17a-PA1-16

径偏光ビームの集光点における位相操作の検討

Investigation into phase control of focused radially polarized beam 京大白眉¹,京大院工² ⁰北村 恭子^{1,2},ジョ テイテイ²,野田 進² Kyoto Univ.^{1,2} [°]Kyoko Kitamura^{1,2}, Ting Ting Xu², Susumu Noda²

E-mail: kyoko@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp

【序】我々は、フォトニック結晶レーザの発するビームパターンや偏光分布の制御されたレーザ ビーム(ベクトルビーム)に注目し、その集光特性の評価^{1),2)}や新たな光源の開発³⁾を行ってきた。 とりわけ、径偏光ビームは、光軸上における z 偏光成分の選択的な生成によって、長焦点深度・ 微小集光特性を示すことから、光ディスクや顕微鏡などの光技術において、大きな波及効果を もたらすことが期待される。一方で、これまでに、z 偏光からなるこのビームの集光点における 光と微小金属との相互作用が、一般的な直線偏光ビームと異なることも示してきている⁴⁾。その ため、このような集光点における光と物質との相互作用を詳細に検討することは、本ビームの様々 な応用上、極めて重要な課題である。前回までに、径偏光ビームの焦点面を境として、半波長程 度の微小な金属を伝搬方向に配列することで、微小金属間に増強電場を形成できることを報告し てきた。これは、径偏光ビームが、光軸上に z 偏光電場を生成し、金属の表面プラズモンモード が効率よく誘起されること、光軸に対して対称な径偏光電場が微小金属での回折によって強め合 いの干渉を生じること、さらに、微小金属間での新たな共振モードの形成によるものである 5. さて、今回、このような検討の一環として、微小誘電体との相互作用についても検討を行ったと ころ、位相操作において、特異な性質を示すことがわかったので、報告する。【解析と結果】3次 元 FDTD 法による解析空間において、NA=0.9 の条件で、径偏光ビームおよび直線偏光を集光し、 その焦点に底辺(x-y)の大きさを 0.5んとして、長さ(z)を変化させた誘電体直方体(E=2.25 を仮定)を 焦点にそれぞれ設置した。図 1(a)は、径偏光ビームを集光した時のある瞬間の電界強度分布を示 している。注目したいのは、光軸上に形成される z 偏光(E,)成分は、光軸周りに形成する径(ρ)偏 光(E₀)成分と必ず位相がπ/2異なっているという点である。ここで、z 偏光成分の領域に適切な誘電 体を設置して、光路差を与えることで、この位相ずれは解消できると予測される。図1(b)に計算 結果の一例として、長さ 0.71の誘電体を導入した時の同じ瞬間の電界強度分布を示す。白破線に よる補助線は同じ座標を示しているものである。誘電体で相互作用した後も、光軸上の E_zの位相 は誘電体を設置しないときの位相状態に戻っていることがわかる。より厳密に議論するため、 図2に、直線偏光に対して、同じ誘電体を導入した場合と、径偏光の場合との光軸上での電界振 幅を示している。直線偏光では、誘電体を通過した後も誘電体によって生じた位相ずれを解消す ることはないが、径偏光の場合には、誘電体を通過後の位相状態は誘電体を通過しない位相状態 と一致することがわかる。誘電体の大きさや誘電率の異なる場合など、詳細は当日報告する。 なお、本研究の一部は、光拠点および ACCEL、科研費の支援を受けた。【文献】1) K. Kitamura, et.al, Opt. Express, 18, 4518 (2010). 2) K. Kitamura, et.al, Opt. Lett., 37, 2421 (2012). 3) K. Kitamura, et.al, APL, 101, 221103 (2012). 4) K. Kitamura, et.al, Opt. Express, 19, 13750 (2011). 5) K. Kitamura, et.al, Opt. Express, 21, 32217 (2013).



図1:径偏光ビーム集光時のある瞬間の電界強度分布 (a)誘電体のないとき(b)長さ0.7んの誘電体があるとき



図2:光軸上における電界振幅 上段: 直線偏光、下段:径偏光