



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Laser Speckle and Its Reduction Using Multimode Fiber Illumination with Laser Diode                                                             |
| Author(s)    | Benjamin, B. Dingel                                                                                                                             |
| Citation     | 大阪大学, 1993, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/38218">https://hdl.handle.net/11094/38218</a>                                                             |
| rights       |                                                                                                                                                 |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|               |                                                                                                                                                 |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | ベンジャミン B. ディンゲル<br>Benjamin B. Dingel                                                                                                           |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                                                                                       |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 0 7 4 6 号                                                                                                                                   |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 5 年 3 月 25 日                                                                                                                                 |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>工学研究科応用物理学専攻                                                                                                                |
| 学 位 論 文 名     | Laser Speckle and Its Reduction Using Multimode Fiber Illumination with Laser Diode<br>(マルチモードファイバー照明法を用いたレーザ光のスペックル除去に関する研究)                   |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 一岡 芳樹<br><br>(副査)<br>教 授 中島 信一    教 授 後藤 誠一    教 授 樹下 行三<br>教 授 増原 宏    教 授 志水 隆一    教 授 興地 斐男<br>教 授 豊田 順一    教 授 岩崎 裕    教 授 山本 稔 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、レーザー光を顕微鏡の照明光源として用いる場合に生じるスペックル雑音の低減法に関する研究を行なった結果をまとめたものであり、8章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。特にレーザーを顕微鏡の照明光源に用いる場合、本質的に問題となるスペックル雑音の影響について述べている。

第2章では、レーザー光のコヒーレンス度によってスペックル雑音のコントラストや空間周波数特性がどのように依存するかを検討している。

第3章では、スペックル雑音を理論的に解析した結果について述べ、スペックル雑音を低減するには光源の時間コヒーレンス、または空間コヒーレンスを減少させればよいことを示している。

第4章では、現在までに提案されている種々のスペックル雑音低減法を概説し、それらの原理、長所および問題点を指摘している。

第5章では、マルチモードファイバーアレイと半導体レーザーを組み合わせ、スペックル雑音を低減する方法を提案し、実際に顕微鏡の照明光学系に適用して、スペックル雑音低減の効果を確認し、その有用性を述べている。

第6章では、一本のマルチモードファイバーと電流変調した半導体レーザーを組み合わせ、スペックル雑音を低減する手法について述べている。この手法を顕微鏡の照明光学系に導入し、スペックル雑音除去の効果を確認している。

第7章では、半導体レーザーから放射される光の一部をレーザーにフィードバックしたときに生じるコヒーレント・コラプス現象により時間コヒーレンスの減少した半導体レーザーとマルチモードファイバーを利用したスペックル低減法について述べている。この光源を顕微鏡の照明光学系に用いて、スペックル雑音低減の効果を確認し、その有用性を確認している。

第8章では、以上の結果をまとめ、今後の研究課題について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

レーザー光は、光計測、光情報処理などさまざまな分野で用いられているが、コヒーレンス度が高いため、顕微鏡のような結像光学系に用いる場合、観測画像にスペックル雑音が重畳して像を劣化させるという問題点がある。本論文は、特に顕微鏡の照明光としてレーザー光を用いる場合に、スペックル雑音を効果的に除去するための手法に関する一連の研究結果をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 各モード間距離差が光源の時間コヒーレンスより長いマルチモード光ファイバーのアレイを照明光学系に用いることによって、スペックル雑音を低減する方法を提案している。この方法は光の損失の少ないことを特徴としており、実際の実験により、この方法の有効性を確認している。
- (2) 2枚の半透鏡を用いた新しい光学系を提案し、この方法によれば、ファイバーアレイと同様のコヒーレンス制御の効果が簡単に実現できることを見出し、その実用性を検討している。
- (3) 半導体レーザーの注入電流を変調する方式を、(1)および(2)の照明光学系と組み合わせることによって、照明光のコヒーレンス度をさらに低下させ、より効果的なスペックル雑音の低減法が実現できることを提案し、実験によりその有効性を確認している。
- (4) 半導体レーザーに放射光の一部をフィードバックしたときに生じるコヒーレント・コラプス現象によって時間コヒーレンスをさらに低下させる方法を検討し、これをマルチモードファイバーを用いたスペックル低減法と組み合わせ、新しいレーザー照明光学系を提案している。そして実際に提案した原理を装置化し、それを用いて多くの生物試料の顕微観察を行ない、その実用性を確証している。

以上のように、本論文は、レーザー光を照明光源として用いる場合に生じるスペックルノイズの低減法について多くの知見を与えており、応用物理学、特に光計測工学、光情報処理工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。