Conferment Ceremony of Elizabeth Law Endowed Chair of Advanced Materials cum Inaugural Lecture

# Go Green! Get and Save Energy with Advanced Materials

走向綠色!如何利用先進材料取得及節省能源

Prof. Wai-Yeung Wong (Raymond)

黄維揚教授



Department of Chemistry Institute of Advanced Materials Hong Kong Baptist University

21 April 2015

 $PF_6$ 



Managing Director of Park Hotel Property Management Limited 百樂酒店物業管理有限公司董事總經理



- Chairman of the Council and the Court, HKBU Mr. Yan-kee CHENG (鄭恩基先生)

- President and Vice-Chancellor Prof. Albert CHAN (陳新滋教授)

- Vice-Presidents Prof. Franklin LUK (陸大章教授) Prof. Rick WONG (黃偉國教授) Mr. Andy LEE (李兆銓先生)

- Dean, Faculty of Science Prof. Tao TANG (湯濤教授)



- All Colleagues of Chemistry Department

#### - Research Group Members



When the states of the second

# **Career at Hong Kong Baptist University**

Assistant Professor (1998-2003)
Associate Professor (2003-2007)
Professor (2007-2010)
Chair Professor in Chemistry (2011-present)
Head of Chemistry Department (2014-present)

### **Education Profile**

B.Sc. (First Class Hon.) (The University of Hong Kong)
 Ph.D. (The University of Hong Kong with Prof. W.-T. Wong)



### **Postdoctal Experience**

- Postdoctoral Research (Texas A & M University with the late Prof. F. A. Cotton)
- Croucher Research Fellow (The University of Cambridge, Profs. The Lord Lewis, FRS and Paul R. Raithby)



### **My Research Career in HKBU**

#### **Different stages of development:**

- Early stage (1998-2005): Simple extension of my postdoc. and PhD works; not much collaborations
- Next stage (2005-2011): More focus on cutting-edge areas and application-oriented topics such as OLEDs and solar cells; extensive local and international collaborations; generation of most high-impact papers and awards/prizes
- Current stage and onwards (2011-): Nanotechnology and chemical biology; great challenges to me because of lack of relevant background as well as support

# **Roles of Academics**



#### Research



# Teaching

### Services



### About me :

#### **Put equal emphasis on both teaching and research**

- University teachers should love teaching
- Only a matter of time management



## **Major International and National Awards**

Croucher Senior Research Fellowship Award 2009
 RSC Chemistry of the Transition Metals Award 2010
 FACS Distinguished Young Chemist Award 2011







# **Major International and National Awards**

- Ho Leung Ho Lee Foundation Prize for Scientific and Technological Innovation 2012
- Japanese Photochemistry Association Lectureship Award for Asian and Oceanian Photochemist 2014
- State Natural Science Award (China) 2013







#### State Natural Science Award (China) 2013



# **Grand Challenges of the 21st Century**

- Energy
- Environment







# Energy

The vast majority of the energy generated in the world today is from non-renewable sources that damage the environment.

- Carbon dioxide
- Depletion of Ozone layer
- Effects of mining, drilling, etc
- Toxics







# **Energy Supply and Demand**



## **Renewable Energy versus Fossil Fuels**

 Fossil fuels including coal, oil, and natural gas provide more than 90% of the energy consumed in a modern society.

## **Coal: The Carbon Rock of Ages**

# Coal is mostly carbon. Carbon combusts as follows:



Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

# **Coal: The Carbon Rock of Ages**

Coal is by far the most plentiful fossil fuel.

# **Coal reserve is not unlimited.**

Much coal contains sulfur which when combusted produces sulfur dioxide  $(SO_2)$  which contributes to acid rain.









### Energy

To develop alternatives for energy generation (photovoltaics, fuel cells, biobased fuels, etc.)







# New Technology for a Bright Future

 Chemistry will definitely continue to make important contribution to the global energy problem. Innovative design of new molecular materials is very useful in energy-generating (solar cells) and energy-saving (OLEDs) applications.





# **Research Strategies**

#### **Organic/Organometallic and Materials Chemistry**



#### **Interdisciplinary Research**

# **Worldwide collaborations are important**









### **Energy Interconversion**



# **Photovoltaic Cells (Solar Cells):** *Electricity from Light (Sunlight)*

**Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs):** *Light from electricity* 

#### **Get and Save Energy with Advanced Materials**



# Why Solar Energy ?





Photo credit: NASA - SOHO Project Extreme Ultraviolet Imaging Telescope

**Solar energy**: renewable, environmentally friendly, abundant and free (clean energy for the 21<sup>st</sup> century)

#### **First and Second Generation Solar Cells Technology**

#### **First generation**

based on crystalline silicon
Commercial sales of these started in the 70's



#### **Second generation**

-thin film semiconductors, silicon and non-silicon. Commercial sales of these started in the mid 80's



# Applications







Photo credit: NASA





# **Photovoltaic for Lighting**



#### Photo: Sandia National Laboratory

#### Albuquerque, New Mexico



#### Photo: NREL

### Why Organic Solar Cells ?



**Flexible photovoltaic diodes** 



Silicon solar cell (left) and plastic film solar cell (right)

#### Organic Solar Cells (有機太陽能電池)

- Advantages
  - Low cost (high efficiency-to-cost ratio)
  - Large area
  - Flexible substrates and devices
  - Improved coverage of solar spectrum
- Disadvantages
  - Low efficiency
  - Inferior stability compared to inorganic materials







Schematic representation of flexible and easy produce organic materials





Polymer photovoltaic cells with flexible substrate

# **Polymer Solar Cells**

# nature materials

Metallated conjugated polymers as a new avenue towards high-efficiency polymer solar cells

WAI-YEUNG WONG<sup>1,2</sup>\*, XING-ZHU WANG<sup>1</sup>, ZE HE<sup>1</sup>, ALEKSANDRA B. DJURIŠIĆ<sup>3</sup>\*, CHO-TUNG YIP<sup>3</sup>, KAI-YIN CHEUNG<sup>3</sup>, HAI WANG<sup>3</sup>, CHRIS S. K. MAK<sup>4</sup> AND WAI-KIN CHAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Hong Kong Baptist University, Waterloo Road, Kowloon Tong, Hong Kong, PR China <sup>2</sup>Centre for Advanced Luminescence Materials, Hong Kong Baptist University, Waterloo Road, Kowloon Tong, Hong Kong, PR China <sup>3</sup>Department of Physics, The University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong, PR China <sup>4</sup>Department of Chemistry, The University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong, PR China \*e-mail: rwywong@hkbu.edu.hk; dalek@hkusua.hku.hk



W.-Y. Wong et al., *Nature Materials*, **2007**, *6*, 521.



**Improvement of Open-Circuit Voltage and Photovoltaic Properties of 2D-Conjugated Polymers by Alkylthio Substitution** 



W.-Y. Wong et al., *Energy Environ. Sci.*, 2014, 7, 2276
## **Bulk Heterojunction Solar Cells**

(異質結太陽能電池)



## Dye-Sensitized Solar Cells (DSSCs) (染料敏化太陽能電池)



Grätzel cell, reported in 1991

# **Co-sensitization of PT-C6 with porphyrin dye**





Absorption spectra of (a) ZnP and PT-C6 in THF solution and (b) ZnP, PT-C6 and ZnP + PT-C6 on TiO2 films (ca. 3  $\mu$ m).

W.-Y. Wong et al., *J. Mater. Chem. A*, **2013**, *1*, **11553**.

# **Photovoltaic Performance**

Table 1. Duration and sequence of dye uptaking,  $J_{sc}$ ,  $V_{oc}$ , fill factor (FF) and PCE ( $\eta$ ) and electrochemical parameters of device 1 to 9. The TiO<sub>2</sub> films for all the anodes consist of 12  $\mu$ m transparent layer and 6  $\mu$ m scattering TiO2 layer. The photovoltaic performance was measured under simulated AM 1.5G illumination (power 100 mW cm<sup>-2</sup>).

Devices <sup>[1]</sup>	Dye-loading strategy	$J_{SC}(mA/cm^2)$	V <sub>oc</sub> (V)	FF (%)	η (%)	$R_{CT}(\Omega)$	f(Hz)	r (ms)
1	ZnP	15.78	0.699	67.5	7.44	55.70	34.53	4.61
2	PT-C6	14.70	0.778	71.3	8.16	371.2	5.43	29.32
3	10h in ZnP + 1h in PT-C6 [2]	18.46	0.707	69.1	9.02	69.84	26.51	6.00
4	10h in ZnP + 2h in PT-C6	18.93	0.715	72.1	9.76	88.08	21.99	7.24
5	10h in ZnP + 3h in PT-C6	19.20	0.726	72.0	10.04	116.47	17.23	9.24
6	10h in ZnP + 4h in PT-C6	19.36	0.735	71.0	10.10	139.45	15.91	10.01
7	10h in ZnP + 10h in PT-C6	19.61	0.739	69.6	10.08	145.12	14.01	11.36
8	10h in PT-C6 + 4h in ZnP	17.05	0.713	70.6	8.58	81.11	30.49	5.22
9	2h in ZnP + 10h in PT-C6	17.48	0.748	69.7	9.11	205.15	10.75	14.81

## Energy is as important to modern society as food and water

**Lighting accounts for 19% of all Electrical Energy Used World-wide** 

# Lighting

- Incandescent light is still responsible for about 40% of all the lighting.
- Its power efficiency is 12-17 lm/W.
- Solid state light source can easily be 4-5 times higher in efficiency.
- For OLED, laboratory demonstration of 30-60 lm/W has been achieved.









## **The Green Connection**

- In HK, the highest energy consumer is Air-Conditioning.
- The next highest is Lighting.
- This is especially true in commercial buildings.
- This trend is expected to permeate and propagate into the Mainland.





# **OLED** Lighting for Energy Saving











# OLEDs (有機發光二極管)

 self-emitting property, high luminous efficiency, full color capability, wide viewing angle



- low power consumption (energy-efficient)
- low weight, potentially large-area colour displays and flexibility



### metre HKU

www.metrohk.com.hk 2012年2月6日 星期一

隨着科技的不斷發展,人們對 液晶顯示屏等電子設備的需求愈來 愈大。在上一期的專欄中,我們向 讀者介紹了與其相關的有機半導體 設備。在本期的專欄中,我們將繼 續向您介紹有機二極管設備。 撰文:香港大學電機電子工程學系副教 将幕槍臺

圖片: getty images資料圖片

有機發光二極管是一種可以高 效發射不同顏色的可見光的多層設 備。它具有高效、長壽、光色鮮豔 和結構靈活多變等諸多特點。這些 優良表現建立在其材質特性和器件



結構之上。下面我們就來介紹一下 有機發光二極管的結構。目前,主 要有兩種小分子有機發光二極管: 單色有機發光二極管和白色有機發 光二極管。

單色有機發光二極管只發射單 色光,一般為紅色,線色和藍色。 而這幾種顏色是構成全彩顯示屏和 普通照明的基礎。隨着對人們對載 流子和器件內部能量傳輸過程的理 解加深,各種結構的器件逐漸被研 發出來。

最早報道的小分子單色有機發 光二極管只用了雙層有機半導體、 三(8-羥基喹啉)鋁[Tris-(8-hydroxyquinolinato)aluminum]和聯氨 (diamine)它們分別作為空穴和電 子傳送層,在外加偏壓下,綠色的 光就會從(8-羥基喹啉)鋁中發出。 由於負極的不透明性,光最終會從 基底射出,因而得名底部發光有機 發光二極管。相反,當正負極顛 倒,光就會從位於頂部的正極射 出,因此稱作頂部發光有機發光二極



管是因為更多的光線可以射出,而 不是被限制在基底形成波導模式。 相比底部有機發光二極管,頂部發 射有機發光二極管的另一個優勢是 其可以和晶體管背板融合,從而使 光源得到擴散。

靚仔科技 mon都搞有機

### 有關技術應用於噴墨打印

與小分子有機發光二極管相類 似的另一種有機發光二極管則由聚 合物構成。其製作技術相對較為簡 單,例如噴墨打印技術和其他基於 溶液的處理技術 這些都不需要 在高真空的環境中進行。一般來 說,與小分子有機發光二極管結構較 為簡單。其中空穴與電子在聚合物 層中相遇,從而發出光源。為了減 少空穴電子對在金屬負極周圍的損 失,在聚合物的頂部需要覆蓋額外 的激子阻擋層。考慮到聚合物有機 發光二極管結構簡單,工序易行等 優點,我們可以預計它低成本,高 產出的巨大潛力。 雖然器件表現仍然難以和小分 子有機發光二極管媲美,但是目前 生產耐用型聚合物有機發光二極管 已經引起了業界廣泛的關注。就發 光表現而言,聚合物有機發光二極 管仍然和小分子有機發光二極管有 一定的差距。

25



## **OLED Performance**



## **Wearable Electronics**

## Samsung Gear S Watch





**Organic light-emitting diodes (OLEDs)**  Small molecule-based OLEDs (SMOLEDs)

Polymer-based OLEDs (PLEDs)

## Applications:

- Flat-panel displays and flexible screens
- Solid state lighting





文匯教育新聞透視眼

香港文匯報訊(記者 鄭伊莎)有機發光二極管 (OLED) 是當今最具發展潛力的光電科技及顯示技 術,在學術以至工業界都掀起研究熱潮。浸會大學化學 系副系主任黃維揚與其研究團隊,成功將OLED發光材 料的基本組合「3變2」,讓用以產生紅、綠、藍「三原 色,的三種材料,以只使用藍色、橙色(或黃色)兩種 顏色的新材料取代,簡化整體製造流程。以發光效率 計,其雙層新發光材料比傳統熒光燈可高出四成至1.5 倍,讓成本節省三成。除用於 OLED 外,研究於太陽能 電池、光限幅材料的領域都有顯著應用前景,為未來節 能照明光源的發展奠基,上月獲頒2013年度「國家自 然科學獎二等獎」殊榮。

一次獲獎項目為「多功能金屬有機聚合物/磷光材料及其在新興領 天E 域的應用研究」,相比起研究基礎較佳的荧光材料,同樣用於OLED 發光的磷光材料屬於光電能源中新興的研究領域。2006年開始研究金 屬有機磷光材料的黃維揚介紹指,磷光材料之所以引起關注,因為其 能量轉換率可高達100%, 遠比熒光材料的25%高。不過, 熒光材料在 壽命方面具有優勢,故現時很多顯示器等仍會採用。

### 發光效率最高可增1.5倍

現時包括OLED等發光顯示技術中的白光,基本都是由紅、綠及 藍3色光結合產生,黃維揚解釋指,要利用3層色的光結合成白光, 一般需要分别使用3種材料,「由於每層的化學結構複雜,所以製造 層次越多會越為複雜,須兼顧較多考慮因素」,而他的研究則專注 於利用兩色光,即藍色,加上橙或黃色結合以產生白光,並同時保 持3層色光的質量,例如「演色性指標」(CRI, Color Rendering Index)的高低決定了光源對顏色表現的逼真程度,而其兩層的CRI 目前可臻到接近97%,反映白光的質量高。

至於發光效率的參數指標「lm/W」,即每消耗一瓦(Watt)電力 所輸出光度lm, 黃維揚稱傳統的狹光燈可做到40lm/W至70lm/W, 而其雙層白光則已超過100lm/W,意味效率高出四成二至1.5倍。若 以製作成本計,則可望較現有做法節省三成。

### 研材料再升級成「單層白光」

另外,黃維揚目前亦正研究將兩層材料進一步結合成「單層白 光」,希望令OLED的應用層面更廣,他說:「製造原理簡單,把 藍橙混合後變為單層,方法類似噴墨技術,便可做到更大面積的器 件,例如電視機。」而有關做法的發光效率則約有47lm/W,亦能追 上赘光燈的最低水平。

除OLED的應用,有關新材料亦可用於光電轉換器件包括有機太 陽能電池、光限幅材料,可降低極光的強度,保護眼睛,及避免部 分感光、测光器件受破壞。他期望、未來能夠加強新材料在能量轉 换效率、颜色調控、以及壽命等方面的功能,並研究如何轉用較為 便宜的重金屬,進一步減低製造成本。

黃維揚又憶述,要由零開始研發新材料毫不簡單,如2009年開始 研究「單層白光」時,只能做到20lm/W至40lm/W的低效率,「遇 過很多痛苦的經驗、每種材料也要試驗不同的材料結構」,當中即 使不同材料組合的百分比相差徵小,結果差異也很大。

# OLED原色「3變2」 照亮 節能前景 改用磷光材料 成本降三成 浸大奪國家自然科學獎

▲朱力行研究的「迴歸中的模型檢驗和降維」項目・為約 香港文庫報記者劉國權

### 浸大「大豐收

香港文匯報訊(記者 鄭伊莎)浸會大學可說是 今年香港院校獲國家自然科學獎的大贏家,除黃維 揚 OLED 磷光材料項目外,數學系系主任兼講座 教授朱力行的「迴歸中的模型檢驗和降維」研究, 同樣獲得國家自然科學獎二等獎。他因應於統計學 領域重要的迴歸模型分析,憑模型檢驗和降維技術 的成果帶來新突破,可望應用於計量經濟學、醫學 基因等研究範疇。

### 概率論引入統計學構造模型

驗」,並率先引入概率論,以檢驗模型的對錯。他 分享指,以往並無人想到把概率論引入統計學,但

### 數學系同種形

是謎語一樣,想到了再試試才知道可以用」,因而 造就了今天的成果。至於他研究的降維技術能夠通 過提取變量,縮小變數,找出2個至3個線性組 合,作推一步的分析。

朱力行解釋,只要涉及研究變量與一組變量之間 關係,就會涉及迴歸分析與模型檢驗。他舉例指: 醫學層面牽涉不少臨床實驗,例如要檢測患上糖尿 病的因素,便可使用模型檢驗和降維技術,從幾十 萬個基因中,抽出某些或某個對患病有關鍵性的影 在模型檢驗方面,朱力行構造了「全局光滑檢 響的基因,再作分析。而朱力行所研究的降維技 術,相對於其他降維,計算速度快十分之一。 要從抽象的數字與概念中推陳出新,並經絕對 發展」。

嚴謹的驗證,數學家研究歷程的挑戰,一點也不 容易,朱力行笑言:「現在跟你們說起來很輕描 淡寫,但我是花了好幾年才想到這個方法,也需 要試過很多方法看看哪種管用,這個過程很痛 苦。」雖然相關的研究過程花近20年,不過他亦 指,這也為他帶來最大的成功感,他預計,下一 步會專注於應用層面,包括生物、基因、音樂及 商業等領域。

### 港難自成一家 須與内地合作

在上世紀90年代末來港前,朱力行曾於北京進 行折10年的研究,他認為香港科研環境優良,國 際交流順暢,學者可專注於研究工作,對基礎理論 方面非常有利,「不過香港畢竟很小,不能自成一 家,也要與內地學者交流合作,才能促進兩地科研



**WOLEDs as Low-Cost and Energy-Saving Lighting Sources** 



## **WOLED** in Action



## **Three colors**





## WOLEDs versus Incandescent / Fluorescent bulbs











http://www.youtube.com/watch?v=f8S8tbQMp2k (Samsung flexible)

## **Molecular Design**



# White Polymer Light-Emitting Diodes

World-record efficiency (2009)  $\eta_{\rm L} = 42.9 \text{ cd/A}$  $\eta_{\rm P} = 20.3 \text{ lm/W}$  $\eta_{\rm ext} = 19.1\%$ 



World-record efficiency (2011)  $\eta_{\rm L} = 60 \text{ cd/A}$  $\eta_{\rm P} = 40 \text{ lm/W}$  $\eta_{\rm ext} = 28.8\%$  www.advmat.de \_\_

# Efficient Polymer White-Light-Emitting Devices for Solid-State Lighting

By Hongbin Wu,\* Guijiang Zhou,\* Jianhua Zou, Cheuk-Lam Ho, Wai-Yeung Wong,\* Wei Yang, Junbiao Peng, and Yong Cao

## W.Y. Wong et al., Adv. Mater., 2009, 21, 4181.



ADVANCED MATERIALS www.advmat.de

ADVANCED MATERIALS

### Simultaneous Optimization of Charge-Carrier Ba<mark>lance</mark> and Luminous Efficacy in Highly Efficient White Polymer Light-Emitting Devices

Jianhua Zou, Hao Wu, Ching-Shan Lam, Chuandao Wang, Jing Zhu, Chengmei Zhong, Sujun Hu, Cheuk-Lam Ho, Gui-Jiang Zhou, Hongbin Wu,\* Wallace C.H Choy,\* Junbiao Peng, Yong Cao, and Wai-Yeung Wong\*

## W.Y. Wong et al., Adv. Mater., 2011, 23, 2976.

0

**MMUNICATION** 

## White Polymer Light-Emitting Diodes

World-record efficiency (2012)  $\eta_{\rm L} = 70.6 \text{ cd/A}$  $\eta_{\rm P} = 47.6 \text{ lm/W}$  $\eta_{\rm ext} = 26.0\%$ 



www.MaterialsViews.com



High-Efficiency Single Emissive Layer White Organic Light-Emitting Diodes Based on Solution-Processed Dendritic Host and New Orange-Emitting Iridium Complex

Baohua Zhang, Guiping Tan, Ching-Shan Lam, Bing Yao, Cheuk-Lam Ho, Lihui Liu, Zhiyuan Xie,\* Wai-Yeung Wong,\* Junqiao Ding, and Lixiang Wang\*

## W.Y. Wong et al., Adv. Mater., 2012, 24, 1873.



# **Periodic Table**

	1 ← Atomic Number																
$\langle 1 \rangle$												18					
	i )	hydrogen - Name 1.007 94(7) Standard Atomic Weight 2											2				
H												He					
hydrogen 1.007 94(7)	2		Metals Transition Metals Metalloids 13 14 15 16 17 4								helium 4.002 602(2)						
3	4			Non-metals					Halogens							9	10
Lithium	Be			Alkali M	etals /	Act	inoids		Noble Gas	es		B	carbon	Pitrogen	Oxygep	fluorine	
6.941(2)	9.012 182(3)			Alkali Earth Metals							20.1797(6)						
Na	Ma											AI	Si	Р	S	C	Ar
sodium	magnesium 24.3050(6)	3	4	5	6	7)-	8	9	10	11	12	aluminium 26,981 538 6(8)	Since	nhosnhorus 30.973 762(2)	32.065(5)	chlorine 35,453(2)	argon 39.948(1)
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39.0983(1)	calcium 40.078(4)	scandium 44.955 912(6)	titanium 47.867(1)	vanadium 50.9415(1)	<b>chromium</b> 51.9961(6)	manganese 54.938 045(5)	55.845(2)	cobalt 58.933 195(5)	nickel 58.6934(2)	63.546(3)	2inc 65.409(4)	gallium 69.723(1)	germanium 72.64(1)	arsenic 74.921 60(2)	<b>selenium</b> 78.96(3)	bromine 79.904(1)	83.798(2)
37 Db	38 Sr	39	40 7 r	41	42	43	44 D.	45 Dh	46 Do	47	48	49	50	51 Sh	52	53	54 <b>V</b> O
rubidium	strontium	yttrium	zirconium	niobium	molybdenum	technetium	ruthenium	rhodium	palladium	silver	cadmium	indium	tin	antimony	tellurium	iodine	xenon
85.4678(3) 55	87.62(1) 56	88.905 85(2) 57-71	91.224(2) 72	92.906 38(2) 73	95.94(2) 74	[98] 75	101.07(2) 76	102.905 50(2) 77	106.42(1) 78	107.8682(2) 79	112.411(8) 80	114.818(3) 81	118.710(7) 82	121.760(1) 83	127.60(3) 84	126.904 47(3) 85	131.293(6) 86
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	lr 💧	Pt	Αυ	Hg	TI	Pb	Bi	Po	At	Rn
caesium 132,905 451 9(2)	barium 137.327(7)	lanthanoids	hafnium 178.49(2)	tantalum 180.947 88(2)	tungsten 183.84(1)	rhenium 186.207(1)	osmium 190.23(3)	iridium 192.217(3)	platinum 195.084(9)	gold 196.966 569(4)	mercury 200.59(2)	thallium 204.3833(2)	lead 207.2(1)	bismuth 208.980 40(1)	polonium [209]	astatine [210]	radon [222]
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112		©2011 HowSti	iffWorks Source:	International Un	ion of Pure and A	pplied Chemistry
Fr	Ra	Ac-Lr	Rt	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						
[223]	[226]	actinoius	[261]	[262]	[266]	[264]	[277]	[268]	[271]	[272]	[285]						
		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	1
lanthc	anoids	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Ευ	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	1
		lanthanum 138.905 47(7)	cerium 140.116(1)	praseodymium 140.907 65(2)	neodymium 144.242(3)	promethium [145]	samarium 150.36(2)	europium 151.964(1)	gadolinium 157.25(3)	terbium 158.925 35(2)	dysprosium 162.500(1)	holmium 164.930 32(2)	erbium 167.259(3)	thulium 168.934 21(2)	ytterblum 173.04(3)	lutetium 174.967(1)	
		89	90 TL	91 Der	92	93	94	95	96	97 D.L.	98 Cf	99	100	101	102	103	1
act	inoids	AC	thorium	protactinium	uranium		plutonium	americium	curium	DK	californium	ES	fermium	mendelevium	nobelium	lawrencium	
		[227]	232.038 06(2)	231.035 88(2)	238.028 91(3)	[237]	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]	[262]	I

[Ir(ppy-X)<sub>2</sub>(acac)] with main group elements: Color tuning is achieved by shifting the charge-transfer character from the pyridyl ring to the electron-withdrawing main group moiety.







Ir-O







## EL Spectra for OLEDs at 8 V



W. Y. Wong et al., Adv. Funct. Mater., 2008, 18, 499.

## **Metallophosphors of platinum with distinct main-group elements**



# Journal of Materials Chemistry

www.rsc.org/materials

Volume 20 | Number 35 | 21 September 2010 | Pages 7289-7580





PAPER G. Zhou et al. Metallophosphors of platinum with distinct main-group elements

PAPER J.-H. Kim et al. Bulk heterojunction solar cells based on preformed polythiophene nanowires via solubility-induced crystallization

## **Duplicating "sunlight" from simple WOLEDs for** lighting application



## EL Spectra of simple WOLEDs at 10 wt-% doping concentration



W.Y. Wong et al., Chem. Commun., 2009, 3574.

## The white-light quality of our simple single-dopant WOLEDs

WOLEDs	CIE	CRI	CCT /K		
Sunlight (CIE Standard	(0.313, 0.329)	90	6500		
Illuminant D65)					
Incandescent bulb	(0.448, 0.408)	90	2854		
Fluorescent, warm white	(0.440, 0.403)	72	2940		
WOLED with	(0.340, 0.350)	75			
Pt phosphorescent excimer					
Device with <b>Pt-Ge</b> as emitter	(0.337, 0.369)	90	5340		
Device with <b>Pt-Ge</b> as emitter	(0.354, 0.360)	97	4719		
Device with <b>Pt-O</b> as emitter	(0.320, 0.340)	94	6066		
Device with <b>Pt-O</b> as emitter	(0.313, 0.339)	90	6428		

Better efficiency/color quality/brightness trade-offs for WOLEDs.

# **Sunlight Duplicator**



The image of the objects with different perceived colors (**blue-green-yellow-red**) when illuminated under (a) WOLEDs and (b) the daylight, showing an excellent true color reproduction.



(b)

### White Organic Light-Emitting Diodes with Evenly Separated Red, Green and Blue Colors for Efficiency/Color Rendition Trade-off Optimization



W.Y. Wong et al., Adv. Funct. Mater., 2011, 21, 3785.



EL spectra of the hybrid WOLEDs with (a) **1** and (b)  $Ir(ppy)_3$  as emitter.





### **Centre for Display Research**





## Technology Transfer: US patent (Patent no.: US 7,652,136 B2)

US007652136B2

### (12) United States Patent Kwok et al.

- (54) DIARYLAMINOFLUORENE-BASED ORGANOMETALLIC PHOSPHORS AND ORGANIC LIGHT-EMITTING DEVICES MADE WITH SUCH COMPOUNDS
- (75) Inventors: Hol-Sing Kwok, Kowloon (HK); Wai-Yeung Wong, New Territories (HK); Xiao-Ming Yu, Kowloon (HK); Gui-Jiang Zhou, Kowloon (HK)
- (73) Assignces: The Hong Kong University of Science and Technology, Kowloon, Hong Kong (CN); Hong Kong Baptist University, Kowloon, Hong Kong (CN)
- (\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 141 days.
- (21) Appl. No.: 11/520,148
- (22) Filed: Sep. 12, 2006
- (65) Prior Publication Data
  - US 2008/0091021 A1 Apr. 17, 2008

Related U.S. Application Data

- (60) Provisional application No. 60/736,356, filed on Nov. 15, 2005.
- (51) Int. Cl. *C07F 15/00* (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)

(56)

See application file for complete search history.

#### References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

6,670,645 B2 \* 12/2003 Grushin et al. ..... 257/98

#### OTHER PUBLICATIONS

Adachi et al., "Nearly 100% Internal Phosphorescence Efficiency in an Organic Light Emitting Devices," J. Appl. Phys. Nov. 2001, 90(10), 5048-5051.

Adachi et al., "Highly-Efficiency Red Electrophosphorescent Devices," Appl. Phys. Lett. Mar. 2001, 78(11), 1622-1624. Adamovich et al., "Highly Efficiency Single Dopant White

Electrophosphorescent Light Emitting Diodes," New. J. Chem. 2002, 26, 1171-1178.
Baldo et al., "Phosphorescent Materials for Application to Organic

Baido et al., "Prosphorescent Materials for Application to Organic Light Emitting Devices," Pure Appl. Chem. 1999, 71(11), 2095-2106.

Baldo et al., "Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices," Nature. Sep. 1998, 395, 151-153.

D'Andrade et al., "Efficient Organic Electrophosphorescent White-Light-Emitting Device with a Triple Doped Emissive Layer," Adv. Mater. Apr. 2004, 16(7), 624-628.

Duan et al., "New Iridium Complexes as Highly Efficient Orange-Red Emitters in Organic Light-Emitting Diodes," Adv. Mater. Feb. 2003, 15(3), 224-229.



D'Andrade et al., "Controlling Exciton Diffusion in Multilayer White Phosphorescent Organic Light Emitting Devices," *Adv. Mater.* Jan. 2002, 14(2), 147-151.

Furuta et al., "Platinum-Functionalized Random Copolymers for Use in Solution-Processible Efficient, Near-White Organic Light-Emitting Diodes," J. Am. Chem. Soc. 2004, 126(47), 15388-15389.

Gong et al., "Electrophosphorescence from a Polymer Guest-Host System with an Iridium Complex as Guest: Förster Energy Transfer and Charge Trapping." Adv. Funct. Mater. Jun. 2003, 13(6), 439-444. Huang et al., "Highly Phosphorescent Bis-Cyclometalated Iridium Complexes Containing Benzöimidazole-Based Ligands," Chem. Mater. 2002, 16(12), 2480-2488.

Kavitha et al., "In Search of High-Performance Platinum Phosphorescent Materials for the Fabrication of Red Electroluminescent Devices," Adv. Funct. Mater. Feb. 2005, 15(2), 223-229.

Kwong et al., "High Operational Stability of Electrophosphorescent Devices," Appl. Phys. Lett. Jul. 2002, 81(1), 162-164. Lamansky et al., "Highly Phosphorescent Bis-Cyclometalated

Lindium Complexes: Synthesis, Photophysical Characterization, and Use in Organic Light Emitting Diodes," J. Am. Chem. Soc. 2001, 123(18), 4304-4312.

Lamansky et al., "Synthesis and Characterization of Phosphorescent Cyclometalated Iridium Complexes," *Inorg. Chem.* Mar. 2001, 40(7), 1704-1711.

#### (Continued)

Primary Examiner—Charnjit S Aulakh (74) Attorney, Agent, or Firm—Robert D. Katz, Esq.; Cooper & Dunham LLP

#### ABSTRACT

(57)

The present invention provides a diarylaminofluorene chromophore compound having the following structure:



wherein: M is a metal atom of Ir, Pt; R is H, CH3, OCH3, or F; A is none or six-member carbocyclic aromatic ring system;  $0 \ge m \ge 3$  $0 \ge n \ge 1$ .

The invention also provides high-efficiency organic lightemitting devices fabricated using these compounds.



有機發光二極管是由多層沿電轉換成光的有機分子薄膜組成, 可應用在照明和全彩色顯示詳上,如成動電鉱和電視。以溶液法製 成的有機發光二極管未來可供研製超薄、透明、隨意扭曲蓋至可收 載於口袋中的發光器件。

黃雄攝說: [這類新發明的化台物特性很靈活,我們只要按需 求改變其物態化學性質,便可退出最合通的材料應用於特定的影響 轉換該靈,未來的研究挑戰是如何以高效都能的白光有機發光二極 管代於傳統燈炮及光管,通而發展新一代原明光源和液晶顯示器的 背景光層。]

他緒充說:「我們深切希望能有機會得到更多公司的投資,把這 須約發明推廣到國業市場上。有機發光二種智的普及應用顧應未來 的能需需求和職保趨勢,黃維揚希望這項發明能有的推動影響全球 的石機發光二極智技術的發展,並在進未來有顯產品的需筆化。
### Technology Transfer: US patent (Patent no.: US 2014/0000696 A1)



(57)

the following structure:

### (19) United States

- (12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2014/0000696 A1 Wong et al.
  - (43) Pub. Date: Jan. 2, 2014 USPC ...... 136/256; 136/263; 548/103; 977/740;

ABSTRACT This invention relates to a class of ruthenium(II) bis(arylene-

ethynylene) complexes for use in bulk heterojunction (BHJ)

solar cell devices, and the method of synthesizing thereof.

This invention also relates to a BHJ solar cell device comprising the ruthenium(II) bis(aryleneethynylene) complex.

The ruthenium(II) bis(aryleneethynylene) complex having

977/948

- (54) LOW-BANDGAP RUTHENIUM-CONTAINING COMPLEXES FOR SOLUTION-PROCESSED ORGANIC SOLAR CELLS
- (71) Applicant: Nano and Advanced Materials Institute Limited, Clear Water Bay (HK)
- (72) Inventors: Wai-Yeung Wong, Clear Water Bay (HK); Qian Liu, Clear Water Bay (HK); Cheuk-Lam Ho, Clear Water Bay (HK)
- (21) Appl. No.: 13/930,639
- (22) Filed: Jun. 28, 2013

#### Related U.S. Application Data

(60) Provisional application No. 61/690,571, filed on Jun. 29, 2012.

#### **Publication Classification**

- (51) Int. CL
- H01L 51/42 (2006.01)(52) U.S. CL CPC H01L 51/4253 (2013.01); Y10S 977/74 (2013.01); Y10S 977/948 (2013.01); B82Y 99/00 (2013.01)



x = 1 (R = H), y = 1, z = 0 D1 x = 1 (R = C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>), y = 0, z = 1 D2 x = 0, y = 1, z = 1 D3 x = 1 (R = C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>), y = 1, z = 1 D4



### **HKBU Innovationem Award**

## **Local Impact in News Reports**

H-

11111 181

### 浸大 FIL

### 成本低 更節電 可製不同形狀

### 國家自然科學獎得主專訪

【大公報訊】記書彩變報道: 簡能環保必為全球期 注的熱門話題,具有節能環保等特性的第四代光波 一發光二極管(LED)成為業界新龍,相關研究更是 層出不窮。香港浸會大學黃維揚教授,近日奈其研發的 新草金屬有機構光材料,製作單層白光有機發光二極管 (OLED)等相關研究,一舉奪得國家自然這裡二等獎。

随着白光LED的出現, 發光二極管因具具物效率高 **素命長,不易被損等傳統光源無可比縫約優點,而逐** 素被譽爲21世紀的新型光源。然而,在有機發光二極管 領域實現白光發射,由於不同種類的發光層使用壽命不 同鄉政的器件和色調控是業界普遍而對的問題。浸大化 學系講座教授黃維揚,就採用讀光材料代替傳統的位乎 材料發射白光・不僅提高了有機發光二極管的能量轉換 效率,運輸化器件製作過程並降低了製作成本

#### 開關處不需大電壓

黄粱挪送去從事傳統金屬有機化學的基礎研究, 2005年起開始研究能量轉換問題,並先從由電能變成光 能的有機發光二極管入手。他指出,有機發光二極管與 普通發光一極管相比,開闢處不需要人大的電壓,可以 爺輩。同時前者更有彈性,可以因應不同需要製作不同 的形狀。但利用OLED發出照明白光的研究仍有很多實 要解决的問題。「傳統的自光是由紅、綠和藍帛材料結 合而產生,但我的研究是使用藍色與橙色或者藍色與黃 色相結合,製作雙層的白光OLED。」這一過程不僅就 少了製作所需的材料、還提高了傳統荧光的能量轉化效

在此基礎之上,黄教授的研究團隊進一步创新,提 出磷光材料發光颜色调節的新理論。研發只需單層的白 光有機發光二極管。「製作OLED增最主要的是顏色調 把,能量轉換效率及其書命。」他透露,其團隊研發的 技術將監加检戒者藍加黃兩種類色混合後,製作單層有 相聯光二極管

#### 降低成本三分之一

「這種做法不需要三種顏色,即不需要三種材料, 成本大概可以降低三分之一。另外发作的過程也相應額 化, 黃維揚解釋, 製作有機發光二極管所需的層數減 多,需要考慮的因素就越多且複雜。關鍵是每一層之間 的表面化學反應很複雜,直接影響OLED最後的發光性 能。「單層的有機發光二極管還能簡化製作過程,可以 利用颏似喻墨打印技術来製造白光OLED器件,有利於 製作大面積的白光OLED。

不過該技術向未進入實踐應用階段。實教授指,多 層白光有機發光二極管的能量傳導效率已經超過荧光暗 - 至於軍層的OLED,董維揭表示,2009年他發表第-篇觀於單層OLED材料。當時的能量轉換效率這不能達 到荧光燈的轉換效率。直至2013年,其能量轉換效率僅 略微超過現時傳統英光傳的最低能量轉換效率。他希望 · 未來有機發光二極管所作出的白光照明系統,可以與 母并的嫡羊。



▲ 香港浸金大墨著繪揚妝招, 满其研發站 新型金屬有機磷光材料,關作罵麼白光有 機發光二種管(OLED)等相關研究,專得國 家自然科學二等態 本報記者蔡文豪攝



### 港獲8項國家自然科學獎

國家自然科學獎」是中共中央,中國國務院主辦 的「國家科學技術要」下設5個要項預用之一,是國家在 教授主持的「高性能纖維增強複合材料(FRP)加固混漏 自然科學領域中規格最高的樂勵。香港高校科研人員主 持或分期完成的科研專案共獲8個「國家自然科學獎 部題

除了黃維揚戰扳主持的「多功能金屬有機聚合物/讀

光材料及具在新興領域的應用研究一外,理工大學際錦光 土結構的力學性能及設計理論」;科技大學超天壽收授的 研究項目「燃料電池中多相能質傳動與電化學反應的相互 作用機理」:以及浸膏大學朱力行教授的研究項目「回歸 中的模型检验與降緩」

### 黃維揚:創新金屬材料 助研太陽能電池



圖浸大化學系教授黃維揚開發出金屬有機聚合物的新材料,革新了新一 代太陽能電池研發。

獲[亞洲新星獎

記者 曾愛芳

-38

九二年於香港大學取得一環榮譽理學一步的建築,但現時有帶領本地研究生

士强,直接攻旗哲學博士課程,並在 進行科研工作的地認為,只要有好學

九六及九七年分别在美國德州慶工大 生[青做]。如上老師在科研領域有傑

學及英國創橋大學取得其博士後黃 出表現,相信不會出現本地研究生誠

年纪最新的講座教授

冀平衡教學研究

播坦言、留意到近年本地研究生有诚

作為土生土長的本地學者、黃雄

究是利用磷光化合物代替常用的葵

光物料。以加强有機發光二極管的效

能,而這種金屬有機磷光化合物已成

功獲得美國專利及商標局授予的專利

權,他承認有公司接觸過他:但未有

深入探討具體合作模式、展型將來統

商品化。他又福。新發明的化合物具

· 靈活的特性:今有機發光二極管應用

在照明和全彩色的顯示所上,如智能

描〇七年起開始着手研究有機太陽能

電池。研製出一系列含金屬鎖的納米

综友操聚合物,「傷於的砂系太陽能

電池成本高效總低,向金屬有機聚合

**数學獎的他,直言既愛研究,亦對教** 

學工作感興趣,學生畢業後的前途更

现年四十三歲的黃維湯。中學學

豪於答筆灣宫立中學及寧波公學,在

除了金屬有機磷光化合物,姜維

手腕和凿视。

:本土研究玍仴刖亰

是其滿足感的來源。

簧床栅接受本服券防持表示,研 物光伏灌油能有效吸引太陽光的可

【本報訊】浸會大學化學系教授黃維揚,則開發 能電池,除效能更高外,未來的製造過程也可更簡 出金屬有機聚合物(polymer)的新材料,及將之創新地 應用於製作新型聚合物太陽能電池的相關研究,可 望將太陽能電池的研發簡化,製成新一代成本更 低、重量更輕、能量轉換效率更高的電池,憑有關 成果成為是次裘槎傑出科研者獎之一。 黃維揚指,所謂金屬有機聚合物,簡單可理解為

等變得相當普遍。浸會大學化學系講座教授黃維揚

鐵發明了金屬有機磷光化合物,用作製備高效能的有機發

光二極管(OLED),近年更成功運用納米材料和技術,開

發了金屬有機聚合物光伏電池,以及進一步研製染料敏化

太陽能電池,對環保和可持續發展帶來重要的貢獻,而黃

維揚早前更在亞洲化學會聯盟大會獲頒授「亞洲新星獎」。

**全球硬化** 

的後頃症

防缓停理,世界各地的科研學者積極

開發訊還保又高效能的可再生能源,

这大什些系讀除教授黃輝優樂去從事

傳統金屬有機化學的基礎研究,自〇

五年超開始研究後量轉換問題,並先

彩由雪能變成光統的有機發光二個管

的光结合而產生,但我的研究是使用

藍和橙色來這合,藉此簡化裝置的這

獲得美國專利

**東維揚** 

面對更大的戰爭。

10 -

(傳統的白光是由紅·绿和藍

近年研究生有"内地化"的遗装。

不過他認為。一只要學生「肯敏」

加上有好老师,相信本土的研究生和

那老不會用此而減少。此外,管理浸

大秘名觀述大學教育資助委員會探出

土生土袋的没會大學最年輕化學系講

应最轻黄雄播坦宫,相比十多年高。

研究生要找工作離較現在容易一個要

米技術

化、成本更低、重量更輕。而因新材料特具的柔軟 性,未來更可製造出不同形狀、覆蓋面積更大的柔 性電池或電池板。另外,黃維揚亦有從事關於磷光 染料應用於發光二極管的研究,相關材料對新一代 的全彩色顯示技術,及室內照明系統的發展都有重 要意義。

者成功研發有機電池

物中,形成另一種新型材料。 他從06年開始有關研究,發現 新材料可吸收更多可見光匾的 太陽光,理論上具很大潛力提 高器件中電荷的轉移及遷移 率,令電池更高效、耐用。目 前新材料用在太陽能電池上, 其最大能量轉換效率為4%,處 於國際領先水平。黃維揚指, 根據研究理論,這類材料的最 高效率可進一步提升至10%, 他希望能於未來5年進一步提 升新材料的性能,將效率提高 至7%-8%。

### 新產品成本低效率高

黃維揚表示,新型太陽能電 池相比傳統的無機半導體太陽

■浸大最年輕的化學系講座教授黃膽揚成功運用納米材料和技術在電池 有助理保和持續發展。小園為他近年獲得的獎項,包括表現基金會優 秀科研者獎、何梁何利基金科學與技術創新獎等。 司徒華冠舞 见光; 並提高電池的總量效能·1此 先後取得表核基金會優秀科研者舞· 外,他又同時研製了染料敏化太陽能 英國皇家化學會過度金屬化學獎,何 電池、既價格低驟,柔軟度又高,相 梁何利基金科學與技術創新獎等多項 信將來能逐步取代傳統訪系太陽能電 殊荣,黄雄摄谦虚地笑稱。感謝研究 成果獲得定,「希望有機會的話取得關 家族和國港性化學組織的環境。 強調教研並重 積極投入教學工作的使又愛羅新

對於早前獲亞則化學會聯合會領 研业重,未來亦有興趣擔任更多行政 按[亞洲新星獎],被認定為亞洲化學 和服務工作,「期望料研取得更好成 容别的[明日之星]科學家,加上近年 果,研究生更投入學習和研究,」

稿,黄龄九八年加入漫大化學系,由 少的趨勢,「以化學系為別,一般人 對化學的印象是骯髒、玻璃環境,但 助理板授逐步躍升至副教授、教授。 其實它是有實獻的學科。 - 即间应为强盗粉缪,县目前授大

曾獲浸大提名角逐教資會設立的 保出教學獎,並順利入選最後六强。 **姜续振表示,封研究和教學同感興** 题·「科研的成就感多·但學生畢業 後的前途有很强的满足感。」不過他 坦言、為不想教學和研究方置做得不 好,近年讓覺休息的時間減少,希望 **地取雨得的工作取得干伤**。

記者 曾受芳



■養殖湯焼枝(左)獲其國皇寅化學 會議發二零一零年通渡金屬化學獎。

【記者程奉福報購】浸含大學化學系 教授黃銷揚,展英國皇家化學會頒發 2010年通渡金屬化學獎,成為首位獲須 這項殊榮的華人,以表揚他在金屬其頓至 合物合成研究方面的卓越表现,包括大丽 能電池和光準幅跟的研發和應用上於重大 百余 -

黄蜥蜴今次常葵的研究,海南放着蔓 太陽偷電油和發光牆件的發展,提供嶄新 的材料。面面提高師省能源的技術。他對 援贷研划十分荣幸,他没:「我會繼續帶 領研究團隊發力提高發光器件的性能和耐 用性,未來我們會致力研究開發可持續能 源·並改善能原轉換的技術、從常研發環 保的再生能源,有助解决世界能源及環境 印题 - 1

### 首位獲頒殊榮華人

117

他會把他胡發的放料嘗試應用於有機 運搬電品體,生物關係和納米技術等,管 继接主要研究领域,包括合成领域、全量 有幾化學和結構化學等,特別致力研發新 的分子功能材料及全屬有複聚合物。他研 發始全職乙球類聚合物和全層噴光材料力 可且國際科學界的廣泛潛注。這些新型材 料可供懂泛應用,包括需射光感测器及保 「這里罩,大陪能電池和有機登光二極管的」 光電信壁轉接端,利益性全層合金納米粒。 子的前端化合物。

今次的頒源機構英國复世化學會,是 歐計過具购模的化學學術機構,以推動化 學學翁,應用和研究發展為宗旨,皇家化 厚會每年均會表損世界各地和卓默肯量的 化學家。

黄最近於英国利物消大學單行的無機 化學興病計會上領獎,及後在英國四間大 ※近回:実成・分享他以金屬有義長合物・和 全量有機磷光材料研發光電圈件的研究成

浸大教授奪化學

秀的科研成果為港爭光,沒會大學 界能源短缺及環境問題。 化學系教授黃維揚,過去一直致力 研究高效有機太陽能電池及以嶄新 無機、金屬有機化學和結構化學 材料製作發光器件,成果獲英國皇 等,他研發的金屬乙炔類聚合物 家化學會稱許,昨向他頒發 2010 和金屬磷光材料,引起國際科學界 年「過渡金屬化學獎 (Chemistry of 廣泛關注,這類新材料可應用於太 Transition Metals Award) 」, 成為 陽能電池、有機發光二極管等器件 首位獲頒此殊榮的華人。

研究助解決能源短缺

黃維揚對獲獎感到十分榮幸, 表示會繼續帶領研究團隊致力提高 家之列。 發光器件的性能和耐用性,未來亦 會致力研究開發可持續能源,並改 是世界歷史最悠久的化學學術組 善能源轉換技術,研發更環保的再 鐵,也是目前歐洲最大的化學學術

上 = 他曾在不同的學術期刊發表過

超過 300 篇研究論文。其研究論文 在引用參考資料檢索(ISI)中名列前 茅,位於全球化學界1% 頂尖科學

英國皇家學會成立於1814年, 1211日1月1日 發2010年過渡金屬化屋漿



香港文匯報訊(記者 高鈺)工廠在生產過 程中排放的污水、發電廠運作時釋出的廢 氣,一幕幕觸目醫心的畫面,是人類掖殘地 球的宫颊,故不少科學家均致力研究更環保 的材料和能源。香港浸會大學化學系講座教 授黃維揚以化學合成,設計出「金屬乙炔類 惡合物」和「金屬磯光化合物」等嶄新材 料,能應用於「有機發光二種管」(OLED)和 太陽能電池」等發光發電器件,其生產成 本、能源播耗均比傳統材料低,是「低成本 高效益」的理想材料。他愿該研究獲**國**家教 育部頒發2010年度高等學校科學研究優秀成 果獎(科學技術)自然科學獎一等獎。

養維紛的研究名為「多功能金屬有機單合物/得先 材料及其在新興領域的應用研究」,黃維總接受 香港文連經訪問時表示,當燈泡和光管是現時最常用的 照明器件,藏然它們的發光效益佳,但其發光的所需能 僅亦很大,「電燈泡高速200瓦特/Watti,即當相同瓦特 的推測才能開設」。

減顯示屏生產成本 他研究的有機金屬化合物,能加入多種性質較穩定的 產成本。 金麗·如伯 Platinum) · 氯(Hydrogen) · 碘 (Carbon)和单 spen)等,大大提升德源转换效益,其生產出的「有



■黃維揚製造的金屬有機材料,能設計出能源效益更佳、生產成本更低的發光發熱體,榮殘上年度的國家就寬 新建立原始记者来红 摄 部自然科學獎一等獎。

一步到位 製納米儲存器

该白光照明的基本光调,但新材料蛋需以用種類色,甚 費」 他研製的有機聚合物轉化為溶液状態,透過噴墨印刷 至單色便繼產生白色。「可以用藍色加黃色或橙色。亦 inkjet printing或旋轉撞待:quin-coating等較簡單的方式注 能產出白光」。由於運用的顏色較少,亦可有效得低生 (權具內,再製成電池,令生產過程更重活,成本更

液化材料生產靈活

【本報訊】本港學者再次憑優 提升装置效能的方法,協助解決世 特許化學家稱號,而「過渡金屬化 學獎」則只會頒發予 40 歲以下的科 黃維揚主要研究領域包括合成 學家以茲鼓勵。而黃本身也是該會 香港分會秘書長





造的無機太陽能電池,但製作成本高,加上物 料坚硬、雕以扭曲成不同形狀。黄維揚星在十 多年前已研究將金屬例如鉑等,加入有機分子 结構,以增加吸收太陽光能力,同時提高能量 轉換效率,包括研究聚合物太陽能電池

#### 研究延長OLED壽命

黄維損成功研發含金屬的有機聚合物,只 需利用噴墨印刷或旋轉塗佈等較簡單方法,已 可製造電池,且能用於較大面積,例如覆蓋整 幅汽車,以違至全方位吸收太陽光。爲進一步 提升電池效能。黄雄挡量近正研究在電池工作 多層蛋合物。以吸收更多太陽光。將效而提 百分之五至六。「太陽光中以偏紅色最多,但 如果能做多層聚合物,便可吸收低能帶中的 截、錄等光源,進一步提升效能。]

此外,黄雄揚亦致力研究OLED。他指 -出,由於光管多由水銀製成,棄置會對環境造 成污染:電燈泡需要較多能量才可點亮,故學 術界一直研發有機新發光物料作取代,以達至 省電和減少碳排放的目的。

般來說,常見的OLED以紅、綠、藍三 **鱼**瓣浩白色光,而黄雏揭则研究只利用蓝、橙 兩種發光材料·甚至一種,就可以製造光度近 似於太陽光的白色OLED。「如果層數愈多, 可能引起的表面化學亦愈多,影響OLED的壽 命·因此希望減省使用材料。」但黄雄揚指, 由於缺少錄色、新研發OLED只能用作照明、 E 不可用於製造顯示屏幕,否則會影響畫質;而 新研發OLED的壽命亦尚待提高

#### 獲內地與英國頒獎

黄雏揭憑藉研究多次奪獎,最近以多功能 金屬有機聚合物的應用研究,獲國家教育部科 技發展中心頒發「2010年度高等學校科學研究 優秀成果獎(科學技術)」自然科學一等獎; 他亦獲英國皇家化學會頒發「2010過渡金屬化 舉題」,以表揚他在金屬共軛聚合物合成研究 的卓越表現,他是首位獲此殊榮的華人。





畫黃維揚指,做研究最重要夠勤力,肯不斷嘗試及多 蕭頓妍攝 作創意思考,便可獲得新研究方向

# **Cover Highlights**







SWILEY-VCH







**Journal** of Materials Chemistry







**Special Series New Frontiers in Functional Polymers** 



FULL PAPERS

-Acceptible Polymers with Higher Dimensionality for Organic Solar Cells Qiver Wang<sup>147</sup> Zhinai Hu<sup>151</sup> Andreas Wild,<sup>24</sup> Houghin Wa,<sup>150</sup> Yong Can, Ulrich N. Scholert,<sup>24</sup> Chang-Hin Chu,<sup>150</sup> and Wai Scene Wang<sup>151</sup>



1009

















**Special Series** 

**New Frontiers in** 

**Functional Polymers** 

Chemistry n be found a

CHEMISTRY . ACES FOCUS REVIEW

iteed Notar Cells: Roreau Advance Challenges any Qia," Wat-Trong Wrog."" and h



Energy & Environmental Science acorala Chemi -



RSCPublishing

Bach Report of www.rsc.org/materials



WOLEDs

# Highly Cited Researchers 2014 (高引用科學家)



### THOMSON REUTERS

### 2014 Thomson Reuters Highly Cited Researcher



**REUTERS/Fabian Bimmer** 

## 1 out of 3215 scholars worldwide in the list (147 in the field of Materials Science)



# Conclusion

**Green chemistry:** Not a solution to all environmental problems **but** the most fundamental approach to preventing pollution.

**Research:** Development of novel materials and fabrication techniques

**Education:** The ideas of "green chemistry" must be incorporated and promoted







