19a-C6-1

接触型回折格子法による高強度テラヘルツ光の発生

Generation of high power THz light by contact grating method

原子力機構　°坪内 雅明、永島 圭介、吉田 芙美子、越智 義浩、圓山 桃子

JAEA, °M. Tsubouchi, K. Nagashima, F. Yoshida, Y. Ochi, and M. Maruyama

E-mail: tsubouchi.masaaki@jaea.go.jp

高強度テラヘルツ（THz）光発生において、Mg-sLiNbO$_3$ 結晶内での光整流過程を高強度近赤外短パルス光により誘起する手法が近年広く用いられている。本手法では、励起近赤外光と生成する THz 光との間の大きな屈折率の差により位相不整合が生じる問題があったが、Hebling らが開発した波面傾斜法により克服され[1]、現在 10 μJ を超える THz 光発生も報告されている[2]。さらに高強度の THz 光発生を目指す際、結晶の破壊を防ぐためレーザー光及び結晶の大口径化が必須となるが、波面傾斜法では図 1(a)に示すように大口径化による結晶内での THz 光の光路長増大が避けられず、これは結晶による THz 光の強い吸収を促し THz 光発生において大幅な損失につながる。

そこで本研究では、Fülöp らによって概念が提唱された接触型回折格子[3]を実現し、高品質高強度な THz 光発生を目指した。本手法の概念図を図 1(b)に示す。波面傾斜させる回折格子を THz 光発生デバイス（結晶）上に形成することにより、THz 光の結晶内光路長が増大することなく大口径化が実現される。本デバイスでは、a) 波面傾斜光を生成する回折光を高効率で得る、b) 高強度励起光照射に耐えうる高いダメージ閾値を有する、の 2 点を満たす事が特に重要である。Mg-sLiNbO$_3$ 結晶は比較的高いダメージ閾値を有するが、回折効率は最大 2 割程度と低く、高効率な THz 光発生は期待できない[4]。そこでダメージ閾値が高く、かつ高効率な回折が期待されるようなデバイスとして、結晶上に多層膜を蒸着し、その多層膜の表層に回折格子を工作することを考案した。図 2(a)に設計されたデバイスを示す。本デバイスにより入射角 44.5 度で波長 1030 nm の励起光を照射した場合、回折効率は 80 %と高い値が得られると期待された。

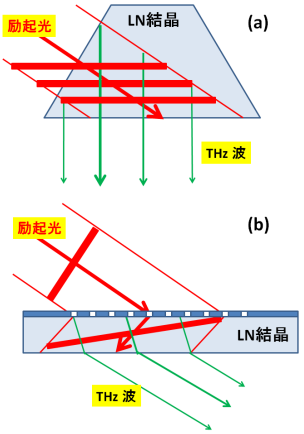

図 1：(a)従来型、(b)接触型回折格子デバイスの概念図

本デバイスの工作は多層膜の蒸着を島津製作所、回折格子工作を NTT アドバンスドテクノロジ社に依頼し、図 2(b)に示すような回折格子を作成した。本デバイスにより 7 割を超える回折効率を得ることができ、ほぼ設計どおりの性能が得られた。本デバイスによる THz 光発生試験を行うために、Yb:YAG レーザーからの波長 1030 nm、パルス幅 1.3 ps、出力 2.6 mJ、直径 3 mm の励起光を照射したところ、400 nJ 程度の出力を得ることができた。また図 3 に示すように、発生した THz 光の波形とスペクトルを測定する事にも成功した。

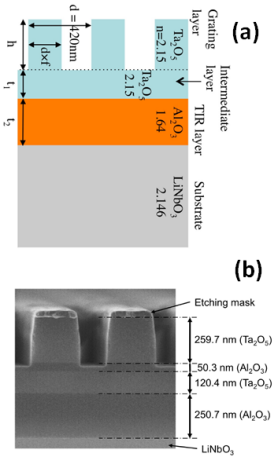

図 2：(a) 多層膜デバイスの設計図。dxf = 231 nm, h = 250 nm, t_1 = 130 nm, t_2 = 250 nm。(b) 工作されたデバイスの SEM 断層写真（エッチングマスク除去前）

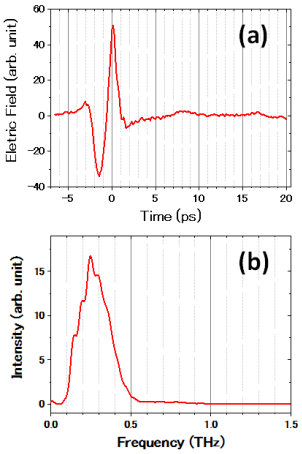

図 3: 本デバイスで発生させた THz 光の (a)波形、及び(b)フーリエ変換スペクトル。

[1] J. Hebling et al., Opt. Express, 10, 1161 (2002). [2] J.A. Fülöp, et al., Opt. Lett, 37, 557 (2012). [3] J.A. Fülöp, et al., Opt. Express, 18, 12311 (2010). [4] K. Nagashima and A. Kosuge, Jpn. J. Appl. Phys. 49, 122504 (2010).

© 2014 年　応用物理学会