

パワー半導体レーザ産業技術調査報告

パワー半導体レーザ産業技術調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	3.5 宇宙衛星通信への応用	75
2. パワー半導体レーザ、パワーLED の技術動向		3.6 半導体レーザを用いたプロセス技術	81
2.1 可視・近赤外領域	4	3.7 加工技術への応用	83
2.2 赤外領域	36	3.8 海外メーカーの動向	88
2.3 紫外領域	45	4. パワー半導体レーザに関する国際会議の動向	89
3. パワー半導体レーザ、パワーLED の応用に関する 国内外の技術動向	59	4.1 半 導 体 レー ザ 国 際 会 議 International Semiconductor Laser Conference 2008 (ISLC 2008)	89
3.1 医療、生体計測への応用	59	4.2 Photonics West 2008	89
3.2 自動車産業への応用	64	4.3 Photonics West 2009	89
3.3 農業への応用	69	5. おわりに	90
3.4 安全規格について	74		

パワー半導体レーザ産業技術調査専門委員会委員

委員長 中野義昭（東京大学）
幹事 清水大雅（東京農工大学）
委員 浅野英樹（富士フィルム）
朝日一（大阪大学）
阿部信行（大阪大学）
井上大介（豊田中央研究所）
石川卓哉（古河電気工業）
江川孝志（名古屋工業大学）
小野村正明（東芝）
河村裕一（大阪府立大学）
菅博文（浜松ホトニクス）
権田俊一（福井工業大学）
清水三聡（産業技術総合研究所）
中塚慎一（日立製作所）
中村孝夫（住友電気工業）
野村康彦（三洋電機）
種谷元隆（シャープ）
平田照二（ソニー）
平山秀樹（理化学研究所）
松居祐一（滋賀県立大学）
向井孝志（日亜化学工業）
八木哲哉（三菱電機）
山中正宣（光産業創成大学院大学）
横川俊哉（パナソニック）
途中退任 早川利郎（富士フィルム）
委員
主な 朝妻庸紀（ソニー）
協力者 栗津邦男（大阪大学）
池田昌夫（ソニー）
板倉成孝（三菱電機）
市川弘之（住友電気工業）
伊藤達男（パナソニック）
岩井俊昭（東京農工大学）
岩井万祐子（光産業創成大学院大学）
枝村忠孝（浜松ホトニクス）
太田万理（光産業創成大学院大学）
小栗淳司（古河電気工業）
小野健一（三菱電機）

主な 木口雅史（日立製作所）
協力者 黒塚章（パナソニック）
小崎徳也（日亜化学）
後藤修（ソニー）
酒井清秀（三菱電機）
坂本貴彦（日亜化学）
佐野雅彦（日亜化学）
鮫島俊之（東京農工大学）
柴田公隆（三菱電機）
島田尚往（三菱電機）
立原克法（日本品質保証機構）
玉村好司（ソニー）
富谷茂隆（ソニー）
豊嶋守生（情報通信研究機構）
長濱慎一（日亜化学）
中林隆志（住友電気工業）
中山健二（パナソニック）
成川幸男（日亜化学）
西舘泉（東京農工大学）
花巻吉彦（三菱電機）
浜田耕太郎（住友電気工業）
平野嘉仁（三菱電機）
藤崎晃（古河電気工業）
古川昭夫（ソニー）
松下俊一（古河電気工業）
水内公典（パナソニック）
水島哲郎（パナソニック）
森川勝博（デンソー）
森田剛徳（浜松ホトニクス）
八木健（古河電気工業）
山口章（住友電気工業）
山田孝夫（日亜化学）
山本和久（パナソニック）
横山敏史（パナソニック）
由川誠（三菱電機）
JOHANNES（JENOPTIK）
WOLF
SEBASTIAN（JENOPTIK）
JURGEN

1. はじめに

環境、エネルギー、食料、医療など、21 世紀人類に託された問題は多い。光を用いた加工、計測、表示、診断、治療、栽培、宇宙空間通信、エネルギー輸送等は、前記の様々な問題を解決する有効手段になると期待されている。その光源として、レーザの重要性は益々高まっているが、中でも超小型、高効率、高信頼、低コスト、低消費電力を特長とする半導体レーザは、21 世紀の光応用産業技術の中核的光源と言える。

従来、半導体レーザは、光ディスク、光ファイバー通信の光源として発展して来た経緯があるが、前記の様々な分野への応用を考えると、高光出力化と光波長領域の拡大が必要になる。また、半導体レーザと並んで発光ダイオード(LED)の高出力化、適用波長範囲の拡大も進展している。そこで電気学会では、2007 年度からパワー半導体レーザ産業技術調査専門委員会を設置し、2 年間にわたり、半導体レーザおよび LED の高光出力化のトレンド、波長領域拡大の動向、およびパワー半導体レーザ/LED の応用について調査研究活動を行ってきた。8 回の専門委員会と 2 回の研究会を開催し、ヒアリング、講演を通じて、最近の研究動向を調査した。

本報告書は、2 年間の調査研究活動の集大成として発行するもので、パワー半導体レーザ/LED とその産業応用に関する最近の動向を一望することができる。具体的には、パワー半導体レーザ/LED 自体の技術動向として、波長領域を可視・近赤外領域、赤外領域、青紫外領域の三つに分け、可視・近赤外領域については、光ディスク用短波長高出力半導体レーザ、高出力擬似回折限界テーパ型レーザ増幅器、ブロードエリア型半導体レーザのニアフィールドパターンの特徴とその制御の可能性、高いビーム品質を目指すファイバレーザ、GaInAsP 埋込型レーザのエージングと ESD 耐性との関係、小型プロジェクタ用 640nm 帯高出力半導体レーザ、レーザディスプレイにおけるスペックル抑制技術、SHG 方式による小型高効率緑色レーザ光源、のそれぞれについて報告する。また赤外領域については、中赤外量子カスケードレーザと環境ガス計測への応用、THz 領域量子カスケードレーザについて報告している。青紫外領域に関しては、220-350nm AlGaIn 系紫外 LED、GaIn 系半導体レーザ/LED の動向、高出力純青色 GaN 系半導体レーザの結晶欠陥と劣化について報告する。

次に、パワー半導体レーザ/LED の産業応用に関する技術動向として、7 つの領域を取り上げて報告する。第一は医療、生体計測への応用で、分光情報を用いた生体機能計測、レーザの医療治療応用、光トポグラフィによる脳機能計測を取り上げている。第二は自動車産業への応用で、レーザ溶接加工、運転支援システムとレーザレーダを取り上げている。第三は農業分野への応用で、LED/LD を照明とした植物栽培、植物工場などについて報告する。第四は宇宙衛星

通信への応用で、宇宙における光通信技術の現状を述べた後、半導体レーザの放射線耐性が論じられている。第五は半導体レーザを用いたプロセス技術で、特にレーザ結晶化法による多結晶シリコン薄膜形成プロセス技術を報告する。第六は加工技術への応用で、ビーム品質のよい光ファイバーを用いたフェムト秒パルス発生について述べる。また加工用ファイバーレーザの励起用半導体レーザを製造する海外メーカーの動向も調査し、ここではドイツ・イエナオプティクダイオードラボの高信頼性高出力半導体レーザパターについて述べる。また応用に際し重要なレーザ安全規格についても調査した結果を述べている。

最後に、パワー半導体レーザ/LED に関する主要国際会議の動向についても、特に 2008 年にイタリアで行われた IEEE 半導体レーザ国際会議(IEEE International Semiconductor Laser Conference), および 2008 年と 2009 年の SPIE Photonics West について報告する。

本報告書が、当該領域の現状理解と今後の進展に有効に活用されることを切に願うものである。本委員会活動に参加して、調査活動に尽力して頂いた専門委員および幹事の皆様、および本報告書の作成にご協力頂いた外部執筆者の皆様に、深く感謝申し上げます。