

^{87}Rb ボース・アインシュタイン凝縮体生成装置の改善 Improvement of experimental system for ^{87}Rb Bose-Einstein condensates

○千葉大輔¹, 桑本剛²
Daisuke Chiba¹, Takeshi Kuwamoto²

We improved the experimental system for generating Bose-Einstein condensates. The stable and higher power two laser apparatuses were installed. For mode cleaning and efficient transmission of laser beams, optical fibers were introduced for all laser paths. The rubidium metal sealed in glass ampule was employed for diffusing the rubidium gas in the vacuum chamber. This enables long-term use of experimental system without replacing the rubidium sample.

1. はじめに

我々は、ルビジウム 87 (^{87}Rb) 原子のボース・アインシュタイン凝縮体 (BEC) 中に位相幾何学的方法により渦度 4 の量子渦を生成し、渦の崩壊現象を研究してきた。この研究により、崩壊後に現れる 4 つの渦度 1 量子渦の三角配列構造の観測に成功した。また、BEC 原子密度を制御することによって、渦度 4 量子渦の崩壊時間の長時間化を実現した^[1]。

今回、Rb 原子供給源として Rb 金属ガラスアンプルを導入することとし、合わせて、すべてのレーザー光経路への光ファイバーの導入および新たなレーザー光源として、従来使用していたものより高出力・高安定なレーザー装置を導入したので報告する。今後の研究として、BEC のシート状光トラップや原子の内部自由度 (スピン自由度) を活かした量子渦の研究を計画しており、その進展状況についても報告したい。

2. Rb ガラスアンプル、高出力・高安定レーザー装置および光ファイバーの導入

我々は今まで Rb 原子供給源として、数アンペアの電流を流すことで Rb を放出させることができるディスペンサーを用いてきた。ディスペンサーは電流制御によって効率的に Rb 原子を真空チャンバー内に導入することができるが、数 mg 程度しか Rb 原子が封入されておらず、1 年程度の実験の継続で使い切ってしまった。そこで今回、ルビジウム金属が封入されたガラスアンプルを使用することとした (Fig. 1 左)。アンプルはフレキシブルチューブでできた容器 (Fig. 1 右(a)) 内に入れられ、ベーキング後にフレキシブルチューブを曲げることでガラス部が割られる。Rb 原子の真空チャンバー内への供給量は真空バルブ (Fig. 1 右(b)) の開閉によって調整する。

BEC の実験には 2 台のレーザー (高出力のメインレーザーと低出力のリポンプレーザー) を用いる。従来使用していたメインレーザーは発振周波数が非常に不安定でありリポンプレーザーも出力が低下していた。今回、メインレーザーとして高出力 (1 W) のテーパーアンプレーザーおよびリポンプレーザーとして出力 80 mW の外部共振器型半導体レーザーを導入した。従来は数分程度でレーザー波長の再調整が必要であったが、1 時間程度の無調整連続実験が可能となった。

BEC の生成には安定した Rb 気体のレーザー冷却が重要であるが、これには品質の良いガウスレーザービームが必要である。今回、6 分岐しているレーザービームを全て光ファイバーに導入し、ビームプロファイルの成形および取り回しの改善を行った。これにより、非常にきれいなガウスレーザービームを得ることができ、安定的に Rb のレーザー冷却を行うことができた。

5. 参考文献

[1] H. Shibayama *et al.* Density Dependence of Charge-4 Vortex Splitting in Bose-Einstein Condensates, *J. Phys. Soc. Jpn.* 85, 054401 (2016).

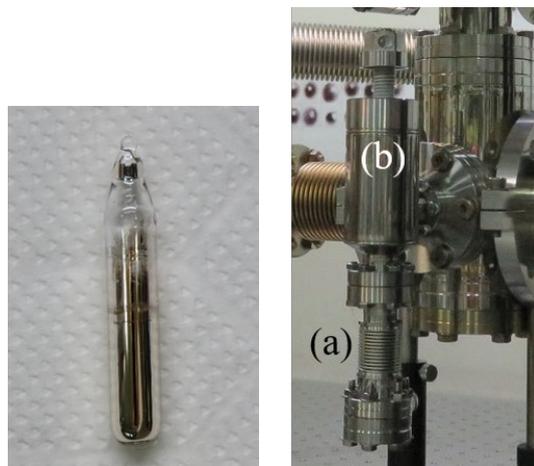


Figure 1. Left : rubidium-metal glass ampule. Right : flexible-tube vacuum vessel and vacuum valve.