

## 研究論文

## 積層したアルミ箔のレーザ溶接に関する研究

†徳永 剛\*, 渡部翔一\*\*, 桑野亮一\*\*\*

A study on Laser Welding of Laminated Aluminum Foils  
by

†Tsuyoshi TOKUNAGA\*, Shoichi WATABE\*\* and Ryouichi KUWANO\*\*\*

(Received Sep. 28, 2025; Accepted Oct. 12, 2025)

## Abstract

This study investigated the laser welding of laminated aluminum foils, which are widely used in lithium-ion batteries and aluminum electrolytic capacitors. Laminating allows size reduction but also introduces welding defects, where the foil near the melt zone separates after solidification. To clarify this issue, the correlation between laser-irradiated temperature and defect formation was examined. Temperature variations during pulsed laser irradiation were measured using a radiation thermometer. The results indicate that welding near the melting point of aluminum suppresses separation defects. However, due to the heat-resistant oxide layer on the foil surface, melting is hindered at these temperatures, leading to insufficient bonding and low tensile strength. When the oxide film was removed by polishing prior to welding, the tensile strength of the joint increased by approximately twofold, demonstrating that oxide removal is a key factor for achieving reliable welds in laminated aluminum foils.

**Keywords:** Laser welding, Laminated aluminum foil, Radiation thermometer, Emissivity

## 1. 緒言

携帯電子機器の普及やエネルギー源に電気を用いる自動車の増加でバッテリーやコンデンサなど蓄電機能を有する部品の需要は年々増加し、小型化高性能化が求められている。このような分野では電気化学的な特性から負極に銅や正極にアルミといった金属の箔が使われており、正極・セパレ

ータ・負極・セパレータの構造体をロール状に巻き取った巻型の構造に加え、これらを積層する構造もある。この積層型では電気を取り出す部分で同極の箔を集約して端子として電線に連結させる必要がある。短波長レーザの台頭で銅の溶接は一般的になってきたが<sup>1)2)</sup>、積層したアルミ箔を一体化する方法としては超音波<sup>3)</sup>や抵抗溶接<sup>4)</sup>による加工法が使われている。これらは溶接対象を挟んで結合させるので、接触状態や工具の管理を伴う。また、工具が接触する部分の面積が必要であるが、この領域は積層が一体となるので蓄電機能は得られず、小さな製品ではこの面積の割合が無視できない。レーザ溶接は溶融範囲を集光面積のサイズにできるので小さな製品には好適である。ただしアルミ材自体は溶融時と凝固時の体積の変化が大きく凝固割れを起こしやすいことや、ブローホールが残るなどの性質が明らかにされており<sup>5)</sup>、積層銅箔の溶接強度の1/5程度との報告<sup>6)</sup>もある。通常はレーザ照射にワブリングを併用するこ

令和7年9月28日受付

- \* 千葉工業大学：千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
TEL 047-478-0502  
tokunaga.tsuyoshi@p.chibakoudai.jp  
Department of Space, Semiconductor and Mechatronics Engineering, Chiba Institute of Technology: 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba 275-0016, Japan
- \*\* 株式会社アマダ：神奈川県伊勢原市石田 200  
Amada Co., Ltd.: 200, Ishida, Isehara-shi, Kanagawa 259-1196, Japan
- \*\*\* 広島工業大学：広島市佐伯区三宅 2-1-1  
Department of Mechanical Engineering and Informatics, Hiroshima Institute of Technology: 2 Chome-1-1 Miyake, Saeki Ward, Hiroshima 731-5143, Japan

†:連絡先/Corresponding author