

半導体レーザーへの高周波重畳によるスペックル制御

Speckle Control by Using High-Frequency Signal Injection to Semiconductor Laser

大阪大学 大学院基礎工学研究科 村田 博司, 芝崎 勝也, 岡村 康行

大阪大学 光科学センター 山本 和久

Graduate School of Engineering Science, Osaka University H. Murata, K. Shibasaki, Y. Okamura

Photon Pioneers Center, Osaka University K. Yamamoto

E-mail: murata@ee.es.osaka-u.ac.jp

レーザーを用いたディスプレイや照明が注目を集めている。光源にレーザーを用いることにより、広い色再現範囲や高い電気-光変換効率、高い光利用効率を実現できるために、究極的な低消費電力ディスプレイや高効率照明をはじめとするさまざまな応用が期待されている[1]。

一方、レーザー光は時間・空間コヒーレンスが高いために、スペックルノイズと呼ばれる不要な干渉パターンが容易に生じるという弱点がある。スペックルノイズ低減・除去の 1 つの手法としては、レーザー光のスペクトル幅を広げる方法がある。特に、半導体レーザーでは、高周波信号を直流信号に重畳することで、映像信号に影響を与えることなくスペクトル幅を簡単に大幅に拡大することができる。これまでに、半導体レーザーのスペックル低減の試みが報告されているが、スペックルノイズの重要な指標である「スペックルコントラスト」とスペクトル幅との関係を議論したものはあまり見られない。この理由としては、スペックルコントラストが光源や測定光学系の多くのパラメーターに依存するために、客観的な評価が難しいことが挙げられる。

近年、レーザーの可視光光源としての重要性・応用可能性の高まりを受けて、簡単かつ高精度にスペックルコントラストを測定することができる高性能スペックル測定器（オキサイド社・SM01VS06）が開発された。本報告では、赤色半導体レーザーへの高周波信号重畳によるスペクトル幅の制御と、この測定器を用いたスペックルコントラストの評価について報告する。

実験には DVD 用に開発された CAN パッケージ空間単一モード赤色半導体レーザー（発振波長 $\lambda_0 \sim 660\text{nm}$ ）を用いた。このレーザーチップを、温調されたマウントにバイアスティー回路を介して取り付け、周波数 500MHz 程度の正弦波信号を直流バイアスに重畳した。レーザーからの出力光を 3 つに分け、スペックルコントラスト測定器と光スペクトラムアナライザ、高速フォトディテクタに入射し、スペックルコントラスト、光スペクトルと時間波形を同時に測定した。

測定結果の一例を Fig. 1, 2 に示す。単一モードレーザーであるために、無変調時 (Fig.1) には、明瞭なスペックルパターンが観測された。このときのスペックルコントラスト σ は $\sigma=0.901$ であった。一方、振幅 1V 程度の 500MHz 正弦波信号を重畳すると (Fig.2)、光スペクトルが大幅に広がり ($\Delta\lambda \sim 3\text{nm}$, $\Delta f \sim 2\text{THz}$)、スペックルコントラストは $\sigma=0.227$ となった。スペックルコントラストは、理論通り光スペクトル幅の 1/2 乗に反比例する傾向 ($\sigma \propto 1/\Delta\lambda^{1/2}$) を示した[2]。

謝辞: スペックル評価において多大なるご協力を頂いたオキサイド社・福井様、時田様、久保田様、古川様に深く感謝します。
参考文献: [1] 黒田他, “解説レーザーディスプレイ” (オプトロニクス社, 2010).

[2] J. W. Goodman: “Speckle Phenomena in Optics” (Roberts & Company, Publishers 2007).

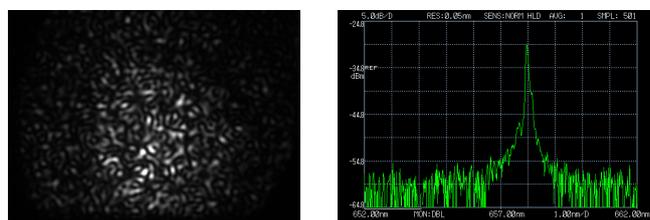


Fig.1. Measured speckle noise pattern (left, speckle contrast $\sigma=0.901$) and spectrum (right) without modulation.

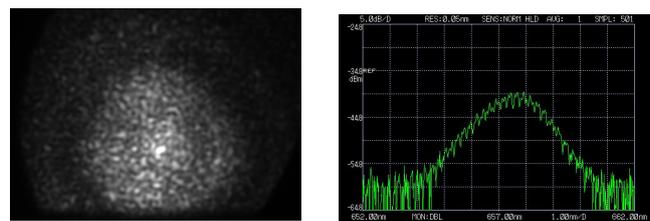


Fig.2. Measured speckle noise pattern (left, speckle contrast $\sigma=0.227$) and spectrum (right) under 500MHz injection.