

特集 電装品における薄板・小型部品の溶接*

Welding of Thin Sheets and Small Sized Parts in Automobile Parts

漆 崎 守

Mamoru URUSHIZAKI

Miniaturization and the thinning of walls of automobile parts are being implemented to reduce the cost, size and weight of parts.

To meet these requirements, new part welding technology that is highly accurate and cost effective is required.

This paper describes an example of automatic laser welding to join miniaturized and thin-walled parts with a high degree of accuracy and flexibility, as well as some examples of welding methods to join passivated conductors and bare conductors.

Key words : Thin sheet, Small size part, Automobile part

1. まえがき

最近の自動車においては、(1)地球環境への影響を考慮した排出ガスのクリーン化および燃費向上、(2)安全性のより一層の向上が要求されており、これに伴い自動車部品である電装品にも小型軽量化・信頼性向上・コストダウンが強く望まれている。溶接部に対しても高機能材料適用による薄板化、溶接継手小型化および高信頼性が求められている。

溶接加工は目的別に強度目的、気密目的および回路接続目的に大きく分けられる。強度目的、気密目的には近年、接触にて微細加工が可能なレーザー溶接が多く用いられている。ガソリン気密が必要なインジェクタ等にて部品の小型・軽量化に大きく寄与している。

また、回路接合の分野においては小型化に伴う使用環境の高温化と、脱鉛化要求により、はんだ付けに代わる小型・高精度・高信頼溶接が求められている。レーザー溶接法は非接触加工である特徴を生かし適用展開されているが、適用材料および継手制約も多く、現時点では限定された範囲での適用となっている。

これに対し、抗溶接法では適用対象材料が広く、継手精度許容度が大きいという特徴があり、プロセスが比較的容易に検出できインプロセス制御も可能となっている。

本稿では、自動車部品における薄板・小型部品の溶接動向を実施事例を用いて述べる。

2. 小型・薄板化および高速自動化、フレキシブル性によるレーザー溶接の適用事例

自動車部品は比較的多量・多品種の生産が要求される。また、自動にて多品種対応が可能であることが要

求される。レーザー加工はこの要求に応えうる加工法であり以下に事例を示す。

2.1 オルタネータステータコア溶接の事例

1982年より流動を開始したオルタネータコアでは外径が異なる3種類の部品を数百個単位のロットで自動的に切り替え流動している。製品の概要をFig. 1に、加工部の概要をFig. 2に示す。

ヘリカル（スパイラル）に巻かれたコアシートを治具にて位置決め加圧し6パスのレーザー溶接を実施して

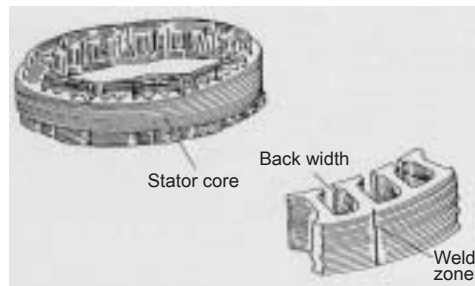


Fig. 1 Stator core

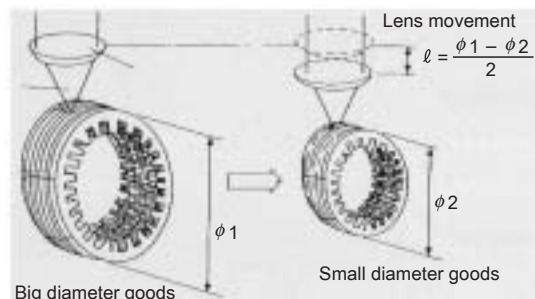


Fig. 2 Welding process

*2006年8月3日 原稿受理

いる。レーザは高速軸流タイプの1kW出力のCO₂レーザが2台/ライン使用されている。6秒に1台生産が可能な全自動機であり、機種（外径）変更はレンズ位置変動にて対応する。

2.2 エアコン用電磁クラッチプリー溶接の事例

フレキシブルレーザ溶接事例の展開として1986年よりエアコン用電磁クラッチのプリーとロータの溶接に5kWCO₂レーザ溶接機を採用している。これはエンジンプリーとの取り付け位置関係をこのプリーのみの変異にて対応しようとするものである。これにより電磁クラッチ本体は共通化可能となる。プリーは溝数および外径等の変化により約300種類のバリエーションがあり数十個単位のロットにて切り替え流動を実施している。なお、従来は電子ビーム溶接、アーク溶接にて実施していた。大気中加工となり加工時間の短縮とフレキシビリティ性が大幅に向上している。製品と加工部の概要をFig. 3に、加工部の概要写真をFig. 4に示す。

2.3 インジェクタの溶接事例

インジェクタの機能は、(1)燃料を精度良く噴霧する (2)燃料を微粒化し燃焼効率を向上させる (3)燃料を確実にシールすることにある。このため構成部品は



Fig. 3 Magnet clutch

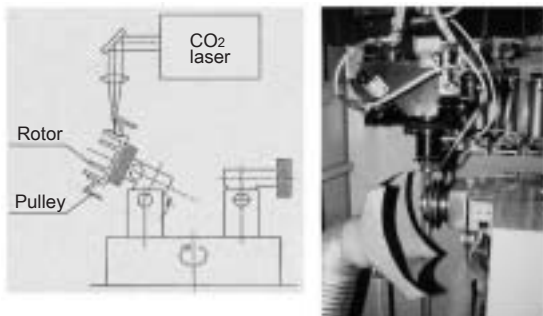


Fig. 4 Welding system

高い精度が要求され、溶接する場合には低熱歪みでスパッタ等の異物発生がないことが要求される。また、燃料シール機能が要求され、燃料漏れが生じた場合には火災事故の危険性がある。このため、従来はFig. 5に示す「Oリングかしめ」構造が採用されていた。これに対し、Fig. 6に示すような溶接インジェクタ構造を開発し、燃料シール部を含め▲印の7箇所溶接により部品が高精度に組み付けられている。

2.3.1 インジェクタボデー部品の溶接事例

コネクタ部品は3部品から構成される。この部品は磁気回路を構成するために中央のリング材質は非磁性のオーステナイト系ステンレス、他は磁性材であるフェライト系ステンレスとなっている。Fig. 7はコネクタ部品の溶接模式図であり、レーザの2分岐同時溶接により溶接による倒れ変形を防止している。これにより、溶接後の仕上げ加工が不要となる。Fig. 8に単光溶接と同時2分光による溶接歪みの低減効果を示す。

2.3.2 電磁弁用高炭素ステンレス鋼の溶接事例

各種電磁弁部品には耐摩耗性が要求され高硬度の高

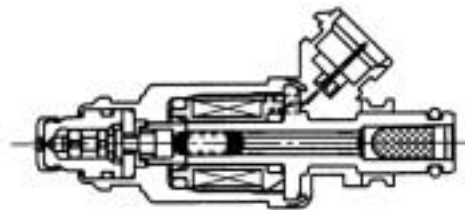


Fig. 5 Stake type injection

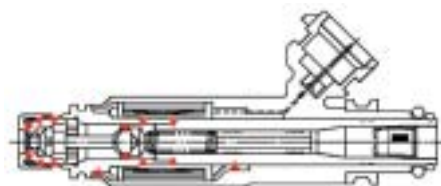


Fig. 6 Weld type injection

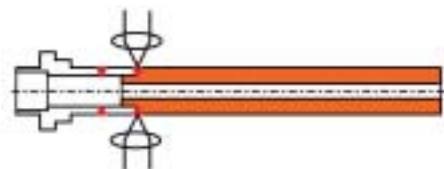


Fig. 7 Connector weld

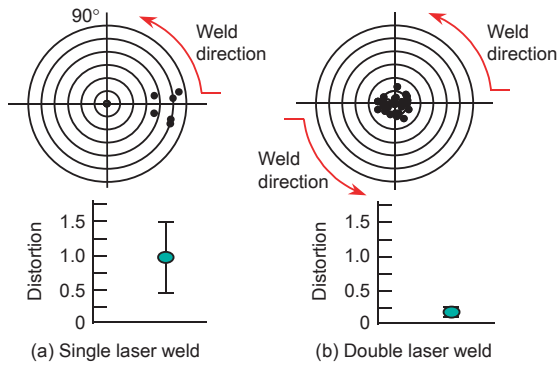


Fig. 8 Weld distortion

炭素鋼ステンレス鋼が使用される。この材料は溶接割れの危険がともなうため、従来の製品では接合法として「かしめ」が採用されていた。ただし小型化および接合コスト低減に限界があり、レーザ溶接法での実現化を検討した。

電磁弁の溶接概要をFig. 9に示す。具体的な実現方法として、溶融形状をFig. 10(a)に示す従来品ワインカップ形状から開発品の(b)タンブラ形状とすること

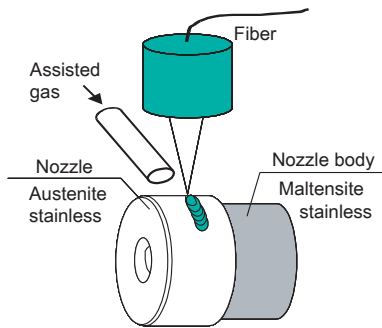


Fig. 9 Electromagnetic valve weld

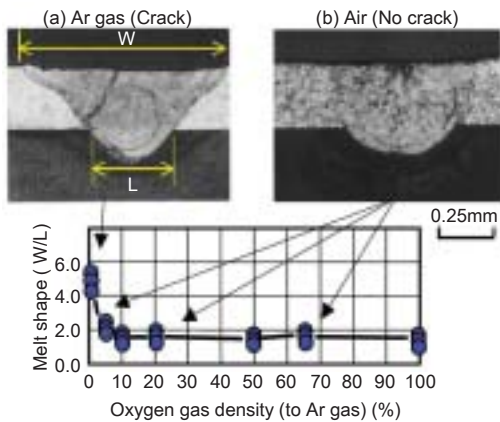


Fig. 10 Melt shape by assisted gas

により最終溶融凝固部に発生する収縮応力を大幅に低減可能としている。タンブラ形状実現には溶融時の溶融金属の対流に着目し、アシストガスの効果を確認した。Ar中に酸素O₂を加えたときの溶融部形状の変化状態を示す。結果として、大気中で溶接を実施によりタンブラ形状が実現することを確認した。

3. 回路接合における溶接

自動車用の電装部品は各種センサ、アクチュエータ、ECU（電子制御装置）などで構成されている。各部品間には電気的接続があり、脱はんだによる溶接化の要求が強くなっている。Fig. 11に自動車用電装品における被膜線の各種回路接合方法とその特徴を、Fig. 12に被膜無しリードの各種回路接合方法とその特徴を示す。

回路接合における抵抗溶接の事例を被膜電線および皮膜無しリードに分けて以下に示す。

3.1 銅リードのレーザ溶接事例

電子回路の結線の代表例としてFig. 13に示すHICの

Weld method	Outline	Down size	Quality	Auto matic	Cost	
Coated wire direct weld method	Fusing	Committer	◎	△	○	△
	Terminal		○	◎	◎	◎
		Three electrode		◎	△	○
Removed coat wire weld	Spot weld		◎	△	△	△
	Hot staking		○	◎	○	△

Fig. 11 Coated wire circuit weld method and characteristic

Weld method		Outline	Down size	Quality	Auto matic	Cost
Removed coat wire weld method	Projection weld Cross read		○	◎	◎	◎
	Projection weld Corn type		○	○	◎	◎
	Hot staking		△	◎	○	○
	Spot weld		○	△	◎	○
	Resistance braising Braise		◎	○	△	△
Laser weld		◎	△	○	△	

Fig. 12 Removed coat wire weld method and characteristics



Fig. 13 HIC

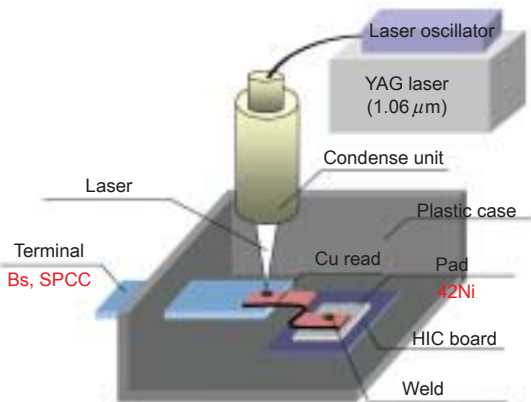


Fig. 14 Read weld

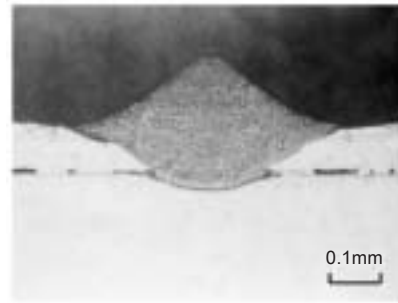


Fig. 15 Read weld cross section

樹脂ケースターミナルと内部回路とのリード結線がある。樹脂の冷熱による変形応力を吸収するため銅のリードを用い、レーザ溶接によりFig. 14に示す自動結線をしている。上部の銅リードの溶融性を改善するため表面にレーザ吸収の良いSnめっきを施している。ターミナル材料は黄銅のためレーザの吸収が良く、黄銅中の垂鉛が蒸発し溶融池が爆発しスパッタが発生し良好な溶接が困難である。そこでターミナルの間に熱伝導を鈍くするNiめっきを施している。Fig. 15にリード溶接部の断面写真を示す。

3.2 被膜電線の抵抗溶接事例

自動車部品のアクチュエータは電磁力により動作する。電磁力を発生するための巻き線コイルは被膜電線を用いており、耐熱細線化の方向にある。この被膜電線の端末接合技術としてはFig. 16に示すように被膜電線の線径および被膜の種類により(1)直接はんだ付法(2)被膜除去はんだ付法(3)抵抗溶接法の一つであるヒュージング法がある。ここで、ヒュージング法とは通電加熱による被膜除去・熱かしめ法である。Fig. 17に線径50 μmのポリアミドイミド被膜銅細線のヒュージング断面を示す。

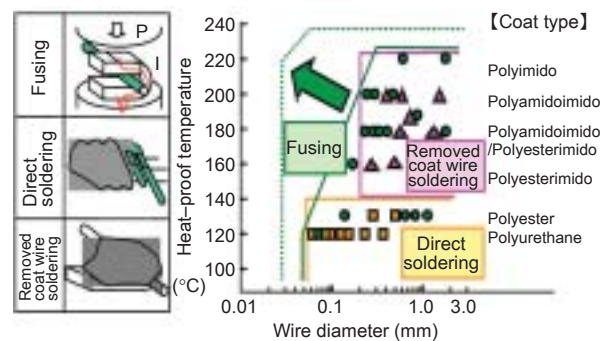


Fig. 16 Coated wire weld method

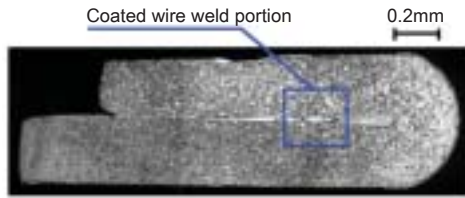


Fig. 17 Fine coated wire fusing cross section

3.3 被膜電線の直接抵抗溶接事例

特殊な溶接法として、Fig. 18に示す被膜電線を直接抵抗溶接する3電極抵抗溶接法がある。通電初期は上部電極と中間電極間の加熱電流 I_h により中間電極が加熱され、熱伝導により被膜電線の被膜が軟化され、加圧により変形排出される。さらに、通電後期では被膜電線に接合電流 I_w が流れ被膜線自体が自己発熱され接合される加工法である。Fig. 19に接合部の断面写真を示す。

3.4 リードの抵抗溶接事例

Fig. 20に示すようにECUでは、ノイズ対策等としてチョーク・コイル、コンデンサ等の外付け電気部品を接合する必要がある。Fig. 21にプレス・ターミナルと電気部品リードを直角に交差させ、交差面全体を抵抗溶接するプロジェクション溶接の一種であるクロスリード溶接法の概要を示す。一定幅のターミナルと一定線径のリードをクロスさせることにより接合面積を一定に維持し接合品質を安定させる方法である。

Fig. 22に接合断面写真を示す。

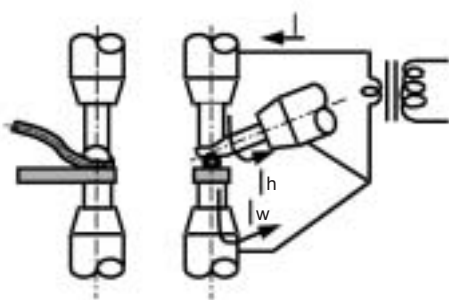


Fig. 18 Three electrode weld



Fig. 19 Wire weld cross section

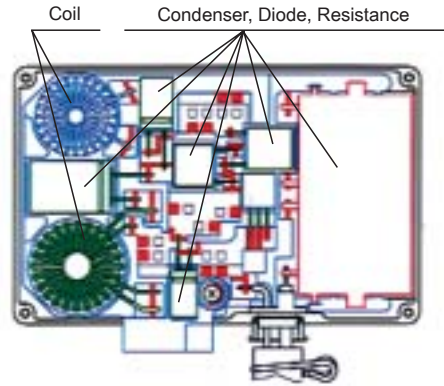


Fig. 20 HIC part view

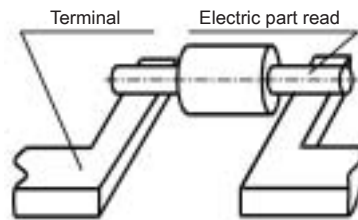


Fig. 21 Electric part read weld

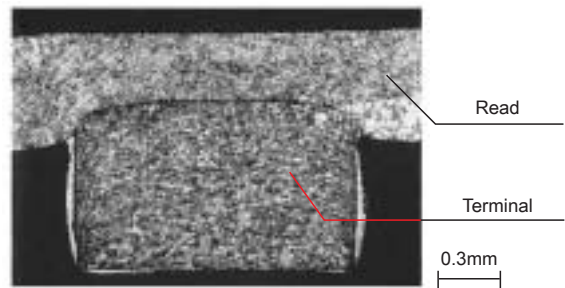


Fig. 22 Weld cross section

4. おわりに

自動車部品において製品の小型・高精度化、高信頼性要求および大幅なコスト低減の要求に対応するには今回述べた抵抗溶接法においてもさらなる技術向上が必要となる。また、今後はレーザー等による非接触の接合が適用範囲を広げていくものと思われる。しかし、安定的にレーザー溶接するためにレーザー発熱の安定化、継手精度の許容度アップ等を検討すべきである。



<著 者>



漆崎 守
(うるしぎき まもる)
材料技術部
生産技術の開発支援に従事