

12.08.2019

Einzigartige Laserbeschriftungsmethode für Edelstahl



Es besteht zunehmend die Notwendigkeit, Geräte und Produkte aus Edelstahl mit Kennzeichen, Hinweismarken oder Logos zu versehen, die mehrere strenge Kriterien erfüllen müssen, die den Einsatz alternativer, konventioneller Techniken wie Druck oder Gravur weitgehend ausschließen. Bei Medizinprodukten sind beispielsweise für den Mehrfachgebrauch bestimmte Geräte von Rechts wegen mit einer eindeutigen Produktkennzeichnung (UDI) auszustatten. Ein großer Nachteil einiger Markierverfahren aber ist, dass die Kennzeichnung nicht dauerhaft ist und bei wiederholter Sterilisation (Autoklavieren) verblasst.

Dank eines relativ neuen Laserverfahrens, dem so genannten Black Marking, gehören diese Einschränkungen der Vergangenheit an. Diese Technik basiert auf dem Einsatz von Lasern, die Pulsbreiten im Bereich von 10 - 20 Pikosekunden (ps) liefern (wie der PowerLine Rapid NX), d.h. 10.000 Mal kürzere als die für ns-Faserlaser typischen Pulsbreiten. Obwohl die Pulsenergie 100 Mal geringer sein kann als bei ns-Lasern, kann die Pulsspitzenleistung (Pulsenergie/Impulsbreite) 100 Mal höher sein. Die Kombination von hoher Spitzenleistung mit kurzer Pulsdauer führt zu einer sehr unterschiedlichen und subtileren Transformation der Metalloberfläche, wie in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Ebenso wichtig ist, dass der in diesen Pikosekundenlasern verwendete Pulsmechanismus – das so genannte

Modelocking – Pulswiederholraten bis zu 1 MHz unterstützt. So kann der Laser die hohen Durchschnittsleistungen (10 Watt und mehr) liefern, die für einen kostengünstigen hohen Produktionsdurchsatz erforderlich sind, ohne jedoch die hohen Pulsenergien zu erzeugen, die für Nanosekundenlaser charakteristisch sind, und ohne die unerwünschten thermischen Effekte.

Wenn der Laserstrahl eines Pikosekundenlasers auf die Stahloberfläche trifft, erzeugt er eine kontrastreiche schwarze Markierung. Diese ähnelt zwar oberflächlich der Markierung eines ns-Lasers, ist aber ganz anderer Art. Die kurze Pulsdauer minimiert den thermischen Eintrag und begrenzt die Flüssigphase auf die äußeren Atomschichten. Das Ergebnis ist die Bildung einer nanoskaligen Oberflächenstruktur namens Laser Induced Periodic Surface Structure (LIPSS), die als lichteinfangende Oberfläche dient. Damit einher geht eine minimierte Diffusion der Metallatome und eine begrenzte Entmischung sowie eine nur teilweise Oxidation der Oberflächenchrom- und Eisenatome.

Während also ns-Laser eine Markierung aus chemisch transformiertem schwarzem Material erzeugen, erzeugt der ps-Laser eine Oberfläche, die schwarz erscheint, deren chemische Zusammensetzung und Legierungsverteilung jedoch kaum beeinflusst werden.

Das Black Marking von Edeltählen bietet eine einzigartige Kombination von Vorteilen, die die schnell wachsende Nachfrage nach diesem Verfahren bei wiederverwendbaren Medizinprodukten, Konsumgütern und anderen Produkten erklärt. Zum einen sind die Beschriftungen extrem dunkel und bieten einen sehr hohen Kontrast, der die Lesbarkeit für Mensch und Maschine optimiert. Ebenso wichtig ist, dass weder Farbe noch Kontrast durch Veränderungen der Betrachtungs- oder Beleuchtungswinkel beeinflusst werden, was die Lesbarkeit zusätzlich erhöht.

Für den Markt der wiederverwendbaren Medizinprodukte bietet das Black Marking zwei wichtige Vorteile: Erstens beeinträchtigt der Beschriftungsprozess eine zuvor passivierte Oberfläche nicht und zweitens führt eine vor der Passivierung durchgeführte Markierung nicht dazu, dass durch die nachfolgende Passivierung die Markierung in irgendeiner Weise verblasst. Diese Widerstandsfähigkeit und Flexibilität, die Markierung in verschiedenen Prozessschritten durchführen zu können, maximiert den Wert des Verfahrens und senkt die Kosten.

Ebenso gute Resultate erzielt das Black Marking auch bei wiederverwendbaren Medizinprodukten, die einer wiederholten Wiederaufbereitung (z.B. dem Autoklavieren) standhalten müssen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des ps-Laserbeschriftens ergibt sich aus den damit verbundenen minimalen thermischen Einflüssen. Das Verfahren ist damit besonders gut für den Einsatz bei thermisch empfindlichen und zerbrechlichen Teilen wie Drähten, Rohren, dünnen Blechen und kleinen Implantaten geeignet, da keine Gefahr einer Formänderung besteht.

Aus reinen Praktikabilitäts Gesichtspunkten ist es wichtig zu wissen, dass die Prozessergebnisse im Gegensatz zu Verfahren mit ns-Lasern relativ unempfindlich gegenüber Veränderungen der Laserleistung, des Laserfokus usw. sind. Dies führt zu einem großen Prozessfenster, was sowohl den Durchsatz als auch den Ertrag steigert.

Pikosekundenlaser haben sich in den letzten 15 Jahren bewährt – so befinden sich beispielsweise allein von dem Coherent PowerLine Rapid NX hunderte Laser im Feld. Mit Ausnahme von Laser-Auftragsfertigern und Spezialmaschinenbauern benötigen die meisten Anwendungen heute aber viel mehr als den reinen Laser. Coherent wird diesem Bedarf durch unterschiedliche Integrationsebenen gerecht. Die beiden beliebtesten Lösungen sind Laser-Sub-Systeme wie der PowerLine Rapid NX, bestehend aus Strahlquelle, Strahlführungsoptik und Scankopf sowie komplette Stand-Alone-Systeme inklusive Roboterautomatisierung.

Sowohl Sub-Systeme als auch schlüsselfertige Systeme werden mit einem Pikosekundenlaser mit einer Pulsfolgefrequenz von bis zu 1 MHz geliefert, um eine schnelle Markierung zu ermöglichen. Sie verfügen alle über das VisualLaserMarker (VLM)-Softwarepaket. Die VLM-Software besteht aus einem grafischen Editor zur Generierung des Layouts und einer CAD-Erweiterung zum Import aller gängigen Dateitypen: DXF, BMP, JPG, PDF und AI. Spezielle Markierinhalte und umfangreiche Beschriftungsparameter für die Markierung sind leicht konfigurierbar. Die schlüsselfertigen Systeme verfügen optional über eine Granit-Montageplattform für maximale Stabilität und Markierungsauflösung. Der Arbeitsbereich ist auf maximale Flexibilität ausgelegt, um unterschiedliche Bauteilgrößen und -geometrien aufnehmen zu können. Bis zu drei lineare Bewegungsachsen arbeiten servo-gesteuert und können mit einer optionalen Drehachse für Rohre und andere rotationssymmetrische Teile kombiniert werden. Kundenspezifische Teilaufnahmen und Spannvorrichtungen sind ebenfalls verfügbar. Darüber hinaus beinhalten die schlüsselfertigen Systeme ein optionales Bildverarbeitungssystem, das eine automatisierte Vor- und/oder Nachkontrolle ermöglicht.

Die Steuerungssoftware und die externen Schnittstellen sind so konzipiert, dass sie die Integration in eine vernetzte Fabrik vereinfachen. Innerhalb der Automatisierungspyramide bietet unser Laser-Framework I/O verschiedene Schnittstellen zu MES/ERP-Systemen, die sowohl standardisierte als auch proprietäre Schnittstellen unterstützen, darunter Host-Kopplung (HK), Marking Job Control (MJC) via TCP/IP, WS Siemens Webservice, HTTP, Unified Automation (OPC UA), Industry 4.0, um nur einige zu nennen.

In hochgradig vernetzten Fertigungsprozessen müssen Anlagen oft auch horizontal mit anderen Systemen oder SPS-Steuerungen kommunizieren können. Über eine TwinCat-Paketkomponente, die alle gängigen Bustypen unterstützt, können unterschiedliche Feldbussysteme angebunden werden: EtherCAT, Ethernet, TCP/IP, PROFIBUS, PROFINET, EtherNet/IP, CANopen, Modbus, IO-Link, RS232 und RS485.

Quelle: Coherent - ROFIN-SINAR Laser GmbH

Linkempfehlung:

www.coherent.com