

Einleitung

Der Aufbau dieser Sensoren ist in Abb. 1 dargestellt. Der Polymersensor besteht aus insgesamt drei Schichten, die übereinander aufgebracht werden. Die H₂O sensitive Polymerschicht befindet sich zwischen zwei Elektroden, die wie ein Plattenkondensator arbeiten. Wasserdampfmoleküle können durch die poröse Gegenelektrode aus der Umgebung (z.B. Umgebungsluft) in die Polymerschicht diffundieren und lagern sich in dieser Schicht an. Bei einem konstanten H₂O Partialdruck (=Feuchtegehalt) ist die Anzahl der H₂O-Moleküle in der Polymerschicht auch konstant. Ändert sich der äußere Partialdruck, so ändert sich auch die Anzahl der H₂O-Moleküle in der Polymerschicht. Bei einem steigenden äußeren Feuchtegehalt diffundieren weitere H₂O-Moleküle in die Polymerschicht und erhöhen die Anzahl der H₂O-Moleküle. Bei einem sinkenden Feuchtegehalt diffundieren die H₂O Moleküle dann wieder aus der Polymerschicht in die Umgebung. Die Kapazität C des Sensors ändert sich dann nahezu linear mit der relativen Luftfeuchtigkeit φ :

$$C(\varphi) = C_0 \cdot (1 + \delta \cdot \varphi) \quad (1)$$

Der Proportionalitätsfaktor hat einen Wert von $\delta \approx 0,002/\%$. Bei einer Grundkapazität von $C_0=200\text{pf}$ würde sich bei 100% relativer Luftfeuchte die Kapazität auf $C(\varphi)=240\text{pf}$ erhöhen. Pro Prozent relativer Feuchte wären dann lediglich 0,4 pf Änderung zu verzeichnen.

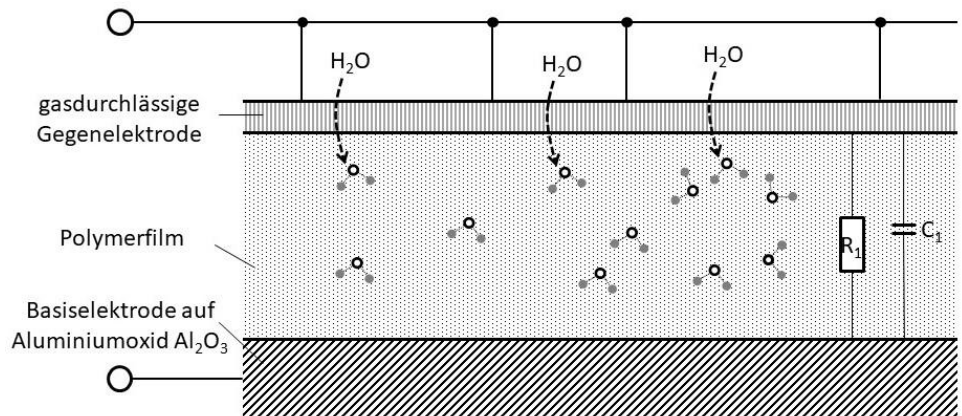


Abb. 1: Wirkungsmechanismus eines Polymer-Feuchtesensor

Als Polymermaterial werden in der Literatur PMMA (Polymethylmetacrylat), Polyamide oder CAB (Cellulose Acetat Butyrat) angegeben. Das geeignetste Material der einzelnen Sensor-Hersteller wird zumeist durch umfangreiche Versuche herausgefunden und in der Regel nicht bekannt gegeben. Die sensitive Schicht hat eine Dicke von 0,1 µm bis 1 µm.

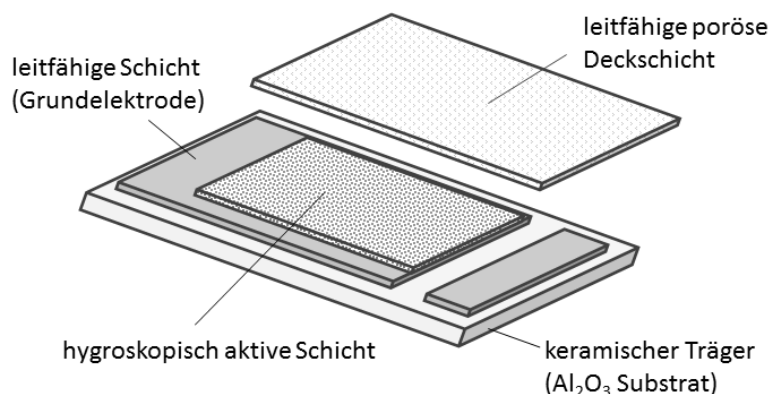


Abb. 2: Schichtaufbau eines Polymer-Feuchtesensors

Neben den kapazitiven Feuchtesensoren auf Polymerbasis gibt es auch noch resistive Versionen, die eine Widerstandsänderung (ΔR) hervorrufen. Der Schichtaufbau ist ähnlich. Als Materialien werden in diesem Fall jedoch unterschiedliche, keramische Stoffe eingesetzt, die Kobalt, Germanium, Zink, Titandioxid oder Nickeloxid enthalten. Weiterhin sind auch Gemische aus diesen Materialien üblich. In Abb. 3 ist ein solcher Sensor dargestellt. Diese Sensortypen werden hauptsächlich in Anwendungen eingesetzt, bei denen es um eine gute Langzeitstabilität der sensitiven Schicht geht. Beispiele dafür sind die Fahrzeugindustrie oder die Klimatechnik. Der Messbereich wird durch die jeweiligen Materialien festgelegt und bewegt sich dann nur in einem engen Konzentrationsbereich (z.B. 10-30 % r. F. oder 40-90% r. F.).

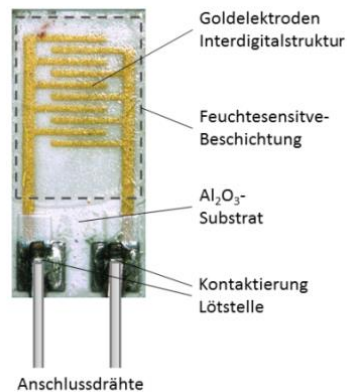


Abb. 3: Resistiver Feuchtesensor mit einer interdigitalen Sensorstruktur (Goldelektroden)

Miniaturisierung von Feuchtesensoren

Feuchtesensoren werden heute in vielen Bereichen der Messtechnik eingesetzt. Insbesondere im mittleren Feuchtigkeitsbereich finden diese Sensoren viele Einsatzgebiete. Durch den einfachen Aufbau der Sensorstruktur lassen sich die Feuchtesensoren auch gut miniaturisieren. Einige Sensorhersteller sind daher dazu übergegangen, das miniaturisierte Sensorelement direkt mit einer Auswerteelektronik zu kombinieren. Die Ansteuerung und Auswertung der Sensorsignale erfolgt direkt in einem Baustein. In Abb. 4 ist eine solche Kombination dargestellt. Es handelt sich hierbei um eine Ausschnittsvergrößerung (b.) einer Anordnung, die in einem TO-Gehäuse (a.) mit einem Außendurchmesser von $d \approx 9\text{mm}$ untergebracht ist.

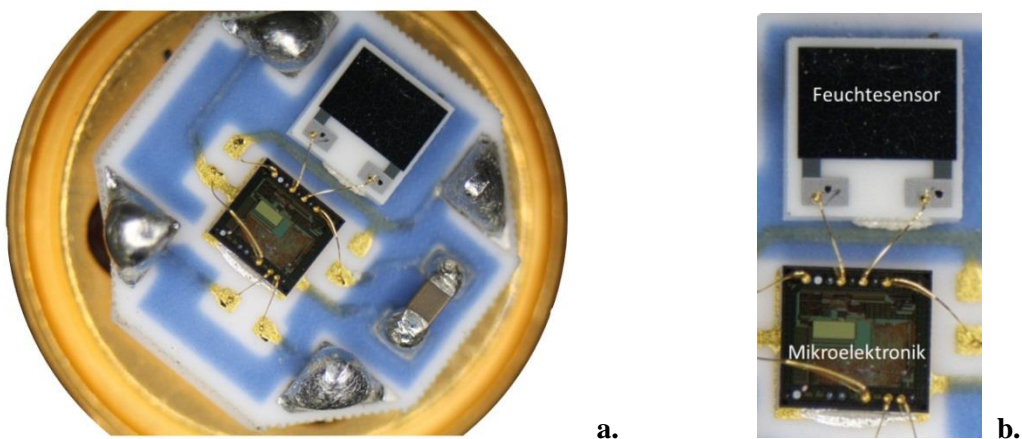


Abb. 4: Kombination eines miniaturisierten Feuchtesensors mit einer Auswerteschaltung (Mikroelektronik)

Die Ansteuerung bzw. Kommunikation des Feuchtesensors kann direkt über einen externen Mikrocontroller erfolgen. Dazu verfügt der Sensor über ein serielles Interface (2-Draht). Die Datenübertragung erfolgt mit einer Auflösung von 14 Bit (interner A/D-Wandler).

Messeigenschaften

Die Ansprechzeit für eine abrupte Änderung der Luftfeuchte ist in Abb. 5 zu sehen. Der Feuchtesensor wurde über ein Magnetventil schlagartig mit einer hohen Feuchtigkeit ($\varphi=90\%$) beströmt und das Ausgangssignal aufgezeichnet. Die $t_{90\%}$ -Zeit liegt in diesem Beispiel bei ≈ 13 Sekunden.

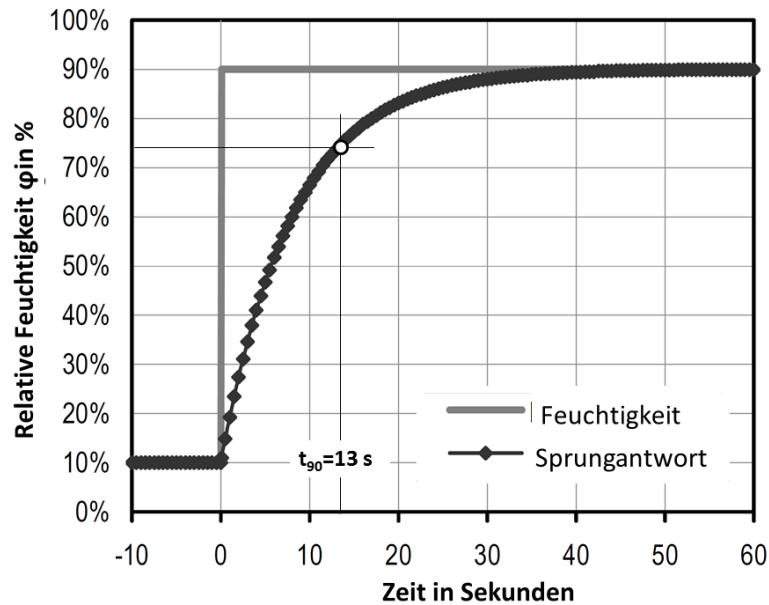


Abb. 5: Zeitliches Ansprechverhalten des Polymer-Feuchtesensors für eine schnelle Änderung der Feuchtigkeitswerte

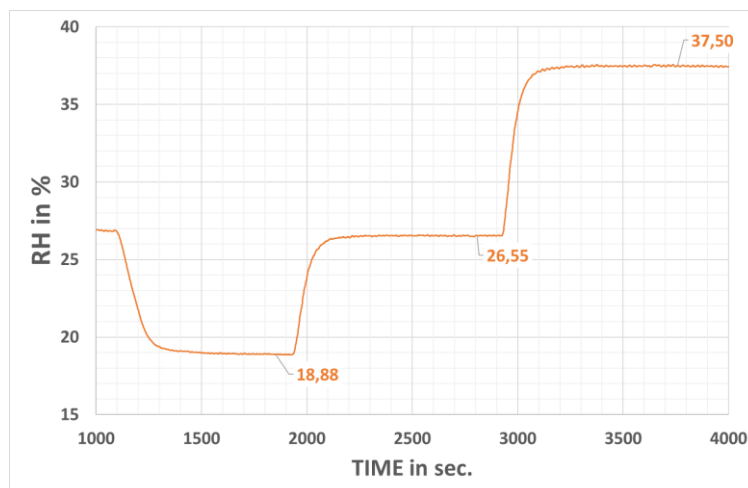


Abb. 7: Stufenweise Änderung der relativen Feuchtigkeit (RH) bei 25°C

Aufbau

In Abb. 8 ist der prinzipielle Aufbau eines Polymerfilm-Feuchtesensors der Baureihe HUMI.sens[®] dargestellt. Der Feuchtesensor (5) befindet sich in einem Alublock (2). Die Strömungsrichtung ist so angeordnet das der Feuchtesensor nicht direkt beströmt wird um mögliche Temperatureffekte ausschließen zu können. Der Feuchtesensor ist direkt mit einer Leiterkarte (3) verbunden. Die Spannungsversorgung und die Signale werden über einen entsprechenden Steckverbinder (4) zur Basiselektronik übertragen. Die Leiterkarte wird über einen O-Ring gegen den Alublock abgedichtet. Die Gaszuführung erfolgt über entsprechende Fittinge für einen 4/6mm-Schlauch. In der Abbildung 8 (rechts) sind die Gasanschlüsse mit Schwenkverschraubungen (1) zu erkennen, die je nach Applikation auch mit geraden Einschraubverschraubungen oder auch Rohrverbindern versehen werden können. Der Feuchtesensor kann zusätzlich mit einem Schutzfilter (6) versehen werden, um Staub oder andere störende Stoffe im Gasgemisch fernzuhalten. Dadurch erreicht man eine lange Lebensdauer des Sensorelementes.

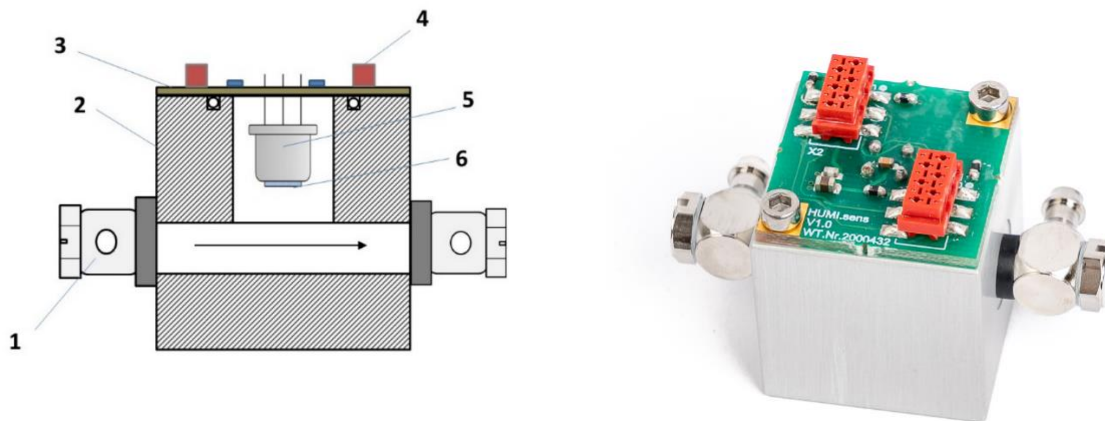


Abb. 8: Prinzipieller Aufbau des HUMI.sens[®] mit integriertem Feuchtesensor (5) und Übergabeplatine (2)

Autor

Professor Wiegleb

Geschäftsführer (CEO)
Wi.Tec-Sensorik GmbH



Professor Wiegleb

www.gasmesstechnik-wiegleb.de
www.gassensor-devices.com

Copyright ©2023 by Wi.Tec-Sensorik GmbH
Revision 1.0 03/2023

Any reproduction, whether partial or entire, made of this document, by whatever means, without the prior, written consent of Wi.Tec-Sensorik GmbH is strictly forbidden.

While every effort is made to ensure its correctness, Wi.Tec-Sensorik GmbH assumes no responsibility neither for errors and omissions which may occur in this document nor for damage caused by them.

All mentioned trademarks or registered trademarks are owned by their respective owners.

All rights reserved.

Wi.Tec-Sensorik GmbH
Schepersweg 41
46485 Wesel
GERMANY
+49 (0)281 206578-20
info@witec-sensorik.de
www.witec-sensorik.de

