

透過優位な高フィネス光共振器の作製と評価

Construction and evaluation of a transmission-dominant high-finesse optical resonator

電通大レーザー研, °(M2)石井 勇輔, 丹治 はるか

ILS, Univ. of Electro-commun., °Yusuke Ishii, Haruka Tanji-Suzuki

E-mail: tanji@ils.uec.ac.jp

共振器量子電気力学(cavity quantum electrodynamics)と呼ばれる光共振器内の光子と原子が強く結合した系においては、高フィネスの光共振器を用いることで、光子同士の実効的な相互作用などの少数光子による非線形光学効果を観測することができる[1,2]ため、量子情報処理における活用が期待されている。量子情報処理への応用においては、しばしば、共振器内部の光子を高確率で外部へ取り出すことが重要となる。そこで本研究では、散乱ロスよりもミラーからの透過が優位となるような高フィネス光共振器の作製とその特性評価を行った。

透過優位な光共振器を構築する上では、ミラー表面における散乱ロスよりもミラーの透過率の方が十分に大きい必要がある。製造時の表面粗さの限界により、ミラー表面における散乱ロスが ^{87}Rb の共鳴波長である780 nmで10 ppm程度となることが見込まれたため、散乱ロス $\mathcal{L}$ と透過率 $\mathcal{T}$ の合計が50 ppm程度となる特注ミラー(シグマ光機社製)を使用することとした。この時、光共振器のフィネス $\mathcal{F}$ は、63000程度となる。また本研究では二つの共振器モードによって結合された Λ 型三準位系を作製するため、原子の超微細構造基底状態間の周波数差と共振器のFSRが一致するように、共振器長 $L=21.93$ mmとした。一方、少数光子による非線形光学効果を観測するためには、単一原子協働パラメータ η を1より十分大きくする必要がある。これらの条件下で、 η とミラーの曲率半径の関係(Fig.1)および共振器の幾何学的な安定性を考慮した結果、使用するミラーの曲率半径を $R=12$ mmとした。

この特注ミラー二枚を用いた光共振器を構築し、ミラーの特性評価を行った。本講演では、cavity ring-down 法[3]によるフィネスの測定と、入射光、反射光、透過光のパワー測定によるミラーの透過率及び散乱ロスの評価[4]の結果について報告する。

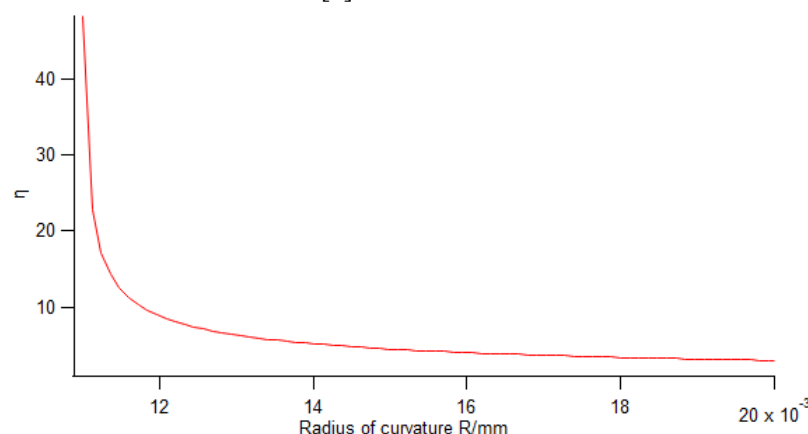


Fig1. Single atom cooperativity vs. the radius of curvature of the cavity mirrors at $\mathcal{F} = 63000$

[1] W. Chen *et al.*, Science **341**, 768-770 (2013).

[2] H. Tanji-Suzuki, *et al.*, Science **333**, 1266-1269 (2011).

[3] N. V. Vitanov *et al.*, Rev. Mod. Phys. **89**, 015006 (2017).

[4] Christina J. Hood *et al.*, Phys. Rev. A **64**, 033804 (2001).