

Produktion

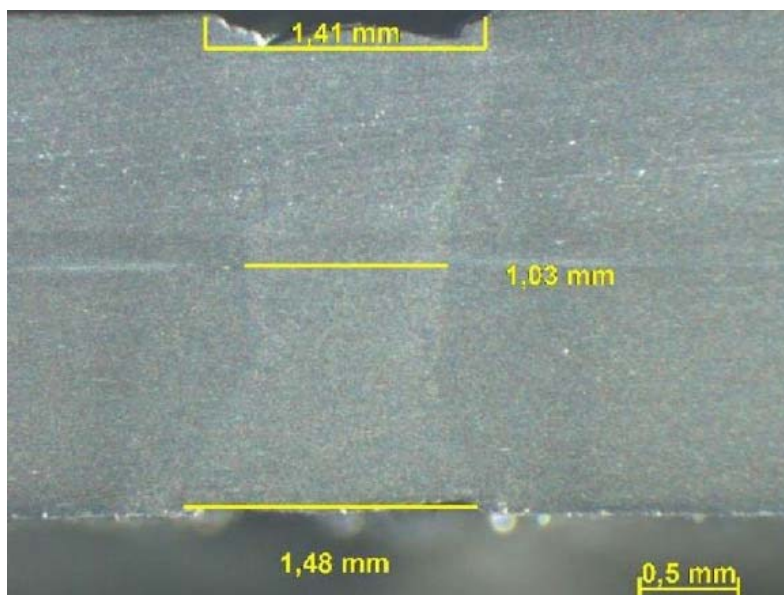
Technik und Wirtschaft für die deutsche Industrie

Metallbearbeitung

Beste Schweißergebnisse durch innovative Faserlaser

Jarno Kangastupa, Coherent am 07. September 2018 um 11:45 Uhr

Faserlaser werden bereits seit einem Jahrzehnt beim Schweißen und Schneiden von Metallen eingesetzt. Um Leistungen hinsichtlich Ergebnisqualität und Kosteneffizienz zu verbessern werden weitere Anstrengungen unternommen. Ein neuer innovativer Faserlaser soll diese Anforderungen erfüllen.



Der FL-ARM-Laser erzeugt eine Schweißnaht von ausgezeichneter Gleichmäßigkeit und ohne Porosität. - Bild: Coherent

In der Vergangenheit war das spaltfreie Überlappschweißen von verzinktem Stahl, wie es häufig in der Automobilindustrie und anderen Branchen verwendet wird, eine Herausforderung für das Laserschweißen. Da Zink eine wesentlich niedrigere Siedetemperatur als Stahl besitzt, verdampft dieses zuerst und erzeugt dabei einen Gasdruck, der die Stahlschmelze ausblasen kann, was zu einer ungleichmäßigen Schweißnaht und zu Spritzern führt, die anschließend entfernt werden müssen.

Dieses Problem wird behoben, indem entweder bei der Bauteilkonstruktion oder mit Hilfe der Spannvorrichtung ein Spalt zwischen den Blechen von ca. 0,1 bis 0,15 mm eingestellt wird, der eine kontrollierte Entgasung des verdampften Zinks gewährleistet. Es ist jedoch schwierig, einen gleichbleibend kleinen Spalt zwischen den Blechen zuverlässig einzustellen, da Bauteile wie z.B. Autotüren komplexe dreidimensionale Formen aufweisen. Es ist deutlich einfacher, Vorrichtungen herzustellen, bei denen die Teile Spalt frei fest eingespannt sind.

Aluminiumschweißen für die Elektromobilität

Für den wachsenden Bedarf an Akkumulatoren für die Elektromobilität werden immer mehr Lithium-Ionen-Batterien benötigt, deren Aluminiumgehäuse mit Lasern dicht geschweißt werden. Besonderes Augenmerk liegt bei diesen Schweißapplikationen auf der lebenslangen, hermetischen Versiegelung, da die Batterie durch eintretende Feuchtigkeit zerstört werden kann. Außerdem müssen Schweiß-Spritzer vermieden werden, da Metallpartikel im Inneren Leckströme erzeugen können, die die Batterie kurzschließen würden. Schließlich muss die Schweißnaht eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen, um den vielfältigen statischen und dynamischen Belastungen und sogar einer Kollision standzuhalten.

Die dünnen (< 1 mm) Aluminium-Batteriegehäuse wurden bisher unter Verwendung von Laser-Wärmeleitungsschweißen produziert. Dieses Verfahren stößt bei größeren Einschweißstiefen aufgrund entstehender Porosität an seine Grenzen. Die Verwendung höherer Laserleistungen zur Erzielung einer größeren Schweißtiefe kann jedoch zu nicht tolerablem Verzug führen und ist praktisch immer mit Schweiß-Spritzern verbunden.

FL-ARM-Technologie

Bis vor Kurzem bestand also Bedarf an einem Verfahren, mit dem auch die bisher nicht zugänglichen Schweißanwendungen mit Faserlasern mit hoher Qualität und attraktiven Durchsatzraten realisiert werden können. Coherent hat in diesem Bereich einen Durchbruch erzielt: Durch Veränderung des Intensitätsprofils des fokussierten Laserstrahls wird eine signifikante Abweichung von der üblichen Standardverteilung erzielt. Der Einsatz eines Strahls mit einem zentralen Gaußschen Intensitätsprofil, umgeben von einem intensiven, konzentrischen Ring, hat sich als besonders praktikabler Lösungsansatz erwiesen. Coherent nennt diese Technologie Faserlaser mit "adjustable ring mode" (einstellbarem Ringmode), kurz ARM.

Eine solch ungewöhnliche Intensitätsverteilung erzielt Coherent mit Hilfe des speziellen FL-ARM "laser ring combiner" und einer besonderen Prozessfaser, die vom finnischen Standort des

Unternehmens, früher bekannt als Corelase, entwickelt wurde. Diese Faser hat einen gewöhnlichen, kreisförmigen Kern, der von einem weiteren Faserkern mit ringförmigem Querschnitt umgeben ist.

Besonders wichtig ist jedoch die Tatsache, dass die Leistung im Kern und im Ring bei Bedarf unabhängig voneinander eingestellt werden kann. Tatsächlich können Kern- und Ringstrahl sogar unabhängig voneinander mit einer Wiederholungsrate von bis zu 5 kHz moduliert werden.

Es gibt praktisch eine unbegrenzte Anzahl möglicher Kombinationen für das Leistungsverhältnis des inneren und äußeren Strahls. All diese Konfigurationen lassen sich aber wie im Bild gezeigt in grundlegende Konfigurationen gruppieren. Diese grundlegenden Konfigurationen können dann anwendungsspezifisch so variiert werden, dass eine Vielzahl von Prozesseigenschaften eingestellt werden kann, um einen großen Anwendungsbereich optimal abzudecken.

Die ARM-Faserlaser aus Coherents HighLightTM-FL-Baureihe sind derzeit im Leistungsbereich von 2,5 kW bis 10 kW erhältlich.

Anwendungsergebnisse

Der HighLight FL-ARM ermöglicht ein spaltfreies Überlappschweißen von verzinktem Stahl ohne Spritzer. In diesem Fall ist die Intensitätsverteilung so konfiguriert, dass im Gegensatz zum üblichen Laserfokus sowohl im Kern als auch im Ring Leistung zur Anwendung kommt.

Die anwendungsoptimierte Intensitätsverteilung hat sich in vielen Schweißuntersuchungen als optimal herausgestellt, da das Zinkgas leicht durch die Mitte austreten kann, ohne dass es zu Spritzern kommt, selbst wenn die Bleche mit Nullspalt verspannt sind.

Da der Ringstrahl rotationssymmetrisch ist, muss die Strahlausrichtung ebenfalls nicht in die Richtung der Schweißnaht gedreht werden, die sich bei gewölbten und konturierten Bauteilen substantiell ändern kann. Dies vereinfacht die Implementierung dieser Schweißmethode grundlegend.

Das Tiefschweißen von Aluminium-Batteriegehäusen kann mit dem FL-ARM-Laser ebenfalls erfolgreich durchgeführt werden und produziert eine stabile Schweißnaht, die frei von Verformungen ist. Auch in diesem Fall wird Laserleistung im Kern und im Ring individuell angepasst.

Hierbei erhöht die vordere Zone des Ringstrahls die Aluminiumtemperatur ausreichend, um die Absorption bei der Laserwellenlänge zu erhöhen. Dann erzeugt die Mitte des Strahls das Keyhole, das nun aufgrund der Vorerwärmung sehr stabil ist. Die hintere Seite des Ringstrahls verlängert die Schmelzzone, damit Gas entweichen kann. Da das Keyhole stabil ist und sich das Material nicht so schnell wieder verfestigt, ist der gesamte Prozess besser kontrollierbar und das Prozessfenster größer. Das Resultat ist ein gleichmäßiger, konstanter Lasertiefschweißprozess, der Schweißnähte mit höherer Qualität, ohne Spritzer und Porosität erzeugt.

Fazit

Faserlaser werden in unterschiedlichsten Industrieprozessen eingesetzt, wobei jedoch keine einzelne Produktkonfiguration für alle Anwendungen optimal ausgelegt ist. Aus diesem Grund haben

Laserhersteller wie Coherent|ROFIN, ein umfangreiches Spektrum verschiedener Faserlaser-Implementierungen entwickelt. Das Unternehmen vereint diese Laser und laserbasierten Systeme dann mit umfangreichem Prozess- und Anwendungskennntnissen, um deren Einsatzmöglichkeiten zu erweitern, Resultate zu optimieren, Durchsatzraten zu verbessern und Produktionskosten für Anwender zu reduzieren.