



超高真空用スリット機構の製作にかかわって

機器開発技術班 水谷 伸雄

昭和54年（1979年）愛知県立半田工業高校機械科卒業後、4月より技術課装置開発室で機械工作を担当して来ました。また、分子研要覧や研究会等の記録写真撮影、実験装置の写真撮影を通して多くの研究室を訪問させて頂きました。現在は、工作依頼の受付業務を担当しています。趣味は、機械工作と構造物の仕組みを観察することです。

はじめに

私が装置開発室の一員になった昭和54年は分子研の創設期にあたり、実験棟の南半分や装置開発棟、機器センター棟（現レーザーセンター棟）、化学試料棟、極低温棟が出来たばかりの頃で、UVSOR棟の建設は数年後に始まりました。当時の実験機器はその殆どが手作りであったため、ねじ一本から光学部品やクライオスタット、はたまた実験室の備品修理までと多岐にわたる依頼を装置開発室で引受けていました。

超高真空装置製作への取組み

UVSOR棟の建設にあわせて、装置開発室では、超高真空に対する技術の修得が求められました。「超高真空とは何か？」から始まり、排気ポンプの構造、排気速度の計算、真空チャンバーの設計、超高真空に適した構造材料などを学びながら瀬谷-波岡型分光器を設計製作しました（図1）。この中で、私が担当した設計のひとつにスリット機構があります。超高真空中で開閉機構や角度調整機構を持つスリット機構の例が無かったため、大気中で使用する分光器用の開閉式スリットを参考に設計製作しました。大気中で使用するスリットは、アリ溝と呼ばれるガイドレールをはじめ多くの摺動部分があり、摩擦を軽減するために真鍮材料を用いグリスで潤滑する構造が一般的でしたが、超高真空中ではこれらの材料は使用できないため、素材はステンレ

ス（SUS304）を使用し摺動部分には小径の回転ベアリングを組み込むことで摩擦による焼付きや固着を防ぐようにしました。そのため部品点数も多く無骨な設計になり、組立調整にも時間を要しました。当時は、小型のステンレス製回転ベアリングは入手できるサイズが限られていた上に、脱脂するとともに動かない物もあり、全数検査して組み込みました。この瀬谷-波岡型分光器の分光性能が評価され、2台目は外部業者によって製作されましたが、スリットの組立には苦労されたようで何度か問合せを受けました。その分光器が役目を終え解体された時に、スリットの内部機構のみを譲り受けましたが、ばねの選定と組付けに苦労された様子がうかがえます（図2）。私の製作したスリットも組み立て時には、動作具合を確認しながら組み立てました。設計時にはあまり重要視していなかったモーメントが予想以上にベアリングの動きを不安定にさせ、スリットブレードの開閉にも悪影響が出ていたので、個々の部品の面精度を上げ寸法の微調整をする事で対処しました。後に、ばねの選定と配置を再考した改良型のスリット機構を他の分光器

で使用しましたが、小型の回転ベアリングを使用していた点に変わりはなく、組立調整の難しさは改善されませんでした。その後、回転ベアリングに二流化モリブデンや銀をスパッタリングした製品やルビーボールを使った回転ベアリングが市販されましたが、小径の製品は少なく高価な上に超高真空中での長時間使用には、あまり効果がなかったようです。この経験以降は、（真空内機構に限らず）駆動機構を設計する時に、つい後回しにされがちな“ばねの選定と配置”を優先的に考えることで、ベアリングや摺動部分の摩擦に対しグリスなどの潤滑剤に依存しない構造設計を心がけるようにしています。

スリット機構

瀬谷-波岡型分光器のスリット機構はガイドレールに取付けられた一対のスリットブレードを“くさび”で押し広げる方式で、この構造こそが不安定

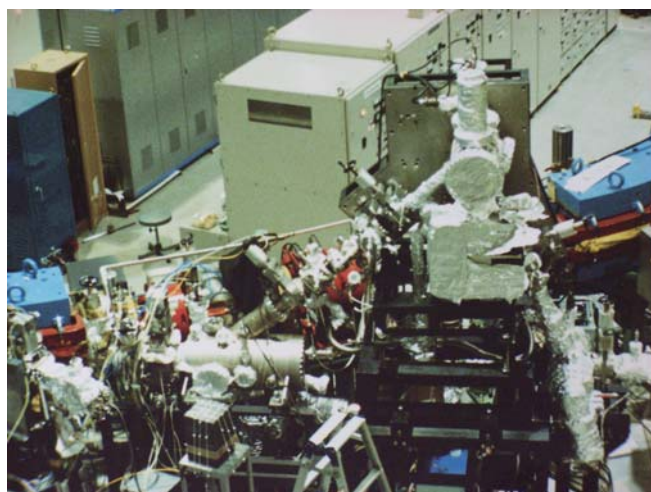


図1 瀬谷-波岡型分光器

な動きを招いていたとも考えられます。そのため、定偏角分光器のスリット機構では、“くさび”方式から“てこ”を利用した方式に変えたとともに、回転ベアリングの使用をやめV溝を掘った自作のレールとステンレスボール列を組み合わせたガイドレール上にスリットブレードを取付ける形にしました（図3）。また、十分な長さのばねをV溝レールと同一平面上で平行に配置することで、ステンレスボール列に大きな負荷をかけることなく安定した動作を得るようにしました。十分な長さのばね（スペースの許す限り長いばね）を使う事で、その動作範囲内に於いて、ばねが縮んだ状態と伸びた状態での反発力の差を少なくし、レール溝やステンレスボール列にかかる負荷の変動を少なくできます。また、レールと同一平面かつ左右対称にばねを配置する事で、V溝レールに余計なモーメントが加わらずV溝レール内のステンレスボール一個一個にかかる負荷を軽減できます。大気中で使用する装置の場合は、レールやボール列にグリスを塗布し予圧を加える事でガタの無いなめらかな動きが得られますが、超高真空中での必要以上の負荷はレールとボールの焼付きを招きます。真空用グリスの使用も考えられますが、真空の質を悪化させ光学素子を汚染するおそれもあるため使用範囲は限られます。複合入射型分光器「SGM-TRAIN」（図4）の製作時にもこの考えをもとに入口スリット（図5）、出口スリットやメインチェンバー内のミラー交換機構（図6）を設計しました。これらを設計した時には、市販のガイドレールでもステンレス製で小さな物が入手可能になり、それらの部品を流用する事で精度の良い移動機構を製作することができるようになりましたが、組付けねじの大きさや位置の制

約を受けることで部品点数が増加するなど、小型化に苦勞することもありました。

ICF70用スリットの製作

最近では更なる小型化を求められるようになり、まったく新しい機構のスリットを製作しました。今までのスリット機構は、スリットブレードを開閉するためにスリットブレードを取り付けたガイドレールとは別に“くさび”や“てこ”の機構を必要としていました。一方、図7に示すスリット機構は、斜めの角度を持ち対向するクロスローラーガイドの内側にスリットブレードを取り付け、この部分を直接押し引きすることでスリットブレードが斜めに移動しながら開閉する構造になっています。このユニットを、市販のICF70用T字管と組合せることで、既存のビームラインに大幅な改造を加えることなく設置できました。

新たな依頼

現在、製作依頼を受けているスリット機構は小型化とは打って変わり、調整機構を持つ長さ75ミリのスリットブレードの開幅を保ったまま、スリットブレードの垂直方向に±40ミリの移動を必要とする機構です。これは放射光施設用ではありませんが、超高真空中で使用する機構に変わりはありません。今までの経験を生かし、依頼者の要求に応えられる新しい機構を考えて行きたいと思います。



図6 ミラー交換機構



図2 スリット内部機構

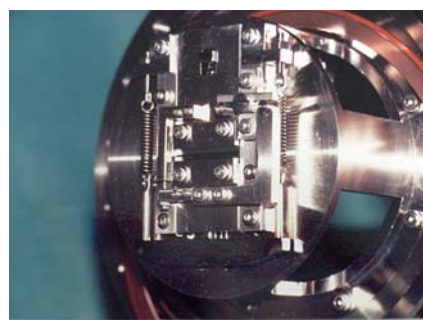


図3 てこ式スリット機構



図4 複合入射型分光器（SGM-TRAIN）

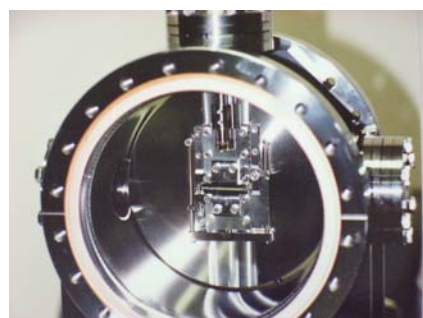


図5 入口スリット



図7 ICF70スリット