ビプル **Vipul Singh** (インド) 氏 名 博 士 (工学) 学 位 の 種 類 生工博甲第104号 学位記番号 平成21年3月25日 学位授与の目付 学位規則第4条第1項該当 学位授与の条件 学位論文題目 Optoelectronic Study of Interface and Related Effects in Organic Electronic Devices (有機電子デバイスにおける界面現象とこれに関する諸現象の 光電子工学的研究) 主 査 教 授 早瀬修二 論文審查委員 花 本 剛 士 西 尾 政 尾 川博 昭

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

元孝二

圌

近年、導電性高分子を用いた電子デバイス、例えば、ポリマー太陽電池 (PSC)、ポリマー電界発光ダイオード (PLED)、ポリマー電界効果トランジスタ (OFET) などに多大な関心が寄せられている。これは、材料の輸送現象および安価でフレキシブルな特徴を持つユニークなデバイスへの可能性に興味が持たれているためである。

本論文の第1章では、有機エレクトロニクスに関する歴史と特徴述べ、高分子材料同士および金属との接合界面が、デバイスの特性に大きく影響を与えることに着目して、本研究の背景と位置づけを明らかにしている。

第2章では、試料の作成方法、電気的特性およびフォトルミネッセンス(PL)など測定方法、および解析方法について述べている。

第3章では、ポリ(3へキシルチオフェン)、P3HT/LiF 界面および OFET に関する研究結果を述べている。2nm 以下の厚さの LiF を n- 形の有機化合物と Al 電極の間に挿入することによって、陰極からの電子注入が容易になりデバイスの特性が向上することが、P3HT とフラーレン誘導体、PCBMを用いたバルクへテロ型 PSC で見られている。これらのメカニズムについて、LiF が界面近傍でイオンに分解してドーピング効果を起こしている可能性などいくつかのモデルが提唱されているが、LiFの働きについては不明な点が多い。これを明らかにするため、Al/P3HT と LiF/P3HT の接合試料を作成し、フォトルミネッセンス(PL)、光有機メモリ素子(PIMD)の特性を比較することによって、LiF の働きを明らかにし、更に LiF の性質を利用して P3HT を用いた OFET の On/Off 比を大幅に向上させた。

第4章では、Al/P3HTダイオードの空乏層厚さの逆バイアス依存性から、PL強度のバイアス依存性のモデルを提案した。このモデルにより、界面で形成される空乏層のバイアス依存性の計算結果と実験結果を比較し、このモデルが妥当であることを結論づけた。この方法は空乏層の新規な評価方法として、著名な雑誌に形成され、本研究の最大の成果ある。

第5章では、このモデルと実験結果から P3HT バルク内部でのキャリア分布が均一でないことが明らかにし、さらに、Al/P3HT および LiF/P3HT の2層構造の LiF の役割を明確に位置づけた。また、層構造の LiF は界面に高電界領域を誘起し、キャリア生成に効果的に働くことを見出し、PSC の高効率化に重要な指針を与えることが分かった。さらに、LiF は Al を上から蒸着する際、有機材料を熱分解から保護することも明らかにした。

第6章では、アルキル鎖長および立体規則性が異なるポリアルキルチオフェン (PAT) の電界誘

起のキャリア生成機構を調べた。モルフォロジーあるいは結晶性が高いPATは励起子の拡散が大きくキャリアの生成効率が高いことを明らかにした。更に、ITO/P3HT/AlショットキーダイオードにおけるPLスペクトルのバイアス依存性より、P3HTの注入キャリアとPL励起子との相互作用についても明らかにし、OLEDに高効率化に関しても知見と指針を得ることができた。

第7章では結論を述べ、その後、謝辞、参考文献、補足説明を加え論文を終えている。

学位論文審査の結果の要旨

導電性高分子(P3HT)を用いた電子デバイスの基礎となる界面の電子状態について、AI/P3HT の間に挿入した LiF 役割を明らかにするため PL、と FET 特性を詳細に調べ、多くの貴重な知見を得た。その成果を国際的に著名な雑誌に掲載し、また、国際会議での発表を行ってきた。本研究よって得られた実験結果は充分に信頼でき、また、有機エレクトロニクスの発展に多いに寄与するもとの革新できる。

本論文に関し、調査委員および公聴会出席者から、LiF 層の FET の特性に及ぼす具体的な役割、あるきる鎖長とキャリア移動度の関係、注入確率の違いなどについて多くの質問がなされたが、いずれも著者からの説明によって理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本 論文が博士(工学)の学位に十分値するものと判断した。