

回転NDフィルターの電動化

神崎正美

岡山大学・地球物質科学研究センター

作成(2007/10/19)

加筆(2015/02/09)



完成した回転NDフィルター(右)とそのコントロールボックス(左)

製作の動機

我々の顕微ラマン分光装置では回転式の濃度(ND)フィルターをレーザー光の入射強度調整のために使っています。このNDフィルターは角度によって濃度が変わるように金属膜が蒸着されていて、手で回転させて光量を自在に調整できます。ただ実際のラマン分光では測定時にレーザーを最大限透過させるか、試料交換時などに最大に減光させるかの2つの回転位置での使用が主になってます。それ以外の位置で使用することはあまりなく、光学調整時やレーザー光が強すぎる場合(ラマン測定ではまずない)に、フィルターを適当に回転させて絞ります。現状の手動でもいいのですが、フィルターを置いている場所がアクセスしづらかったり(延長用の回転棒を付けてました)、手動で回転させているとどうしてもフィルター取り付け部分が緩んでしまい、方向がぶれたり問題が生じてました。そこで今回これらの不便を解消するために電動化することを計画しました。好都合なことに秋月電子通商(<http://www.akizukidenshi.com/>)で「PICアクチュエーター・キット」が発見されました。これはラジコン用サーボモーターを2つの角度にスイッチで設定できるキットで、その角度は可変抵抗で自由に調整できます。今回の目的にまさにぴったりなので、このキットを利用しました。

使用部品等

- ・ PICアクチュエーター・キット：秋月電子通商から購入。2400円。

- サーボモーター：GWSサーボ S125-1T/2BB/F(フタバ)を秋月電子通商から購入。サーボモーターも色々種類があります。最初は360°回転できるタイプを選択しましたが、しばらく使っている間にグルグル回転して、位置調整が困難になりました。360°回転できないタイプの方がいいかと思えます。また4.8Vで駆動できると内部電源(5V)が使えるので便利。1000円から数千円程度(幅が40 mmくらいのサイズで)。
- ACアダプター：PICアクチュエーター・キットの電源に使用するもので、DC9V,1.2Aのもの。これも秋月から。650円。電源プラグのセンターがプラスのものがキット付属のジャックと合う。もし負荷が高いものを動かす場合にはモーター専用別途ACアダプターが必要になる。
- その他電気パーツ：スイッチ1個、設定角度を頻繁に調整する必要があるなら、1kオームの可変抵抗、それ用のノブ。これらはRSから購入。
- ケース：RSから購入。
- モーターとフィルター取り付け部品など：自作した。材料のデルリンはRSから板として購入。黒色の方で今回の用途にはぴったり。
- 回転NDフィルター：フィルターは持っていたものを使用。エドモンドから購入。

製作

電気部分

基本的にはPICアクチュエーター・キットをほとんど説明書通りハンダ付けするだけです。停止位置をよく変える場合には、基板取り付け用のドライバーで調整する小さな可変抵抗を使わずに、可変抵抗を外付けにする。回転位置を自由に制御できるように付属の可変抵抗は使用せず、手で回せるノブが付けられる大きなタイプの可変抵抗をケース上面に取り付けて、基板部分へ配線します(photo 1)。



photo 1: PICアクチュエーターキット基板と外部可変抵抗(右上の2つ)、スイッチ(右下)、左側の外部への配線はDC9V(上)とモーター(下)へ。

マニュアルで回転されるために基板のアクション外部スイッチ端子部分からケースに取り付けたスイッチに配線します。(その後、この端子をラマン分光装置からもON/OFFできるように改造して、測定時に自動的にNDフィルターを回転するようにしてます)今回

の場合はモーターに高い負荷がかかる訳でもないので、内部電源をそのまま利用してモーター電源としても使います。その場合はJP5をジャンパーする必要があります。サーボモーターの形式に合わせてジャンパーJP1~4を設定します。今回使ったモーターはフタバ形式なのでJP2, JP4をショートします。ショートピン3個もキットに含まれています。

フィルター部分

使っている回転濃度フィルターはエドモンド・オプティクス・ジャパンから購入した外径100mmのもので、このフィルターはモーターに付属していた滑車(外径50mm)に直接取り付けました。フィルターは滑車より十分大きいので、外周部分でレーザー光を調整します。もっと直径の小さいフィルターは滑車に直接取り付けると滑車で光が遮られます。今回とは別の取り付け方をしないとイケません。1つの手はメーカーで売っている手動のフィルター回転アセンブリを利用して、それに滑車を取り付けて、サーボモーターの滑車とベルトでつないで回転させることでしょうか。または滑車を使わず、モーターの軸に直接取り付けることも可能でしょう。モーター部分はM4ネジ(?)用の取り付け穴が4つあります。このラマンの装置では光学部品の固定にはソーラボのポストを使っているので、このポスト(M4の雌ネジが頭にある)に取り付けるアダプタをデルリン(POM)をCNCフライスで加工して作成しました(photo 2)。



photo 2. サーボモーターの取り付け部分。黒のまだら部分が自作したアダプタ。下側の棒はソーラボのポストで、M4ネジでアダプタを止めている。中央やや左に軸についたギヤが見える。滑車の中央がここにはまるようになっている。

実際の使用

何のトラブルもなく完成しました。まず可変抵抗で常時位置とアクション時の回転位置を決めます。その状態でスイッチをON/OFFすると、常時位置とアクション時位置の2つの角度を往復します(photo 3)。



photo 3. 左は常時位置にスイッチを倒した時、右はアクション時位置にスイッチを倒した時の状況。フィルターが90度ほど回転している。

常時位置をレーザーが透過しない位置に、アクション時位置をレーザーが透過する位置としてます。回転速度は調整できません。可変抵抗を廻すと任意の角度で止めることができます。光学調整時等でレーザー強度を適当に調整する必要がある場合にはこれである程度は対応します。なおモーターを手で回転させることはできないので(電源入ってない時も)、そういう調整はできません。

その後、ラマン装置の自動化のために、この回転NDフィルターもラマン制御用PCから制御できるようになってます。方法は簡単でアクション外部スイッチ端子からケーブルを伸ばして、PC側で短絡してやるだけです。ラマン測定時には、自動的にNDフィルターをレーザーが透過する位置に移動させます(短絡)。測定が終わって試料を観察する時は、NDフィルターを最大減光位置に移動させます(短絡解除)。

サーボモーターが360度回転タイプのせいか、位置決めが甘く、たびたび位置調整が必要となったり、グルグル回って止まらないなどの問題が生じることがあります。360度回転しないタイプの方がいいのかもしれませんが(今度買って試す予定です)。