

拾壹、圖式：

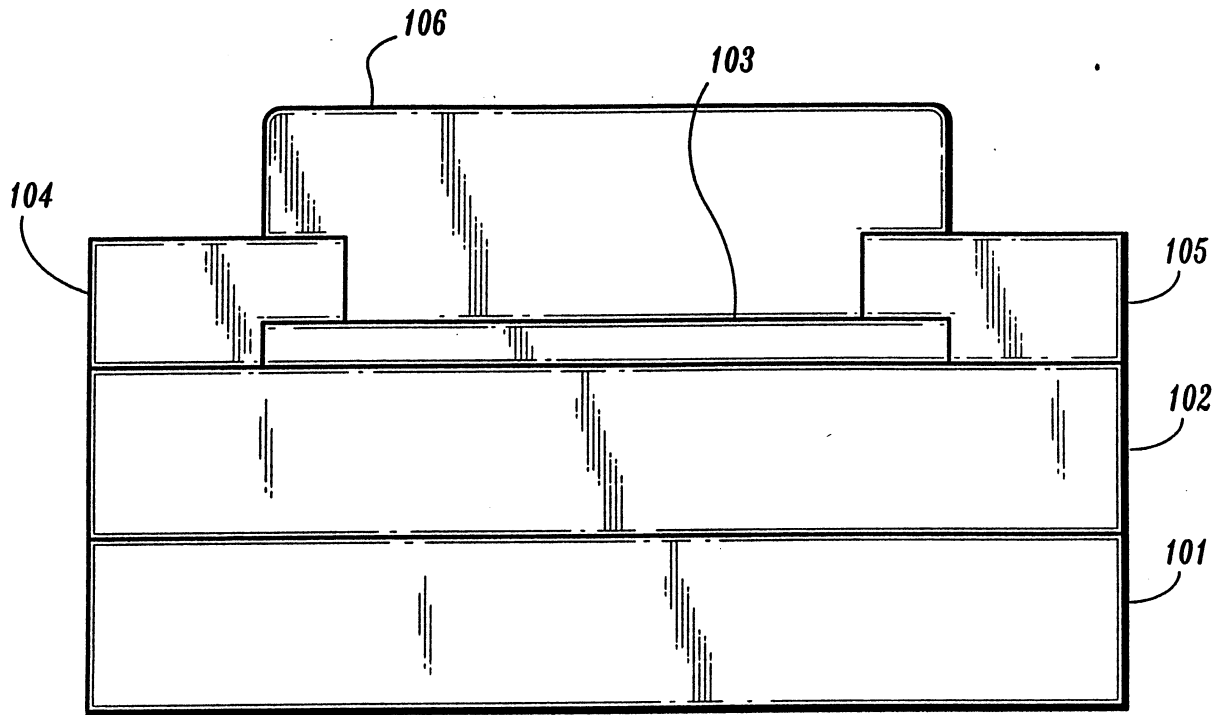


圖 1A

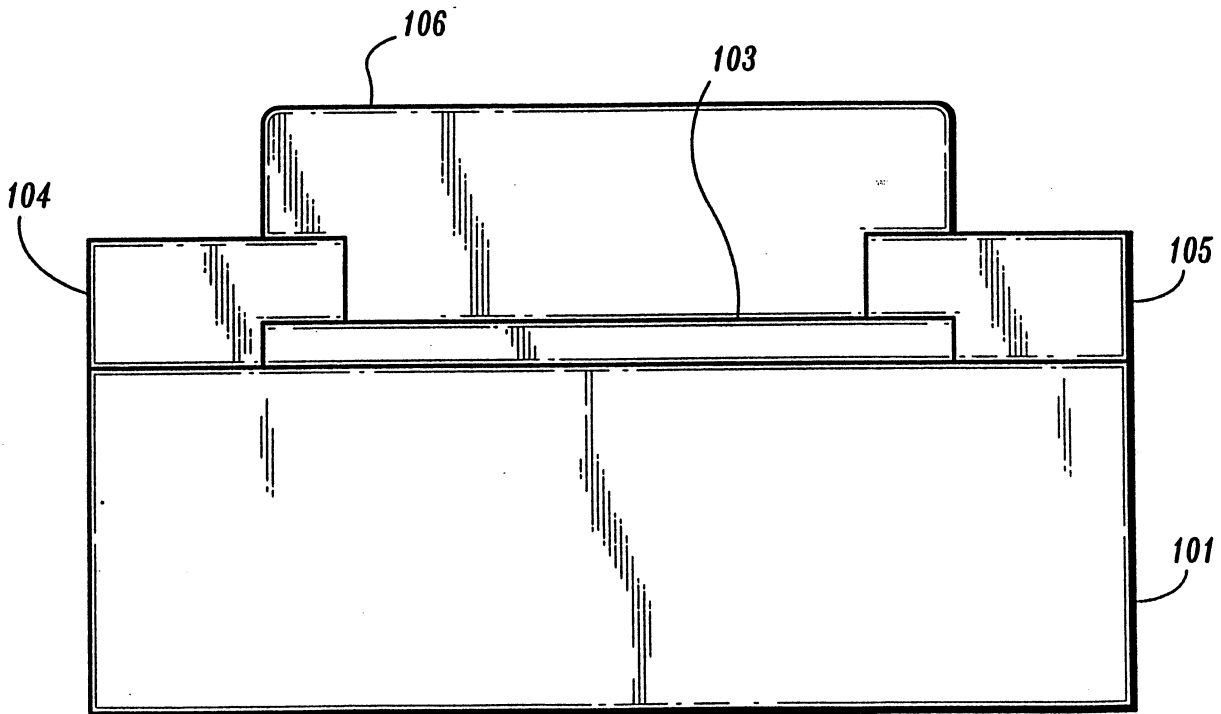


圖 1B

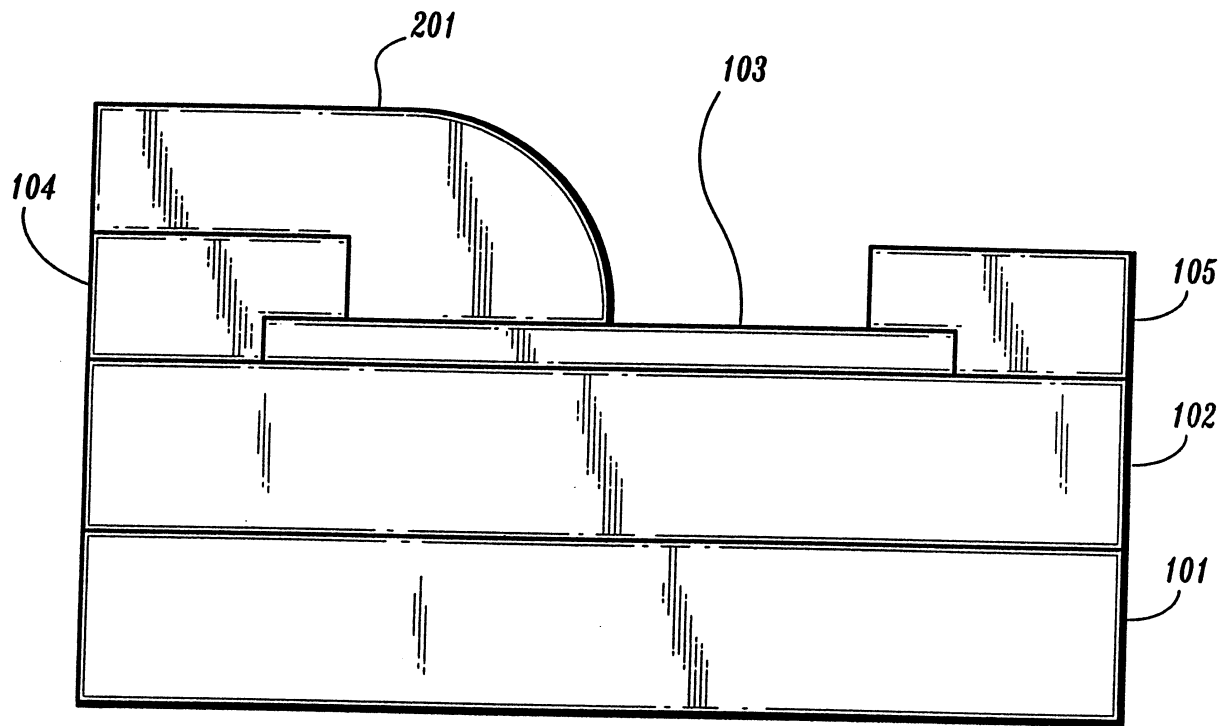


圖 2

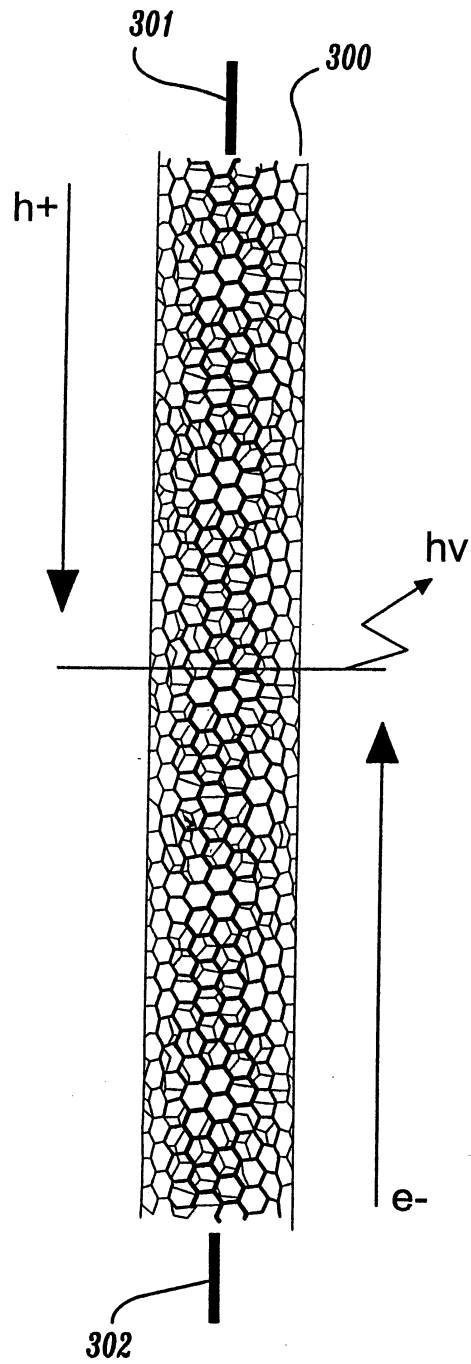


圖 3

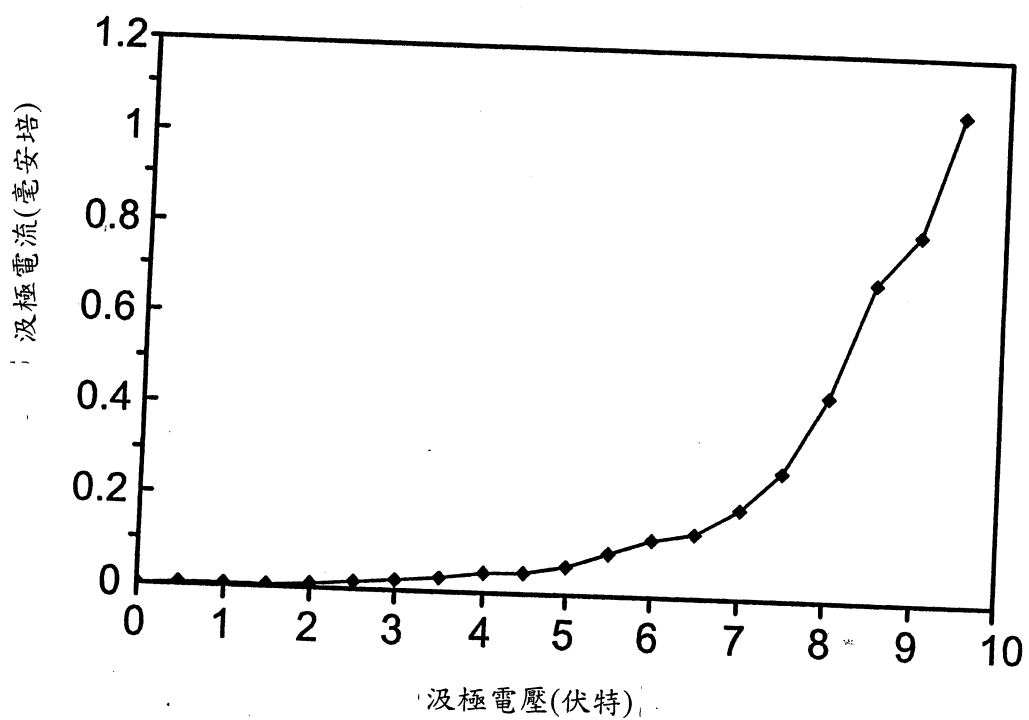


圖 4

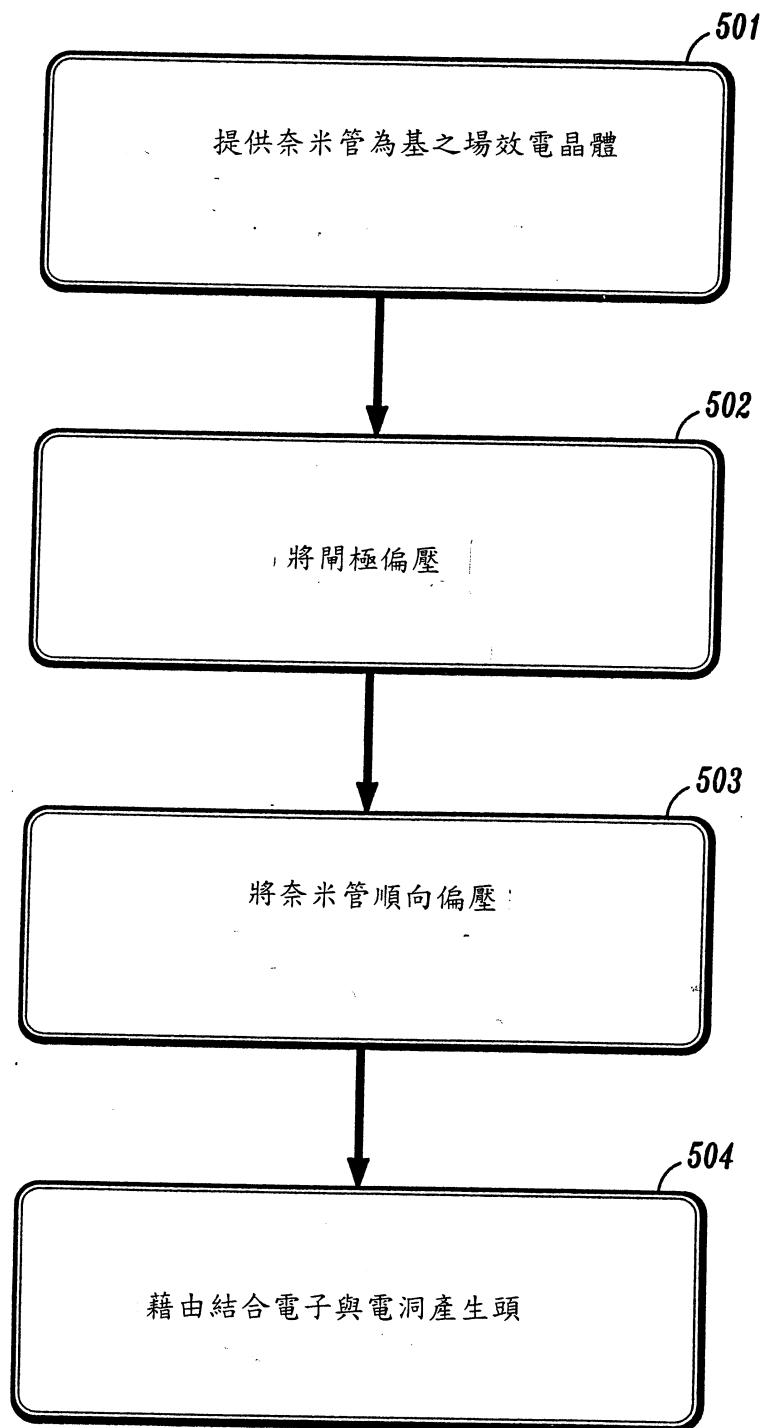


圖 5

95年10月17日修(更)正本

公告本
發明專利說明書

I284912

中文說明書替換本(95年10月)

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92117821

※申請日期：92.6.30

※IPC分類：H01J 37/073

壹、發明名稱：(中文/英文)

分子發光系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR MOLECULAR OPTICAL EMISSION

貳、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商萬國商業機器公司

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

代表人：(中文/英文)

傑拉德 羅森賽

GERALD ROSENTHAL

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州阿蒙市新果園路

NEW ORCHARD ROAD, ARMONK, NEW YORK 10504, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

參、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1.菲登 安佛斯

PHAEDON AVOURIS

2.理察 馬特爾

RICHARD MARTEL

3.詹姆斯 A. 麥史威奇

JAMES A. MISEWICH

4.詹姆斯 曾成新

JAMES CHEN-HSIANG TSANG

住居所地址：(中文/英文)

1.美國紐約州約克湯亥斯市晨景大道 1673 號

1673 MORNINGVIEW DRIVE, YORKTOWN HEIGHTS, NEW
YORK 10598, U.S.A.

2.美國紐約州皮克史奇歐市狄菲街 329 號

329 DEPEW STREET, PEEKSKILL, NEW YORK 10566, U.S.A.

3.美國紐約州皮克史奇歐市希摩路 1200 號

1200 SEYMOUR LANE, PEEKSKILL, NEW YORK 10566, U.S.A.

4.美國紐約州白原市日落大道 45 號

45 SUNSET DRIVE, WHITE PLAINS, NEW YORK 10604, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

1.美國 U.S.A.

2.加拿大 CANADA

3.美國 U.S.A.

4.美國 U.S.A.

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 美國；2002年09月26日；10/255,351

2.

3.

4.

5.

主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002年09月26日；10/255,351

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明與發光裝置(LED)有關，尤其與奈米碳管LED有關。

【先前技術】

在經濟考量下，在晶圓上之光電結構整合上已推動多時。但為具備近來光電能帶隙結構之建構上之進展所呈現之獨特機會之優點，奈米級裝置需可於電流驅動及光激發時發光。習知基於矽之半導體光電結構需直接帶隙材料或微多孔矽之整合，以提供光源，兩者均具高技術挑戰而尚未實現。

故對分子級裝置而言，需可電氣感應發光，其中該裝置可與矽技術相容。

【發明內容】

依本發明之一具體實施例，一種發光裝置，包括一閘極；一包括供電氣激勵發光之分子之通道，其中該分子係沉積於該閘極之一有效範圍內；一耦合至該通道之第一端，將電子射入該通道中之源極；及一耦合至該通道之第二端，將電洞射入該通道中之汲極。

該分子係一奈米碳管及一硼氮化物奈米管之一。

該閘極係於一基板內形成。該閘極係一基板。

該分子大致上為雙極。該分子係一整流奈米碳管。該分子係單壁奈米管及多壁奈米管之一。

一電荷密度約介於 10^8 安培/平方公分與 10^9 安培/平方公分間。一汲極電壓約為一閘極電壓之兩倍，及該源極近乎

為接地電位。

該分子大致上未摻雜。該分子之該第一端為n摻雜。

該通道包括一沉積於該基板上之分子，以供電氣激勵發光之用。該通道包括沉積於該基板上之至少兩分子，以供電氣激勵發光之用。

依本發明之一具體實施例，一種產生光線之方法包括提供一場效電晶體，其包括一源極、一汲極、一閘極與一包括一供電氣激勵發光用之分子之通道，該分子具一直徑，適於產生所要波長之光線。該方法進一步包括以一閘極電壓將該閘極偏壓；藉由施加一電壓於該源極與該汲極間而將該通道順向偏壓；及結合一電子與一電洞，其中該結合產生該所要波長之光線。

該通道係一奈米碳管與一硼氮化物奈米管之一。

該閘極電壓與施加於該汲極之電壓產生一跨越該通道之電荷密度，適於導致自該通道之發光。

該所要波長之光線係一包含紅外與可見光之光譜中之一部份。

該方法進一步包括以n摻雜物摻雜該通道之一第一部份，其中該通道之該第一部份鄰近於該源極。

該通道包括一沉積於該基板上之分子，以供電氣激勵發光之用。該通道包括沉積於該基板上之至少兩分子，以供電氣激勵發光之用。

一種發光裝置，包括一供電氣激勵發光用之分子之通道，其中該分子包括於該分子內構成一p-n接面之n型部與p型

部；

一耦合至該分子之該p型部，將電子射入該分子中之源極；及一耦合至該分子之該n型部，將電洞射入該分子中之源極。

該分子係一奈米碳管與一硼氮化物奈米管之一。

該分子為順向偏壓。該分子係本質p型，及該分子之一端係化學n摻雜，以形成該n型部。

依本發明之一具體實施例，一種產生光線之方法包括提供一具雙端子裝置，其包括一源極、一汲極、一閘極與一包括一供電氣激勵發光用之分子之通道，其中該分子包含於該分子內構成一p-n接面之n型部與p型部，其中該分子具一直徑，適於產生所要波長之光線。該方法進一步包括藉由施加一電壓於該源極與該汲極間而將該分子順向偏壓，其中該源極耦合至該p型部，該汲極則耦合至該n型部；及結合一電子與一電洞，其中該結合產生該所要波長之光線。

該分子係一奈米碳管與一硼氮化物奈米管之一。

【實施方式】

依本發明之一具體實施例，一種具有感應之順向偏壓p-n接面之場效單分子裝置可電氣感應發光。可自單一之一維分子發射，例如奈米碳管或硼氮化物奈米管，提供高等級供電氣泵發光裝置之用。

參閱圖1A，一種裝置包括一閘極101，例如矽基板。該閘極可於該基板內形成，或者該閘極可為圖1B所示基板。該裝置進一步包括一閘極氧化物102，諸如矽氧化物層或鋁氧

化物層，其上可沉積奈米碳管103。奈米碳管103係在閘極101之有效範圍內，使得閘極可電氣激勵奈米碳管103，以產生例如100奈米之發光。奈米碳管103可為例如具有賦予半導特徵之對掌性之單壁奈米碳管。除奈米碳管外亦可採用。源極104與汲極105係於奈米碳管103之相對端處形成。可將罩106，諸如矽氧化物，沉積於裝置上。

奈米碳管分子可為單壁或多壁。多壁奈米管具有一系列之同心奈米管圓柱。單壁與多壁奈米管兩者均可為金屬或半導體，端視對掌性而定(亦即保角幾何)。金屬奈米管可攜載具定電阻率之高電流密度。半導奈米管可如場效電晶體(FET)般電氣開關。兩種類型均可共價結合(共享電子)。

可自以分子系統為基之奈米碳管達成發光，其係經由p-n接面之順向偏壓為之，其中電洞與電子係跨越空間電荷區射入。在空間電荷區中之過多電洞與電子之結合會造成發光，此與習知直接能帶隙半導體發光二極體相同。但依本發明之一具體實施例，p與n區係單一分子之相對端，與先前包含聚合或有機膜與晶體之工作成對比。

參閱圖2，可藉由選擇性摻雜而於單一分子中產生p與n區。例如可將本質p型奈米碳管分子103置於源極104與汲極105間。利用微影技術，例如電子束微影於分子之一端施加光罩201。接著可摻雜暴露端。摻雜本質p型分子之暴露端，俾於暴露區中產生n型區，例如藉由鉀摻雜。故接著將分子內產生之p-n接面順向偏壓，以產生結合輻射。

依本發明之一具體實施例，以發光裝置為基之奈米管可

為二維 p-n 裝置或三端子裝置。參閱圖 2，可形成之二端子 p-n 裝置包括一源極 104 與一汲極 105，其中奈米管 103 係化學摻雜。二維裝置不包括閘極，故可採用化學摻雜之奈米管產生 p-n 接面。為產生光線，可跨越分子 103 施加偏壓，其中將負端子耦合至分子之 n 型端，並將正端子耦合至分子之 p 型端。三端子裝置包括一源極 104、一汲極 105 與一閘極 101，奈米管 103 可為化學未摻雜，或為化學摻雜以強化場摻雜。

參閱圖 3，顯現雙極行為之單一分子 300 位於場效結構中之汲極 301 與源極 302 間。接著以介於汲極 301 與源極 302 電壓間之閘極電壓值將該結構偏壓。閘極電場使得電洞射入奈米管之一端，因而呈現 p 摻雜，或者使得電子射入奈米管之另一端，因而呈現 n 摻雜。由於閘極電場在分子末端處之正負相反，故分子之一側為 p 摻雜 (h⁺)，分子之另一側則為 n 摻雜 (e⁻)。由於 p 摻雜區係在具較高電壓側，故分子中產生之 p-n 接面為順向偏壓。在此方式中，於單一分子中產生之順向偏壓之 p-n 接面，導致電流產生結合輻射 (hν)。結合輻射係沿奈米管體，於圖 3 所示之 p 與 n 區之區域中發生。

已利用奈米碳管建構原型發光裝置。此範例採用上述第一具體實施例。原型裝置包括在一場效結構中之單一奈米碳管 (見圖 1)。此裝置顯現雙極電氣傳導率。

在裝置之端子處之電壓可隨氧化物之厚度而大小增減。源極電壓近乎 0 (例如 +/- 1/2 伏特)，汲極電壓為閘極電壓之兩倍。例如已藉由將源極接地而自裝置觀察到發光，對 100

奈米閘極厚度而言，將閘極固定為+5伏特，並將+10伏特偏壓加諸於汲極。電荷密度可介於 10^8 安培/平方公分與 10^9 安培/平方公分間，但此可隨裝置參數與幾何外型而變。熟悉此技藝者在本揭示之指引下應知，裝置之操作電壓可視裝置參數與幾何外型而定。例如較薄之閘極氧化物係表以較低閘極電壓操作。接近源極處之奈米管因場效摻雜而為n摻雜。接近汲極處之奈米管上具相反電場，故在此區中之奈米管為p摻雜。在圖4中，當汲極電壓自0至+10伏特變化，且閘極電壓為+5伏特而源極接地時，所繪汲極電流為汲極電壓之函數。

當裝置在順向偏壓接面模式下操作時，可見到發光。所發射者為紅外線，正如同自奈米碳管之小能帶隙所期。由於半導體奈米管級之能帶隙為 $1/d$ ，其中 d 為管之直徑，裝置之發射可自紅外線至可見光範圍內調整。

參閱圖5，一種用以產生光線之方法包括提供一種場效電晶體，其包括一源極、一汲極、一閘極，與直徑適於產生所要波長501之光線之奈米碳管通道。可以約為正5伏特502之電壓將該閘極偏壓，而可藉由施加約為正10伏特之電壓至汲極503將奈米碳管通道順向偏壓。電子與電洞之結合產生所要波長504之光線。奈米管可用以產生光線，其中一部份光譜包含依奈米管之直徑之紅外與可見光。

此裝置之一優點在於可自單一分子觀察到電氣感應發光。此外，載子射入此分子裝置具高效率，因為奈米管中之一維靜電效應而具薄蕭特基(Schottky)障壁，例如在接點處

之穿隧速率高，即使接點之費米能階(Fermi-level)位於能帶隙中央亦然。在此一維系統中之奈米管蕭特基障壁可達成之性質，受電流及高射入速率限制不大，其在發射時具較高效率為佳。因此，此接點設計無需在光源情況下常見之具非對稱射入之接點之特定設計。

已描述可電氣感應發光之分子級裝置之較佳具體實施例，注意熟悉此技藝者在上述教導之指引下，即可施行改良與變化。因此了解可在隨附之申請專利範圍界定之本發明之範疇與精神下，對所揭本發明之特殊具體實施例做變化。如此已詳細描述本發明，尤其是專利法所需部分，均在隨附之申請專利範圍之專利書之聲稱與保護下。

【圖式簡單說明】

圖1A與1B係依本發明之一具體實施例之分子發光裝置圖；

圖2係依本發明之一具體實施例之分子發光裝置圖；

圖3係依本發明之一具體實施例之奈米管圖；

圖4係依本發明之一具體實施例之汲極電流對汲極電壓圖；及

圖5係依本發明之一具體實施例之方法之流程圖。

【圖式代表符號說明】

- 101 閘極
- 102 閘極氧化物
- 103 奈米碳管
- 104 源極

I284912

105	汲極
106	罩
201	光罩
300	單一分子
301	汲極
302	源極

伍、中文發明摘要：

本發明揭示一種發光裝置，包括一閘極；一包括供電氣激勵發光之分子之通道，其中該分子係沉積於該閘極之一有效範圍內；一耦合至該通道之第一端，將電子射入該通道中之源極；及一耦合至該通道之第二端，將電洞射入該通道中之汲極。

陸、英文發明摘要：

A light emitting device comprises a gate electrode, a channel comprising a molecule for electrically stimulated optical emission, wherein the molecule is disposed within an effective range of the gate electrode, a source coupled to a first end of the channel injecting electrons into the channel, and a drain coupled to a second end of the channel injecting holes into the channel.

拾、申請專利範圍：

1. 一種發光裝置，包括：
 - 一閘極；
 - 一包括供電氣激勵發光之分子之通道，其中該分子係沉積於該閘極之一有效範圍內；
 - 一耦合至該通道之第一端，將電子射入該通道中之源極；及
 - 一耦合至該通道之第二端，將電洞射入該通道中之汲極。
2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該分子係一奈米碳管及一硼氮化物奈米管之一。
3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該閘極係於一基板內形成。
4. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該閘極係一基板。
5. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該分子大致上為雙極。
6. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該分子係一整流奈米碳管。
7. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該分子係單壁奈米管及多壁奈米管之一。
8. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中一電荷密度約介於 10^8 安培/平方公分與 10^9 安培/平方公分間。
9. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中一汲極電壓約為一閘極電壓之兩倍，及該源極近乎為接地電位。
10. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該分子大致上未摻雜。

11. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該分子之該第一端為n摻雜。
12. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該通道包括一沉積於該基板上之分子，以供電氣激勵發光之用。
13. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該通道包括沉積於該基板上之至少兩分子，以供電氣激勵發光之用。
14. 一種產生光線之方法，包括步驟：
 - 提供一場效電晶體，其包括一源極、一汲極、一閘極與一包括一供電氣激勵發光用之分子之通道，該分子具一直徑，適於產生所要波長之光線；
 - 以一閘極電壓將該閘極偏壓；
 - 藉由施加一電壓於該源極與該汲極間而將該通道順向偏壓；及
 - 結合一電子與一電洞，其中該結合產生該所要波長之光線。
15. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該通道係一奈米碳管與一硼氮化物奈米管之一。
16. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該閘極電壓與施加於該汲極之電壓產生一跨越該通道之電荷密度，適於導致自該通道之發光。
17. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該所要波長之光線係一包含紅外與可見光之光譜中之一部份。
18. 如申請專利範圍第14項之方法，進一步包括以n摻雜物摻雜該通道之一第一部份之步驟，其中該通道之該第一部

份鄰近於該源極。

19. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該通道包括一沉積於該基板上之分子，以供電氣激勵發光之用。
20. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該通道包括沉積於該基板上之至少兩分子，以供電氣激勵發光之用。
21. 一種發光裝置，包括：
 - 一包括一供電氣激勵發光用之分子之通道，其中該分子包括於該分子內構成一p-n接面之n型部與p型部；
 - 一耦合至該分子之該n型部，將電子射入該分子中之源極；及
 - 一耦合至該分子之該p型部，將電洞射入該分子中之源極。
22. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中該分子係一奈米碳管與一硼氮化物奈米管之一。
23. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中該分子為順向偏壓。
24. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中該分子係本質p型，及該分子之一端係化學n摻雜，以形成該n型部。
25. 一種產生光線之方法，包括步驟：
 - 提供一具雙端子裝置，其包括一源極、一汲極、一閘極與一包括一供電氣激勵發光用之分子之通道，其中該分子包含於該分子內構成一p-n接面之n型部與p型部，該分子具一直徑，適於產生所要波長之光線；
 - 藉由施加一電壓於該源極與該汲極間而將該分子順向偏壓，其中該源極耦合至該n型部，該汲極則耦合至該p

型部；及

結合一電子與一電洞，其中該結合產生該所要波長之光線。

26. 如申請專利範圍第25項之方法，其中該分子係一奈米碳管與一硼氮化物奈米管之一。

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1A) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

101	閘極
102	閘極氧化物
103	奈米碳管
104	源極
105	汲極
106	罩

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：