Measurement of femto-second optical pulses auto-correlation with a photoconductive switch

光導電スイッチによるフェムト秒光パルスの自己相関計測

Takuya IMAOKA and Moriaki WAKAKI

Department of Electro-Photo-Optics Engineering, Tokai University, 1117 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-1292, Japan,

TEL: 81-463-58-1211 (Ext.4433) E-mail: wakaki@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

Taro ITATANI

Electrotechnical Laboratory, 1-1-4 Umezono, Tsukuba, Ibaraki, 305-, Japan,

TEL: 81-298-58-5130

(Received 15, November 1999 Accepted 13, March 2000)

The auto-correlation measurement using a photo-conductive switch was performed utilizing the non-linear photo-current. A CPM dye laser and a Kerr lens mode-locked (KLM) Ti:sapphire laser were used as a light source. The auto-correlation signals obtained by using the SHG system and the photo-conductive switch were compared. Almost the same pulse widths were observed for these pulses. It was found that non-linearity of photo-current depend on the laser wavelength and height of Shottkey barrier.

Keywords: CPM dye laser, KLM Ti:sapphire laser, photoconductive switch, non-linear photocurrent

I. INTRODUCTION

フェムト秒光パルスを直接観測できる光検出器はいまだに存在しない。そのため、検出器の時間分解能に依存しない相関法により間接的に観測されている。しかし、線形応答の検出器では、変換限界パルス以外の場合はパルスの時間幅を測定することはできない。そのため、パルスの検出には、非線形な応答の素子が必要とされる。非線形なパルスの検出には、2光子蛍光、¹²光子イオン化、²²倍波発生^{3,4} (SHG:Second harmonic generation) や2光子吸収などの現象が利用されている。我々は、今までに光導電スイッチからの非線形光電流について研究を行ってきた。^{5,6} 今回、非線形な検出にあまり用いられていないこの非線形光電流を利用した。代表的なフェムト秒レーザーであるCPM色素レーザーとKLMチタンサファイアレーザーを使用し、その光パルスの光導電スイッチによる自己相関計測を行い、SHGによる結果と比較した。

II. EXPERIMENTAL AND RESULTS

A. CPM Dye Laser

実験は、マイケルソン型自己相関器を利用して検出器として光導電スイッチを用いて行った。光源は、CPM色素レーザーを用いた。自己相関器に入射した光パルスは、ハーフミラーで2つに分割され、一方は固定鏡で反射され、もう一方は光パルスに遅延を与える可動鏡により反射され光導電スイッチに入射する。この遅延時間に対応するパルスの時間波形が再生される。SHGについても同様の実験を

行った。結果をFig. 1, 2に示す。

FIG.1. Auto-correlation trace of a pulse from a CPM dye laser with a SHG autocorrelator.

FIG.2. Auto-correlation trace of a pulse from a CPM dye laser with a non-linear photocurrent autocorrelator.

B. KLM Ti:sapphire laser

光源は、KLM チタンサファイアレーザーを使用し、先の実験と同様にマイケルソン型自己相関器に光導電スイッチを組み込んで行った。今回は、SHG 自己相関と同時に計測を行うため、市販の自己相関器を使用した。結果を Fig. 3.4 に示す。

FIG. 3. Auto-correlation trace of a pulse from a KLM Ti:sapphire laser with a SHG autocorrelator.

FIG. 4. Auto-correlation trace of a pulse from a KLM Ti:sapphire laser with a non-linear photocurrent autocorrelator.

III. DISCUSSION

非線形光電流の発生メカニズムについて考察する。Figure 5 の光導電スイッチのエネルギーバンド図を考える。パルスのようなピーク強度の高い光により、1 光子過程以外に 2 光子過程が起こっているものと考えられる。1 光子過程により線形電流が発生し、更に、パルスの光子密度の自乗に比例する 2 光子過程により非線形電流が発生しているものと考えられる。CPM 色素レーザーと KLM チタンサファイアレーザーによる光導電スイッチ自己相関波形の結果を比較する。チタンサファイアレーザー、色素レーザーの中心波長がそれぞれ 800nm、620nm で、1 光子エネルギーがそれぞれ 1.55eV、2eV であるので、チタンサファイアレーザーによってできた線形光電流は、色素レーザーに比べ光子エネルギーが小さいために、ショットキーによる影響を大きく受ける。それにより、自己相関波形のフリンジの下側が少なくなり、光電流の線形成分がカットされたものと考えられる。

(a) Excitation by CPM dye laser.

(b) Excitation by KLM Ti:sapphire laser.

FIG. 5. Schematic diagram to explain of non-linear photocurrent generation mechanism.

IV. CONCLUSION

CPM 色素レーザーと KLM チタンサファイアレーザーを用いた光導電スイッチによる自己相関計測を行った。SHG 自己相関計測の結果と比較した結果、ほぼ等しいパルス幅を得た。線形成分を除去するには、光導電スイッチのショットキー障壁の高さにより最適な光源の波長を選択する必要がある。

REFERENCES

- ¹A.J.DeMaria, W.H.Glenn, Jr., M.J.Brienza and M.E.Mack, Proc. IEEE 57, 2 (1969).
- ²N.Morita and T.Yajima, Appl. Phys. B 28,25 (1982).
- ³M.Maier, W.Kaiser and J.A. Giordmaine, Phys. Rev.Lett., 17, 1275 (1966).
- ⁴H.P. Weber, J. Appl. Phys. 38, 2231 (1967).
- ⁵T.Morita, M.Wakaki, T.Itatani, Proceeding of the school of engineering of Tokai university series J Vol.39, No.1, 89 (1999).
- ⁶T.Imaoka, T.Morita, M.Wakaki and T.Itatani, Abstracts of The 6th International Workshop on Femtosecond Technology (FST'99 Makuhari Messe), WC-2, 62 (1999).

Presented at '99 SAS Intelligent Symposium