

直接接合 LN 導波路における MMI を用いた折り返し型波長合分波器

Reflection-type multiplexer based on MMI using directly-bonded LN ridge waveguide

NTT フォトニクス研究所 [○]風間 拓志, 梅木 毅伺, 遊部 雅生[†], 竹ノ内 弘和

NTT Photonics Labs., NTT Corp., [○]T. Kazama, T. Umeki, M. Asobe[†], H. Takenouchi

[†]: 現在東海大学, Present affiliation: Tokai Univ., E-mail: kazama.takushi@lab.ntt.co.jp

位相感応増幅器(PSA)は、標準量子限界以下の超低雑音増幅を実現可能であることから注目を集めている。我々は周期分極反転 LiNbO₃(PPLN)導波路を用いた PSA の研究を進めており、前回、我々は PPLN-PSA の高利得化・低 NF 化に向けて、基本構成要素である第二高調波発生(SHG)用 PPLN, パラメトリック増幅(OPA)用 PPLN、及びそれらを接続する波長合分波器をモノリシックに集積する構成を提案した[1]。今回、集積素子の PSA 動作実現に向けて最も重要となる波長合分波器部分の検討を行い、作製した合分波器が十分な特性が得られたことを報告する。

低 NF と高利得を両立させるためには、信号光と励起光を低損失に合波可能な波長合分波器が必要となる。さらに、励起光生成に用いる基本波光の OPA 過程への不要な漏れこみは過剰雑音を発生させるため、基本波光の高い消光特性の確保も重要となる。このことから波長合分波器には、少なくとも信号光損失 0.5dB 以内、励起光損失 3.0dB 以内、基本波光の消光特性 50dB 以上の高い性能が求められる。図 1 に提案する集積素子構成を示す。合分波器は 2 段の多モード干渉導波路(MMI)を光学多層膜(1.56 μ mAR/0.78 μ mHR)を用いて折り返す構成とした。2つの MMI はそれぞれ信号光波長がストレート、励起光波長がクロスに結合するように設計されているため、励起光は 2 段の MMI を伝搬して信号光と合波され、不要な基本波光は 2 段の MMI と光学膜により 3 重に消光される構成となっている。

合分波器は直接接合法及びドライエッチングにより LN 基板上に作製した。MMI の基本波光消光特性は信号光と励起光の波長分散による結像焦点ズレを考慮しても十分広範な MMI 長に渡り確保可能なため、折り返し MMI では励起光の透過を最大、もう一方の MMI では信号光の透過が最大になるように MMI 長を調整した。また、信号光の半波長である励起光はマルチモード導波路であることが不可避なため、曲げ導波路は励起光の高次モードの励振を抑制できるように構造を最適化した。合分波器の信号光損失、励起光の折り返し損失・基本波光の消光特性を図 2 に示す。信号損失として約 0.5dB、励起光の折り返し損失として約 2.0dB、50dB 以上の基本波光の消光特性を達成し、低損失性と高い波長選択性を兼ね備えた波長合分波器を LN 基板上で実現することに成功した。

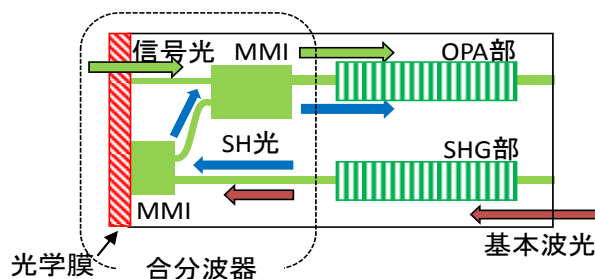


図 1 提案する集積素子構成

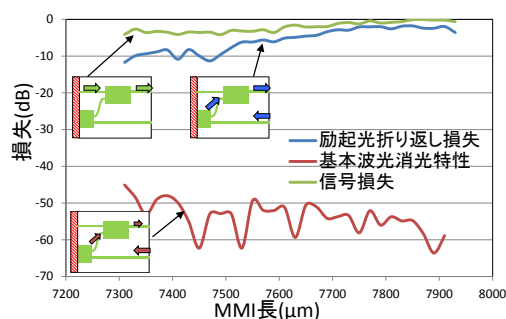


図 2 合分波器の特性

参考文献: [1] 風間他 2013 年秋季応用物理学会講演会.