prism による YAG laser の分光について

東 武大

平成 11 年 2 月 5 日

1 使用するガラスの種類について

まず、ガラスは BK-7 では 355nm の光を通すには厳しいと思われるので、石英ガラスを用いるのが良いと思われる。透過率は下の表に示す通りであるが、BK-7 では光を透過できる割合がかなりぎりぎりであり、YAG3 倍波を通すには不向きである。

種類	200nm	290nm	300nm	313.2nm	325.0nm	337.1nm	355.0nm	365.0nm
石英 (%)	25	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5
BK-7(%)	0	0	15	38	58	76	88	90

表 1: 石英ガラスと BK-7 の透過率の違いについて

- 石英ガラスで YAG3 倍波を透過する時、100%には透過しないが、その残りは反射されると考えられるので、悪質なプリズムでない限りはレーザー光を吸収して熱膨張することは心配するには及ばない。
- カタログには石英のほうが BK-7 よりも桁違いに高価であると書いてあったが、実際には価格はたいして違わない (BK-7 で 22,000 円のプリズムでは、石英になっても 30,000 円程度に過ぎない) ので、価格面の不利はあまりないと考えて良い。

2 2 倍波と 3 倍波の分光

昨年末に行なった田中研究室の setup では、まず **dichroic mirror** を用いることで 3 倍波以外のレーザー光を排除していた。これによって不必要な 2ω、ωの光を透過させて 3 倍波のみ反射させて、用いる setup となっていた。以下、田中研究室で行なったように、dichroic mirror を用いる場合と、用いない場合について考える。

2.1 dichroic mirror を用いる場合

dichrioc mirror(誘多膜ミラー) とは、大まかには、特定の波長の領域の光のみが反射されて、それ以外の波長の光が透過される性質を持つ鏡である。私たちの実験では、YAG の 3 倍波のみを反射させたいので、**TFM-30C05-355**(シグマ光機の総合カタログ P382 参照) 用いるのが良い。これは可視域 (YAG の 2 倍波もこの領域にはいる) に対する透過率が 80 ~ 90%である。換言すれば、20%は 3 倍波とともに反射されると考えて良い。そこで、TFM-30C05-355 を 2 枚用いれば、

$$(1 - 0.80)^2 = 4\% \tag{1}$$

にまで、混ざってくる 2 倍波を落とすことができる。こうして混ざってくる 2 倍波を弱めた上であれば、前回の実験と同様に板に当てて 2 倍波を止めたとしても、まぶしくなることは防げるのではないかと推量できる。mount は上図のようにして行ない、Σ-50(A-28) (カタログ P375 参照) を用いる。よって、購入物 (あるいは他研究室から借りるべきもの) は以下に示す通りである。

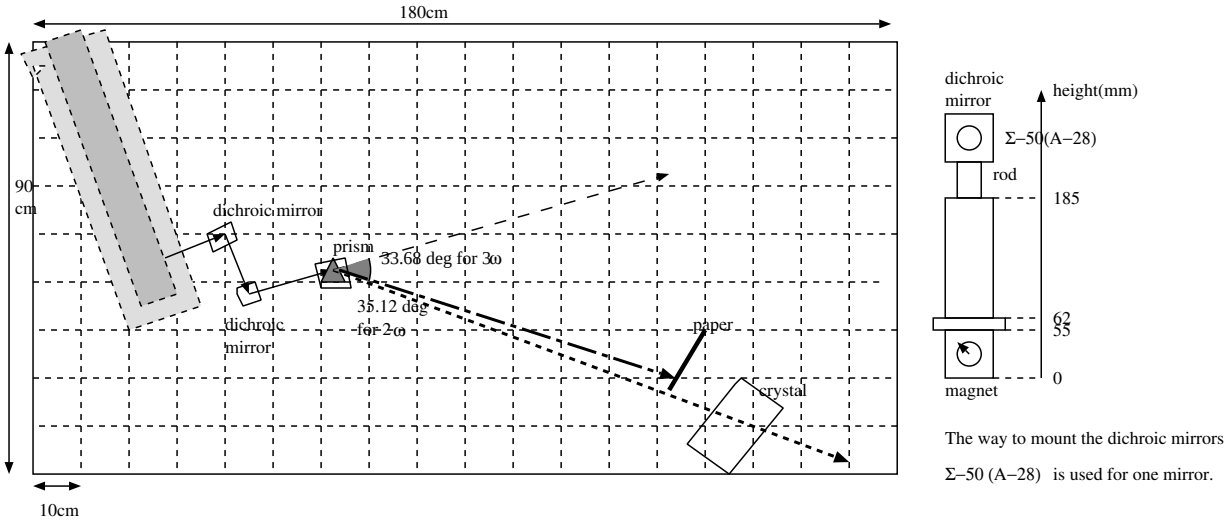

図 1: dichroic mirror を用いた時の setup。1 目盛 10cm で、除振台はどけてある。

TFM-30C05-355	紫外用誘多膜平面ミラー	2 個
Σ-50(A-28)	マウント用	2 個

表 2: 必要な物品のリスト

2.2 dichroic mirror を用いない場合

今度は dichroic mirror を使わずに、2 倍波を除去する方法について考える。まず、2 倍波と 3 倍波の prism における偏角について。一般に、頂点角度がαであるような prism に対しては、偏角をδ_0、n を屈折率として、

$$n = \frac{\sin(\frac{\alpha+\delta_0}{2})}{\sin(\frac{\alpha}{2})} \tag{2}$$

が成立する。ここでは、分散角を最大にするために 60 ° 分散プリズムを用いている。よって、$\delta_0 = \frac{\arcsin(\frac{n}{2})-60}{2}$を満たすので、2、3 倍波の屈折率を代入すると、以下の表のようになる。なお、使う prism は石英であるものとする (カタログ P373 参照)。このことから、YAG の 2 倍波と、3 倍波がどれだけ離れているかを見積もることができる。まず、この時の setup は下図に示

	波長	屈折率	偏角
YAG2 倍波	532nm	1.475	35.12 °
YAG3 倍波	335nm	1.461	33.68 °

表 3: 用いるレーザーの波長と prism の偏角の関係

す通りである。この図より、beam stopper をおくまでに、prism から、高々90cm 離せるだろうと思われる。そうすれば、2 倍波と 3 倍波の間隔は、

$$\frac{90_{(cm)} \times (35.12 - 33.86)_{(deg)} \times \pi}{180_{(deg)}} = 2.3_{(cm)} \tag{3}$$

であると考えられる。計算上では 2 つのビームは 2cm 程度離せる。そこで、田中研究室でやったことにならって、パイプの一方の閉じたもので受けて遮断することを考える。上図の右のように beam stopper を作成すれば、2 倍波のみを beam stopper で遮断できる。ここでは、マウントする金属に小さな鉄管を取り付けるための工夫として、太さ直径 6mm の螺にボール盤で孔

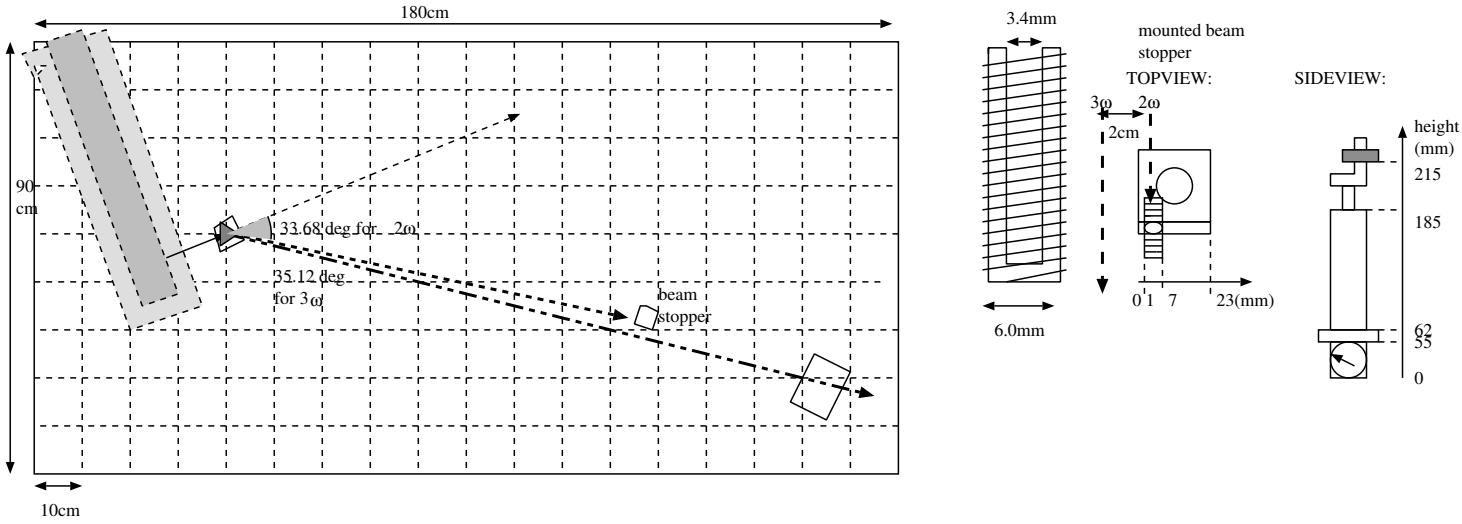

図 2: dichroic mirror を用いない時の setup。1 目盛 10cm で、除振台はどけてある。

をあけて、金属にタップ加工をして、螺で取り外しできる用にした。これを用いて He-Ne のビームで試してみると、レーザー光の遮断に用い得ることが分かった。