

接触型回折格子を用いたテラヘルツ光発生の評価

Evaluation for THz light generation by contact grating device

○坪内 雅明、永島 圭介、吉田 美美子、越智 義浩、圓山 桃子（原子力機構）

○M. Tsubouchi, K. Nagashima, F. Yoshida, Y. Ochi, and M. Maruyama (JAEA)

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

近年高強度テラヘルツ (THz) 光発生において、波面傾斜させた高強度近赤外短パルス光を Mg-sLiNbO₃ (LN) 結晶に照射する事で光整流過程を効率よく誘起する手法が広く用いられている [1]。現在 10 μ J を超える THz 光発生も報告されており [2]、高強度 THz 光が誘起する非線形現象の観測が始められている。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。そこで Fülöp らは大口径 THz 光発生デバイスとして、波面傾斜用の回折格子と THz 光発生用 LN 結晶を一体化した接触型回折格子(Contact grating)法を提唱した [3]。本デバイスでは、波面傾斜光を高効率で生成するための高い回折効率を、THz 光発生の位相整合が成立する条件下で達成させる必要がある。我々はこの条件を満たす高強度 THz 光発生デバイスとして、図 1 に示す様な Fabry-Perot 干渉に基づいた接触型回折格子を考案した [4]。LN 結晶上に多層膜を蒸着し、その最外膜に回折格子を工作する。第 1 と第 2 層の界面で回折光に対して全反射条件となるように設計すると、第 1 層内で回折光に対して共振器を構成する。共振器内で回折光は多重反射をしながら、各界面において大気中や LN 層へ光の透過を繰り返すが、共振器が Fabry-Perot 条件を満たせば干渉効果によって LN 層への回折光の透過率 (回折効率) を増強し、その他の反射・透過成分を減らすことができる。この時強い波面傾斜回折光が LN 層へ導かれ高効率で THz 光の発生が可能となる。本講演では、接触型回折格子デバイスの開発の現状を紹介し、性能及び本デバイスに見られる問題点とその解決法について議論する。

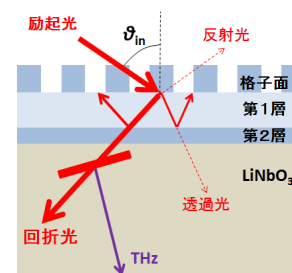


図 1: 本デバイスの概念図

有効面積 10 mm x 14 mm、厚さ 0.5 mm のデバイスを製作し、回折効率及び THz 光発生強度の評価を行った結果を図 2 に示す。ほぼ設計値通りの回折効率(77%)と励起光入射角度依存性を得る事ができ、THz 光は最大 280 nJ の出力を得た。一方、最大出力を得た入射角度は位相整合角である 44.5 度から 1 度ほどずれていた。ずれの原因を精査するために THz 光波形の角度依存性を測定した。単一パルスでなくパルス列が観測されたが、これはデバイス内で THz 光がフレネル反射を繰り返す事により生じている。各パルス強度の入射角度依存性を見ると、第一パルスは位相整合角で最大強度を取るのに対し、第二パルスは 1 度ずれた角度で最大強度を取ることがわかり、これが図 2 に見られたずれの原因であると推察される。また本デバイスでは回折格子表面からも THz 光が出射しており、THz 光のエネルギーが複数のパルスに分散しているため、これらを単一パルスに集約する必要がある事がわかった。当日は、デバイス厚の最適化、励起光入射強度の破壊しきい値の評価についても言及し、本デバイス開発の今後の展望を概観する。

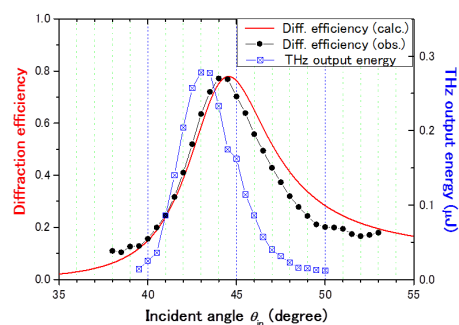


図 2: 回折効率とテラヘルツ光出力の、励起光入射角度依存性。黒丸は回折効率の実測値、赤実線は計算による回折効率の設計値を示す。青四角は本デバイスを用いて発生させた THz 光出力を示す。(励起光強度 3 W)

[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] M. Tsubouchi et al., Opt. Lett, **39**, 5439 (2014).