

University of Groningen

## Physics of organic-organic interfaces

Jarzab, Dorota Maria

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2010

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Jarzab, D. M. (2010). *Physics of organic-organic interfaces*. s.n.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

---

# Samenvatting

Dit proefschrift concentreert zich op de experimentele studie van organisch-organische heterojuncties die toepassingen hebben op het gebied van elektronische en optoëlektronische devices. Organisch-organische grensvlakken zijn inherent aan plastic elektronica, wat een veelbelovend alternatief is voor epitaxiaal gegroeide, anorganische elektronica. Echter, voordat elektronica op basis van organische materialen in het dagelijkse leven doorgedrongen is, is er veel onderzoek vereist naar het begrip van en controle over de processen die de eigenschappen van organische halfgeleiders bepalen. Dit onderzoek is cruciaal voor de verdere ontwikkeling van organische elektronica. In dit proefschrift wordt de aard van de fysische fenomenen, die zich aan het organisch grensvlak voordoen, onderzocht door middel van een combinatie van optische spectroscopie en microscopie technieken.

In hoofdstuk twee is een studie van de fotoluminescentie en morfologie van een gastheer-gast polymeer systeem gepresenteerd, dat emissie van wit licht uit een licht emitterende diode mogelijk maakt. De evenwichtstoestands en tijdsafhankelijke fotoluminescentie metingen tonen een gedeeltelijke Förster energie overdracht aan. Door middel van atomische kracht microscopie komt in mengsels met verschillende gewichtsfracties van de gastheer en gast polymeren de aanwezigheid van twee fasen aan het licht. De aard van deze fasen is met behulp van nabije-veld optische microscopie geïdentificeerd.

In hoofdstuk drie is de invloed van de moleculaire rangschikking van kleine moleculen op de prestaties van een veld-effect transistor onderzocht. De devices gebaseerd op spin-coaten van dunne lagen van koolfluor gefunctionaliseerd peryleen vertonen betere prestaties na een thermische behandeling, die toegeschreven worden aan de grote mate van kristalliniteit van de peryleen en aan de parallelle oriëntatie van de moleculen ten opzichte van het substraat, die door de behandeling bewerkstelligd zijn. Dit inzicht is verkregen door middel van confocale laser microscopie. In dit hoofdstuk worden tevens de prestaties van twee peryleen derivaten vergeleken, die vanuit oplossing aangebracht zijn. De koolfluor functionalisatie van de aromatische kern heeft ten opzichte van de koolwaterstof gefunctionaliseerde peryleen tot een verhoogde elektron mobiliteit van een orde van grootte geleid. Deze verhoging is toegeschreven aan een verhoogde mate van

supramoleculaire orde in deze dunne lagen, die door tijdsafhankelijke fotoluminescentie inzichtelijk is gemaakt.

Hoofdstuk vier bestudeert de invloed van de verlaging van het LUMO verschil op de efficiëntie van ladingsoverdracht in bulk heterojuncties met LUMO verschillen van  $\sim 1.1\text{eV}$  en  $\sim 1.0\text{eV}$ . De fotoluminescentie eigenschappen zijn in dunne lagen gemeten die door verschillende methoden gefabriceerd zijn en derhalve verschillende microstructuren vertonen en tevens in oplossing, waar de donor-acceptor distributie homogeen is. De dunne laag met een bulk heterojunctie met een LUMO verschil van  $1.0\text{eV}$  vertoont langzamere fotoluminescentie dynamica dan de heterojunctie met een verschil van  $1.1\text{eV}$ . In oplossing vertonen de twee mengsels dezelfde vervaltijd, een indicatie dat de variatie in verschil in energie niveaus van  $100\text{meV}$  geen rol speelt in de efficiëntie van de ladingsoverdracht. De langzamere dynamica in de bulk heterojunctie met LUMO verschil van  $1.0\text{eV}$  worden toegeschreven aan radiatieve verliezen, veroorzaakt door de minder dan optimale drie dimensionale architectuur in de dunne laag.

In het volgende hoofdstuk is de ladingsoverdracht in hybride ternaire mengsels van anorganische nanokristallen en polymeer-fullereen bulk heterojuncties bestudeerd. Deze hybride vertoont uitstekende prestaties wanneer deze als actieve laag in nabij-infrarode fotodiodes gebruikt wordt. Fotoluminescentie dynamica in het zichtbare en nabij-infrarode spectrale bereik worden gebruikt om de rol van elk van de componenten van dit ternaire mengsel te begrijpen.

In hoofdstuk zes wordt de verticale fase scheiding van een bulk heterojunctie, gebruikt als actief element in organische zonnecellen, door middel van hoog energetische röntgenstraling foto-elektron spectroscopie met verschillende foton energieën, bestudeerd. Er wordt aangetoond dat de bovenste laag van de bulk heterojunctie gevormd wordt door het polymeer (donor) en dat de acceptor (fullereen) slechts op dieptes groter dan enkele nanometers aanwezig is.

Het laatste hoofdstuk toont het bewijs voor emissie uit ladingsoverdracht excitonen in bulk heterojuncties bestaande uit een polymeer met een nauwe band-gap voor organische zonnecellen. Metingen op lage temperatuur laten zien dat de dynamica van het singlet exciton langer zijn op lage temperatuur, terwijl de dynamica van de ladingsoverdracht emissie temperatuursonafhankelijk blijken. De fotoluminescentie metingen onder elektrische spanning tonen aan dat de ladingsoverdracht exciton populatie spanningsafhankelijk is.