

Industrielle Anwendungen moderner

Serie

GEPULSTE ND:YAG-LASER WERDEN TYPISCHERWEISE FÜR BOHR- UND SCHNEIDANWENDUNGEN SOWIE FÜR PUNKT- UND PRÄZISIONSSCHWEISSUNGEN EINGESETZT. DARAUS LEITEN SICH DIE VIELFÄLTIGEN ANWENDUNGSBEREICHE AB, DIE IN NAHEZU ALLEN INDUSTRIEZWEIGEN ZU FINDEN SIND. HEUTIGE APPLIKATIONEN WERDEN UNTER ANDEREM DURCH DIE ANFORDERUNGEN NEUER MASSGESCHNEIDERTER WERKSTOFFE UND WERKSTOFFKOMBINATIONEN GEPRÄGT.

— Aufgrund der steigenden Anforderungen verfügen moderne Schweißlasersysteme über schnelle Leistungsregelsysteme, die eine deutliche Verbesserung der Einflussnahme auf den Schweißprozess erlauben. Die direkte Regelung ermöglicht nicht nur eine frei skalierbare Formung des Pulsverlaufes und damit eine gezielte Beeinflussung der Wärmeführung im Schweißprozess, sondern sie bietet eine ganze Reihe weiterer Features, die insbesondere die reproduzierbare Schweißbarkeit nur bedingt laserschweißgeeigneter

Werkstoffe wie Aluminium-, Kupferlegierungen und heißwassergefährdeter Stahlegierungen verbessert.

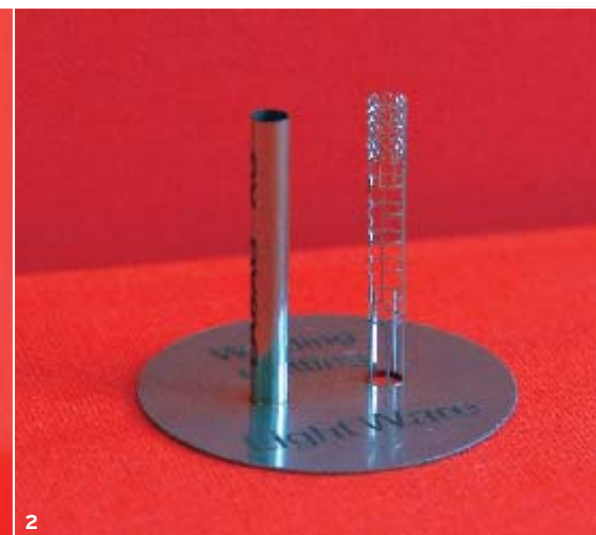
GEZIELTE MODULATION

Als vorteilhaft erweist sich für viele Schweißaufgaben die gezielte Modulation der Laserpulse, die sowohl metallurgische als auch kosmetische Einflussnahmen auf den Schweißprozess gestatten.

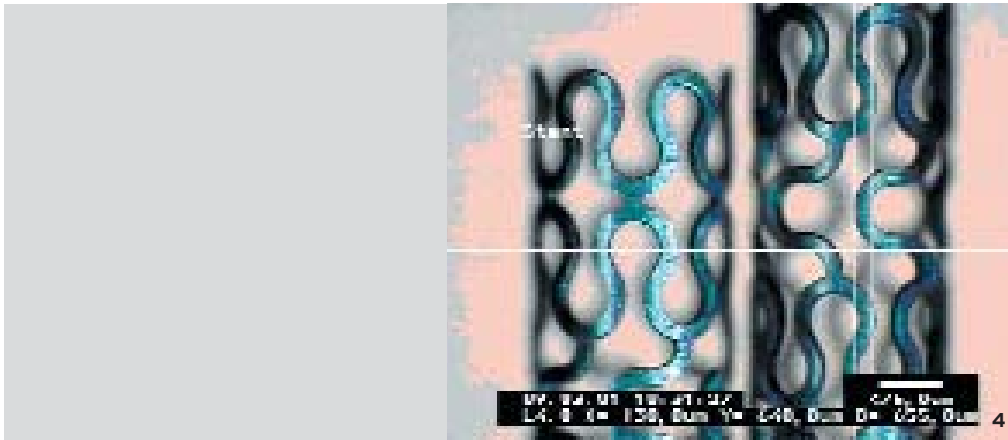
Neben der Steuerung der Schmelzbaddynamik erlaubt die Modulation des Laser-

pulses die Herstellung von Schweißnähten, deren Nahtoberfläche nicht die für gepulste Schweißungen typische Nahtoberfläche, sondern eine strukturlose glatte Nahtoberfläche aufweist.

Bei refraktären Metallen wird mit der so genannten metallurgischen Pulsung darüber hinaus eine Kornverfeinerung des Gefüges erzielt, die eine Verbesserung der mechanisch-technologischen Eigenschaften zur Folge hat. Neben den technologischen Vorteilen moderner gepulster Schweißlaser konnten deutliche Effizienz-



gepulster Nd:YAG Lasersysteme



steigerungen der Systeme erzielt werden. So erreichen typische lampengepumpte Schweißsysteme heute bis zu 3.000 h Laserlaufzeit ohne Lampenwechsel, das heißt etwa ein Drittel der Lebensdauer eines cw-Diodenstacks zu einem Preis von wenigen hundert Euro.

Dioden konnten sich bisher in typischen Anwendungsfeldern gepulster Nd:YAG-Laser nicht durchsetzen. Dass ist zum einen dem hohen Preis gepulster Dioden geschuldet, zum anderen ist es nach wie vor aufwändig die für Bohr-, Schneid- und Punktschweißenanwendungen erforderlichen Multi-kW-Pulsleistungen mit Dioden und diodengepumpten Systemen zu erzeugen.

AUCH FÜR HOCHREFLEKTIERENDE MATERIALIEN

Da aufgrund der Eigenschaften gepulster Systeme die Schweißprozesse vorzugsweise über die Wärmeleitung ablaufen, sind die möglichen Einschweißiefen gepulster Nd:YAG-Laser auf mehrere hundert μm begrenzt. Diese kann jedoch neben den Stahlwerkstoffen selbst bei hoch reflektierenden und schlecht absorbierenden Werkstoffen wie Kupfer und Aluminium erreicht werden.

Im Gegensatz zu cw-Systemen, die für solche Anwendungen Multi-kW-Leistungen erforderlich machen, reichen bei gepulsten Systemen aufgrund der hohen Pulsleistung in der Regel wenige Watt mittlerer Leistung aus. Allerdings entstehen auch im Bereich der hohen mittleren Leistungen neue Anwendungen, die die Existenz von lampengepumpten Lasern sowohl mit hohen Pulsleistungen als auch mit hohen mittleren Leistungen rechtfertigen.

ANWENDUNGSBEISPIELE

Ein solches Anwendungsbeispiel ist das Schweißen von Sonnenkollektoren, bei denen Punktschweißungen auf reflektivem

Kupfer oder Kupfer/Aluminium-Material mit hoher Schweißgeschwindigkeit (mehrere m/min) realisiert werden müssen. Neben der notwendigen hohen Pulsleistung bis zu 10 kW, werden hohe Pulsrepetitionsraten und eine stabile Reproduzierbarkeit der einzelnen Punktschweißprozesse vorausgesetzt.

Die Verbesserung der Schweißbarkeit vor allem von höher kohlenstoffhaltigen und martensitischen Chromstählen konnte durch die Kombination von thermischer Pulsformung und sehr langen Pulsen deutlich verbessert werden (Pulsängen bis 100 ms). Die Entstehung von Härterissen kann durch diese Kombination vollständig unterdrückt werden. Im untersten Pulsleistungsbereich können moderne gepulste Nd:YAG-Laser durch ihre Leistungsstabilität selbst bei niedrigsten Pulsleistungen überzeugen. Vor allem bei medizintechnischen Anwendungen, bei denen u. a. medizinische Edelstähle, Titan und Nitinol zum Einsatz kommen, sind minimaler Wärmeeintrag bei hoher Nahtgüte und Reproduzierbarkeit gefordert. Pulsleistungen unter 50 W sind daher keine Seltenheit. Neben der deutlich steigenden Zahl der Schweißanwendungen kommt der gepulste Nd:YAG-Laser vor allem bei Präzisionsschneid- und -bohrapplikationen zur Anwendung. Highspeed-Bohranwendungen für Filter, qualitativ hochwertige Treppanier- und Perkussionsbohrungen in Nickel- und Kobaltbasis-Superlegierungen für Turbinenschaufeln sowie Präzisionsbohrungen mit Schachtverhältnissen von bis zu 1/250 prägen die Anwendungsbreite gepulster Nd:YAG-Laser. Aufgrund der hohen erreichbaren Strahlqualität gepulster Systeme werden nach wie vor weite Anwendungsfelder im Bereich des Feinst- und Präzisionsschneidens besetzt.

Schnittbreiten unter 10 μm mit geringstem Wärmeeintrag um selbst anspruchsvolle Nitinollegierungen rissfrei zu schneiden sind heute möglich. Aufgrund einer geschickten Kombination aus prozessangepasster Laserhardware und neuen Wegen der Anwendungsoptimierung ergibt sich eine ganze Anzahl neuer Möglichkeiten für die Verwendung gepulster Nd:YAG-Lasersysteme mit einem hohen Anwendungspotenzial auch für die Zukunft. —

R. HOLTZ, T. WESTPHÄLING

1 bis 2 _ (Bilder: Erik Schäfer) Ausstellungsstücke von Lasag, die die Möglichkeiten des Laserschweißens und -schneidens mit gepulsten Lasern demonstrieren. Neben dem eingeschweißten Röhrchen ist ein so genannter Stent. Die Büroklammer im Hintergrund verdeutlicht die fein geschnittenen Strukturen des Stents. **3** _ Auch verschiedene Materialien lassen sich verschweißen. **4** _ (Bild: Lasag) Lasergeschnittener Stent (Schnittbreite 15 μm).