

2014年4月8日

—平成26年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
科学技術賞 開発部門 受賞—

平素は格別のご高配を賜り、厚く御礼申し上げます。

記

今般、国立大学法人大阪大学(総長 平野 俊夫)の推薦を受け、株式会社シャルマン(代表取締役社長 宮地正雄)の技術者グループは「平成26年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰において 科学技術賞(開発部門)」を受賞しました。本賞は「科学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者について、その功績を讃えることにより、科学技術に携わる者の意欲の向上を図り、もって我が国の科学技術水準の向上に寄与することを目的とするもの」で、当社社員のほか、大阪大学接合科学研究所 所長 片山聖二氏、同 准教授 川人洋介氏などを含めた計5名のグループでの受賞となりました。

■受賞した成果の内容

眼鏡フレームの製造工程で、従来接合法の問題点であった接合痕、過熱による素材強度の低下、表面品質等を、微細精密レーザー溶接技術を利用することでそれらの課題を解決し、同時に眼鏡フレームの、これまで不可能とされてきたデザインや機能性の自由度を向上させた。この量産技術の開発に当たっては、眼鏡枠の要求品質に適合した溶接強度と溶接外観を両立するための加工条件の探索や、溶接する部品形状に合わせた最適光学系を開発し、レーザー溶接の基盤技術構築を行った。さらにレーザー溶接の実用化を目指し、安定生産を行うための強度影響因子を品質工学に基づいて分析し、品質を保証するための生産技術を確立した。また、溶接欠陥を未然に防ぐための加工モニタリング技術を導入し、眼鏡枠専用の微細精密レーザー溶接技術の高度化に成功した。

また同社は、長年眼鏡業界で培ってきたチタンの精密加工技術と本レーザー溶接技術を高度に利用し、医療機器分野への新事業に参入した。

■受賞メンバー

筆頭者(リーダー)

氏名:岩堀 一夫(いわほり かずお)

株式会社シャルマン 取締役 専務執行役員(グループ製造統括)

グループのメンバーリスト:

(1)氏名:片山 聖二(かたやま せいじ)

所属・役職等:大阪大学接合科学研究所・所長

(2)氏名:川人 洋介(かわひと ようすけ)

所属・役職等:大阪大学接合科学研究所・准教授

(3)氏名:中村 浩(なかむら ひろし)

所属・役職等:株式会社シャルマン 生産技術部 技術開発課 マネージャー

(4)氏名:強力 真一(ごうりき しんいち)

所属・役職等:福井県工業技術センター・企画支援室 室長

なお、授賞式は、

平成26年4月15日(火) 12時10分～

「文部科学省 3F 講堂」(東京都千代田区霞が関3-2-2)

にて行われる。

詳細内容

眼鏡は、人の顔にかける商品で、**安全性と装飾性**が要求される。故意に、溶接部には、脱着時の変形に耐える丈夫さを確保するための高い強度に加え、外観を綺麗に仕上げることが求められる。従来チタン製眼鏡枠の溶接には、抵抗ろう付法が用いられており、電極の接触による**部品表面の損傷**、ろう付部周辺の幅広い熱影響部形成による**強度の低下**等の解決すべき課題があった。微細精密レーザー溶接は、**高密度な光エネルギー**により**非接触かつ局所**で**入熱**できるので、熱影響を抑えた**微細精密部品の高品質溶接**が可能となることが期待され(図 1 参照)、実用化開発を行った。

本開発は、**眼鏡枠**の要求品質に適合した**溶接強度と溶接外観**を両立するレーザー出力条件や、溶接する部品形状に合わせた最適光学系を開発し、**レーザー溶接の基盤技術構築**を行った。さらに、レーザー溶接の実用化を目指し**安定生産**を行うため、溶接強度に影響する因子 11 項目を選択し、品質工学に基づいて各因子の影響度を評価して、溶接強度を保証できる生産技術確立した。また、溶接欠陥を未然に防げる画像処理を用いたモニタリング技術を導入して品質保証し、**眼鏡枠専用の微細精密レーザー溶接**として**技術の高度化**を行った。

本レーザー溶接技術は、従来技術と比較し、次のような点で優れる。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、**従来の溶接工程数より 4 割程度削減**することを可能にした。②マイクロサイズのレーザー照射径で**局所加熱**することにより、**従来の熱影響部より 88 %程度減少**させることで、ニッケルフリーの超弾性チタン合金等の**新素材特性**を損なわずに**溶接を可能**にした。③溶接部のみを非接触直接加熱できるため、抵抗発熱と違い部品体積差に影響なく微細精密部品等の様々な形状の溶接ができ、**眼鏡枠のデザインや機能性の自由度が向上**した。本開発は、福井県工業技術センターの事業化支援により、大阪大学が有するシーズ技術を、眼鏡枠産地の技術者が直接指導を受けることで、人材育成とともに、福井県の地場産業が国際競争に勝ち抜く、技術発展に大きく貢献した。

本レーザー溶接技術の成果の一例を示す。商品化されたチタン製眼鏡枠「ラインアート」は、5本のワイヤ状の極細(直径 $\phi 0.65$ mm)の新素材(ニッケルフリーの超弾性チタン合金)を使ったテンプル(眼鏡のつるの部分)をレーザー溶接しており、軽さと安定感のあるホールド性から「**奇跡のかけ心地**」を実現し、**付加価値**としている(図 2 参照)。事実、国内はもとより海外からも高い評価を受けている。さらに、長年眼鏡業界で培ってきたチタンの精密加工技術と本レーザー溶接技術を高度に利用し、新たに**医療分野への事業参入**を開始した。(図 3 参照)。医療分野への参入は、チタンの精密加工の集積地である産地からも**地域活性化の起爆剤**として多いに期待されている。

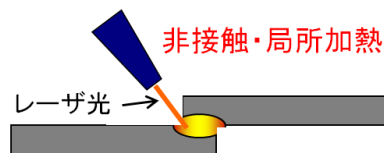


図 1 レーザ溶接の特長

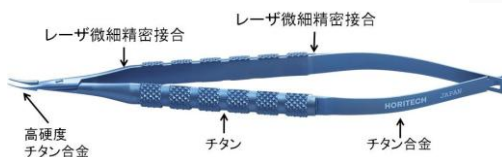


図 3 開発した眼科手術用の医療機器

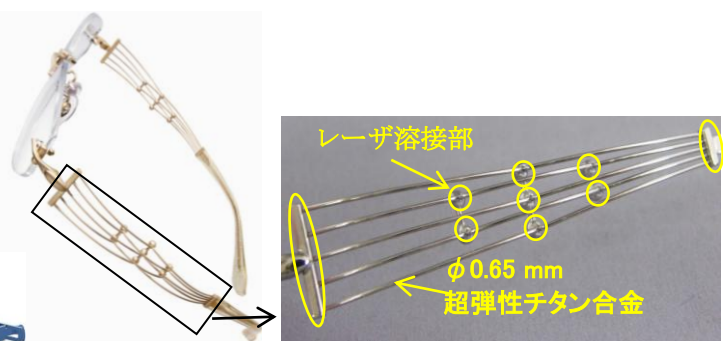


図 2 微細精密レーザー溶接により商品化した「ラインアート」とレーザー溶接部の写真

従来技術の内容

チタン製の眼鏡枠には、従来、**接触加熱**の簡便な接合方法である抵抗ろう付法が使用された。抵抗ろう付法は、溶接する金属同士間にろう材を挟み、電極により一定の圧力をかけながら電流を流し、被溶接物の抵抗加熱を利用し、ろう材を溶かして溶接する方法である。図 4 に抵抗ろう付法の概要図を示す。高い溶接強度を得るため、ろう材はチタンを主成分とした高融点(約 1200 K)のチタンろう材を使用しており、ろう付時には **1200 K を超える温度**が部品にかかっている。抵抗ろう付法には、眼鏡枠において次のような問題点があった。①直接接触する部品と電極の間で傷が全数生じてしまい、手磨きによる**修正工程**の発生と**装飾性を損なっている**(図 4 と図 5 参照)。また生産するに従い、電極部品の酸化や形状変化による劣化が発生し、加熱状態のばらつきにつながり、**安定した溶接品質が保てなくなる**。②高温に加熱しろう材を溶かすため部品への熱影響範囲が広く(図 4 と図 6 参照)、鍛造加工により強化された**部品強度の低下**や熱処理により最適化された結晶粒径の粗大化で**新素材の超弾性特性を失い**(図 7 参照)、**眼鏡枠として採用できなかった**。③抵抗発熱は電流密度(電流量/断面積)の二乗に比例し発熱するため、ろう付する部品の大きさが異なる場合、部品同士の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**(図 4 参照)。これらの問題点により、従来溶接法では眼鏡枠のデザインと機能性を制約する原因となり、新しいデザインや高機能な商品を**開発する阻害要因**となっていた。また傷や熱変形を修正する工程が溶接工程の 4 割程度を占め、**製造コストの増加**や**品質の低下**の問題があった。

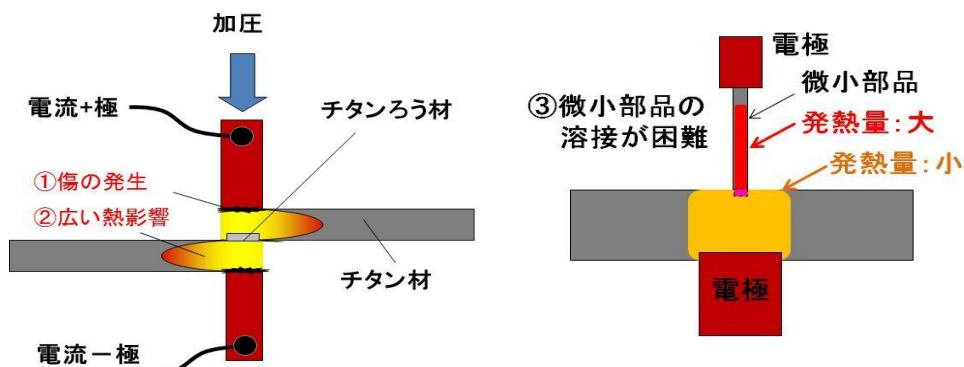


図 4 従来技術の抵抗ろう付法の概要図と問



図 5 抵抗ろう付により発生した部品の傷

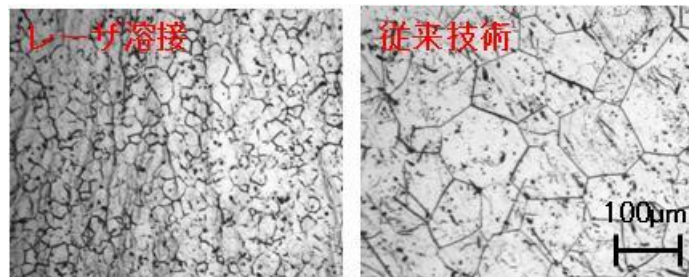


図 7 新素材の最適化されたマイクロ組織 (左図) および過熱により結晶粒径が粗大化したマイクロ組織

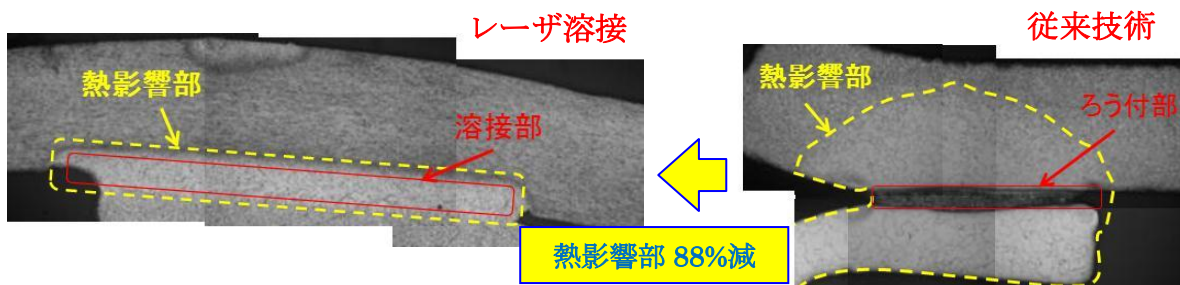


図 6 レーザ溶接 (左図) と従来技術 (右図) の溶接部の熱影響範囲の比較 (溶接付近の金属断面光学組織写真)