

スラブ導波路を用いた位相制御型単一次元空間モード合分波器

マハムドナセフ 藤本 勘太郎 姜 海松 浜本 貴一

従来検討されてきた LP モードは、伝搬定数が極めて近い複数の厳密固有モードの擬縮退状態に加えて、分散曲線におけるモード間隔が不規則で、デジタル信号処理である MIMO 処理が必要であった [1]。我々は、データセンターなどの短距離で、MIMO 処理が伴わない空間モード多重伝送技術を実現するため、擬縮退状態が存在しない単一次元空間モードを用いる空間モード多重伝送を提案し [2]、単一次元空間モードを一括に合分波できるスラブ導波路を用いた位相制御型合分波器を検討している (図 1) [3]。

この合分波器は構造上、WDM (Wavelength Division Multiplexing) で広く使われている AWG と同様の原理でモード合分岐が可能で、強結合導波路部分、位相制御部分、スラブ導波路部分で構成されている。図 2 に示すように、偶数本の強結合導波路における、単一次元空間モードの導波路間の位相差は、 $\pm m\pi/(N-1)$ である。ここで、 m はモードの次数で、 N は導波路の本数で、強結合導波路の固有モード結合理論により、 $m \leq N$ である [4]。この導波路の間の位相差により、単一次元空間モードはそれぞれ異なる等位相面があり、モード次数の増加と共にモードの等位相面角度は、 π の倍数で増加する。一方、ローランド円スラブ導波路は集光機能を持ち、図 3 に示すように、アレイ導波路から入射した等位相面の光はローランド円の出射側に集光する。強結合導波路における単一次元空間モードの位相分布を、アレイ導波路を通してローランド円入射面に整合するよう、等位相面入射すれば、単一次元空間モードは、モード毎に集光位置が異なり、結果的には単一次元空間モードの分波が可能となる。また、アレイ導波路の本数は、合分岐可能な上限となる。これまでに、スラブ導波路において単一次元空間モードの集光特性を確認し、モード間に十分な集光位置差を確保すれば 20dB 以上のクロストークが実現できることを理論的に確認した。

参考文献

- [1] Y. Kokubun et al., ELEX, 13, 1, 2016. [2] K. Hamamoto et al., IEICE, J100-C, 72, 2017.
 [3] 姜 海松 et al., 電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-3-21, 2018.
 [4] Y. Kokubun et al., ELEX, 6, 522, 2009.

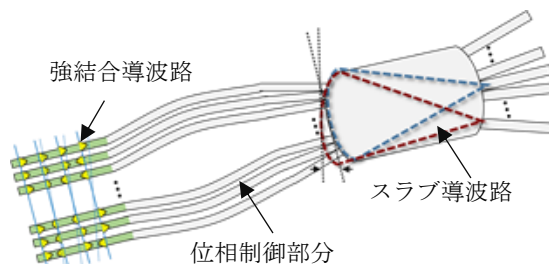


図 1. スラブ導波路を用いる位相制御型合分波器の概略図。

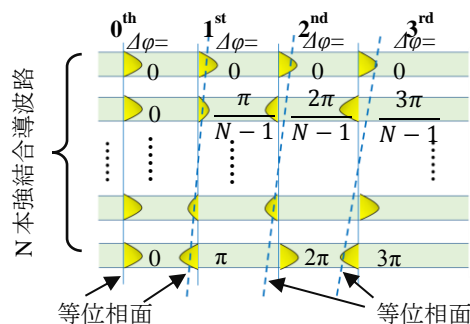


図 2. 強結合導波路における単一次元空間モードの位相分布特性。

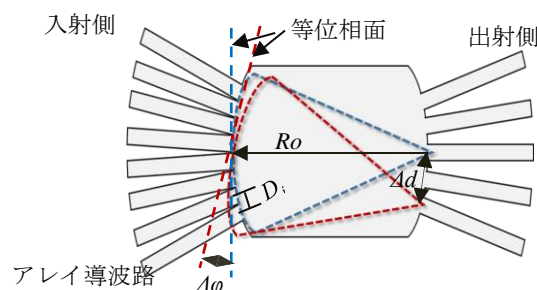


図 3. ローランド円導波路の等位相面集光原理の概略図。