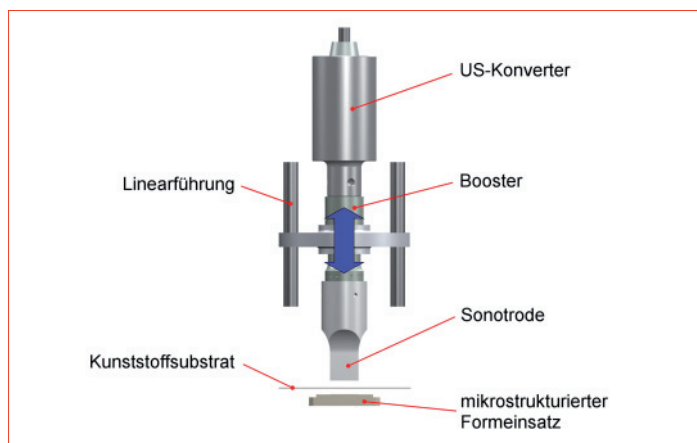


Inline-Ultraschall-Prägeverfahren zur Mikrostrukturierung von Kunststofffolien

Mikro-Elektromechanische Systeme (MEMS) werden in zunehmender Zahl in Bereichen, wie z. B. Medizintechnik und Biotechnologie, eingesetzt. In solchen Systemen befinden sich überwiegend mikrofluidische Kanäle für den Transport und die Analyse kleinster Flüssigkeitsmengen. Existierende Fertigungstechnologien eignen sich aufgrund des hohen Aufwandes (Direktstrukturierung) bzw. langer Zykluszeiten (Heißprägen) nur bedingt zur Mikrostrukturierung von Folien oder dünnwandigen Platten.

Durch die Strukturierung von Kunststofffolien kann der zunehmende Bedarf an preiswerten Materialien und Bearbeitungsverfahren gedeckt werden, wenn kostengünstige Strukturierungsprozesse zum Einsatz kommen. Am Kunststoff-Zentrum in Leipzig wurde dazu ein Ultraschall (US)- unterstütztes Prägeverfahren entwickelt und untersucht, mit dem qualitativ hochwertige Mikrostrukturen auf Kunststofffolien erzeugt werden können. Mit einer Transportvorrichtung konnte der Automatisierungsgrad wesentlich erhöht und Endlos-Folienbänder diskontinuierlich strukturiert werden, so dass eine Integration dieser Prägetechnologie in einem sog. Rolle-zu-Rolle-Prozess ermöglicht wird.

Technologie



Ultraschall-Prägeanlage und schematischer Aufbau der US-Prägeeinheit

Für die Strukturierung kommen konventionelle 40 kHz-US-Einheiten zum Einsatz, die in der Schweiß-technik etabliert sind. Die Sonotrode und der mikro-strukturierte Formeinsatz sind temperierbar, um ein höheres Temperaturniveau zu erzielen. Die Wärme zum Aufschmelzen wird durch die Einkopplung der US-Energie in das Kunststoffsubstrat innerhalb weniger Sekunden erzeugt.

Für die Mikrostrukturierung wurde die Vorrichtung mit präzisen Antriebs- und Führungselementen sowie Weg-messsystemen ausgestattet.

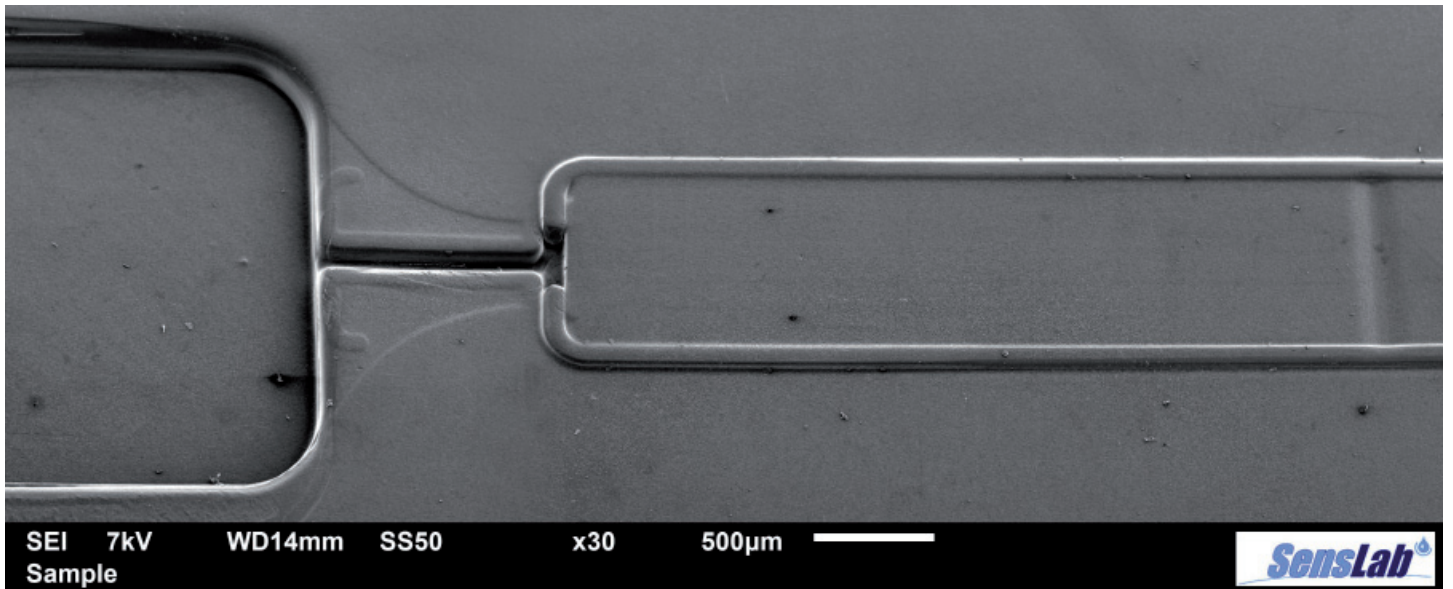
Mikrostrukturierte Formeinsätze

Als Formwerkzeuge werden metallische Einsätze verwendet, auf deren Oberfläche durch mechanische, erosive oder Laserbearbeitung die Mikrostrukturen als Negativabbild eingearbeitet werden. Die Formeinsätze werden gegenüber der schwingenden US-Sonotrode platziert und sind auswechselbar, so dass eine hohe Flexibilität entsteht. Bei doppelseitiger Strukturierung des Kunststoffsubstrates muss auch die wirksame Sonotrodenfläche mit Mikrostrukturen versehen werden.

Werkstoffauswahl

Prinzipiell lassen sich alle Standard-, technischen und Hochleistungskunststoffe einsetzen, die thermoplastisch verarbeitbar sind. Der Grad der Aufschmelzung wird durch die jeweilige Absorption der Ultraschallenergie bestimmt. Aufgrund der positiven Eigenschaften hinsichtlich thermoplastischer Verarbeitung und Vielseitigkeit der Einsatzmöglichkeiten wurden die transparenten technischen Kunststoffe PET, PMMA und PC als Substratmaterialien verwendet. Hierfür wurden kommerziell verfügbare folienartige Halbzeuge mit einer Dicke von 0,5 mm eingesetzt

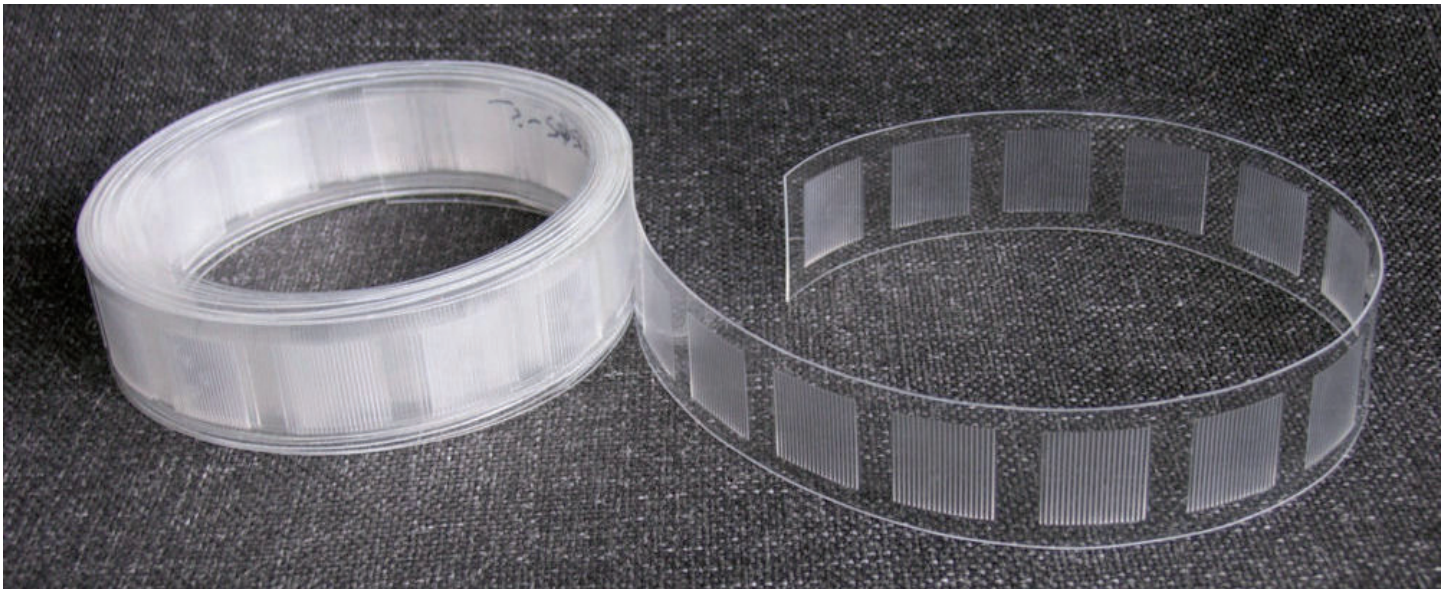




Geprägte mikrofluidische Konturen (Fa. Senslab GmbH, Leipzig)

Strukturierung von Folienbändern

Ein weiterer Bestandteil der Forschungsaktivitäten stellte die Entwicklung, der Aufbau und die Erprobung der Transportvorrichtung für die US-Prägeanlage dar, um diskontinuierliche Strukturierungen von Folienbändern mit einer Breite bis zu 35 mm zu ermöglichen. Von einer Abwickelvorrichtung wird ein Folienband über zwei Walzenpaare durch die Prägeanlage geführt. Die Transportgeschwindigkeit und der Vorschub sind variabel einstellbar und wurden zusammen mit den zeitlichen Abläufen des Prägeprozesses untersucht und auf optimale Parameter eingestellt. Damit wurden sehr homogene und vollständige Abformungen einzelner Mikrostrukturen bei stabiler Prozessführung erreicht.



Strukturiertes Folienband aus PET



Vorteil / Nutzen

Im Vergleich zu anderen Prägeverfahren mit variothermer Prozessführung lassen sich deutlich geringere Zykluszeiten für Einzelprägungen realisieren. Die erzielten Gesamtzykluszeiten lagen bisher im Bereich < 15 s und enthalten ein großes Potenzial für weitere Reduzierungen. Der vergleichsweise einfache Aufbau der Vorrichtung bei geringen Anlagenkosten und die Möglichkeit der Integration in einen Rolle-zu-Rolle-Prozess stellen weitere vorteilhafte Eigenschaften für den Einsatz als Prägeverfahren mit hoher Wirtschaftlichkeit dar. Die Mikrostrukturierung von dünnwandigen Kunststoffsubstraten durch das US-Prägen ist vor allem aus wirtschaftlicher Sicht eine Alternative zur Fertigung sensorischer oder analytischer Systeme mit mikrofluidischen und mikrooptischen Konturen.

Perspektivisch sind weitere Schritte zu unternehmen, die zu einer Optimierung des Prägeprozesses durch Anpassung und Dimensionierung der aktuatorischen und sensorischen Einzelkomponenten führen.

Kontakt

Dr. Thomas Wagenknecht
wagenknecht[at]kuz-leipzig[.]de
Telefon +49 (0)341 4941-607

*Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
Reg.-Nr.: MF110051*

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

weitere Veröffentlichung zum Thema:
T. Wagenknecht, „Mit Ultraschall zu geprägten Mikrostrukturen“
Mikroproduktion (2013) 06, S. 32-36

