

High-power higher order Hermite-Gaussian and Laguerre-Gaussian beams from vertical external cavity surface emitting lasers

Michal L. Lukowski, Jason T. Meyer, Chris Hessenius, Ewan M. Wright, and Mahmoud Fallahi

IEEE J. Sel. Topics Quantum Electronics, vol. 25, no. 6, 1500406 (2019)

近軸近似下でヘルムホルツ方程式を直交座標系で解くとエルミートガウス (HG) モードが得られ、円筒座標系で解くとラゲールガウス (LG) モードが得られる。高次 LG モードは軌道角運動量を運ぶ特徴を持ち、微粒子トラッピング、光のスピン軌道相互作用、物質加工、情報通信など幅広い応用への期待から注目を集めている。また応用研究に向けた高次横モード発振可能なレーザー光源の研究も盛んである。本論文では半導体レーザーの一種である面発光レーザー (VCSEL) に注目する。光励起外部共振器型 VCSEL を構築し、非点収差モード変換器 (AMC) との組み合わせによる様々な高次横モード発振を実現した。

実験では波長 1068nm の InGaAs/GaAs/GaAsP 多重量子井戸構造を持つ VCSEL を使用し、高次横モード発振を可能にするため曲面ミラーを用いて外部共振器を形成する。VCSEL チップに励起光を集光し、光誘起の利得を与えてレーザー発振を実現した。励起光が中心に位置するとき最低次モードが発振し、中心から変位すると高次 HG モードが発振可能となる。さらに、出力された HG モードを AMC によって LG モードに変換可能である。励起光を変位させたときのシミュレーション及び実験を行った。その結果、励起光の変位の増加に伴って発振する HG モードの次数が増加し、様々な次数の HG モードの生成に成功した。図 1 に示すように得られた横モードの強度分布は計算結果とよく対応している。また AMC によって HG モードから対応する LG モードへの効率的な変換が実現することも確認できる。さらに本論文で構築した外部共振器型 VCSEL の独自性に基づき、2 本の励起光による複数の異なる次数の HG/LG モード発振および制御も実験的に示された。このように本手法は柔軟性の高いビーム成形が期待できる。

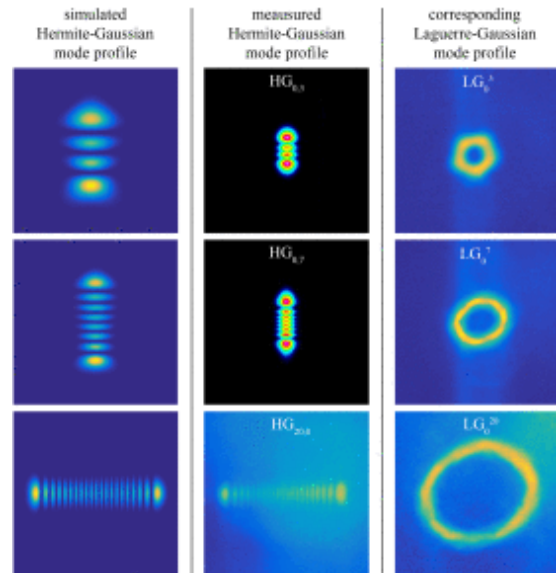


図 1 : 横モードプロファイル. (左) 計算結果 (中央) 実験結果 (右) AMC 後.

Spin Filtering through Single-Wall Carbon Nanotubes Functionalized with Single-Stranded DNA

K. M. Alam and S. Paramanik

Department of Electrical and Computer Engineering, University of Alberta

ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS 25, 3210-3218 (2015)

スピントロニクスの実用例の代表的なものとして磁気メモリがある。磁気メモリの操作には磁化の反転が必要となる。その方法の 1 つにスピン偏極電流の注入によるものがある。従来、スピン偏極電流の生成は強磁性体からの電流注入や、強磁性半導体におけるスピンフィルタ効果等が利用されてきた。スピン偏極率が大きいほど効率の良い磁化反転が可能で、例えば強磁性体からのスピン偏極電流におけるスピン偏極率は約 55% である[1]。

より大きなスピン偏極率を得る方法として近年注目されているのが、DNA 等の螺旋状分子におけるスピン選択性である。このスピン選択性に関連する一連の研究は、カイラル誘起スピン選択性と呼ばれ、実験及び理論の両面から盛んに研究されている。本論文は、一重螺旋 DNA を巻き付けた単層カーボンナノチューブにおいて磁気抵抗を測定すると、磁場の向きによって差が現れることが観測されたという報告である。スピン偏極率は、低温かつ低電圧領域では約 74% に達した。これは強磁性体を用いた場合に比べて 20% 程度大きい。

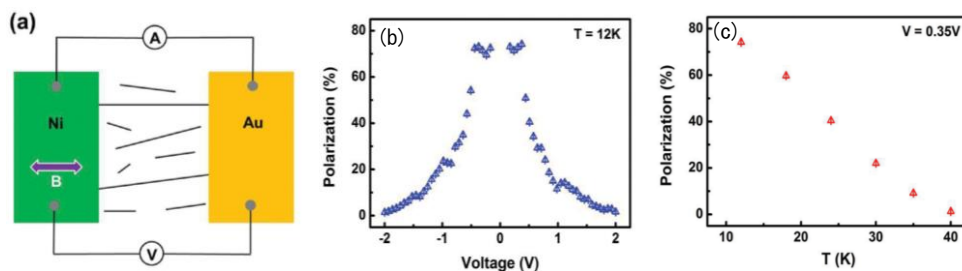


図. (a) 系の概念図. (b) スピン偏極率のバイアス依存性. (c) スピン偏極率の温度依存性.

[1] E. Y. Tsymlal, *et al.*, J. Phys. Condens. Matter 15, R109(2003)

Reversible Nanoparticle Cubic Lattices in Blue Phase Liquid Crystals

M. A. Gharbi,^{1,2} S. Manet,^{1,2} J. Lhermitte,² S. Brown,^{1,2} J. Milette,¹
V. Toader,¹ M. Sutton,² and L. Reven¹

¹ *Centre for Self-Assembled Chemical Structures (CSACS/CRMAA), Department of Chemistry, McGill University, Montreal, Quebec H3A0B8, Canada*

² *Department of Physics, McGill University, Montreal, Quebec H3A2T8, Canada*

ACS Nano **10**, 3410-3415 (2016)

ブルー相は秩序的な三次元周期構造を有する液晶相である。その基本構成要素は、液晶分子が二軸方向にねじれながら形成する“二重ねじれシリンダー”であり、これが格子状に積層することによりブルー相が形成される。図1に示すように、体心立方の対称性を有するものをブルー相 I、単純立方の対称性を有するものをブルー相 II と呼ぶ。ブルー相が安定に存在できる温度領域は 1°C未満と非常に狭い。しかし、三次元周期構造が可視光波長オーダーであること、屈折率が等方的であること、そして分子配向が電場に対して高速応答を示すことから、光デバイスのディスプレイ材料や、液晶レーザー等のフォトンクス材料としての応用が期待されている。

近年、ブルー相に高分子やナノ粒子を添加することにより、ブルー相の安定性が増し、発現温度範囲を拡大することに成功している。しかし、ブルー相の秩序構造の中で、ナノ粒子がどのように分散するのかは明らかになっていない。

本論文では、金ナノ粒子 (AuNP) をブルー相に分散させ、偏光顕微鏡と小角X線散乱法を用いて AuNP の分散状態を調べた。ナノ粒子はブルー相の三次元周期構造を鋳型とし、規則的に分散することが理論的に提唱されている[1]。しかし実際には、ナノ粒子は理論とは異なる規則性で分散することが実験的に明らかになった。また、ブルー相 I からブルー相 II への構造変化に伴い、AuNP の分散状態が可逆的に変化することも明らかにした。

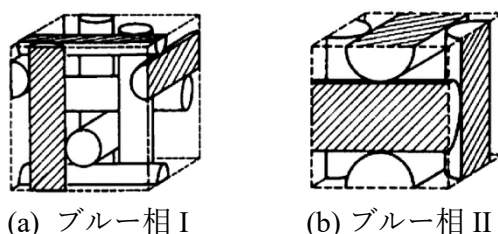


図1 ブルー相 I とブルー相 II の単位構造の模式図。円柱は二重ねじれシリンダーを表す。

[1] M. Ravnik, G. P. Alexander, J. M. Yeomans, S. Zumer, *PNAS* **108**, 5188-5192 (2011)