

微小光共振器によるオンチップポアンカレビーム生成器の提案

Proposal for an on-chip Poincaré beam generator with an optical micro-resonator

東大生研¹, 東大ナノ量子機構², ◯林 文博¹, 太田 泰友², 荒川 泰彦², 岩本 敏^{1,2}

IIS¹, NanoQuine², Univ. of Tokyo

◯Wenbo Lin¹, Yasutomo Ota², Yasuhiko Arakawa^{1,2}, Satoshi Iwamoto^{1,2}

E-mail: lin-w@iis.u-tokyo.ac.jp

偏光の空間分布がポアンカレ球上の全偏光状態を被覆するビームをポアンカレビームと呼ぶ。同ビームの特異な偏光分布を活用した量子通信や光トラップ, さらには励起子スキルミオン状態の生成に関する研究等が進展しつつある[1-2]。ポアンカレビームは, 直交した偏光状態を有しかつ次数の異なる光渦の重ね合わせで生成可能であることが知られており, これまでにバルクオプティクスを用いた実証が報告されている[3-4]。一方, 通信やセンシングに応用する上では小型ポアンカレビーム生成器の実現が望まれる。今回我々は微小リング共振器による光渦生成手法[5]を応用したポアンカレビームのオンチップ生成手法の提案を行う。

図1(a)に検討した構造を示す。微小リング共振器上に周期の異なる微小散乱体が配置されている(赤・青点)。各々の散乱体は, その個数とモード次数の差に対応する軌道角運動量 l を持つ光渦を放射する[5]。また, それぞれの散乱体はリング内に存在する円偏光特異点上に配置され, 互いに直交する円偏光(σ_-, σ_+)を放射する。結果, 放射光は直交した円偏光を有しかつ次数の異なる光渦の重ね合わせ, すなわちポアンカレビームとなる。具体的な構造として, 内側と外側にそれぞれ39個と40個の微小散乱体を有する半径 $3\ \mu\text{m}$ 幅 $250\ \text{nm}$ のリング共振器(共振波長 $\sim 1\ \mu\text{m}$)を検討した。同系に対しまず微小散乱体を円偏極双極子で近似したモデルを立て, 遠方における規格化ストークスパラメータの空間分布を計算した(図1(b))。ポアンカレ球上におけるベクトルの向きは, S_1 (縦横偏光)と S_2 (対角偏光)の分布から赤道方向, S_3 (円偏光)の分布から緯度方向のそれぞれ全域で変化しており, 同放射パターンはポアンカレビームとなっていることが分かった。図1(c)に検討構造に対して行ったFDTD法による電磁界解析の結果を示す。解析モデルの計算結果に概ね近い分布を示しており, 本構造によるオンチップポアンカレビーム生成が期待される。

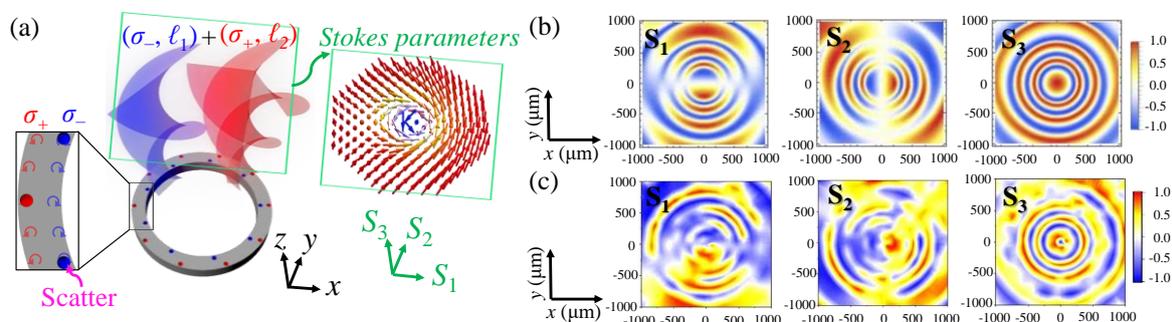


Fig. 1. (a) Schematic of the proposed on-chip Poincaré beam generator. (b) Calculated Stokes parameters with the analytical model. (c) Calculated Stokes parameters with the FDTD simulations.

参考文献: [1] C. Alpmann *et al.*, *Sci. Rep.* **7**, 8076 (2017). [2] S. Donati *et al.*, *PNAS* **113**, 14926 (2016). [3] A. M. Beckley *et al.*, *Opt. Express* **18**, 10777 (2010). [4] E. J. Galvez *et al.*, *Appl. Opt.* **51**, 2925 (2012). [5] X. Cai *et al.*, *Science* **338**, 363 (2012).

謝辞: 本研究は科研費特別推進研究(15H05700), 同新学術領域研究(15H05868), 同基盤研究 B(17H02796)により遂行された。