

自動車技術

2019 Vol.73

9

Journal of Society of Automotive Engineers of Japan



特集

環境と地球にやさしい最近のエンジン

Recently Developed ICE are Environmentally Friendly

リチウムイオン電池用銅箔 50 枚 のレーザー溶接に成功*

Laser Joining Technology of 50 Pieces of Copper Foil

西井 諒介¹⁾ 松永 啓伍²⁾
Ryosuke Nishii Keigo Matsunaga

1 緒言

リチウムイオン電池 (LiB) は、鉛電池やニッケル水素電池と比較して、高エネルギー密度、高出力、高寿命といった特徴をもつことから、携帯電話やノートパソコン、充電式の電動工具など幅広い製品のバッテリーとして使われている。リチウムイオン電池の用途の中でも、近年特に注目が集まっている製品として電気自動車 (EV) 向けのバッテリーがある。

図 1 に EV 用途として使われる積層ラミネート型 LiB の構造を示す。積層ラミネート型 LiB は、正極・負極の活物質と集電体、セパレータ、電解液からなっており、その構成要素の一つである集電体は、電気エネルギーを伝達する役目をもつ重要な材料の一つである。LiB の正極集電体にはアルミニウム箔 (Al)、負極集電体には銅箔 (Cu) が用いられ、既定の枚数重ねられた集電体は、電流を取り出すために電極と溶接される。

LiB の容量は重ねる電極の表面積によって決まるため、LiB の大容量化のためには集電体の薄膜化と高集積化が必要となる。その際に課題となるのが集電体の溶接である⁽¹⁾。集電体に用いられる金属箔は極めて薄く、多数の銅箔を安定して溶接することは非常に難しい。そこでわれわれは、ビームモード制御技術を用いた銅箔のレーザー溶接技術の開発に取り組んだ。本稿では、弊社のもつビームモード制御技術について簡単に述べた後、その技術を銅箔の 50 枚貫通溶接に適用した事例について説明する。

2 銅箔のレーザー溶接とビームモード制御技術

銅は波長 1,070 nm のレーザー光を吸収しづらい材料であり、ファイバレーザの開発まではレーザー加工することが非常に難しかった。ファイバレーザは、その高いビーム品質から実現する高いビーム密度により、これらの材料を加工することができる。しかし、レーザーを用いた銅箔の溶接では、レーザー光のパワーが高すぎると銅箔に破れや穴などの溶接欠陥が発生し、一方でレーザー光のパワーが低すぎると重ねた銅箔の最下層までレーザーが届かず、溶接プロセスが進まないという問題がある。

われわれは銅箔のレーザー溶接に関するこれらの問題を解決するために、古河電子株式会社と共同で開発したビームモード制御技術を適用した。ビームモード制御技術とは、特殊な光学素子を装着することにより、レーザーのプロファイル形状を任意に変更する技術のことである。図 2 (a) にビームモードを制御する前のプロファイルを示す。この技術を弊社のファイバレーザに適用することにより、

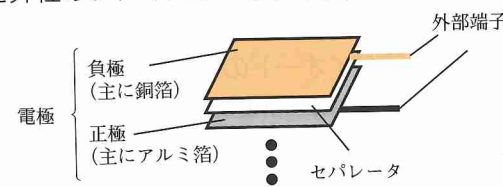


図 1 積層ラミネート型 LiB の構造

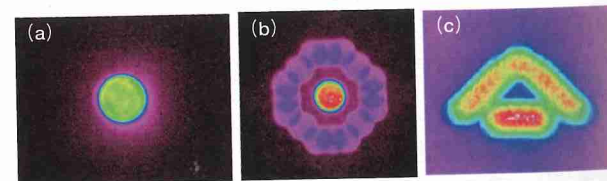


図 2 (a) ビームモード制御前のプロファイル、(b) (c) ビームモード制御後のプロファイルの例

* 2019年7月12日受付

1)・2) 古河電気工業(株) 情報通信ソリューション統括部門ファイナル製品事業部門産業レーザー技術部アプリケーション開発課 (290-8555 市原市八幡海岸通 6)

自動車技術

亜鉛めっき鋼板やアルミニウムなどの材料に関して、スパッタと呼ばれる溶融金属の飛散現象や、溶接部に発生する気孔 (ブローホール) などの溶接欠陥を抑制できることがわかっている⁽²⁾。そこで、われわれは銅箔溶接に適したビームモードを選択することによって、溶接欠陥のない安定したレーザー溶接ができるのではないかと考えた。

本章では、通常のレーザー加工であるビームモード制御技術を用いない場合の溶接と、ビームモード制御技術を用いた溶接の溶接結果の違いについて述べる。

2.1 ビームモード制御技術を用いない場合の溶接

まずは、ビームモードを制御せず、レーザーの出力や加工速度といった条件をパラメータとして銅箔の溶接を試みた。実験では、シングルモードファイバレーザ (当社製品: FEC1000S) を使用し、厚み 8 μm の電解銅箔 (当社製品: NC-WS) の加工を行った。図 3 に、ビームモード制御していないレーザーをある条件で照射した後の銅箔表面画像を示す。図 3 から、レーザーによって銅箔の表面に破れが発生し、安定して溶接できていないことがわかる。レーザーの出力や加工速度などの実験条件を変化させ、最適な溶接条件を探すのは非常に難しい。

2.2 ビームモード制御技術を用いた場合の溶接

次に、レーザーのビームモードをパラメータに追加し、銅箔の加工に最適なプロファイルを検討した。図 4 にビームモード制御したレーザーを照射した後の銅箔表面画像を示す。ビームモードを制御していない場合と比較して、破れや穴などがなく安定して溶接できている。また、図 4 の中央部の断面画像を図 5 に示す。図 5 から、溶接部の内部にもブローホールなどの溶接欠陥がなく一様に溶接できていることがわかる。

3 おわりに

本稿では、ビームモード制御技術により、レーザー溶接が難しいとされていた銅箔の重ね溶接が可能な

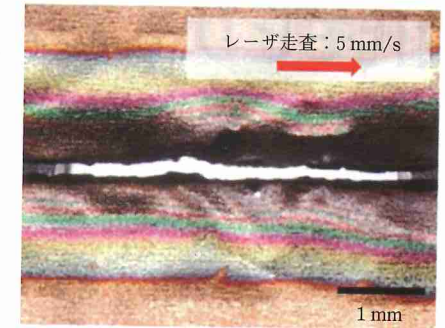


図 3 ビームモード制御技術を用いない場合の銅箔溶接表面

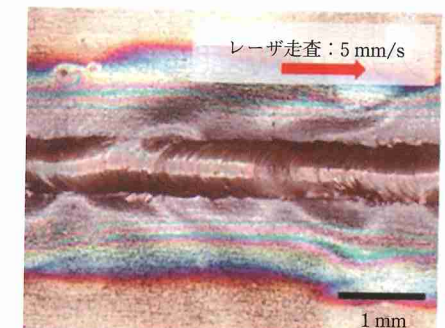


図 4 ビームモード制御技術を用いた場合の銅箔溶接表面

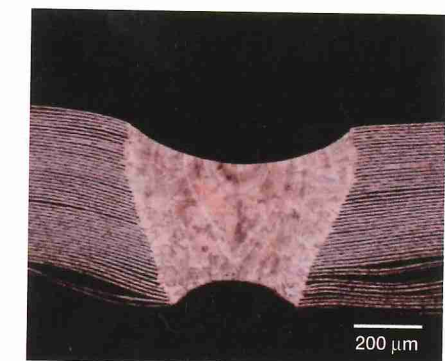


図 5 ビームモード制御技術を用いた場合の銅箔溶接断面

ことを報告した。この技術は銅箔のみならず、アルミ箔や鉄箔などのレーザー溶接技術にも広く応用できると考えている。今後もさらに開発を進め、レーザー加工のさらなる可能性を追求していきたい。

参考文献

- (1) 芦澤公一, 山本兼滋: Furukawa-Sky Revier 5, 1-6 (2014)
(2) 安岡知道ほか: 古河電工時報, 第 138 号 (2019)