OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Studies on Carrier Transport Characteristics of Hole Transport Materials for Organic Devices Utilizing Charge Extraction by Linearly Increasing Voltage Method
Author(s)	Kim, Woojin
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/82238
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name (金 宇鎮)	
Title	Studies on Carrier Transport Characteristics of Hole Transport Materials for Organic Devices Utilizing Charge Extraction by Linearly Increasing Voltage Method (CELIV法を用いた有機デバイス用正孔輸送材料のキャリア輸送特性に関する研究)

In this thesis, the characterization on the carrier transport of HTMs by controlling parameters in technologically relevant to molecular and electronic structure of HTMs is demonstrated to provide effective strategy for the further development of HTMs. The carrier mobility measurement of HTMs is primarily evaluated by utilizing charge extraction by linearly increasing voltage (CELIV) method. The influence on carrier mobility of HTMs is discussed by regularity modification of the molecular structure, which can be expressed by stereoregularity, rests on the electronic properties of stereoregular HTMs. Furthermore, the carrier mobility is analyzed within disorder on hopping energies and the distribution of hopping distances to discuss the interplay between alkyl chain length and charge transport. Finally, the usage appropriate dopant into HTMs is discussed to manipulate carrier injection barriers and activation energy for carrier hopping. The brief descriptions on this work as stated above are described at each chapter as follows.

Chapter 1. Introduction

The overview including research background and purpose on this work is introduced. Charge carrier transport model in organic semiconductors is briefly described.

Chapter 2. Stereoregularity effect in poly (*N*-vinylcarbazole)

Since very high stereoregular poly (*N*-vinylcarbazole) (PVK) reaching to mm = 94% was successfully synthesized through stereospecific living cationic polymerization, the carrier mobilities of stereoregular PVK from *mm* = 50% to 94% are estimated by the MIS-CELIV method. The carrier transport enhancement in the stereoregular PVK thin film is discussed by taking the stereoregularity involved with the intramolecular interaction through the carbazole substituents into consideration.

Chapter 3. Alkyl chain length effect on energetic disorder and carrier transport of octaalkyl-substituted phthalocyanines (C*n*PcH$_2$)

The hole mobilities of C*n*PcH$_2$, which introduced the alkyl-substituents at nonperipheral positions, are evaluated by MIS-CELIV method while alkyl chain length is varied (n = 5, 6, 7, 8). Through Gaussian disorder model (GDM) analysis, carrier transport of C*n*PcH$_2$ is discussed with the enlargement of the energetic width of the of hopping site energy and distance is induced by molecular fluctuations with different alkyl chain length.

Chapter 4. Hopping enhancement in doped film on Triphenylamine-thienothiophene-based (TT-TPA) HTMs

The carrier transport as a function of a *p*-dopant, lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (LiTFSI), concentration ranging from 0.1 to 0.6 wt% in TT-2,5-TPA, which is arylamine derivatives HTM, thin film is demonstrated in MIS-CELIV measurements. The temperature dependence and activation energy obtained from the Arrhenius plot of hole mobility in TT-2,5-TPA thin film with LiTFSI is discussed with an evidence for the thermally activated hopping transport with increasing hopping rate mobility while decreasing activation energy.

Chapter 5. Conclusion

Finally, the results from chapter 2 to chapter 4 are summarized with the organized results and the main conclusions of the dissertation are drawn.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　金　宇鎮　）			
論文審査担当者	（職）		氏　名
	主 査	教 授	尾﨑　雅則
	副 査	教 授	森　伸也
	副 査	准教授	藤井　彰彦
	副 査	教 授	森　勇介
	副 査	教 授	片山　光浩
	副 査	教 授	片山　竜二
	副 査	教 授	近藤　正彦
	副 査	教 授	廣瀬　哲也
	副 査	教 授	八木　哲也

論文審査の結果の要旨

本論文は、金属−絶縁体−半導体構造を用いた Charge Extraction by the Linearly Increasing Voltage 法（MIS-CELIV 法）を用いて、有機デバイス応用に用いられる正孔輸送材料のキャリア輸送機構について調べた研究成果をまとめたものであり、以下の 5 章から構成されている。

第 1 章では、有機デバイスに用いられる有機半導体のキャリア輸送機構とその評価方法について概説し、本研究の目的および本論文の概要を述べている。

第 2 章では、高度に立体規則性を制御したポリ（N-ビニルカルバゾール）（PVK）のキャリア移動度へ立体規則性の及ぼす効果を、MIS-CELIV 法を用いて明らかにしている。PVK 薄膜の正孔移動度は、立体規則性（*mm*）の向上により増大し、*mm* = 94%で 4.02×10^{-6} $cm^2V^{-1}s^{-1}$ に達することを明らかにしている。これは、*mm* = 50%での正孔移動度の 4.8 倍であたる。さらに、移動度の活性化エネルギーは立体規則性にほとんど依存しないことも明らかにしている。この立体規則性による正孔移動度の増大を、カルバゾール置換基を介した分子内相互作用に関与する立体規則性の効果を考慮に入れることにより議論している。

第 3 章では、1,4,8,11,15,18,22,25-オクタアルキルフタロシアニン（$CnPcH_2$）薄膜のキャリア輸送特性に関して、MIS-CELIV 法を用いて検討を行っている。その結果、$CnPcH_2$ のアルキル鎖長が n = 5 から 8 に増加すると、正孔移動度が 10^{-4} から 10^{-5} $cm^2V^{-1}s^{-1}$ の範囲で減少することを明らかにしている。さらに、塗布法により作製した $CnPcH_2$ 薄膜のアルキル鎖長とキャリア伝搬サイトのエネルギー分布との関係を調べている。正孔移動度の温度依存性および電界依存性をガウス型無秩序モデルを用いて解析し、ホッピングサイトのエネルギー幅の拡大とホッピング距離の分布を考慮して、アルキル鎖長の影響を明らかにしている。

第 4 章では、p 型ドーパントであるリチウムビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド（LiTFSI）を種々の濃度で添加した正孔輸送材料 4,4'-(チエノ[3,2-b]チオフェン-2,5-ジイル)ビス(N,N-ビス(4-メトキシフェニル)アニリン）（TT-2,5-TPA）のキャリア移動度測定を MIS-CELIV 法を用いて行っている。その結果、TT-2,5-TPA 薄膜の正孔移動度のドーパント（LiTFSI）濃度依存性と温度依存性を MIS-CELIV 法で調べ、熱活性化型ホッピング過程を考慮することにより、正孔移動度の増大と活性化エネルギーの減少について解釈できることを明らかにしている。

第 5 章では、2 章から 4 章で得られた知見を総括し、本博士論文における結論を述べている。

以上のように、本論文は、有機電子デバイスに用いられる正孔輸送材料のキャリア輸送過程を MIS-CELIV 法により評価するとともに、種々の物性パラメータが及ぼす効果を明らかにしている。このことは、有機電子デバイスの高性能化において極めて重要な知見を与えており電気電子情報通信工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。