

< 2 > 新規産業開発研究

< 2 - b > 地域産業育成探索 / 実証研究

地域光産業振興に関する研究

小テーマ：加工 半導体レーザーによる樹脂材料の非走査型同時溶着法の開発

研究従事者： 浜松工業技術センター 主任研究員 渥美博安

( 1 ) 研究の概要、新規性及び目標

研究の概要

レーザー樹脂溶着法は、レーザーを透過する樹脂と吸収する樹脂を重ね合わせて溶着する新しい技術で、振動溶着法等の他の溶着法に比べて、非接触加工であるため、樹脂の表面を傷つけないことやバリ等の発生が少ない等の利点により、急速な普及が期待されている。レーザー樹脂溶着方法の欠点は、集光したレーザー光を加工部位に沿って走査することから、加工時間が長くなることや、残留応力の発生、熱変形等の問題がある。そこで、本研究では、近年、高出力化が進む高出力半導体レーザーを使用して、加工部位の形状に合わせたレーザービーム光を照射することにより、加工面を同時に溶着する技術について研究を行う。

研究の独自性・新規性

同時溶着するために、加工部に合わせた形状にビームを整形する必要がある。本研究では、円筒形状にビームを整形し、樹脂溶着加工へ応用する点に新規性がある。

研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）

1) 非走査型同時融着法の開発

ビームを整形する技術を開発する。光ファイバーバンドルによる整形、光学レンズによる整形等の検討を行う。

2) 溶着試験の実施

円筒形部品のサンプルに対して溶着試験を行い、必要強度が得られているか検証を行う。

3) 試作システムの開発

製造現場に導入を考慮した溶着機の試作を行う。

( 2 ) 研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）

非走査型同時融着法の開発

目標：ビームを整形する技術を開発する。光ファイバーバンドルによる整形、光学レンズによる整形等の検討を行う。

1. ファイバーバンドルによるビーム整形法

1 - 1 ファイバーバンドルを用いた場合のシミュレーション

コア径 200  $\mu\text{m}$ 、NA0.2 のハイパワー伝送用の光ファイバーによるビーム整形のシミュレーションを行った。

波長 850nm の半導体レーザー光を光ファイバーの端面から導光した後、反対端面から射出された光のビームプロファイルを測定した結果を図 1 に示す。端面から 3mm 離れた位置でのプロファイルとガウス分布を比較した結果を図 2 に示す。両者の結果より、ファイバー端面から射出されたレーザー光の分布をガウス分布として近似することとする。

光ファイバーを直線上に 20 本並べた際に、ファイバの端面から 3mm の位置で光の分布の計算を行った結果を図 3 に示す。また、各光ファイバーに 1W のパワーを伝送した場合の光量分布のグラフを図 4 に示す。配置する光ファイバーの間隔が 1mm 以下であれば、ビームプロファイルはほぼフラットであることが分かる。

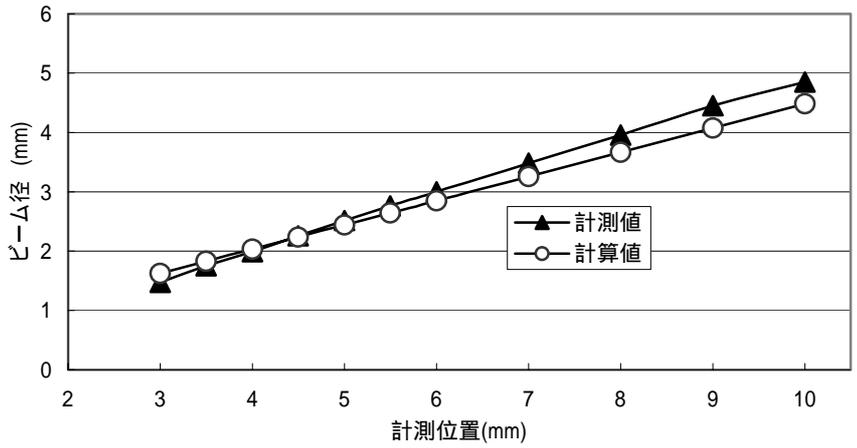


図1 光ファイバー先端からの距離とビーム径

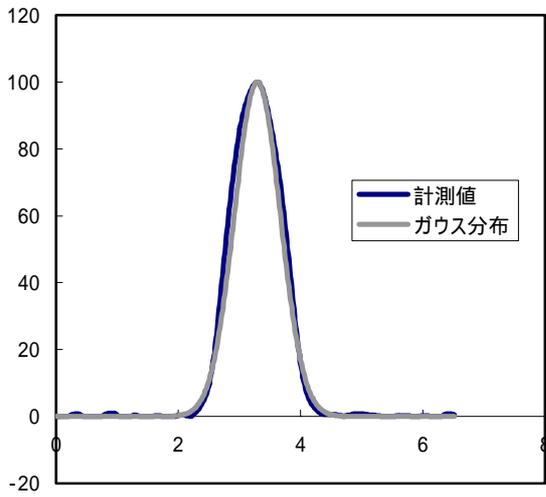
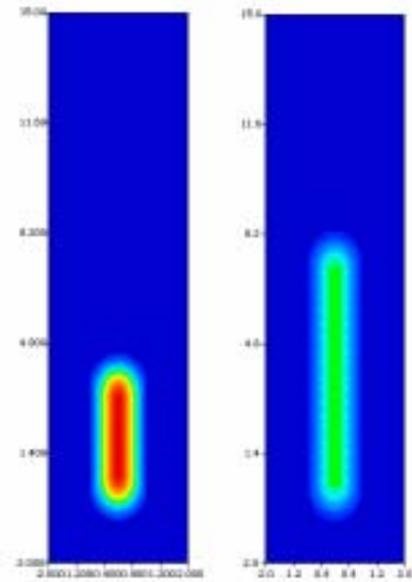


図2 計測したプロファイルとガウス分布の比較  
(光ファイバ先端から 3mm の位置)



a) 間隔 0.2mm    b) 間隔 0.4mm

図3 光量分布 (ファイバ 20 本)

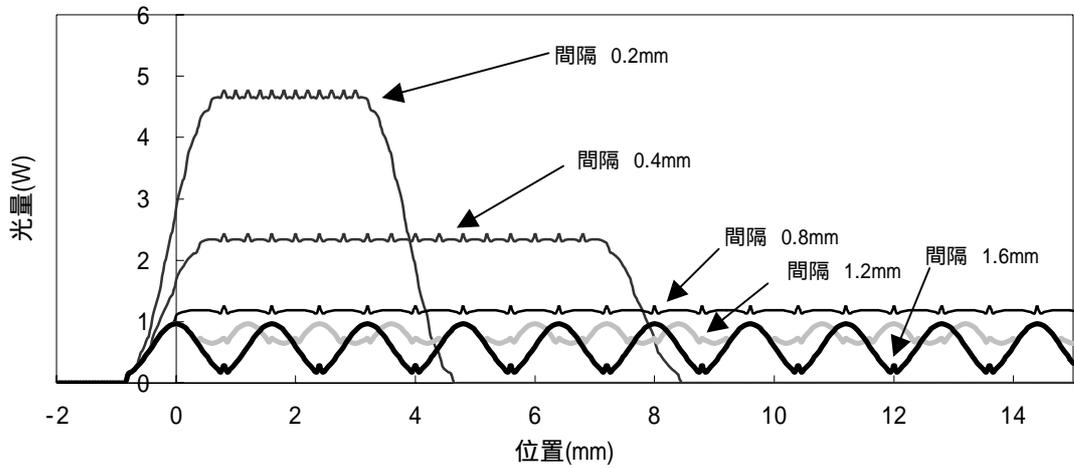


図4 光量分布 (中心断面)

## 2. 光学レンズを用いたビーム整形法

### 2 - 1 アキシコンレンズを用いたリング状ビームの整形

本研究では、同時溶着の応用事例として自動車部品の円筒形ノズル部品を想定している。この事例の場合、リング状に伝搬するビームが必要となる。そこで、アキシコンレンズと集光レンズを組み合わせた光学系により、収束しながらリング状に伝搬するビームに整形することとした(図5参照)。

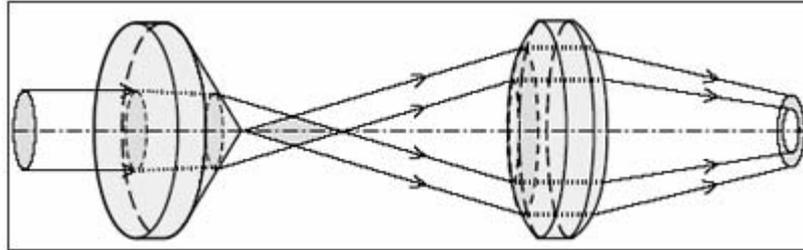


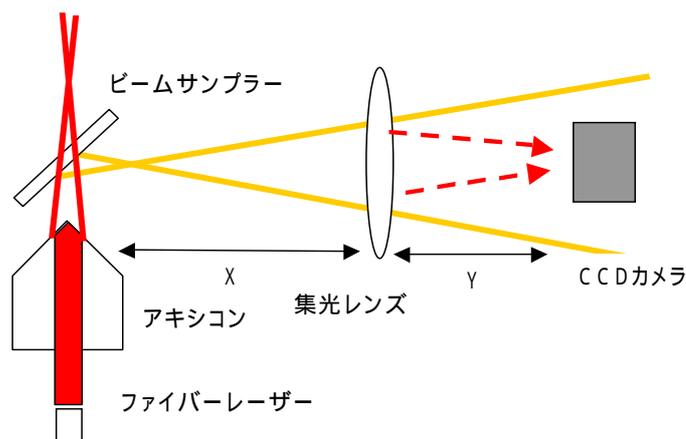
図5 アキシコンレンズによるリング状ビームの整形

### 2 - 2 光学系の評価

アキシコンレンズを使用した光学系の評価を行った。図6に示すように、100W ファイバーレーザー (IPG 社製) の光を、ビームサンプラーで1 / 10以下に減光して集光した後、CCDカメラで撮像した。

アキシコンレンズから集光レンズまでの距離を100mm、集光レンズから撮像位置までの距離を18mm~26mmに変えてビームのプロファイルを測定した結果を図7に示す。図8に示すようにリング状ビームの直径は、ほぼ真円に近く、測定する位置が遠ざかる程、小さくなることを確認できる。

図9には、リング状ビームの幅を計測した結果を示す。計測位置20mmの位置で最小になり、その前後で広がっていき太い幅のリング状ビームになる。ただし、CCDの画素サイズの制限から、計測位置20mmの幅は正確に計測できなかった。



項目	値
アキシコンレンズ	頂角 165 度
集光レンズ	焦点距離 35mm
アキシコンレンズから 集光レンズまでの距離(X)	100mm
集光レンズから CCDまでの距離(Y)	18mm ~ 26mm

図6 アキシコンレンズによるリング状ビームの整形

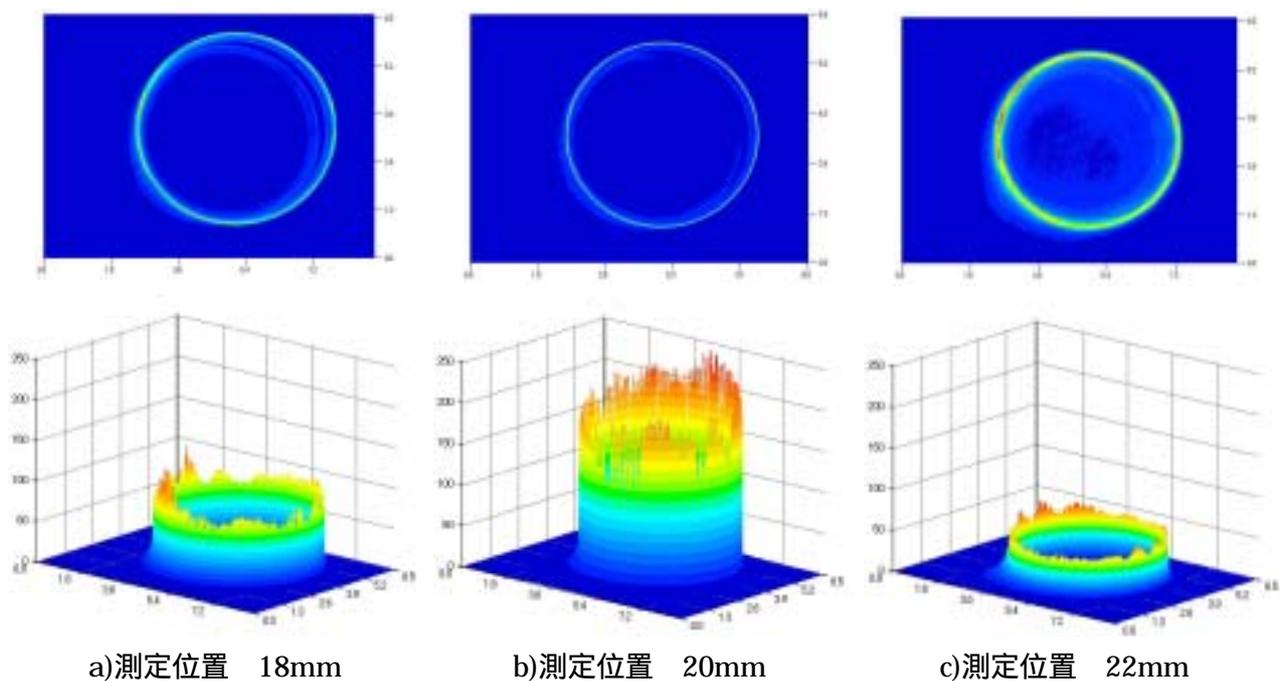


図7 撮像したリング状ビームのプロファイル

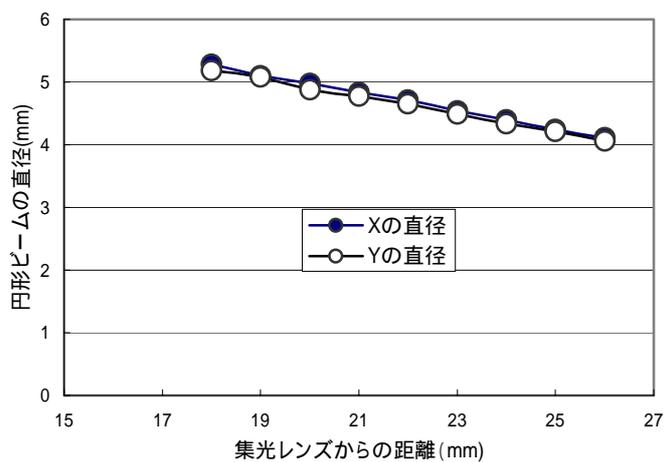


図8 リング状ビームの径

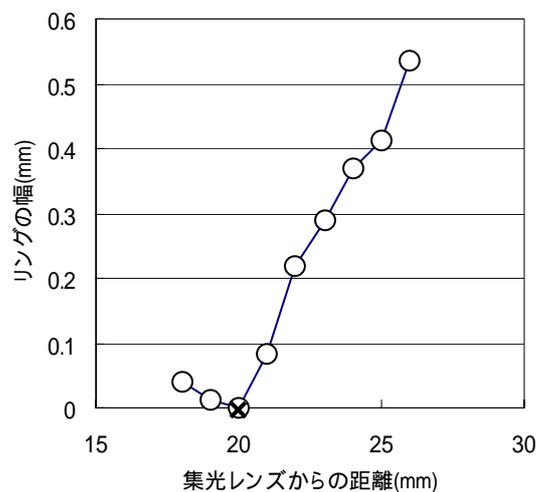


図9 リング状ビームの幅

### (3) 主な成果

具体的な成果内容：

ビームを整形する手法として光ファイバーバンドルを想定したシミュレーション、アキシコンレンズを使用した円筒形ビームの評価試験を行った。

### (4) 研究成果に関する評価

#### 1 国内外における水準との対比

レーザー樹脂溶着法への非走査型加工の適用については、研究報告例は皆無に近く、未開拓の分野である。非走査型加工の実現方法や、走査型加工との加工特性の違い等、研究すべき課題も多い。

#### 2 実用化に向けた波及効果

本研究では、液体噴射用ノズル（円筒形部品）の溶着加工への適用を検討している。本部品は、現在、振動溶着法で加工しているが、レーザーを使用した非走査型同時溶着法が応用されれば、加工時間は同程度のままに、バリ取り工程や検査工程が短縮できるため、大きなコストダウンに繋がると考えられる。

従来の振動溶着法による樹脂の溶着は、加工試料の形状の制限や、バリ等の発生が問題となっているため、非走査型同時溶着法の有効性が確認されれば、今後、樹脂部品加工業界に幅広く普及することが期待される。

### (5) 残された課題と対応方針について

現段階では、ビーム整形に評価に留まっているため、加工試験を行い、実用化可能性を検証したい。