

Ultradünnes Glas als Substrat für Sensoren mit mikromechanischer Funktion

Hersteller von Sensoren und Mikrochips stehen vor der andauernden Herausforderung, eine wachsende Anzahl von aktiven Bauteilen in immer kleinere Formen zu bringen. Dies gilt ebenso für mikroelektromechanische Systeme, auch MEMS. Diese miniaturisierten Geräte bestehen üblicherweise aus mechanisch beweglichen Teilen, einer Steuerungselektronik sowie mehreren Sensoren, die auf einem Substrat platziert werden. In der Regel kommt Silizium als Trägerstoff zum Einsatz, oftmals Hightech-Polymere als Verbundstoff. Nun hat Silizium sehr viele herausragende Eigenschaften, die nur schwer durch andere Werkstoffe ersetzt werden können. Und doch gibt es Möglichkeiten, hier auf preisgünstige Alternativen zu setzen.



▲ MEMpax – ein ultradünnes Borosilikatglas für die Siliziumsensorsfertigung.

Ein neuer Ansatz, der neben günstigerem Preis auch viele weitere Vorteile mit sich bringt, ist die Nutzung von ultradünnem Glas als Substrat oder Verbundstoff.

SCHOTT hat mit MEMpax ein ultradünnes Borosilikatglas entwickelt, das sich ideal für den Einsatz in MEMS eignet. Der Hauptgrund dafür liegt darin, dass es ähnliche physikalische und chemische Eigenschaften hat, wie das schon lange bekannte SCHOTT Borofloat 33. Allerdings ist MEMpax in sehr viel geringeren Dicken erhältlich, was sich insbesondere für Anwendungen anbietet, in denen sehr geringe Baugrößen erreicht werden

müssen, wie beispielsweise bei der Entwicklung von immer kleineren Sensoren.

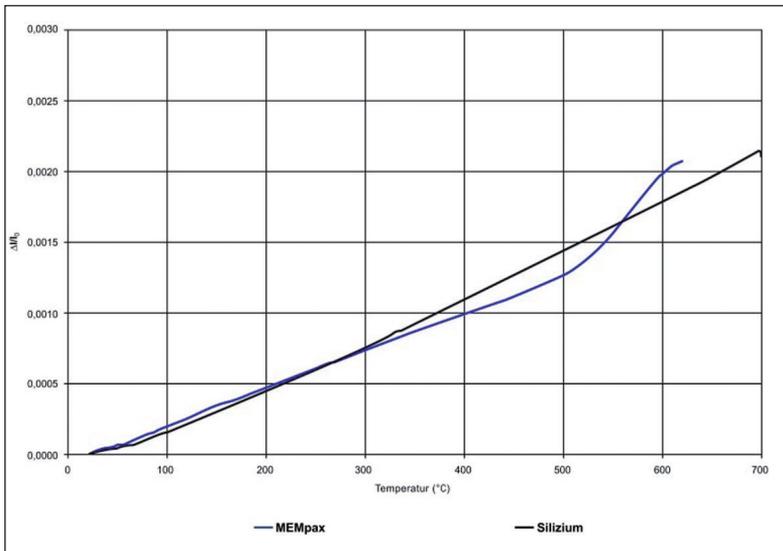
Weiterer Vorteil: MEMpax besitzt den exakt gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie Silizium und ermöglicht zusätzlich durch anodisches Bonden eine stabile mechanische Verbindung mit dem Werkstoff. Dank seines geringen dielektrischen Verlustes eignet sich das Glas zudem sehr gut als Isolator und das auch bei sehr großen Frequenzen.

Das ultradünne Borosilikatglas wird am SCHOTT Standort in Grünenplan in den gewünschten Dicken von 0,07 bis 0,7 Millimeter direkt aus der

Schmelze gezogen und im Anschluss in Asien veredelt. Diese »Down Draw« genannte Technologie, die weltweit nur SCHOTT beherrscht, gibt den Kunden Flexibilität, garantiert gleichbleibende Produktqualität und verschafft Planungssicherheit. Außerdem kann das Glas chemisch gehärtet werden, was auch in vielen Anwendungsgebieten von Vorteil ist. Hinzu kommt die hohe chemische und thermische Widerstandsfähigkeit. Ein Beispiel für eine praktische Anwendung von ultradünnem Glas findet sich in Reifendrucksensoren für die Automobilindustrie. Die Nachfrage nach solchen Sensoren steigt kontinuierlich, nicht zuletzt durch eine EU-Verordnung, die diese Sensoren seit einiger Zeit bei allen Neuwagen verpflichtend vorschreibt. In diesem Bereich wird das ultradünne Glas mit Silizium verbunden und der Druck wird mithilfe eines mikromechanischen Systems gemessen. Das spart einerseits Silizium ein, macht keine Polymere notwendig und bietet darüber hinaus etliche physikalische Vorteile.

Die Funktionsweise des Sensors ist simpel: Auf dem Silizium-Substrat sind kleine Piezoresistoren eingefasst, die für die Messung der Druckveränderungen verantwortlich sind. Auf der Oberseite des Sensors wird mithilfe des Glases ein Referenzvolumen erzeugt, das durch eine Membran mit der Unterseite des Sensors verbunden ist. Diese untere Seite des Sensors ist mit dem Innenraum des Reifens verbunden, sodass ein konstanter Druck anliegt. Die Veränderungen der Membran, je nach Druckniveau, nehmen die Piezoresistoren wahr und geben diese an die Bordelektronik des Fahrzeugs weiter.

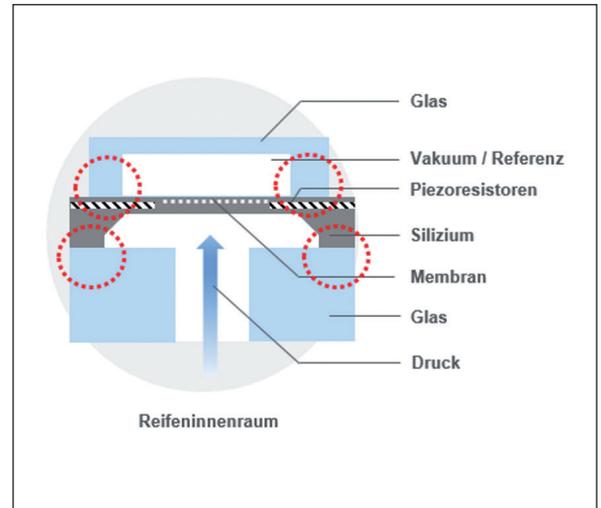
Das ultradünne Glas stellt somit durch seine hohe Festigkeit und die Verbindung zum Silizium die Dichtheit des



▲ Dynamische Dehnung von MEMpax und Silizium basierend auf der Anfangslänge $\Delta l/l_0$ mit einer Aufheizrate von 5 K/min.

Referenzvolumen sicher und erlaubt aufgrund seiner physikalischen Beschaffenheit äußerst zuverlässige Messergebnisse. Weiterer Vorteil ist, dass neben Silizium kein weiteres Material im Rahmen der Sensoren-Entwicklung benötigt wird, was wiederum Kosten einspart. Wie das Beispiel des

Reifendrucksensors zeigt, ist ultra-dünnes Glas wie SCHOTT MEMpax sehr gut für die Verbindung mit Silizium und folglich bestens für die Entwicklung von Sensoren geeignet. Die Einsatzgebiete sind vielfältig und eröffnen ganz neue Möglichkeiten bei der Werkstoff-Wahl.



▲ Schema eines Reifendrucksensors. Rot markiert sind die Stellen, an denen durch anodisches Bonden eine Verbindung zwischen Glas und Silizium hergestellt wird.

► INFO

Autor:
 Matthias Jotz
 SCHOTT AG
 Hattenbergstr. 10
 55122 Mainz
 www.schott.com