

ガウ斯拉ゲールビームの集光特性および光波のマニピュレーション

Focusing Properties of Gaussian-Laguerre Light wave manipulation using computer generated holograms

張 公儉 (Zhang Gongjian)

Tel & Fax: 0123-27-6118 E-mail: zhang@photon.chitose.ac.jp

Optical vortex wave has possible applications in the emerging field of quantum computing and in optical manipulation. For the tightly focused such singular beams, several methods have been developed for visualizing its micro structure of the electric field inside the focal volume. In this work we measured the fundamental and high order Gaussian beams (Laguerre-Gaussian beams:LG) inside the focal region of a numerical aperture lens. The generation of high order Gaussian beam with singular phase and its focusing properties were theoretically analyzed and experimentally measured. Observed results were compared with theoretical analysis.

Vortex ビームは位相の特異点を持つことや軌道角運動量を持つという特徴があるから光学操作や量子計算及び量子通信等の分野で潜在的に実用化の可能性を有している。本研究は計算機合成ホログラムにより光波 Vortex の発生およびその集光特性の理論解析、実験測定を行い、また強く集光した際の焦点付近での強度分布の振る舞いおよび応用について報告する。

ホログラムを発生する信号波と参照波はそれぞれ平面波と高次数のラゲールガウスビームと考へ、Fig. 1 に実際に計算したコンピューター合成ホログラム (CGH) による回折パターンと実測の写真を示している。+1 次と -1 次で干渉写真から LG_5^5 モードで、理論の予測と一致している。

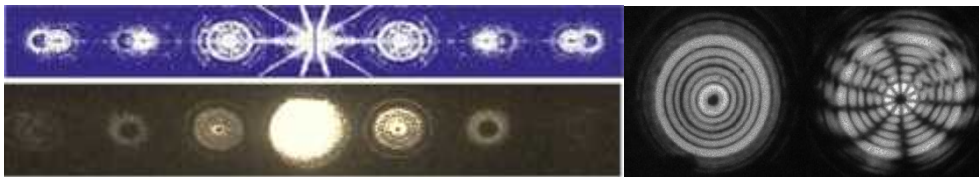


Fig.1 Pattern of diffracted LG beam from a CGH mask, analytical (top) and experimental results(lower).

ビームの集光は Collins のフレネル積分による求められる。Fig.2 から分かるように焦点の近くに複雑な位相の分布を示している(中間 2 行目)。位相の特異点を有するこのような光波は軌道角運動量を持つという特徴がある。光学操作や量子計算及び量子通信等の分野で潜在的に実用化の可能性がある。今回の実験では集光したこのビームで溶液にある径が約 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ の微粒子をトラップしている様子を観測してきた。

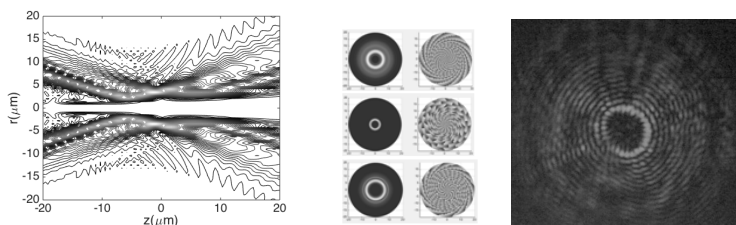


Fig.2 Intensity distribution inside the focal region.

光渦はらせん状の位相面と特徴のある強度の分布を持つことで媒質中での伝搬は様々な相互作用を通してダイナミック的な追跡が容易に出来る。また回折限界に制限されない集光特性を持つのでレーザー加工や超解像イメージングに対して有効な手段として注目されている。その応用において今後、さらなる研究にて検討していきたい。