

## 修士論文の和文要旨

研究科・専攻	大学院 電気通信学研究科	量子・物質工学専攻	博士前期課程
氏名	平井 秀一	学籍番号	0933035
論文題目	全光学的に生成した BEC を用いた原子干渉計の開発		
要旨	<p>極低温原子を用いた原子干渉計を精密計測や基礎物理法則の検証に応用することに多くの興味を持たれている。原子干渉計による重力加速度計は資源探査や等価原理の検証，また最近では重力波検出器への応用が期待されている。このような原子干渉計には 100 nK 以下の極低温原子が必要となるが，これにはレーザー冷却と光双極子トラップを用いた全光学的な BEC 原子生成法が有望である。特にこの方法は光双極子トラップへ高い密度でローディングできるため，BEC 生成サイクルを短くすることができる。また，大きな磁場トラップを必要としないことから小型可搬の実験装置が実現可能になると同時に，生成した BEC に対して3 次元的にアクセスできるため，BEC 生成後の実験の拡張性が期待できる。</p> <p>我々はこのような BEC 原子を用いた原子干渉計のための<sup>87</sup>Rb 原子の全光学的 BEC 生成装置の開発を進めている。</p> <p>我々の研究室では全光学的手法によるBEC生成をSingle-MOTシステムによって実験してきたが，蒸発冷却過程において十分な冷却を行う前に原子がなくなってしまった。この装置で問題になったのはトレードオフの関係にある原子数とトラップ寿命（真空度）である。そこで，私は Double-MOTシステムを採用した新しい実験装置を開発した。これは，1つ目のMOTで予備冷却された原子を必要な分だけ2つ目のMOTに使用するものである。この時，1次側のチャンバーと2次側のチャンバーの間のコンダクタンスを悪くすることで1次側と2次側に真空差をつけることができる。こうすることで，1次側の真空が悪くても2次側の真空は維持できるため，2次側は真空を維持したまま原子数を増やすことができる。</p> <p>今回，この実験装置ではMOTの段階で，原子数が <math>7 \times 10^8</math> 個，トラップ寿命が61.2 s となった。これは，従来の実験装置に比べて，原子数で10倍，トラップ寿命で3倍改善したことになる。また，MOTへの原子のローディングレートは<math>9.5 \times 10^7</math> 個/s となり，数秒で実験に必要な<math>10^8</math> 個を集めることができる。さらに，MOT から直接光双極子トラップへローディングする手法をとっている。光双極子トラップには波長<math>1.064 \mu\text{m}</math> の独立なファイバーレーザーを2つ使用し，クロス光双極子トラップを形成している。現在，クロス光双極子トラップへ<math>4 \times 10^4</math>個ローディングしている。BEC生成には，最低でも<math>10^5</math> 個以上の原子が必要になるため，光双極子トラップへのローディングにおいてさらなる工夫が必要である。</p>		