

## 低分子/高分子有機 EL 素子での表面プラズモン散乱による光増強特性 Surface plasmon-enhanced light output characteristics in low/high-molecular-weight organic electroluminescent devices

立命館大理工<sup>1</sup>, 物質・材料研究機構<sup>2</sup> 堀越友輔<sup>1</sup>, 川崎将吾<sup>1</sup>, 山崎晃<sup>1</sup>, 川瀬博人<sup>1</sup>, 武内佑樹<sup>1</sup>, 中村悠司<sup>1</sup>, 笠原健一<sup>1</sup>, 池田直樹<sup>2</sup>, 杉本喜正<sup>2</sup>  
Ritsumeikan University<sup>1</sup>, National Institute for Materials Science<sup>2</sup> Y. Horikoshi<sup>1</sup>, S. Kawasaki<sup>1</sup>, A. Yamasaki<sup>1</sup>, H. Kawase<sup>1</sup>, Y. Takeuchi<sup>1</sup>, Y. Nakamura<sup>1</sup>, K. Kasahara<sup>1</sup>, N. Ikeda<sup>2</sup>, and Y. Sugimoto<sup>2</sup>  
E-mail: ro007083@ed.ritsumei.ac.jp

**1.はじめに** 有機 EL 素子ではカソード側電極金属から発光層が数十 nm 程度しか離れていない場合に、表面プラズモンによる光吸収の問題がある。しかしながら、カソード側電極金属表面に微細な凸凹があると表面を伝搬するプラズモンは散乱され、再び光として取り出すことが出来る[1]。有機 EL 素子の発光効率の向上のために表面プラズモンによる光吸収や散乱のメカニズムを理解しておくことは重要である。そこで今回、発光層の膜厚、発光有機材料を変化させプラズモン散乱による発光効率への影響を調べた。

**2. 実験方法** 金属(Au)、低分子有機材料(Alq<sub>3</sub>)は真空蒸着法で成膜した。金属層の膜厚は全ての素子で 200 nm とし、低分子有機材料は、膜厚を 40, 60, 80 nm と変えた。高分子有機材料(クマリン 334)は 0.5%濃度の PMMA 溶液中に 10mM/L となるようにドープし、スピンコート法で作製した。回転速度は 3000 rpm、回転時間を 70s, 140s とし膜厚を変化させた。その後 406 nm 青色 LD で素子を励起し、PL 測定を行った。レーザー・ビームは 4mW でスポットサイズは~1 mmφ とした。有機/金属/ガラスと、有機/ガラス素子を比較しプラズモン散乱による光増強度を求めた。

**3. 結果と考察** Alq<sub>3</sub>/Au とクマリン 334/Au の光増強度の結果を図 1 に示す。Alq<sub>3</sub> では膜厚 40 nm の時に光増強度は波長 540nm で 3 倍と最大になった。さらに 60 nm, 80 nm と膜厚を厚くすると増強度のピーク波長は 610 nm, 680 nm と長波長側へとシフトした。一方、クマリン 334 では回転時間を変えて膜厚を変化させたが、増強度のピークシフトは見られなかった。このような現象は表面プラズモン散乱による光が有機層内を通過する間に自己吸収やフェルスター機構等[2]によって、高位から低位へエネルギー移動を起こしたために生じたものと考えている。有機発光材料の LUMO は不均一な広がりを持つ。そのため、発光スペクトルやプラズモン散乱による発光が自己吸収による影響を受けるはずである。有機/ガラス構造の素子

を用いて Alq<sub>3</sub>, クマリン 334 の吸収率を透過光測定より測定した結果、共に発光波長近傍で 10~15%程度であった。このことから自己吸収による影響は少なく、増強度のピークシフトにはフェルスター機構が主に関与しているのではないかと考えている。フェルスターによるエネルギー移動は分子間距離の 6 乗に反比例して起こる。Alq<sub>3</sub> は分子間距離が短いので、エネルギー移動が起こりやすいことが予想される。Alq<sub>3</sub> の膜厚を増やしていくとエネルギー移動が可能な非励起状態の分子が相対的に増える。そして、それによって測定結果に見られるような増強度ピークの長波長シフトが起こるはずである。一方、クマリン 334 は溶液にドープして成膜したため分子間距離が長く、こういった事が起こりにくいものと推察される。

**4.まとめ** Alq<sub>3</sub>, クマリン 334 でプラズモン散乱による光増強が確認された。Alq<sub>3</sub> では膜厚を厚くすると増強度ピークが長波長側へとシフトしたが、クマリン 334 では膜厚が変化しても増強度ピークシフトは見られなかった。この現象にフェルスター機構などのエネルギー移動が関わっているものと思われる。

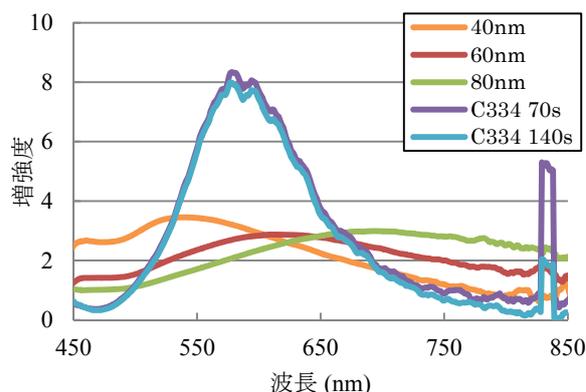


図 1 Alq<sub>3</sub>/Au, クマリン 334/Au の光増強度

- [1] K. Okamoto et al., Nature Materials., **3** (2004) 601.  
[2] T. Förster et al., Ann. Phys., **2** (1948) 55