凹面基板上の結晶性多層膜生成とその反射特性

Crystal multi-layer coating on concave mirrors and their reflectivity measurement

NICT[1], 電通大[2] ○井戸哲也[1], (M2)望月和人[2], 赤羽浩一[1]

NICT[1], UEC[2] ◦Tetsuya Ido[1], Kazuto Mochizuki[2], Kouichi Akahane

E-mail: ido@nict.go.jp

反射損失の小さい誘電体多層膜は、これを用いて光共振器を作ることで狭線幅光源や QED 実験等を実現してきた。現在、光共振器の安定度すなわち共振器長の安定度は誘電体多層膜の熱雑音によって制限されていることが知られており、その解決策の一つとして、熱雑音が小さい結晶性の多層膜を利用することが提案され、従来の誘電体多層膜より熱雑音による安定度の限界を 1 桁近く下げられることが実験的に確認されている [1].

光共振器は通常、平面鏡と曲面鏡を 1 枚ずつ組み合わせて作成する。[1] においては分子線エピタキシャル法(MBE 法)によって生成した基板上の結晶性多層膜について最下層を化学的に溶かして除去することで多層膜を基板から遊離させ、この薄い多層膜を平面及び曲面石英基板に貼り付けた。これに対して、我々は今回 MBE 結晶性多層膜を直接曲面基板(曲率半径 1m)上に生成する試みを行った。基板、及び結晶性多層膜の材質はそれぞれ GaAs, GaAs/AlAs とし、波長 1.55um 光において 1/4 波長で 40 ペアの多層膜を曲面上に生成した。そしてまず最初に分光光度計で確認したところ、計測装置の限界である 99.85%以上の反射率を確認した。また、クラック等が入ることなく目視する限りにおいても問題が見当たらないことを確認し、曲面基板上でも結晶性多層膜を形成出来ることが分かった。続いて、この曲面基板を、反射損失が既知である誘電体多層膜のリファレンス平面鏡と組み合わせて共振器としてリングダウン測定を行い、反射損失を 270ppm と計測することができた。この反射率は光周波数標準の局部発振器用として使用する際の目標値である 100ppm にはまだ至っておらず、さらに改良していく必要がある。本講演ではその他に反射損失のペア数に帯する依存性や、AFM による結晶性多層膜の表面粗さの観察等の結果も併せて報告する予定である。

今回リングダウン測定を行うに辺り通信帯波長での低損失参照鏡を貸与してくださった日本航空電子工業の江藤和幸様に感謝申し上げます。

[1] G. D. Cole et al., Nat. Photon. **7**, 644 (2013).

© 2016年 応用物理学会