

Dielektrische Messungen an Plexiglas bei 36,06 GHz und 70,86 GHz

Von JOACHIM HAASE, EBERHARD SISTIG und WERNER ZEIL
Lehrstuhl für Chemische Physik der Universität Kiel *
(Z. Naturforsch. 18 a, 883 [1963]; eingegangen am 18. Juni 1963)

Von Plexiglas der Firma Röh m & Ha a s s, Darmstadt, wurden bei Zimmertemperatur für die Frequenzen 36,06 GHz und 70,86 GHz die Dielektrizitätskonstante und der Verlustfaktor nach der Impedanzmethode von ROBERTS und HIPPEL¹ gemessen. Das 36 GHz-Klystron war über eine Mikrowellenfrequenzdekade FD 3 und einen Synkriminatoren FDS 30 der Firma Schomann d l KG, München, stabilisiert. Zur Messung wurde die Mikrowellenstrahlung mit 18,75 Hz mechanisch moduliert und im Empfangsteil der Anlage mit einem Schmalbandverstärker verstärkt. Die Stabilisierung der 70 GHz-Frequenz ließ sich durch eine Kaskadenschaltung unter Verwendung eines 35 GHz-Klystrons und eines 70 GHz-Klystrons über die Mikrowellenfrequenzdekade FD 3 sowie die Synkriminatoren FDS 3 und FDS 30 erreichen.

Aus der Verschiebung Δl des Minimums des Stehwellenfeldes nach Einbringen der Probe errechnete sich die Dielektrizitätskonstante ϵ' nach der Gleichung

$$\epsilon' = \frac{1 + (\alpha x/\pi L_2)^2}{1 + (2 a/\lambda_L)^2},$$

wobei $x = (2\pi/\lambda_{L\epsilon}) L_2$ über die Beziehung

$$\frac{\tan(2\pi/\lambda_L)(L_2 - \Delta L)}{(2\pi/\lambda_L)L_2} = \frac{\tan x}{x}$$

erhalten worden war. Mit der von DAKIN und WORKS² angegebenen Formel

$$\tan \delta = \frac{(1/\lambda_c^2) + (1/\lambda_L^2) - (1/\epsilon' \lambda_c^2)}{(1/\lambda_c^2) + (1/\lambda_L^2)} \cdot \frac{\beta_\epsilon L_2 [1 + \tan^2 \beta(L_2 - \Delta L)]}{\beta_\epsilon L_2 (1 + \tan^2 \beta_\epsilon L_2) - \tan \beta_\epsilon L_2} \cdot \frac{w}{L_2}$$

wurde der Verlustfaktor berechnet. Hierbei bedeuten: L_2 = Länge der Probe,

$\Delta L = l_2 - l_1$ = Verschiebung des Minimums durch das in den Hohlleiter eingebrachte Dielektrikum, l_1 = Lage des ersten Minimums in der Meßleitung — vom Kurzschluß aus gesehen — bei leerem Hohlleiter,

l_2 = Lage des ersten Minimums in der Meßleitung, das auf l_1 — in Richtung zum Klystron — folgt, bei gefülltem Hohlleiter,

w = Knotenbreite,
 λ_L = Hohlleiterwellenlänge,
 λ_c = Kritische Wellenlänge = $2a$,
 a = Breitseite des Hohlleiters.

Es wurden die dielektrischen Daten von je sechs Plexiglasproben mit verschiedener Länge bestimmt. Als Mittelwerte ergaben sich für die beiden Frequenzen die Werte der Tab. 1.

Frequenz	ϵ'	$\tan \delta \cdot 10^4$
36,06 GHz	$2,60 \pm 0,03$	$91,5 \pm 7$
70,86 GHz	$2,54 \pm 0,03$	112 ± 10

Tab. 1.

Die große Fehlerbreite bei den $\tan \delta$ -Werten beruht auf der Unsicherheit in der Bestimmung der Hohlleiter-eigenverluste.

Die Ergebnisse bestätigten, wie Abb. 1 zeigt, den von SISTIG³ gefundenen Anstieg des dielektrischen Verlustes von Plexiglas zu höheren Frequenzen hin, während die bisher bekannten Messungen im Bereich unterhalb 10 GHz⁴ einen kontinuierlichen Abfall des $\tan \delta$ mit steigender Frequenz ergaben.

Da die in³ angegebene Kurve sich auf 27 °C bezog, wurden die in der Abbildung eingezeichneten Meßergebnisse unter Zugrundelegung des in³ beschriebenen $\tan \delta = f(T)$ -Verlaufes durch eine Erhöhung des gemessenen Wertes erhalten.

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für eine Sachbeihilfe. Der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik A.G., Ludwigshafen, sind wir für großzügige Unterstützung zu Dank verpflichtet.

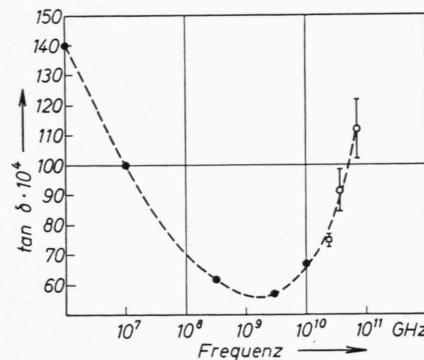


Abb. 1. Verlauf des $\tan \delta$ mit der Frequenz bei 27 °C. Hierbei bedeuten: ● Werte aus⁴, □ Wert aus³ und ○ eigene Werte.

³ E. SISTIG, Diplomarbeit, T.H. Karlsruhe 1962.

⁴ A. v. HIPPEL, Dielectric Materials and Applications, Technology Press of Mass. Inst. Technol., Boston 1958.

* Derzeitige Anschrift: Laboratorium Prof. Dr. ZEIL, Karlsruhe, Hertzstr. 16, Westhochschule.

¹ S. ROBERTS u. A. v. HIPPEL, J. Appl. Phys. 17, 610 [1946].

² T. DAKIN u. C. WORKS, J. Appl. Phys. 18, 789 [1947].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.