57-μm CH_3OD レーザー用の水晶波長板の開発

Development of Crystal Quartz Waveplates for a 57-μm CH_3OD Laser

中部大工 [1]，核融合 [2]　○中山 和也 [1]，岡島 茂樹 [1]，秋山 毅志 [2]，田中 謙治 [2]，川端 一男 [2]
Chubu Univ. [1], NIFS[2], °K. Nakayama[1], S. Okajima[1], T. Akiyama[2], K. Tanaka[2], K. Kawahata[2]
E-mail: nakayama@chubu.ac.jp

将来の核融合プラズマ診断では，波長 50 μm 帯の遠赤外レーザー計測法の開発が望まれている。我々は，その電子密度と内部磁場分布を計測するために 9R(8) CO_2 レーザー励起の 57-μm CH_3OD レーザーを光源とする干渉/偏光計の開発を進めている。光源には，高出力かつ高安定なレーザー発振が要求される。励起レーザー光の遠赤外レーザー共振器からの戻りは，励起レーザーのみならず遠赤外レーザー出力も不安定にする大きな要因の一つである。そこで，図 1 に示すように CdS 製の 1/4 波長板と偏光依存性のある ATFR(Absorbing Thin-Film Reflector)ミラーを組み合わせたアイソレーターを用いて，戻り光を軽減している。このとき，円偏光で励起するため遠赤外レーザー光も円偏光で発振する。干渉/偏光計測では，磁場に閉じ込められたプラズマに直線偏光したレーザー光を入射する。そのため，円偏光から直線偏光に変換する 57-μm CH_3OD レーザー用の 1/4 波長板が必要となる。そこで，水晶板に反射防止膜として市販の食品用ラップフィルムを用いた真のゼロオーダー波長板を製作し，各種試験を行った。

まず高精度の水晶エタロン(厚さ 1.03322 mm，平行度 0.3″，透過波面精度 λ/13@633 nm)を用いて，波長板の設計に必要な常光線と異常光線の屈折率差 Δn を測定した。その結果，Δn =0.0542 であり，ゼロオーダーの 1/4 波長板の厚さは 0.264 mm となることが分かった。多重反射による影響を抑えるには反射防止膜が必要となるが，遠赤外領域では，ポリエチレンやパリレンなどが用いられる。例えば，水晶基板上にポリエチレンの単層反射防止膜を作製する場合，波長 57 μm に対する最適な膜厚は約 9 μm となる。一方，食品用ラップフィルムの厚さは 10 μm 程度で，材質の異なる数種類のものが市販されている。これらが利用できれば，蒸着による薄膜作製と比べはるかに安価で容易である。これらを試験した結果，ポリメチルペンテン(TPX とも呼ばれる)を原材料とするものとポリエチレンのみのラップフィルムが単層反射防止膜として適していることが分かった。図 2 に入射角度を変えたときの水晶基板の透過率を示す。本研究で製作した 1/4 波長板(厚さ 0.2635 mm，平行度 0.5″，透過波面精度 λ/20@633 nm)の透過率と位相差は，それぞれ 90 %と 89 °であり，57-μm CH_3OD レーザー用の波長板として使用できることを確認した。

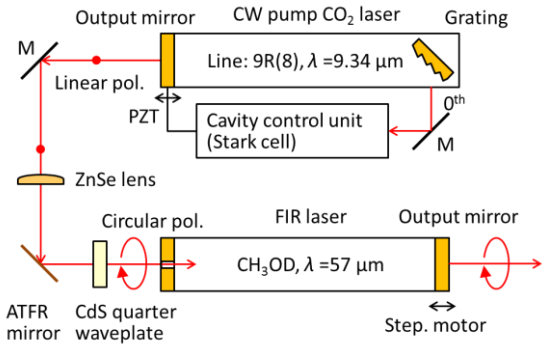

Fig 1. CO_2 laser pumped FIR laser system

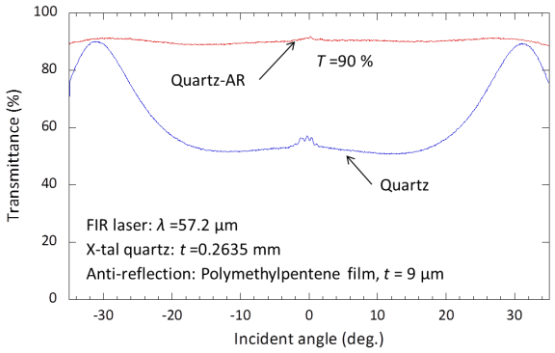

Fig 2. Anti-reflection film of a plastic wrap

© 2016年 応用物理学会