



(21) 申請案號：103138803

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 07 日

(51) Int. Cl. : H01L51/52 (2006.01)

H01L51/56 (2006.01)

(30) 優先權：2013/12/26 美國

61/920,792

2014/10/21 美國

14/519,773

(71) 申請人：片片堅俄亥俄州工業公司 (美國) PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (US)

美國

(72) 發明人：巴漢達瑞 艾伯辛那 BHANDARI, ABHINAV (US)；布海 哈瑞 BUHAY, HARRY

(US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 37 頁

(54) 名稱

具有光提取電極之有機發光二極體

ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE WITH LIGHT EXTRACTING ELECTRODE

(57) 摘要

一種有機發光二極體(10)包含一基板(20)、一第一電極(12)、一發射主動堆(14)及一第二電極(18)。該第一電極及該第二電極(12, 18)之至少一者係具有一金屬層(28)之一光提取電極(26)。該金屬層(28)包含在該金屬層(28)上及/或其中之光散射特徵部(29)。該光提取特徵部(29)增加自該有機發光二極體(10)之光提取。

An organic light emitting diode (10) includes a substrate (20), a first electrode (12), an emissive active stack (14), and a second electrode (18). At least one of the first and second electrodes (12, 18) is a light extracting electrode (26) having a metallic layer (28). The metallic layer (28) includes light scattering features (29) on and/or in the metallic layer (28). The light extracting features (29) increase light extraction from the organic light emitting diode (10).

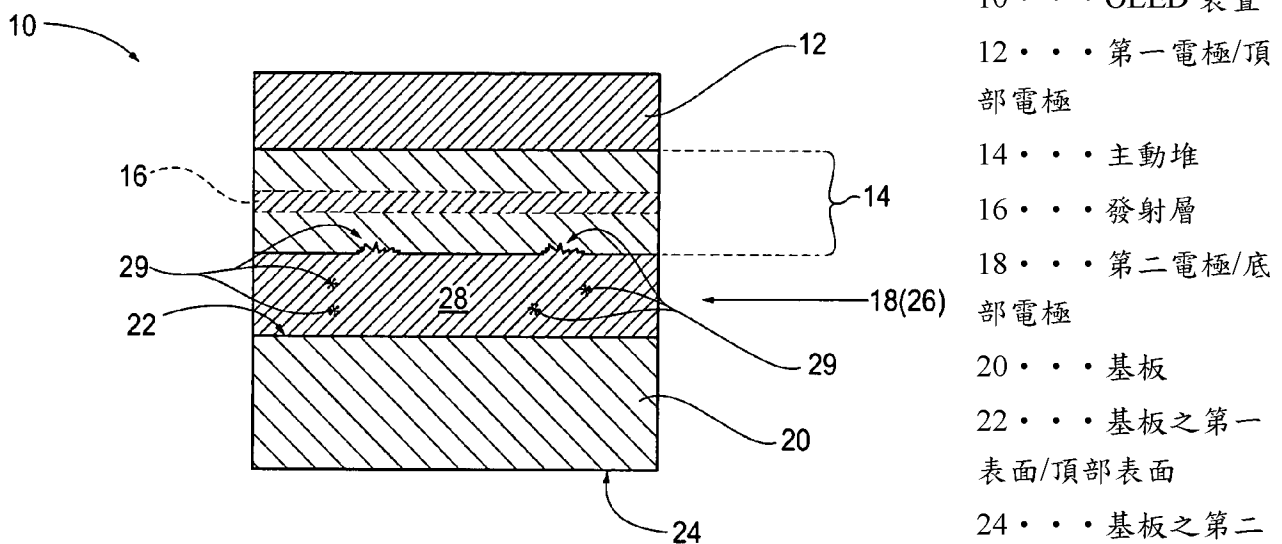


圖1

- 10 . . . OLED 裝置
- 12 . . . 第一電極/頂部電極
- 14 . . . 主動堆
- 16 . . . 發射層
- 18 . . . 第二電極/底部電極
- 20 . . . 基板
- 22 . . . 基板之第一表面/頂部表面
- 24 . . . 基板之第二表面/底部表面
- 26 . . . 光提取電極

28 . . . 金屬層

29 . . . 光散射特徵  
部

## 發明摘要

※ 申請案號： 103138803

※ 申請日：

103.11.7

※IPC 分類：H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

具有光提取電極之有機發光二極體

ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE WITH LIGHT EXTRACTING  
ELECTRODE

## 【中文】

一種有機發光二極體(10)包含一基板(20)、一第一電極(12)、一發射主動堆(14)及一第二電極(18)。該第一電極及該第二電極(12, 18)之至少一者係具有一金屬層(28)之一光提取電極(26)。該金屬層(28)包含在該金屬層(28)上及/或其中之光散射特徵部(29)。該光提取特徵部(29)增加自該有機發光二極體(10)之光提取。

## 【英文】

An organic light emitting diode (10) includes a substrate (20), a first electrode (12), an emissive active stack (14), and a second electrode (18). At least one of the first and second electrodes (12, 18) is a light extracting electrode (26) having a metallic layer (28). The metallic layer (28) includes light scattering features (29) on and/or in the metallic layer (28). The light extracting features (29) increase light extraction from the organic light emitting diode (10):

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（1）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

10	OLED 裝置
12	第一電極/頂部電極
14	主動堆
16	發射層
18	第二電極/底部電極
20	基板
22	基板之第一表面/頂部表面
24	基板之第二表面/底部表面
26	光提取電極
28	金屬層
29	光散射特徵部

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

具有光提取電極之有機發光二極體

**ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE WITH LIGHT  
EXTRACTING ELECTRODE**

## 【政府支援通知】

【0001】 本發明係根據能源部授予之合同 DE-EE-0003209 利用政府支援進行。美國政府在本發明中可具有特定權益。

## 【技術領域】

【0002】 本發明大致係關於有機發光二極體 (OLED)，且更特定言之係關於一種具有增強發光屬性之導電電極的有機發光二極體。

## 【技術考量】

【0003】 一種有機發光二極體 (OLED) 係一種具有響應於施加電流而發射電磁輻射 (諸如可見光) 之發射層的裝置。發射層位於兩個電極 (陽極與陰極) 之間。當電流在陽極與陰極之間行進時 (即，通過發射層)，發射層發射電磁能量。OLED 用於許多應用中，諸如電視螢幕、電腦監視器、行動電話、個人數位助理 (PDA)、手錶、燈具及各種其他電子裝置。

【0004】 OLED 提供優於習知無機裝置的許多優點，諸如用於顯示器及白熾燈或緊湊型螢光燈 (CLF) 及其他照明應用中之液晶。例如，OLED 在無需背光的情況下發揮作用。在低環境光中，諸如暗室中，OLED 螢幕可實現比習知液晶顯示器更高之對比度。OLED 亦比液晶顯示器更薄、更輕且更撓曲。與白熾燈或緊湊型螢光燈相比較，OLED 需要較少能量來操作並且能夠提供成本節省。

【0005】 然而，OLED 裝置之一缺點在於未從 OLED 裝置發射由發射層產生的大量電磁能量。所產生之電磁能量之大部分歸因於電磁輻射在 OLED 裝置之各層之界面處之反射所造成的「光波導效應」而陷留在 OLED 裝置內。在典型的 OLED 照明裝置中，從發射層發射之約 80% 可見光歸因於此光波導效應而陷留在 OLED 裝置中。因此，由發射層產生之光之僅約

20%實際上被 OLED 裝置發射。

【0006】 與習知 OLED 裝置相比，有利的是提供一種其中從 OLED 裝置發射由發射層生成之更多電磁輻射的 OLED 裝置。例如，有利的是提供一種方法來減少 OLED 裝置之至少一層中之光波導效應以增加 OLED 發射。亦有利的的是提供一種製作具有減少之光波導效應之 OLED 裝置的方法，以促進自 OLED 裝置之增加的電磁發射。

### 【發明內容】

【0007】 將在以下編號條款中描述本發明之態樣：

【0008】 條款 1：一種有機發光二極體，其包括：基板；第一電極；發射主動堆；及第二電極。第一電極及第二電極之至少一者為包括金屬層之光提取電極。金屬層在金屬層上及/或中包括光散射特徵部。

【0009】 條款 2：如條款第 1 項之有機發光二極體，其中光散射特徵部選自由凸出物、樹突、裂紋、空隙、與金屬層不同密度之區，以及與金屬層不同化學成分之區組成組成之組。

【0010】 條款 3：如條款第 1 或 2 項之有機發光二極體，其中光散射特徵部包括凸出物。

【0011】 條款 4：如條款第 1-3 項任一項之有機發光二極體，其中光散射特徵部包括凸出物，該等凸出物具有 5 nm 至 100 nm 之範圍的高度，諸如 10 nm 至 80 nm、諸如 20 nm 至 60 nm、諸如 30 nm 至 60 nm，諸如 30 nm 至 50 nm。

【0012】 條款 5. 如條款第 1-4 項任一項之有機發光二極體，其中光散射特徵部包括凸出物，且其中凸出物之至少一部分具有 5 nm 之最小高度，諸如 10 nm、諸如 15 nm、諸如 20 nm、諸如 25 nm、諸如 30 nm、諸如 35 nm、諸如 40 nm、諸如 50 nm。

【0013】 條款 6：如條款第 1-5 項任一項之有機發光二極體，其中光散射特徵部包括凸出物，且其中凸出物之至少一些具有 100 nm 之最大高度，諸如 90 nm、諸如 80 nm、諸如 70 nm、諸如 60 nm、諸如 55 nm、諸如 50 nm、諸如 45 nm、諸如 40 nm。

【0014】 條款 7：如條款第 1-6 項任一項之有機發光二極體，其中光

散射特徵部之至少一些為樹突狀。

【0015】 條款 8：如條款第 7 項之有機發光二極體，其中樹突狀光散射特徵部之至少一些具有 10 微米至 50 微米之範圍內的直徑，諸如 10 微米至 40 微米、諸如 20 微米至 40 微米、諸如 30 微米至 40 微米。

【0016】 條款 9：如條款第 1-8 項任一項之有機發光二極體，其中金屬層包括選自由鉑、銻、鐵、鈮、鋁、金、銅、銀及其混合物及/或合金組成之組之至少一個金屬。

【0017】 條款 10：如條款第 1-9 項任一項之有機發光二極體，其中金屬層包括金屬銀。

【0018】 條款 11：如條款第 1-10 項任一項之有機發光二極體，其中光提取電極為多層結構，該多層結構包括具有光散射特徵部之金屬層。

【0019】 條款 12：如條款第 1-11 項任一項之有機發光二極體，其中光提取電極為陽極。

【0020】 條款 13：如條款第 1-12 項任一項之有機發光二極體，其中第二電極是透明的。

【0021】 條款 14：如條款第 1-13 項任一項之有機發光二極體，其中第二電極比第一電極更接近基板。

【0022】 條款 15：如條款第 1-14 項任一項之有機發光二極體，其包括位於金屬層與基板之間的底層。

【0023】 條款 16：如條款第 15 項之有機發光二極體，其中底層包括選自由矽、鈦、鋁、銦、磷、鉛、銻、鋅、銻、鉛、銻、錫及其合金及混合物組成之組的一或多個金屬氧化物材料。

【0024】 條款 17：如條款第 15 或 16 項之有機發光二極體，其中底層選自由均質層、梯度層及多層結構組成之組。

【0025】 條款 18：如條款第 15-17 項任一項之有機發光二極體，其中底層包括氧化鋅層及錫酸鋅層之至少一者。

【0026】 條款 19：如條款第 15-18 項任一項之有機發光二極體，其中底層包括在錫酸鋅層上方之氧化鋅層。

【0027】 條款 20：如條款第 1-19 項任一項之有機發光二極體，其包

括在金屬層上方之基層。

【0028】 條款 21：如條款第 20 項之有機發光二極體，其中基層包括選自由鈦、矽、二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、鎳-鉻合金、銦、鋁、矽鋁合金、含鈷鉻合金及其混合物組成之組的材料。

【0029】 條款 22：如條款第 20 或 21 項任一項之有機發光二極體，其中基層包括鈦。

【0030】 條款 23：如條款第 1-22 項任一項之有機發光二極體，其包含在金屬層上方之頂部層。

【0031】 條款 24：如條款第 23 項之有機發光二極體，其中頂部層包括選自由鋅、錫、銦、鋁、矽、銻及其混合物之氧化物組成之組的至少一氧化物材料。

【0032】 條款 25：如條款第 23 或 24 項之有機發光二極體，其中頂部層包括錫酸鋅。

【0033】 條款 26：如條款第 23 或 24 項之有機發光二極體，其中頂部層包括二氧化矽及氧化鋁之混合物。

【0034】 條款 27：如條款第 23 或 24 項之有機發光二極體，其中頂部層包括選自由銻錫氧化物、鋁鋅氧化物及銻鋅氧化物組成之組之導電層。

【0035】 條款 28：如條款第 1-27 項任一項之有機發光二極體，其中第一電極為選自鋇、鈣及鎂組成之組的陰極。

【0036】 條款 29：如條款第 1-28 項任一項之有機發光二極體，其中第一電極係不透明及/或反射性的。

【0037】 條款 30：如條款第 1-29 項任一項之有機發光二極體，其中基板包括玻璃。

【0038】 條款 31：如條款第 1-30 項任一項之有機發光二極體，其中光提取電極具有  $1 \Omega/\square$  至  $20 \Omega/\square$  之範圍內的薄層電阻 諸如  $1 \Omega/\square$  至  $15 \Omega/\square$ 、諸如  $1 \Omega/\square$  至  $10 \Omega/\square$ 、諸如  $1 \Omega/\square$  至  $8 \Omega/\square$ 、諸如  $2 \Omega/\square$  至  $8 \Omega/\square$ 、諸如  $4 \Omega/\square$  至  $8 \Omega/\square$ 。

【0039】 條款 32：如條款第 1-31 項任一項之有機發光二極體，其中光提取電極具有 50% 至 97% 之範圍內的可見光透射率，諸如 70% 至 95%、

諸如 75%至 95%、諸如 80%至 95%、諸如 85%至 95%、諸如 88%至 95%、諸如 90%至 95%。

【0040】 條款 33：如條款第 1-32 項任一項之有機發光二極體，其中光提取電極具有 0.5%至 10%的霧度，諸如 1%至 10%、諸如 1%至 8%。

【0041】 條款 34：如條款第 1-33 項任一項之有機發光二極體，其中光提取電極具有 5 nm 至 60 nm 之範圍內的均方根表面粗糙度，諸如 25 nm 至 60 nm、諸如 40 nm 至 60 nm、諸如 50 nm 至 60 nm。

【0042】 條款 35：如條款第 1-34 項任一項之有機發光二極體，其中基板包括玻璃，其中第一電極為陰極，其中光提取電極為陽極，其中光散射特徵部包括自基板之第一表面延伸的凸出物，且其中凸出物之至少一些具有 20 nm 至 60 nm 之範圍內的高度。

【0043】 條款 36：如條款第 1-35 項任一項之有機發光二極體，其中基板包括玻璃，其中第一電極為陰極，其中第一電極係不透明及/或反射性的，其中光提取電極為陽極，其中陽極比第一電極更接近基板，其中金屬層包括金屬銀，其中光散射特徵部包括從基板之第一表面延伸的凸出物，且其中凸出物之至少一些具有 20 nm 至 60 nm 之範圍內的高度。

【0044】 條款 37：如條款第 35 或 36 項之有機發光二極體，其包含位於金屬層與基板之間的底層，其中底層包括在錫酸鋅層上方之氧化鋅層。

【0045】 條款 38：如條款第 35-37 項任一項之有機發光二極體，其包含在金屬層上方之基層，其中基層包括鈦。

【0046】 條款 39：如條款第 35-38 項任一項之有機發光二極體，其包含在金屬層上方之頂部層，其中頂部層選自由錫酸鋅、二氧化矽及氧化鋁之混合物、銻錫氧化物、鋁鋅氧化物及銻鋅氧化物組成之組。

【0047】 條款 40：一種製作有機發光二極體的方法，該方法包括：提供第一電極、發射主動堆，以及在基板上方之第二電極。第一電極及第二電極之至少一者為包括金屬層之光提取電極。金屬層包括在金屬層上及/或中之光散射特徵部。

【0048】 條款 41：如條款第 40 項之方法，其中光散射特徵部選自由凸出物、樹突、裂紋、空隙、與金屬層不同密度之區，以及與金屬層不同

化學成分之區組成之組。

【0049】 條款 42：如條款第 40 或 41 項之方法，其中光散射特徵部包括凸出物。

【0050】 條款 43：如條款第 40-42 項任一項之方法，其中光散射特徵部包括凸出物，該等凸出物具有 5 nm 至 100 nm 之範圍內的高度，諸如 10 nm 至 80 nm、諸如 20 nm 至 60 nm、諸如 30 nm 至 60 nm、諸如 30 nm 至 50 nm。

【0051】 條款 44：如條款第 40-43 項任一項之方法，其中光散射特徵部包括凸出物，且其中凸出物之至少一些具有 5 nm 之最低高度，諸如 10 nm、諸如 15 nm、諸如 20 nm、諸如 25 nm、諸如 30 nm、諸如 35 nm、諸如 40 nm、諸如 50 nm。

【0052】 條款 45：如條款第 40-44 項任一項之方法，其中凸出物之至少一些具有 100 nm 之最大高度，諸如 90 nm、諸如 80 nm、諸如 70 nm、諸如 60 nm、諸如 55 nm、諸如 50 nm、諸如 45 nm、諸如 40 nm。

【0053】 條款 46：如條款第 40-45 項任一項之方法，其中光散射特徵部之至少一些為樹突狀。

【0054】 條款 47：如條款第 46 項之方法，其中樹突狀光散射特徵部之至少一些具有 10 微米至 50 微米之範圍內的直徑，諸如 10 微米至 40 微米、諸如 20 微米至 40 微米、諸如 30 微米至 40 微米。

【0055】 條款 48：如條款第 40-47 項任一項之方法，其中光提取電極為陽極。

【0056】 條款 49：如條款第 40-48 項任一項之方法，其中光散射特徵部由選自由以下項之至少一程序提供：將金屬層暴露至氧；加熱金屬層；將金屬層暴露至雷射；將金屬層暴露至氧電漿處理；以及摻雜金屬層。

【0057】 條款 50：如條款第 40-49 項任一項之方法，其包含將金屬層暴露至氧達 1 分鐘至 20 分鐘之範圍內的時間段，諸如 1 分鐘至 10 分鐘、諸如 1 分鐘至 5 分鐘、諸如 3 分鐘至 5 分鐘、諸如 3 分鐘至 4.5 分鐘。

【0058】 條款 51：如條款第 40-50 項任一項之方法，包括將金屬層加熱至 400°C 至 1000°C 之範圍內的溫度，諸如 500°C 至 900°C、諸如 600°C

至 800°C、諸如 700°C 至 800°C、諸如 700°C 至 750°C。

【0059】 條款 52：如條款第 40-51 項任一項之方法，包括用選自由銅、鋁及鋅組成之組之摻雜物摻雜金屬層。

【0060】 條款 53：如條款第 40-52 項任一項之方法，其包括將第二電極定位成比第一電極更接近基板。

【0061】 條款 54：如條款第 40-53 項任一項之方法，其包含在金屬層與基板之間提供底層。

【0062】 條款 55：如條款第 54 項之方法，其中底層包括氧化鋅層及錫酸鋅層之至少一者。

【0063】 條款 56：如條款第 40-55 項任一項之方法，其包含在金屬層上方提供基層。

【0064】 條款 57：如條款第 56 項之方法，其中基層包含鈦。

【0065】 條款 58：如條款第 40-57 項任一項之方法，其包含在金屬層上方提供頂部層。

【0066】 條款 59：如條款第 58 項之方法，其中頂部層選自由錫酸鋅、二氧化矽及氧化鋁之混合物、銻錫氧化物、鋁鋅氧化物、銻鋅氧化物及其混合物組成之組。

【0067】 條款 60：如條款第 40-59 項任一項之方法，其中金屬層包括銀。

【0068】 條款 61：一種光提取電極，其包括：金屬層，其中金屬層在金屬層上及/或中包括光散射特徵部。

【0069】 條款 62：如條款第 61 項之光提取電極，其中光散射特徵部選自由凸出物、樹突、裂紋、空隙、與金屬層不同密度之區，以及與金屬層不同化學成分之區組成之組。

【0070】 條款 63：如條款第 61 或 62 項之光提取電極，其中光散射特徵部包括凸出物。

【0071】 條款 64：如條款第 61-63 項任一項之光提取電極，其中光散射特徵部包括凸出物，該等凸出物具有 10 nm 至 80 nm 之範圍內的高度，諸如 20 nm 至 60 nm、諸如 30 nm 至 60 nm、諸如 30 nm 至 50 nm。

【0072】 條款 65：如條款第 61-64 項任一項之光提取電極，其中光散射特徵部包括凸出物，且其中該等凸出物之至少一些具有 5 nm 之最低高度，諸如 10 nm、諸如 15 nm、諸如 20 nm、諸如 25 nm、諸如 30 nm、諸如 35 nm、諸如 40 nm、諸如 50 nm。

【0073】 條款 66：如條款第 61-65 項任一項之光提取電極，其中光散射特徵部包括凸出物，且其中該等凸出物之至少一些具有 100 nm 之最大高度，諸如 90 nm、諸如 80 nm、諸如 70 nm、諸如 60 nm、諸如 55 nm、諸如 50 nm、諸如 45 nm、諸如 40 nm。

【0074】 條款 67：如條款第 61-66 項任一項之光提取電極，其中光散射特徵部之至少一些為樹突狀。

【0075】 條款 68：如條款第 67 項之光提取電極，其中樹突狀光散射特徵部之至少一些具有 10 微米至 50 微米之範圍內的直徑，諸如 10 微米至 40 微米、諸如 20 微米至 40 微米、諸如 30 微米至 40 微米。

【0076】 條款 69：如條款第 61-67 項任一項之光提取電極，其中金屬層包括至選自由鉑、銥、鐵、鈮、鋁、金、銅、銀及其混合物及/或合金組成之組的至少一金屬。

【0077】 條款 70：如條款第 61-69 項任一項之光提取電極，其中金屬層包括金屬銀。

【0078】 條款 71：如條款第 61-70 項任一項之光提取電極，其中光提取電極為多層結構，該多層結構包括具有光散射特徵部之金屬層。

【0079】 條款 72：如條款第 61-71 項任一項之光提取電極，其包含包括一或多個金屬氧化物材料之底層，該一或多個金屬氧化物材料選自由矽、鈦、鋁、銦、磷、鉛、銻、鋅、銻、鉛、銻、錫及其合金與混合物之氧化物組成之組。

【0080】 條款 73：如條款第 72 項之光提取電極，其中底層包括氧化鋅層及錫酸鋅層之至少一者。

【0081】 條款 74：如條款第 72 或 73 項之光提取電極，其中底層包括在錫酸鋅層上方之氧化鋅。

【0082】 條款 75：如條款第 61-74 項任一項之光提取電極，其包含

在金屬層上方之基層，其中基層包括選自由鈦、矽、二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、鎳-鉻合金、鋯、鋁、矽鋁合金、含鈷鉻合金及其混合物組成之組。

【0083】 條款 76：如條款第 75 項之光提取電極，其中基層包括鈦。

【0084】 條款 77：如條款第 61-76 項任一項之光提取電極，其在金屬層上方包含頂部層。

【0085】 條款 78：如條款第 77 項之光提取電極，其中頂部層包括選自由鋅、錫、鋯、鋁、矽、銦及其混合物之氧化物之組的至少一氧化物材料。

【0086】 條款 79：如條款第 77-78 項任一項之光提取電極，其中頂部層包括錫酸鋅。

【0087】 條款 80：如條款第 77 或 78 項之光提取電極，其中頂部層包括二氧化矽及氧化鋁之混合物。

【0088】 條款 81：如條款第 77 或 78 項之光提取電極，其中頂部層包括選自由銦錫氧化物、鋁鋅氧化物及銦鋅氧化物組成之組的導電層。

【0089】 條款 82：一種如條款第 1-39 項任一項之有機發光二極體在顯示裝置尤其是選自由以下項組成之組之顯示裝置中的使用：電腦監視器、電腦螢幕、行動電話、電視螢幕、個人數位助理、手錶以及照明裝置。

【0090】 條款 83：一種如條款第 61 至 81 項任一項之光提取電極在 OLED 裝置中的使用。

【0091】 條款 84：一種如條款第 61 至 81 項任一項之光提取電極在在顯示裝置尤其是選自由以下項組成之組之顯示裝置中的使用：電腦監視器、電腦螢幕、行動電話、電視螢幕、個人數位助理、手錶以及照明裝置。

#### 【圖式簡單說明】

【0092】 圖 1 係說明併入本發明之光散射電極之本發明之 OLED 裝置的側視截面圖；

【0093】 圖 2 係併入額外選用層之圖 1 之 OLED 裝置的側視截面圖；

【0094】 圖 3 係加熱後（實例 1 之）樣品 1c 的顯微圖；

【0095】 圖 4 係圖 3 之樣品 1c 之三維原子力顯微圖（50 微米乘 50

微米)；

【0096】 圖 5 係三個月後圖 3 之樣品 1c 的顯微圖；

【0097】 圖 6 係圖 5 之樣品 1c 的二維原子力顯微圖 (50 微米乘 50 微米)；

【0098】 圖 7 係加熱後樣品 7c (來自實例 2) 的顯微圖；

【0099】 圖 8 係圖 7 之樣品 7c 的二維原子力顯微圖 (50 微米乘 50 微米)；且

【00100】 圖 9 係圖 7 之樣品 7c 的三維原子力顯微圖 (50 微米乘 50 微米)。

### 【實施例】

【00101】 如本文所用，空間或方向術語，諸如「左」、「右」、「內部」、「外部」、「上面」、「下面」及類似術語如其在附圖所示般涉及本發明。應理解，本發明可假定各種替代定向，且因此，此類術語不應被理解為有所限制。本說明書及申請專利範圍中所使用之所有數字應理解為在所有情況下由術語「約」修飾。本文揭示之所有範圍應理解為涵蓋開始範圍值及結束範圍值及其中之任何與所有子範圍。本文提出之範圍表示超過指定範圍之平均值。本文所引用之所有文件應視為全部內容「以引用之方式併入」。

【00102】 術語「膜」指的是具有所希望或選擇之成分的塗層區。「層」包括一或多個「膜」。「塗層」或「堆」包括一或多個「層」。術語「有機材料」包含聚合物以及小分子有機材料，諸如用於製作有機光電子裝置之材料。術語「上方」意指「上」或「上面」。術語「聚合物」或「聚合」包含低聚物、均聚物、共聚物及三元共聚物。術語「可見光」意指波長範圍為 380 nm 至 780 nm 之電磁能量。術語「紅外輻射」意指波長範圍大於 780 nm 至 100,000 nm 之電磁能量。術語「紫外輻射」意指波長範圍為 100 nm 至小於 380 nm 之電磁能量。

【00103】 為了以下討論之目的，本發明將參考底部發射 OLED 裝置。然而，應理解，本發明不限於搭配使用底部發射 OLED 裝置，但是可以頂部發射 OLED 裝置且在亦以其他領域中之裝置實踐，例如，太陽能電池，諸如光伏打薄膜太陽能電池。

【00104】 本發明包括本發明之任何組合之以下態樣、由該等態樣組成、或基本上由該等態樣組成。在本文之單獨圖式中本發明之各個態樣僅為說明性的。然而，應了解，此僅是為了便於說明與討論。在本發明之實踐中，一個圖式所示之本發明之一或多個態樣可組合一或多個其他圖式所示之本發明之一或多個態樣。

【00105】 基本 OLED 裝置 (OLED) 10 併入圖 1 所示之本發明之特徵部。OLED 裝置 10 包含第一電極 (例如，頂部電極) 12、併入電致發光發射層 16 之主動堆 14、第二電極 (例如，底部電極) 18 及基板 20。基板 20 具有第一表面 22 (例如，頂部表面) 及第二表面 24 (例如，底部表面)。發射層 16 可包含電致發光發射有機材料。

【00106】 為了以下討論之目的，將 OLED 10 描述為底部發光 OLED。第一電極 12 將被視為「陰極」且第二電極 18 將視為「陽極」。然而，此僅是為了便於描述本發明，且不應被視為限制性。電極之位置可顛倒，諸如用於頂部發光 OLED。熟悉此項技術者將了解習知 OLED 裝置之一般結構及操作，且因此不再贅述。

【00107】 在本發明之實踐中且如下文所述，第一及第二電極 12、18 之至少一者為併入本發明之一或多個態樣之光提取電極 26。光提取電極 26 可為併入一或多個光提取特徵部 29 之單一金屬層 28，下文將更詳細描述。光提取電極 26 亦可為併入至少一個金屬層 28 及一或多個選用層之多層結構，下文將更詳細描述。

【00108】 在以下討論中，將相對於第二電極 18 (例如陽極) 描述光提取電極 26。為了便於討論，光提取電極 26 (例如陽極) 在本文將被稱為「電極」(或「陽極」)，而不管光提取電極 26 為單一金屬層 28 或為包含金屬層 28 以及存在用於除電子傳輸之外之功能之一或多個額外選用層的多層結構。OLED 之第一及第二電極 12、18 之二者可為透明的或者一個電極可為透明的且另一個電極可為不透明的 (例如，反射性的)。對於底部發射 OLED，第二電極 18 (最接近基板 20) 較佳對所產生之電磁輻射為透明的。

【00109】 如本文中使用的，「透明」意指在一或多個希望波長下對電磁輻射至少 50% 之透射率 (例如，在 550 奈米 (nm) 之波長下之可見光透射

率)，諸如至少 60%、諸如至少 70%、諸如至少 80%、諸如至少 90%、諸如至少 95%。如本文中使用的「不透明」意指在一或多個希望波長下對電磁輻射至多 50% 之透射率（諸如在 550 nm 之波長下之可見光透射率），諸如小於 40%、諸如小於 30%、諸如小於 20%、諸如小於 10%、諸如小於 5%、諸如 0%。如本文中使用的「反射性」意指主動堆 14 產生之電磁能量之至少一部分被電極反射。

**【00110】** 用於陰極（例如在所示實例中之第一電極 12）之適當材料實例包含金屬，諸如鋇、鈣及鎂。陰極通常具有低功函。對於其中光發射僅來自或主要來自裝置 10 之底部之 OLED（通過裝置 10 之基板側），第一電極 12 可為不透明及/或反射性的。例如，第一電極 12 可反射或至少部分反射主動堆 14 產生之光之至少一部分。第一電極 12 可反射至少 20%，諸如至少 30%、諸如至少 40%、諸如至少 50%、諸如至少 60%、諸如至少 70%、諸如至少 80%、諸如至少 90% 之具有 550nm 波長的電磁能量。第一電極 12 可為具有高導電率之相對厚反射金屬層。或者，若希望從裝置 10 之頂部發出，則第一電極 12 可為透明的。

**【00111】** 主動層 14 可包含任何習知發射層 16。適於發射層 16 之材料實例包含小分子，諸如有機金屬螯合物（例如，Alq<sub>3</sub>）、螢光及磷光染料、及共軛樹枝狀聚合物。適當材料之進一步實例包含三苯胺、二萘嵌苯、紅螢烯、喹吡啶。或者，可使用電致發光聚合材料。導電聚合物之實例包含聚（對亞苯基乙烯）及聚芴。亦可使用磷光材料。此種材料之實例包含聚合物，諸如聚（n-乙基噁唑），其中添加諸如銻錯合物之有機金屬錯合物作為摻雜劑。

**【00112】** 對於底部發射 OLED，基板 20 較佳為透明的。基板 20 之適當材料實例包含玻璃，諸如習知鈉鈣矽酸鹽玻璃，諸如浮法玻璃。對於諸如燈具之應用，基板 20 在 550 奈米（nm）之參考波長及 3.2 mm 之參考厚度下具有高可見光透射率。「高可見光透射率」意指至少 85% 的可見光透射率（在 550 nm 之參考波長及 3.2 mm 之參考厚度下），諸如至少 87%、諸如至少 90%、諸如至少 91%、諸如至少 92%、諸如至少 93%、諸如至少 95%。

**【00113】** 可用於本發明之玻璃的實例包含 Starphire®、Solarphire®，

Solarphire®PV，及 CLEAR™ 玻璃，均購自賓夕法尼亞州匹茲堡市 PPG Industries, Inc。

【00114】 基板 20 可具有任何希望的厚度，諸如在 0.5 mm 至 10 mm 的範圍內 諸如 1 mm 至 10 mm 諸如 1 mm 至 4 mm 諸如 2 mm 至 3.2 mm。

【00115】 如圖 1 所示，光提取電極 26 可為或者可包含具有增加光提取電極 26 之霧度（即，光散射）之光散射特徵部 29 的金屬層 28。

【00116】 適於金屬層 28 之材料實例包含金屬鉑、銻、鐵、鈮、鋁、金、銅、銀及/或其混合物及/或合金。在較佳態樣中，金屬層 28 為金屬銀或者包括金屬銀。

【00117】 光散射特徵部 29 位於金屬層 28 中且及/或金屬層 28 之表面上。光散射特徵部 29 係金屬層 28 的一部分或被併入金屬層 28 中。光散射特徵部 29 並非沈積在金屬層 28 上之單獨塗層或層的一部分。

【00118】 光散射特徵部 29 之實例包含缺陷及/或樹突。「樹突」或「樹突狀」意指金屬層 28 中或上的分支、樹形特徵部。例如，樹突可為晶體或結晶塊體。「缺陷」意指金屬層 28 上及/或中散射電磁輻射之點/或區及/或區域。缺陷之實例包含自金屬層表面延伸之凸出物、金屬層 28 中及/或上形成之裂紋或空隙、金屬層 28 中及/或上之不同密度區，以及金屬層 28 上中及/或上之不同化學成分之區域。光散射特徵部 29 之存在使電磁能量散射且幫助減少上述波導效應。

【00119】 例如，樹突可具有 10 微米至 50 微米之範圍內的直徑，諸如 10 微米至 40 微米、諸如 20 微米至 40 微米、諸如 30 微米至 40 微米。例如，樹突可具有 30 微米至 35 微米之範圍內的平均直徑。

【00120】 例如，樹突及/或缺陷可包括從金屬層 28 之表面（例如上表面 22）向上延伸的凸出物。例如，凸出物之至少一些可具有 10 nm 至 80 nm 的範圍內的高度（相對於金屬層 28 之表面），諸如 20 nm 至 60 nm、諸如 30 nm 至 60 nm、諸如 30 nm 至 50 nm。例如，凸出物之至少一些可具有 30 nm 至 50 nm 之高度。

【00121】 例如，凸出物之至少一些可具有 5 nm 之最小高度，諸如 10 nm、諸如 15 nm，諸如 20 nm、諸如 25 nm、諸如 30 nm、諸如 35 nm、諸

如 40、諸如 50 nm。

【00122】 例如，凸出物之至少一些可具有 100 nm 之最大高度，諸如 90 nm、諸如 80 nm、諸如 70 nm、諸如 60 nm、諸如 55 nm、諸如 50 nm、諸如 45 nm、諸如 40 nm。

【00123】 圖 2 說明額外選用層，其一或多者可被併入光提取電極 26 中。此等額外選用層將描述為「電極」之部分，即使可存在一或多個選用層用於除電子傳輸之外之功能。

【00124】 光提取電極 26 可併入位於金屬層 28 與基板 20 之頂部表面 22 之間之選用底層 30。

【00125】 底層 30 可為均質層、梯度層且/或可包含複數個層或膜。「均質層」意指其中材料隨機分佈在塗層各處之層。「梯度層」意指具有兩個或多個組分之層，其中該等組分之濃度隨著離基板之距離變化而連續變化（或階式）。

【00126】 底層 30 可包含一或多個金屬氧化物材料。適於底層 30 之氧化物材料實例包含矽、鈦、鋁、銦、磷、鉛、鋯、鋅、鈹、鉛、銻、錫、及其合金及混合物的氧化物。

【00127】 例如，底層 30 可包括至少二氧化矽及二氧化鈦的混合物。例如，底層 30 可包括二氧化矽、二氧化鈦及磷氧化物的混合物。

【00128】 底層 30 可具有 10 nm 之最小厚度 諸如 15 nm 諸如 20 nm、諸如 25 nm、諸如 30 nm、諸如 35 nm、諸如 40 nm、諸如 45 nm、諸如 50 nm、諸如 55 nm、諸如 60 nm、諸如 65 nm、諸如 70 nm、諸如 80 nm、諸如 90 nm、如 100 nm、諸如 110 nm、諸如 115 nm。

【00129】 底層 30 可具有 120 nm 的最大厚度，諸如 115 nm、諸如 110 nm、諸如 105 nm、諸如 100 nm、諸如 95 nm、諸如 90 nm、諸如 85 nm、諸如 80 nm、諸如 75 nm、諸如 70 nm、諸如 65 nm、諸如 60 nm、諸如 55 nm、諸如 50 nm、諸如 45 nm、諸如 40 nm、諸如 30 nm、諸如 25 nm、諸如 20 nm。

【00130】 在較佳態樣中，底層 30 具有 10 nm 至 120 nm 之範圍內的厚度，諸如 30 nm 至 80 nm、較佳 30 nm 至 80 nm、更佳 30 nm 至 70 nm。

【00131】 底層 30 可包含含鋅層，諸如併入鋅的氧化物。適當含鋅層

之實例包含氧化鋅層、包括鋅及錫組合之層、鋅合金氧化物層、鋅-錫合金氧化物層、錫酸鋅層及  $Zn_2SnO_4$ 。例如，含鋅層可包括氧化鋅層及錫酸鋅層之至少一者。

【00132】 可從鋅標靶沈積包含一或多個其他材料之含鋅層以改良標靶之濺射特性，以便增加鋅標靶的導電率。例如，鋅標靶可包含少量（例如，至多 10 重量%、諸如至多 5 重量%）材料以改良濺射。在此情況下，所得鋅氧化物層將包含少量百分比之添加材料的氧化物，例如，至多 10 重量%的材料氧化物，例如，至多 5 重量%的材料氧化物。從鋅標靶沈積具有至多 10 重量%之額外材料以增強鋅標靶之濺射特性之層在本文中稱為「鋅氧化物層」，即使可存在將少量的添加材料（例如，材料氧化物）。

【00133】 可被添加至鋅標靶以改良濺射之材料實例包含導電金屬。例如，所添加之材料可選自 Fe、Mn、Al、Ce、Sn、Sb、Hf、Zr、Ni、Bi、Ti、Co、Cr、Si 及其組合。

【00134】 在較佳態樣中，所添加之材料為錫。據信鋅標靶中之少量錫（例如，小於或等於 10 重量%，諸如小於或等於 5 重量%）會在主要鋅氧化物層中形成錫氧化物。如上文所討論，此一層將被稱為「鋅氧化物」層。

【00135】 底層 30 可包含或可為錫酸鋅層。「錫酸鋅」意指以下分子式之成分： $Zn_xSn_{1-x}O_{2-x}$ （分子式 1），其中「x」在大於 0 至小於 1 之範圍內變化。例如，「x」可大於 0 且可為大於 0 至小於 1 之間的任何分數或小數。錫酸鋅層具有占主要量之一或多個形式的分子式 1。

【00136】 在本發明之較佳態樣中， $x=2/3$ 。其中  $x=2/3$  之錫酸鋅層通常被稱為「 $Zn_2SnO_4$ 」。

【00137】 底層 30 可為多層結構，其具有沈積於基板 12 之頂部表面 22 之至少一部分上方之第一層 32 及沈積於第一層 32 上方之第二層 34。例如，第一層 32 可為金屬合金氧化物膜且第二層 34 可為金屬氧化物或氧化物混合物層。例如，第一層 32 可為鋅/錫合金氧化物。「鋅/錫合金氧化物」意指真實的合金以及氧化物混合物兩者。一種適當的金屬合金氧化物材料為錫酸鋅。在較佳態樣中，錫酸鋅為  $Zn_2SnO_4$ 。

【00138】 第二層 34 可為金屬氧化物層，諸如鋅氧化物（如上文所述具有或不具有錫氧化物）。在較佳態樣中，第一層 32 為錫酸鋅層且第二層 34 為鋅氧化物層。在更佳態樣中，第一層 32 為  $Zn_2SnO_4$  且第二層 34 為鋅氧化物（至多 10 重量%錫氧化物，諸如至多 5 重量%錫氧化物）。

【00139】 第一層 32 可具有 5 nm 的最小厚度 諸如 10 nm 諸如 15 nm、諸如 20 nm、諸如 25 nm、諸如 30 nm、諸如 35 nm、諸如 40 nm、諸如 45 nm、諸如 50 nm、諸如 55 nm。

【00140】 第一層 32 可具有 60 nm 的最大厚度，諸如 55 nm、諸如 50 nm、諸如 45 nm、諸如 40 nm、諸如 35 nm、諸如 30 nm、諸如 25 nm、諸如 20 nm、諸如 15 nm、諸如 10 nm。

【00141】 在較佳態樣中，第一層 32 具有 5 nm 至 60 nm 之範圍內的厚度，諸如 5 nm 至 50 nm、諸如 7.5 nm 至 35 nm、諸如 10 nm 至 25 nm、諸如 15 nm 至 25 nm、諸如 19.5 nm 至 25 nm、諸如 20 nm 至 25 nm、諸如 20 nm 至 22 nm。

【00142】 第二層 34 可具有 5 nm 的最小厚度，諸如 8 nm、如 10 nm、諸如 12 nm、諸如 14 nm、諸如 16 nm、諸如 18 nm。

【00143】 第二層 34 可具有 20 nm 的最大厚度，諸如 18 nm、諸如 16 nm、諸如 14 nm、諸如 12 nm、諸如 10 nm、諸如 8 nm、諸如 6 nm。

【00144】 在較佳態樣中，第二層 34 具有 5 nm 至 20 nm 之範圍內的厚度、諸如 7.5 nm 至 20 nm、諸如 10 nm 至 15 nm、諸如 10 nm 至 11 nm。

【00145】 選用基層 36 可提供在金屬層 28 上方。基層 38 可為單一膜或多個膜層。基層 38 可包含在沈積程序期間可犧牲之捕氧材料，以控制濺射程序期間或隨後之加熱程序期間金屬層 28 之降解或氧化。用於基層 38 之材料實例包含鈦、矽、二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、鎳-鉻合金（諸如 Inconel）、鋇、鋁、矽鋁合金、含鈷鉻合金（例如，Stellite®）及其混合物。

【00146】 例如，基層 36 可為或可包括鈦。

【00147】 基層 36 可具有 0.5 nm 至 5 nm 之範圍內的厚度 例如 0.5 nm 至 3 nm、例如 0.5 nm 至 1 nm、例如 0.5 至 0.6 nm。

【00148】 選用頂部層 38 可被提供在基層 36 上方（若存在）或在金

屬層 28 上方（若不存在基層 36）。頂部層 38 可為保護層以為下伏層提供機械或化學耐久性。

【00149】 頂部層 38 可包含一或多個金屬氧化物、矽氧化物、鋁氧化物、矽鋁酸鹽、氮化矽、碳化矽及矽碳氧化物。適於頂部層 38 之材料實例包含銦、鋅、錫、鋁、矽及其混合物及/或合金的氧化物之一或多者。例如，頂部層 38 可包含鋅及錫。例如，頂部層 38 可為鋅氧化物及錫氧化物及/或鋅及錫之合金的混合物，諸如錫酸鋅）。

【00150】 例如，頂部層 38 可為包括 0 重量%至 100 重量%氧化鋁及/或 0 重量%至 100 重量%二氧化矽及/或 0 重量%至 100 重量%氧化銦的單一塗層。例如，頂部層 38 可包含二氧化矽及氧化鋁，具有例如 1 重量%至 99 重量%二氧化矽及 99 重量%至 1 重量%氧化鋁，諸如至少 40 重量%二氧化矽及 60 重量%或更少的氧化鋁、諸如至少 70 重量%二氧化矽及 30 重量%或更少的氧化鋁、諸如至少 75 重量%二氧化矽、諸如至少 80 重量%二氧化矽、諸如至少 85 重量%二氧化矽。在一個非限制性態樣中，頂部層 38 包括 85 重量%二氧化矽及 15 重量%氧化鋁。在另一非限制性態樣中，頂部層 38 包括 40 重量%二氧化矽及 60 重量%氧化鋁。在另一非限制性態樣，頂部層 38 包含二氧化矽及氧化鋁的混合物。

【00151】 頂部層 38 可具有 0.5 nm 的最小厚度，諸如 0.6 nm、諸如 1 nm、諸如 2 nm、諸如 5 nm、諸如 10 nm、諸如 20 nm、諸如 30 nm、諸如 40 nm、諸如 50 nm、諸如 60 nm、諸如 70 nm、諸如 75 nm、諸如 100 nm、諸如 110 nm、諸如 120 nm、諸如 150 nm、諸如 200 nm、諸如 250 nm、諸如 300 nm、諸如 500 nm、諸如 700 nm、諸如 1,000 nm、諸如 2,000、諸如 3,000 nm。

【00152】 頂部層 38 可具有 5,000 的最大厚度，諸如 3,000 nm、諸如 2,000、諸如 1,000 nm、諸如 500 nm、諸如 300 nm、諸如 200 nm、諸如 150 nm、諸如 100 nm，諸如 90 nm、諸如 80 nm。

【00153】 在較佳態樣中，頂部層 38 具有 0.5 nm 至 5,000 nm 之範圍內的厚度，諸如 0.5 nm 至 3,000 nm、諸如 0.5 nm 至 2,000 nm、諸如 0.5 nm 至 1,000 nm、諸如 1 nm 至 500 nm、諸如 2 nm 至 300 nm、諸如 5 nm 至 300

nm、諸如 50 nm 至 200 nm、諸如 50 nm 至 150 nm、諸如 50 nm 至 120 nm、諸如 60 nm 至 120 nm、諸如 70 nm 至 120 nm、諸如 70 nm 至 100 nm、諸如 70 nm 至 80 nm。

**【00154】** 在本發明之替代態樣中，頂部層 38 包括具有至少 40 重量% 二氧化矽的二氧化矽/氧化鋁混合物，諸如至少 50 重量% 二氧化矽、諸如至少 60 重量% 二氧化矽、諸如至少 70 重量% 二氧化矽、諸如至少 80 重量% 二氧化矽、諸如在 80 重量% 至 90 重量% 二氧化矽及 10 重量% 至 20 重量% 氧化鋁之範圍內、例如 85 重量% 二氧化矽及 15 重量% 氧化鋁。在此非限制性態樣中，頂部層 38 可具有大於 0 nm 至 2 微米之範圍內的厚度，諸如 0.5 nm 至 500 nm、諸如 5 nm 至 200 nm、諸如 10 nm 至 100 nm、諸如 30 nm 至 50 nm、諸如 35 nm 至 40 nm。在另一非限制性態樣中，頂部層 38 可具有大於 0 nm 至 1 微米之範圍內的厚度，諸如 0.5 nm 至 10 nm、諸如 10 nm 至 25 nm、諸如 10 nm 至 15 nm。

**【00155】** 選用底層 30、金屬層 28、選用基層 36 及選用頂部層 38 可藉由任何習知方法沈積，諸如習知化學氣相沈積 (CVD) 及/或物理氣相沈積 (PVD) 方法。CVD 程序之實例包含噴射熱解法。PVD 程序之實例包含電子束蒸鍍及真空濺射 (諸如磁控管濺射氣相沈積 (MSVD))。亦可使用其他塗布方法，如溶膠-凝膠沈積。該等層可藉由相同或不同的方法沈積。

**【00156】** 在選用態樣中，頂部層 38 可為導電層。適當導電材料之實例包含導電氧化物，諸如導電金屬氧化物。

**【00157】** 導電氧化物之特定實例包含氧化銦錫 (ITO)、氧化鋁鋅 (AZO) 或氧化銦鋅 (IZO)。頂部層 34 之導電屬性可有利於減少 OLED 的驅動電壓 10。

**【00158】** 光提取電極 26 (或金屬層 28) 可具有 1 歐姆每平方 ( $\Omega/\square$ ) 的最小薄層電阻，諸如 2  $\Omega/\square$ 、諸如 4  $\Omega/\square$ 、諸如 5  $\Omega/\square$ 、諸如 5.5  $\Omega/\square$ 、諸如 6  $\Omega/\square$ 、諸如 6.5  $\Omega/\square$ 、諸如 7  $\Omega/\square$ 、諸如 8  $\Omega/\square$ 、諸如 9  $\Omega/\square$ 、諸如 10  $\Omega/\square$ 、諸如 12  $\Omega/\square$ 、諸如 13  $\Omega/\square$ 、諸如 15  $\Omega/\square$ 、諸如 17  $\Omega/\square$ 、諸如 18  $\Omega/\square$ 、諸如 20  $\Omega/\square$ 、諸如 25  $\Omega/\square$ 、諸如 30  $\Omega/\square$ 、諸如 32  $\Omega/\square$ 、諸如 34  $\Omega/\square$ 、諸如 36  $\Omega/\square$ 、諸如 40  $\Omega/\square$ 、諸如 50  $\Omega/\square$ 、諸如 55  $\Omega/\square$ 、諸如 60  $\Omega/\square$ 。

【00159】 光提取電極 26 (或金屬層 28) 可具有 210  $\Omega/\square$  的最大薄層電阻, 諸如 200  $\Omega/\square$ 、諸如 175  $\Omega/\square$ 、諸如 150  $\Omega/\square$ 、諸如 125  $\Omega/\square$ 、諸如 100  $\Omega/\square$ 、諸如 75  $\Omega/\square$ 、諸如 50  $\Omega/\square$ 、諸如 30  $\Omega/\square$ 、諸如 20  $\Omega/\square$ 、諸如 15  $\Omega/\square$ 、諸如 13  $\Omega/\square$ 、諸如 10  $\Omega/\square$ 、諸如 8  $\Omega/\square$ 。

【00160】 在較佳態樣中, 光提取電極 26 (或金屬層 28) 具有 1  $\Omega/\square$  至 20  $\Omega/\square$  之範圍內的薄層電阻, 諸如 1  $\Omega/\square$  至 15  $\Omega/\square$ 、諸如 1  $\Omega/\square$  至 10  $\Omega/\square$ 、諸如 1  $\Omega/\square$  至 8  $\Omega/\square$ 、諸如 2  $\Omega/\square$  至 8  $\Omega/\square$ 、諸如 4  $\Omega/\square$  至 8  $\Omega/\square$ 。

【00161】 光提取電極 26 可具有 50% 的最小可見光透射率 (在 2 mm 厚度下), 諸如 60%、諸如 65%、諸如 70%、諸如 75%、諸如 78%、諸如 80%、諸如 83%、諸如 85%、諸如 90%、諸如 91%、諸如 92%、諸如 93%、諸如 95%。

【00162】 光提取電極 26 可具有 99% 的最大可見光透射率 (在 2 mm 的厚度下), 諸如 97%、諸如 96%、諸如 95%、諸如 93%、諸如 92%、諸如 91%、諸如 90%、諸如 85%、諸如 80%、諸如 70%、諸如 60%。

【00163】 在較佳態樣中, 光提取電極 26 具有 50% 至 97% 之範圍內的可見光透射率 (在 2mm 的厚度下), 諸如 70% 至 95%、諸如 75% 至 95%、諸如 80% 至 95%、諸如 85% 至 95%、諸如 88% 至 95%、諸如 90% 至 95%。

【00164】 光提取電極 26 可具有 0.04% 的最小霧度, 諸如 0.05%、諸如 0.07%、諸如 0.08%、諸如 0.1%、諸如 0.12%、諸如 0.15%、諸如 0.2%、諸如 0.3%、諸如 0.5%、諸如 0.8%、諸如 1%、諸如 1.5%、諸如 2%、諸如 3%、諸如 4%、如 5%、諸如 6%、諸如 7%、諸如 8%、諸如 9%、諸如 10%、諸如 12%、諸如 15%。

【00165】 光提取電極 26 可具有 20% 的最大霧度, 諸如 15%、諸如 12%、諸如 10%、諸如 9%、諸如 8%、諸如 7%、諸如 6%、諸如 5%、諸如 4%、諸如 3%、諸如 2%、諸如 1%。

【00166】 在較佳態樣中, 光提取電極 26 具有 0.5% 至 10% 之範圍內的霧度, 諸如 1% 至 10%、諸如 1% 至 8%。

【00167】 光提取電極 26 可具有 5 nm 的最小均方根 (RMS) 表面粗糙度, 諸如 6 nm、諸如 8 nm、諸如 10 nm、諸如 15 nm、諸如 20 nm、諸如

25 nm、諸如 30 nm、諸如 35 nm、諸如 40 nm、諸如 45 nm、諸如 47 nm、諸如 50 nm、諸如 52 nm、諸如 54 nm、諸如 55 nm。

【00168】 光提取電極 26 可具有 60 nm 的最大均方根表面粗糙度，諸如 55 nm、諸如 54 nm、諸如 50 nm、諸如 47 nm、諸如 45 nm、諸如 40 nm、諸如 35 nm、諸如 25 nm、諸如 20 nm、諸如 15 nm、如 10 nm。

【00169】 在較佳態樣中，光提取電極 26 具有 5 nm 至 60 nm 之範圍內的均方根表面粗糙度，諸如 25 nm 至 60 nm、諸如 40 nm 至 60 nm、諸如 50 nm 至 60 nm。

【00170】 金屬層 28 的光散射部 29 可由若干種方法提供。

【00171】 例如，在於基板 20 上形成金屬層 28 之後，金屬層 28 可暴露至氧。對於許多金屬，金屬與氧反應氧化以在金屬中或上形成缺陷。例如，此暴露至氧可在金屬層 28 上方形成選用頂部層 38 之程序期間發生或作為單個步驟。

【00172】 例如，金屬層 28 可暴露至氧（諸如暴露至環境大氣）達 1 分鐘至 20 分鐘之範圍內的時間段，諸如 1 分鐘至 10 分鐘、諸如 1 分鐘至 5 分鐘、諸如 3 分鐘至 5 分鐘、諸如 3 分鐘至 4.5 分鐘。

【00173】 在金屬層 28 中形成光散射特徵部 29（例如，霧度引發缺陷）之另一示例性方法為後加熱。「後加熱」意指在沈積金屬層 28 之後加熱基板 12 及金屬層 28。暴露或未暴露至氧之後加熱趨於氧化金屬層 28 之金屬以在金屬層中形成缺陷且/或增加金屬層 28 之霧度。

【00174】 例如，金屬層 28 可被加熱至 400°C 至 1000°C 之範圍內的溫度，諸如 500°C 至 900°C、諸如 600°C 至 800°C、諸如 700°C 至 800°C、諸如 700 至 750°C。

【00175】 金屬層 28 可加熱達 1 分鐘至 20 分鐘之範圍內的時間段，諸如 1 分鐘至 10 分鐘、諸如 1 分鐘至 5 分鐘、諸如 3 分鐘至 5 分鐘、諸如 3 分鐘至 4.5 分鐘。

【00176】 加熱可在習知爐中或在輸送爐中進行。例如，輸送爐可具有 2.5 cm/min 至 51cm/min 的輸送線速度，諸如 5 cm/min 至 38cm/min、諸如 5 cm/min 至 28 cm/min、諸如 5 cm/min 至 20 cm/min、諸如 10cm/min 至

20cm/min。

【00177】輸送爐可具有一或多個加熱室。例如，一或多個加熱室可具有 400°C 至 1000°C 之範圍內的溫度，諸如 500°C 至 800°C、諸如 500 °C 至 700°C、諸如 500°C 至 650°C、諸如 525°C 至 625°C。加熱室可具有相同或不同的溫度。

【00178】引發光散射特徵部 29 之另一示例性方法為將金屬層 28 暴露至雷射光束以在金屬層 28 中形成缺陷。例如，此可在施加選用頂部層 38 之前進行。缺陷可為藉由雷射在金屬層 28 中及/或上形成之裂紋或空隙。缺陷亦可為藉由將雷射聚焦在金屬層 28 之表面上或內部中之位置的不同密度之區域。

【00179】引發此等光散射特徵部 29 之另一個示例性方法為藉由將金屬層 28 暴露至氧電漿處理。氧電漿造成金屬層 28 之表面上之凸部。

【00180】引發光散射特徵部 29 之又一示例性方法為藉由用生成缺陷或另外增加金屬層 28 之霧度的摻雜物摻雜金屬層 28。此類摻雜物之實例包含銅、鋁及鋅。摻雜物可與金屬層 28 之金屬反應或與其組合或與其混合，以形成具有與金屬層 28 之剩餘者不同密度及/或不同成分的點或區。

【00181】應理解，上文所討論之選用層之所有者無需存在於 OLED10 中。可基於諸如成本、便於製造及 OLED 10 所希望之終端用途之此類考量視希望提供一或多個此等選用層。

【00182】現將特定參考圖 1 描述 OLED 裝置 10 之操作。

【00183】在操作期間，跨第一電極 12 與第二電極 18 施加電壓。電子流從陰極（例如，第一電極 12）流至陽極（例如，第二電極 18），且因此，通過發射層 16（及選用層，若存在）。此電流取決於發射層 16 之成分而造成發射層 16 發射所選波長或波長範圍之電磁輻射（諸如光）。由發射層 16 發射之光波行進進入第二電極 18 之金屬層 28 中。在習知 OLED 裝置中，進入第二電極 18 之大部分電磁輻射將因波導效應而陷留。然而，在本發明中，此電磁能量之至少一部分被光散射特徵部 29 散射。此散射造成光波更隨機地行進且干擾波導效應，得以增加經過金屬層 28 進入基板 20 且然後離開底部表面 24 之電磁能量的量。由金屬層 28 之光散射特徵部 29 造

成之光散射效應會增加 OLED 裝置 10 之整體光提取。

【00184】 以下實施例說明本發明的各個態樣。然而，應理解，本發明不限於此等特定態樣。

### 實施例

【00185】 在以下實例中，基板為購自 PPG Industries Ohio, Inc. 且具有 2 毫米 (mm) 之厚度的清透玻璃。可見光透射率 (T) 值及霧度 (Haze) 值為百分值且使用購自美國 BYK-Gardner 之 Haze-Gard Plus 霧度計量測。使用具有 5 英寸之標靶寬度及 60 英寸每分鐘之線速度之習知 Airco MSVD 塗佈機施加塗層「Zn90」意指具有 90 重量%鋅及 10 重量%錫之標靶「Al60」意指具有 60 重量%鋁及 40 重量%矽之標靶。「SnZn」意指具有 52.4 重量%鋅及 47.6 重量%錫之標靶 (以沈積  $Zn_2SnO_4$  層)。所有塗布機功率設定以千瓦 (Kw) 計。所有時間值以分鐘計。薄層電阻值以歐姆每正方形 ( $\Omega/\square$ ) 計。「O/R」意指值超出量測範圍之外。「--」符號意指值未量測。「M」意指百萬歐姆。對於以下實例，以特定塗層塗佈之基板之複製以塗層號後之小寫字母標示。例如，樣品 1a、1b、1c、1d 等標示用塗層 1 塗佈之複製玻璃基板。諸如凸出物之高度、表面粗糙度及樹突直徑之物理特性由習知原子力顯微鏡 (AFM) 判定。

#### 實例 1

【00186】 本實例說明具有含鋅氧化物 (含 10 重量%錫氧化物) 之底層/金屬銀導電層/60 重量%氧化鋁及 40 重量%二氧化矽之頂部層 (保護層) 的光散射電極結構。

【00187】 表 1 列示沈積期間之塗布機功率設定。基板在每個標靶下經受一遍。

表 1

塗層 #	Zn90	Ag	Al60	T	霧度
1	5	2	50	64.7	0.23
2	5	1.5	50	72.5	0.16
3	5	1	50	76.7	0.09
4	5	0.5	50	79.9	0.1
5	5	0.25	50	87.7	0.08

【00188】 在加熱之前 (預加熱) 量測所塗佈之基板之薄層電阻且接

著在 1300°F (704°C) 下於盒式爐中加熱達表 2 所列示之時間。在加熱後，允許塗佈之基板冷卻至室溫且接著再次量測薄層電阻、透射率及霧度（後加熱）。所得值示於表 2。

表 2  
薄層電阻 後加熱

樣品	時間	預加熱	後加熱	T	霧度
1a	3	15	6.5	73.4	4.69
1b	3.5	13.5	5.5	70.2	7.41
1c	4	14.4	5.7	68.9	8.71
1d	4.5	—	7.1	69.5	8.27
1e	5	—	6.2	66.7	9.2
2a	3	23.2	13	78.9	4.88
2b	3.5	23.6	13	77.6	6.7
2c	4	24.7	17.7	77.4	7.58
3a	3	65.5	223	79.9	2.46
3b	3.5	61.4	202	78.6	3.21
3c	4	61.7	206	75.5	3.62
4a	3	O/R	O/R	85	0.42
4b	3.5	O/R	O/R	87.1	0.44
4c	4	O/R	O/R	91	0.2
5a	3	0.6M	O/R	92.6	0.07
5b	3.5	10M	O/R	92.8	0.23
6c	4	14M	O/R	92.5	0.6

【00189】 圖 3 展示金屬層中/上之缺陷之樣品 1c (後加熱) 的顯微圖。圖 4 係圖 3 之樣品 1c 之三維原子力顯微圖 (50 微米乘 50 微米)。如可見，金屬層具有從金屬層之表面向上延伸之缺陷 (凸出物或點缺陷)。該等缺陷之至少一些具有 50 nm 的高度。對於圖 3 及圖 4 所示之樣品 1c，預加熱樣品具有 0.64 nm 之均方根 (RMS) 表面粗糙度。後加熱之後，樣品在缺陷與包括該等缺陷之 47.6 nm 之 RMS 表面粗糙度之間具有 3.97 之 RMS 粗糙度。在三個月後量測複製樣品 1c。圖 5 係三個月後複製樣品 1c 的顯微圖。圖 6 係圖 5 之複製樣品 1c 之二維原子力顯微圖 (50 微米乘 50 微米)。複製樣品 1c 具有 0.69 nm 之預加熱均方根 (RMS) 表面粗糙度及 57.3 nm 的後加熱 RMS 表面粗糙度。三個月後，樣品 1c 具有 80  $\Omega/\square$  的薄層電阻。

## 實例 2

【00190】 本實例說明具有含鋅氧化物 (含 10 重量%錫氧化物) 之底層/金屬銀導電層/含摻雜氧化銦 (IZO) 鋅之頂部層 (導電層) 的光散射電

極結構。

【00191】 表 3 列示沈積所列標靶期間之塗布機功率設定。用 Zn90 及 Ag 塗佈基板 1 遍且用 IZO 塗佈 2 遍。

表 3

塗層 #	Zn90	Ag	IZO	T	霧度
7	5	2	5	82.6	0.09
8	5	2.5	5	86.3	0.1
9	5	1	5	86.3	0.07
10	5	0.5	5	75.1	0.14
11	5	0.25	5	73.2	0.14

【00192】 在加熱之前（預加熱）量測所塗佈之基板之薄層電阻且接著在 1300°F（704°C）下於盒式爐中加熱達表 4 所列示之時間。在加熱後，允許塗佈之基板冷卻至室溫且接著再次量測薄層電阻、透射率及霧度（後加熱）。所得值示於表 4。

表 4

薄層電阻 後加熱

樣品	時間	預加熱	後加熱	T	霧度
7a	3	4.2	5.6	83.3	1.47
7b	3.5	4.4	8.4	83.1	2.07
7c	4	4	8.4	82.3	2.41
7d	4.5		11.8	80	2.96
8a	3	5.7	8.6	85	0.98
8b	3.5	5.7	10-12	84.5	1.3
8c	4	5.7	18-20	83.2	2.12
9a	3	9.3	32-36	82.9	0.87
9b	3.5	9.6	52-56	82.2	1.13
9c	4	10	170-220	78	2.23
10a	3	43	0.5M	78.1	0.62
10b	3.5	40.5	0.2M	78.6	0.25
10c	4	36	0.5M	78.3	0.38
11a	3	119	0.7M	77.4	0.37
11b	3.5	116.5	0.73M	79.3	1.15
11c	4	112	0.76M	78.9	2.61

【00193】 圖 7 係加熱後之樣品 7c 的顯微圖。圖 8 係圖 7 之樣品 7c 的二維原子力顯微圖（50 微米乘 50 微米）。圖 9 係圖 8 之樣品 7c 的三維原子力顯微圖（50 微米乘 50 微米）。缺陷係成形為具有分支之樹突。該等樹突具有從其中向上延伸之凸出物。凸出物之至少一些具有 40 nm 之高度。樣品 7c 具有 0.64 nm 之預加熱均方根（RMS）表面粗糙度。後加熱之後，樣品 7c 在缺陷與包括該等缺陷之 6.92 nm RMS 表面粗糙度之間具有 3.64

之 RMS 粗糙度。

### 實例 3

【00194】 本實例說明具有錫酸鋅 ( $Zn_2SnO_4$ ) 之底層/金屬銀層/鈦基層/含錫酸鋅 ( $Zn_2SnO_4$ ) 之頂部層的陽極結構。

【00195】 表 5 列示沈積所列標靶期間之塗布機功率設定。用 Ag 及 Ti 塗佈基板 1 遍且用錫酸鋅塗佈 4 遍 (用於底層及頂部層兩者)。

表 5

塗層 #	SnZn	Ag	Ti	SnZn	T	霧度
12	10	2	1.44	10	88.6	0.08
13	10	2.5	1.44	10	88.8	0.08
14	10	1	1.44	10	85.9	0.12
15	10	0.5	1.44	10	74.7	0.19
16	10	0.25	1.44	10	77.6	0.2
17	10	2	0	10	70.9	0.22

【00196】 在加熱之前 (預加熱) 量測所塗佈之基板之薄層電阻且接著在 1300°F (704°C) 下於盒式爐中加熱達表 6 所列示之時間。在加熱後, 允許塗佈之基板冷卻至室溫且接著再次量測薄層電阻、透射率及霧度 (後加熱)。所得值示於表 6 中。

表 6

薄層電阻                      後加熱

樣品	時間	預加熱	後加熱	T	霧度
12a	3	5.6	4.4	90.3	0.08
12b	3.5	6.1	4.9	90.3	0.07
12c	4	5.8	4.9	89.9	0.08
12d	5		4.9	89	0.15
12e	5.5		5.5	88.4	0.32
13	3	9.1	8.2	89.6	0.09
14	3.5	8.9	7.5	90	0.12
13c	4	8.4	7.9	89.3	0.09
13d	5		9.65	87	0.09
13e	5.5		9.5	86.3	0.21
15	3	16.5	18	85.7	0.13
16	3.5	15.8	17	85.8	0.17
14c	4	17.5	20.9	84	0.32
17	3	O/R	O/R	79.7	0.16
18	3.5	O/R	O/R	78.9	0.05
19	4	O/R	O/R	78.6	0.06
16a	3	O/R	O/R	79.5	0.13
16b	3.5	O/R	O/R	79.2	0.07
16c	4	O/R	O/R	79	0.04
17a	3	O/R	O/R	81.3	0.14
17b	3.5	O/R	O/R	80.2	0.06
17c	4	O/R	O/R	79.6	0.04

## 實例 4

【00197】 本實例說明使用帶式輸送器而非盒式爐用於樣品加熱。在具有五個加熱區的習知 Lindberg 熔爐中加熱所選塗層樣品之複製。區 1 具有 1130°F (610°C) 之溫度；區 2 具有 1155°F (624°C) 之溫度；區 3 具有 1155°F (624°C) 之溫度；區 4 具有 1155°F (624°C) 之溫度；且區 5 具有 1000°F (538°C) 之溫度。玻璃基板之預加熱值隨列示之塗層示於表 7 中。

表 7

塗層	T	霧度	薄層電阻
2	72.1	0.16	23.5
7	82.3	0.09	4.25
8	86	0.08	6.09
13	88.7	0.05	9.5

【00198】 接著在以表 8 所示之輸送線速度下在 Lindberg 熔爐中加熱所塗佈之玻璃基板之樣品。線速度以英寸每分鐘計 (釐米每分鐘)。樣品之後加熱值亦適於表 8 中。

表 8

樣品	線速度	T	霧度	薄層電阻
2f	11 (28)	76.8	5.85	12.3
2g	8 (20)	75.5	7.52	16.20
2h	6 (15)	75.9	7.62	24-30
2i	6 (15)	77.4	7.34	26.5
2j	4 (10)	74.8	7.89	19.5
2k	2 (5)	74.9	8.79	35.45
7e	8 (20)	81.1	2.23	12.2
8d	8 (20)	82.2	2.09	23.25
13f	8 (20)	88	0.14	10.5

【00199】 此項技術者將容易明白，可對本發明進行修改而不背離前述描述中揭示之概念。因此，本文詳細描述之特定態樣僅為說明性且不限於本發明之隨附申請專利範圍及其任何與所有等效物之全部寬度所給定之本發明之範疇。

## 【符號說明】

- 10            OLED 裝置
- 12            第一電極//頂部電極
- 14            主動堆

16	發射層
18	第二電極//底部電極
20	基板
22	基板之第一表面/頂部表面
24	基板之第二表面/底部表面
26	光提取電極
28	金屬層
29	光散射特徵部
30	底層
32	底層之第一層
34	底層之第二層

## 申請專利範圍

1. 一種有機發光二極體，其包括：
  - 一基板；
  - 一第一電極；
  - 一發射主動堆；及
  - 一第二電極，其中該第一電極及該第二電極之至少一者為包括一金屬層之一光提取電極，且其中該金屬層在該金屬層上及/或其中包括光散射特徵部。
2. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該等光散射特徵部選自由凸出物、樹突、裂紋、空隙、與該金屬層不同密度之區，以及與該金屬層不同化學成分之區組成之組。
3. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該等光散射特徵部包括凸出物。
4. 如申請專利範圍第 3 項之有機發光二極體，其中該等凸出物之至少一部分具有 10 nm 至 60 nm 之範圍的一高度。
5. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該等光散射特徵部之至少一部分為樹突狀。
6. 如申請專利範圍第 5 項之有機發光二極體，其中該等樹突狀光散射特徵部之至少一部分具有 10 微米至 50 微米之範圍內的一直徑。
7. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該金屬層包括金屬銀。
8. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該光提取電極為一多層結構，該多層結構包括具有該等光散射特徵部之該金屬層。
9. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該光提取電極為一陽極。
10. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其包含位於該金屬層與該基板之間的一底層。
11. 如申請專利範圍第 10 項之有機發光二極體，其中該底層包括一氧化鋅層及一錫酸鋅層之至少一者。
12. 如申請專利範圍第 10 項之有機發光二極體，其中該底層包括在一錫酸鋅層上方之一氧化鋅層。
13. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其包含在該金屬層上方之一

頂部層。

14. 如申請專利範圍第 13 項之有機發光二極體，其中該頂部層包括選自由鋅、錫、銦、鋁、矽、銻及其混合物之氧化物組成之組之至少一氧化物材料。
15. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該第一電極係不透明及/或反射性的。
16. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該基板包括玻璃，其中該第一電極為一陰極，其中該光提取電極為一陽極，其中該等光散射特徵部包括自該基板之一第一表面延伸之凸出物，且其中該等凸出物之至少一些具有 20 nm 至 60 nm 之範圍內的一高度。
17. 如申請專利範圍第 1 項之有機發光二極體，其中該基板包括玻璃，其中該第一電極為一陰極，其中該第一電極係不透明及/或反射性的，其中該光提取電極為一陽極，其中該陽極比該第一電極更接近該基板，其中該金屬層包括金屬銀，其中該等光散射特徵部包括自該基板之一第一表面延伸之凸出物，且其中該等凸出物之至少一部分具有 10 nm 至 60 nm 之範圍內的一高度。
18. 如申請專利範圍第 17 項之有機發光二極體，其包含位於該金屬層與該基板之間之一底層，其中該底層包括在一錫酸鋅層上方之一氧化鋅層，且包含在該金屬層上方之一頂部層，其中該頂部層包含選自由鋅、錫、銦、鋁、矽、銻及其混合物之氧化物組成之組之至少一氧化物材料。
19. 一種光提取電極，其包括：
  - 一金屬層，其中該金屬層包括在該金屬層上及/或其中之光散射特徵部，且其中該等光散射特徵部選自由凸出物、樹突、裂紋、空隙、與該金屬層不同密度之區，以及與該金屬層不同化學成分之區組成之組。
20. 一種製作一有機發光二極體之方法，其包括：
  - 提供一第一電極、一發射主動堆，以及在一基板上方之一第二電極，其中藉由選自以下項之至少一程序提供光散射特徵部：
  - 將該金屬層暴露於氧；
  - 加熱該金屬層；
  - 將該金屬層暴露於一雷射；

將該金屬層暴露於氧電漿處理；及  
摻雜該金屬層。

圖式

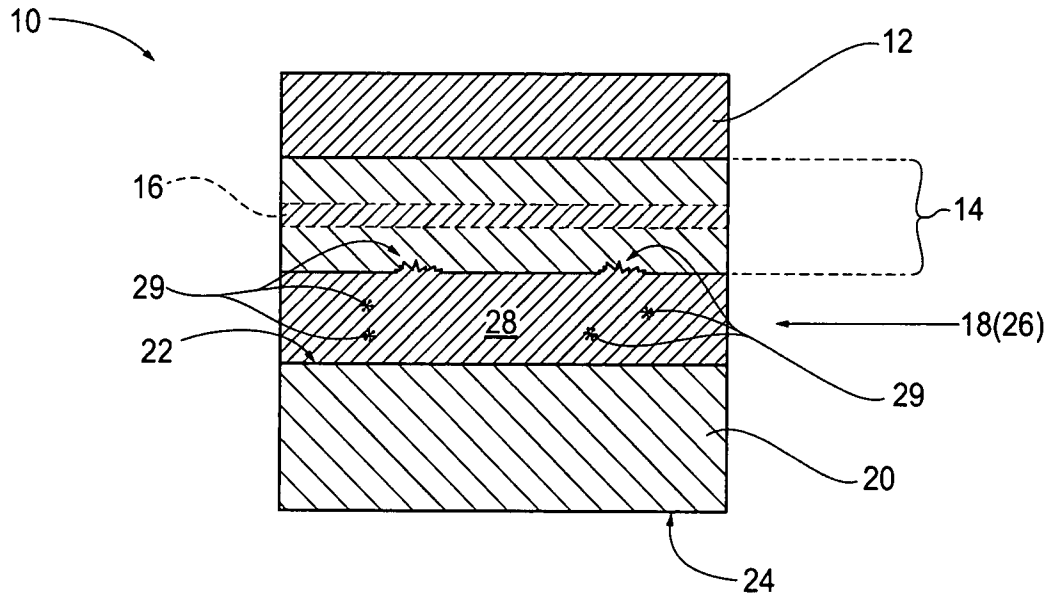


圖1

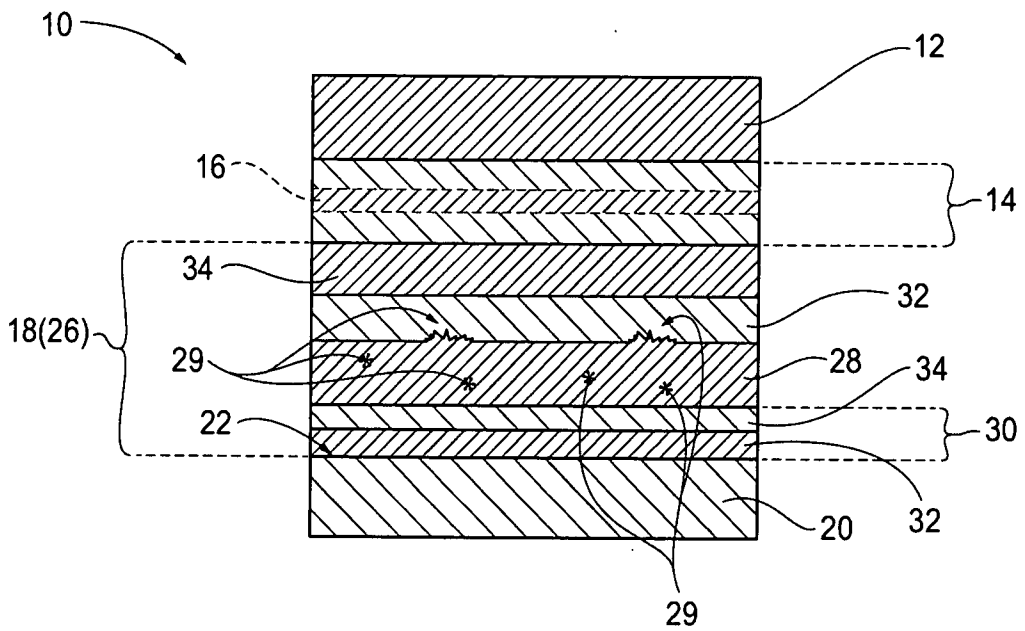


圖2

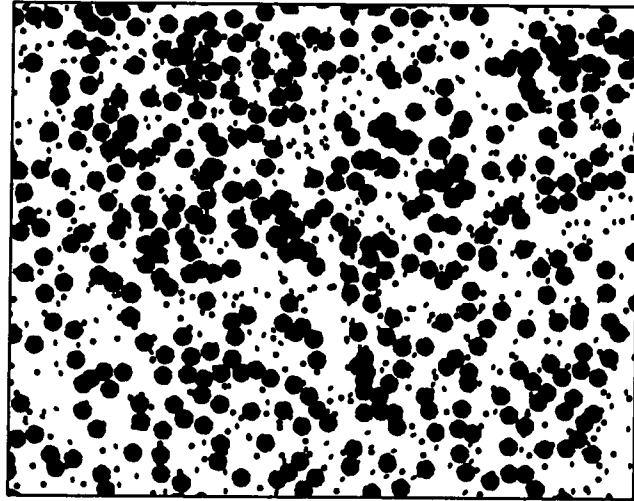


圖3

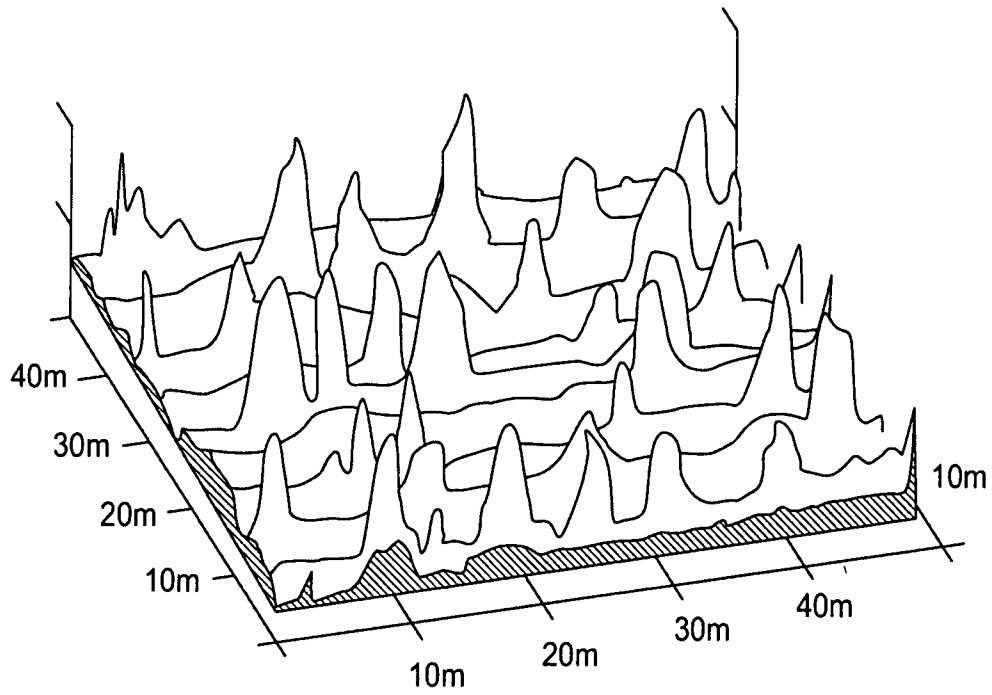


圖4

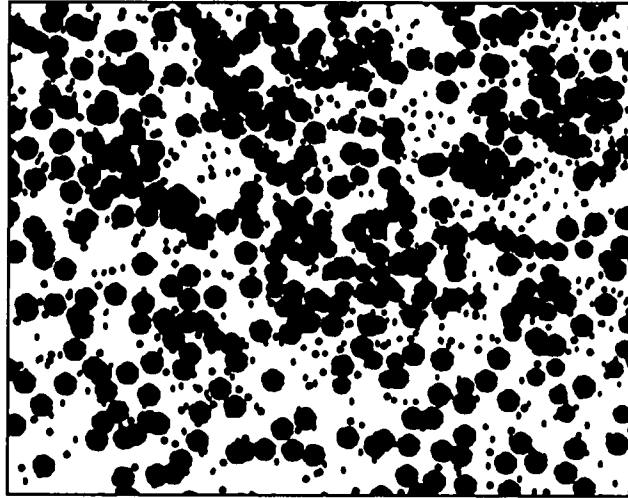


圖5



圖6

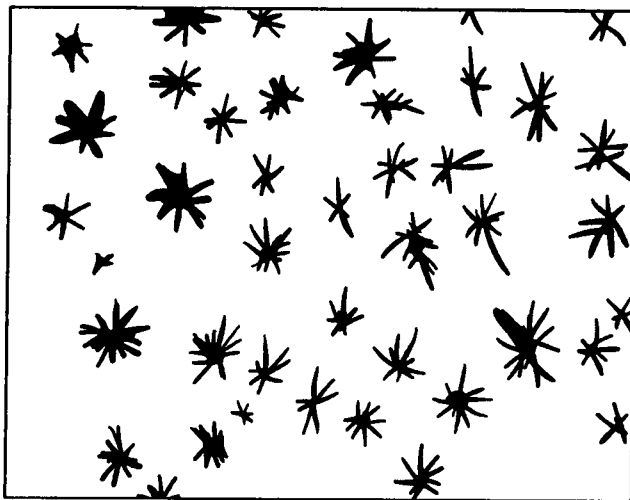


圖7

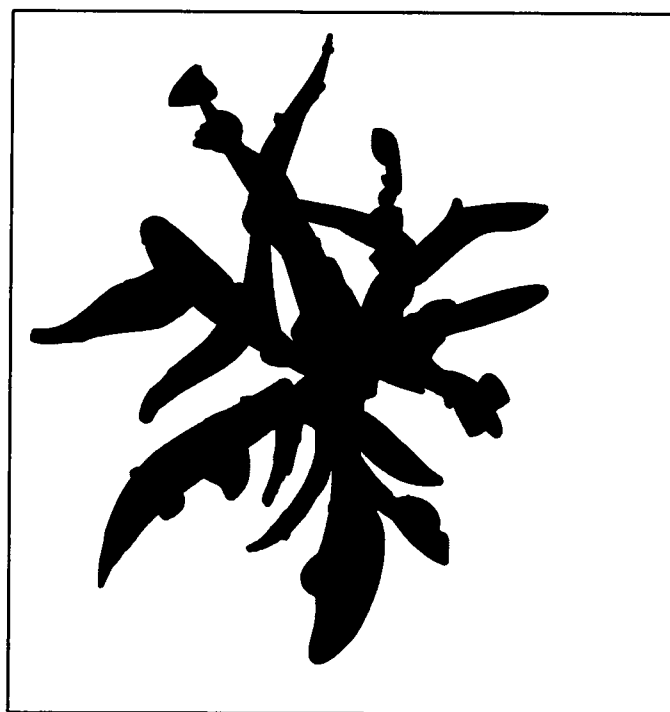


圖8

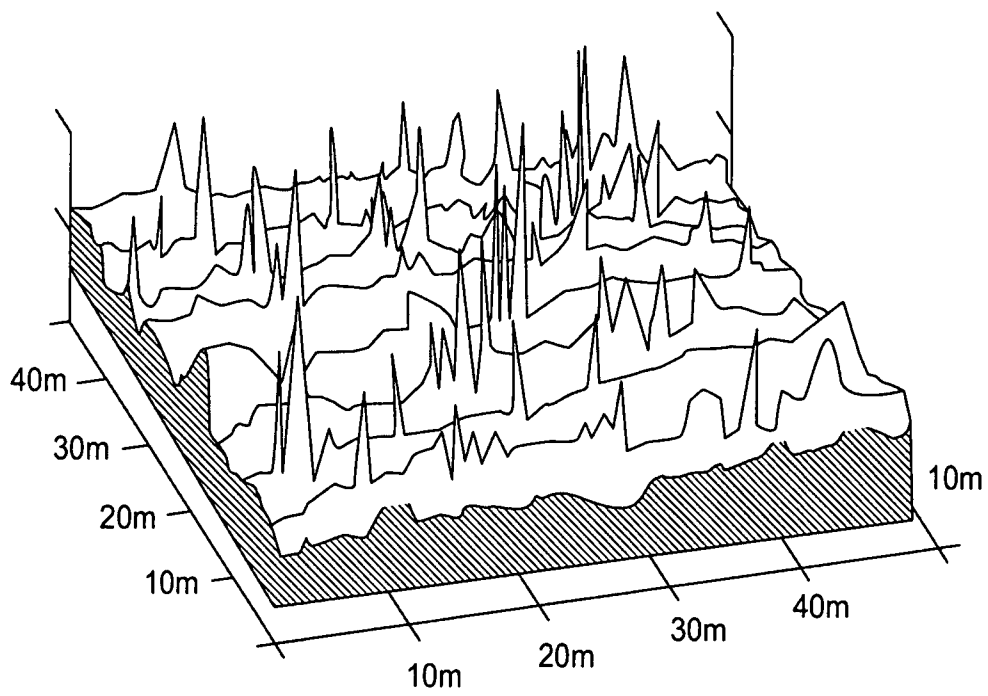


圖9