

# 論文内容要旨 (和文)

平成 20 年度入学 博士後期課程

専攻名 有機デバイス工学

氏 名 蔡 超



論 文 題 目 Pyridine, Pyrimidine and Carbazole-Containing Bipolar Host Materials  
for Efficient Homojunction OLEDs (ピリジン、ピリミジン中心骨格および  
カルバゾールを有するバイポーラーホスト材料を用いたホモ接合型有機 EL 素子)

有機エレクトロニクスは、50 年以上にわたり、物理学や化学の分野で研究されている。過去 30 年間では、徐々に独立な研究分野になってきた。現在、有機デバイスの中で最も成功したといわれる有機発光ダイオード (OLED) は、次世代の有機フラットパネルディスプレイや固体照明に期待されている。

有機 EL デバイスでは有機物に電界を印加し正孔と電子を注入、輸送し励起子を生成させ発光を得ている。そのために、一般的にホール輸送層、発光層、電子輸送層などを積層したヘテロ構造を用いられている。だがヘテロ構造を用いると素子構造が複雑であり、異種材料での界面が多いことによる拡散や化学反応による劣化が懸念される。それに対し、ホモ接合型で素子作製を行うことにより素子構造の簡便化が可能である。ホモ接合型素子では、1) 正孔と電子の注入が可能、2) 注入された正孔と電子の輸送性が高い、3) 正孔と電子のバランスが均等の 3 つの機能実現が低駆動電圧や効率において必要である。そのためには正孔と電子の注入性と輸送性が高くバランスの取れたバイポーラ性材料がその三つ因子に対して有用であるため本研究において検討を行った。

ホモ接合構造は素子全体の中のマトリックス材料だけを使用しているため、構造が簡素化される。この素晴らしい特性があるため、大量生産のコストを削減し、利益を得ることができると示唆する。ホモ接合構造は、無機半導体においては、50 年間以上に使用されている。無機シリコンの  $p$ - $n$  ホモ接合素子だけでなく、アモルファスシリコン接合素子はすでに、商業化された太陽電池に応用されている。ホモ接合構造を持つ有機 EL 素子に関する報告例がほとんどない。

本論文では、バイポーラホスト材料の中のピリジン、ピリミジンおよびカルバゾールを用いたホモ接合構造を有する燐光有機 EL の研究に焦点を当てている。

第 1 章では、有機エレクトロニクスの歴史と概要。

第 2 章では、本論文に関する有機 EL の基本原理の説明。

第 3 章では、ホモ接合素子の性能や効率を理解するために、青色蛍光ホスト材料 Spiro-DPVBi をホモ接合素子への応用。素子のホール注入層、輸送層としてホストに  $p$  型ドープ材料  $\text{MoO}_3$  の共蒸着、電子側にホストの  $n$  型ドープ材料として  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  を用いた、そのデバイスの注入、輸送特

性を研究して、素子の特性を評価した。

第4章では、ピリジン、ピリミジンおよびカルバゾールを含むバイポーラホスト材料を赤、緑、青の燐光ホモ接合素子への応用。まず、注入性の向上を考慮し化学ドーピング法を用いた素子を作製した。それにより、p型ドーブ材料( $\text{MoO}_3$ )とn型ドーブ材料( $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ )が合成したバイポーラ性材料に対して有用であることを示しホモ接合型素子に応用した。さらに、ホモ接合型素子ではキャリアの閉じ込めが困難であった。そこで、キャリアトラップ性の高いルブレン7)をドーピングすることにより効率の向上を検討した。また、バイポーラ性材料はホールと電子に対して高い輸送性を有しているためホスト材料としての検討も行っている。

第5章では、さらに燐光ホモ接合素子を調べて、ホモ接合装置の効率化に重要な問題について説明する。電荷キャリア注入、バランスの取れた電荷キャリア輸送などの問題は、電荷が発光ドープメントのトラップなどの重要な要因であると判明した。

これらの結果とのアプローチを通じて、ホモ接合の基本的な原理を理解し、ホモ接合型OLEDにおいて、記録的な高効率を実証した。

- (注) ① タイプ、ワープロ等を用いてください。10pt 2,000字程度(2頁以内)とします。  
② 論文題目が英文の場合は、題目の下に和訳を( )を付して併記してください。

# 論文内容要旨 (英文)

平成 20 年度入学 博士後期課程

専攻名 有機デバイス工学

氏 名 蔡 超



論 文 題 目 Pyridine, Pyrimidine and Carbazole-Containing Bipolar Host Materials  
for Efficient Homojunction OLEDs (ピリジン、ピリミジン中心骨格および  
カルバゾールを有するバイポーラーホスト材料を用いたホモ接合型有機 EL 素子)

Organic electronics has been studied in the fields of physics and chemistry for more than 50 years. In the past 30 years, it gradually became an individual category of pure research field. Currently, organic light emitting diode (OLED) is one of most successful organic devices due to its potential application for next generation organic flat-panel displays and solid-state lighting.

Homojunction structure is a simplified structure because it only uses one matrix material throughout the whole device. Due to this wonderful feature, it has a simplified structure which could benefit reducing the cost for mass production. Homojunction structure has been used for inorganic semiconductor for over 50 years. Inorganic silicon *p-n* homojunctions as well as amorphous silicon homojunctions have already been used for commercial solar cell applications, while there are few reports focused on OLEDs with a homojunction structure.

This thesis mainly focuses on the research of phosphorescent OLEDs with a homojunction structure by using a series of pyridine, pyrimidine and carbazole-containing bipolar host materials.

The first chapter gives a short and brief overview on history of organic electronics, and some OLED fundamentals referred in this thesis are demonstrated in Chapter 2. In chapter 3, a tentative homojunction device by using a blue fluorescent host Spiro-DPVBi is fabricated with a purpose to understand the operation of homojunction and find out some important factors to construct an efficient homojunction device. For chapter 4, in detail it describes a series of pyridine, pyrimidine and carbazole-containing bipolar host materials and their applications in red, green and blue phosphorescent homojunction devices. Chapter 5 further examines the phosphorescent homojunction devices and discusses important issues on the efficiency of the homojunction device. Issues such as charge carrier injection, balanced charge carrier transport, the charge trapping of emitting dopants and so on are found out to be critical factors.

Through these results and approaches, a basic understanding of homojunction OLED operation, and several record efficiencies on homojunction OLED have been demonstrated.

- (注) ① タイプ、ワープロ等を用いてください。12ptシングルスペース300語程度とします。  
② 論文題目も英文としてください。