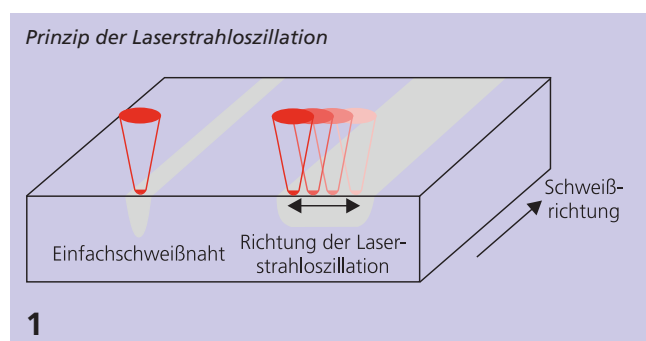


VERBESSERUNG DER FÜGEVERBINDUNG DURCH LASERSTRAHLLÖTEN MIT STRAHLOSZILLATION

DIE AUFGABE

Das Fügen mit dem Laserstrahl steht weiterhin im Interesse der Automobilhersteller und setzt Impulse für die Verbindung von leichten Materialien wie Aluminium, hochfesten Stählen und Mischverbindungen. Eine Vielzahl von Baugruppen, einschließlich Türen, Heckklappen und andere Karosserieblechteile können unter Verwendung des Laserprozesses verbunden werden. Vorteil des Lasers ist die geringe Schmelzbadausdehnung, was meist zu verringertem Verzug führt.

Wird der Laserstrahl beim Schweißen oder Hartlöten oszilliert (Abb. 1), bietet sich häufig Verbesserungspotenzial in Bezug auf die Nahtqualität. Mit Hilfe eines Hochgeschwindigkeitskamerateams für die Prozessbeobachtung kann ein verbessertes Verständnis und eine Optimierung des Verfahrens erreicht werden.



der Laserstrahl manipuliert (Abb. 2). Basierend auf typischen Anforderungen aus dem Bereich Karosseriebau wurden zwei verschiedene Arten von Nahtstellen untersucht. Zinkbeschichteter Stahl (Dualphasenstahl) und Aluminiumbleche aus AlMgSi-Legierung (6000er Serie) mit einer Dicke zwischen 1,2 mm und 1,5 mm (Abb. 3) wurden für die Entwicklung verwendet. Verschiedene Aluminiumlegierungen in Drahtform wurden als Füllmaterial zugeführt, um fehlerfreie Hartlötverbindungen zu erzielen. Die Echtzeit-Prozessvisualisierung und -überwachung erfolgte mit einem am Fraunhofer CLA entwickelten Hochgeschwindigkeitskamerateamsystem (Abb. 4).

Um den Einfluss von Drahtpositionierung und -ausrichtung sowie der wichtigsten Prozessparameter zu verstehen, wurde ein spezielles Versuchsprogramm entwickelt und abgearbeitet. Es wurden Lötversuche sowohl ohne als auch mit Laserstrahloszillation sowie mit unterschiedlichen Oszillationsmustern durchgeführt und anschließend mikroskopisch charakterisiert. Während der Versuche wurden sowohl die Bild- als auch die Videodaten des Prozesses erfasst und mit einer Hochgeschwindigkeitskamera-Software verarbeitet.

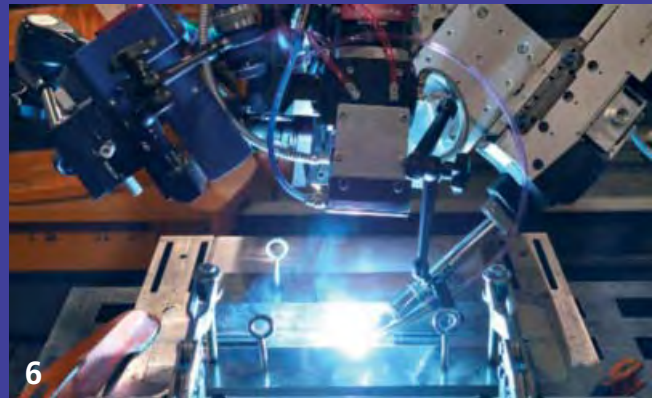
UNSERE LÖSUNG

Am Fraunhofer Center for Laser Applications CLA in Plymouth, Michigan, USA, wurde ein Laserlötverfahren für Aluminium-Aluminium- und Stahl-Aluminium-Verbindungen entwickelt und dafür mit einem hochleistungsfähigen 3D-Galvo-Scanner





4

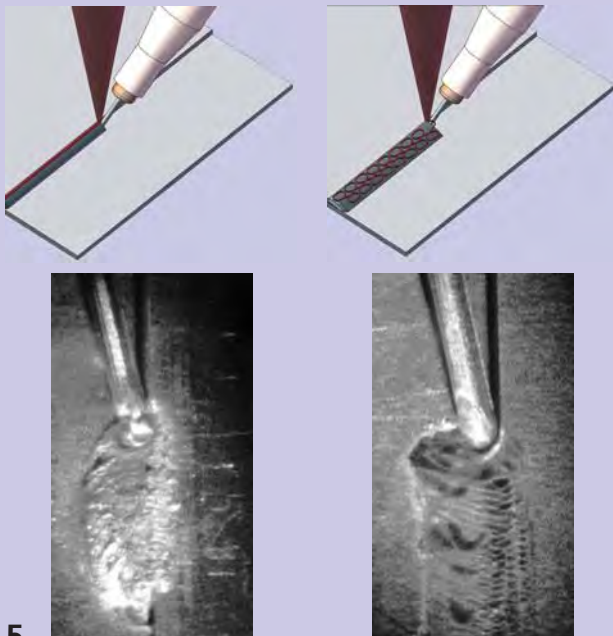


6

ERGEBNISSE

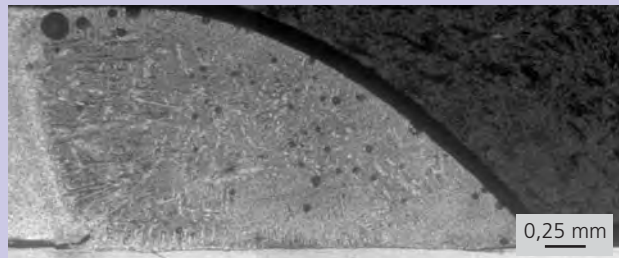
Beim Laserlöten mit oszillierendem Strahl werden eine höhere Qualität und breitere Lötverbindungen erzielt ohne ein wesentlich stärkeres Schmelzen des Basismaterials und ohne zusätzlichen Draht. Die Ergebnisse zeigen, dass die horizontale Strahlschwingung senkrecht zur Vorschubrichtung (Abb. 5 rechts) das günstigste Hartlötprofil ergab. Zudem kann das Hartlötprofil durch Überwachung des Prozesses und Aufrechterhalten einer gleichbleibenden Drahtzuführposition in Bezug auf die Laserstrahlschwingung und die Nahtposition gut gesteuert werden.

Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen des Laserlötprozesses ohne (links) und mit Strahloszillation (rechts)



5

Querschnitt einer Aluminium-Stahl-Lötverbindung hergestellt mit Strahloszillation und Aluminiumfülldraht



7

Mit dem Hochgeschwindigkeitskamerasystem verbessert sich die Überwachung der Drahtposition und der Schweißnaht deutlich, die Prozessentwicklung und Optimierung des Lötprozesses vereinfacht sich (Abb. 6).

Für die Aluminium-Aluminium-Verbindung wurde festgestellt, dass sich die Lage des Lötdrahtes entweder an der Naht oder an einer von der Naht entfernten Stelle des unteren Basismaterials befinden kann. Dennoch kommt es zu einem kontrollierten Aufschmelzen des Drahtes und zu einem minimalen Einfluss auf das Substratmaterial (Abb. 7).

- 2 Scannersystem zur Laserstrahloszillation
- 4 Prozess-Monitoring-System des Fraunhofer CLA
- 6 Lötprozess mit Prozessüberwachung

Die durch Laserlöten mit Strahloszillation erzeugten Stahl-Aluminium-Verbindungen zeigen höhere Festigkeits- und Zähigkeitswerte als Lötverbindungen ohne Strahloszillation. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die Wärmezufuhr zum Stahlblech besser kontrolliert wird und die Bildung spröder intermetallischer Phasen mit der Strahlschwingung minimiert wird.

KONTAKT

Craig Bratt

+1 734 738 0550

cbratt@fraunhofer.org

