

レーザー微細溶接による 高機能チタン製眼鏡フレームと医療機器の開発

研究者：片山 聖二 大阪大学 名誉教授

開発企業：堀川 馨 株式会社シャルマン 代表取締役会長

(推薦者：堀川 馨 株式会社シャルマン 代表取締役会長)



片山 聖二氏



堀川 馨氏

1. 技術の背景

福井県の地場産業である眼鏡フレーム産業は、高品質な眼鏡フレームとして世界中から高く評価されている。しかし、高付加価値製品の開発においては、既存の金属接合技術では設計自由度に制約があり、多くの課題を解決する必要があった。それを解決するため、レーザー微細溶接技術の研究開発に着手したが、この手法には入熱条件や材料の表面状態、治具とその支持方法など、わずかな差異により溶接不良が発生する課題があった。

本新技術は、レーザー溶接におけるプロセス現象の解明や溶接欠陥防止法について研究し、チタン材料における高品質なレーザー微細溶接の基盤技術の確立を進め、実生産における品質安定化を目指し確立された、レーザー微細溶接技術に関するものである。

2. 技術の概要

眼鏡は、人の顔にかける製品であることから、装用性と装飾性の両立が要求され、その溶接部には、理想的なフレーム形状を保つことができる強靱さとフレーム外観に影響する仕上がりの綺麗さが要求される。従来チタン製眼鏡フレームの溶接には、抵抗ろう付法が用いられていたが、次のような問題点があった（図1）。

- ① 直接接触する部品と電極の間に傷が生じてしまい、手磨き等による修正工程が発生し、装飾性を損なう原因となっていた。
- ② 高温に加熱するため部品への熱影響範囲が広く、部品強度の低下や新素材の超弾性特性を失い、眼鏡フレームとしての制約があった。
- ③ 接合する部品同士の体積が大きく異なる場合、熱バランスが保てないため、微細精密部品の溶接が非常に困難であった。

これらの問題点により、従来の接合法は眼鏡フレームの設計自由度を制約する原因となり、高付加価値製品を開発する阻害要因となっていた。

一方でレーザー溶接は、マイクロサイズのスポット径にレーザー光を集光できることから、他の溶接熱源に比べ高いパワー密度を実現し、精密微細溶接が可能である（図2）。また、非接触加工であることから、立体的な3次元形状においても溶接でき、産業用途においても効率的かつ高品質な溶接が可能な利点がある。しかし、この技術を眼鏡フレームの製造へ適用するには、2つの大きな課題があった。溶接外観と接合精度の問題である。レーザー微細溶接の特長である深溶込み溶接は、溶接欠陥であるスパッタ（熔融金属の飛散）が発生しやすく、溶接外観を大きく損ねてしまう。そこで、固体、液体、気体が混合する複雑かつ非常に高速な現象であるレーザー溶接プロセスと溶接欠陥の発生機構を解明し、レーザー出力を制御することにより、スパッタの発生を抑制した新しいレーザー溶接法を開発した（図3）。そして開発技術を基に、綺麗な溶接外観を実現しながら高強度に溶接する高品質なチタン製眼鏡フレームのレーザー微細溶接技術を確立した。もう1つの課題は、溶接精度の向上である。接続する部品の重なりが少なく、加熱する部分も極めて小さいために部品の保持には細心の注意が必要になり、従来の製造ラインでは対応が不可能であった。微細な溶接を実現するためには、部品同士の隙間を極力抑え、またレーザー照射狙い位置も高精度に管理

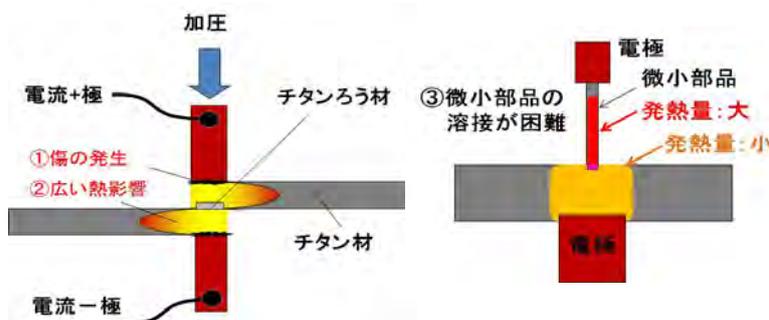


図1 従来技術の抵抗ろう付法の概要図と問題点

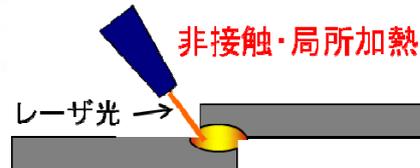


図2 レーザ溶接技術の特長

する必要があった。同社では、レーザ微細溶接用に新たに部品加工工程、溶接治具設計、溶接専用装置を開発し、従来溶接法よりも厳しい工程管理を行い、量産技術を確立した。

本レーザ微細溶接技術は、従来技術と比較し、次のような点で優れている。

- ① 非接触による加熱により、部品に傷を付けることなく溶接できるため、修正工程等を排除でき、高い装飾性を実現することを可能にした。
- ② マイクロサイズのレーザで局所加熱することにより、熱影響部を大幅に低減し、超弾性素材の特性を生かした溶接を可能にした（図4）。
- ③ 溶接部のみを直接加熱できるため、部品の体積差に影響なく微細精密部品等の溶接を可能にし、複雑かつ立体的なフレーム形状を実現した。

以上のことから、眼鏡フレームの設計自由度を向上させ、今までにない快適な装用性と装飾性の両方を兼ね備えた新規の高付加価値フレームの量産が可能になった。さらにレーザ微細溶接技術は、複数の異なった機能素材を高

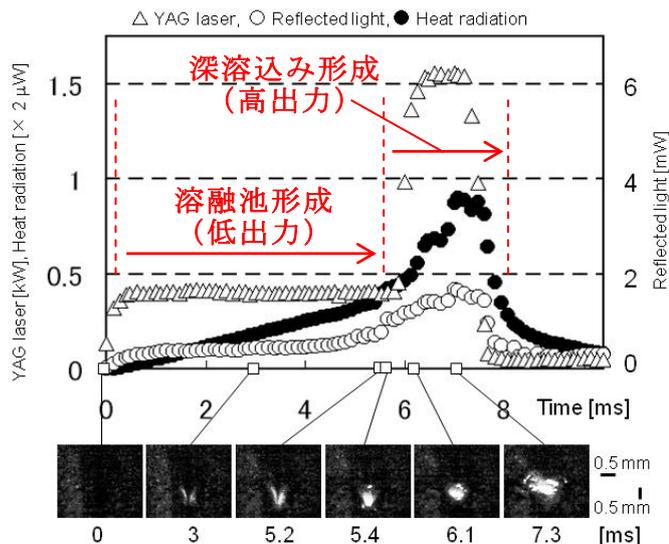


図3 スパッタ発生を抑制した新溶接法

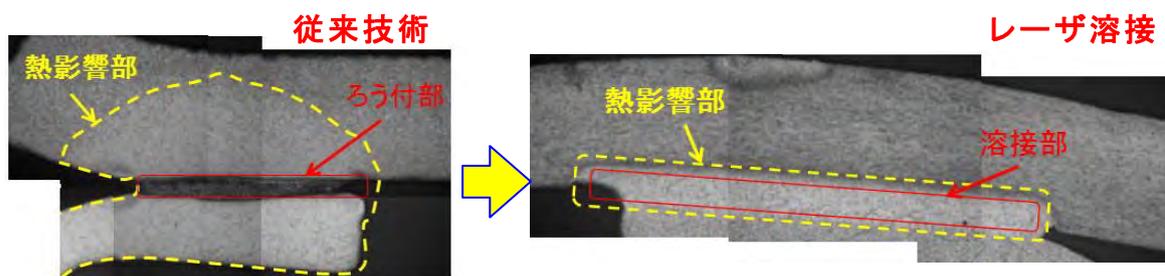


図4 従来溶接技術(左図)とレーザ溶接(右図)の溶接部の熱影響範囲の比較

品質に組み合わせることが可能であることから、新たに手術用医療器具の開発に展開し、従来にない高機能手術器具の製品化に成功した。

3. 効果

本新技術により、超弾性チタン合金のワイヤを用いた独自の構造を実現し、今までにない快適な装用性

と高い装飾性の両者を備えた新しい高付加価値眼鏡フレームの製品化に成功した（図5）。本商品では、頭部にか

かる締め付け力を低減することにより、長時間の装用においても、使用者が疲れることなく、快適な「視生活」を送ることを可能にしている。

医療機器分野では、複数の異素材を適材適所に使用することで、機能性の高い手術器具の開発に成功している。例えば眼科用の持針器では、針を保持する先端部には強度が高い高硬度特殊チタン合金を採用し、持ち手部分は加工性に優れた純チタンを使い、操作時において滑らないように表面に微細加工を施している。後端部は低ヤング率で高強度なチタン合金用い、使用時の開閉作業の負担を減らしながら、レスポンスを向上し、術者がより快適かつ正確に器具操作を可能にした商品を開発した（図6）。これは本新技術による溶接がなければ生産することが出来ないものである。本商品は、手術時間の短縮を可能とし、患者の肉体的負担の軽減に寄与している。

本新技術は、精密な溶接を必要とする「ものづくり」としての発展性も高いことから、眼鏡フレームや医療機器以外の様々な分野での応用と貢献が期待できる。また、地方の産業や経済の活性化の実例としても評価できる。

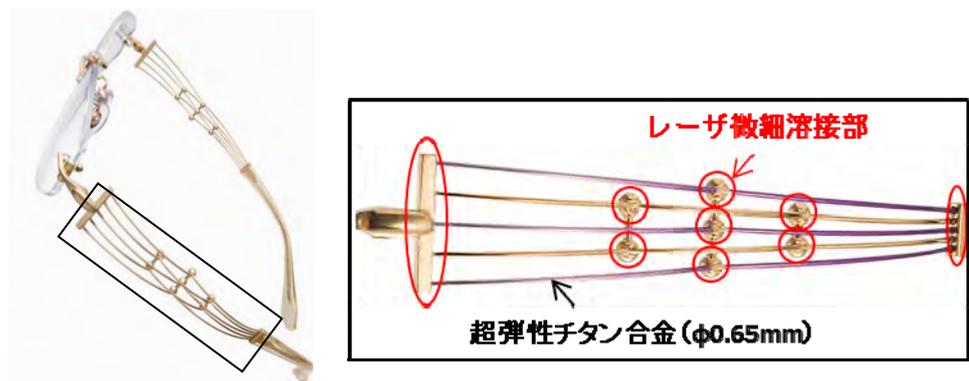


図5 レーザ微細溶接により商品化された眼鏡フレーム

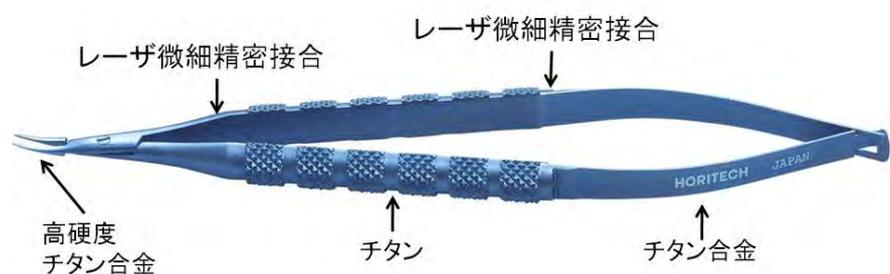


図6 開発した眼科手術用医療機器（持針器）