

Halbleitertechnologie von A bis Z

Mikromechanik

Das Mikrofon und der Drucksensor	3
<i>Gemeinsames Prinzip: Membran über Kavität</i>	3
<i>Das MEMS-Mikrofon: Membran und Rückplatte</i>	3
<i>Der MEMS-Drucksensor: Piezoresistive Auslesung</i>	4

Das Mikrofon und der Drucksensor

Gemeinsames Prinzip: Membran über Kavität

Sowohl das MEMS-Mikrofon als auch der MEMS-Drucksensor beruhen auf demselben Grundprinzip: eine dünne, elastische Membran, die über einer abgeschlossenen oder rückseitig offenen Kavität aufgespannt ist und sich unter Druckeinwirkung durchbiegt. Die Membran selbst wird meist per Bulk Micromachining gefertigt – durch rückseitiges Ätzen des Substrats bis auf eine dünne, verbleibende Schicht, wie im Kapitel zu Bulk- vs. Surface-Micromachining beschrieben.

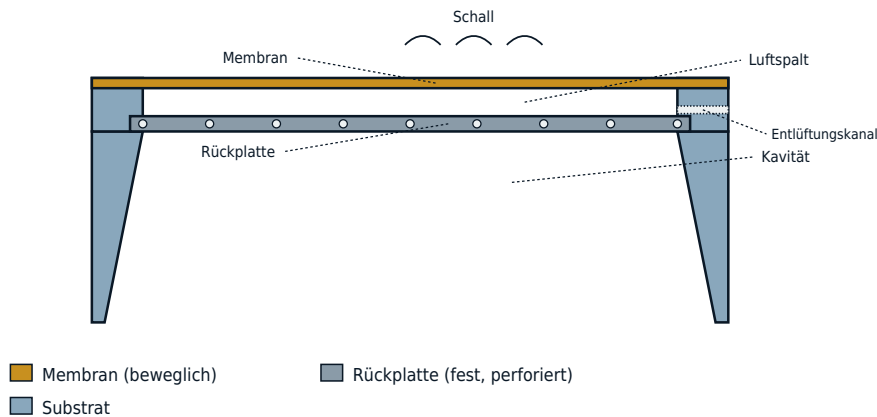
Der zentrale Unterschied zwischen Mikrofon und Drucksensor liegt weniger im mechanischen Aufbau als in der Auslesemethode und der Größenordnung der zu erfassenden Druckänderungen: Ein Mikrofon misst schnelle, winzige Schalldruckschwankungen im Bereich weniger Pascal, ein Drucksensor dagegen meist langsame, größere Druckänderungen bis zu mehreren Bar.

Das MEMS-Mikrofon: Membran und Rückplatte

Beim kapazitiven MEMS-Mikrofon, der heute gängigsten Bauform, liegt der beweglichen Membran eine perforierte, feststehende Rückplatte (englisch *backplate*) gegenüber, die mit unzähligen kleinen Löchern versehen ist, damit Luft nahezu ungehindert hindurchtreten kann. Membran und Rückplatte bilden zusammen einen Kondensator: Trifft Schall auf die Membran, ändert sich der Abstand zur Rückplatte im Rhythmus der Schallwelle, und die Kapazität schwankt entsprechend.

Eine Auswerteschaltung wandelt diese winzige Kapazitätsänderung in ein elektrisches Signal um, ähnlich wie bei der Kammstruktur des Beschleunigungssensors – nur dass hier eine Parallelplatten- statt einer Kammkonfiguration genutzt wird. Ein kleiner Entlüftungskanal (*vent hole*) gleicht langsame Luftdruckschwankungen (etwa durch Wetter oder Höhenänderung) aus, ohne die schnellen akustischen Signale zu beeinträchtigen.

Das MEMS-Mikrofon im Querschnitt Membran, Luftspalt und perforierte Rückplatte



Schall lenkt die Membran aus, der Abstand zur Rückplatte ändert sich – die Kapazität zwischen beiden schwankt im Rhythmus der Schallwelle.

Der MEMS-Drucksensor: Piezoresistive Auslesung

Der klassische MEMS-Drucksensor nutzt meist eine andere Auslesemethode: Auf der Membran sind vier piezoresistive Widerstände so platziert, dass sie bei Durchbiegung der Membran ihren elektrischen Widerstand ändern – an Stellen mit maximaler mechanischer Spannung, meist nahe dem Rand der Membran. Die vier Widerstände sind zu einer Wheatstone-Brücke verschaltet, einer Schaltungstopologie, die kleine, gegenläufige Widerstandsänderungen in eine präzise messbare Ausgangsspannung umwandelt.

Je nachdem, ob die Kavität unter der Membran evakuiert, mit einem Referenzdruck befüllt oder zur Umgebung hin offen ist, misst der Sensor Absolutdruck, Relativdruck oder Differenzdruck. Anwendungen reichen vom Reifendruckkontrollsystem über barometrische Höhenmessung in Smartphones bis zu medizinischen Beatmungsgeräten.