

令和2年6月12日

東京都千代田区四番町5番地3
科学技術振興機構（JST）
Tel：03-5214-8404（広報課）
URL <http://www.jst.go.jp>

精密かつ高品質に樹脂を熱溶着する手法を開発 ～小型電子部品やマイクロ流路、フラットパネルなどの品質を向上～

ポイント

- 接合部の樹脂を熱で溶かして一体化する熱溶着は、小型部品への適用と接合品質の確保に難しさがあった。
- レーザーを熱源とし、同軸上に冷却用の放熱体（ヒートシンク）を部材に圧接配置することで部材表面と内部の過熱を避け、内部の接合面のみを溶融させることに成功した。
- 精密かつ高品質な熱溶着の手法として、幅広い電子デバイスの組み立てに貢献すると期待される。

JST（理事長 濱口 道成）は、研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）企業主導フェーズ NextEP-Aタイプの開発課題「ヒートシンク式レーザー溶着による電子デバイス精密接合装置」の開発結果を成功と認定しました。

この開発課題は、国土舘大学 工学部の佐藤 公俊 准教授（開発当時 電気通信大学産学官連携センター 特任准教授）らの研究成果をもとに、平成28年9月から令和元年12月にかけて株式会社清和光学製作所（代表取締役社長 岡崎 伊佐央、本社 東京都中野区、資本金 9900万円）に委託して、同社開発部が実用化開発を進めていたものです。

樹脂同士の貼り合わせや封止の方法として、接着剤を使う以外に接合面付近を溶かして接合する溶着があります。溶着の手法は従来、熱板・熱風溶着や超音波溶着などがありますが、接合面だけを精度良く加熱できず小さな部品に適用するのは困難でした。また、過熱による部材の焼けやガス化が問題となる製品については、その溶着品質の確保が課題でした。

清和光学製作所は、熱源としてレーザーを用いることで溶着を高精度化するとともに、放熱体（ヒートシンク）を配置して部材表面と内部の不必要な温度上昇を避け、接合面だけを溶融させる技術を開発しました。

今後、仕上がりの美しさや精度、信頼性が求められる精密デバイスの樹脂筐体、医療用マイクロチップ、液晶パネルなどの溶着組み立てに大きく貢献すると期待されます。

研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）は大学、公的研究機関などで生まれた研究成果を国民経済上重要な技術として実用化し社会に還元することを目指す技術移転支援プログラムです。企業主導フェーズでは、大学などの研究シーズを用いて企業などが行う、開発リスクを伴う規模の大きい開発を支援し、実用化を後押しします。

※A-STEP企業主導フェーズ（NextEP-Bタイプ/NextEP-Aタイプ）は、令和2年度より「A-STEP企業主体（マッチングファンド型/返済型）」として公募しています。

URL <https://www.jst.go.jp/a-step/>

<背景>

2枚の樹脂部材の接合部を溶かして貼り合わせる技術として、熱溶着や超音波溶着などがあります。熱溶着は外部の熱源から表側の樹脂部材を通して接合面を溶かし、超音波溶着は部材を振動させ接触部を摩擦熱で溶かします。これらの手法では微細な部分を高精度に溶着させることは難しく、また、過熱による表面の熱損傷やガス化が問題となる部材については、溶着の条件設定は難しく、特に小型部品への適用は困難でした。

その中で、新たな手法として大きなエネルギーを微細なスポットに絞り込めるレーザー光の利用が期待されています。しかし高エネルギー密度のレーザー、例えばCO₂レーザーのような波長の長い赤外線などを用いると、部材の照射面で急激に温度上昇が起こり、瞬間的に熔融からガス化に至り、部材表面が損傷してしまいます。一方で、現在普及し始めている半導体レーザーは、その波長が短いことから一般的な樹脂に対する透過率が高く、光吸収による発熱を抑えることができます。しかし、このレーザー光を透過させることで2部材の接合面を溶着するには、表側の樹脂に対して裏側の樹脂は光吸収率を高くしなければならず、接合面の両側で同じ樹脂を使用することは不可能でした（図1）。

<開発内容>

本開発では、レーザーを熱源とし、その出射口の先端箇所、光を透過する放熱体（ヒートシンク）を溶着部材の表面に接触させた状態で圧接することで、部材表面と内部の温度上昇を避け、接合部だけを確実に熔融させる新技術を実用化しました（図2）。

成果として、以下3種類の対象製品に対し、代表的な素材と形状を設定の上、必要とされる製品・製造仕様（溶着幅、精度、強度、加工時間）を満たす、計3種類の溶着機を完成させることができました。

- ・ 小型電子部品 レーザースポットのスキャンにより、端子などを避けながらPPS（ポリフェニレンサルファイド）^{注1)}材の異形状の外周を溶着する。
- ・ マイクロ流路 レーザースポットのスキャンにより、COP（シクロオレフィンポリマー）^{注2)}材の流路外周を焼けやガス化を起こすことなく高精度に溶着する（図3）。
- ・ フラットパネル レーザーの整形されたラインビームを順次照射することでPET（ポリエチレンテレフタレート）^{注3)}材の全周を封止する（図4）。

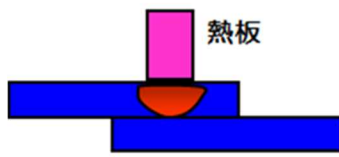
<期待される効果>

ヒートシンクにより樹脂を冷却することで、レーザーの吸収率が高いために発熱により溶着が困難とされていたオレフィン系樹脂やフッ素系樹脂同士の重ね合せ溶着も可能になりました。

開発した技術は、仕上がりの美しさや精度、信頼性を要求される精密デバイスの樹脂筐体、医療用マイクロチップ、液晶パネルなどの溶着組み立てに大きく貢献すると期待されます。

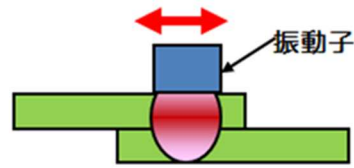
<参考図>

(1) 熱板・熱風溶着



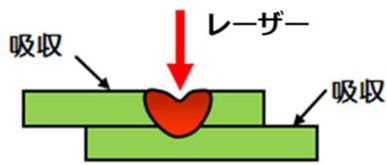
* 精密な溶着に不向き

(2) 超音波溶着



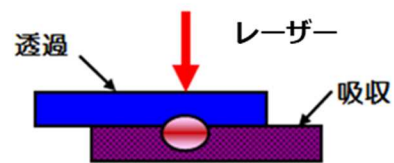
* 機械振動による破碎、軟素材不可

(3) レーザー溶着【吸収型】



* 表面に加熱損傷が発生

(4) レーザー溶着【透過型】



* レーザー吸収色素が必要

図1 従来の溶着技術比較

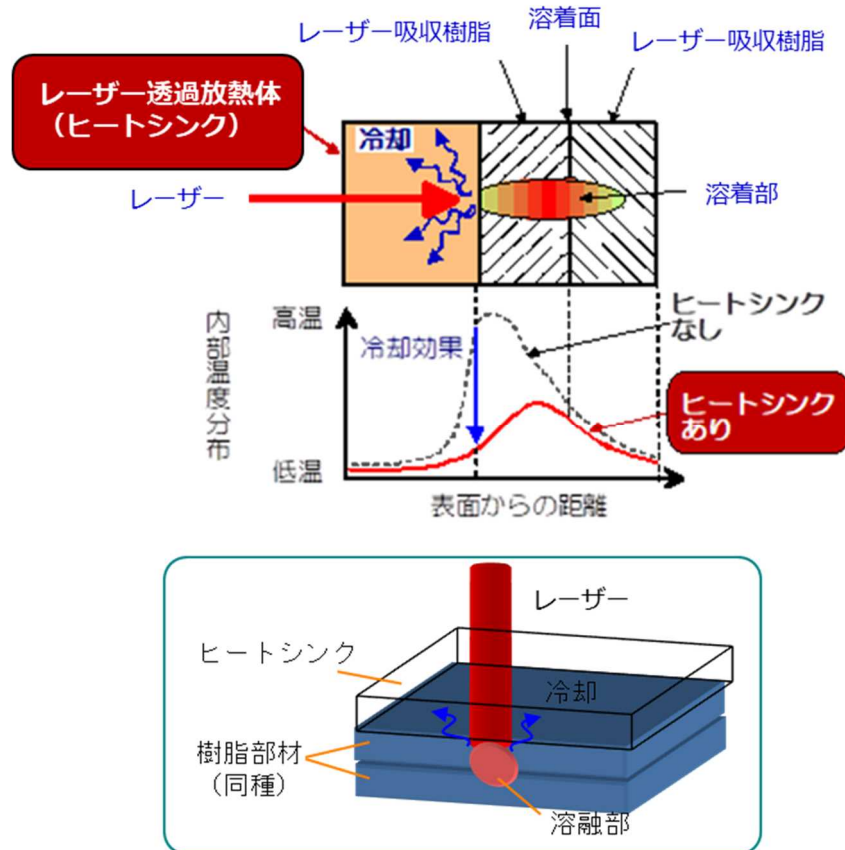


図2 ヒートシンク式レーザー樹脂溶着の原理

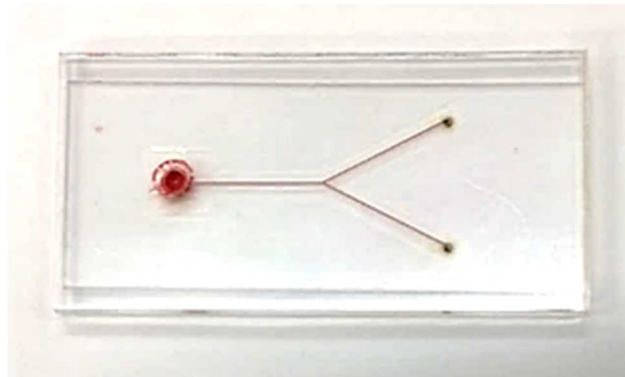


図3 マイクロ流路の溶着例（赤インクを注入して撮影）



図4 開発したフラットパネル用溶着機

<用語解説>

注1) PPS（ポリフェニレンサルファイド）

高耐熱性や高剛性などの特徴をもつ熱可塑性樹脂で、射出成型や繊維加工、フィルム成型などの材料として用いられる。

注2) COP（シクロオレフィンポリマー）

透明性が高く、吸水率の低い熱可塑性樹脂で、主に光学分野や医療分野で用いられる。

注3) PET（ポリエチレンテレフタレート）

各種フィルムやペットボトル、衣料用のフリースなどに用いられる熱可塑性樹脂。

<お問い合わせ先>

<開発内容に関すること>

齋藤 真人 (サイトウ マサト)

株式会社清和光学製作所 管理グループ

〒164-0013 東京都中野区弥生町4-12-17

Tel : 03-3383-6388 Fax : 03-3383-6606

E-mail : saitou[at]seiwaopt. co. jp

<JSTの事業に関すること>

沖代 美保 (オキシロ ミホ)

科学技術振興機構 産学共同開発部

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's五番町

Tel : 03-5214-8995 Fax : 03-5214-0017

E-mail : jitsuyoka[at]jst. go. jp