

Innovative Technik macht ihrem Namen Ehre

In den letzten Jahren hat die Verbreitung von leistungsstarken Pico- und Femtosekunden-Lasern stark zugenommen. Trotzdem sind derzeit in der industriellen Materialbearbeitung überwiegend Galvanometer-basierte Scan-Systeme im Einsatz, was in manchen Bereichen zu Limitierungen führen kann. Damit das wachsende Potenzial der Laserquellen vollständig ausgenutzt werden kann, ist die Nachfrage nach höheren Scan-Geschwindigkeiten spürbar gestiegen.

Wenn die Anwendungen einen zeilenweisen Scan-Vorgang, auch als Raster-Scannen bezeichnet, erlauben, vergrößern sich die technischen Möglichkeiten. Polygon-Scanner bieten große Vorteile in der zeilenweisen, flächigen Bearbeitung von Werkstücken – bei gleichzeitig hoher Auflösung und frei definierbaren Mustern und Strukturen. Dank der hohen Geschwindigkeiten können derartige Systeme in vielen Fällen die Prozesszeiten drastisch verkürzen. Intelligent eingesetzt werden Polygon-Scanner – die das griechische »polys für »Vielfalt« im Namen tragen – auch dem Wunsch nach sehr flexiblen Technik-Konzepten gerecht.

Die Polygon-Scanner Technologie, ursprünglich aus Grafikanwendungen bekannt und in Millionen von Laserdruckern im Einsatz, kann heute als die Einführung des Raster-Scannens

in die Lasermaterialbearbeitung verstanden werden.

Polygon Scanner definieren Scan-Geschwindigkeit neu

Das belgische Unternehmen Next Scan Technology (NST), kürzlich erst von der Scanlab AG übernommen, ist ein Spezialist für Laserscannen und -Modulation. NST hat eine innovative Scan-Technologie zur dynamischen Auslenkung des Fokus mit einer Geschwindigkeit von 25 m/s bis hin zu 100 m/s und höher entwickelt. Diese Line Scan Engine (LSE) Scan-Systeme verdanken ihre hohen Geschwindigkeiten einer rotierenden Polygon-Technologie. Ein Multifacetten- oder Polygon-Spiegel dient zur Ablenkung der auftreffenden Laserstrahlen. Das Polygonrad dreht sich mit einer konstanten Geschwindigkeit um eine mechanische Achse. Immer, wenn eine

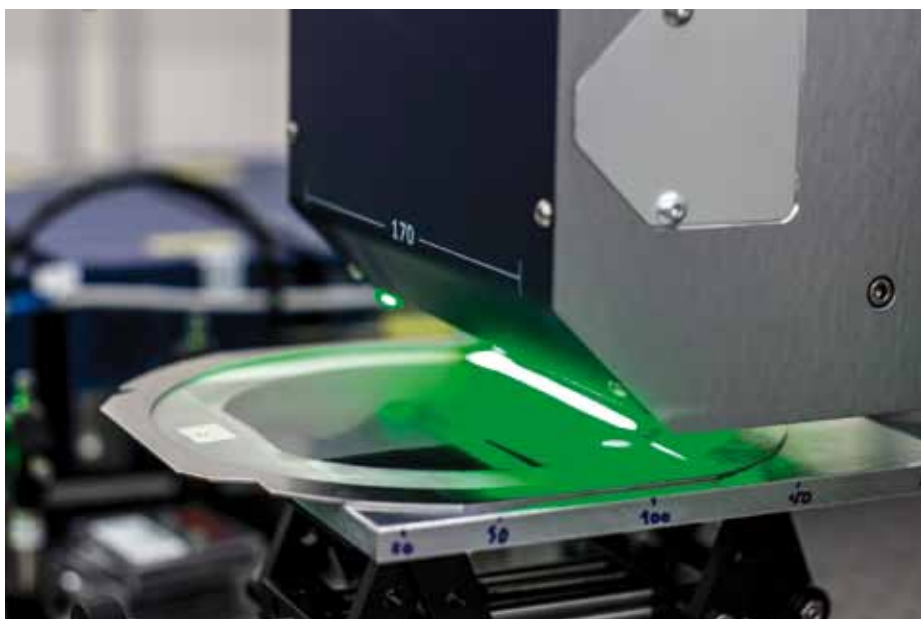
flache Facette des Polygonrades den auftreffenden Strahl aufnimmt, wird der Strahl über einen Winkelbereich abgelenkt. Wenn der Strahl auf eine Kante zwischen zwei Spiegel-Facetten trifft, wird der Laser abgeschaltet und die Führung des Strahls springt wieder auf den Linienanfang. Rotierende Scanner sind von Haus aus eindimensionale Scanner, die eine Scan-Linie erzeugen. Um ein 2D-System zu erhalten, muss eine zweite Linearbewegung hinzugefügt werden. Die Ausrichtung der Zweitbewegung steht senkrecht zur vom Polygon-Scanner gescannten Linie und die Geschwindigkeit wird auf die Rotorgeschwindigkeit abgestimmt, um einen Rasterscan der Oberfläche zu erhalten. Durch die hohen Scan-Geschwindigkeiten, die durch diese Laser und Scanner erreicht werden, wird die Synchronisation immer wichtiger. NST hat eine eigenständige Synchronisations-Technologie (SuperSync) für MOPA und neuartige Faser-Laser entwickelt, um die bestmögliche Wiederholgenauigkeit für Lasermarkierpunkte sicherzustellen.

Die Kombination der linearen Bewegung mit einer telezentrischen f-Theta Spiegeloptik erlaubt die Konstruktion eines einfachen aber sehr leistungsfähigen Systems. Die Bearbeitung von großen Flächen bis hin zu 300 mm² bei vollständig telezentrischer Abbildung ist so möglich.

Gestaltungsregeln zur Platzierung des Laserfokus auf einem 2D-Raster

Die gemeinsame Synchronisierung der Geschwindigkeiten des Polygon-Rades, des Arbeitstisches und der Laserpulse bestimmt ein zweidimensionales Raster für Laser-Schreib-Positionen (vgl. Abb. 3).

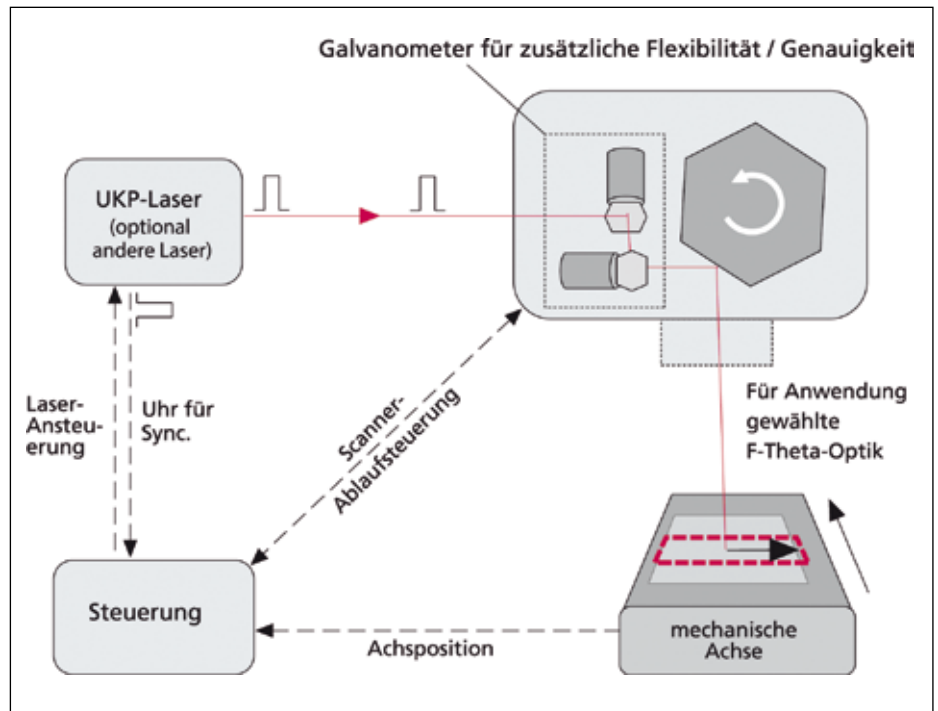
Sämtliche Oberflächenmuster müssen durch eine selektive Taktung und Ablenkung des Lasers auf die vordefi-



▲ Abb. 1: On-the-fly Mikro-Bohr-Bearbeitung im Raster-Scan-Verfahren.

nierten Rasterpunkte erzeugt werden. Diese Informationen können grafisch ausgegeben und in einer Bitmap-Datei gespeichert werden. Zudem bietet die NST Steuerung eine Ethernet-Verbindung zum Einlesen von Schwarzweiß-Bitmaps. Mithilfe der gespeicherten Bildinformationen können die Laserpulse auf der 2D-Oberfläche entlanggeführt und getaktet werden.

Der Hauptunterschied zwischen Galvo- und Polygon-Scannen ist das unterschiedliche Konzept der Spot-Positionierung. Galvanometer steuern die Strahlposition und feuern den Laser genau dort ab, wo erforderlich. Polygon-Scanner sind anders konzipiert. Mit einer konstanten Scan-Geschwindigkeit wird ein Raster über eine zeitgesteuerte Abfolge abgefahren, so dass die zeitgenaue Synchronisierung zum Kernfaktor wird. Folglich wird das Steuerungssystem, das die zeitliche Feinabstimmung vornimmt, zum wahren Treiber des Scan-Systems. Dieser Ansatz führt zur Einführung einer wichtigen Gestaltungsregel: Die ge-



▲ Abb. 2: Systemkonzept eines Polygon-Scanners.

wünschten Bearbeitungsvorgänge, die an dem Werkstück vorgenommen werden sollen, müssen auf einer Rasterstruktur abgebildet werden. Der Einsatz von herkömmlichen vektorbasier-

ten CAD-Daten als Ausgangsbasis oder auch die einfache Umwandlung dieser Daten zu Bitmaps kann Konflikte erzeugen. Denn möglicherweise kann auf diese Weise keine korrekte



▲ Abb. 3: Topographie der Schweiz, Maße 108 x 65 mm (B. Neuenschwander / B. Jäggi / M. Zimmerman – gefördert im FP7 Projekt APPOLO).

Rasterdarstellung erzeugt werden, die mit den Laserpuls-Überlagerungen übereinstimmt. Für eine vollständige Ausschöpfung der Potenziale der Polygon-Technologie muss daher ein besonderes Augenmerk auf die Einrichtung und Übernahme der Eingangsdaten gerichtet werden.

Innovative Oberflächen-gestaltung

Es gibt eine große Nachfrage dafür,

Laser zur Oberflächenbearbeitung von Materialien einzusetzen und dabei die Materialeigenschaften zu verändern. Dazu ist es erforderlich, Laserpulse mit einer hohen Dichte über große Flächen zu verteilen, zum Beispiel, um wasserabweisende Scheinwerfer und Windschutzscheiben von Fahrzeugen zu erzeugen, an denen Regenwasser schneller abfließt.

Ähnliches gilt bei der Herstellung von Hochpräzisions-Werkzeugen für

sicherheitsrelevante Druckverfahren. Bei diesen Verfahren muss ein Laser 80 % oder mehr der gesamten Oberfläche mit hohen Pulsraten und Geschwindigkeiten bearbeiten.

In Abb. 3 wird ein Beispiel gezeigt, bei dem Multi-Passes erzeugt werden und jede Schicht mit einer gesonderten Bitmap-Datei erzeugt wird. Beim Einsatz eines 4,1 MHz Lasers mit einer Scan-Geschwindigkeit von 60 m/s ergibt sich ein 14,5 µm (1,750 dpi) Spotabstand, mit einer Bearbeitungszeit von nur 24 s pro Schicht.

Ausblick

Wie eingangs beschrieben, sind Polygon-Scanner eben genau zur zeilenweisen, flächigen Bearbeitung von Werkstücken in idealer Weise geeignet und können durch die hohen Scan-Geschwindigkeiten die Bearbeitungszeiten deutlich reduzieren.

Eine der zentralen Fragen bei der Abwägung des Einsatzes eines Raster-Scan-Ansatzes ist die geplante Applikation. Dabei ist es wichtig, die Füllrate, das heißt den Prozentsatz der tatsächlich zu bearbeitenden Oberfläche, in Betracht zu ziehen. Nur bei hohen Füllraten ist der Einsatz eines Polygon-Scanners in der Regel sinnvoll. Außerdem sollte sichergestellt werden, dass die zu bearbeitende Struktur als Raster- oder Bitmap-Struktur vorliegt, da es bei der Verwendung von Vektordaten zu Fehlern kommen kann. Wenn all diese Punkte beachtet werden, dann bietet die Polygon-Scanner-Technologie Möglichkeiten, die mit herkömmlichen Galvanometer Scannern nicht zu Verfügung stehen.

ANZEIGE

■ INFO

Autoren:

Lars Penning und Dr. Holger Schlüter

Kontakt:

Eva Jubitz

Marketing / Kommunikation

SCANLAB AG

Siemensstr.2a · 82178 Puchheim

Tel.: 089 800746-420 · Fax: 089 800746-199

e.jubitz@scanlab.de · www.scanlab.de