

Title	ウェットプロセスにより作製した高効率燐光有機発光素子に関する研究
Author(s)	日野, 有一
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46978
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	ひのゆういち 野 有 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 20358 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	ウェットプロセスにより作製した高効率燐光有機発光素子に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 大森 裕 (副査) 教授 尾崎 雅則 教授 杉野 隆 教授 森田 清三 教授 栖原 敏明 教授 八木 哲也 教授 片山 光浩 教授 近藤 正彦

論 文 内 容 の 要 旨

- 1) 有機エレクトロルミネッセンス (EL) 素子は次世代のフラットパネルディスプレイとして注目されており、低分子系有機 EL においては一部実用化されているが、高分子系有機 EL は低分子系と比較して効率が低く寿命が短いという問題があった。しかし、高分子系有機 EL は材料を溶液に溶解することでウェットプロセスにより有機薄膜を形成できることから、大面積、簡便、低コストでデバイス作製ができるという利点がある。また、最近注目されている燐光材料を発光材料として用いることで、蛍光の外部量子効率 5% を超えることが可能となる。そこで我々は、水溶性の有機材料および燐光材料を用い、低分子系と同様の多層積層型構造を採用することで励起子を効率的に発光層に閉じ込め、従来の素子構造よりも効率を大幅に向上させることに成功した。このことは、高分子系においても、低分子系と同様の有機層の多層化を行なうことにより、素子特性を向上させることが可能で、インクジェットなどの有機薄膜形成に応用できると考えられる。
- 2) 有機 EL は使用する材料によって低分子系と高分子系とに大別できるが、これらに対し、最近アモルファス分子材料が提唱されている。この中でも、スター状の分子構造をもつスターバースト系材料は、低分子でありながら良質の膜を得ることができ、ガラス転移温度が高いために素子駆動時の熱による再結晶化も起こりにくいという特徴を有する。これまでにも、スターバースト系材料を用いた報告はいくつかなされてきたが、どれも成膜方法に真空蒸着法を用い、キャリア輸送層としての利用のみであった。本研究において我々は、スターバースト系材料 TDAPB がウェットプロセスにおいても成膜可能であり、薄膜の表面粗さも、高分子系有機 EL でホスト材料として一般的に用いられるポリビニルカルバゾールと比較して半分以下であることを見出した。また、TDAPB の三重項準位は、燐光材料として用いたイリジウム錯体の三重項準位とほぼ一致し、効率的なエネルギー移動が起こることを明らかにした。これら材料を用いた素子は、最高輝度 33,000 cd/m²、外部量子効率 8.2% と世界最高レベルの素子特性を得ることに成功した。この結果は、ウェットプロセスは高分子系のみという従来の概念を覆したという意味でも非常に意義がある。
- 3) 一般的に、有機 EL 素子の発光色はドーピングする発光材料によって決まるため、発光色を変化させるためにはドーパント濃度を変化させる必要があった。しかし、微量の濃度変化で発光色が大きく変化し、発光色制御が困難とい

う問題がある。そこで我々は、蛍光と燐光の発光寿命の差に着目し、素子に様々なパルス電圧駆動を印加させることで発光色制御が可能であることを見出した。発光寿命は \sim ns (蛍光材料)、 \sim μ s (燐光材料) であるため、燐光材料の方が非常に長い。そのため、パルス電圧が立ち下がった後も燐光材料の発光が継続することが考えられる。そこで、素子に任意のパルス電圧を印加させることで、白色を中心として、白色から青色、白色から赤色へと発光色を変化できることを実証した。

論文審査の結果の要旨

有機発光素子は次世代のフラットパネルディスプレイとして注目されている。高分子系などの有機 EL (electroluminescence) 素子は材料を溶液に溶解することでウェットプロセスにより有機薄膜を形成できることから大面積、簡便、低コストでデバイスの作製ができる利点がある。本研究では高効率化が期待される燐光材料を発光材料として用い、ウェットプロセスで作製できる材料の検討と素子構造などの有機デバイスの物理を検討することにより素子特性の向上を目的として研究を行っている。

第4章においてはウェットプロセスにより多層積層型有機 EL 素子が高効率化に有効であることを述べており、第5章においては緑色有機 EL 素子、第6章においては赤色有機 EL 素子に関する高効率化の検討がなされている。素子作製のためにホスト材料の検討を行い、スターバースト系材料がウェットプロセスにおいても成膜可能であり、また薄膜の表面粗さも高分子系有機発光素子でホスト材料として一般的に用いられるポリビニルカルバゾールなどの高分子系よりも平坦性に優れることを見出している。また、高効率化に必要なエネルギー準位に関する検討を行い、三重項準位は燐光材料として用いたイリジウム錯体の三重項準位とほぼ一致し、効率的なエネルギー移動が起こることを明らかにしている。これらの材料を用いウェットプロセスにより作製した素子は、世界最高レベルの素子特性が得られている。

第7章においては、白色有機 EL 素子と色度可変型素子について述べている。従来の有機 EL 素子の発光色はドーピングする発光材料によって決まるため、発光色を変化させるためにはドーパント濃度を変化させる必要がある。しかし、微量の濃度変化で発光色が大きく変化し、発光色制御が困難という問題がある。その解決方法として、蛍光と燐光の発光寿命の差に着目し、素子に様々なパルス電圧駆動を印加させることで発光色制御が可能であることを見出した。蛍光材料と燐光材料では約3桁発光寿命が異なるため、燐光材料の方が長い発光寿命をもつ。そのため、パルス電圧が立ち下がった後も燐光材料の発光が継続し、パルス幅を広げることで赤色、周波数を増加させることで青色に発光色を変化させることができる事を見いだしている。さらに、任意のパルスを印加させることで白色発光が得られることを明らかにしている。

以上のように、本論文は有機発光素子の応用において重要な課題の一つであるウェットプロセスにより作製した素子における高効率化に関して重要な知見が得られており、またパルス駆動による新たな応用を提案し、有機発光素子の発展に貢献する。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。