

Transparente Anwendungen in der Medizintechnik sind gefragt

Ohne Grenzen: Laserschweißen von Kunststoffen

Das optische Schweißen mit Laser löst in der Verarbeitung hochwertiger Kunststoffe immer mehr die herkömmlichen Schweißsysteme ab. Für schwarze Produkte gibt es mittlerweile Standardlösungen – jetzt hat der Farbspezialist Treffert auch effektive Lösungen für optisch weiße oder nahezu transparente Anwendungen entwickelt, wie sie besonders in der Medizintechnik zum Einsatz kommen.

Das Laserschweißen hat sich mittlerweile auch bei Kunststoffen als vielfältige und schonende Schweißart etabliert. Die dominierenden Einsatzbereiche sind derzeit in der Medizintechnik zu finden, daneben wird die Technik verbreitet im Automobilbau, in der Elektrotechnik und in der Luftfahrttechnik eingesetzt.

In der Medizintechnik sind überwiegend optisch weiße oder transparente Produkte gefragt. Dabei gab es bisher ein Problem, das in der optischen Technologie des Laserschweißens begründet liegt: Kritische Punkte sind die Wechselwirkung des Laserstrahls mit den Farbstoffen in Form von Streuung, die Absorption im laserdurchlässigen Teil oder eine nicht ausreichende Absorption im laserabsorbierenden Teil. Der Farbspezialist Treffert eröffnet jetzt durch spezielle Farbrezepturen fast unbegrenzte Farbmöglichkeiten von Kunststoffen, die für das Laserschweißen geeignet sind.

Schöne bunte Welt

Will man farbige bzw. nahezu transparente Kunststoffe miteinander verschmelzen, müssen die zugesetzten Pigmente und Additive die Eigenschaften haben, die den Anforderungen an den Kunststoff entsprechen. Dazu sollen sie natürlich die Farbvorgaben, das Erscheinungsbild und die an sie gestellten physikalischen Anforderungen der Applikation wie beispielsweise Kunststoffverträglichkeit, Hitzebeständigkeit und Farbechtheit sowie die Richtlinien und gesetzlichen Vorgaben erfüllen. So ist ein besonderes Augenmerk sowohl auf die Wahl des Polymers als auch der Pigmente zu richten, wobei die Pigmentierung zum einen der Farbgestaltung, zum anderen auch den transmittierenden bzw. absorbierenden Eigenschaften für den Laser Rechnung tragen muss. Daher dürfen die Pigmente im transparenten Teil den Laserstrahl weder streuen noch absorbieren, in der unteren Schicht dürfen sie nicht für den Laser durchlässig sein, müssen aber stattdessen ausreichend absorbieren.



Treffert GmbH & Co.KG
In der Weide 17
55411 Bingen
Telefon: +49 (0) 67 21 - 4 03 0
Telefax: +49 (0) 67 21 - 4 03 27
E-Mail: info@treffert.org
Internet: <http://www.treffert.org/>

Verantwortlich für die
Öffentlichkeitsarbeit:

Detlev Ringhof
Treffert GmbH & Co.KG
In der Weide 17
55411 Bingen
d.ringhof@treffert.org

Ralf M. Haaßengier
PRX PRagma Xpression
Kalkhofstraße 5
70567 Stuttgart
Telefon +49 (711) 7189903
Telefax +49 (711) 7189905
ralf.haassengier@pr-x.de
www.pr-x.de

„Eine sehr vielfältige Aufgabenstellung, die ein umfassendes Know-how und Erfahrung in Bezug auf die verschiedenen Kunststoffe, Farbmittel und Zusatzstoffe sowie deren Eigenschaften erfordert“, so Dr. Michel Sieffert, Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung bei Treffert. Da fast alle Kunststoffe, sogar verstärkte, zunächst transparent sind – das heißt, sie lassen trotz einer Wechselwirkung den Laser ausreichend passieren –, besitzen sie damit grundsätzlich die erforderlichen Eigenschaften für den oberen Fügeteil. Jedoch muss beachtet werden, dass die kristallinen Anteile und Füllmaterialien eine Streuung verursachen, die exponentiell zur Dicke des Materials zunimmt. Die Herausforderung bei eingefärbten bzw. bei zusätzlich hinzugefügten Füllmaterialien heißt also: den Kunststoff so einzufärben, dass er für den Laser transparent bleibt, für das Auge – das heißt im sichtbaren Bereich – aber in der entsprechenden Farbe erscheint. Diese Problematik löst Treffert mit idealen Farbrezepturen für die unterschiedlichsten Applikationen.

Nicht nur Schwarz sehen

Für schwarze Anwendungen, besonders oft verwendet im Automotive-Bereich, gibt es mittlerweile zahlreiche standardisierte Farbrezepturen für die unterschiedlichsten, auch mit Glasfasern oder Glaskugeln verstärkte Kunststoffe, die sich immer mehr durchsetzen. Bereits vor zehn Jahren wurden hier die ersten Lösungen für das Kunststoffschweißen entwickelt. Denn ein Stoff, der laserabsorbierende Eigenschaften besitzt, ist schon seit langem bekannt: Rußpartikel absorbieren die Laserstrahlen zuverlässig im sichtbaren wie im nahen infraroten Bereich. Im Bereich Automotive wird beim Motorraum ausschließlich Schwarz verwendet, bei der Innenausstattung von Fahrzeugen sind Anthrazit, Grau und Beige häufige und beliebte Farben, in der Elektrotechnik werden sowohl schwarze als auch bunte Farben eingesetzt.



Inzwischen gibt es auch für farbige Kunststoffe eine Palette von Farbmitteln, die beim Laserschweißen eingesetzt werden können. Bisher gab es allerdings das Problem der Farbdifferenz, wenn oberer und unterer Teil die gleiche Farbe aufweisen sollten: Da für die beiden unterschiedlichen Problemstellungen – lasertransparent und laserabsorbierend – verschiedene Farbpigmente benötigt wurden, trat hier eine mehr oder weniger auffällige Farbmetamerie auf. Abhilfe schafft hier der Einsatz von speziellen so genannten IR-Absorbern bzw. IR-Pigmenten, an deren Entwicklung die Firma Treffert beteiligt war: „Mit unseren nahezu transparenten, absorbierenden IR-Pigmenten können jetzt in beiden Kunststoffteilen die gleichen Farbrezepturen verwendet und trotzdem die Laserstrahlen im unteren Teil absorbiert werden“, so Dr. Sieffert. Die eigene Farbe der IR-Absorber – sie sind leicht hellgrün oder mittelblau – stellt dabei kein Problem dar: Durch Farbkorrekturen können fast alle Farben von hell bis dunkel und transparent bis deckend her- oder anhand vorgegebener Farbmuster nachgestellt werden.

Klinisch weiß oder transparent

Selbst bei den „medizinisch“ weißen Produkten sind sie ein wichtiges Hilfsmittel, denn eine brillant-weiße Optik zu erhalten, ist heute noch eine Herausforderung: Um weiße Kunststoffe zu erhalten, kommt als weißes Farbmittel Titandioxyd zum Einsatz, das sich beim Laserschweißen aber im laserdurchlässigen Teil nachteilig auswirkt: Es reflektiert und streut das Laserlicht stark. Mit Hilfe der genannten absorbierenden IR-Pigmente kann der untere, weiße Kunststoff allerdings entsprechend konditioniert werden. So lässt sich als hellste Farbe annähernd das Signalweiß RAL 9003 erzeugen.



Auch die weiteren Eigenschaften der IR-Absorber sind ideal für den

Einsatz in der Medizintechnik: Sie haben sämtliche toxikologischen Prüfungen bestanden und sind damit physiologisch unbedenklich –in der nächsten Zeit werden sie daher in die so genannte Positivliste für unbedenkliche Zusatzstoffe der amerikanischen FDA (Food and Drug Administration) aufgenommen. Ein wichtiger Punkt: Sie werden direkt in den Kunststoff eingebracht, gehen dabei wie Farbstoffe komplett in Lösung und migrieren nicht aus dem Kunststoff. Ihre hohe thermische Stabilität bringt weitere Vorteile: Sie können in allen Kunststoffen eingesetzt werden und zersetzen sich nicht beim Schweißen, so dass keine toxischen Spaltprodukte frei gesetzt werden. Außerdem kann dadurch auch das Verfahren des Quasi-Simultanschweißens angewendet werden: Auch bei mehrmaliger Laserbestrahlung der selben Stelle bleibt die Absorption konstant. Da sich die IR-Absorber wie ein herkömmliches Masterbatch verwenden lassen, sind sie zudem einfach zu handhaben.

„Unzertrennliche“ Werkstücke

Schon grundsätzlich bietet das Laserschweißen von Kunststoffen etliche Vorteile gegenüber etablierten Kunststoffschweißsystemen. Da es ein kontaktfreies Verfahren ist, ermöglicht es eine schonende, saubere Kunststoffverschweißung, ohne die Oberfläche der Endartikel zu verformen. Besonders wichtig ist dies in der Medizintechnik, jegliche Verunreinigungen sind hier tabu. Dadurch, dass man nur so viel Energie in Form von Laserlicht einbringt, wie für eine optimale Schweißnaht benötigt wird, ergibt sich eine minimale thermische Belastung des Werkstoffs. Trotzdem ist die Schweißnaht sehr fest und „unzertrennlich“. Das Laserverfahren ermöglicht eine hermetisch abschließende Schweißung. Dadurch können Flüssigkeiten weder hindurchtreten noch überhaupt damit in Kontakt kommen, da sich die Schweißung weit von der externen Grenzfläche der zwei verschweißten Teile befindet. Beim Kleben könnte der Kontakt mit dem Kleber eine mögliche Kontaminationsquelle sein. Zudem kann die Schweißnaht bis auf Nanometer genau gesetzt werden. Dazu kommt noch eine hohe Flexibilität: zum einen bei der Form der zu verarbeitenden Werkstücke, da auch dreidimensional und an schwer zugänglichen Stellen geschweißt werden kann.

Auf der richtigen Wellenlänge

Die zum Kunststoffschweißen verwendeten Laser arbeiten alle im nahen infraroten Bereich (NIR) – Diodenlaser vornehmlich bei 808, 940 und 980 nm Wellenlänge, Festkörperlaser (auch Nd:YAG Laser genannt) bei 1064 nm. Die Treffert-Gruppe Polymer-Technologie kooperiert hier unter anderem mit dem Laserhersteller Rofin/Baasel Lasertech – gemeinsam führen die beiden Unternehmen auch kundenindividuelle Machbarkeitsstudien durch. Bisher arbeiten die IR-

Absorber noch in einem engen Absorptionsbereich, das heißt nur mit einem 808 nm Diodenlaser. „Wir entwickeln derzeit aber bereits einen IR-Absorber, der auch bei 940, 980 und 1064 nm eingesetzt werden kann“, so Michel Sieffert.

Verfahren Laserschweißen:

Beim Laserschweißen von Kunststoffen werden zunächst die beiden zu verbindenden Teile entsprechend überlappend angeordnet. Der Laser verschmilzt dann die beiden Teile miteinander – hierzu muss er das obere Füge teil weitgehend ungehindert durchdringen können und vom unteren Teil absorbiert werden. Dabei wird die Lichtenergie in Wärmeenergie umgewandelt (= Laserabsorption), der absorbierende Kunststoff schmilzt im Bereich des auftreffenden Strahls – also nur an der Innenfläche –, und nimmt an Volumen zu. Durch den daraus entstehenden Kontakt mit dem transmittierenden oberen Teil mittels ausreichendem Druck schmilzt dieses ebenfalls auf, und an der Schweißnahtstelle entsteht nach dem Erkalten eine feste und dennoch materialschonende Verbindung.

Das Problem: Die Kunststoffe der beiden Schweißpartner müssen aufeinander abgestimmt sein und bestimmte Eigenschaften aufweisen: Der obere Partner muss lasertransparent sein, darf den Laser nicht streuen oder absorbieren, der untere Partner muss ihn absorbieren. Polymere, Pigmente und Additive müssen sowohl auf die Anforderungen der Laserschweißbarkeit als auch auf die jeweiligen Anforderungen an Design und Anwendungsgebiet des Kunden abgestimmt werden.

Vorteile des Laserschweißens:

- schonend, da keine mechanische Beanspruchung, praktisch verschleißfrei und berührungslos
- geringe thermische Belastung, da Laserenergie und -intensität genau gesteuert werden können, örtlich begrenzter Wärmeeintrag
- glatte Oberflächen der Werkstücke bleiben erhalten, keine Verformungen, eng begrenzte Nahtstellen
- auch an schwer zugänglichen Stellen im Werkstück anwendbar
- hoher Automatisierungsgrad durch Wahl der geeigneten Lasermethode und -maschine
- hohe Festigkeit und Dichtigkeit

Infokasten 3:

Treffert-Gruppe

Die Treffert-Gruppe Polymer-Technologie entwickelt und produziert in Frankreich und Deutschland Farbsysteme, Additive, Compounds und Masterbatches für die Kunststoffindustrie. In der europäisch agierenden Unternehmensgruppe mit einer über 70-jährigen Tradition arbeiten heute zirka 100 Mitarbeiter.

www.treffert.org