

レーザビームの高速掃引による ナノ秒パルスの偏光制御

板井 佑介

Yusuke ITAI

電子情報学科専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は、2018年3月17～20日に早稲田大学西早稲田キャンパスで開催された「第65回応用物理学会春季学術講演会」に参加し、20日に「レーザビームの高速掃引によるナノ秒パルスの偏光制御」というテーマで発表を行った。

2. 研究背景

レーザによる材料加工、分子励起、色素発光などのプロセスにおいて、偏光状態が大きな影響を与える場合がある。本研究では、ポリゴンミラーによりビームを高速掃引することで、偏光方向を高速に変化させることを目的として実験を行った。

3. 実験結果

図1に示すように、波長532nmの連続光を発振するグリーンレーザ（出力1W）を、ポリゴンミラー（八角形）の6面で反射させることにより、高速掃引した。ポリゴンミラーから1m先に2台の光検出器（受光径0.8mm）を40mmの間隔をあけて配置し、掃引ビームが通過する際のパルス波形を観測した。図2の灰色線はポリゴンミラーの回転数が350回転/sの時に測定したパルス波形で、半値幅は45nsとなっており、2台の検出器で検知したパルスの間隔1000nsから掃引速度は40km/sと評価された。回転数を500回転/sに上げると、黒線のように半値幅は30ns、パルス間隔は750nsとなり、掃引速度は53km/sと評価された。

実験に使用したレーザビームは地面に垂直な方向の直線偏光であり、ポリゴンミラーで反射させた後、位相板（ $\lambda/4$ 板）を通すことで、円偏光に変化

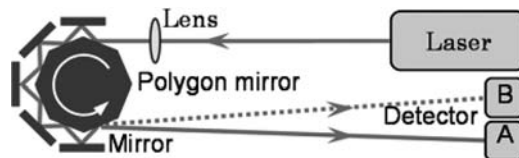


図1 ポリゴンミラーでビームを掃引する光学系。

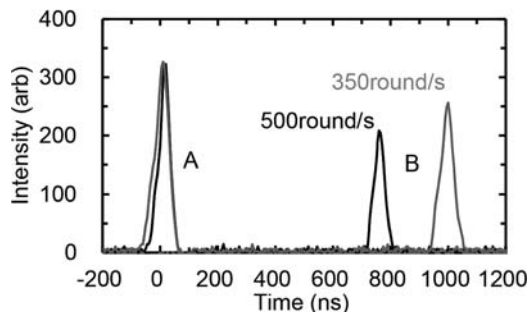


図2 ポリゴンミラーで6回反射したビームを、1m先の2台の光検出器（A, B）で観測した波形。灰色線は350回転/s、黒線は500回転/sで測定したときの波形。

させた。偏光板を幅3mm、長さ27mmの短冊状に切断し、透過軸が90°ずつ回転するように並べた偏光板アレイをポリゴンミラーから1m離れた位置に置いた。このアレイ上で円偏光のビームを掃引し、レンズで光検出器に集光した。その結果、図4(a)に示すように、幅900nsほどの一定の強度をもつ（偏光板の境界で強度が若干低下している）パルスが観測された。偏光板アレイの後に、検光子（偏光板）を置いて測定すると、図4(b)のようなパルス波形が観測された。灰色線は検光子の透過軸を地面に平行な向きに置いた時、黒線は垂直な向きに置いた時のパルス波形であるが、100nsごとに強度が変化しており、偏光方向が回転していることが確認できた。

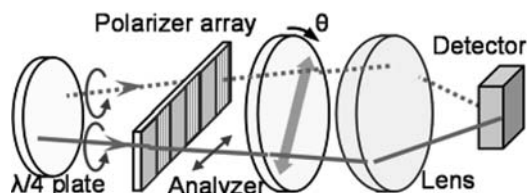


図3 ビーム掃引による偏光回転の方法。

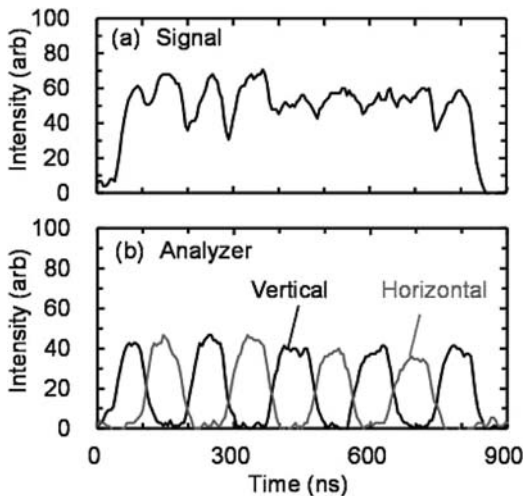


図4 (a) 円偏光のビームを偏光板アレイ上で掃引して測定されたパルス波形. (b) 検光子を介して測定されたパルス波形. 検光子の透過軸は地面に平行 (灰色線), または垂直 (黒線) とした.

4. まとめ

プラスチック偏光板を 3 mm の短冊状に切断して、隣り合う偏光板の透過方向が 90° ずつ回転するように並べたアレイ素子を作製した. この偏光板アレイ上で直線偏光のレーザービームを高速掃引してレンズで集光することで、幅 100 ns, 周期 200 ns の

パルス列が観測された. また、入射レーザービームを位相板で円偏光にしてアレイ上で高速掃引すると、一定の強度をもつ光信号波形が観測されたが、光検出器の前に検光子 (偏光板) を置いて測定すると、100 ns ごとに強度が変化する波形が見られ、偏光方向がナノ秒オーダーで高速回転するビームになっていることが実証できた.

本研究では、ポリゴンミラーを用いることにより、ナノ秒オーダーでレーザービームの偏光面を回転させる高速変調を実現した. レーザ加工やレーザー計測においては、偏光状態が精度や特性に影響することが知られており、本研究の成果はこれらの分野でレーザービームの偏光を制御するのに有効と考えられる.

5. おわりに

今回、初めて学会に参加し、他の参加者の方々の発表を聞くことができ、また、多くの質問や意見をいただき、非常に良い経験ができた.

今回の発表を行うにあたって、懇切なご指導をいただいた斉藤光徳教授をはじめ、斉藤研究室の皆様、この場を借りて厚く御礼申し上げます.