

■ Achtung Aufnahme

Egal ob Computer, Mobiltelefon oder Videokamera – eingebaute Mikrofone gehören zur Standardausstattung vieler Geräte. Zwei verschiedene Arten finden dabei Verwendung.

Mikrofone sind das Einzige, das sich Politiker gerne vorhalten lassen, sagte einst der bekannte TV-Showmaster Frank Elstner. Heutzutage halten sich viele Menschen Mikrofone selbst vor, denn die winzigen Schallwandler stecken in unzähligen Alltagsgegenständen – von Handys, Schnurlostelefonen und Notebooks über Video- und Digitalkameras bis hin zum elektronischen Spielzeug. Abgesehen von Anwendungen wie einfachen Spielen, wo es weder auf Tonqualität noch auf Baugröße ankommt, haben solche integrierten Mikrofone einen typischen Durchmesser von einigen Millimetern und eine Dicke von ein bis eineinhalb Millimeter.

Viele Jahre lang dominierte der Typ des Elektretkondensatormikrofons, das auch heute noch eine wichtige Rolle spielt. Ein Elektretmikrofon besteht aus einem Kondensator, dessen eine Platte als sehr dünne Membran ausgeführt ist (Abb. 1). Eintreffende Schallwellen versetzen die Membran in Schwingungen, sodass sich der Abstand im Kondensator und damit dessen Kapazität ändert. Diese Änderung lässt sich als Spannungssignal abgreifen. Die Kapazitäten liegen zwischen drei und fünf Pikofarad, teils sogar nur bei einem Pikofarad.

Bei der Membran oder bei der zweiten Kondensatorplatte handelt es sich um einen Elektret: ein elektrisch isolierendes Material, das dauerhaft ausgerichtete elektrische Dipole enthält und dadurch ein elektrisches Feld erzeugt. Elektrete



Heutige Mikrofone sind nur noch wenige Millimeter klein und finden problemlos

in Handys, flachen Notebooks oder auch in Headsets Platz.

sind also das elektrostatische Analogon zu einem Permanentmagnet. Da das statische elektrische Feld des Elektreten zu einem Potentialgefälle zwischen Membran und Platte führt, ist keine äußere Spannungsquelle erforderlich. Unter dem Gesichtspunkt der Miniaturisierung und Integrierbarkeit ist das ein gewaltiger Vorteil gegenüber dem klassischen Kondensatormikrofon, das zwar noch in Gebrauch ist, aber eine externe Spannungsquelle zur Polarisation des Kondensators benötigt.

Aufgrund der geringen Kapazitäten des Elektretkondensators muss das Signal zunächst gewandelt werden, bevor es sich nutzen lässt. Meist dient dazu ein Feldeffekttransistor (FET), der einen sehr

hochohmigen Eingang besitzt und nur einen geringen Speisestrom erfordert. Mikrofon und Transistor stecken gemeinsam in einer Kapsel (Abb. 1).

Doch Elektretkondensatormikrofone für hochwertige Anwendungen haben in den letzten Jahren zunehmend Konkurrenz durch Mikrofone bekommen, die als mikro-elektromechanische Systeme (MEMS) aufgebaut sind. Das Herzstück eines solchen MEMS-Mikrofons sind zwei Strukturen, die wie die Zähne eines Kamms ineinandergreifen. Die eine Kammstruktur ist auf einem Substrat befestigt, die andere zwischen zwei Federelementen aufgehängt (Abb. 2). Treffen Schallwellen auf die Federelemente, verschieben sich die ineinandergreifenden Zähne gegeneinander, an denen eine Spannung anliegt. Mit anderen Worten: Im MEMS ändert sich der Plattenabstand – und damit die Kapazität – zwischen vielen winzigen Kondensatoren. Diese Änderung lässt sich wiederum als Spannungssignal erfassen.

Solche MEMS-Mikrofone können Spannungssignale auflösen, die Kapazitäten im Bereich von nur Attifarad entsprechen. Sie ziehen geringere elektrische Ströme als

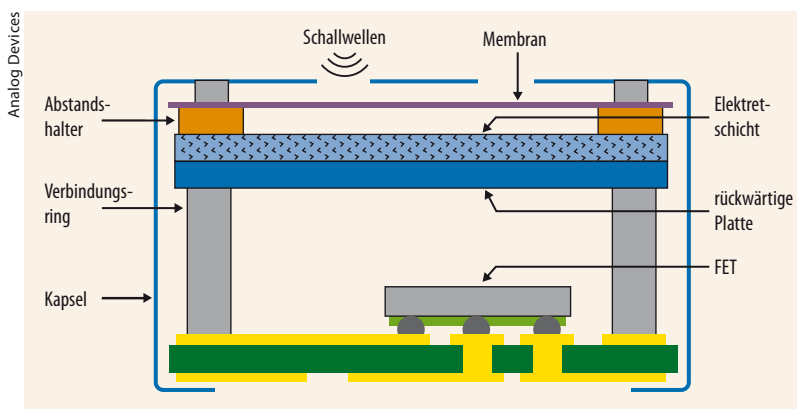


Abb. 1 In einem Elektretkondensatormikrofon übertragen sich einfallende Schallwellen auf die Membran. Durch die schwingende Membran verändert sich der Abstand im Kondensator.

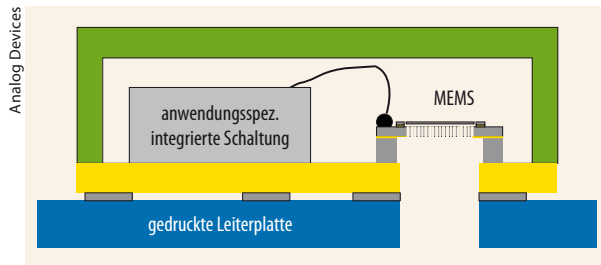


Abb. 2 Zentrales Element in einem MEMS-Mikrofon sind zwei Strukturen, die kammartig ineinander greifen.

Elektretmikrofone, was ein schlagendes Argument bei der Auslegung von mobilen Geräten ist, bei denen die Systemdesigner mit jedem Watt oder gar Milliwatt geizen müssen.

MEMS-Mikrofone lassen sich mit gängigen Verfahren der Halbleitertechnologie fertigen – und zwar dank der weit entwickelten Fotolithografie in hohen Stückzahlen bei gleichbleibender Qualität. Elektretmikrofone weisen prozessbedingt größere Toleranzen auf, und ihre Montage ist oft nicht vollständig automatisierbar. Zudem ist es einfacher, MEMS-Mikrofone als Komplettsysteme auf einen Mikrochip zu integrieren, z. B. mit einem Analog-Digital-Konverter und einem programmierbaren Verstärker. Das kommt dem Wunsch der Hersteller von mobilen Geräten entgegen, diese immer weiter zu miniaturisieren. In akustischer Hinsicht erweisen sich MEMS-Mikrofone zunehmend als ebenbürtig.

Digitale Zukunft

So wundert es nicht, dass im vergangenen Jahr laut Marktforschern erstmals so viele MEMS- wie Elektretmikrofone in Handys und Schnurlostelefone eingebaut wurden. In Notebook-Modellen, die über zwei Mikrofone verfügen, haben MEMS-Mikrofone einen Marktanteil von einem Drittel. Auch in Headsets, Tablet-PCs und Spielekonsolen sind sie auf dem Vormarsch.

Die meisten MEMS-Mikrofone arbeiten bislang mit analoger Signalverarbeitung. Das wird sich künftig aber ändern, denn erstens lassen sich Designänderungen bei digitalen Mikrofonen schneller umsetzen, sodass sich durch den Wechsel von analoger zu digitaler Technik die Vorlaufzeiten für neue Produkte verkürzen. Zweitens sind

digitale Mikrofone weniger anfällig gegenüber elektromagnetischen Interferenzen und gegenüber dem Rauschen, das die Stromversorgung ins System einbringt. Dadurch bekommen die Designer von Mobilgeräten mehr Freiheiten, die Komponenten zu platzieren. Bei analogen Mikrofonen müssen sie nämlich viel stärker darauf achten, wo z. B. die Bauteile sitzen, die für die getaktete Ansteuerung des Flüssigkristallbildschirms sorgen, oder wo sich die WLAN-Antenne befindet – beide Teile können die Mikrofone stören und damit die Tonqualität verschlechtern. Drittens ist es bei mehr als zwei Mikrofonen einfacher, das Rauschen zu unterdrücken, wenn das Signal digital zur Verfügung steht. Verständlich also, dass auch bei Elektretmikrofonen, deren Weiterentwicklung keineswegs abgeschlossen ist, digitale Systeme zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Gerade der Aspekt, dass ein Mobilgerät mehrere Mikrofone nutzt, ist nicht zu unterschätzen, wenn es um die weitere Entwicklung des Marktes für integrierte Mikrofone geht: Fortgeschrittene Audiotechnologien wie 3D-Sound oder die Unterdrückung von Hall und Hintergrundlärm erfordern mehr als ein Mikrofon. Auch wollen Nutzer ihre Mobilgeräte immer häufiger per Sprache steuern, weil sie dadurch einen intuitiveren Zugang zu den Funktionalitäten bekommen. Die Sprachsteuerung in aktuellen Smartphones ist nur ein Beispiel dafür. Wer neue mobile Geräte kauft, wird sich also mit zunehmender Wahrscheinlichkeit digitale Mikrofone unter die Nase halten.

Michael Vogel

Michael Vogel, vogel_m@gmx.de