

# 2本のレーザーの光軸のアライメントに関して

A. Tamii

ver 1.1 15-FEB-2004

## 1 序

${}^6\text{Li}$  原子を効率的にポンピングするには、 $2S_{1/2}, F = 1/2 \rightarrow 2P_{1/2}, F = 3/2$  (670.776 nm) および  $2S_{1/2}, F = 3/2 \rightarrow 2P_{1/2}, F = 3/2$  (670.791 nm) の2つの遷移を2台の円偏光レーザー光により同時に励起する必要がある。

この時、Li 原子線の速度によるドップラー効果を考慮に入れると、2本のレーザー線は各々のLi に対して直角方向に同時に入射する必要がある、2本のレーザー線の光軸は 0.66 mr よりも十分良く一致している必要がある [1]。図 1 a) の様な方法で2本のレーザーを照射した場合、ビームを広げる円筒レンズが Li 原子線に対して 1 m 離れていても、円筒レンズ位置における2本のレーザースポットは 0.66 mm 以下に近づけておかなければならない。この様な光学調整には困難が予想される。<sup>1</sup>

この為、光学系においてあらかじめ2本のレーザー線の光軸と偏光方向を一致させておいて、Li 原子線に照射する方法をとることを考える。但し、ハーフミラーなどによって光軸をそろえて1本のビームを取り出すと、全体のビーム強度は半分に減ってしまう。これを改善するには、何らかの方法で光軸をそろえた2本のビームを取り出し、図 1 b) の要領で Li 原子線に照射すれば良い。この場合の円筒レンズ位置での2本のビームスポットの間隔に対する要請は厳しくない。<sup>2</sup>

## 2 光軸を一致させる方法

光軸と偏光方向を一致させた2本のビームを取り出す方法はいくつか考えられる。(以下の概念図では収束系は省略されている。)

1. 最も単純な方法は、図 2 に示す様に、Pellicle Beamsplitter (厚さ  $2 \mu\text{m}$ ) などの非常に薄いハーフミラーを用いて光軸を一致させる方法である。

厚みのあるハーフミラーでも、片側の面のみでハーフミラーの役割を果たす(もう一方の面は透過)場合には使用できる。

両面がハーフミラーの様に働く場合には、少なくとも一方の取り出しビームの光軸にずれが生じてしまう。

<sup>1</sup> 円筒レンズの位置で上下(紙面に垂直な方向)にずらすという方法はある。この場合は偏光軸と磁場の軸とのずれが新たな制限となる( $2^\circ$ 程度)。ただし光学軸の調整が難しいことに変わりはない。

<sup>2</sup> オープンノズルからレーザー照射位置の距離が約 7 cm であることを考えれば、円筒レンズ位置での2本のビームスポットの間隔は 1 cm 程度まで許容されるであろう。

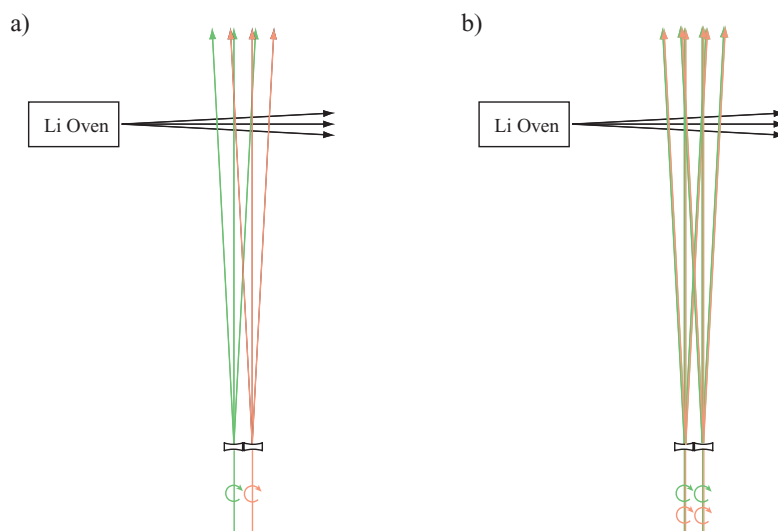


図 1: Li 原子線に対するレーザーの照射。a) 2 本のレーザーを別々の光学系で照射する場合。b) あらかじめ光軸と偏光方向を一致させておいた 2 本のレーザーを照射する場合。

2. レーザーの偏光をうまく利用すれば、別の方法で光学軸を一致させることができる。図 3 では、偏光ビームスプリッターと 0 度ハーフミラーを用いて偏光方向の一致した 2 本の直線偏光ビームを取り出す方法を示している。但し偏光ビームスプリッターの効率や  $\lambda/4$  板の角度のアラインメントが良くなければ、一方のレーザー光が他方のレーザーに入ってレーザーの不安定を引き起こすと思われる。
3. 図 4 では、互いに直角方向に直線偏光した 2 本のビームの光軸を偏光ビームスプリッターを用いて一致させている。2 つのレーザー光の偏光方向は一致していないので、 $\lambda/4$  板にから取り出したビームは逆向きの円偏光を持ち、このままでは光ポンピングに用いられない。このため、再度偏光ビームスプリッターを通すことにより偏光方向と光軸が一致した 2 本の直線偏光ビームとして取り出している。

この後に  $\lambda/4$  板を用いて円偏光に変換すれば、2 台目の偏光ビームスプリッターと合わせてアイソレータとしても働き、反射光を除去してくれるので都合が良い。

## 参考文献

- [1] 「 ${}^6\text{Li}$  原子のオプティカルポンピングに必要なレーザー強度に関する検討」, A. Tamii.

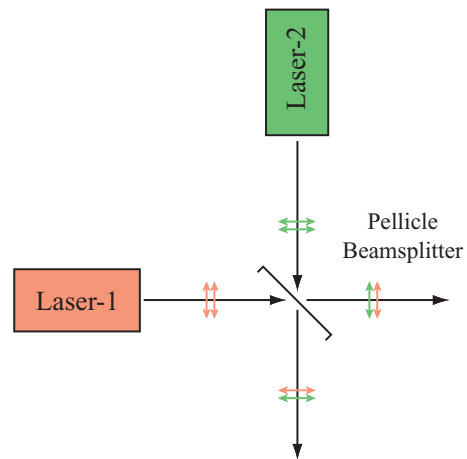


図 2: 薄膜ハーフミラーを用いた構成。

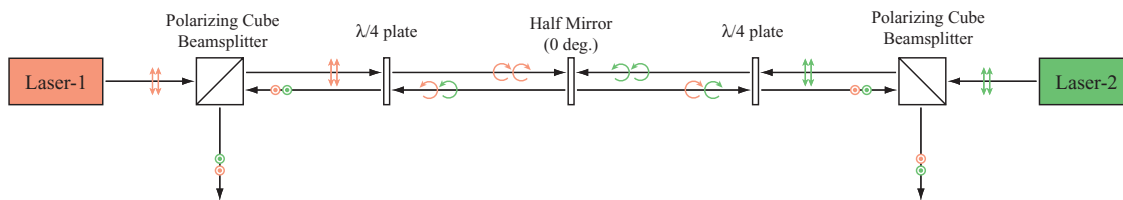


図 3: 偏光ビームスプリッタと0度ハーフミラーを用いた構成。

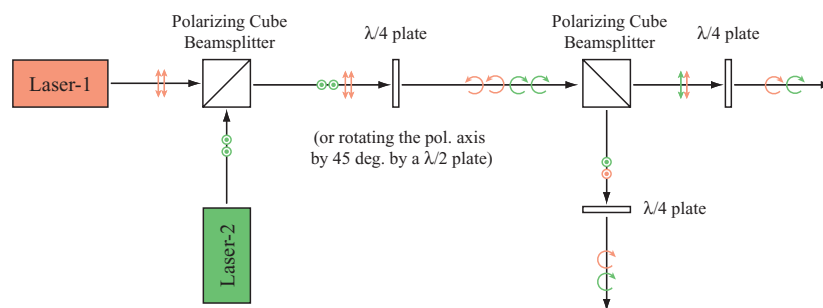


図 4: 偏光ビームスプリッタ2つを用いた構成。2台目の偏光ビームスプリッタと後段の $\lambda/4$ 板がアイソレータとしても機能する。