

## 3 糰波における誘電率測定について

森 弘

(昭和33年11月10日受理)

Hiroshi MORI: On the Measurement of the Dielectric Constant  
at the Frequency of 9700 MC/S.

### (1) 緒 言

Surber and Couch の方法によつて導波管の一端に誘電体の試料をつめ、この平流率を測定し、誘電率や  $\tan \delta$  を求める場合、試料の厚さは計算式の中には、でてこないのが実際にどの程度にすればよいであろうか。

この目標を達成する一端として、Cetyl Alcohol, Myristyl Alcohol, Stealil Alcohol 等を試料として厚さを少しづつ変えた場合の3糰波における測定を試みた。

### (2) 測 定 装 置

第1図は測定装置の Block diagram を示す。

(I) Wave guide; 切口  $1.27 \times 1.10$  cm の矩形導波管。TE<sub>10</sub>-mode を使用。材料は厚さ 1.5 mm の真鍮板からなつている。

(II) S. W. D.; Probe の移動はネジ送り式とした Probe の長さもネジにより微細調整が出来る。目盛は遊尺により  $\frac{1}{10}$  mm まで読取り得る。

(III) Klystron; 2K25 ( $\sim 10^4$ MC)

(IV) Cell; 内面銀メッキ

(V) Crystal rectifier; 1N23

(VI) Refrecting termination; Short circuit, Open circuit の場合は夫々可変短絡装置のネジ送り式にピストンを動かして、正しく0または  $\frac{1}{4}\lambda_g$  に保つ。

(VII) Crystal Currentmeter; 10 microammeter.

(VIII) Power Supply; UY807B, 6SJ7, 定電圧放電管 VR90/60 2個で空洞に300Volt, 反射電極に 200Volt までかけることが出来る。

### (3) 測 定 法

$$\epsilon' = \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2 \left[ \frac{AB+CD}{B^2+C^2} \right] + \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2$$

$$\epsilon'' = \left[ \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2 \right] \left[ \frac{AC-BD}{B^2+C^2} \right]$$

$$\tan \delta = \frac{\epsilon''}{\epsilon'}$$

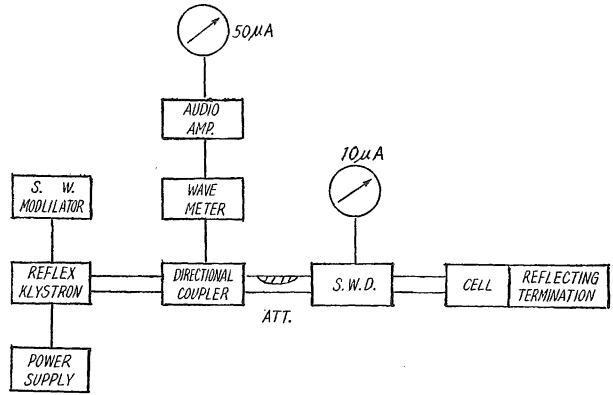
$$A = \rho_1 \rho_2 - \tan \theta_1 \tan \theta_2$$

$$B = 1 - \rho_1 \rho_2 \tan \theta_1 \tan \theta_2$$

$$C = \rho_1 \tan \theta_1 + \rho_2 \tan \theta_2$$

$$D = \rho_1 \tan \theta_2 + \rho_2 \tan \theta_1$$

ここに  $\theta_1 \theta_2$  は Short circuit,



(第 1 図)

Open circuit に応ずるもので

$\theta_1 = \frac{2\pi}{\lambda_g} x_1$   $\theta_2 = \frac{2\pi}{\lambda_g} x_2$  で与えられる。 $\lambda_g$  は管内波長である。 $x_1 x_2$  は試料があるときの定在波の minimum scale と試料の代りに金属板があるときの定在波の相隣るがより遠くにある minimum scale との差である。また  $\rho_2 \rho_1$  は夫々 Open circuit, Short circuit での電圧定在波比 (VSWR) である。

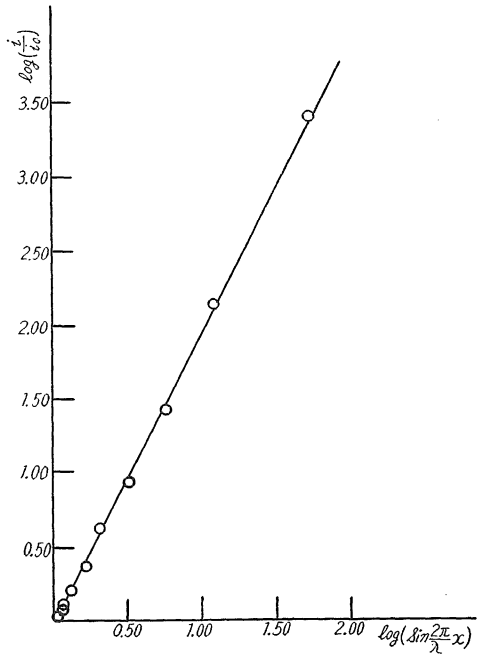
(4) 測定結果

(1) Crystal の検波特性 (第 2 図) 大体自乗検波をなすものとみてよい。

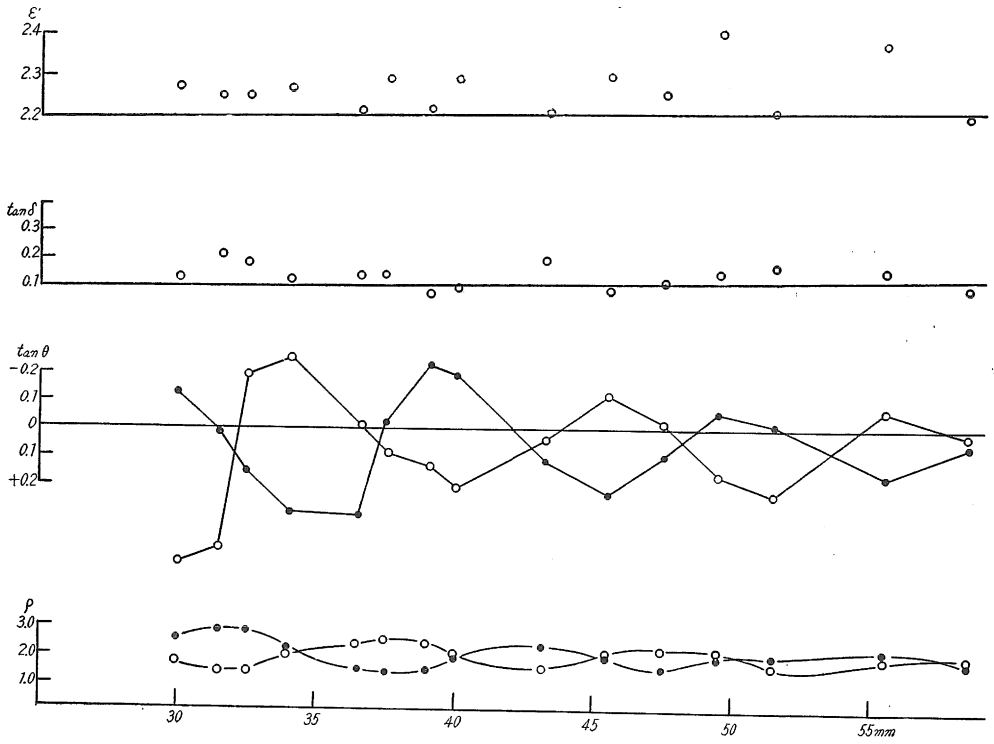
(2) 第 3 図は Cetyl Alcohol ( $C_{16}H_{33}OH$ , 融点  $49^\circ C$  比重 0.798) について  $29^\circ C \sim 26^\circ C$  での結果で、管内波長は 4.21 cm. であつた。図において横軸は試料の厚さで各々共通とし、縦軸の  $\rho, \tan \theta$  で ●, ○印は夫々 short circuit, Open circuit での値で、これは第 4 図も同じにとつてある。

(3) 第 4 図は Myristyl Alcohol ( $CH_{14} H_{29} OH$ , 融点  $38^\circ C$  比重 0.824) についての  $16^\circ C \sim 18^\circ C$  における結果であつた。管内波長は同じく 4.21cm.。

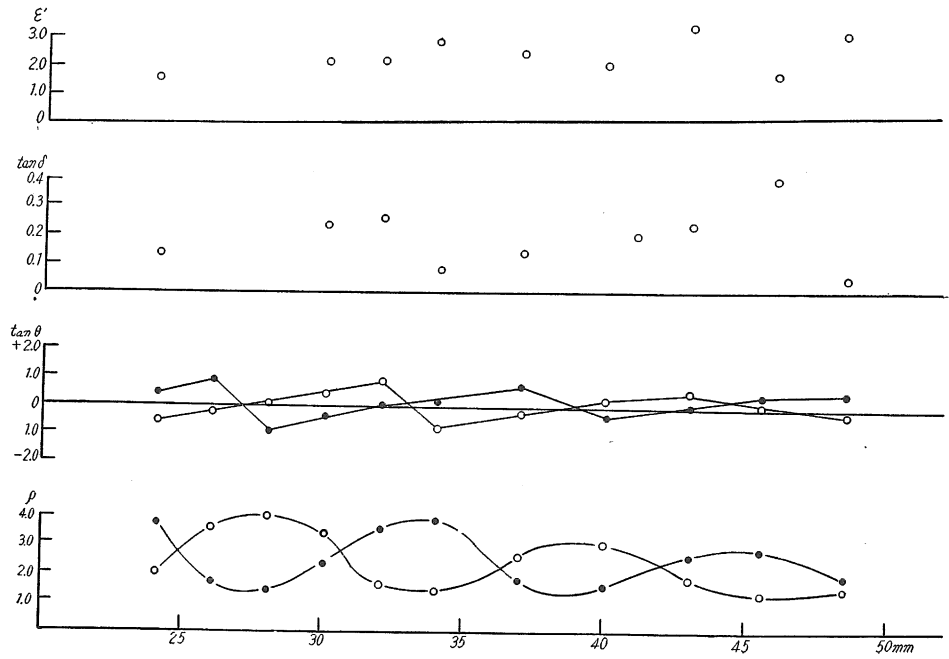
(4) 第 5 図は Stealil Alcohol ( $CH_3(CH_2)_{16}CH_2OH$  融点  $58^\circ C$  比重 0.812) について  $15^\circ C \sim 18^\circ C$  での結果であつた。管内波長は同じ 4.21cm. である。



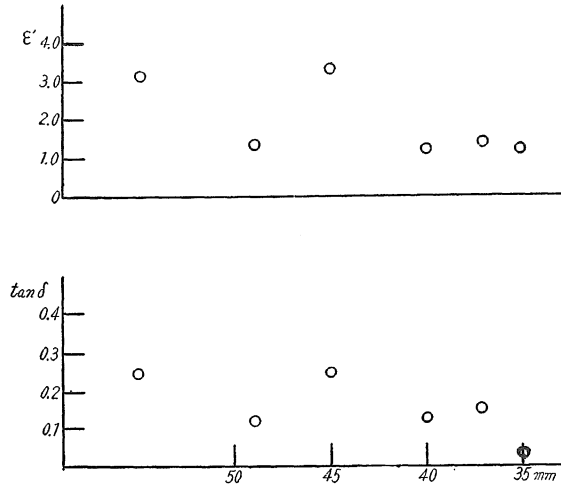
(第 2 図)



(第 3 图)



(第 4 图)



(第 5 図)

## (5) 結 び

複素誘電率,  $\tan \delta$  を求める計算式を変形すると

$$\frac{\epsilon' - \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2 - \epsilon''j}{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = \left(\frac{\rho_1 + j \tan \theta_1}{1 + j \rho_1 \tan \theta_1}\right) \left(\frac{\rho_2 + j \tan \theta_2}{1 + j \rho_2 \tan \theta_2}\right)$$

第 3 図, 第 4 図で  $\rho$ ,  $\tan \theta$  は試料の厚さの増加と共に小さくなってゆく。従つて上式の右辺での  $\rho_1 \cdot \tan \theta_1$ ,  $\rho_2 \cdot \tan \theta_2$  等は 1 に比して極めて小さいものとなる。このときは分母はいずれも 1 とみてよい場合が起るであろう。

また吸収が少く, 即ち試料の厚さが小さいとき反射係数の実数項は殆んど 1 となるようになり, このとき  $\rho$  は極めて大となる。第 3 図, 第 4 図で得られたように位相変化も大きい。従つて  $\rho_1 \cdot \tan \theta_1$ ,  $\rho_2 \tan \theta_2$  等は極めて大となりこのとき上式から  $\rho$  の測定困難の為特に  $\epsilon''$  は不安定な値となるであろう。また  $\epsilon'$  は小さくなる傾向をもつであろう。

結局  $\rho_1 \tan \theta_1$ ,  $\rho_2 \tan \theta_2$  の大きさが 1 に比して大きな差がないように試料の厚さをきめるべきではなからうか。

## 参 考 文 献

- (1) On the Dielectric Measurement in the Centimeter wave Region. ISAO TAKAHASHI, MIKIO TAKEYAMA, HIDEO SENO and MISUO OTA (1953)
- (2) New Methods of Dielectric Measurement in the Center Wave Region. ISAO TAKAHASHI, MIKIO TAKEYAMA, HIDEO SENO and MITSO OTA (1954)

### Summary

By the method that W. H. Surber and G. E. Crouch have given, the author has measured the complex dielectric constant of n-higher alcohols at the Frequency of 9700MC/S, by altering the length of the sample in the cell.

Then the author has studied on the most adequate length of the sample in the cell for this method.