

液晶の誘電率の測定

1. 緒言

MEMS など、機械要素の小型化が進んでいる。本研究室では、液晶を利用した小型のアクチュエーターの研究を行っている。アクチュエーターの駆動原理は、液晶分子の構造にある。液晶分子は、楕円球をしており長軸方向と短軸方向で誘電率が異なる誘電異方性という性質を持っている。誘電率とは、絶縁体が電場中の分極の割合を示している。誘電異方性があるため液晶分子は誘電率が高い軸を電場方向に向ける。つまり電圧を印加することにより液晶分子を回転させ、アクチュエーターを駆動させることができる。また、長軸方向に高い誘電率の液晶を用いることで、より低電圧で駆動できるアクチュエーターができると考えられる。よって、液晶の誘電率を測定することは、今後アクチュエーターの研究を進める上で重要である。そのため、液晶の誘電率の測定を本研究の目的とする。

2. 実験装置および方法

物質の誘電率は真空の誘電率 $\epsilon_0(8.854 \times 10^{-12} \text{F/m})$ との比をとり、無次元の比誘電率としている。

液晶の比誘電率を測定するため、平板コンデンサと同じ構造の液晶セルを作成した。平板コンデンサとは、2 対の極板間に誘電体を挟んだコンデンサである。誘電体の比誘電率 ϵ_r は式(1)から導出でき、

$$\epsilon_r = \frac{Cd}{\epsilon_0 S} \quad (1)$$

ここで C は静電容量、 d は極板間隔、 S は極板面積、 ϵ_0 は真空の誘電率である。液晶セルの構造の概略を図 1 に示す。円形ガラス ($\phi 35\text{mm}$) に透明電極膜を成膜し通電できるようにし、液晶を挟む極板とした。その極板に配向剤を成膜し、液晶セル中での液晶分子の配向状態(水平方向、無配向)を制御した。極板間にスペーサー(比誘電率 3.2, $S=10\text{mm}^2$, $t=25\mu\text{m}$) を端 4 か所に均等に配置し、極板間隔を $25\mu\text{m}$ に保った。液晶は、4-Cyano-4'-pentylbiphenyl(5CB) を封入した。

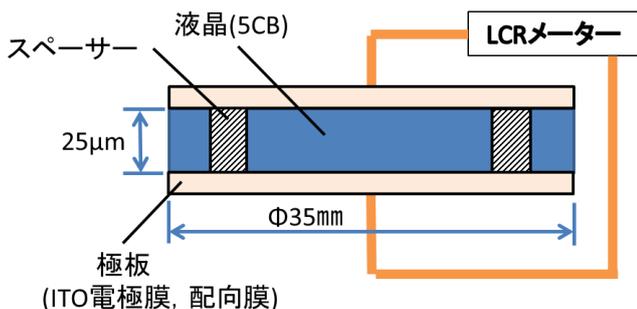


図 1 液晶セル概略

液晶の静電容量の測定は、LCR メーター(PSM1700, N4L 社)を用いて行った。印加交流電圧を 1Vpk とし、 $1\text{kHz} \sim 100\text{kHz}$ の周波数領域で測定を行った。また、液晶セル内の液晶分子が制御した通りに配向していることを確認するため、偏光版を用いて偏光観察を行った。

3. 実験結果および考察

5CB の水平配向と垂直配向の比誘電率 ϵ_r の周波数依存性を図 2 に示す。 $1\text{kHz} \sim 100\text{kHz}$ の間で、誘電率の周波数依存性は確認できない。垂直配向の誘電率が水平配向に比べ高いことがわかり、誘電異方性があるといえる。

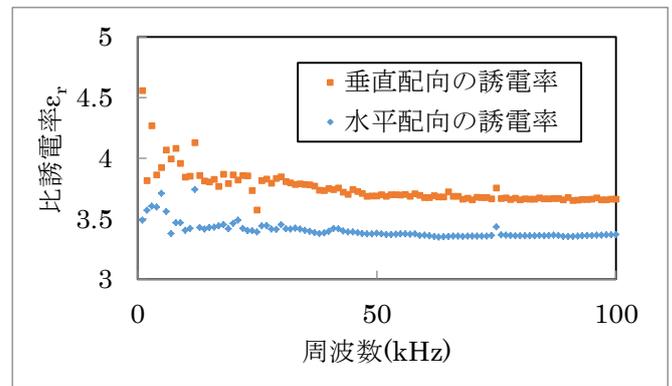


図 2 水平配向と垂直配向の比誘電率 ϵ_r の周波数依存性

図 3 は、水平配向処理をした 8CB, 7CB, 5CB の比誘電率である。本実験より 8CB の比誘電率が最も高くアクチュエーターに利用する液晶として有効である。しかし、実際に使用する液晶は、様々な物性値から総合的に評価して選定する必要がある

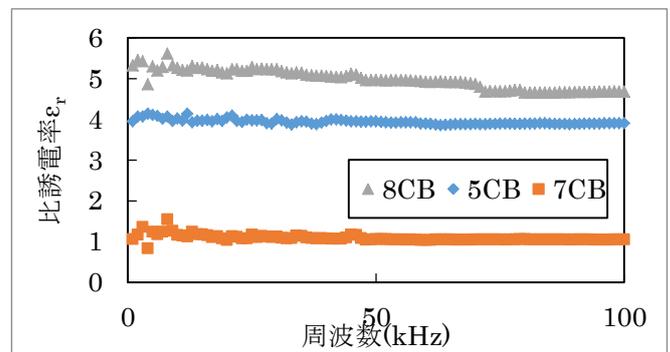


図 3 液晶水平配向比較

文献

- (1) 『液晶科学実験入門』日本液晶学会編 シグマ出版
- (2) 『液晶便覧』液晶便覧編集委員会編 丸善出版