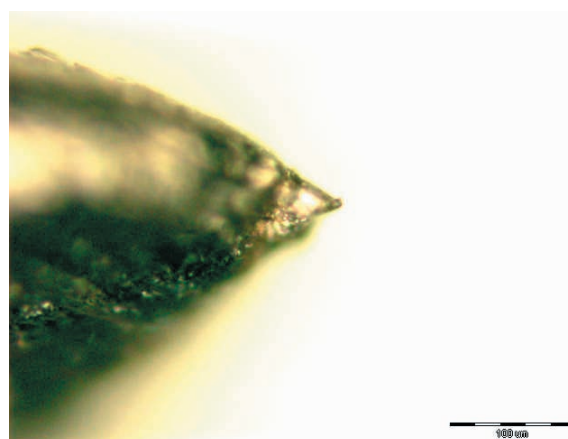


写真4

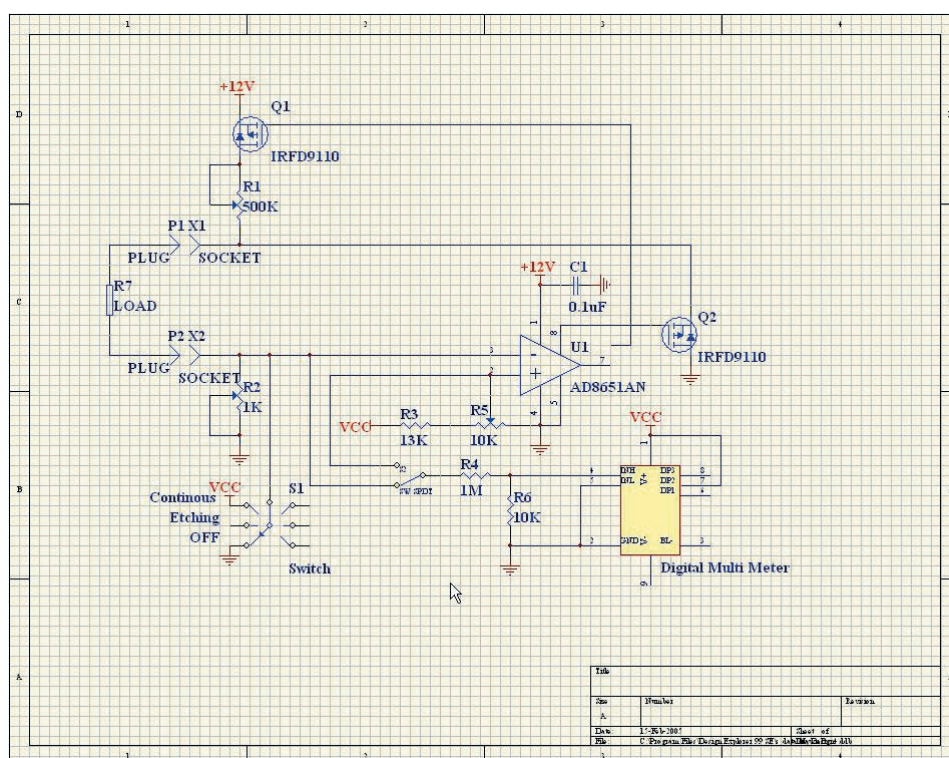


図2 回路図

はじめに

従来、装置開発室のストックルーム出庫管理には、PC9801 シリーズ (NEC) の MS-DOS (マイクロソフト) 上で動作するソフトウェアを製作し、長く使用してきた。しかし、近年の DOS/V 互換機の急速な普及と対になる形での PC9801 シリーズの衰退により、故障による PC の交換が困難になってきた。また、装置開発室全体の最近の動向として、これまで個別に管理してきた情報 (工作依頼など) をデータベース化して一元管理するという流れがある。ストックルーム出庫管理もデータベースを利用することにより、Web で出庫管理はもとより、出庫記録の追加・修正・集計が一元化でき、保守管理も容易になる、などの利点がある。本稿では、今回製作した Web によるストックルーム出庫管理ソフトウェアの基本構造などを解説する。

データベースと VBScript、そしてブラウザ

基幹となるデータベースを収納しているサーバーには、Windows (マイクロソフト) ベースの IIS (Internet Information Server: マイクロソフト) を用いている。データベースの構築には MSSQL (マイクロソフト) を使用している。

HTML (Hyper Text Markup Language) で表記するリストボックスやラジオボタンなどで選択がなされた、或いはある条件でのみ次の項目を表示する、といった条件分岐に対応するため、ソフトウェアの記述には HTML と併せて VBScript (マイクロソフト) を使用している。

ブラウザは Internet Explorer (マイクロソフト) を使用している。

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ていて、それぞれのセクションについて「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 つの段階を用意している (図 1)。「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。各セクション用にソフトウェアを用意し

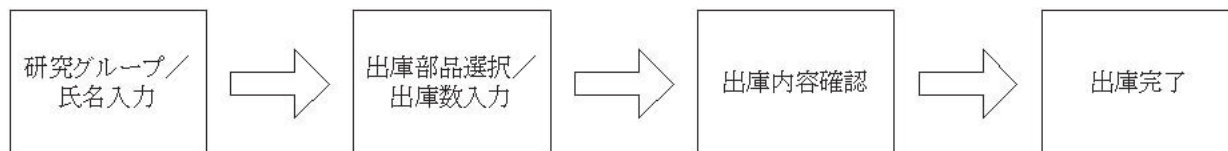


図 1

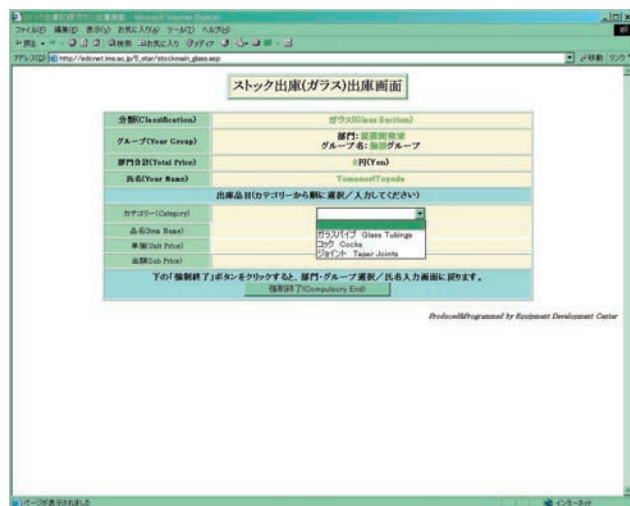


図 2



図 3

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内容選択方式があること、

が挙げられる。後者に関して注記すると、ガラスセクションはリストボックスから順次選択していく方式(図2、図3)、回路セクションはそれに加えて、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4)。機械セクション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、出庫内容によって入力方式や入力項目の増減がある(図5)。

ソフトウェアのソースの一部を図6に示す。記述はHTMLそのもので、図中651行の<%と654行の%>で囲まれた部分がVBScriptである。このソフトウェアでは、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)により、プログラム自身を呼び出す(再帰動作)。こうすることにより、サーバーにある引数を渡し、サーバー側で所定の処理を実行させ、目的の値を得てHTML内に埋め込んで表示させる、といった動作を実現している。

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、一度構築すれば後の変更、修正などが容易になると共に、出庫状況や在庫品の追加/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。

図4

図5

```

641 </ID>
642 <ID WIDTH=530 ALIGN="left">
643 <FONT SIZE=3><B>※入力後はカーソルをテキストボックスの外へ移動して
644 クリックしてください※<BR>
645 After an input, please move cursor out of a text box and click.</B>
646 </FONT>
647 </ID>
648 </TD>
649 </TR>
650
651 <%
652 if intCo>0 then '直接入力でコードが入力されている場合のみ以下の処理
653 を実行
654 if (Len(intCo)>4) or (flag_intCo=1) then 'コードが4桁でない
655 若しくは数値でない場合はエラー
656 <IR>
657 <ID BGCOLOR="#aa0000" COLSPAN=4>
658 Response.Write("<FONT SIZE=4 COLOR=" &CHR(34)&"#ffff00"&CHR(34)&
659 "><B>コード入力不適切です。The code input is unsuitable.</B></FONT>")

```

図5

概要

分子科学研究所レーザー開発センター平等研究グループにおいて開発しているマイクロチップレーザーに用いられるレーザー結晶冷却用ヒートシンクの製作を行っている。ヒートシンクの構造は、結晶との接触部のシート部（直径 10mm 厚さ 6mm 程度のディスク状）および冷却水を溜めるボディ部（直径 10mm 内径 8mm のパイプ状）から構成されている。シート部には結晶との接触部の裏面に放熱効果を高めるために微細な突起状の加工を施す必要があるため、ボディ部との一体での加工は不可能であり、それぞれ別々の部材として製作し、接合により一体とする必要がある。またその接合には冷却水を流す必要からある程度のシール製を有すること、水圧に耐えうる接合強度を有する必要がある。シート材料には、熱膨張係数がレーザー結晶と近く、また熱伝導率のよい材料として銅タングステン（70% タングステン、30% 銅）材が用いられ、ボディ材にはさらに熱伝導率の良い銅材が用いられている。これらの接合には、高融点金属、高熱伝導率材の溶接や異種金属の接合によく用いられる電子ビーム溶接により接合を試みた。

1. 電子ビーム溶接機によるテスト溶接

図 1 に示す試験片形状で条件を変えてテスト接合を行った。図 2 に各溶接条件での接合部の断面写真を示した。接合条件 1 では、外観からは良好な接合ができたかのように見えたが、接合部断面を観察した結果、全く両部材が融合していないことがわかった。接合条件 2 ではビームの照射位置を Cu 側に少しオフセットさせ接合を行なった。これも外観からは特に問題なく溶接されたように見えたが、断面観察から、部分的に融合しているようなところも見受けられたものの、ほとんどの部分で境界面がはっきりと現れていた。接合条件 3 では CuW 側に照射位置をオフセットさせ接合を行なった。断面写真からわかるように、ビーム照射位置が削り取られたようになり全く接合されなかった。

以上の断面写真の観察からは、いずれの接合条件においても良好な接合は得られたとは思われないが、今回の各条件の中では接合条件 2 での接合が最も良い接合が行なわれている可能性があると思われる。そこで接合条件 2 で接合した試験片について引張り試験を行い、接合強度を調べた。

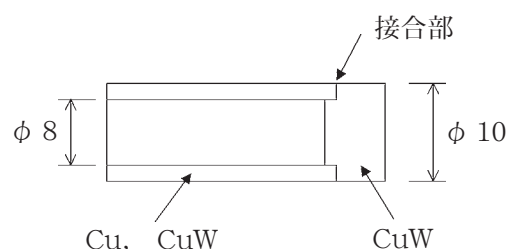


図 1 接合テスト試験片形状

接合条件 1 加速電圧 :80KV、ビーム電流 :7mA 溶接速度 :314mm/min ビーム照射位置 境界	接合条件 2 加速電圧 :80KV、ビーム電流 :7mA 溶接速度 :314mm/min ビーム照射位置 Cu 側	接合条件 3 加速電圧 :80KV、ビーム電流 :7mA 溶接速度 :314mm/min ビーム照射位置 CuW 側

図 2 接合部断面写真

2. 接合部材の引張り試験

図 3 に試験片の形状、図 4 に接合後の試験片外観写真を示した。外観写真から同じ溶接条件で接合を行ったにもかかわらずビード幅は、それぞれに違いが生じた。これは、仮付け時および焦点合わせ時において照

射時間に違いが生じたため接合前に、それぞれの試験片で温度差が生じたためではないかと考えている。

表 1 に引張り試験結果を示した。いずれの試験片でも非常に低い値であった。比較的高い強度の得られた No.1 試験片においても通常の銅の引張り強さの 1/10 程度であり、ばらつきも大きく、信頼性にかける結果となった。

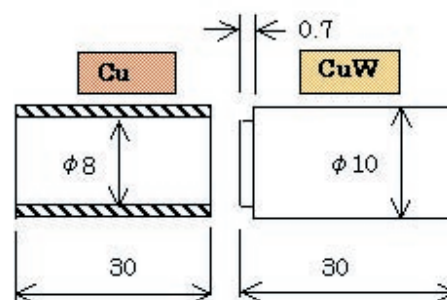


図 3 引張り試験片形状

表 1 引張り試験結果

No.	破断荷重	引張り強さ
1	85Kg	3.0 Kg/mm ²
2	47Kg	1.7 Kg/mm ²
3	12Kg	0.4 Kg/mm ²

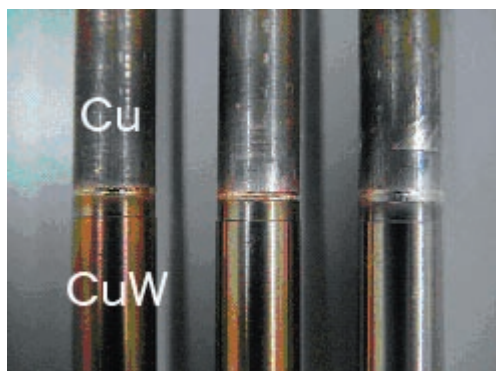


図 4 引張り試験片接合後外観写真

3. 破面観察

図 5 に Cu 側破断面写真を、図 6 に CuW 側の破断面写真を示した。Cu 側突合せ面には深さ約 0.1mm 程度のほぼ同様の形状、大きさの空洞が円周上に配列していた。CuW 側には Cu 側で見られたような空洞は見られなかった。これはビーム照射によって Cu が昇華し気泡が生じたものではないかと考えられる。クレータ部以外はすべて接合界面が現れており、強固な接合はされていないことが確認された。

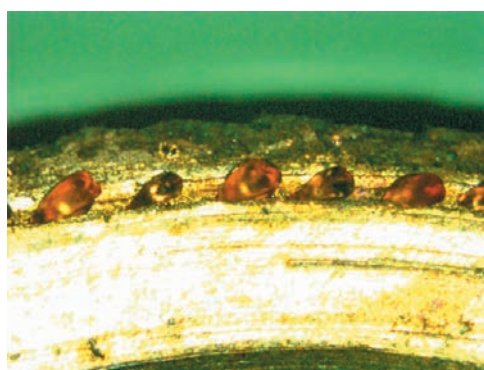


図 5 Cu 側破断面写真

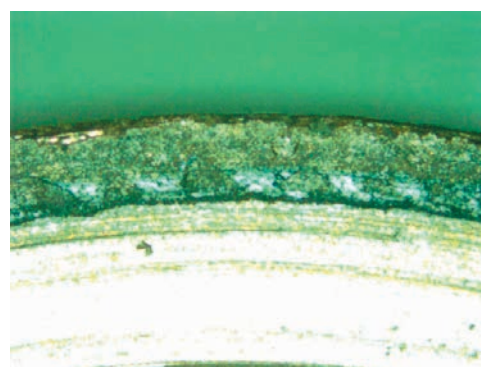


図 6 CuW 側破断面写真

4. まとめ

今回の結果から、高い引張り強さが得られなかった原因として、CuW 中の Cu の量は 30% であり、Cu 部材と、CuW 中の Cu とが融合してもそもそも母材強度の 3 割程度しか得られないこと。また気泡により接合部の面積が 1/3 に減少していることを考慮すると、今回の接合強度は妥当な値ではないかとも考えられる。

今後は、接合強度のばらつきをなくすこと、またより高い接合強度を得るために、さらに詳細に接合条件について検討を行なう必要がある。また他の接合法についても試みるつもりである。

1. はじめに

φ 1.0mm のレーザーロッド用ヒートシンクプレート（無酸素銅製）の製作依頼の際、レーザーロッドを差し込む部分の面粗さ▽▽▽の指定があり、検討の結果、ワイヤ放電加工を使って加工を行うことにした。加工の結果、図 1 に示すようにワイヤ放電加工を行った面に明らかに無酸素銅の色とは違う黄銅色の付着物があり、洗浄あるいは酸処理を施しても改善が見られなかった。今回この付着物が生成した理由の解明と生成しないような対処法を検討することにした。

2. 付着物の発生した加工条件

今回のワイヤ放電加工には、CHARMILL TECHNOLOGIES 社の ROBOFIL 2020 を加工機に用い、ワイヤはオベロン社の cobra cut Type A を使用した。このワイヤは、心線に CuZn37、被覆材に Zn を使用しており、一般にはコーティングワイヤといわれている。なお、外観は光沢銀色である。

加工方法として、被加工物に 3rd cut まで加工を実施し、加工面の表面粗さを理論上 $1\ \mu\text{m}$ になるようにした。

3. テスト加工と結果

付着物の色から考えて、付着しているのは真鍮ではないかと推測した。判断の決め手として、一つめは付着物の色である。二つめとして、コーティングワイヤが発売されるようになった背景に、金型製作をコーティングのされていない真鍮ワイヤを使った場合、金型表面にその真鍮が付着するという報告が多々あったためである。

今回、付着物の発生過程として、

(1) コーティングワイヤの Zn 成分が銅と融合して表面に付着した

(2) ワイヤの心線成分である真鍮が銅の表面に付着した

という 2 つのことを予想し、これを確かめる実験を行った。また、実際にこの現象が起こるのが、3rd cut まで加工を行ううちのどの段階なのかを明らかにする加工実験を行い、その比較対象として付着成分を持たないと考えられるタングステンワイヤを用いたときの加工実験を行った。

加工結果を表 1 に示す。

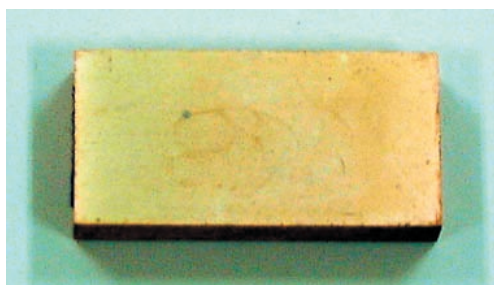


図 1 無酸素銅をコーティングワイヤで加工したときの表面状態

表 1 ワイヤ種別検証結果

心材＋コーティング	加工面の色
真鍮＋亜鉛	黄土色
特殊鋼＋亜鉛	黄土色
真鍮	黄土色（濃い）
タングステン	淡白銅色
真鍮＋亜鉛 1st Cut	銅色
真鍮＋亜鉛 2nd Cut	銅色

4. 考察

通常放電加工で、工作物は常に（＋）極性、ワイヤ電極は（－）極性にして行う。これは何よりも加工の安定を保ち、加工速度をできるだけ大きくとるための不可欠条件であった。しかし一方で、工作物表面では、水を介した電気分解作用などが行われており、加工物の表面は放電加工中、材料の構造を変化させる様々な現象の影響を受けている。その結果、荒加工中 $30\ \mu\text{m}$ の厚さに及ぶ加工変質層が生じることになる。これは、主に（１）熱によるダメージ、（２）腐食による効果、（３）電解プロセス、（４）材料特性、の４つが原因であると考えられている。

そこで CHARMILL TECHNOLOGIES 社は、新しい電源 SI 電源を開発し、これら 4 つ全体の解決を図っている。この SI 電源に関しては、詳しい資料がないため確証は持てないが、高周波トランジスタ放電回路を基本するものではないかと考えられる。さらに、両極性のパルス電圧を極間に供給し、きわめて高い周

期で工作物の極性が交互に（＋）と（－）に反転する状態を作り出していると考えられる。

また、加工機が持つ加工条件表には「SI 電源用」、「SI 電源なし」の二種類 あるが、「SI 電源なし」と表記されている加工条件表の中にも「SI 電源用」の加工条件が混在しているということもわかった。

以上のことを加味すると、加工機である ROBOFIL 2020 は浸水式のワイヤ放電加工機であり、加工中放電によりワイヤ線から析出した成分が浮遊していると考えられる。そして、3rd Cut 時に使用した条件が SI 電源を使用したものであったため、極性が反転した際、浮遊していたイオン化傾向の強い成分（銅よりも）を加工表面に再付着させてしまったと考える。

なお、タングステンワイヤで加工をしたとき、加工表面が白っぽくなった理由については、加工時、使用する水の導電率（値が大きいほど水が濁っていることになる指標）が微細加工用の値としては高かったため、液中の浮遊物が再付着したためだと考える。

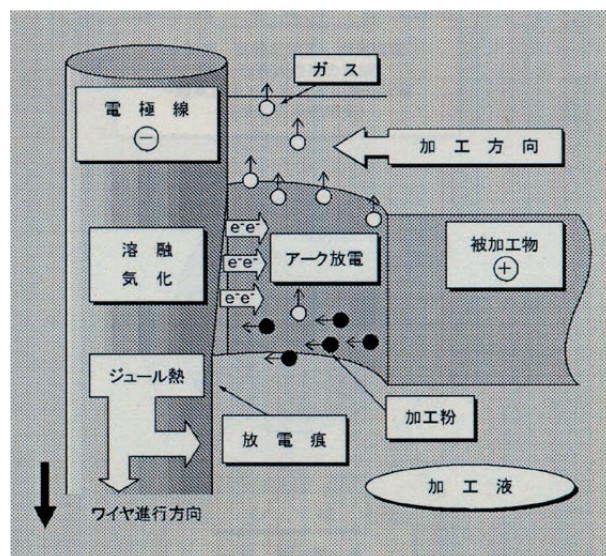


図2 ワイヤ放電加工モデル

5. まとめ

今回の加工実験により以下に示すことがわかった。

- (1) 付着のない加工を行うには、タングステンワイヤを用いるのがよい。
ただし、高価な材料となるので、時と場合に応じた使い分けが必須である。
- (2) 被加工物として銅を加工する場合で、コーティングワイヤを使用するときは、SI 電源を使用するような条件をさけ、3rdCut を実施する必要がある。
場合によっては、放電加工後に専門会社で表面処理（電解研磨等）を行うなどの対策が必要である。
- (3) 加工時に必要な水の導電率を $5 \mu\text{S/cm}$ 、水温を 22°C に保つことも大事な条件である。

(注) 今回の付着現象は、工作物として銅を選択した場合に顕著に見られることで、ステンレス、アルミニウムの加工の際には現れないことをここで付け加えておく。

参考文献

- 1) 永井隆行ほか, "高速・高精度ワイヤ放電加工用被覆型電極線", 日立電線 No.19, 2000, pp.57-62
2) 眞鍋明、葉石雄一郎, "ワイヤ放電加工", 日刊工業, 1997, PP.35-49

はじめに

電子線コンプトン散乱実験の発展形である電子運動量分光 (electron momentum spectroscopy, EMS) の研究は、1969 年の Amaldi らによる炭素箔の内殻電子と価電子を分離した測定に端を発し、以降、オーストラリア、カナダ、アメリカ等の数グループにより活発に研究が行われてきた。

流動部門である、先端分子科学研究部門、高橋正彦助教授のグループは、東北大学多元物質科学研究所 (多元研) 時代からすでに 3 台の EMS 装置を開発し、当初は各スペクトルの測定に月単位の積算を必要としていたものが数時間単位にまで短縮されるなど、その成果はめざましい。

今回 4 台目となる EMS 装置の分光器に関しては、すでに東北大多元研にて製作が進み、分子研装置開発室は本装置の性能を引き出すべく、真空チェンバー、架台及びクレーンの設計製作をする事となった。ちなみに、過去に製作してきた EMS 装置も、そのエレクトロニクス関連において、装置開発室回路工作部門との技術協力により進められている。

装置設計

分子軌道毎の波動関数形の三次元観測を世界に先駆けて成功した EMS 3 号機での成果を踏まえて、今回新たに製作する 4 号機では定量的な測定を試みる。この目的のためには、axial recoil を利用した解離イオンと散乱二電子との三重同時計測に加え、エネルギー及び運動量分解能を改善するための単色電子線用のスペースを必要とし、かつ過去の装置同様地球磁場の影響を絶つためのパーマロイによるシールドの設置もあり、チェンバーを大型化する必要が生じた。しかし真空チェンバーの大型化は、大排気量のポンプを必要とし、また、頻繁にアライメント調整を必要とする実験においてチェンバー本体の移動やパーマロイシールドの取扱にも注意が欠かせなくなる。このような理由で、チェンバーの設計には規格品を流用しながらも最小限の大きさになるようにした。

設計したチェンバーは、フランジ直径 Φ 1170mm、面間距離 550mm、内径 1000mm となり材質は、上部フランジをアルミ材 (A2017)、その他のフランジやポート類はステンレス鋼 (SUS304)、本体胴部にはステンレス鋼 (SUS316L) を使用した。また下部フランジには、VF250 フランジ 1 箇所、改良型 VF100 フランジ 12 箇所、改良型 VF40 フランジ 6 箇所を設け、ターボポンプをはじめガス導入ポート、電流導入ポート等のすべてを集中配置する事により操作性の向上を計った。地球磁場遮蔽のためには、1.5mm 厚のパーマロイを本体はもとより全てのポートにおいても二重配置した。(図 1)

チェンバーを支える架台は、ステンレス鋼 (SUS304) の溶接構造とし奥行き 1180mm、フットジャッキを含む幅 1540mm、高さ 850mm とした。下部部材の一部はボルトにより取り外し可能とし、ターボポンプ組み付け時の作業性に配慮した。また架台上には、チェンバー、パーマロイシールド、EMS 装置を吊り上げるためのクレーン (手動ウインチ) が有り、クレーンの支柱は歯車による回転機構を備えている。なお、手動ウインチを床上操作可能な高さに取り付けることで、作業者の安全確保はもとより誤った操作による実験装置の破損を未然に防ぐ目的を持つ。クレーンを含む架台の全高は 2688mm であるが、クレーンの支柱部分は回転機構から取り外すことができ実験室への搬入を容易にしている。(図 2、図 3)

おわりに

今回の設計にあたり多元研技術室の柳田里見氏からは、以前に製作した装置の図面及びデータ等を多数提供していただいた。このように各機関の技術職員が互いの技術や工作室の特徴を生かし、協力して実験装置を製作して行くことを今後も続けて行きたい。なお、設計したチェンバー、架台、クレーンは、現在外注業者により製作中で 2 月上旬に納入される。

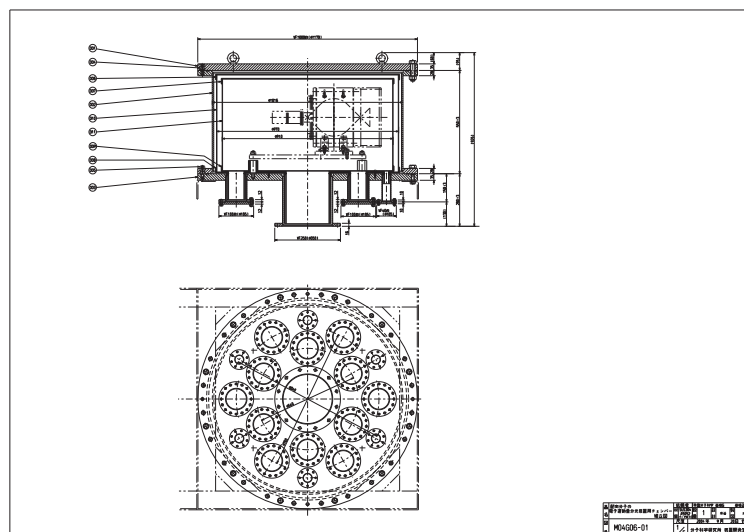


図 1

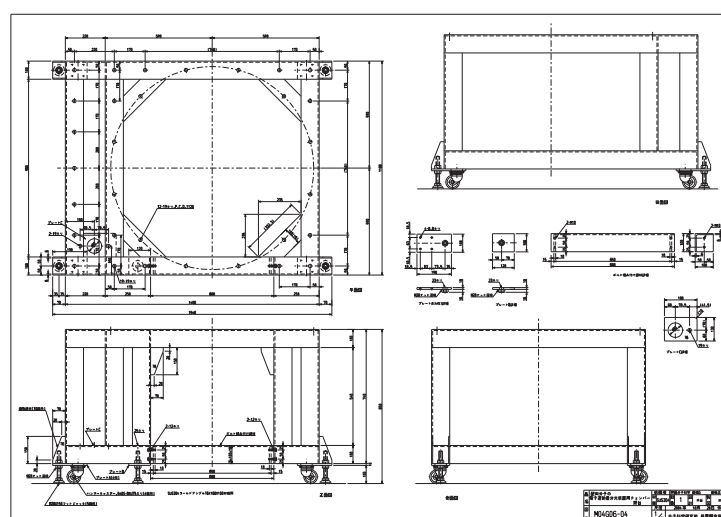


図 2

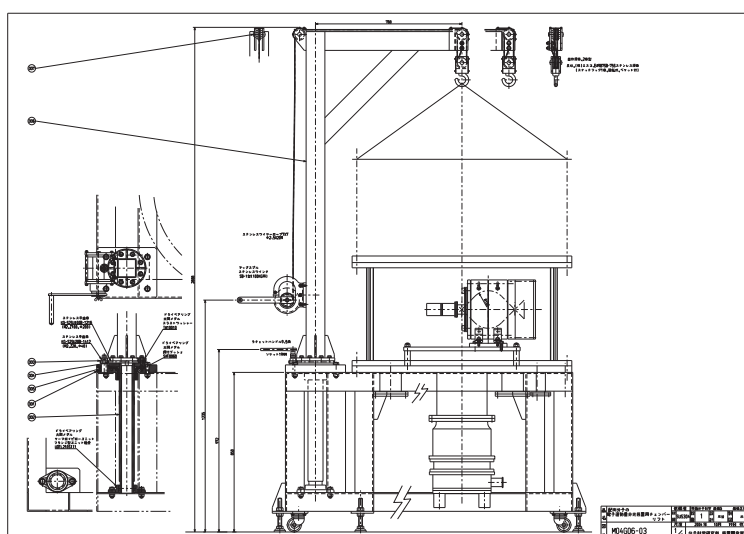


図 3

はじめに

半導体レーザ (LD) 励起固体レーザは長年の研究開発により、小型化、高効率化、高安定化レーザとしての進歩を遂げてきた。

また、LD 励起マイクロチップレーザの開発により、本来半導体レーザが持っている高効率、長寿命に加え、動作の安定性を高め短パルス化による高輝度化の研究も進み、その研究開発は注目を集めている。

このような背景の中、分子制御レーザ開発研究センター、特殊波長レーザ開発研究部門の平等拓範助教授の依頼により、マイクロチップレーザの設計製作を行った。なお、今回のマイクロチップレーザの設計は、平等助教授と浜松ホトニクス(株)中央研究所材料研究室酒井博氏との共同研究によるものである。

設計にあたり

今回の設計製作にあたり我々に求められた要求は、とにかく小型化し、かつ調整しやすいことであった。

使用される結晶のサイズはほぼ確定していたものの、ミラー、レンズに関しては不確定な部分が多くレンズだけでも9種類ものレンズが用意されそれらの全てに互換性が求められた。なおかつ、レンズ、ミラーは、微調整機構を必要としながらも結晶組み込み部との温度差を生じさせないために一体ユニットとして構成した。このような一体構造でありながらも結晶単体の交換が容易に出来、その際他のアライメントを崩さない事が求められた。先に述べたレンズにおいても、それぞれ異なる焦点距離を持つレンズを共通の鏡筒内で微調整させる必要があった。今回使用した様な微小径レンズの取り付けには接着剤による固定が一般的であるが、この方法によると光軸のずれやレンズ表面の汚染を生ずる恐れがあり、今回は全て機械加工されたネジによる固定方法とした。同様に、焦点距離調整においても一般的には何種類ものスペーサーを挟み込んで調整固定する事が多いが、この方法では正確な焦点が出しづらく、一つのレンズを調整固定するために他の部分まで分解する事になれば、全体のアライメントにも悪影響を及ぼす。そのため、焦点距離調整においても機械加工されたネジによる調整式とした。

大きさ、性能

今回製作した受動Qスイッチマイクロチップレーザは、開発的要素が多く特許の関係もあり、詳細図や部品構成を示す事は出来ないが、鏡筒直径 Φ 23 mm、共振器長最大 27 mm、全長約 85 mm といった手のひらサイズでありながら、パルスエネルギー 600 μ J (最大 800 μ J)、パルス幅 400 ~ 500ps と 1MW 以上の尖頭値を達成している。

おわりに

本マイクロチップレーザは、装置開発室既存の工作機械と技術により製作したが、レーザ技術の進歩にはめざましいものがあり、今後さらなる小型化、高精度化に対応するために微細加工技術の修得が必要とされている。



タンパクチップ赤外分光装置の設計、製作

近藤 聖彦

反応動力学部門の宇理須グループが開発した金属層埋め込み基板を用いた赤外反射分光法でタンパク質の構造解析を目的とした装置である。

本装置は図1に示すように、4つのアルミ角チェンバで構成した。A,Cは光路調節チェンバ、Bが試料交換チェンバ、Dが検出器チェンバである。チェンバ内光路は赤外光の吸収を避けるため真空または乾燥窒素置換とするが、試料交換時に装置全体を真空排気することは到達真空度や排気速度の点で効率が悪いので、試料交換チェンバだけ高真空とし、集光ミラーなどの光学系は乾燥窒素で置換することとした。従って各チェンバ間はBaF₂の窓を挟んでOリングで連結する構造になっている。当初の設計では光学素子、試料、検出器を独立した円筒形チェンバに収納し、それぞれを配管パイプで連結する構造を考えていたが、集光ミラーの焦点距離などによって寸法が制約され円筒型で構成することが困難であったことから上述の角形構造とした。

角形チャンバの構造は、図2に示すようにフレームの6面全てにOリング溝を切り、アルミ板で密閉する構造とした。これは、各壁面となるアルミ板がすべて脱着できるため、コンパクトでありながら集光ミラーの光軸調整をする場合に各方向から作業可能となること、及びアルミ板へのポート追加加工などが簡単になるなどの利点がある。

平成17年1月現在では角チャンバの構造設計を終え製作に取りかかっている。また、架台を含めた周辺部品設計、試料部の設計を現在行っている。

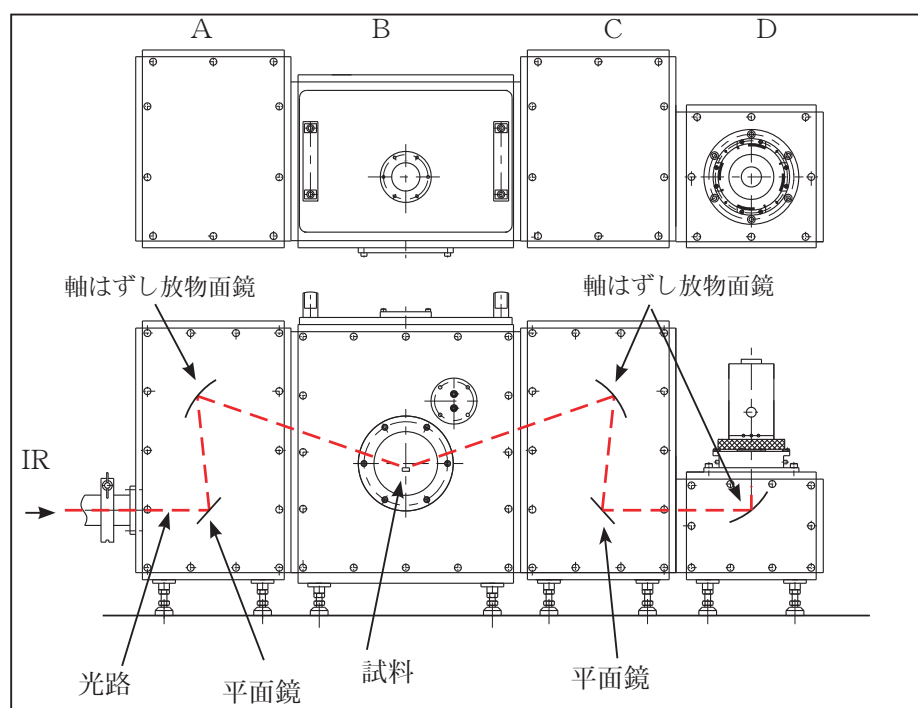


図1 装置概観

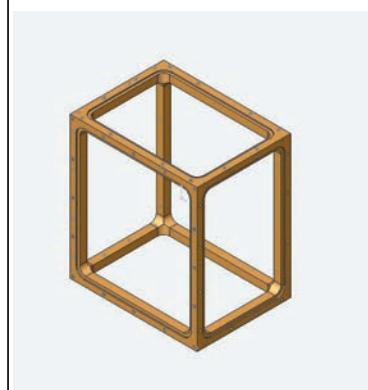


図2 アルミフレーム

1. 概要

本装置は有機 EL デバイスの特性を評価するためのパルス駆動回路で、(1) パルス幅固定モード (2) PWM (Pulse Width Modulation) モード (3) 定電流モードの三種類の駆動方式を有する。装置の外観を写真 1 に PWM 信号生成回路のプリント基板を写真 2 に示す。

(1) パルス幅固定モード

フロント・パネルのトリマーポテンショで設定する発振周波数: 120Hz~1.2KHz、デューティ・サイクル: 0~50%、振幅: 25~40V のパルスを出力する。

(2) PWM モード

駆動パルスの周波数および振幅の設定は (1) と同様に行う。但し、デューティ・サイクルは外部入力信号の電圧レベルで制御する。その関係は、入力信号レベル: -2V~2V に対してデューティ・サイクル: 0~50% となる。

(3) 定電流モード

負荷電流が予め設定した電流値になるように、パルスのデューティ・サイクルを 0~50% の範囲で制御する駆動方式。出力パルスの周波数と振幅は、(1) と同様の方法で設定する。



写真 1. 有機 EL デバイス・パルス駆動装置

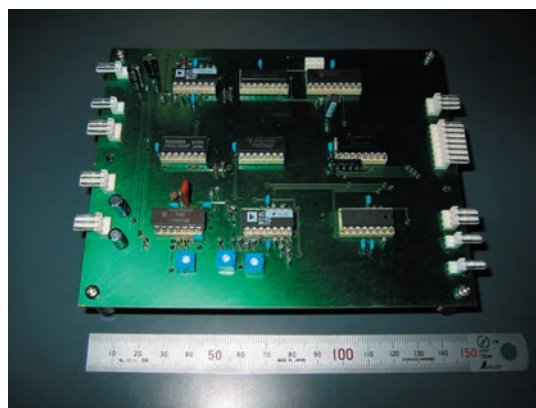


写真 2. PWM 信号生成回路

2. 装置の構成

図 1 に示すように本装置の構成の主要な部分は、PWM 信号生成回路とパルス増幅回路である。前者は、入力信号を内部で生成した 2Vp-p の三角波でサンプリングするコンパレータ回路である。また後者は、MOSFET のプッシュ・プル型のスイッチング回路とそのゲート駆動回路で構成する D 級増幅回路である。そして、PWM 信号生成回路の入力信号を (1) フロント・パネルのトリマーポテンショの電位、(2) 外部入力信号、(3) PID 制御回路からの誤差信号 + (1) の設定電位、に切り換えることで三つの動作モードを実現している。

本装置にはデバイスに制限値以上の負荷電流が流れた場合、出力パルスを遮断してデバイスが損傷するのを保護するための機能も有している。この保護機能は、一定期間出力を遮断した後で自動的に復帰する。写真 3 は、外部入力信号に 2Vp-p の三角波を入力した時の PWM 回路の出力信号を示している。

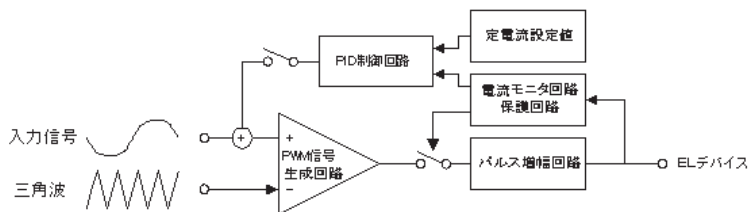
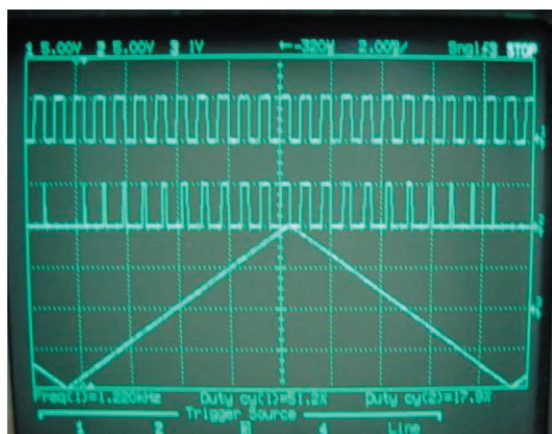


図 1. パルス駆動装置の構成



同期出力パルス

PWM 出力パルス

外部入力信号：-2V ～ 2V

写真 3. PWM 信号生成回路の入出力波形

3. 装置の仕様

動作モード

- ・パルス幅固定モード : 駆動パルスのパラメータをトリマーポテンショで設定
- ・PWM モード : 外部入力信号でパルスのデューティ・サイクルを設定
- ・定電流モード : 定電流になるようにパルスのデューティを調整

駆動パルス

- ・発振周波数 : 120Hz～1.2KHz
- ・振幅 : 25～40V
- ・デューティ・サイクル: 0～50%

PWM 入力

- ・信号レベル : -2V～2V
- ・インピーダンス : 100K Ω

電流保護機能

- ・電流制限値 : 0～500mA
- ・出力遮断時間 : 約 60 秒 (PIC マイコンのプログラムにより変更可)

モニター出力

- ・同期パルス : TTL 出力
- ・PWM パルス : TTL 出力

2004 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2004年1月から12月までに受けた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、外部機関からの依頼で所内研究グループを通じて対応したものは伝票番号に*印を付けている。

機械グループ (300 件)

伝票番号	品名		
04A01	ヘリウムガス加圧封入セル【写真】	04B20	OPO サンプルベース
04A02	サンプル押さえバネ	04C01 *	ウィルソンシール
04A03	試料ホルダ	04C02	ライトチョッパー修理
04A04	Mask	04C03	XMCD 用試料ホルダー
04A05	オープン	04C04	PetiSzyer の改造
04A06	真空排管のポート変更	04C05	インジェクター加工及びスパーサー
04A07	圧力合成セルの内容容器	04C06	マイクロレーザー / ホルダー
04A08	OPO 用治具	04C07	顕微鏡用デジカメラアダプター
04A09	継ぎ手	04C08	電子レンズ
04A10	メスバウアーセル	04C09	ガスセル
04A11	赤外測定用マイクロミキサー	04C10	LHe 容器ヘッド (充填用)
04A12	ライトガイドアダプター	04C11	LHe 容器ヘッド (実験用)
04A13	タンパク質チップ試料ホルダ【写真】	04C12	Φ 4 ステンレスパイプのカット
04A14	TPE アナライザ用パネル・パネル用箱	04C13	ヒンジ枠
04A15	サンプル台	04C14	電析ホルダー (改)
04A16	石英ホルダー用台座	04C15	シム板の製作
04A17	光量モニター (改)	04C16	マイクロマニピュレータ
04A18	EDM-Cutting μ channels on DMCH	04C17	ダイナミックシール (Φ 19 用)
04A19 *	極低温コイルホルダー及びコイル巻機【写真】	04C18 *	磁場発生装置
04A20	OPO 用オープン治具	04C19	光量モニター
04A21	サファイア基板の切断加工	04C20	クライオスタット支持具
04A22	コウムの作製	04C21	フランジ 152-70-34
04A23	Mask	04C22	真空チャンバーからのボルト除去
04A24	分子線スキマー	04C23	スキマー台
04A25	磁石取付台	04C24	水晶発振子加工
04A26	磁場内蛍光測定セル	04D01	ジョイント
04A27	オープン	04D02	STM 支え
04A28	加熱治具	04D03	スリット枠【写真】
04A29	フォトダイオードの加工	04D04	目野セル台座
04A30	絶縁管ホルダー	04D05	水晶振動子固定器
04A31	ベースプレート	04D06	光軸調整ジグ
04A32	誘電率測定用電極	04D07	ベースプレート
04B01	トランスファークチュープアダプター修理	04D08	真空セル【写真】
04B02	偏光子ホルダー	04D09	アルミナパイプ及び ICF34 加工
04B03	XMCD 用試料ホルダー	04D10	キャップ
04B04	蒸着用つば	04D11	アダプタ
04B05	SUS パイプ溶接 (ICF70-34)	04D12	Sample Holder
04B06	サーキュレータチューブ押さえ	04D13	レーザーヘッド防光カバーの製作【写真】
04B07	パネル加工	04D14	レーザーヘッドスタンドの製作
04B08	プレート	04D15	シールド切断 (Cu)
04B09	ステンレスパイプカット	04D16	ベースプレート追加工
04B10	銅製の二重筒の冷却管	04D17	真空セル 2
04B11	除湿機の足	04D18	窓付バルブ用固定具の加工
04B12	ミラーホルダー支柱	04D19	赤外検出器用マウント【写真】
04B13	ロッド加工	04D20	Flange-Cutting
04B14	試料セットアップ用底上げブロック	04D21	スリット枠
04B15	電析用ホルダー	04D22	Plate
04B16	Z 軸トランスレーションステージ他【写真】	04D23	テレビ会議用カメラ台
04B17	ブリアンプシールド	04D24	冷却器
04B18	レーザーヘッド運搬用防塵カバー	04D25	セルフォルダー
04B19	銅板	04D26	KF50/40 変換アダプター
		04D27	超高真空用試料ホルダー

04D28	ボーリング治具 Y	04G11	Cu 板切り出し
04D29	Cooling head	04G12	軟 X 線発光分光器ガスセル用絶縁スベサー
04D30	光調整ジグ B	04G13	マスク (ステンレスとシリコンゴム)
04D31	蒸着基板ホルダー	04G14	VF-80 加工・バルブ保温カバー
04D32	サンプルステージ	04G15	職場体験用真空容器の製作
04D33 *	He ストレージパーツ	04G16	オープンスベサー他
04E01	光軸調整用ジグ B	04G17	BL5A 用試料タイル
04E02	高圧セル用テフロンキャップ	04G18	SiC ヒーターを用いた高精度ダイボンドの製作
04E03	電極ホルダー	04G19	レーザー蒸発用ターゲットロッド作成
04E04	スピンコート用試料ホルダー	04G20	Cooling system modification
04E05	レーザー結晶ダイボンド治具 【写真】	04G21	レーザー用ターゲット作成器
04E06	オール銅製ヒートシンク (Ver4)	04G22	蒸着チャンバー用シャッター
04E07	レーザー結晶ダイボンド装置 【写真】	04G23	TOF 部品
04E08	" テフロン製サンプルホルダー、ホルダーカバー "	04H01	ノズル固定ロッド
04E09	タンパクチップ用赤外分光装置	04H02	1/8BA 管 -ICF34 の接続
04E10	Yb:Sc203 セラミックホルダー	04H03	サンプルホルダー加工
04E11	LD 励起モジュール内レンズホルダ	04H04	ヒートシンク用プレート
04E12	レーザー蒸発試料回転部	04H05	X 線回折用試料マウントピン
04E13	スリット枠	04H06	主固定具
04E14	UVSOR/BL5U 入射スリット冷却具取り付け 【写真】	04H07	ナノギャップ作製用セル
04E15	ゴニオ治具	04H08	セルホルダー (分割型)
04F01	テフロン O-ring	04H09	ステンレス製ジョイント
04F02	位置決めピン	04H10	オゾン洗浄装置破裂板フランジ
04F03	Wrist Action Shaker の修理	04H11	ガスジェットノズル溶接 $25 \mu\text{m} \cdot 37 \mu\text{m}$
04F04	治具	04H12	真空チェンバー溶接 【写真】
04F05	モノクロメータ用 ICF70 銅ガasket	04H13 *	銅パイプ両端 VCR
04F06	光学部品支え	04H14	エネルギーアナライザー
04F07	偏光子ホルダ	04H15	スピーカーマウント
04F08	偏光子およびフォトダイオード支え	04H16	オープンカバー他
04F09	Ti 加工	04H17	スリット接続リングの修正
04F10	天板	04I01	Cooling heat sink DMCH-material
04F11 *	磁場発生装置アクリル開口型	04I02	UHV マニピュレーターヘッド部分の修理
04F12	溝加工 $30 \mu\text{m}$	04I03	冷却装置
04F13	クレーン見積り	04I04	テフロンフランジ
04F14	BNC コネクターパネル	04I05	スライドガラスホルダー
04F15	スパッタ蒸着用マスク	04I06	AL 管加工
04F16	検出器用位置決めピン	04I07	反射光学系チャンバー 【写真】
04F17	サンプルホルダー治具	04I08	電子ビーム溶接機用カメラアダプター
04F18	ポストアダプター支柱	04I09	結晶ホルダー
04F19	プレス治具	04I10	蛍光顕微鏡改良
04F20	穴明け (微細放電加工)	04I11 *	MBC-・回転検出器グリッド
04F21	ICF70 修正加工	04I12	オゾン洗浄装置ランプケース
04F22	クレーン製作	04I13	Si 基板のレーザー加工
04F23	MCP 保持板加工	04I14 *	アダプター銀ロー付け
04F24	" ビーム遮蔽板、ポスト "	04I15	電磁シールドパネル
04F25	ICF253-114 変換フランジ修正溶接	04I16	AFM 用液体セル
04F26	偏光子カバー	04I17	メッシュ基盤
04F27	メッシュ基盤	04I18	コーナーキューブホルダ
04F28	サンプルホルダー	04I19	ICF203-VF 変換フランジ
04F29	Q-band 用クライオスタット置き場	04I20	ラマンセル用紫外可視スペクトル用アダプター
04F30	Cooling System	04I21	電子ビーム装置緊急修理
04F31	M4 ネジ加工	04I22	外付けスリット修理
04F32	超高真空部品修正加工	04I23	エアロックチェンバー ICF114 エッジ修理
04G01	He 容器変換ポート	04I24	アダプター
04G02	He 容器ヘッド用チューブ	04I25	試料固定板
04G03	架台用足部固定具用ブロック	04I26 *	22 極イオントラップ
04G04	ICF253/VG80 変換フランジ	04I27	水晶検出器と支持板
04G05	光学レール用ガイド	04I28	ガラス管固定ジグ 6-8
04G06	配向分子の電子運動量分光装置用チェンバー	04I29	Polarizer holder
04G07	検出器ステージ	04I30	クライオスタット
04G08	ゴニオメーターヘッド用ホルダ	04J01	電極コマ
04G09	石英セルホルダー	04J02	マニピュレーター治具
04G10	加熱ホルダ 1・2	04J03	フォトダイオード支柱

2004 年 工作依頼リスト

04J04	X 線回折用試料マウントピン	04K17	絶縁短管付ベローズの加工
04J05	研究会の写真撮影	04K18	Window
04J06 *	ガasket Φ 0.4	04K19	光学プレートステー
04J07	試料台	04K20	P-250 分光器設置架台
04J08	レンズ用メッシュ	04K21	テフロン製シール
04J09	LD ステージ	04K22	オープン
04J10	支柱 2 種	04K23	光学シャフト
04J11	蒸着用マスク	04K24	カラー
04J12	電極コマ	04K25	試料移送 + 加熱機構
04J13	薄い CaF ₂ と Si の加工問い合わせ	04K26	実験補助台
04J14	検出系配置板	04K27	プリズムホルダー支柱
04J15	X 線解析ゴニオチップ	04K28	プリズムホルダー
04J16	MCP 保持板	04K29	ベースプレート
04J17	グランビルバリアブルリークバルブ改良	04K30	CCD カメラホルダー
04J18	クライオスタット支持台	04L01	ロッド・スパーサー
04J19	ファイバー用 V ブロック 800	04L02	MCP 支え板
04J20	PMT 用レンズ取り付けパイプ	04L03	X 線結晶解析結晶マウント用チップ
04J21	Mo 板加工	04L04	水熱合成装置
04J22	ボアードスルー加工	04L05	ボーリング装置
04J23	UV セルフォルダ	04L06	液体ヘリウム容器フランジ
04K01	サンプルホルダー	04L07	受け皿
04K02	Ceramic apertur	04L08	マニピュレーター用ニップル
04K03	真空パイプの NW25 変換	04L09	インコネルガasket
04K04	Window	04L10	マグネスケール取付コマ
04K05	光軸合わせ真空槽改良	04L11	Copper Plate
04K06	マイクロスコプアダプター	04L12	ダイボンドの真空仕様化と温度測定治具の製作
04K07	顕微鏡用フローセル	04L13	"CuW チップ、クーリングアダプタ"
04K08	レーザーヘッドサイドカバー	04L14	ステンレス穴加工 (拡張)
04K09	ビームスキャンウィンドウ	04L15	SEM 用試料台
04K10	目盛の加工	04L16	窓固定用フランジ
04K11	Sputter Sample Holder	04L17	PMT ハウジング
04K12	偏光子ホルダー	04L18	窓金具
04K13	アルミナスパーサーの加工	04L19	ESR 高温測定用部品
04K14	キャスター・アジャスタ取付プレート	04L20	水晶発振子加工
04K15	Sample Holder[UVSOR]	04L21	DAC 加圧装置修正加工
04K16	Sapport SUS		

電子回路グループ (27 件)

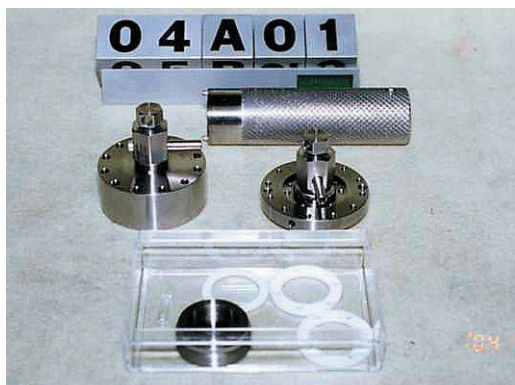
伝票番号	品名	04G03	±トラッキング電源
04B01	赤外検出器用温度コントロール部及び電源	04H01	定電圧電源
04B02	5 ダイヤル式可変抵抗器	04H02	SiC ヒーター制御装置
04C01	MCP 用高圧フローティング電源	04H03	軟 X 線発光分光器用スリット幅制御システム
04C02	MCP 用電源	04H04	ピエゾアンプ用出力保護回路
04C03	LD 駆動用ケーブル	04H05	軟 X 線発光分光器用スリット幅制御システム
04C04	流量計インターロック回路の改造	04I01	3DEMS 信号処理基板
04C05	ケーブル	04I02	蛍光フォトブリーチングリカバリー回路系
04C06	ARUPSX 電源 SHV 変換 BOX	04I03	ゲート回路
04E01	5MHz シグナル絶縁モジュール	04J01	CV 用ケーブル
04E02	STM 用短針研磨回路	04J02	インターロック回路修理
04E03	3dEMS 用プリント基板	04K01 *	パルスジェネレータ
04G01	24ch 定電流電源	04K02	高圧パルスジェネレーターの修理
04G02	トラッキング電源追加工	04L01	微細放電加工機用電源コントローラ

ガラス加工グループ (35 件)

伝票番号	品名
04A01	ガラス製真空ライン修理
04A02	石英ロッドの破損修理
04A03	サンプルホルダー穴明
04A04	サンプルホルダー
04A05	特殊反応セル
04B01	アンプル管切断
04B02	サンプルホルダー
04B03	ガラス部品修理
04C01	真空コック再研磨
04C02	真空部品修理
04C03	二重管冷却器
04C04	サンプルホルダー
04D01	サンプル管開封
04D02	真空ライン解体
04F01	ESR 試作
04F02 *	スクイッド用セル修理
04G01	アンプル切断
04G02	真空ゲージ開封
04G03	ESR 用サンプル台
04H01 *	ESR0.9
04H02	ESR サンプル台
04H03 *	X 線用透過セル
04I01	石英ガラス製支持台修理
04I02	真空ライン修理
04I03 *	ESR0.9
04J01	ESR 用サンプルホルダー
04J02	石英製容器フランジ付
04J03	" サンプル管開封他、修理 2 点 "
04J04	ガラスガスライン
04J05	ESR0.9 短形
04K01	石英ポート + 修理
04K02	ESR セル
04K03	単孔円板試作
04L01	単孔円板
04L02	真空ライン

2004 年 製作品

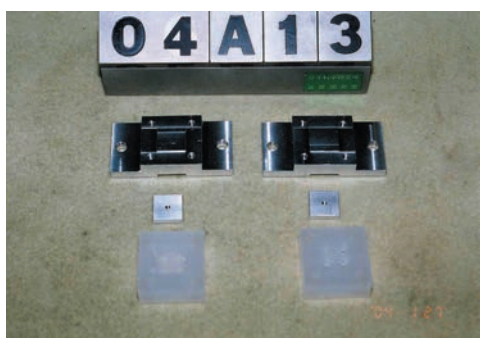
緊急な工作依頼で対応した加工品から設計製作まで様々な工作依頼の一例を掲載した。



ヘリウムガス加圧封入セル



Z軸トランスレーションステージ



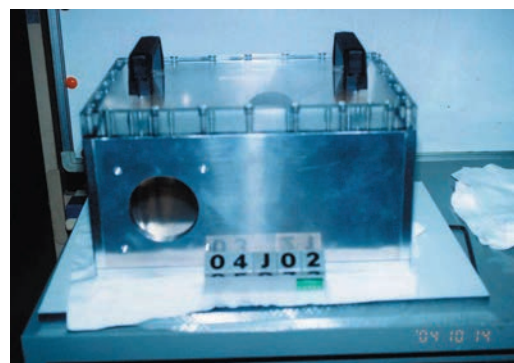
タンパク質チップ試料ホルダ



UVSOR/BL5U 入射スリット冷却具取り付け



真空セル



反射光学系チャンバ



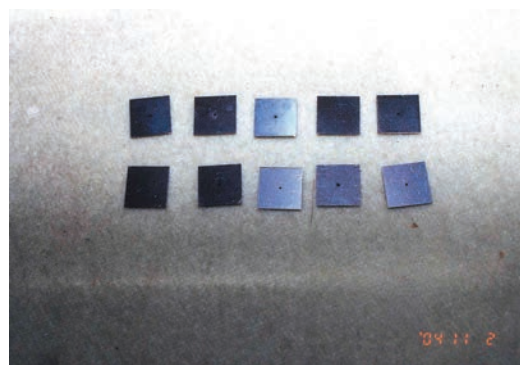
コイル巻機
テフロン製ボビン（肉厚 0.2 mm）に銅線を巻き
コイルを作るための治具と機械



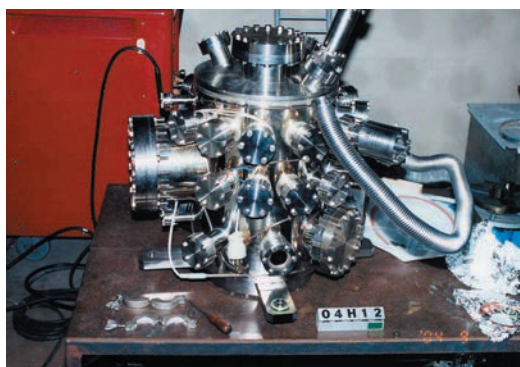
極低温コイルホルダー
テフロン製でΦ 20 mm肉厚 0.2 mmの機械加工品



スリット枠
スリットを可動させるヒンジおよびスリットを固定する枠。精度が必要なためワイヤー放電加工で製作

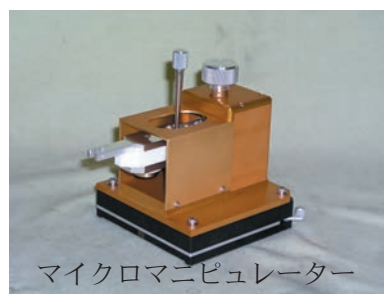


ガスケットφ 0.4 穴加工
ダイヤモンド高圧アンビルセルに用いるガスケット
外形 10 × 10 × 0.2mm インコネル材
穴径約φ 0.43mm、放電加工機により製作

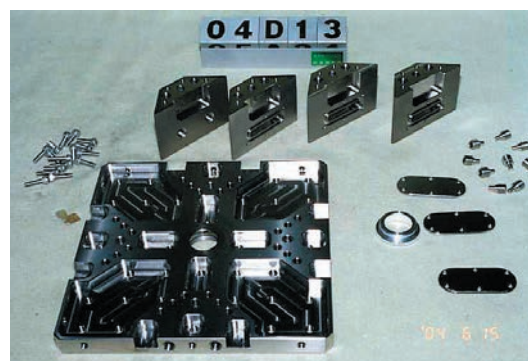


真空チェンバー溶接（リーク修理）

現在では、業者による製作が多くなった真空チェンバーであるが長年積み重ねられた溶接技術と経験を生かし、困難な場所のリークを修復する



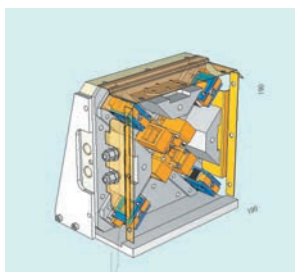
マイクロマニピュレーター



レーザーヘッド防光カバー
本体内部に冷却のため純水を流すことから腐食防止かつ軽量化のためチタン材で製作した



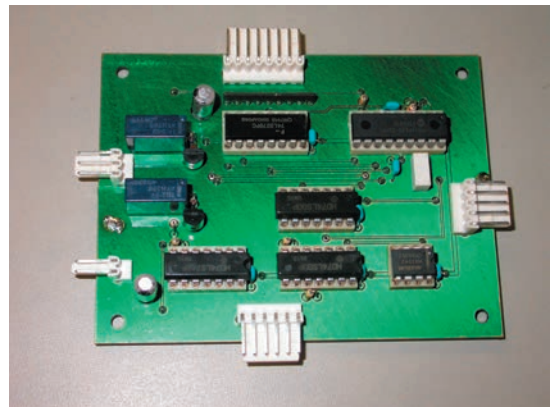
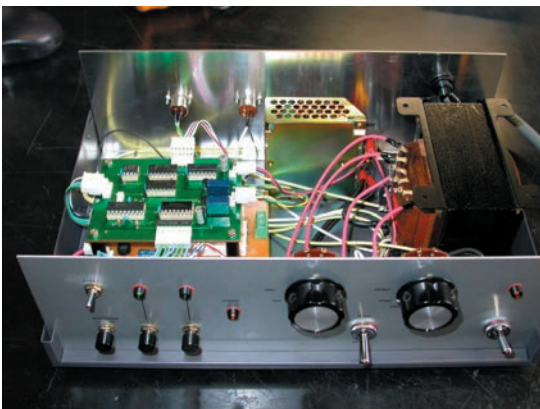
マイクロチップレーザー用ダイボンド



レーザー結晶ダイボンド治具
YAG 結晶をボンディングための直径 8mm の円周上をφ 2mm の導電接触ピン 4 本で固定する治具。

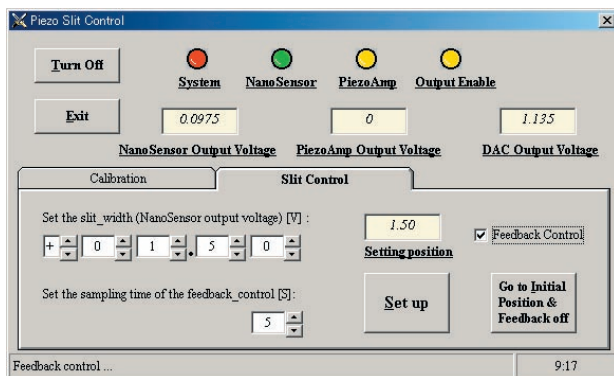


電子冷却型 PbS 光導電素子駆動回路
PbS センサ :P2682(浜松ホトニクス)
冷却温度 : -20°C
温度安定度 : $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

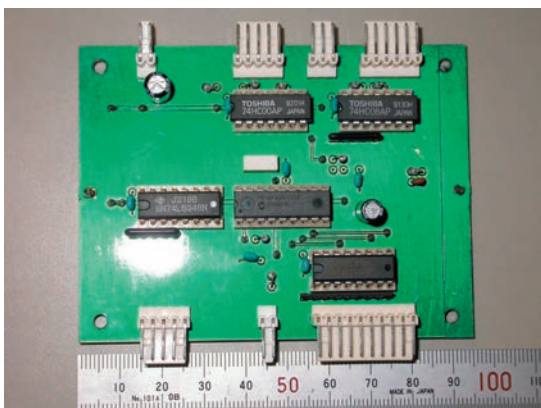
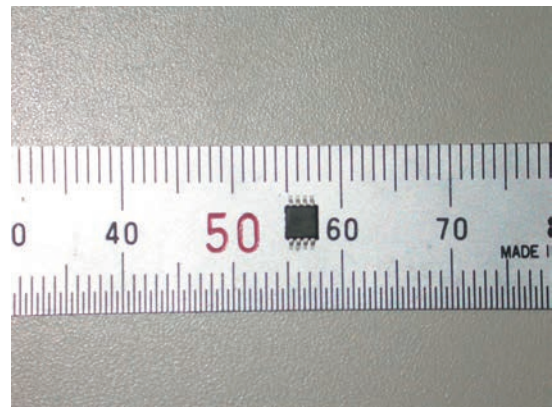


微細放電加工機用電源コントローラ
充電電圧 :DC30V,70V,80V,100V
充電容量 :100pF,200pF,500pF,5000pF
コントローラ :PIC16F628(Microchip)





軟 X 線発光分光器用スリット幅制御システム
 16bitAD/DA 変換ボード :ADA16-8/2(LPCI)
 ピエゾアンプ :SVR150
 静電容量センサ :NS2000
 制御プログラム :Visual Basic 6.0
 OS:Windows2000



蛍光顕微鏡用 LD 変調パルス発生器
 出力パルス幅 :100mS ~ 10S、 ∞ (トグル動作時)
 出力パルス高 :0 ~ 1.5V
 動作モード :トグル ,INT,EXT, ワンショット
 SYNC 出力 :TTL レベル

吉田久史

昨年、2004年3月15日から3月20日の日程で、国立天文台ハワイ観測所とハワイ大学 IFA(Institute For Astronomy)に出張する機会を得たので報告します。国立天文台ハワイ観測所は、ハワイ諸島の中で最も大きなハワイ島(通称:Big Island)にあります。ハワイ観測所の山麓施設があるヒロ市は、ハワイ島の東側に位置し年間降雨量が非常に多い場所です。一方、すばる望遠鏡があるマウナケア山の山頂(標高



写真 1. マウナケア山頂の風景 1



写真 2. マウナケア山頂の風景 2



図 3. すばる望遠鏡施設

4200m)は、雲の上にあり晴天率が高く空気が乾燥しているので天体観測にすぐれた場所として知られ、世界各国の天文施設が集まっています。13あるその施設の中で、すばる望遠鏡の円筒形ドームはひととき異彩を放ち、遠方からでもすぐにそれと気が付きます。登頂した日は、前々日に降った雪が山頂にある古い火口の稜線を際立たせ、ここが火山であることを再認識させます。二人のスノーボーダーが、その斜面を滑降していました。夜間の観測にあわせてドームの中は約0°Cに空調されています。防寒着と手袋を身に着け、いざドームの中へ。口径8.2mの主鏡を支えた望遠鏡本体の大きさは圧巻でした。標高4200mの山頂は酸素濃度が平地の半分程度で、施設の中を少し歩き回るだけで息苦しさを感ずります。より遠くの星をより鮮明な画像で観るための最新鋭の技術を間近に見ることができとても感動しました。また、このような過酷な環境下で働く技術者の方々の努力が、それを支えていることを実感しました。

出張の後半は、オアフ島に戻ってハワイ大学の天文研究所を訪問しました。ここでは、アラン・トクナガ博士の案内で、博士の研究室を中心に施設内の見学をしました。博士はマウナケア山にあるNASA IRTF(InfraRed Telescope Facility)のチーフでもあ

り、赤外望遠鏡の開発を行っています。先生の研究室では、赤外光の二次元検出器の開発に携わっている回路技術者や観測装置のメカニカル部分を担当する技術者から直接説明を受けました。また、この工作センターにも立ち寄りましたが、フライスを操作しているスタッフがジーンズにアロハ・シャツ姿だったことがとてもハワイらしさを感じました。

今回の出張では、国立天文台の大島研究技師にヒロ空港の到着から出発まで大変お世話になりました。また、東京大学教養学部の小田嶋さん、国立天文台の岡田さんには、出張の準備段階から大変お世話になりました。謹んで感謝いたします。



写真 4. 観測装置の取付け作業風景

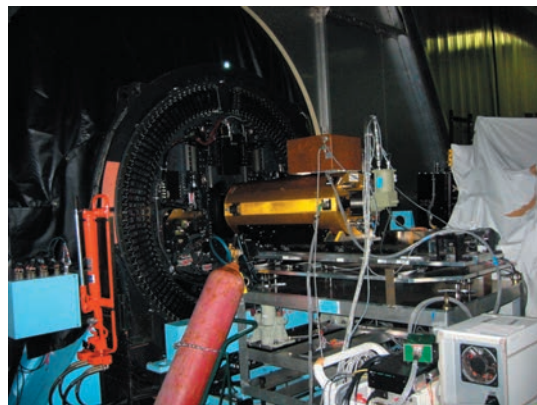


写真 5. ナスミス焦点の赤外光観測装置



写真 6. ハワイ大学 IFA



写真 7. IFA の工作センター施設



写真 8. 赤外光望遠鏡 IRTF

放電加工技術ネットワークは、旧国公立研究機関において主に放電加工に従事する技術職員と、放電加工関連企業との技術的なネットワークを構築することによって、加工技術を共有し、研究実験機器開発に必要な技術的協力体制を整理することを目的とした組織である。

技術職員にとっては技術力の向上を目指し、一方、企業に対しては公的機関から発注された実験機器製作のヒントとなる効用が考えられる。

この会の発足の足がかりとなったものの一つに、2002年2月に当研究所で行われた放電加工に関するローカルミーティングが挙げられる。このミーティングではテーマを「放電加工」という限られたものに絞り、さまざまな観点から経験豊かなアドバイスや意見が繰り広げられ、大変有意義なものになった。

さて、この会の具体的な日常活動としては、電子メールを使った技術相談や保守情報、ジグの設計ポイントなどの情報交換を行い、難題解決のヒントとしている。また、年に一度メンバーが属する大学や研究機関を会場として、勉強会を開催している。内容としては、日常行った放電加工に関する業務などをテーマに発表を行い、それに対する意見を意欲的に行うことによってメンバーのつながりを強化し、難題の分析と解決策を検討することを行っている。一方、会の冒頭では、このような活動にご理解をいただいた教官の方に特別講演をお願いし、微細加工技術を含めた放電加工をさまざまな角度から見たり、学んだりする努力をしている。

2003年度は、10月3日、4日の日程で東京大学生産技術研究所において第一回の勉強会が行われ、同研究所の増沢隆久教授による「マイクロ放電加工技術の概要」というテーマで特別講演が行われた。また、2004年度は、10月8日、9日の日程で東北大学多元物質科学研究所において第二回の勉強会が行われ、同研究所の矢田慶治名誉教授による「微細加工技術の発達に伴うX線顕微鏡の発展」というテーマで特別講演が行われた。

さらに、2005年度は分子科学研究所での開催が予定されている。現在(平成17年1月12日)会員は8名で、公的機関の技術職員が6名、一般企業の方が2名という構成になっている。



第2回放電加工技術ネットワーク勉強会より

中学生の職場体験学習

矢野 隆行

平成 16 年 8 月 10 日（火）に、装置開発室では中学生による一日職場体験学習が行われた。今回、装置開発室で体験学習を行ったのは、岐阜県大垣市立星和中学校の男子生徒 3 名と安城市立安城北中学校の男子生徒 1 名の計 4 名である。

装置開発室での業務内容を体験してもらうために、「真空容器の製作」という架空の工作依頼を想定し、使用する材料の選択方法をはじめ、真空に容器が耐えるための設計寸法の算出の仕方、あるいはそのときのたわみ量の算出方法を学んだ。また、事前に用意されていた容器を使って、漏れ探しの方法も学んだ。さらに少しでも「作ること」に興味を持ってもらうため、(1)NC 旋盤を使ったひょうたんキーホルダーの製作と、(2) 形彫り放電加工機を使った自然科学研究機構のシンボルマークをかたどったキーホルダーの製作の二班に分かれて、実際に機械を動かして「つくる」ことを体験してもらった。

普段、触ったことのない金ノコを使ってアルミニウムの棒を切ったり、ボール盤で穴あけをあけたりする作業は、新鮮で、我々の眼にはどの生徒も目が輝いているように映った。



設備紹介

CNC 旋盤

平成 16 年 3 月に新規導入された CNC 旋盤 (Mazak 製 100MY) を紹介する(図 1)。この 100MY の特徴は、CNC 旋盤の基本機能である関数曲面の切削加工が可能であることの他に、図 2 のように一般的な旋削工程とミーリング工程が同時に行えることである。このため、旋盤加工からフライス加工工程へワークを取り外すことなく部品を 1 台で加工することができるようになっている(但し加工サイズが限られる)。

プログラミングは従来の NC コードを用いることも可能だが、図 3 に示すようにマザトロールと呼ばれる対話型のプログラムで入力することができるため、NC コードを知らない作業員や不慣れな作業員でもプログラミングが比較的簡単に行える。また、図面上の円と線の接点や交点の座標値を求める幾何計算支援機能やプログラムミスでの工具の衝突や削り過ぎなどの回避機能などがある。

工作依頼の加工品製作で自ら旋盤作業やフライス作業を覚えたい装置開発室ユーザーにも操作できる環境を整えているので是非利用していただきたい。

機械本体の仕様は表 1 に示した。旋盤としての加工精度は真円度で $0.05 \mu\text{m}$ 以内(カタログ値)となっている。この機械は微細加工向けではないがミーリング工具の軸回転数も 6000rpm まで使用できるので小径工具を用いた微細部品加工も可能である。これに関して今後試作を行って性能を確認しようと考えている。



図 1 CNC 旋盤 (Mazak 100MY) 本体とツールホルダ (一部ミーリング工具)

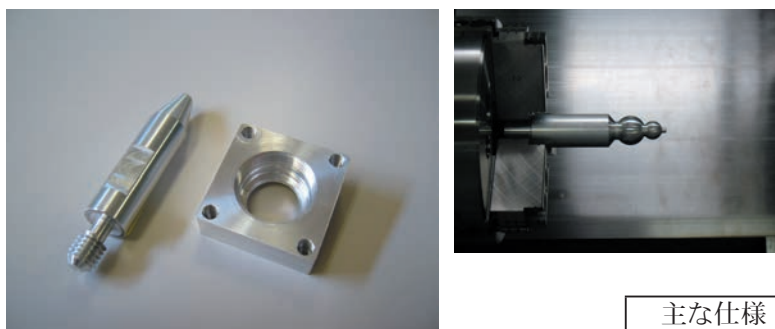


図 2 加工例



図 3 対話画面

表 1

主な仕様	100MY	
移動量	X 軸移動量	185mm
	Y 軸移動量	80mm($\pm 40\text{mm}$)
	Z 軸移動量	360mm
	C 軸移動量	360°
主軸	主軸最大回転速度	6000rpm
	最小割出し角度	0.001°
ミーリング 主軸	ミーリング主軸 最大回転速度	4500rpm
	ミーリング主軸 加工能力	ドリル: $\phi 16\text{mm}$
		エンドミル: $\phi 16\text{mm}$
		タップ:M12 $\times$ 1.75

装置開発室 Annual Report 2004

平成 17 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