

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

發光高分子在壓力下的光學特性研究(2/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2112-M-032-023-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：淡江大學物理系

計畫主持人：楊淑君

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 5 月 28 日

(一) 計畫中文摘要

關鍵詞：發光高分子，光學特性，電子特性，壓力

本計畫主要將探討有機材料本身的結構對其電子特性的影響。共軛發光高分子的光、電物理性質由其主鏈上之非定域 (delocalized) 的 π 電子結構所主宰。根據量子化學的計算，分子間的交互作用對共軛發光高分子的光電特性有很大的影響，而由有機材料製成的薄膜的特性也會受影響，進而影響有機光電元件的品質。因此有機材料本身的結構究竟會如何影響其電子特性在有機光電元件的製造上相當重要。

材料本身的結構直接決定了其分子間或分子內部原子的交互作用。一般而言，改變這些交互作用最直接的方法便是改變材料的化學結構；但如此的改變在發光高分子上是不容易的，而且很有可能會破壞材料，使得它不再具有發光的特性。利用金鋼石壓力砧 (diamond anvil cell) 對發光高分子加均方壓 (hydrostatic pressure)，既不需改變材料的化學結構，又可有效地改變其分子形狀進而影響分子間或分子內部原子的交互作用及其電子特性，為一個方便又可信賴的系統式研究。

本計畫將藉著施壓於發光高分子，以改變材料本身之分子或原子間的距離，調整其高分子鏈的結構與電子特性，因而產生新的基態 (ground state) 或相變。本計畫將藉由研究發光高分子的各種光學特性，包括吸收光譜 (absorption spectrum) 螢光光譜 (photoluminescence spectrum) 光致吸收光譜 (photo-induced absorption spectrum) 特別是拉曼散射 (Raman scattering)，在高壓下的變化，以探討材料本身的結構對其電子特性的影響。

(二) 計畫英文摘要

Keyword: luminescent polymer, optical properties, electronic properties, hydrostatic pressure

This proposal is going to investigate the effect of the structure of organic materials to their electronic properties. Conjugated luminescent polymers are characterized by highly delocalized π -electronic structure along the polymer backbone. Quantum-chemical calculations have shown that inter-molecular interactions strongly affect the electronic and optical properties of conjugated luminescent polymer, as well as the organic thin film quality. Thus, the performance of the opto-electronic devices made by these materials will also depend on it. How the material structure changes the electronic properties of organic materials is truly important on making organic opto-electronic devices.

The inter- and intra-molecular interactions are determined by the structure of materials. In general, changing in chemical structure of a material could result in changing its inter- and intra-molecular interactions. However, it is difficult to modify the chemical structure of a luminescent polymer. Besides, the modification in structure is very possible to destroy the polymer and make it no longer luminescent. The application of hydrostatic pressure in a diamond anvil cell is an efficient way to modify the polymer structure without changing their chemical structure. Applying pressure can tune the inter- and intra-chain interactions and provides a convenient and reliable way of systemically study.

In this proposal we plan to introduce the pressure to luminescent polymers to change the distances between the polymer chains, and therefore to tune the structural and electronic properties, which can lead to new ground states and/or structural phase transitions. We plan to study the optical properties, such as absorption spectrum, photoluminescence spectrum, photo-induced absorption spectrum, and Raman scattering, of luminescent polymers under hydrostatic pressure to discover the effect of the structures of polymers to their electronic properties.

(三) 報告內容

前言

測量凝態物質的光譜已被承認是對探測凝態物質的電子能態結構和晶格特性的一種有效的方法；對於研究凝態物質的物理特性及結構而言，壓力是一個重要的變數，藉著施壓於物質，材料本身之分子或原子間的距離得以改變，進而影響其分子或原子間的交互作用，因而產生新的基態 (ground state) 或相變。因為金剛石的透明性及堅硬度，使金鋼石壓力砧 (diamond anvil cell) 成為對樣品加壓並測量樣品的光學特性一個有力的工具。

研究目的

共軛發光高分子的光、電物理性質由其主鏈上之非定域 (delocalized) 的 π 電子結構所主宰 [1]。根據量子化學的計算，分子間的交互作用對共軛高分子的光電特性有很大的影響 [2][3]。本計畫預期建立一套由測量發光高分子在高壓下的各種光學特性的變化，研究分子間及分子內的交互作用對共軛高分子的光、電物理性質所產生的影響，希望有助於共軛高分子的進一步研究，進而對有機光電元件的製作有所助益。

研究方法

本計畫主要是藉由研究發光高分子的各種光學特性，包括光吸收光譜 (absorption spectrum)、螢光光譜 (photoluminescence spectrum)、光致吸收光譜 (photo-induced absorption spectrum)、特別是拉曼散射 (Raman scattering)，在高壓下的變化，以探討材料本身的結構對其電子特性的影響。藉著金鋼石壓力砧可均勻施壓於發光高分子 (luminescent polymer) 上，在不需改變材料本身的化學構造的情況下改變材料分子或原子間的距離，以調整高分子鏈與鏈之間的交互作用，進而影響其電子特性；並且當壓力被釋放後，材料本身即可恢復其原狀態，使我們可以重覆使用同一材料於不同的實驗，方便我們對材料作有系統的研究。

本計畫預計用三年的時間來執行，預期在三年內建立一套高解析度的光譜測量系統。本計畫之預定進度如下：

第一年計畫先購買分光儀、CCD 偵測器和金鋼石壓力砧，再向其他實驗室商借小功率的雷射，先架設、熟悉整個系統和金鋼石壓力砧的操作，並對一些樣品作初步測量，以做為系統調整的參考。

第二年再購買高功率雷射，重新調整系統，測量發光高分子在壓力下的吸收光譜、螢光光譜、拉曼散射。

第三年除繼續上一年的研究外，希望建立能測量微弱的光致吸收光譜的系

統，研究發光高分子在壓力下的光致吸收光譜；分析所有實驗數據，利用本系原有的計算系統預測發光高分子在高壓下的特性，與實驗對照。

結果與討論

本實驗室已按原計畫申請內容於計畫執行期間的上半年度提出本計畫所需之水冷式氬離子雷射的採購，本校於 92 年 12 月對此案進行議價程序，雷射也已於 93 年 2 月如期送達本實驗室，經過短暫的測試，雷射運作正常。但在測試的過程中發現本實驗室所在之建築物供水非常不穩，有時後在短短幾秒鐘內就可從原本的 10 公升/min 降為零，而使雷射因無法有效地冷卻而被自動切斷。在這種情形下，根本無法進行任何實驗。為了解決此問題，與校方協商後，決定更改供水線路，與鄰近本實驗室的教室的大型冷氣機共有冰水機，但實行後發現水壓仍有不足；經過再次與學校溝通並得到本校學術副校長同意，目前正在採購專用冰水機以徹底解決此問題。

由於上述問題，目前我們只有少許的實驗結果，這些實驗都是商借成功大學和輔仁大學的實驗儀器所測；而他們的設備只能用來測量我們的有機高分子樣品的拉曼散射。所以截至目前為止，我們已完成了幾個有機高分子在壓力下的拉曼散射的實驗，至於其他的光學特性需等到本實驗室的雷射真正可運作後才可開始測量。我們預計在今年 8、9 月就可得到有機高分子在壓力下除了拉曼散射以外的其他的光學特性。

- [1]. R.E. Peierls, *Quantum Theory of Solids*, Oxford University Press, London, 1955.
- [2]. N.S. Sariciftci, *Primary Photoexcitations in Conjugated Polymers: Molecular Exciton Versus Semiconductor Band Model*, World Scientific, Singapore, 1996.
- [3]. J. Cornil, A.J. Heeger, and J.L. Bredas, *Chem. Phys. Lett.* **272**, 463 (1997).

(四) 計畫成果自評

本計畫預計用三年的時間來執行，預期在三年內建立一套高解析度的光譜測量系統。本計畫今年度之預定進度和目前之實際進度已於“報告內容”部分分別詳細敘述。本人認為至目前為止，本計畫之研究內容與原計畫相符合，但由於硬體設備的緣故，進度稍有落後，本人希望計畫結案時仍然可達到預期目標。因本實驗室為全新建立，所有儀器物品均需新購架設，故今年度大部分的時間都在採購和解決所衍生的相關問題，而無實際的研究成果及論文發表，請再給予幾年的時間，希望屆時能有成果發表。