

## K4 1.5 $\mu\text{m}$ 帯半導体レーザの内在的二次高調波増大に関する研究 ～光フィードバックによるDFB型レーザの基本波スペクトル～

酒井雅文 一場友宏 大澤康暁 \*佐藤孝 \*大河正志 \*丸山武男 \*\*榛葉實

新潟大学大学院自然科学研究科

\*新潟大学工学部電気電子工学科

\*\*東京電機大学工学部

### 1. まえがき

本研究では、半導体レーザから出ている内在的二次高調波(SHG: Second Harmonic Generation)の研究を行っている。それは我々の研究室で行っているRb原子のD<sub>2</sub>吸収線(780.02nm)を外部波長基準とした安定化を、現在光通信で用いられている1.5 $\mu\text{m}$ 帯半導体レーザに内在する二次高調波に適用するためである。実現できればRb吸収線を用いた安定化法が1.5 $\mu\text{m}$ 帯半導体レーザの波長安定化に適応できると考えられる。しかし、SHG出力は基本波に比べて極めて小さい。そこで、SHGが基本波の2乗に比例して増加することを利用して、光フィードバック法によってレーザ光をレーザに戻すことにより基本波を増大させSHG出力の増大を試みている<sup>(1)</sup>。この方法はまた、半導体レーザの発振スペクトル幅を狭窄化する働きもあり、光FSK(Frequency Shift Keying)通信にも応用可能である。

これまで、波長780~840nmの近赤外光のレーザを用いて実験を行い、光フィードバック時におけるSHG出力の増大と基本波スペクトルの狭窄化を確認してきた。今回は、更に波長1.5 $\mu\text{m}$ 帯のレーザを用いて内在的二次高調波の観測を行ったので報告する。

### 2. これまでの結果

図1にSHG観測のための実験系を示す。レーザ(LD)は駆動電流を一定とし、変動が $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 以下となるように温度制御を施す。レーザ光はダイクロミックミラー(DM)により基本波成分の反射光と透過する観測光とに分ける。反射光はMirrorを用いレーザ(LD)に戻して光フィードバックの系を作る。その時Mirrorの前のCut板を出し入れすることにより、光フィードバックのon, offを行う。観測光は複数枚のショートウェーブパスフィルタ(SWPF)を通し、更に長波長成分を取り除きフォトマルチプライヤ(PM)で受光する。この信号は、S/Nを上げるためにチャップパーでレーザ光に強度変調をかけ、ロックインアンプで同期検波して、X-Tレコーダで出力を記録する。観測光が全てSHGであることを確認するためにロングウェーブパスフィルタ(LWPF)とCut板を出し入れし、ゼロレベルが等しくなることを確認する。

この結果を図2に示す。光フィードバックによってSHG出力が増大していることが分かる。

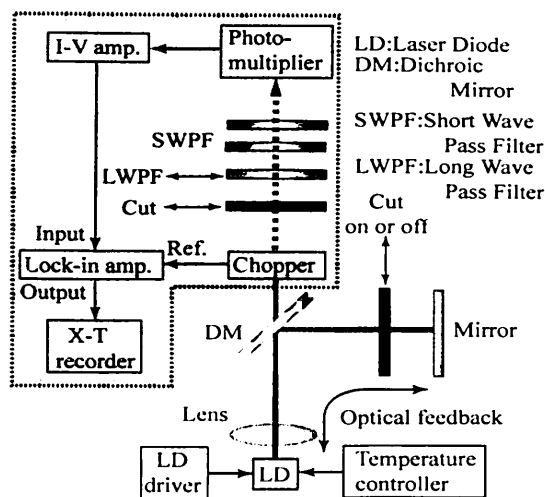


図1 実験系1

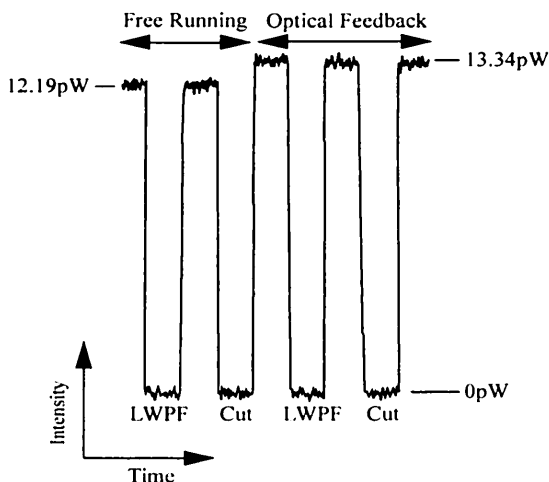


図2 二次高調波出力  
(ファブリ・ペロー型レーザ)

3. DFB型レーザを用いた観測

これまで使用してきた1.5μm帯レーザは、全てファブリ・ペロー型レーザであった。それはファブリ・ペロー型は単純な共振器構造を持っており、比較的簡単に光フィードバックを施すことができ、更にもその効果が大きいと思われたからである。しかし、このレーザは多モード発振しており、光フィードバック時における基本波スペクトルや出力を観測することが困難であった。そこで、単一モードでの発振が安定して得られる分布帰還型(Distributed feedback :DFB)レーザを用いて実験を行った。

3.1 実験方法

DFB型レーザのSHG出力と基本波スペクトル観測のための実験系を図3に示す。

SHG出力はダイクロイックミラー(DM)の透過光を用いて図1と同様な系を組み観測する。

基本波スペクトル観測のためにダイクロイックミラー(DM)とMirrorの間にビームスプリッタ(BS)を置き、分けられた光をモノクロメータに入射させる。この信号は、S/Nを上げるためにチョッパーでレーザ光に強度変調をかけ、ロックインアンプで同期検波して、X-Tレコーダでスペクトルを記録する。

3.2 実験結果

図4よりDFB型レーザでも光フィードバックによりSHG出力が増大していることが分かる。図5はSHG出力の増大が得られた時の基本波スペクトルであるが、SHG出力が増大した時に必ずしも基本波スペクトルが狭窄化されていない。その理由として、SHG出力の増大は戻り光がレーザへ再入射される際、中心からずれることによる反射光の影響によるものと考えられる。その場合、基本波スペクトルは広がってしまう。中心付近の出力も小さくなってしまふ。しかし、図6のように基本波スペクトルが狭窄化された結果も得られている。

4. まとめと今後の課題

DFB型レーザでは光フィードバックを施しても基本波スペクトルが広がってしまうことが多い。しかし、SHG出力が増大した時に基本波スペクトルが狭窄化された結果も得られている。今後はその実験を再現し、光フィードバックの効果を更に追究していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は文部省科学研究費の援助により行われた。

参考文献

- (1)丸山慎也, 岡崎 正, 佐藤 孝, 大河正志, 丸山武男, 榛葉實:「半導体レーザの光フィードバック時における基本波と内在的二次高調波」LQE-98-120(1999-01) 信学技法

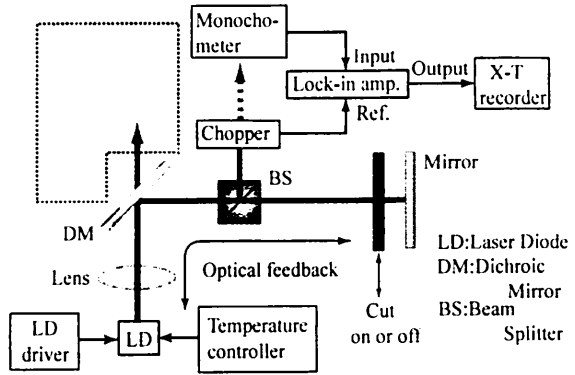


図3 実験系2

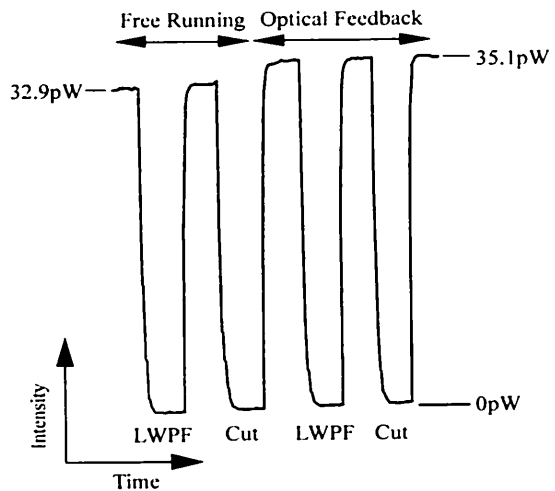


図4 二次高調波出力 (DFB型レーザ)

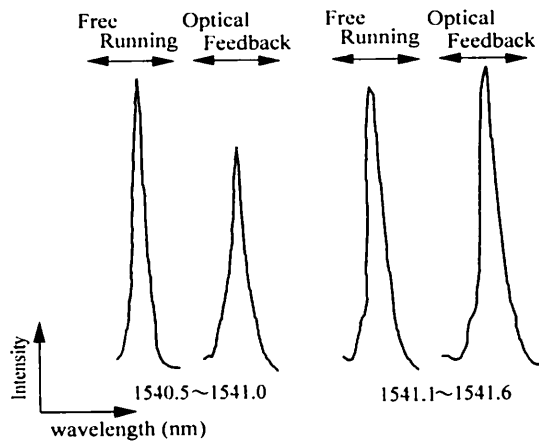


図5 基本波出力 (DFB型レーザ)

図6 基本波出力 (DFB型レーザ)