

フローセルの製作について

岡本久和

教育・研究支援室 装置開発技術系 ガラス工作室

1. はじめに

今回依頼されたフローセルとは、循環させた液体の試料にレーザー光を照射し、試料の変化を測定するためのものである。サイズは、全長 20mm のセル内部を内寸 1mm 四方の流路が通り、その両端に直径 3mm のゴム止めが加工されたものである。求められた条件は、レーザー光が透過する二面が平らであり、かつ平行であることという二点であった。材料は厚さ 1mm のパイレックス板を使用した。

2. トーチの選択

全長 20mm と大変小型のため、極めて小さな炎を調節する必要があり、多様なトーチが揃えられているサンウェルダースW-123 を使用した。(図 1) これは、水を電気分解して作り出した水素と酸素を燃焼させる装置である。小型のトーチが揃っている事に加え、水素と酸素による加工のため、短時間でピンポイントの溶着が可能となり、余計な箇所が熔融してしまうことを防ぐ事ができた。今回トーチは、幅 1mm 程の炎が出せる、22×10mm のものを選択した。(図 2)



図 1 サンウェルダース

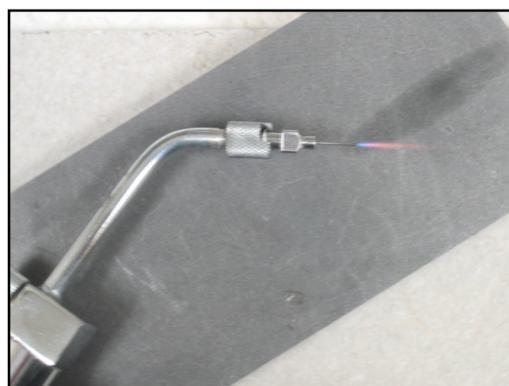


図 2 トーチと炎

3. 製作

3.1 ガラス管に板を貼る。

まず、LMED5R のガラス管を 20mm 分とり、両側面を研磨し貫通させた所へ、パイレックス板を溶着する方法を試した。

- 1) ガラス管は 20mm を残し両端を足場として引っぱっておく。ダイヤモンドの平面研磨機で厚さ 1mm まで研磨、800 番のグリーンカーボランダムで整えた後、フッ酸で洗浄する。研磨の際、何カ所かノギスで厚みを計り、平行を確認する。
- 2) 面の形にあわせてパイレックス板を切り出す。この時エッジを落としておくと、薄い箇所が先に熔融し、余計な箇所が熔融するのを防ぐ事ができる。また、板はガラス管の幅よりも 1mm 程大きめに切り出しておく。こうすることで、板が溶けて縮んだ際に隙間ができるのを防ぐ事ができた。
- 3) 炎の勢いでガラスがずれないように、ガラス板より一回り小さくカットしたカーボンや金属で、様々な重さの重りを準備しておく。
- 4) 断熱材のブロックの上に、板、ガラス管、板、の順に重ね、さらにその上にカーボンと金属の重りを乗せる。
- 5) サンウェルダースを使って溶着する。この時、横から炎を当てると火の勢いで隙間が広がるので、斜め上からエッジを押さえつけるようなイメージで炎をあてる。

6) 両端に、予めゴム止めに加工しておいた 3mm 管を溶着する。

問題点

- ・ 平面を保ちたい場所と、加工する場所との距離が近い（約 1.2mm）、平面が狂っている可能性がある。
- ・ ガラス管の研磨が手作業なので、完全な平行が出せない。

3.2 側面にもパイレックス板を使用する。

平面を保ちたい場所と加工する場所との距離をとるため、またレーザーが透過する二面を確実に平行に仕上げるため、側面にも短冊状に切り出したパイレックス板を使用した。これにより、複数個製作しても、流路の幅を毎回 1mm で揃えることができるようになった。

- 1) 側面用として、厚さ 1mm のパイレックス板を 4.5mm×30mm に二枚切り出す。レーザー照射面用には 10mm×25mm のものを準備し、こちらはエッジを落としておく。側面用の板を 2.5mm ずつ長くしておくことで、セッティングが容易になる。
- 2) 幅 10mm の板の上に短冊状の板を 1mm の間隔をあけて二枚並べる。さらにその上に幅 10mm の板を置き、重りを乗せてサンウェルダで溶着する。この時エッジが薄すぎると、エッジ部分だけが先に溶け団子状になってしまう。解決法として、角度は 60° くらいに研磨し、より熔融しづらい側面用の板を主に加熱する。エッジ部は予熱で熔融させることにより、双方を同じように熔融させることができた。
- 3) 平面研磨機で寸法に合わせて削りだす。
- 4) 先が閉じられた約 3mm のガラス管を、足場として片側に流路を塞ぐように溶着する。反対側に 3mm のガラス管を接合し足場とする。
- 5) 最初に溶着した足場を取り除き、ゴム止めに加工した 3mm 管を溶着する。反対側も同様にゴム止めを溶着する。

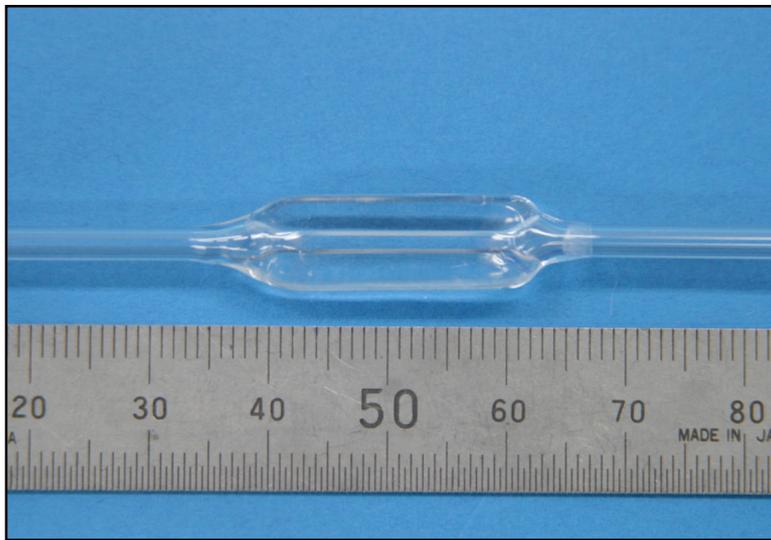


図 3 完成写真

問題点 使用時は両端のゴム止め部で固定するため、セッティングの再現性がない。

3.3 本体下部にホルダーで挟むための挟みシロをつくる。

使用時、円柱状のゴム止め部分を挟んで固定したのでは毎回角度の調節が必要となる。そこで、流路の下部に 10mm 程板状の挟みシロをもうけ、セッティングを容易にした。ここでは電気炉を使って溶着する方法を試してみる事にした。使用した電気炉はヤマト製マッフル炉 FP32。

- 1) 厚さ 1mm のガラス板をカットする。3mm×30mm,10mm×30mm をそれぞれ一枚と、15mm×25mm を二枚、こちらはエッジを落として準備する。
- 2) 紙ヤスリでカーボン板を磨く。240 番から順に目を細かくしていき、800 番で仕上げる。カーボンは使用する度に酸化して表面がザラザラになってしまうため、磨き直す必要があった。熱に劣化しないセラミックの板ホトベールに変更した。
- 3) ホトベールの上に 3.2 の時と同じようにガラス板を並べ、予め設定温度に温めておいた電気炉へ入れる。軟化しすぎて面が変形することを防ぐため、電気炉内では仮溶着にとどめ、できるだけ低温・短時間で取り出す。(表 1) 今回は、760℃に設定しておいた電気炉内にガラスを入れ、設定温度に達したらすぐに取り出した。

温度	設定温度になってからの時間	重り	結果
800℃	1分	カーボン15mm×20mm×3t	ガラスのみ完全に溶着する。
800℃	1分	カーボン15mm×20mm×3t ステンレス11mm×16mm×5t	カーボンとガラスが接着した。
800℃	45秒	なし	同上
800℃	30秒	カーボン15mm×20mm×3t	底板が荒いと跡がうつる。
780℃	30秒	同上	同上
770℃	直後	同上	ガラスのみ溶着
760℃	直後	同上	同上
750℃	直後	同上	溶着しない。

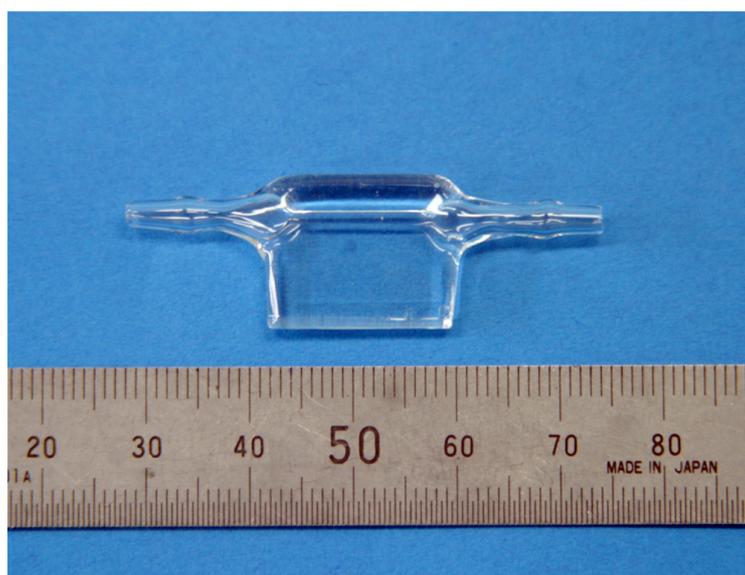


図 5 完成写真

4. まとめ

非常に細かい溶着加工な上、平面が狂うことも許されない依頼だった。加工エリアを極力狭くすることを心がけ、細く高温の炎を出せるサンウェルダ―を使用、側面にも短冊状のガラス板を使用することで克服できた。

また、加工範囲を最小限に抑えるには、溶着する双方を均等に熔融する必要があった。エッジを落とす角度や、炎を当てる位置・角度で調整し、電気炉を使用して均一な温度に温めておくことでそれはさらに容易になった。

面の平行度も、側面にガラス板を使用する事で、手作業での研磨に比べ格段に精度を上げることができた。

今回、光学セルは初めての製作だったので、平面度や平行度など、どこまでの精度が要求されるのか未知であった。気付く限りの不安要素を取り除いていき、最終的には満足のいくものが製作できたのでここに報告したい。

謝辞

今回の発表に際し、コンピューターの使い方を一から指導して下さった名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻化学系理論化学研究室の松本正和助教、発表の仕方、スライドの作り方などをアドバイスして下さった名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻化学科ガラス委員の皆様、そして、ガラス加工の技術をはじめ、あらゆる面でフォローや助言をして下さった名古屋大学大学院理学研究科 G-COE 専門スタッフ野田敏昭研究員、名古屋大学全学技術センター理学部ガラス工作室夏目秀子技術専門職員に心より感謝いたします。