

Drei parallele Verfahren

Ein Automobilbauer kontrolliert mit einem vollautomatischen Online-Inspektionssystem zu einhundert Prozent die Naht beim Laserschweißen. Dadurch konnte die Reaktionszeit verkürzt werden und die Prozesssicherheit erhöht sich.

Das Schweißen von Tailored Blanks ist derzeit eine der wichtigsten Anwendungen des Laserfügens in der Automobilindustrie. Die manuelle Sichtprüfung auf Fehler der Lasernaht ist jedoch zu teuer und nicht ausreichend zuverlässig. Gefragt war deshalb ein automatisiertes industrietaugliches Messsystem, das eine 100%-Kontrolle der Lasernaht ermöglicht. Das System sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- universelle Einsetzbarkeit zur Sichtprüfung beim Laserschweißen und Laserlöten,

- Datenaustausch in Standard-Industriernetzwerken,
- Fernwartung des Systems,
- robuste und einfache Bedienbarkeit.

Diese Aufgabe lösten die Schweizer Firma Soudronic Automotive, Neftenbach mit dem PC-basierten Bildverarbeitungssystem Souvis 5000 mit Echtzeitbetriebssystem. Dabei werden spezielle Bildverarbeitungs-algorithmen und eine hochdynamische schnelle CMOS-Kamera von Photonfocus, Lachen SZ/Schweiz, eingesetzt.

Schweißfehler detektieren

Bei der Bildvorverarbeitung müssen Position und Ränder der Naht richtig und schnell erkannt werden. So ist das Rohteil- oder Werkstückmaterial vom Nahtbereich zu unterscheiden und das Datenaufkommen

- die dreidimensionale absolute Geometrie des Nahtprofils. Besonders bei Stoßfugen ist das Profil wichtig, weil z.B. eine stark überhöhte Konkavität oder ein Versatz über eine bestimmte Nahtlänge die Qualität eines lasergefügten Teils entscheidend beeinträchtigen können.
- Die Homogenität der Nahtoberfläche. Lokale Fehler wie offene Poren, Austreibungen, Auslassungen können eine Naht lokal schwächen oder den visuellen Eindruck oder die Dichtigkeit beeinträchtigen.

Zudem sind die in ISO 13919-1, Qualitätsstandard B, und in anderen anwendungsspezifischen OEM-Richtlinien definierten Schweißfehler zu detektieren.

Zum Feststellen aller Fehler werden Lasertriangulation (3D) und Graubildanalyse (2D) kombiniert und drei parallele Verfahren eingesetzt: 3D-Profilanalyse, 2D-Nahtstrukturanalyse (Nahttexturanalyse) und 2D-Porenanalyse.

Das Profil der Lasernaht wird durch Lasertriangulation ermittelt. Die Nahtstruktur - auch „Fischgrätenstruktur“ genannt - wird durch eine deterministische, stochastische und anisotrope Textur dargestellt. Die Bildanalyse untersucht die Steilheit und die Richtung dieser „Fischgrätenstruktur“ und greift auf das so genannte Multi-Resolution-Verfahren zurück. Damit lässt sich die Nahtstruktur bezüglich Qualität und Glätte der Oberfläche mit wenigen Größen beschreiben. Signifikant veränderte Größen deuten auf einen lokalen Schweißfehler hin, zum Beispiel eine durch Plasmagas verursachte mangelnde Einbrandtiefe oder eine durch die Verdampfung des Beschichtungsmaterials verursachte Austreibung des Schweißbads (Bild 1).

Im Unterschied zur Texturanalyse kann bei der Analyse der Poren nur ein kleiner Bereich der Schweißnaht berücksichtigt

- Analyse des Profils, der Nahtstruktur und der Poren in einem einzigen kompakten Sensor,
- vollautomatisches Online-Inspektionssystem,

zu reduzieren. Hierzu werden Informationen wie Helligkeit, Kontrast sowie spezifische Geometrie- und Größeninformationen mittels spezieller Algorithmen ausgewertet. Bei Qualitätslaserfügen sind entscheidend:

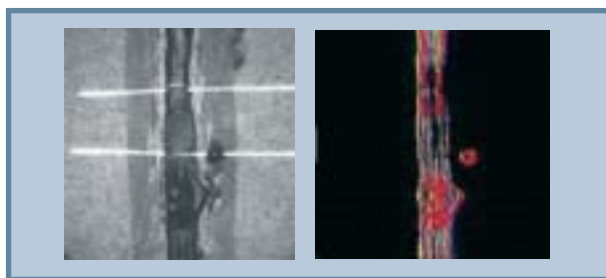


Bild 1: Mit Texturanalyse geprüfte überlappte Schweißnaht mit Austreibung und Spritzer. Links sind zwei Laserlinien für die 3D-Analyse zu erkennen.

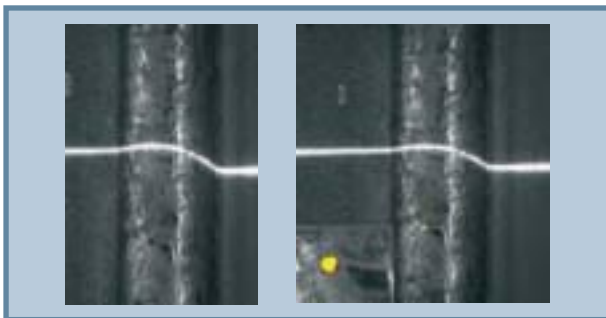


Bild 2: Mit Porenanalyse geprüfte lasergelötete Naht. Die festgestellten Poren haben einen Durchmesser von nur 100µm

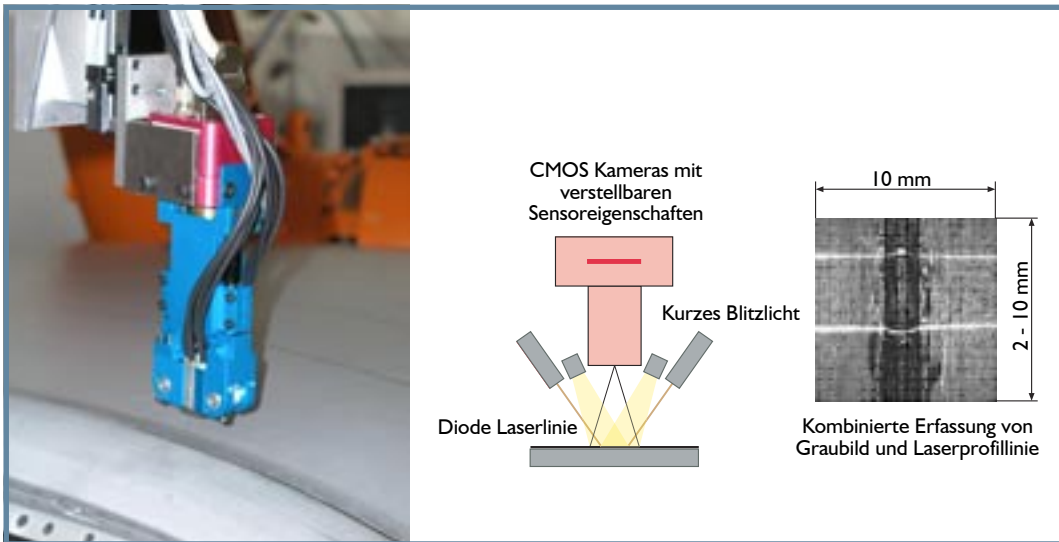


Bild 3. Sensorkopf bestehend aus der CMOS-Kamera und der Beleuchtung; links: im Einsatz, Mitte: Prinzipdarstellung, rechts: Aufnahme einer Laserlötnaht

werden, da Fehler einer Größenordnung von nur 100 Mikrometern oder größer gefunden werden müssen. Die Porenanalyse entdeckt Porositäten, die hauptsächlich bei lasergelöteten Nähten beobachtet werden (Bild 2).

CMOS-Kamera kombiniert zwei Beleuchtungstechniken

Bei einer normalen CCD-Kamera übt die Laserlinie für die 3D-Messung eine derartige Blendwirkung aus, dass die gleichzeitige 2D-Nahtstruktur- und Porenanalyse unmöglich wird.

Die CMOS-Kamera kombiniert in nur einem Gerät zwei Beleuchtungstechniken (Laserlinie für 3D-Messung und kurzer Lichtblitz für 2DOberflächenanalyse) (Bild 3).

Die CMOS-Kamera zeichnet sich laut Photonfocus durch folgende Eigenschaften aus:

- sehr große Auflösung des Kontrastes (Dynamik) mit bis zu 120dB (das entspricht 6 Dekaden bzw. 20bit) durch die eigens dafür entwickelte LinLog™-Technologie,
- eine geometrische Auflösung von 1024 x 1024 Bildpunkten ermöglicht in der Applikation eine Auflösung von 0,01 mm,
- durch die hohe Bildrate von bis zu 75 Vollbildern pro Sekunde und kurze Belichtungszeiten werden Inspektionsgeschwindigkeiten von bis zu 30 m pro Minute erreicht,
- kompakter Aufbau mit Abmessungen von 55x55x46 mm³,
- PC-kompatibles CameraLink™-Interface.

Der Beleuchtungsteil inklusive Sensorkopf ist mit der Abmessung von 75 x 24 x 170 mm³ so kompakt, dass er in nahezu beliebigen Anlagen integriert werden kann. Am

weitesten verbreitet ist der Einsatz in einem Roboter.

Die PC-basierte Lösung erlaubt das Einbinden in Qualitätssysteme mit Master-Control-Konzept mit Datenverwaltung und Fernwartung. Damit lässt sich die Qualität einer 3D-Nahtanordnung kostengünstig und vollautomatisch kontrollieren.

Automobilbauer kontrolliert Laserstrahllötnaht

Als Pilotprojekte wurde das Bildverarbeitungssystem zur Inspektion bei der Fertigung des Audi A3 in Ingolstadt eingesetzt. Durch geringe Stillstandszeiten verkürzten sich die Reaktionszeiten, die Prozesssicherheit erhöhte sich. Das objektive automatisierte System erfüllt laut Audi die hohen Qualitätsstandards, zudem bietet es eine effiziente Dokumentation und Rückverfolgbarkeit sowie eine hohe Wirtschaftlichkeit.

Weitere Einsatzmöglichkeiten sind im Karosseriebau die Qualitätskontrolle von Laserstrahlschweißnähten sowie der Laserstrahllötnaht in der Heckklappe.

▶ **Soudronic Automotive**
Daniel Wildmann
T +41 (0)1 743 67 31
Daniel.Wildmann@soudronic.com
www.soudronic.com

▶ **Photonfocus AG**
Dr.-Ing. Hans Stöhr
Tel. +41 (0)55 451 01 31
sales@photonfocus.com
www.photonfocus.com

▶ **SILICONSOFTWARE**
Michael Noffz
Tel. +49 (0)621 78 95 07 0
info@silicon-software.de
www.silicon-software.de

Laser-Schweißsysteme

Die Schweizer Firma Soudronic Automotive, Neftenbach ist weltweiter System-Partner von Automobilherstellern und -zulieferern auf dem Gebiet des Laserschweißens. Die modularen Laserschweiß-Systeme werden als Insellösungen oder als vollautomatische Gesamtanlagen geliefert. In jedes System ist das Qualitäts-Sicherungssystem Souvis integriert, welches eine 100%-Kontrolle der Schweißnähte ermöglicht.

Weitere Leistungen sind Schweißprozess-Optimierungen, Materialtests und Entwicklungen der Anlagentechnik. Für den US-Markt steht ein TechCenter in Livonia/Detroit zur Verfügung.

CMOS-Bildsensoren

Die Schweizer Firma Photonfocus entwickelt, produziert und vermarktet CMOS-Bildsensoren, CMOS-Kameras sowie OEM-Module für Industrieanwendungen. Die Sensoren zeichnen sich durch eine hohe Auflösung, großen Bildkontrast sowie schnelle Bildraten aus. Neben Standardprodukten bietet Photonfocus auch kundenspezifische Lösungen an. Das Unternehmen verfügt über weltweit agierende Distributoren.

Echtzeit-Bildverarbeitung

Die deutsche Firma SILICONSOFTWARE entwickelt, produziert und vermarktet intelligente Bildeinzugskarten (Framegrabber) für Industrieanwendungen in machine vision. Durch die Verwendung eines FPGA Koprozessors garantieren die Framegrabber eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit, -genauigkeit und die Möglichkeit zusätzlicher Echtzeit-Bildvorverarbeitung. SILICONSOFTWARE bietet neben Standardprodukten auch kundenspezifische Lösungen an.