

広波長域の標準確立を目指して

# 高出力レーザーパワー標準の開発

レーザーパワーの絶対値を求める標準測定では、絶対放射計の一種であるカロリメータのような熱型の検出器が用いられる。この場合、受光部にヒータを埋め込むことによって、絶対値は直流電力との比較から直接導出できる利点がある。我国では現在、mWレベルのレーザーパワーは計量法トレーサビリティ制度のなかで標準の供給を行っているが、高いパワーレベルの標準は無く、その確立と供給体制の早急な整備が望まれている。

高パワー測定用のカロリメータでは受光部の大型化と強制放熱の必要性から水冷構造が採られてきたが、冷却水の温度や流量の制御に依存して測定不確かさが増大してしまう。我々は、高パワー用の光減衰器と電子冷却による等温制御カロリメータを組み合わせた校正システムを提案し、その開発を進めている。

波長 $10.6\mu\text{m}$ 、パワー $1\text{kW}$ までの $\text{CO}_2$ レーザーに対応できる測定系の概要を図1に示す。光減衰器は、基準面に高反射コートをしたビームスプリッタである。レーザーパワーの絶対値は、直線性が保証された光検出器を用いて光減衰器の反射光と透過光のパワー比を測定しておき、透過光のパワーをカロリメータで求めて算出する。図2に $10\text{W}$ 用カロリメータの構造を示す。実際にはツイン型として二つの受光部を備えており、一方は、可視域用、もう一方は赤外域用である。吸収ディ

スク表面は、それぞれの波長域に対応した黒化処理をし、裏面には直流校正に用いる箔状のヒータを取り付けてある。反射光も確実に捕捉するために、内面を黒化処理した円筒カバーで覆うとともにディスクを傾けて設置する。これらがカロリメータの熱負荷であり、吸収ユニットと呼んでいる。吸収ユニットはサーモモジュールを挟んで放熱ブロックと温度基準ジャケットに接続される。中央のモジュールは吸収ユニットを冷却し(ペルチェ効果)、周囲に配置されたモジュールは温度基準となるジャケットとの温度差を検出する(ゼーベック効果)。

あらかじめ被測定パワーより多少大きな冷却パワーとなるように冷却モジュールに供給する電流を設定し、吸収ユニットの温度をジャケット温度より下げる。この時に生じた両者間の温度差を検出し、制御系を通してヒータにフィードバックして吸収ユニットとジャケットが常に等温となるように制御する。レーザーパワーは非入射時と入射時に対するヒータ電力の違いとして求まる。冷却モジュールの放熱面は強制的な放熱機構を設け、ジャケットと熱的に分離して時間応答の短縮と精度の向上を図る。

以上のように、 $10\text{W}$ レベルの等温制御カロリメータと光減衰器を組み合わせて、可視から赤外域の高出力レーザーパワー標準の実現を目指している。

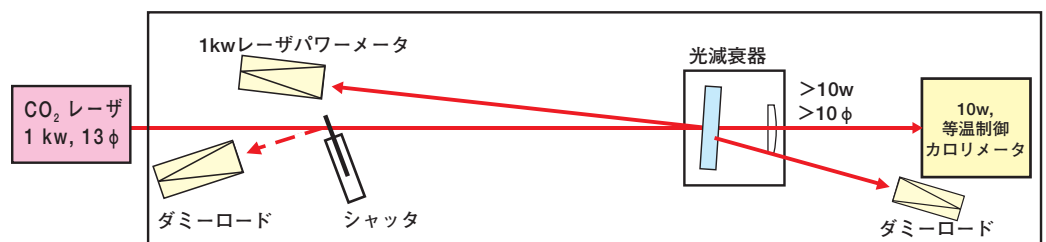


図1 高パワー用光減衰器と等温制御カロリメータを組み合わせた測定系の概要

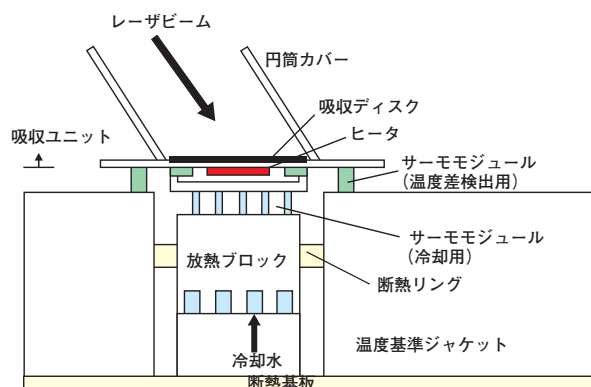


図2 カロリメータの構造

実際には吸収ユニットを2つ用意し、一方に可視用、他方に赤外用の吸収ディスクを装着する。これらを差動接続して動作させることで周囲温度変動など同相性の外乱の影響を排除している。



えんどうみちゆき  
遠藤道幸

m.endo@aist.go.jp  
計測標準研究部門

## 関連情報

- M. Endo: Laser Phys., Vol. 12, 227 (2003).