

2. 赤外分光によるマイクロ波共振器用セラミックスの格子振動の研究

糸原孝浩

近年、通信の情報量の増加にともない衛星放送や自動車電話等にマイクロ波を利用した通信システムの開発が盛んである。これらのシステムには、共振素子やフィルターとして誘電体セラミックスが用いられており、従来の空洞共振器では困難である素子の小型化を可能にした。これらのマイクロ波共振器用セラミックスには、マイクロ波領域において次のような誘電特性が要求される。

- ①誘電率が大きい ( $\epsilon' \approx 40$ )
- ②誘電損失が非常に小さい ( $Q = \tan^{-1} \delta > 10^4$ )
- ③共振周波数の温度係数が小さい ( $\tau_{f_0} \approx 0 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ )

本研究においては、これらのセラミックスの誘電特性を格子振動の立場から理解することを目的として、 $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$ 、 $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 、 $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$ の赤外分光を行った。

赤外反射スペクトルの測定には、マーチン・バレット型フーリエ分光計 ( $50 \sim 150\text{cm}^{-1}$ )、マイケルソン型フーリエ分光計 ( $100 \sim 500\text{cm}^{-1}$ ) と分散型赤外分光計 ( $250 \sim 4000\text{cm}^{-1}$ ) を用いた。測定した反射率からKramers-Kronig解析により誘電率を計算し、古典的調和振動子モデルを用いて、分散解析法によって分散パラメータを決定した。図は $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$ の反射率を、表は分散パラメータを示す。

その結果、これらのマイクロ波共振器用セラミックスには、 $200\text{cm}^{-1}$ から $300\text{cm}^{-1}$ の間に振動子強度が他のモードと比べて大きいモードが存在し、これらのモードがマイクロ波領域における誘電率とQ値に大きく寄与しているということがわかった。

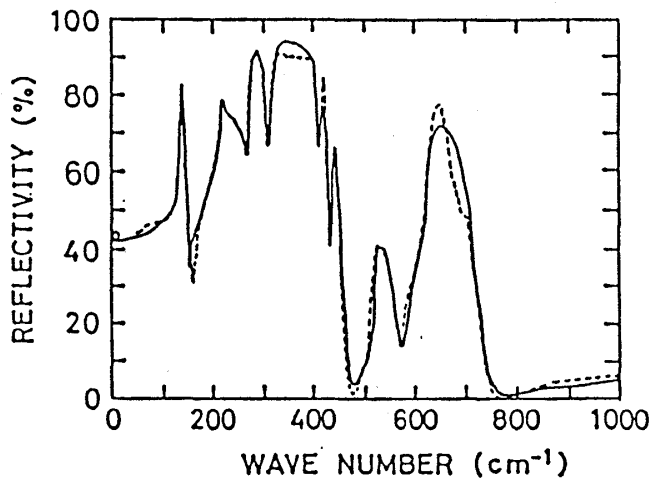


図  $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$ の反射率  
実線が計算値、破線が測定値

J	$\omega_j$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	$S_j$	$\Gamma_j$ ( $\text{cm}^{-1}$ )
1	136	3.0	2
2	221	8.1	7
3	232	2.0	8
4	241	0.71	5
5	252	2.6	20
6	262	0.54	8
7	270	1.5	5
8	277	0.5	8
9	311	0.3	9
10	317	0.02	5
11	408	0.02	4
12	430	0.03	2
13	518	0.36	25
14	526	0.3	30
15	592	0.2	20
16	614		

$c_\infty = 3.7$

表  $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$ の分散パラメータ  
 $\omega_j$ が共振周波数、 $S_j$ が振動子強度、 $\Gamma_j$ が減衰定数