



Digitale Fertigung in der Massenproduktion – Innovation der Serienfertigung mit digitalen Druck- und Laserverfahren

Prof. Thomas Otto
Prof. Reinhard Baumann

Die Automatisierung, Digitalisierung und Vernetzung der industriellen Großserienfertigung gehört zu den großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Dabei sind neue Technologien zur Differenzierung und Effizienzsteigerung der Produktion notwendig. Vor allem Unternehmen der Zukunftsmärkte Automobilindustrie, Unterhaltungselektronik, Fertigung und Beleuchtungstechnik müssen sich der Forderung der Märkte nach individualisierten Produkten stellen und dabei aber die wirtschaftlichen Vorteile der Massenfertigung erhalten.

Innovation in der Produktion

Diese zunehmend nachgefragte Individualisierung von Industrieprodukten verlangt nach neuen Fertigungsstrategien. Hier gibt es noch großen Forschungsbedarf. Fraunhofer stellt sich den aktuellen Herausforderungen der deutschen Industrie. Mit ihren Leitprojekten setzt sie strategische Schwerpunkte, um konkrete Lösungen zum Nutzen für den Standort Deutschland zu entwickeln. Die Themen orientieren sich an den Erfordernissen der Wirtschaft. Das Ziel ist es, wissenschaftlich originäre Ideen schnell in marktfähige Produkte umzusetzen. Die beteiligten Fraunhofer-Institute bündeln ihre Kompetenzen und binden die Industriepartner frühzeitig in die Projekte ein.

Das Leitprojekt 2016 „Go Beyond 4.0“ unter der Führung des Chemnitzer Fraunhofer ENAS verknüpft traditionelle Fertigungsmethoden mit Zukunftstechnologien und digitalen Produktionsverfahren. Speziell geht es

um die innovative Integration der digitalen Fertigungstechnologien Druck- und Laserverfahren in bestehende, zunehmend vernetzte Massenfertigungsumgebungen, um Serienprodukte ressourcenschonend und kosteneffizient bis hin zum Unikat individuell herzustellen.

Sechs Institute – drei Anwendungsfelder

Die sechs Fraunhofer-Institute für Elektronische Nanosysteme ENAS, für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, für Lasertechnik ILT, für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, für Silicatforschung ISC und für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU – erfolgreich tätig in den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Photonik und Materialwissenschaften – werden anhand dreier marktrelevanter Anwendungsbereiche in den Fertigungsdomänen Automobilbau, Luftfahrt und Beleuchtungstechnik neue Strategien und Prozessinnovationen entwickeln. So sollen etwa

| Schwerpunkt: Produktion |

Inhalt

Digitale Fertigung in der Massenproduktion – Innovation der Serienfertigung mit digitalen Druck- und Laserverfahren	1
Editorial/Impressum	2
 Modulare Sensorplattform für IoT-Anwendungen	3
 Automatisierte Produktion komplexer Transceiver-Module	5
 Komplexe Mikroformteile aus Keramik und Metall	6
Europas Mikrotechnikbranche stellt sich auf Wachstum ein	7
HANNOVER MESSE 2017	
 IVAM zeigt Key Enabling Technologies auf der HANNOVER MESSE 2017	8
Hochpräziser 3D-Druck: ein universelles Werkzeug	9
Firmen und Produkte	10
IVAM-Messen und -Veranstaltungen	15
Abo-Service	15



Das Leitprojekt 2016 »Go Beyond 4.0« unter der Führung des Chemnitzer Fraunhofer ENAS verknüpft traditionelle Fertigungsmethoden mit Zukunftstechnologien und digitalen Produktionsverfahren
Quelle: Fraunhofer ENAS



materialauftragende (Druck-) und materialabtragende (Laser-) Digitalmodule je nach Bedarf in bestehende Prozessketten integriert werden. Die drei Demonstratoren „Smart Door“, „Smart Wing“ und „Smart Luminaire“ wurden so gewählt, dass ein möglichst breites Anwendungsspektrum im Hinblick auf Losgröße aber auch Bauteilgeometrie aufgezeigt werden kann. ➔

Editorial



Schwerpunkt: Produktion

Die komplette Digitalisierung des Produktionsprozesses ist vielfach Ziel aktueller strategischer Überlegungen in europäischen Unternehmen.

Beim ersten IVAM High-Tech Summit trafen sich am 23. März 2017 mehr als 80 internationale Vertreter aus der Mikro-technik-, Nanotechnik- und IT-Branche in Dortmund und tauschten sich über die Bedeutung und Strategien der Digitalisierung aus. Einen Nachbericht zu der Veranstaltung finden Sie auf der Seite 11.

In dieser Ausgabe lesen Sie darüberhinaus wie traditionelle Fertigungsmethoden mit Zukunftstechnologien und digitalen Produktionsverfahren in Einklang gebracht werden könnten oder wie eine kleine, energieoptimierte und einfach handhabbare Sensorplattform das Internet-of-Things ermöglicht, indem sie unterschiedlichste Messwerte erfasst, um diese lokal auf einem PC oder Tablet oder in einen Cloud-Dienst zu speichern.

Auf der HANNOVER MESSE 2017, die Ende April stattfindet, werden die "Key Enabling Technologies" Mikro- und Nanotechnologie, MEMS, Photonik und Neue Materialien in der von IVAM organisierten MICRO-NANO-AREA zu finden sein. Mehr zu dem Gemeinschaftsstand lesen Sie auf der Seite 8. Ich wünsche Ihnen gute Unterhaltung bei der Lektüre!



Ihre Mona
Okroy-Hellweg

Impressum

»inno«
Innovative Technik – Neue Anwendungen

herausgegeben von:
IVAM e.V.
Joseph-von-Fraunhofer Straße 13
44227 Dortmund

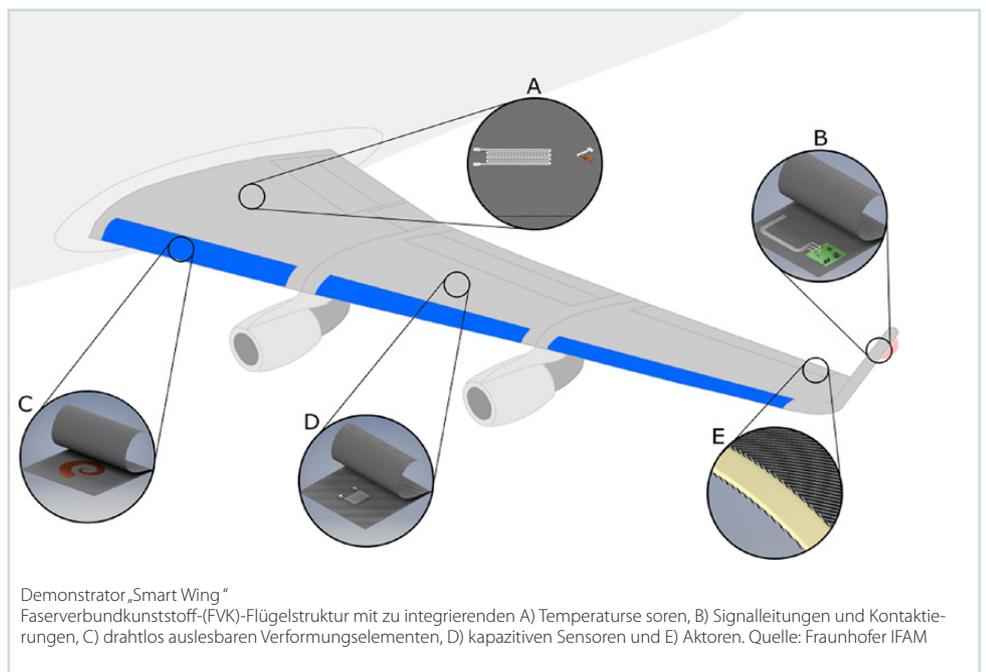
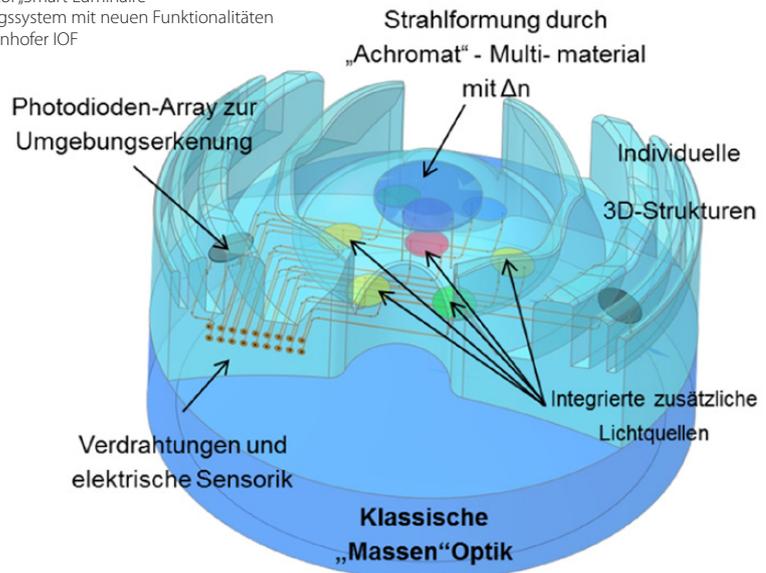
Redaktion:
Mona Okroy-Hellweg
Iris Lehmann
Dr. Thomas R. Dietrich

Kontakt:
Mona Okroy-Hellweg
Tel.: +49 231 9742 7089
E-Mail: mo@ivam.de

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion und Quellenangabe gestattet.



Demonstrator „Smart Luminaire“
Beleuchtungssystem mit neuen Funktionalitäten
Quelle: Fraunhofer IOF



Demonstrator „Smart Wing“
Faserverbundkunststoff-(FVK)-Flügelstruktur mit zu integrierenden A) Temperatursensoren, B) Signalleitungen und Kontaktierungen, C) drahtlos auslesbaren Verformungselementen, D) kapazitiven Sensoren und E) Aktoren. Quelle: Fraunhofer IFAM

Der Demonstrator „Smart Door“ adressiert den Trend der Individualisierung von Serienbauteilen und Funktionserweiterung am Beispiel einer Pkw-Tür. Dabei werden Leiterbahnen und Sensoren auf Karosseriebauteile mittels Druckverfahren aufgebracht und mittels Laserverfahren funktionalisiert. Ebenso werden gedruckte Leiterbahnen und Bedienelemente in Interior-Bauteile integriert.

Der Trend der Bauteilüberwachung (structural health monitoring) von Faserverbundwerkstoffen wird im Demonstrator „Smart Wing“ aufgegriffen. Es werden dabei gedruckte Signalleitungen, Temperatursensoren und Sensoren zur Detektion von Bauteil-Strukturänderungen mittels Druckverfahren

auf faserverstärkten Kunststoffen hergestellt und darüber hinaus in Selbige integriert.

Der dritte Demonstrator „Smart Luminaire“ greift den Trend der intelligenten Beleuchtungskörper auf. Diese sollen in der Lage sein die räumliche Ausleuchtung adaptiv für jede entsprechende Situation anzupassen. Um diese Funktion zu erzielen, werden z.B. Strahlformungsoptiken mittels Druckverfahren hergestellt und Leuchtquellen integriert.

Fraunhofer-Institut für
Elektronische Nanosysteme ENAS
www.enas.fraunhofer.de
<https://www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/fraunhofer-leitprojekte.html>



Modulare Sensorplattform für IoT-Anwendungen

Matthias Geiger

Das von Binder Elektronik entwickelte IoT-Kit schließt die Lücke unter leistungsfähigen und energieintensiven Systemen hin zu kleinen, energieoptimierten und einfach handhabbaren Sensorplattformen.

Das System des Binder IoT-Kit besteht aus einer flexiblen, modularen und erweiterbaren Plattform mit einem oder mehreren „Sensor-Sticks“ und einem passenden Gateway (Abbildung 1), die es dem Anwender ermöglichen, einfach und unkompliziert unterschiedlichste Messwerte zu erfassen und diese lokal auf einem PC oder Tablet bzw. in einen Cloud-Dienst zu speichern.

Ein USB-Stick für alles

Das Herz des Systems ist der sogenannte Sensor-Stick. Dieser hat die Form eines USB-Speichersticks (18x55mm²) und kann seine Messdaten sowohl drahtgebunden, als auch drahtlos übertragen. Er kann auch in ein Kunststoffgehäuse eingebaut werden (Abbildung 2). Jeder Sensor-Stick verfügt über Energiemanagement, ein USB- und BLE-kompatibles Funkinterface sowie eine Sensor-Schnittstelle. Dabei befinden sich die unterschiedlichen Sensoren auf einem nur 15x18 mm kleinem Sensormodul, das über I2C, SPI, analoge Eingänge oder digitale IOs kommuniziert (Abbildung 3). Die Besonderheit ist dabei, dass weder Hardware noch Firmware beim Sensorwechsel angepasst werden müssen. Jedes Sensormodul bringt dazu ein elektronisches „Datenblatt“ mit, welches die Sensorparameter und das Messszenario beinhaltet, sodass ein Plug&Play-Betrieb möglich ist. Die Sensor-Sticks verfügen, wie das dazu passende Gateway, als zentralen Bestandteil über einen leistungsfähigen ARM-Cortex-M4F-Prozessor.

Neben der einfachen Integration zusätzlicher Sensorik und der Verwendung eines leistungsfähigen Controllers kann die Energieversorgung per USB über viele am Markt verfügbare Lösungen wie USB-Power-



Abbildung 2: Sensor-Stick mit Gehäuse
Quelle: Binder Elektronik GmbH

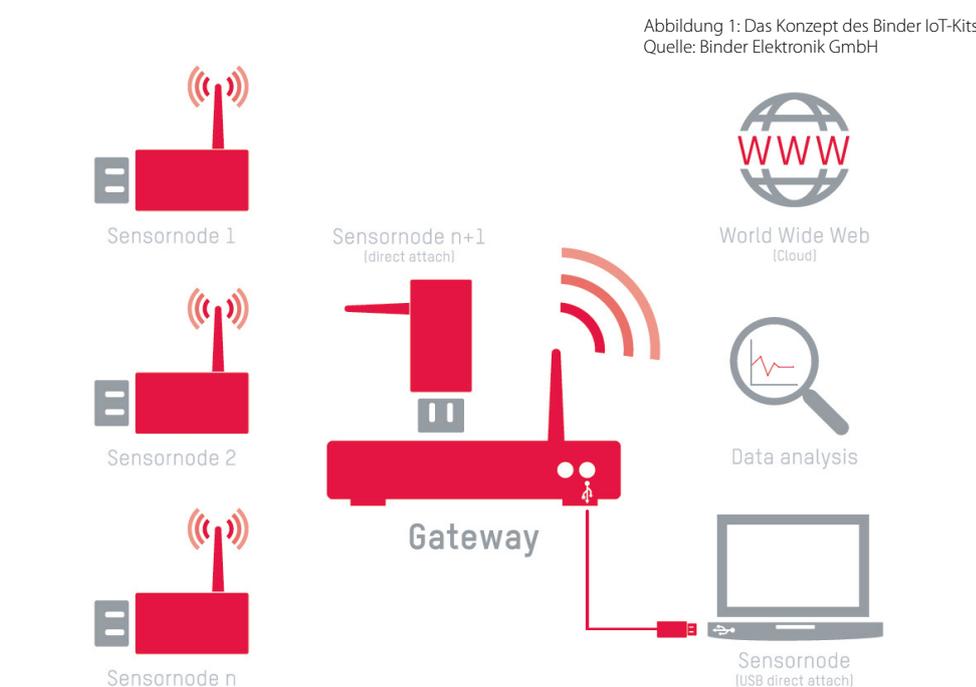


Abbildung 1: Das Konzept des Binder IoT-Kits
Quelle: Binder Elektronik GmbH

Banks, Akkus, Batterien oder Netzteile erfolgen. Auch ein Betrieb direkt an PC, Notebooks oder Tablets ist möglich.

Viele Wege führen zur Cloud

Die Übermittlung der Messdaten erfolgt als BLE-Beacon Datenprotokoll an ein Bluetooth-kompatibles Empfangsgerät (Gateway). Das IoT-Gateway kann dabei sowohl die BLE-Daten empfangen als auch über USB bzw. WLAN mit einem PC oder einer Cloud-Anwendung kommunizieren. Die Anpassung an beliebige Cloud-Dienste ist dank der Verwendung von MQTT oder OPC-UA-Protokollen möglich, ebenso die Implementierung von anwendungsspezifischen Auswertelgorithmen und Funktionalitäten. Über WLAN ist eine

Datenübertragung nach 802.11 b/g/n/e/i mit Sicherheitsfeatures wie WPA/WPA2 möglich. Ein Arduino-Uno-kompatibler Formfaktor stellt eine zusätzliche Erweiterungsmöglichkeit dar, sodass gängige Arduino-Shields mit dem Gateway verwendet werden können.

Sowohl der Sensor-Stick als auch das Gateway verfügen über zusätzlichen nichtvolatilen Speicher, um Daten zu loggen oder, falls die Übertragung nicht möglich bzw. nicht gewünscht wird, diese zwischenspeichern. Am Gateway besteht auch die Möglichkeit, den Datenspeicher durch eine Micro-SD-Karte zu erweitern. Ein Highlight ist der integrierte Security-Chip auf beiden Einheiten. Dadurch ist eine zuverlässige Datenverschlüsselung zwischen Gateway und Sensor-Stick möglich. Die Datenübertragung ist somit absolut sicher. Benötigt der User zusätzliche Funktionen oder Features, so können diese im Kundenauftrag implementiert werden. Ferner ist auch eine freie Firmwareversion erhältlich, die der Anwender selbst nach eigenen Anforderungen modifizieren oder durch zusätzliche Funktionalitäten ergänzen kann.

Flexible Sensormodule

Die verschiedenen Sensormodule können je nach Anwendung direkt aufgelötet oder über Steckverbinder getauscht werden, so dass eine stabile, sichere und einfache Kontaktierung für

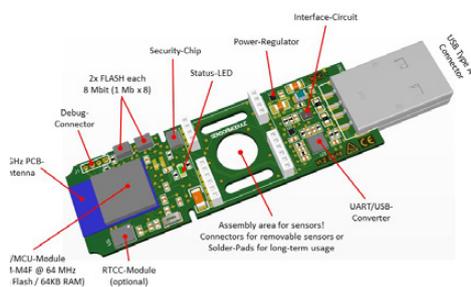


Abbildung 3: 3D-Darstellung des Sensor-Sticks
Quelle: Binder Elektronik GmbH

Versuchs- und Testzwecke als auch für den dauerhaften Einsatz bei hoher Zuverlässigkeit gegeben ist. Durch den einheitlichen Formfaktor und das einheitliche elektrische Interface ist eine anwendungs- oder kundenspezifische Erweiterung leicht möglich.

Aktuell sind drei Sensormodule verfügbar. Das ENV-Sensormodul (Abbildung 4, links) verfügt über einen MEMS-Sensor zur Messung von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und -druck. Zusätzlich ist ein UV-Index-Sensor vorhanden. Das PIR-Sensormodul (Abbildung 4, Mitte) besteht aus einem analogen Infrarot-Bewegungsmelder (PIR) und einem Beleuchtungssensor (ALS). Das Grove-Modul (Abbildung 4, rechts) besteht aus Steckverbindern für analoge und digitale Sensoren und Aktoren. Über diese Schnittstellen lassen sich Erweiterungsmodule nach dem Grove-Standard von Seeedstudio anschließen. Inzwischen sind über 150 solcher Module verfügbar, die neben unterschiedlicher Sensorik auch Kommunikationsinterfaces, Schaltaktoren sowie Bedien- und Anzeigeelemente beinhalten. Die Sensordaten werden vom Gateway gesammelt, falls nötig fusioniert oder komprimiert, an einen Cloud-Dienst übertragen und dort auf Abruf bereitgestellt. Alternativ können die Messwerte auch lokal an einen PC gesendet wer-



Quelle: Binder Elektronik GmbH

den. Um die Sensormodule an einem PC verwenden zu können, wurde eine Visualisierung mit der grafischen Programmierumgebung LabVIEW erstellt. Über diese können die angeschlossenen Sensor-Sticks auch konfiguriert, Sicherheitseinstellungen übermittelt und ein Pairing von Gateway und Sensor-Sticks vorgenommen werden. Mit dem System sind vielfältige Anwendungsszenarien denkbar. Die möglichen Einsatzgebiete können beispielsweise Klima- und Raumüberwachung, Messstationen für UV-Warnung oder Bewegungsmelder zur

Beleuchtungssteuerung oder Personen- bzw. Tierdetektion sein. Aber auch Anwesenheitserkennung, Präsenzmelder, Sicherheit, Einbruchschutz und Zugangskontrolle können adressiert werden. Das System wurde bewusst so konzipiert, dass nicht nur Demos und Tests auf dem Schreibtisch oder im Labor möglich sind, sondern auch schnell Lösungen im Feldeinsatz realisiert werden können.

Als kundenspezifische Lösung für professionelle Anwendungen ist das IoT-Kit bereits verfügbar. Durch den modularen, standardisierten Aufbau ist das System die ideale Basis für die schnelle Umsetzung individueller Systeme.

Eine zweite Prototypenserie mit diversen Detailverbesserungen wird derzeit produziert. Nähere Informationen finden Interessierte auf der Website „iot.binder-elektronik.de“ und dort auch im Entwicklungsblog bzw. dem dazugehörigen Newsletter.

Binder Elektronik GmbH, Sinsheim
<http://iot.binder-elektronik.de>
<https://www.binder-elektronik.de/>

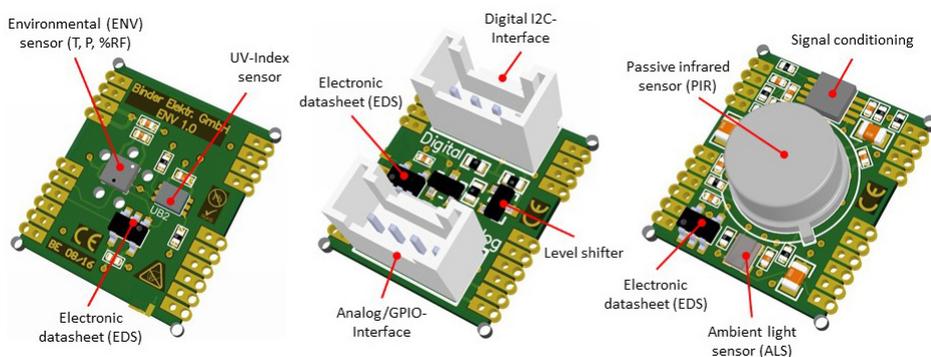


Abbildung 4: 3D-Darstellung der aktuell verfügbaren Sensor-Module
 Quelle: Binder Elektronik GmbH

Anzeige



MD&M West 2018 with
 Medical Design & Manufacturing



IVAM Exhibitors benefit from:

- excellent position with good visibility in upper exhibition halls
- joint booth branded as "Micro Nanotech" area
- trade fair organization and on-site support
- accompanying marketing and press campaigns
- networking organized by IVAM and American partners
- standard booth furniture



February 6 - 8, 2018
 Anaheim Convention Center, CA, USA

More information: IVAM Microtechnology Network | b2b@ivam.com | www.ivam.com



Automatisierte Produktion komplexer Transceiver-Module

Tobias Gleichmann

Der US-amerikanische Fiberoptik-Spezialist Ultra Communications entwickelt und produziert optische Transceiver-Module für herausfordernde Einsatzumgebungen. Das benötigte Produktionsequipment liefert die Berliner Firma Finetech.

Große Datenmengen werden heutzutage vorwiegend per Lichtwellenleiter, meist aus Glasfasern bestehend, transportiert. Die Vorteile gegenüber herkömmlichen Kupferleiterbahnen sind verlustarme Signalübertragung auch auf Langstrecke, drastisch reduzierte Energiekosten sowie die Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störsignalen. An den Enden der Glasfaserverbindung sitzen Transceiver-Module mit getrennten Sende- und Empfangseinheiten. Optische Transceiver empfangen die optischen Signale von der Glasfaser und wandeln sie in O/E-Wandlern in elektrische Signale. Als Empfangsdetektoren benutzen optische Transceiver lichtempfindliche Komponenten wie z.B. superschnelle Fotodioden. Senderseitig werden die elektrischen Signale in E/O-Wandlern in optische Signale gewandelt und auf die optische Übertragungsstrecke geschickt.

Weltweit ist der Bedarf an moderner optischer Dateninfrastruktur enorm. Entsprechend kräftig investieren derzeit viele Unternehmen aus der Optoelektronik in Produktionsequipment für immer leistungsfähigere Transceiver-Einheiten. Zu ihnen zählt auch der kalifornische Fiberoptik-Hersteller Ultra Communications, der mit seinen Produkten aber noch einen Schritt weiter geht.

Das Unternehmen fertigt besonders robuste Transceiver für den Einsatz in rauer Umgebung. Sie kommen überall dort zum Einsatz, wo unter erschwerten Bedingungen große Datenmengen schnell und verlustfrei übertragen werden müssen - z.B. in der Luft- und Raumfahrt, in modernen Automobilen, Schiffen

sowie im Bereich des Hochleistungsrechnens. Die Transceiver widerstehen dabei extremen Temperaturen ebenso wie dem Einfluss mechanischer Schocks, Vibrationen, Kondensation, chemischer Substanzen oder enormer Strahlenbelastung. Für die Entwicklung und Fertigung eines besonders robusten Transceiver-Moduls kooperiert Ultra Communications seit einiger Zeit mit Finetech, die als Hersteller hochgenauer Bondsysteme vielfältige Erfahrung beim Aufbau komplexer Optoelektronik haben.

Sequenzielle Flip-Chip-Montage

Der X80-Q Fury ist ein Full Duplex 40G Hochleistungstransceiver für die parallele optische Datenübertragung. Entwickelt und aufgebaut wurde die Musterserie auf einem manuellen Montagesystem. Das Modul vereint auf engstem Raum den Transceiver-IC, ein GaAs VCSEL-Array, ein GaAs PIN Fotodioden-Array, ein Lens-Array sowie ein Lichtleiter-Board. In einem sequenziellen Flip-Chip-Montageprozess werden die Komponenten einzeln bzw. im Verbund hochgenau und definiert zueinander ausgerichtet, platziert und dauerhaft verbunden. Die geforderte Post-Bond-Genauigkeit liegt dabei unter 3 Mikrometern.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Transceivern, die zumeist geklebt sind, werden die Komponenten des X80-Q Fury für besonders stabile Verbindungen gelötet oder per Thermokompression auf das Substrat gebondet. In einem zusätzlichen Veredelungsschritt werden alle Komponenten mit Epoxidharz unterfüllt und das gesamte Transceiver-Modul hermetisch versiegelt und geläppt. Der manuelle Aufbau weniger Transceiver-Einheiten dauert bereits einige Tage. Grund dafür sind aufwändige Qualifizierungstests. Nach jedem Montage-

schritt wird das Ergebnis der Ausrichtung und Verbindung validiert, um die geforderte Leistung und Ausfallsicherheit des Endprodukts zu garantieren.

Automatisierung ermöglicht Serienfertigung

Eine besondere Herausforderung lag darin, die komplexe Anwendung in die automatisierte Serienfertigung zu überführen. Aufgrund der erfolgreichen Zusammenarbeit in der Entwicklungsphase war es für Ultra Communications ein logischer Schritt, hier den Weg gemeinsam mit Finetech weiterzugehen. Die Automatisierung der Montage ermöglicht reproduzierbare Prozesse bei gleichzeitig gesenkten Fertigungskosten und schuf die Voraussetzung für eine echte Stückzahlenproduktion. Als großer Vorteil erwies sich, dass die im manuellen Prototyping zertifizierten technologischen Teilprofile, etwa Parameter für die benötigte Löttemperatur, Aufsetzkraft oder Zeit, einfach in Finetechs automatische Systeme überführt werden können. Zur Automatisierung des Montageprozesses wurden somit lediglich die Profile um automatisierte Handling-Schritte für Komponenten und Baugruppen sowie um die selbsttätige Komponenten-Ausrichtung mithilfe der Bilderkennung erweitert. Inzwischen werden die Transceiver in Nutzen zu 100 Stück schrittweise aufgebaut. Tests und Qualifizierungen sind direkt am Automaten durchführbar und als Zwischenprozess in die Montage-Sequenz integriert. Zusätzlich werden alle Teilprozesse automatisch protokolliert und fließen in-situ in eine Produktionsdatenbank ein.

Finetech für Produktion und Entwicklung

Die automatischen FINEPLACER Systeme bieten eine Ausricht-Genauigkeit bis zu $\pm 0.5 \mu\text{m}$ im Flip-Chip-Prozess (face down). Dank modularer Systemarchitektur lassen sich vielfältige Aufbau- und Verbindungstechnologien wie z. B. eutektisches Lötten, Thermokompression, Kleben mit UV-Curing oder Ultraschallbonden flexibel in das System integrieren. Unterstützend stehen leistungsfähige Dosierverfahren zur Verfügung.



Martin Rogge, Produktmanager Finetech (li), Dick Pommer, Vice President of Operations Ultra Communications (re.)
Quelle: Finetech

Finetech GmbH & Co. KG, Berlin
www.finetech.de



Komplexe Mikroformteile aus Keramik und Metall

Dr. Gábor Jüttner
Mathias Wilde

Ein neues zweistufiges Mikrospritzgießverfahren erlaubt die Herstellung von miniaturisierten Keramik- und Metallkomponenten mit bisher nicht realisierbaren geometrischen Merkmalen, wie hinterschnittige Hohlräume sowie nicht füllbare und/oder nicht entformbare Strukturen.

Die Idee ist, im ersten Prozessschritt einen Hilfskern herzustellen. Im zweiten Prozessschritt findet die Formgebung des Feedstocks statt. Bei einem Feedstock wird feines Keramik- oder Metallpulver mit einem organischen Binder zu einer homogenen Masse vermischt, damit es im Spritzgießprozess verarbeitet werden kann. Der im ersten Schritt entstandene Kern dient als ein Teil der Negativform für den Feedstock. Dieser Kern wird im Laufe des Entbinderungsprozesses ohne speziellen Verfahrensschritt rückstandslos entfernt. Im Gegensatz zum Kernausschmelzverfahren, bei dem der verlorene Kern in einem separaten Urform-Verfahrensschritt aus einem Metall hergestellt wird, kann beim PIM-Verfahren (Pulverspritzgießen) die Herstellung des Kernes in einem Mehrkomponenten-Spritzgießprozess integriert werden.

Neue Designmöglichkeiten, vereinfachte Realisierung

Das neue Verfahren bietet eine Reihe neuer Gestaltungsmöglichkeiten. So wird erstens das Spektrum abformbarer hinterschnittiger Konturen deutlich erweitert. Zweitens sind Mikrostrukturen realisierbar, die bisher durch die geringe Grünfestigkeit des Feedstocks nicht entformbar waren. Weiterhin können Formteile ohne Auswerfermarkierungen konzipiert werden. Auch hinsichtlich der Werkzeugtechnik und der Prozessführung leistet die neue Technologie gute Dienste. Die empfindlichen mikrostrukturierten Werkzeugkonturen kommen nur mit einem ungefüllten Thermoplast und nicht mit dem abrasiven Feedstock in Berührung. Das bedeutet weniger Werkzeugverschleiß, sodass auch weichere Nichteisenmetalle als Werkstoff für mikrostrukturierte Werkzeugkomponenten denkbar sind. Da der verlorene Kern bei der Füllung der PIM-Komponente als isolierende Wandung gegen zu schnelle Erstarrung wirkt, wird zudem eine deutlich bessere Mikrostrukturabbildung erreicht.

Realisierung von Demonstrationsformteilen

In den folgenden Beispielen sind die beiden Formgebungsschritte als ein integrierter Zweikomponenten-Spritzgießprozess mit der Mikrospritzgießmaschine formicaPlast realisiert. Die Maschine ist optimal für die gestellte Aufgabe: Sie bietet hohe Einspritzgenauigkeit und geringstmögliche Verweilzeiten bei der Verarbeitung von sehr kleinen, mikroformteiltypischen Schmelzvolumen. Die Flexibilität des Maschinenaufbaus und das verwendete Stammwerkzeugkonzept ermöglichen es, verschiedene Formteilvarianten effizient zu realisieren und die Möglichkeiten zu einer losgrößtenflexiblen Produktion aufzuzeigen. Zudem bietet die 2K-Variante durch das verwendete Index-Umsetzverfahren höchstmögliche Freiheit bei der Formteilgestaltung.

Im Anschluss an den Spritzvorgang werden die 2K-Spritzlinge entbindert. Meistens handelt es sich um einen mehrstufigen Entbinderungszyklus mit einer zusätzlichen thermischen Restentbinderung. Die entbindernten Bauteile werden danach bei Temperaturen von 1.450°C bis 1.600°C dicht gesintert. Die Abbildungen 1 und 2 veranschaulichen die reale Prozesskette mit Thermoplast-Vorspritzling als verlorenen Kern, 2K-Grünling als Thermoplast/Feedstock-Kombination und das fertige Bauteil nach dem Entbinderungs- und Sintervorgang. Als Vorspritzling wird bisher POM (Polyoxymethylen) verwendet. Das transparente PC (Abb. 1, links) dient nur als Einstellhilfe, da hiermit die Strukturfüllung direkt nach dem Spritzgießvorgang in erster Näherung beurteilt werden kann.

Das Demonstrationsformteil „Mikrostruktur“ (Abb. 1) ist ein robustes Formteil zur Untersuchung der Mikrostrukturabbildung für ein breites Prozessfenster und eine breite Materialpalette. Dementsprechend besitzt das Formteil eine fehlertolerante Grundstruktur, welche für die Untersuchung des Füllverhaltens ein breites



Abbildung 1: Vorspritzlinge mit den verwendeten Mikrostrukturen aus POM (oben), 2K-Grünling aus PC/Catamold (unten links), 2K-Grünling aus POM/Catamold und gesintertes Formteil mit der Struktur „Längsrillen“ (unten rechts). Quelle: KUZ

Verarbeitungsfenster erlaubt. Durch auswechselbare Werkzeugeinsätze ist es zudem möglich, verschiedene Angussquerschnitte und Keramikwandstärken einzustellen. Damit können verschiedene Druckverhältnisse beim Füllen realisiert werden. Die Änderung der Mikrostruktur wird ebenfalls durch den Wechsel eines düsenseitigen Werkzeugeinsatzes erzielt. Bisher wurden insgesamt drei Strukturen mit Mikrozylindern und Mikrorillen unterschiedlicher Ausrichtung realisiert. Bei dem Demonstrationsformteil „Mikroformteil mit Hohlraum“ (Abb. 2) wird gezeigt, wie sich dieses schon beschriebene zweistufige Spritzgießverfahren für hinterschnittige Keramikformteile eignet. Es ist ein scheibenförmiges Formteil mit Einfüllstutzen mit innenliegenden gebogenen Kanälen, welche sich vom zentralen Einfüllstutzen aus verzweigen. Im ersten Spritzvorgang werden die Kanäle als verllorener Kern gespritzt. Dieser Kern wird mit längeren Geometrien als im späteren Formteil ausgeführt. So können die freiliegenden Enden zum Halten während des Umsetzprozesses dienen.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass die hier vorgestellte Prozesskette mit verlorenen Kernen neue Möglichkeiten bei der Gestaltung komplexer geometrischer Merkmale von im Pulverspritzguss hergestellten Mikroformteilen bietet. Mit Hilfe der Index-Umsetztechnik der vollintegrierten 2K-Mikrospritzgießmaschine formicaPlast gelingt die Realisierung kosteneffizient und technologisch optimal.



Abbildung 2
Mikrodüse: Vorspritzling aus POM (links), 2K-Grünling aus POM/Catamold (Mitte), gesinterte Formteile (rechts) Quelle: KUZ

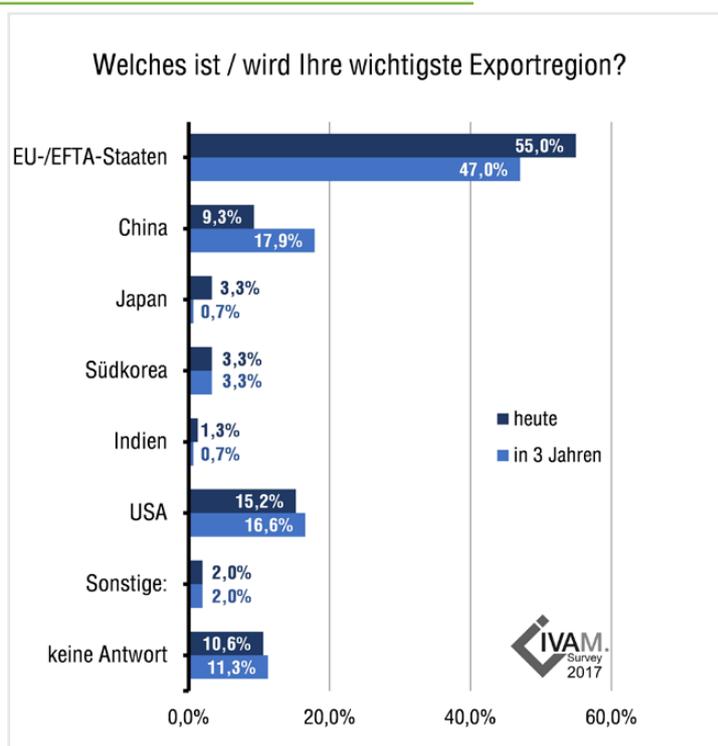
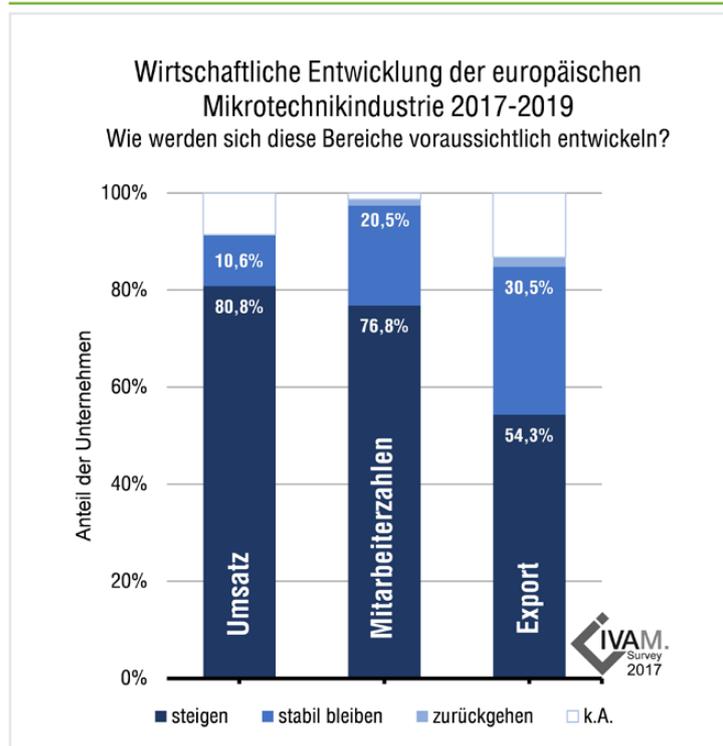
Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH (KUZ), Leipzig
www.kuz-leipzig.de



Europas Mikrotechnikbranche stellt sich auf Wachstum ein

Iris Lehmann

Weltweite wirtschaftliche, gesellschaftliche und politische Entwicklungen sowie technologische Umbrüche, etwa im Zuge der digitalen Transformation, lassen die Vertreter der europäischen Mikrotechnikbranche nicht ungerührt. Trotzdem sind die Wachstumserwartungen für die kommenden drei Jahre ausgesprochen positiv. Über achtzig Prozent der Unternehmen erwarten im Zeitraum 2017 bis 2019 ein Umsatzwachstum. Auch die Mitarbeiterzahlen sollen bei mehr als drei Vierteln der Unternehmen steigen.



Anlass zu diesem Optimismus dürften die guten Wachstumsquoten in den letzten vier Jahren gegeben haben: Seit 2013 ist der Anteil der Unternehmen, die ihren Umsatz und ihre Mitarbeiterzahlen steigern konnten, kontinuierlich gestiegen. Im vergangenen Jahr hat mehr als die Hälfte der Unternehmen eine Steigerung des Umsatzes erzielt. Knapp die Hälfte hat 2016 zusätzliche Mitarbeiter eingestellt.

China soll wichtigster Überseemarkt werden

Auch das Exportgeschäft der europäischen Mikrotechnikbranche wird sich in den nächsten drei Jahren weiter verbessern. Mehr als die Hälfte der Unternehmen erwartet, dass der Anteil am Umsatz, der durch Export erwirtschaftet wird, in diesem Zeitraum steigen wird.

Die EU und die Europäische Freihandelsassoziation (EFTA) sind für über die Hälfte der Unternehmen die wichtigsten Absatzregionen. Der wichtigste Überseemarkt ist momentan noch die USA. Im Lauf der nächsten drei Jahre soll aber China – derzeit einer der am stärksten wachsenden Exportmärkte der EU – den USA

den Rang als wichtigster Übersee-Handelspartner der europäischen Mikrotechnikunternehmen ablaufen.

Das unsichere Wirtschaftswachstum in China könnte allerdings diese Entwicklung zugunsten Chinas als Auslandsmarkt bremsen. Dies werten knapp siebzehn Prozent der Mikrotechnikunternehmen als Unsicherheitsfaktor für die künftige Entwicklung ihres Geschäfts. Andererseits ist der Protektionismus in der Wirtschaftspolitik der USA ein Faktor, der die USA als Markt künftig schwerer zugänglich machen und China einen wachsenden Vorteil verschaffen könnte. Die von der Trump-Regierung angestrebte Abschottung des US-Marktes empfindet mehr als die Hälfte der europäischen Mikrotechnikunternehmen als Unsicherheitsfaktor.

Die Informationen wurden vom IVAM Fachverband für Mikrotechnik im Zuge seiner jährlichen Wirtschaftsdatenerhebung bei europäischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Mikrotechnik ermittelt.

IVAM Research, Dortmund
www.ivam.de/research

Der IVAM Fachverband für Mikrotechnik erhebt einmal pro Jahr die Wirtschaftsdaten bei den Unternehmen der Mikrotechnik, MEMS, Nanotechnik, neuen Materialien und optischen Technologien.

Im Januar und Februar 2017 wurden 4.000 Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Europa zu ihrer wirtschaftlichen Lage und ihren Erwartungen, zu ihren Zielmärkten und Auslandsmärkten, zu externen und internen Herausforderungen und zur digitalen Transformation befragt. Die Teilnehmer stammen überwiegend aus Staaten in Mittel-, West- und Nordeuropa.

Informationen: www.ivam.de/research

Messe-Special

IVAM zeigt Key Enabling Technologies auf der HANNOVER MESSE 2017

Vom 24. bis 28. April 2017 zeigt die HANNOVER MESSE erneut Trends und Technologien der gesamten industriellen Wertschöpfungskette. Im neuen Fokusbereich MICRO-NANO-AREA bündeln der IVAM Fachverband für Mikrotechnik und die Deutsche Messe die "Key Enabling Technologies" Mikro- und Nanotechnologie, MEMS, Photonik und Neue Materialien. Diese Technologien machen die Herstellung von Strukturen, Bauteilen und Systemen immer präziser, zuverlässiger, flexibler und schneller.

Die Aussteller präsentieren dabei Mikrokomponenten, -strukturen und Sensorsysteme, intelligente Laserbearbeitungssysteme und hochpräzise 3D-Messverfahren, Energy Harvesting und Nanotechnologienwendungen.

WISTA-MANAGEMENT GMBH

Die WISTA-MANAGEMENT GMBH ist die Entwicklungs- und Betreibergesellschaft des Wissenschafts- und Technologieparks Adlershof. Berlin Adlershof ist einer der erfolgreichsten Standorte für Hochtechnologie in Deutschland. Auf einem Gebiet von 4,2 km² haben sich 1.013 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen angesiedelt. Hier sind 15.996 Menschen tätig – hinzu kommen 6.524 Studenten. Kern ist der Wissenschafts- und Technologiepark mit 510 Unternehmen und zehn außeruniversitären Forschungsinstituten. Sie konzentrieren sich auf Photonik und Optik, Photovoltaik und erneuerbare Energien, Mikrosysteme und Materialien, IT und Medien, Biotechnologie und Umwelt sowie Analytik.



Zentrum für Mikrosysteme und Materialien, Quelle: Huthmacher

Duropan Alliance

Das Thermophotovoltaik System (TPV) der Duropan Alliance ist ein Hybridsystem, welches die Thermovoltaik-Technologie mit der Photovoltaik-Technologie stoffschlüssig verbindet. Die heutige Photovoltaik (PV)-Technik ist von einer verstärkten Wärmeempfindlichkeit bei steigenden Temperaturbelastungen gekennzeichnet. Deshalb wurde das TPV-System, bestehend aus einem Thermischen Transmitter (fluiddurchströmte Trägerplatte als thermischer Diffusor, Thermische Barriere mit eingebetteten Thermogeneratoren, Thermischer Akkumulator) auf dessen Oberfläche Solarzellen positioniert werden, entwickelt.

Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS



ThermoPhotovoltaik-System der Duropan Alliance
Quelle: Duropan Alliance

Das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS ist auf Smart Systems Integration unter Nutzung von Mikro- und Nanotechnologien fokussiert. Das Fraunhofer ENAS arbeitet in den drei Geschäftsfeldern „Micro and Nano Systems“, „Green and Wireless Systems“ und „Micro- and Nanoelectronics/Back-end of Line“.

Micrometal GmbH

Die Micrometal GmbH präsentiert vor Ort ihre Kompetenz im Bereich Ätzen in Großserien, individuell nach Kundenvorgaben. Komplizierteste Mikrobauelemente können mit engsten Toleranzen aus Metall geätzt werden. Gestaltungsideen sind dabei kaum Grenzen gesetzt. Mit einem besonderen Inline-Produktionsverfahren kann Micrometal Metallfolien ab einer Stärke von 0,025 mm verarbeiten.



Nadel mit einer sehr scharfen Spitze (< 1 µm)
Quelle: micrometal GmbH

Typische Ätzteile für verschiedenste Branchen sind z.B. Filter, Siebe, Gitter, Nadeln, Lanzetten, Kontakte, Klingen, Funktionsoberflächen, etc. Durch zusätzliche Wertschöpfung kann das Unternehmen in Zusammenarbeit mit Industriepartnern kundenspezifische Gesamtlösungen anbieten.

Multiphoton Optics GmbH

Die Multiphoton Optics GmbH stellt 3D-Laserlithographieanlagen zur Fertigung optischer Packages und biomedizinischer Produkte her und bietet einen Prototyping- und Fertigungsservice an. Auf der Messe zeigt das Unternehmen die LithoProf3D-Strukturierungplattform für den hochpräzisen 3D-Druck für Applikationen im Bereich der Optik/Photonik, Life Sciences, Biomedizin, Maskenherstellung, u.v.m. Weiterhin wird die LithoSoft3D-Slicer-Software zur Erstellung von GCodes, Designs und unterschiedlichen Schreibstrategien vorgestellt, die auch als Einzelprodukt mit Lizenz erhältlich ist. LithoP&E-Prototyping- und Engineering-Services für die Industrie, Institute und Universitäten zählen ebenso zum Produkt-Portfolio wie ein Consulting-Service zur Implementierung von klassischen zweidimensionalen und dreidimensionalen Prozessierungstechnologien (hochpräziser 3D-Druck).



LithoProf3D - Hochpräziser 3D-Drucker
Quelle: Multiphoton Optics GmbH

Informationen zum Gemeinschaftsstand und weitere Aussteller sind auf der Internetseite des IVAM Fachverband für Mikrotechnik unter <http://ivam.de/HM16> zu finden.

IVAM Fachverband für Mikrotechnik, Dortmund
www.ivam.de



Hochpräziser 3D-Druck: ein universelles Werkzeug

Dr. Ruth Houbertz

Der Bedarf an technisch komplexen Komponenten ist in den letzten Jahren, getrieben durch Big Data, IoT und Industrie 4.0, enorm gestiegen. Neben dem klassischen 3D-Druck etabliert sich der hochpräzise 3D-Druck durch seine echte 3D-Fähigkeit bei höchster Präzision und hohem Durchsatz, nicht nur durch die Möglichkeit Kosten drastisch zu reduzieren.

Für die Herstellung von Prototypen ist der 3D-Druck kaum mehr wegzudenken: Vom Kunststoff zum Metall werden Prototypen für eine Vielzahl unterschiedlicher Applikationen generativ durch schichtweisen Aufbau der Materialien gefertigt. Mittlerweile hat der 3D-Druck seine Nische als reines Prototyping-Verfahren verlassen und wird von der Industrie auch in der Produktion eingesetzt. Grenzen des 3D-Drucks liegen darin, dass typischerweise pro Drucker nur innerhalb einer Materialklasse gearbeitet werden kann. Darüber hinaus sind die herstellbaren Strukturen hinsichtlich ihrer Größe, ihrer Form und ihrer Oberflächenbeschaffenheit limitiert, oftmals werden Stützstrukturen benötigt, die dann in Nachfolgeprozessen aufwändig entfernt und die resultierenden Bauteile nachbearbeitet werden müssen. Diese Limitierungen führen dazu, dass beispielsweise optische Komponenten, deren Herstellung von einer freien Formgebung profitieren würde, mittels 3D-Druck nicht in der geforderten Qualität hergestellt werden können. Dies verhindert aber gerade die Nutzung in der Photonik, die als eine der wichtigsten Schlüsseltechnologien an der Schnittstelle zwischen Big Data, IoT und Industrie 4.0 angesiedelt ist.

Echter 3D-Herstellungsprozess

Hier setzt der hochpräzise 3D-Druck an, bei dem ebenso wie beim lichtbasierten 3D-Druck Licht

als Werkzeug zur Herstellung der Strukturen eingesetzt wird. Durch die Wahl der Lichtquelle und der Belichtungsstrategien lassen sich jedoch echte 3D-Strukturen mit höchster Präzision für die optische Aufbau- und Verbindungstechnik oder auch für die Medizintechnik auf industriellem Maßstab schnell und zuverlässig herstellen. Dreidimensionale Strukturen können dabei additiv durch schichtweises Führen des Laserlichts in einem photochemisch aktiven Material hergestellt werden. Das unbelichtete Material wird danach einfach, wie aus klassischer 2D-Prozessierung bekannt, mit einem Lösemittel entfernt. Anders als beim herkömmlichen 3D-Druck werden keine Stützstrukturen oder Nachbearbeitungsprozesse benötigt. Strukturen, Flächen und Prozesse sind dabei skalierbar und auf unterschiedlichen Levels automatisierbar.

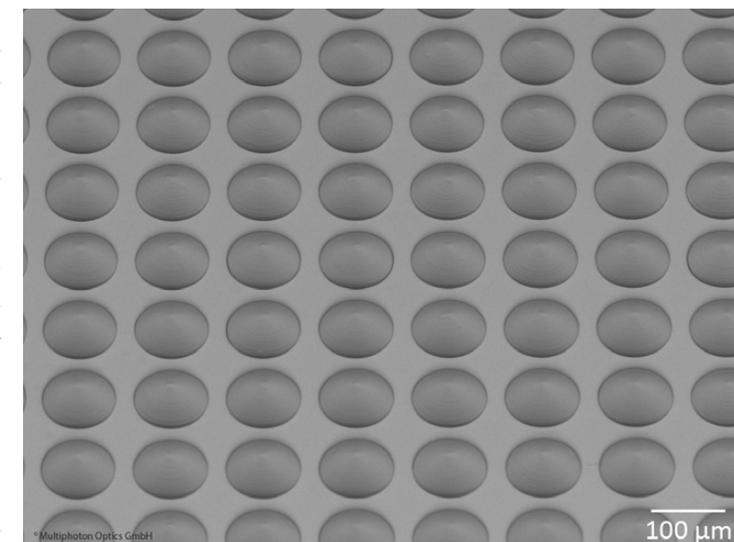


Abbildung 2: Ausschnitt aus einem 1 cm² großen Mikrolinsenarray mit 100 µm Linsendurchmesser und einem Pitch von 125 µm (Füllfaktor 50 %, Ra < 30 nm).

Quelle: Multiphoton Optics GmbH

in einem photochemisch aktiven Material hergestellt werden. Das unbelichtete Material wird danach einfach, wie aus klassischer 2D-Prozessierung bekannt, mit einem Lösemittel entfernt. Anders als beim herkömmlichen 3D-Druck werden keine Stützstrukturen oder Nachbearbeitungsprozesse benötigt. Strukturen, Flächen und Prozesse sind dabei skalierbar und auf unterschiedlichen Levels automatisierbar. Dies ist insbesondere von Vorteil, da Märkte in immer kürzer werdenden Zeitabständen nach hochwertigeren Produkten und individualisierten Angeboten bei gleichzeitiger Verringerung von Kosten oder auch Ressourcen verlangen.

Entlang der Wertschöpfungskette

Der hochpräzise 3D-Druck ist für unterschiedlichste Kunden und Produkte über die gesamte Wertschöpfungskette einsetzbar: Materiallieferanten,

Auftragsfertiger und Endproduzenten profitieren gleichermaßen von dem flexiblen Produktionsverfahren von der Einzelstück- bis in die Serienfertigung. Materiallieferanten können in kürzester Zeit neue Materialien hinsichtlich ihrer 3D-Strukturierbarkeit testen, in dem sie automatisiert Parameterfelder (Abbildung 1) abfahren und so in weniger als einer Stunde das Prozessfenster bestimmen können, was Entwicklungszeiten und Kosten signifikant verringert. Neue Designs in der Mikrooptik, wie Asphären oder Freiformoptiken, können in kürzester Zeit mit hohem Durchsatz erprobt werden. So können durch speziell entwickelte Belichtungsstrategien Mikrolinsenarrays von 1 cm² mehrerer Tausend Einzellinsen mit hohem Füllfaktor und höchster Oberflächengüte in wenigen Stunden hergestellt werden (Abbildung 2). Diese Arrays können entweder direkt eingesetzt oder auch zur Herstellung eines Replikationsmasters verwendet werden, wodurch sich beliebige Mikrooptiken in Massenfertigungsprozessen herstellen lassen.

Multiphoton Optics GmbH, Würzburg
<http://multiphoton.net/>

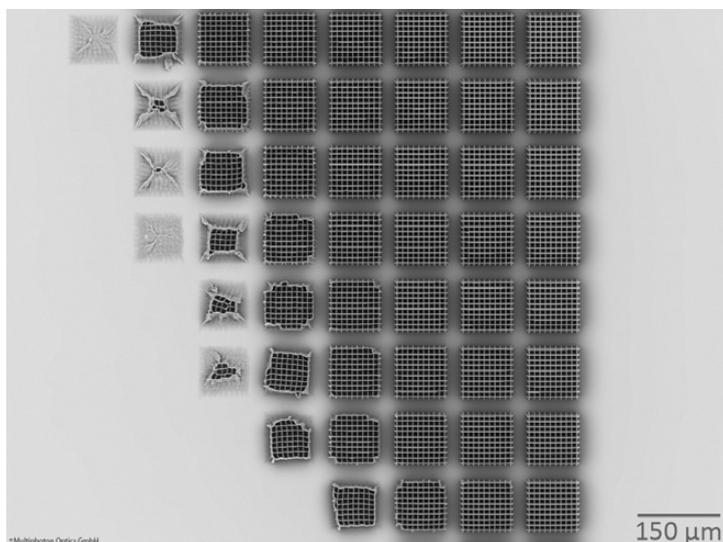


Abbildung 1: Parameterfeld zur Evaluierung von Prozessfenstern für neue Materialien. Variiert wurden die mittlere Laserleistung (Steigerung der Leistung nach rechts: von 1 bis 10 mW in 1 mW-Schritten) und die Schreibgeschwindigkeit (nach unten von 0,1 bis 1 mm/s in Schritten von 0,1 mm/s).

Quelle: Multiphoton Optics GmbH

Firmen und Produkte



Automatisierte optische Messtechnik für umfangreiche Werkzeuganalysen

Der Messtechnik-Spezialist Confovis GmbH, Jena, präsentiert sein optisches Messsystem Tool Inspect zur schnellen und automatisierten Vermessung von Werkzeugen und Mikro-Komponenten auf der Hannover Messe 2017. Das Messsystem bietet zwei Messverfahren in einem Messgerät, eine motorisierte Schwenk-Dreh-Vorrichtung für ein 360°-Stitching von Bauteilen und eine Datenzusammenführung im globalen Koordinatensystem. Komplexe Messaufgaben lösen Kunden dank menügesteuerter Bedienung schnell, zuverlässig und präzise. Confovis zeigt sich 2017 als Systemanbieter mit klarer Kundenorientierung. Auf der Hannover Messe präsentiert sich der Messtechnik-Hersteller mit seinem Kooperationspartner Rösler Oberflächentechnik, einem Spezialisten für präzise Oberflächenbearbeitung. Um die Qualität seiner Produkte in jedem Prozessschritt überwachen und dokumentieren zu können, setzt das fränkische Unternehmen Confovis Messtechnik ein. Dank der patentierten Messtechnologie basierend auf der Structured Illumination Microscopy (SIM) können sogar spiegelnde Flächen gemessen werden. Rösler bestimmt mit der Konfokal-Messung u.a. Rauheiten der gefinishten Oberflächen hochpräzise und normgerecht. Mit seinen 3D-Messsystemen misst und analysiert Confovis Rauheit aber nicht nur profilbasiert nach DIN EN ISO 4287/4288 bzw. DIN EN ISO 13565, sondern auch flächenbasiert nach DIN EN ISO 25178.

Confovis GmbH, Manja Bächstädt, E-Mail: baechstaedt@confovis.com, www.confovis.com



Werkzeuganalyse mit dem Tool Inspect mit Fokusvariation und Konfokal-Messtechnik: Messdaten werden im Globalen Koordinatensystem zusammengeführt
Quelle: Confovis GmbH

Verlässlichkeit in der Fertigung dank vibroakustischer Güteprüfung

Das neue Industrie-Vibrometer IVS 500 (Bild) von Polytec liefert zuverlässige Messergebnisse auf praktisch allen Oberflächen unabhängig von den Umgebungsbedingungen und kann sich unterschiedlichen Messaufgaben flexibel anpassen. Es arbeitet mit Arbeitsdistanzen bis 3 m. Eine integrierte Auto- und Remote-Fokus-Funktion sorgt auch bei variablem Abstand immer für hohe Signalqualität, z.B. wenn auf unterschiedlich große Bauteile gemessen werden soll. Mehrere Gerätevarianten decken Messfrequenzen bis 100 kHz ab, so dass jeder Anwender die passende Lösung findet. Im Gegensatz zu herkömmlichen Messmethoden ergeben sich bei der Laservibrometrie gleich mehrere Vorteile: Aufwändige Schallisolierung wie bei Mikrofonen ist ebenso unnötig wie mechanische Zustelleinrichtungen bei Beschleunigungssensoren, es kann an allen optisch erreichbaren Stellen berührungslos gemessen werden und es gibt keinen mechanischen Verschleiß.

Das schnelle Messprinzip ermöglicht sehr kurze Taktzeiten und die Messergebnisse sind jederzeit reproduzierbar. Als Komplettlösung einschließlich der abgestimmten Prüfsoftware QuickCheck von Polytec lässt sich das Laservibrometer zudem einfach in unterschiedlichste Automatisierungsumgebungen integrieren. Die Prüfsoftware QuickCheck ist speziell für die vibroakustische Güteprüfung mit Laservibrometern konzipiert, kann dabei aber auch Messdaten anderer Sensoren verarbeiten. Sie erfasst die Messsignale des Laservibrometers und anderer Sensoren, wertet sie aus, steuert den Prüfablauf, kommuniziert mit dem Fertigungsleitsystem und bietet komfortable Konfigurations- sowie Auswertmöglichkeiten. Das IVS-500 Industrie-Vibrometer hilft dabei, die Produktqualität nachhaltig zu sichern, Pseudoausschussraten zu verringern und damit die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsprozesses zu steigern.

Polytec GmbH, Christina Petzhold, E-Mail: pr@polytec.de, www.polytec.de



Das IVS-500 Industrie-Vibrometer liefert die Grundlage für eine schnelle und effiziente vibroakustische Güteprüfung. Es hilft dabei, die Produktqualität nachhaltig zu sichern, Pseudoausschussraten zu verringern und somit die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsprozesses zu steigern. Quelle: Polytec

Laser Zentrum Hannover zeigt auf der Hannover Messe individuelle, leichte und smarte Lösungen

Arbeiten unter Wasser sind personal- und zeitintensiv und insbesondere in der Tiefsee schwierig umzusetzen. Das LZH arbeitet daher an automatisierten, laserbasierten Systemen für den effizienten Einsatz unter Wasser. Das Institut stellt auf der Messe zum einen ein System zum Schneiden von Spundwänden im Hafbereich vor. Zum anderen zeigt das LZH, wie Bodenschätze zukünftig direkt am Meeresgrund detektiert werden können. Mit verschiedenen Verfahren der additiven Fertigung kann das LZH individuelle Strukturen aus Kunststoffen und Metallen herstellen – von makro bis nano. Vor Ort zeigt das LZH Bauteile, die durch Auftragschweißen, Selektives Laserschmelzen, Stereolithographie und düsenbasierte Verfahren sowie Zwei-Photonenpolymerisation hergestellt wurden. Experten beraten, welches Verfahren sich für welche individuelle Fragestellung eignet. Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) und Aluminium halten immer weiter Einzug in die Automobil- und Schiffbaubranche. Das LZH entwickelt neue Konzepte sowohl für die Bearbeitung und Reparatur von CFK als auch die Verbindung von Aluminium und Stahl. Auf der Messe stellt das LZH für den Bereich Leichtbau zum einen automatisierte Bearbeitungs- und Reparaturprozesse für dreidimensionale CFK-Bauteile vor. Zum anderen zeigt es Stahl-Aluminium-Schweißverbindungen, die im Schiffbau Rumpf und Aufbauten verbinden sollen. Smarte Bauteile mit integrierten Sensoren ermöglichen es, Prozesse live zu überwachen, entsprechend zu kontrollieren und zu optimieren. Die Sensoren werden mit einem Laser direkt auf das Bauteil geschrieben. So können Prozesskräfte und Schwingungen sehr akkurat gemessen werden. Weiterhin präsentiert das LZH auf der Hannover Messe einen Dehnungssensor und eine lasercodierte Welle zur Drehmomentsmessung.

Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH), Melanie Gauch, E-Mail: presse@lzh.de, www.lzh.de



Effizientes Arbeiten unter Wasser mit laserbasierten Prozessen entwickelt vom LZH. Quelle: LZH

Firmen und Produkte



Digitalisierungsstrategien für Hightech-KMU waren Thema des ersten IVAM High-Tech Summit

Der Auftakt der neuen Veranstaltungsreihe IVAM High-Tech Summit des IVAM Fachverband für Mikrotechnik ist sehr erfolgreich verlaufen. Mehr als 80 internationale Vertreter aus der Mikrotechnik-, Nanotechnik- und IT-Branche trafen sich am 23. März 2017 in Dortmund und tauschten sich über die Bedeutung und Strategien der Digitalisierung aus.

Zu Beginn stellten Vertreter der Großindustrie ihre Strategien in Bezug auf die Digitalisierung vor. Die Vorträge erlaubten einen Einblick in den Stand der Entwicklung bei diesen Firmen und in die Anforderungen, die diese an die Digitalisierung ihrer Zulieferer stellen. ELMOS erklärte, wie sich Produktion und Lieferbeziehungen verändern und zeige Beispiele für neue Anwendungen in der Automobilindustrie. Evonik erläuterte die Digitalisierung der Chemieindustrie und betonte, dass dieser Trend, der an sich nicht neu sei, Veränderungsprozesse immer stärker beschleunigt. Das Unternehmen Siemens Healthcare sprach über die Digitalisierung in der Gesundheitsversorgung und stellte unter anderem eine E-Health-Plattform vor. Anschließend zeigten IT-Anbieter für KMU geeignete Technologien und Lösungsansätze auf. Fazit der Session und Empfehlung an die KMU war, bei der Digitalisierung in kleinen Schritten voranzugehen: „start now, but start small“. In der dritten Session wurden Geschäftsmodelle vorgestellt, um zu zeigen, wie und wo in Zukunft Profit realisiert werden kann. Hier seien auch Fantasie und stellenweise ein Umdenken gefragt. Die Experten betonten, dass sich Digitalisierung auch für KMU rentiert, ihnen Vorteile gegenüber dem Wettbewerb verschafft und sich früher oder später beim Return on Invest bemerkbar macht.

Diese Themen wurden auch in der abschließenden Podiumsdiskussion noch einmal aufgegriffen. Wichtig sei vor allem für KMU, sich Partner zu suchen, da diese Herausforderung für kleine Organisationen schwer allein zu bewältigen sei. Die Diskussion adressierte weitere, durchaus kritische Aspekte, wie z.B. die Gefährdung von Arbeitsplätzen oder die Sicherheit von Daten.

Alle Teilnehmer der Konferenz wurden vorab um eine Selbsteinschätzung bezüglich ihres Kenntnisstandes im Bereich der Digitalisierung gebeten, um die Diskussionen in den Netzwerkpausen zu beflügeln. Rund ein Drittel der Firmen hat gerade angefangen, sich mit dem Thema zu beschäftigen, ein weiteres Drittel hat bereits erste Projekte gestartet und das letzte Drittel setzte sich aus Experten der IT-Branche zusammen.

Der nächste IVAM High-Tech Summit ist für das Frühjahr 2018 geplant und wird, erneut in Angliederung an die jährliche Mitgliederversammlung des Fachverbandes, ein aktuelles Thema für KMU thematisieren.

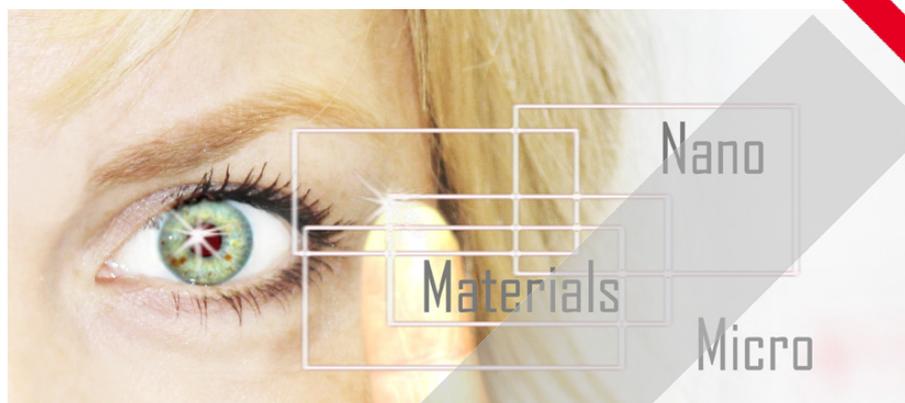


IVAM, Inga Goltermann, E-Mail: go@ivam.de, www.ivam.de

Anzeige

IVAM Publications

First-hand high-tech news from the micro, nano and materials industries



High-tech magazine »inno«
Newsletter MikroMedia
Newsletter NeMa-News

Subscription: <http://ivam.de/newsletter>



Firmen und Produkte



Erfolgreiches Seminar zur Plasma-Prozess-Technologie

Auch 2017 veranstaltete SENTECH sein jährliches Seminar Plasma-Prozess-Technologie und ermöglichte seinen Kunden den Informationsaustausch über hoch interessante Applikationen der Plasmaprozesstechnologie. Die Vorträge, zu gleichen Teilen aus dem Industrie- und Forschungsumfeld, zeigten Anwendungen von Ätztechniken, PECVD und PEALD. Während der eintägigen Veranstaltung wurden aktuelle Themen diskutiert, wie zum Beispiel besonders homogene Abscheidungen, schädigungsarmes Ätzen und Ätzen mit besonders gutem Seitenverhältnis. Dr. Roman Vitushinsky von der Firma RAM Group DE GmbH, Zweibrücken zeigte eindrucksvoll, wie schädigungsarmes und sanftes Ätzen die Empfindlichkeit von NO₂-Sensoren signifikant verbessert. Dabei zeigen seine Untersuchungen an Ätzanlagen mit unterschiedlichen ICP-Quellen, dass nur die planare ICP-Quelle PTSA 200 von SENTECH Instruments die Plasmastabilität hat, um schädigungsarm und genau genug zu ätzen. Dr. Yuqing Jioa vom COBRA-Institut an der TU Eindhoven präsentierte Fortschritte in der integrierten Optik durch ultra-smooth etching. Durch die besonders glatten Ätzprofile werden Streuverluste deutlich verringert. Dr. Adriana Szeghalmi vom Fraunhofer-Institut IOF, Jena erläuterte, wie die sehr homogenen und konformen ALD-Schichten sowie deren gute Wiederholbarkeit die Beschichtung von komplex strukturierten optischen Komponenten ermöglicht.

SENTECH Gesellschaft für Sensortechnik mbH, E-Mail: sales@sentech.de, www.sentech-sales.de



Quelle: SENTECH Gesellschaft für Sensortechnik mbH

Ginolis Ltd. gewinnt 9. IVAM-Marketingpreis

Ginolis Ltd. aus Oulunsalo, Finnland, ist am 23. März 2017 mit dem 9. IVAM-Marketingpreis ausgezeichnet worden. Ginolis hatte sich mit einer ganzheitlichen Marketingkampagne rund um das Produkt LFDA-3 beworben. Das Start-up-Unternehmen konzipierte für die Kampagne unter anderem Multimedia-Elemente, Online- und Social-Media-Strategien sowie internationale Messeauftritte.

Internationale Hightech-Unternehmen hatten sich mit beeindruckenden Marketingkonzepten um den 9. IVAM Marketingpreis beworben. Die Jury hatte aus allen Bewerbern drei Wettbewerber als Finalisten nominiert. Neben Ginolis zählten außerdem der Vorjahressieger Polytec GmbH aus Waldbronn und HNP Mikrosysteme aus Schwerin zu den drei nominierten Finalisten für den 9. IVAM-Marketingpreis.

Die Bewertungskriterien der 5-köpfigen Expertenjury, bestehend aus Mikrotechnik- und Marketingexperten waren Kreativität, Innovation, Ästhetik, strategischer und technischer Ansatz, Informationsgehalt, Aktualität, Originalität und Zielgruppenorientierung. Die Preisverleihung fand am 23.03.2017 im Anschluss an den ersten IVAM High-tech Summit und die Mitgliederversammlung des IVAM Fachverband für Mikrotechnik in Dortmund statt.

IVAM, Inga Goltermann, E-Mail: go@ivam.de, <https://www.ivam.de/marketingprize>



Quelle: IVAM

Auszeichnung für autonomes Miniatur-Kamerasystem des CSEM

Dank eines winzigen und vollständig autonomen Kamerasystems kann man eine Person erkennen und vor allem identifizieren. Diese Meisterleistung gelingt dem CSEM mit einem Kamera-Winzling. Die Entwicklung, die vielversprechende Applikationen im Sicherheitsbereich und in der Autoindustrie ermöglicht, hat die Jury des Magazins Vision Systems Design überzeugt. Das System wurde im Rahmen des Wettbewerbs rund um Kompaktkamera-Technologien mit einer Goldmedaille ausgezeichnet. Das vom CSEM entwickelte Miniatur Erkennungs- und Identifizierungs-System für Personen und Gesichter hat die Jury des US-amerikanischen Magazins Vision Systems Design so begeistert, dass ihm anlässlich der Fachmesse Automate eine Goldmedaille überreicht wurde. Seit 2015 werden die innovativsten Produkte und Dienstleistungen der Bildverarbeitungs-Industrie ausgezeichnet.

Mit einer Größe von knappen 6 cm³, ist die VIP-Kamera (Vision-In-Package System) bis heute das weltweit kleinste intelligente und vollständig autonome Kompaktkamera-System. Die Forscher des CSEM haben eigens für das System und seine kompakte Größe einen leistungsstarken Algorithmus zur Erkennung und Identifizierung von Personen und Gesichtern entwickelt. Die Kombination dieser beiden Eigenschaften hat die Jury von Vision Systems Design überzeugt, weil diese Lösung eine wertvolle Option in den Bereichen Sicherheit und Industriefertigung oder im Transportwesen anbietet. Sie kann zum Beispiel automatisch die Fahrereinstellungen konfigurieren.

Die Goldmedaille zeichnet einmal mehr das Fachwissen des CSEM in der Entwicklung von intelligenten und miniaturisierten Kompaktsystemen mit besonders niedrigem Strombedarf aus. Im spezifischen Sektor der Erkennung von Personen und Gesichtern sind die Aussichten vielversprechend, umso mehr als die für die VIP-Kamera eingesetzte Technologie gut adaptierbar und individualisierbar ist. In einer vereinfachten Form ist sie beispielsweise in das Sicherheits-Armband Biowatch integriert, welches für die Schweizer Firma Biowave entwickelt wurde.

CSEM Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA, Engin Türetken, E-Mail: engin.tueretken@csem.ch, www.csem.ch



Knappe 6 cm³, um Personen auf vollständig autonome Art und Weise zu erkennen und zu identifizieren.
Quelle: CSEM

Firmen und Produkte



Gedruckte Wirklichkeit – Fachtagung 3D-Druck in der Kunststoffverarbeitung

Der 3D-Druck, als Überbegriff für unterschiedliche Verfahren, mit denen aus Pulvern, Harzen oder geschmolzenen Kunststoffen dreidimensionale Körper allein auf Basis eines Datenmodells geschaffen werden können, ist in aller Munde. Einige Anwendungen, beispielsweise das Drucken von Lebensmitteln, auch vor dem Hintergrund der Nahrungsversorgung auf Mars Expeditionen, kann mit Fug und Recht als „Zukunftsmusik“ angesehen werden. Dennoch gibt es Anwendungsfelder und Anwendungen, für die der 3D-Druck einen wesentlichen Mehrwert mit sich bringt. Sei es beispielsweise das Drucken von Prothesen, das in Kombination mit einer 3D-Vermessung der entsprechenden Körperpartie die Herstellung individuell auf den Patienten zugeschnittener Hilfsmittel ermöglicht. Auch für die Hersteller von Produkten für den Automotive-Bereich, Consumer Electronics oder auch die Medizintechnik bietet der 3D-Druck gegebenenfalls Vorteile gegenüber oder in Kombination mit klassischen Fertigungsmethoden. Problematisch ist es, in einem so dynamischen Technologiebereich stetig am Ball zu bleiben und nicht zu spät auf Veränderungen des Marktes und Wettbewerbs zu reagieren. Genau hier möchte das Kunststoff-Institut Lüdenscheid Hilfestellung geben und hat die Fachtagung „3D-Druck in der Kunststoffverarbeitung – generativ, additiv, zukunftsweisend“ ins Leben gerufen. Innerhalb dieser zweitägigen Tagung, die am 3. und 4. Mai 2017 im Institut stattfinden wird, werden zwei Schwerpunkte gesetzt. Zum einen soll aufgezeigt werden, inwieweit bereits heute Serienprodukte mittels des 3D-Drucks hergestellt werden können und welche Rahmenbedingungen hierzu geschaffen werden müssen. Was ist hier Wunschgedanke und was heute bereits technologisch und wirtschaftlich sinnvoll? Überdies wird betrachtet werden, inwieweit generative Fertigungsmethoden den Spritzgießformenbau zukünftig beeinflussen und verändern werden. Hier wird also der Fokus auf die Erzeugung der Betriebsmittel in bestehenden Fertigungsstrukturen gelegt werden. Das Tagungsprogramm können Interessierte auf der Homepage des Kunststoff-Instituts einsehen.



Quelle: Canto, WildDesign

Kunststoff-Institut Lüdenscheid, Timo Boehm, E-Mail: boehm@kunststoff-institut.de, www.kunststoff-institut-luedenscheid.de

Neues Labor für die Aufbautechnik von ultradünnen Mikrosystemen

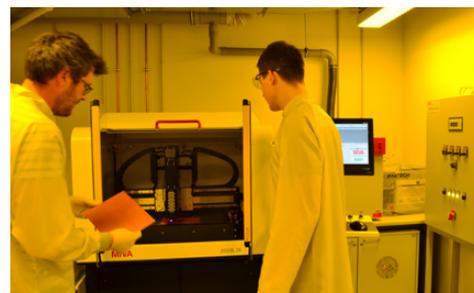
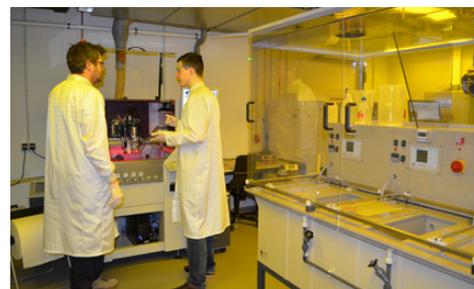
Hahn-Schickard Stuttgart nimmt ein neues Labor zum Aufbau von folienbasierten ultradünnen Mikrosystemen (System-in-Foil) in Betrieb. Die mit 650.000 Euro vom Land Baden-Württemberg geförderte Investition soll die technischen Voraussetzungen zum Aufbau von mehrlagigen flexiblen Substraten mit eingebetteten ultraflachen Bauelementen schaffen, welche die Integration von Sensorfunktionen, Spulen, Antennen etc. in dünnwandige Strukturen und gekrümmte Bauräume ermöglichen. Dadurch wird die Entwicklung innovativer Produkte z.B. im Bereich Cyber-Physical Systems (CPS) für Industrie-4.0-Anwendungen, intelligente Leichtbau-Strukturen, körpernahe Sensoren für die Medizintechnik und Smart Wearables weiter vorangetrieben.

Zum selektiven Auftrag von homogenen Lackschichten wie fotostrukturierbaren Lacken auf Substrate mit einer Basismetallisierung, welche durch PVD-Technologie erzeugt werden kann, steht ein Conformal Coater zur Verfügung. Dieser kann flüssige Lackformulierungen unterschiedlicher Viskosität mittels eines Vorhangventils oder Sprühventils in variabler Schichtdicke verarbeiten. Die Strukturierung des Fotolacks erfolgt mit einem Direktbelichter. UV-LEDs mit einem hochauflösendem Belichtungsprojektor erlauben eine Strukturauflösung von unter 25 µm. Mit diesem maskenlosen Verfahren ist eine sehr flexible Layoutgestaltung möglich und es kann auf substratbedingte Verzüge flexibel reagiert werden. Nach Entwickeln des fotostrukturierten Lackes kann die Basismetallisierung mit galvanischen Verfahren verstärkt werden. Hierzu wurde eine modulare Anlage konzipiert, die den Aufbau von applikationsspezifischen galvanisch erzeugten Metallschichten ermöglicht. Abschließende Nassprozesse erlauben die Finalisierung des strukturierten Metallschichtstapels. Eine Vakuumlaminierpresse wird zur passgenauen Ausrichtung und zum blasenfreien Fügen von einzelnen strukturierten flexiblen Substraten zu einem ultradünnen Mikrosystem verwendet. Mehrlagige Aufbauten erfordern dabei die Integration von Durchkontaktierungen, welche bereits bei der Herstellung einzelner Substrate laserbasiert erzeugt werden.

Zur Integration von Sensorstrukturen bieten sich beispielsweise Drucktechnologien an, bei denen Hahn-Schickard seine langjährigen Erfahrungen einbringt, ebenso wie bei der Integration von elektronischen Komponenten mit Mikromontagetechnologien. So kann auf das bereits vorhandene technologische Know-how zum Aufbau von Mikrosystemen aufgebaut werden.

Die neue Anlagentechnik ermöglicht Hahn-Schickard zusätzlich zu den bereits vorhandenen Technologien für dreidimensionale Schaltungsträger nun auch den Zugang zu flexiblen ultradünnen Mikrosystemen und somit neue Freiheitsgrade und Entwicklungsansätze bei der Suche nach bestmöglichen Lösungen für kundenspezifische Applikationen.

Hahn-Schickard, Claudia Feith, E-Mail: Claudia.Feith@Hahn-Schickard.de, www.hahn-schickard.de



Quelle: Hahn-Schickard

Firmen und Produkte

Messung von Vorspannkraften in Schraubverbindungen

Am CiS Forschungsinstitut werden derzeit neuartige siliziumbasierte MEMS-Sensoren zur Überprüfung sicherheitsrelevanter Schraubverbindungen entwickelt. Derartige Spezialschrauben werden z.B. im Maschinenbau, in der Fördertechnik und in Windkraftanlagen eingesetzt.

Der neue Sensor wird auf dem Schraubenkopf appliziert und misst dessen Verformung aufgrund der Schraubenvorspannkraft. Die Schraubenvorspannkraft – nicht zu verwechseln mit dem Drehmoment – wirkt zwischen Gewinde und Schraubenkopf auf die zu verbindenden Werkstücke. Sie bewirkt in allen Teilen der Schraube eine elastische Verformung. Am Schraubenkopf ist diese messtechnisch einfach zugänglich, zu erfassen. Bisher konnte die Dehnung der Schraube nur über eine Längenmessung der Schraube oder über am Schraubenschaft angebrachte Dehnmessstreifen gemessen werden. Diese Lösungen sind speziell zur Bewertung einzelner Schrauben geeignet. Der vom CiS Forschungsinstitut entwickelte MEMS-Sensor besteht aus vier piezoresistiven dehnungsempfindlichen Messwiderständen, welche zu einer Wheatstoneschen Messbrücke verschaltet sind. Die aktive Fläche ohne die elektrischen Anschlüsse beträgt nur $(200 \times 200) \mu\text{m}^2$, bei einer Dicke von $10 \mu\text{m}$. Der Sensor wird mittels Glaslot auf den Schraubenkopf gefügt. Durch eine FEM-Analyse wurde die bestgeeignete Position am Schraubenkopf lokalisiert. Gemessen werden kann die Vorspannkraft während des Anziehens der Schraube unmittelbar mit dem Schraubwerkzeug oder alternativ, z.B. bei der sicherheitstechnischen Überwachung von Schraubverbindungen, berührungslos über einen zusätzlich integrierten RFID-Transponder. Mit der neuen Sensortechnologie kann der Anwender nicht nur die Zuverlässigkeit und Sicherheit im technischen System verbessern, sondern auch Material und Kosten sparen.

CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH, Uta Neuhaus,
E-Mail: uneuhaus@cismst.de, www.cismst.de

Mikrofluidik für Medizintechnik: Das COMPAMED Frühjahrsforum wird international

Das COMPAMED Frühjahrsforum ist der Expertentreffpunkt für Entwickler, Produzenten und Anwender aus der medizinischen Praxis. Die kommende Veranstaltung am 3. Mai 2017 am Flughafen Frankfurt wird das Thema Mikrofluidik in der Medizintechnik näher beleuchten. Die jährliche Veranstaltung bietet bereits im Frühjahr einen Ausblick auf die COMPAMED, die größte europäische Messe für Zulieferer der medizinischen Fertigung, die jedes Jahr im Herbst in Düsseldorf stattfindet. Aufgrund der großen internationalen Relevanz der COMPAMED ist die Konferenzsprache des 11. COMPAMED Frühjahrsforums erstmals Englisch.

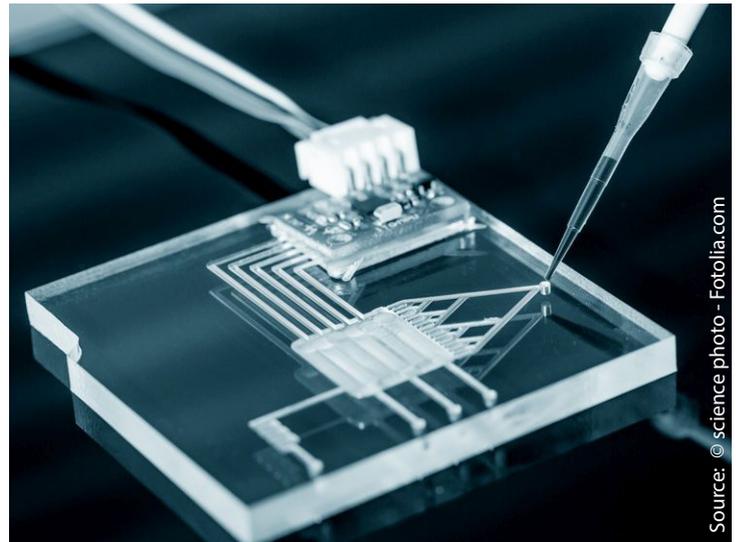
Die Medizintechnik entwickelt sich zunehmend in Richtung einer dezentralen Betreuung von Patienten. Daher müssen auch alle diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen und Geräte am „Point of Care (PoC)“ arbeiten. Dies bietet große Vorteile gegenüber der bisherigen Praxis, die Patienten zu einem Arzt zu bestellen und die Tests in einem Labor durchführen zu lassen, wie z.B. die Vermeidung stationärer Aufenthalte, schnellere Ergebnisse zur spezifischen Diagnose und personalisierten Behandlung sowie Einsparpotenzial bei Kosten im Gesundheitssystem. Um diese Vorteile nutzen zu können, müssen Geräte zur Diagnostik und Therapie automatisiert und zuverlässig arbeiten. Proben müssen in genau definierten Mengen zur Analyse geführt, aufbereitet und getestet werden. Medikamente müssen auf das Krankheitsbild des individuellen Patienten abgestimmt und dosiert werden. Dabei spielen mikrofluidische Systeme eine große Rolle. Das 11. COMPAMED Frühjahrsforum wird deshalb die Rolle von mikrofluidischen Bauteilen und Systemen darstellen, z.B. im Bereich von Herstellungsmethoden und verfügbaren Materialien für mikrofluidische Bauteile und BioMEMS-Produkte, beim Einsatz in der Diagnostik oder der Dosierung von Medikamenten sowie der Kombination von Mikrofluidik mit BioMEMS-Komponenten und Sensoren/Aktuatoren.

Das Forum richtet sich auch an applikationsnahe Forscher und Anwender aus der medizinischen Praxis. Die Veranstaltung wird, mit Unterstützung der Messe Düsseldorf, vom IVAM Fachverband für Mikrotechnik organisiert. Weitere Informationen finden Sie unter <http://ivam.de/events/CFF2017>.

IVAM, Inga Goltermann, E-Mail: go@ivam.de, <http://ivam.de/events/CFF2017>.

Anzeige

COMPAMED



11TH COMPAMED SPRING CONVENTION

MAY 3, 2017, FRANKFURT AIRPORT

MICROFLUIDICS IN MEDICAL TECHNOLOGY

General Aspects and Concepts
Fabrication of Microfluidic Devices
BioMEMS and Cell Handling

www.ivam.de/events/CFF2017



Messe
Düsseldorf





IVAM-Messen und -Veranstaltungen

HANNOVER MESSE

24.-28. April 2017, Hannover, DE
IVAM präsentiert die neue MICRO-NANO-AREA
www.ivam.de

11. COMPAMED Frühjahrsforum

3. Mai 2017, Frankfurt, DE
Mikrofluidik in der Medizintechnik
www.ivam.de

14. Dortmunder MST-Konferenz

5. Juli 2017, Dortmund, DE
Individualisierte Gesundheitslösungen
www.ivam.de

Health Business Connect

6. Juli 2017, Dortmund, DE
Micro & Nano Technology MEETS Medical Innovation
www.ivam.de

Medical Creation Fukushima

25.-26. Oktober 2017, Koriyama City, JP
Design and production of medical devices
www.ivam.de

COMPAMED 2017

13.-16. November 2017, Düsseldorf, DE
mit Produktmarkt „High-tech for Medical Devices“ und
„COMPAMED HIGH-TECH FORUM“
www.ivam.de

MD&M West 2018

6.-8. Februar 2018, Anaheim, CA, US
Medical Design & Manufacturing
www.ivam.de

nano tech 2018

14.-16. Februar 2018, Tokio, JP
Internationale Ausstellung und Konferenz für Nanotechnologie
www.ivam.de

Weitere Informationen:

E-Mail an b2b@ivam.de

Sie möchten »inno« regelmäßig lesen?

»inno« erscheint dreimal pro Jahr. Zwei Ausgaben erscheinen in deutscher Sprache. Die Sommerausgabe erscheint als internationale Ausgabe in englischer Sprache. Unter www.ivam.de/inno können Sie das Magazin als PDF-Dokument direkt lesen, herunterladen, abonnieren oder abbestellen.

Printausgaben der »inno« liegen auf unseren Veranstaltungen zur kostenlosen Mitnahme für Sie bereit.



»inno« 66
Produktion



»inno« 65
Medizintechnik



»inno« 64
Japan



»inno« 63
Haus- und
Gebäudetechnik



»inno« 62
Medizintechnik



»inno« 61
Finland



»inno« 60
Industrie 4.0



»inno« 59
Medizintechnik



»inno« 58
USA



»inno« 57
Automobil-Industrie



»inno« 56
Medizintechnik



»inno« 55
The Netherlands

Klicken Sie auf ein Bild, um zur jeweiligen Ausgabe zu gelangen.

Quellenangaben: »inno« 54: IMTEK & PI miCos GmbH/ »inno« 55: Photograph Fred Kamphues/
»inno« 56: Sensirion AG/»inno« 57: © vschlichting - Fotolia.com/ »inno« 58: Specialty Coating
Systems/»inno« 59: Cior/ »inno« 60: © svedoliver - Fotolia.com/ »inno« 61: VTT-Technical Research
Centre of Finland/ »inno« 62: © Photographee.eu fotolia.com/ »inno« 63: airFinity »inno« 64: Taisei
Kogyo Co., Ltd./»inno« 65: SEON/ »inno« 66: Finetech



We make your business happen!

Become a member of the
IVAM Microtechnology Network

Benefit from:

a network of 15,000 contacts
general and bespoke market research
international trade show visibility with our joint booths
publication of your product news in our media

Find out more :

<http://www.ivam.eu/membership>

