Bragg 反射鏡導波路からの Vortex ビームの光ファイバ結合の基礎検討 Coupling of vortex beams from Bragg reflector waveguides to a multi-mode fiber 東工大・精研, °田辺 賢司, 顧 暁冬, 松谷晃宏, 小山二三夫 P&I Lab., Tokyo Tech., °Kenji Tanabe, Xiaodong Gu, Akihiro Matsutani and Fumio Koyama

E-mail: kenji.tanabe@ms.pi.titech.ac.jp

た.

1. 背景

Vortex ビーム(光渦)は、伝搬方向に対して螺旋 状の波面を持ち、ビーム断面はドーナツ状の強度 分布を示す.軌道角運動量(OAM)を有す事から、 大容量光通信への応用が期待される[1]. Vortex ビ ーム生成はコンピュータホログラムや、位相板、 Si フォトニクスによる微小光回路を用いる事で 可能である[2].著者らは、Bragg 反射鏡(DBR)導 波路を用いた円形スローライト導波路[3]を用い る事で、Vortex ビーム光の生成に成功した[4].前 回、二重 DBR リング導波路の作製を報告し、そ れぞれのリングから放射されるビームの遠視野 像特性の評価と周期パターンが定在波である事 を明らかにした[5].今回は、作製したデバイスか ら放射されるビームをレンズリレーし、ファイバ 結合させる為の初期検討を行ったので報告する.

2. デバイス構造とモード多重通信への検討

Fig.1 に前回製作した 2 重の円形デバイスの断 面図と鳥瞰図を示す.一つの導波路からの放射光 が,ある一つの OAM モードを有する為,チャネ ル数を多重化させる事でモード多重通信を達成 できる. OAM モードは導波路リングの直径によ り決定される. チャネル数限界は、(1)多モードフ ァイバの NA に基づく角度的律速, (2)リレーレン ズとファイバの NA に基づく波長律速, (3)多モー ドファイバ直径に基づく空間的律速で議論され る.一般的な多モードファイバの NA は 0.275, コ ア直径は 62.5 µm である. 縮小光学系が (i)1:1,(ii)1:1.5の2種のリレーレンズを用いた場合, 簡単な計算から Table.1 のようにそれぞれの律速 要因が導出される.また導波路リングの直径,幅 がビーム形状に影響する為、これらを加味して多 重化の限界を見積もる事ができる.

3. 多モードファイバ結合への初期検討

リング DBR 導波路から放射された光をレンズ リレーし、ファイバ端面で光を結像させる事で、 ファイバ伝送が可能となる.初期検討の為、単一 のリング導波路から放射された光をレンズリレ ーした近視野像を Fig.2 に示す.レンズリレー後 も Vortex ビーム形状を維持できている事からフ ァイバ結合は可能であり、多モードファイバ伝送 への可能性を示唆している.

4. まとめ

縮小光学系を用いた際の各々の律速を導出し, 多重化限界の議論を行った.また、リレーレンズ を経由する前後の近視野像の観測を行い,十分に 結像できている事を示した.この事から、DBR 導波路を用いたモード多重通信の可能性を示し [1] J. Wang, A. E. Willner et.al 10.1038 N/PHOTON 2012 138

[2] X. Cai, J. Wang et.al, Science, Vol. 338, no.6105, pp. 363-366, 2012

[3] X. Gu, T. Shimada and F. Koyama, Optics

Express, Vol.19, Issue 233 pp. 22675-22683 (2011)

[4] S. Mochizuki, X. Gu, T. Shimada and F. Koyama,

IEICE, Spring Meeting, pp. 171, 2013

[5] 田辺賢司, 小山二三夫 他, 第 74 回応用物理 学会秋季学術講演会,19p-A8-15, 2013



bottom-DBR active layer

Fig.1 Cross-sectional view (left) and bird-view(right) of the superposition of circular slow light waveguide

Table.1 Rate limiting for reduced optical systems

	(i) 1:1	(ii) 1:1.5
(1) Angle	±16 °	±11 °
(2)Wavelength	About 2 nm	
	from cutoff wavelength	
(3)Space	62.5 μm	93.7 μm



Fig.2 Measured near-field patterns (a) through the relay lens; (b) at the surface of the device (with reduced imaging system 1:1.5)