

## ポリマーに分散した Coumarin6 の電場配向が電気伝導に及ぼす効果

(東大物性研) 小簗剛、松田真生、田島裕之

主として電子素子への応用を目的に MIM 接合の研究が盛んに行われているが、固体における電場配向の研究はあまり行われていない。気体・液体・液晶に比べて、固体の場合には電場配向が達成されにくいことは明白であるので、電子素子作成を念頭においた研究においては固体の電場配向は考慮すべき問題ではないのかもしれない。しかしながら、分子の動きやすさは分子の置かれている環境に依存するため、電場配向を観測することで分子を対象とした物性研究が展開できると考えることができる。

例えば、MIM 接合の電流電圧特性と同時に電場配向を測定すれば、配向の電圧特性の観測だけでなく、分子配向と電気伝導との関係を調べることができる可能性がある。この考えから、我々は電流および配向の同時測定が可能な装置を作製した。作製した装置は、分子内電子遷移の偏光依存性を電圧変化に対して測定するものである。励起光の光軸と直交する軸 ( $z$  軸とする) を中心に MIM 接合を任意の角度  $\theta$  だけ傾け、 $z$  軸に平行 ( $s$  偏光) および垂直 ( $p$  偏光) な偏光を接合に入射する (図 1)。両偏光は LED の単色光を偏光した光で、互いに  $\pi/2$  の位相差をもつように矩形変調した。接合を透過した偏光は光電子増倍管で検出し、直流電圧計およびロックインアンプを用いて両偏光透過光強度の和および差をそれぞれ測定した。また、この偏光透過光強度測定と同時に接合の電流電圧特性を測定した。

この試みの最初の測定対象として選んだのは、poly(N-vinylcarbazole) (PVK) : coumarin6 (C6; 図 2a) 薄膜を ITO と Al でサンドイッチした MIM 接合である。PVK:C6 薄膜は色素ドープ型の電界発光素子として報告されているが、PVK バインダー中で C6 の双極子モーメントが変化することに関しては研究例がない。しかしながら、C6 は比較的大きな電気双極子モーメントを有しているため、ポリマー中で電場配向する可能性がある。また、PVK と比較して HOMO および LUMO のエネルギー差が小さいため、C6 の電気伝導への寄与が期待できることから、本測定の対象として適した系であると考えられることができる。

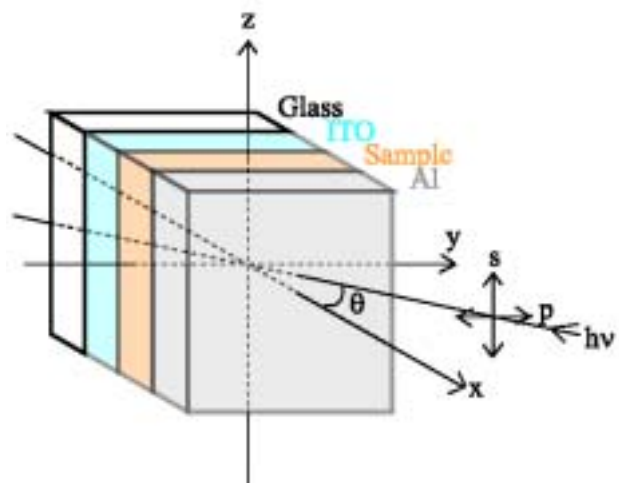


図 1 実験概念図

$p$  および  $s$  偏光を基板法線から  $\theta$  の角度で入射し、透過光強度差(和)を測定する。

PVK:C6 薄膜の吸収スペクトルを図 2b に示す。図 2b に見られるように、可視領域では PVK の遷移双極子モーメントはなく、C6 のみを選択的に励起することが可能である。そこで、励起光の波長を 470 nm に選んだ。

膜厚 15 nm、 $\theta = 45 \text{ deg}$  で得られた PVK:C6 薄膜の偏光透過光強度差および電流の電圧特性を図 3a および 3b にそれぞれ示す。ここで、図 3a の  $\Delta S$  は p 偏光透過光強度 ( $S_p$ ) および s 偏光透過光強度 ( $S_s$ ) の差 ( $S_p - S_s$ ) であり、 $S$  は  $S_p + S_s$  を表している。印加電圧 8 V 以下において  $\Delta S/S$  の変化は 1 % 以下と小さいが、双極子モーメントが印加電圧に応答している様子を明確に観測することができた。また、C6 は PVK バインダー中で遷移双極子モーメントを電圧印加方向に変化させることが分かった。

さらに、図 3a と 3b とを見比べてみると、電流と偏光透過光強度差が電圧に対して同様の変化を示していることが分かる。これは、C6 の配向変化が、ITO/PVK:C6/Al 接合に流れる電流に寄与している可能性を示唆している。

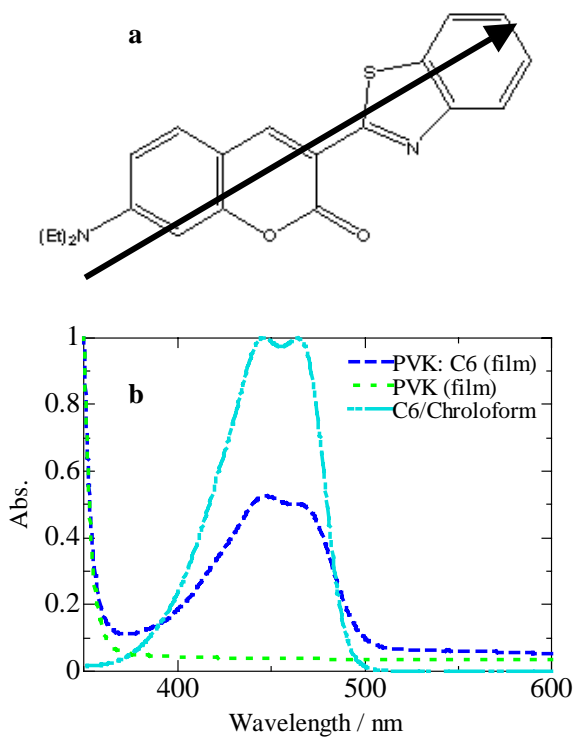


図 2 a: C6 の分子構造 (矢印は永久双極子モーメントの向き), b: C6 の吸収スペクトル

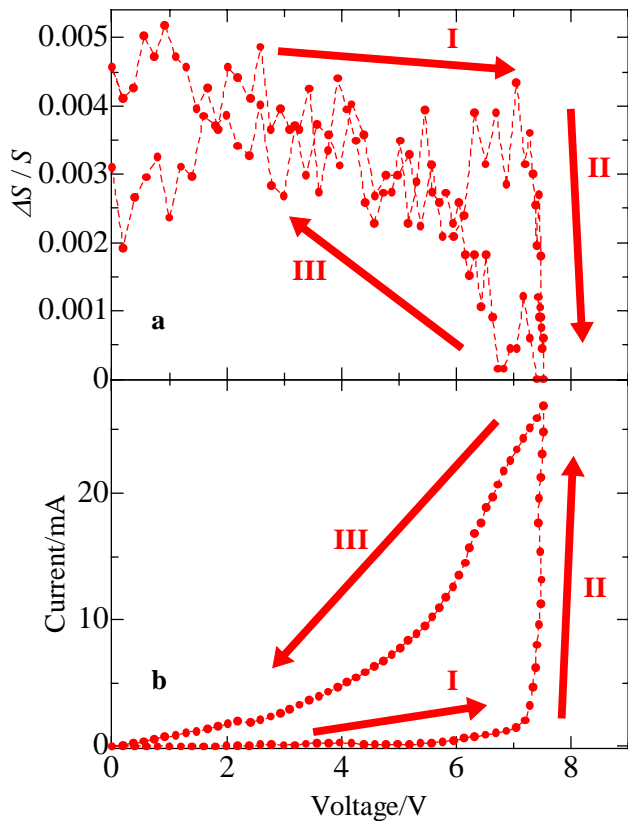


図 3 PVK: C6 における偏光透過光強度差電圧特性 (a) と電流電圧特性 (b) I, II, III はスイープの順序を示す。偏光の波長は 470 nm、PVK: C6 膜の膜厚は 15 nm。