

2P010

分子性導体における光キャリア検出

(東大物性研(A), 北大院理(B)) 鈴木孝宗(A), 松田真生(A), 田島裕之(A), 稲辺保(B)

【序】分子性導体の光伝導測定は分子性導体の物性研究において未開拓の分野であり、興味深い研究対象である。しかしながら、分子性導体は暗電流が大きいため、光照射に伴う試料温度上昇による効果が顕著に表れてしまう。光伝導測定を物性測定の手法として用いる際には、温度上昇による効果と光キャリア自体による効果とを分離することが必要不可欠であるが、光検出器としての応用的観点から見れば必ずしも両者を区別する必要がないこともあり、これまで温度上昇の効果についてあまり考慮されていなかった。そこで、我々はパルス光照射と周波数依存性測定を行うことで、温度上昇による影響と光キャリアを分離して観測することを試みた。

【実験】実験は図1のようなセットアップにより、低温下 (~ 30 K) で行った。AOMによって変調された 532 nm のレーザー光をサンプルに照射し、生じた起電力をアンプで増幅した後、オシロスコープで測定した。パルス光照射実験の場合は光の照射時間を 150 μ s とし、周波数依存性測定の場合は 1 Hz ~ 1 MHz の光を照射した。試料には TPP[FePc(CN)₂]₂ 単結晶に金ペーストを用いて金電極を貼り付けたもの、および、界面の効果を調べるための片側の電極が金ないしアルミで蒸着したものをを用いた。

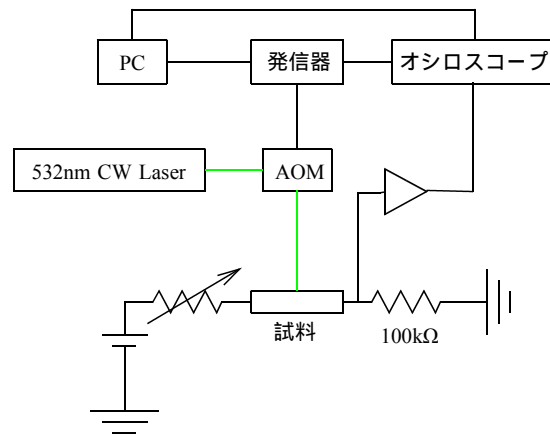


図 1

【結果・考察】光応答が試料温度上昇によるものであるならば、各周波数成分における電流値は

$$(\Delta I)_\omega = \frac{V}{R_0} \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right) \left(\frac{E_a}{kT^2}\right) \frac{P_\omega}{i\omega C + \kappa}$$

と表され、高周波領域において光応答の強度は入射光の周波数の逆数に比例する。

実測の結果を図2に示す。単結晶においては、強度が周波数の逆数に比例し、熱起電力しか観測されなかった。しかし、金蒸着を施した試料に関しては高周波数領域に

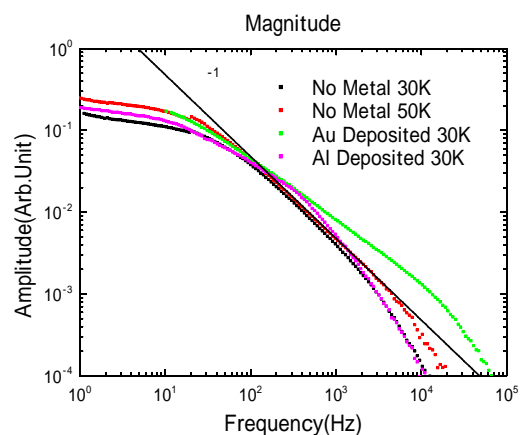


図 2

においても強度が逆数に比例せず、光キャリアの生成が観測された。

単結晶試料に 150 μs のパルス光を照射した際の電流の緩和曲線を図 3 に示す。図中に示したように 2 次の指数関数でフィッティングでき、2 種類の緩和過程が存在した。そのうち緑で示した遅い緩和 ($\tau = 7.46 \text{ ms}$) は試料温度上昇による試料全体の抵抗値の変化に由来し、青で示した速い緩和 ($\tau = 2.72 \text{ ms}$) は伝導帯付近にあるトラッピング準位から熱励起された電子によるものであると考えている。

一方、金蒸着試料では図 4 に示したように緩和曲線は、3 次の指数関数でフィッティングできた。そのうち赤で示した速い緩和 ($\tau = 0.43 \text{ ms}$) が電子 - ホール再結合やトラッピングによる光キャリアの緩和である。残りの二つの緩和時間はそれぞれ、 $\tau = 2.26 \text{ ms}$ (青) と $\tau = 8.34 \text{ ms}$ (緑) となり、単結晶の 2 種類の緩和時間と同程度なため、残りの緩和は単結晶同様、トラッピング準位からの熱励起と試料温度上昇による抵抗値変化である。アルミ蒸着試料についても同様な結果が得られた。

図 5 に光応答の強度を電場に対してプロットした結果を示す。単結晶に光照射を行った際には光応答の強度は電場に比例し、オームの法則が成り立った。しかしながら、金属蒸着試料においては電場に対して 2 次で応答した。この電流電圧特性はチャイルド則とよばれ、試料内に生じた電荷の蓄積による空間電荷の存在を表している。

以上の結果から、光キャリアの検出には金属/有機界面における空間電荷の形成が重要であることが示唆された。

当日は OPO レーザーを用いた光伝導の波長依存性測定および薄膜試料における測定結果も報告する予定である。

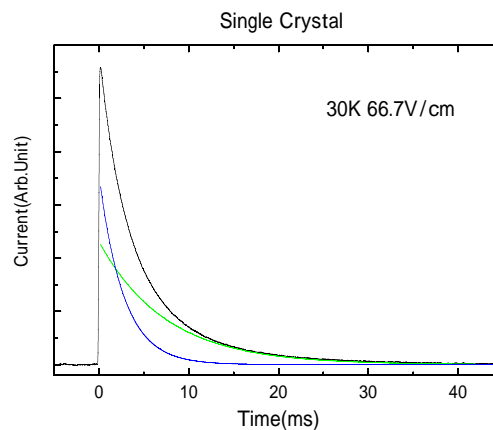


図 3

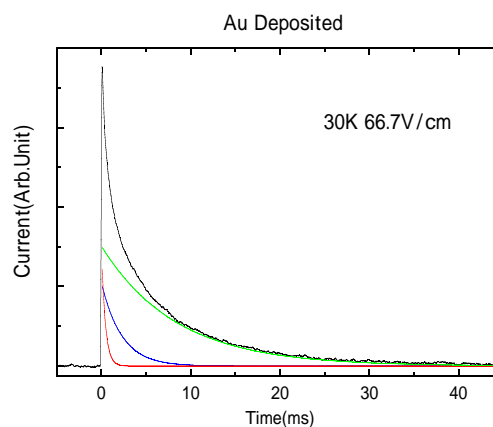


図 4

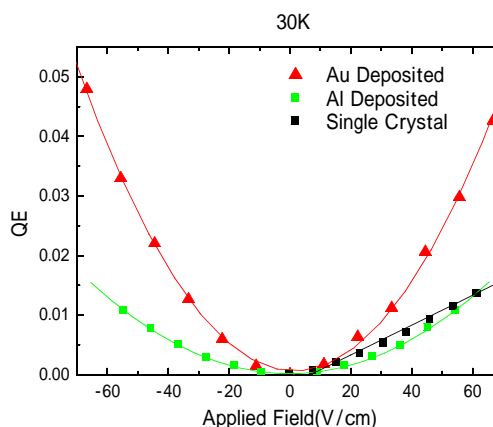


図 5