

高強度光による等方媒質中の単軸非線形偏光回転の研究

西岡研究室 1513031 大熊 洋太

1. はじめに

原子内部電場に近い高電場のレーザー光を媒質に照射すると、媒質内に非線形分極を生じ屈折率が変化する。楕円偏光のような非等方な電場を与えると、等方媒質中であっても複屈折を生じ、レーザー光自身が偏光を回転させる。

本研究では、等方媒質として空気を用い、等方媒質中の単軸非線形偏光回転の偏光状態依存性を測定することを目的とした。

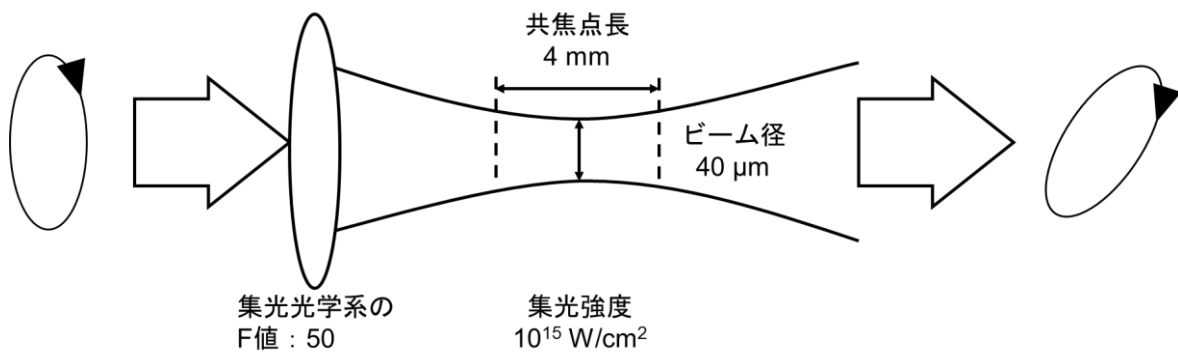


Fig.1 集光系と単軸非線形偏光回転

2. 偏光状態依存性の測定

2.1 使用した光源

光源として、チャープパルス増幅チタンサファイアレーザーを用いた。モード同期レーザーレーザーから得たレーザーパルスを通折格子で時間的に拡張したのち、励起された増幅媒質を透過させることで5 mJ, 100 fs, 10 Hzのレーザーパルスを得た..

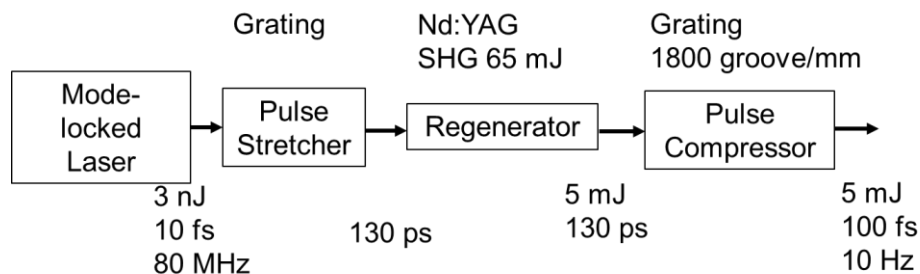


Fig.2 チャープパルス増幅システム

2.2 単軸非線形偏光回転の測定光学系

グラインレーザー偏光子を2つ直交させて配置し、その間に $\lambda/4$ 板を2枚配置した。2つの $\lambda/4$ の間に $\pi/2$ の角度差を設けているため、常に高速軸と低速軸が向き合っている状態になっている。さらにその間にレンズを挿入することで、媒質に高強度のレーザーパルスを照射させている。

Fig.3において、偏光子から透過する直線偏光と $\lambda/4$ 板の高速軸のなす角を α としている。

$\lambda/4$ 板による位相のずれは互いの軸が向き合っているため打ち消し合い線形領域では透過は現れない。レンズにより集光された高強度光による媒質に入射する偏光に対する非線形の偏光回転のみが透過する。

実際の計測では、 $\lambda/4$ 板間の相対角度を保ったまま回転させることによって、媒質に入射する偏光の状態を制御している。

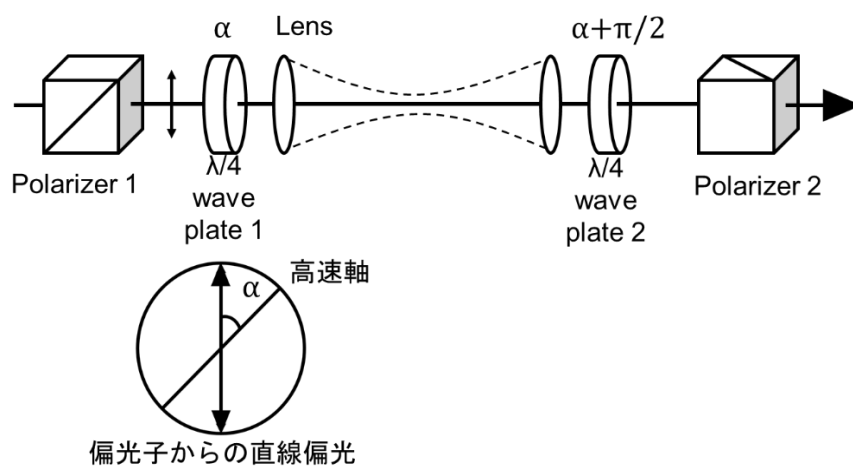


Fig.3 単軸非線形偏光回転の測定光学系

この光学系でレーザーパルスはビーム径 $40 \mu\text{m}$ 、共焦点長 4mm まで集光されており、強度は 10^{15}W/cm^2 で、電場は $5.8 \times 10^{10} \text{V/m}$ であり、原子内電場（水素）は $5.1 \times 10^{11} \text{V/m}$ であるので与えられる電場は十分であり媒質中の分極は大きい。

2.3 偏光回転の偏光状態依存性

なす角 α と系の透過率の関係を以下の図に示す.

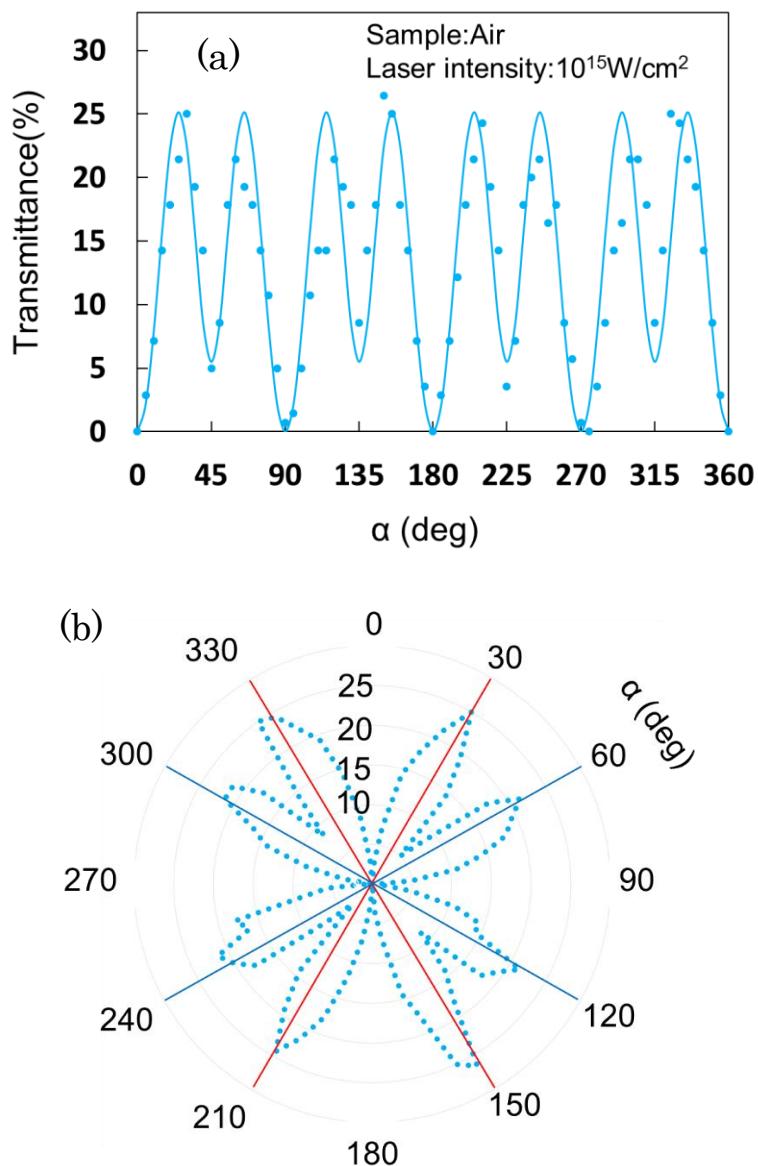


Fig.4 単軸非線形偏光回転の偏光状態依存性

上図において、 α は直線偏光と $\lambda/4$ 板の高速軸のなす角で偏光状態が変化していることを示しており、Fig.4(b)は(a)の図を円形にしたものである。

$\alpha = 0^\circ, 90^\circ$ のときは媒質に直線偏光が入射しており、電場は1方向であるため複屈折は生じず透過は現れない。 $0^\circ < \alpha < 45^\circ, 45^\circ < \alpha < 90^\circ$ のときは、非等方な電場を持つ楕円偏光が媒質に入射しているため複屈折が生じている。 $\alpha = 45^\circ$ のときは入射する偏光は円偏光で電場は等方であるにもかかわらず透過が現れていることが確認できる。

透過率の最大値は26%であった。

3. まとめ

気体媒質中の単軸非線形偏光回転の偏光状態依存性を初めて観測した。λ/4板と直線偏光のなす角 $\alpha=30^\circ$ のときに最大の偏光回転を得ることができた。その時の透過率は26% ($\sin^2\theta=0.26$, $\theta \doteq 30^\circ$)であった。また、円偏光でも偏光回転が生じることが確認できた。

参考文献

1. A. Jullien, O. Albert, G. Chériaux, J. Etchepare, S. Kourtev, N. Minkovski, and S. M. Saltiel, "Two crystal arrangement to fight efficiency saturation in cross-polarized wave generation," *Opt. Express*. **14**, 2760-2769 (2006).
2. Aurélie Jullien, Jean-Philippe Rousseau, Brigitte Mercier, Laura Antonucci, Olivier Albert, Gilles Chériaux, Stoyan Kourtev, Nikolai Minkovski, and Solomon M. Saltiel, "Highly efficient nonlinear filter for femtosecond pulse contrast enhancement and pulse shortening," *Opt. Lett.* **33**, 2353-2355 (2008).
3. Marin Iliev, Amanda K. Meier, Michael Greco, and Charles G. Durfee, "Nonlinear dynamics of double-pass cross-polarized wave generation in the saturation regime," *Appl. Opt.* **54**, 219-227 (2015).
4. Aurélie Jullien, Frédérique Augé-Rochereau, Gilles Chériaux, Jean-Paul Chambaret, Pascal d'Oliveira, Thierry Auguste, and Franck Falcoz, "High-efficiency, simple setup for pulse cleaning at the millijoule level by nonlinear induced birefringence," *Opt. Lett.* **29**, 2184-2186 (2004).
5. H. J. Liu, Q. B. Sun, N. Huang, J. Wen, and Z. L. Wang, "Highly efficient pulse cleaner via nonlinear ellipse rotation in liquid CS₂ for ultrashort pulses," *Opt. Lett.* **38**, 1838-1840 (2013).
6. G. I. Petrov, O. Albert, J. Etchepare, and S. M. Saltiel, "Cross-polarized wave generation by effective cubic nonlinear optical interaction," *Opt. Lett.* **26**, 355-357 (2001).