【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I941094
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H10F10/18 (2025.01)*　*H10F71/00 (2025.01)*
H10F77/40 (2025.01)　*H10F77/42 (2025.01)*
B82Y20/00 (2011.01)

發明　　全 12 頁

【54】名　稱：熱載子太陽能電池

【21】申請案號：114107396　　【22】申請日： 中華民國 114 (2025) 年 02 月 27 日
【11】公開編號：202636813　　【43】公開日期： 中華民國 115 (2026) 年 09 月 01 日

【72】發 明 人： 林清富 (TW) LIN, CHING FUH；徐緯澄 (TW) HSU, WEI CHENG
【71】申 請 人： 國立臺灣大學　NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY
臺北市羅斯福路四段一號
【74】代 理 人： 林敬倫

【56】參考文獻：

TW	I812265B	TW	201110379A
TW	201201393A	TW	201501338A
TW	201947749A	TW	202505783A

審查人員：林君濤

【57】申請專利範圍

1. 一種熱載子太陽能電池，包含：
一半導體層；
一金屬層，包含連續或不連續的複數金屬奈米島與該半導體層的上表面接觸；
一第一電極，與該金屬層的上表面接觸；以及
一第二電極，與該半導體層的下表面接觸；
其中該金屬層中的載子，受入射光子激發後形成熱載子越過該金屬層與該半導體層的介面，形成光電流；
其中該熱載子太陽能電池可吸收波長大於該半導體層的能隙對應之波長之入射光，使該熱載子太陽能子電池的轉換效率達到 6%以上。
2. 如請求項 1 之熱載子太陽能電池，其中該金屬層更包含預定形貌的複數金屬顆粒在該複數金屬奈米島上方。
3. 如請求項 1 之熱載子太陽能電池，其中該半導體層的上表面具有一倒金字塔陣列。
4. 如請求項 1 之熱載子太陽能電池，其中該半導體層的上表面具有讓光侷限在其中共振的一微米結構陣列。
5. 如請求項 3 之熱載子太陽能電池，其中該第一電極為指狀或網狀電極，該指狀或網狀電極位於該倒金字塔陣列的相鄰倒金字塔結構之間的多個平面上。
6. 如請求項 2 之熱載子太陽能電池，其中該複數金屬顆粒的平均粒徑介於 30nm 至 100nm 之間。
7. 如請求項 2 之熱載子太陽能電池，其中複數金屬顆粒的間距介於 0.2nm 至 5nm 之間。
8. 如請求項 5 之熱載子太陽能電池，其中該倒金字塔陣列的週期介於 2 μm 至 16 μm。
9. 如請求項 2 之熱載子太陽能電池，其中該金屬層的厚度介於 8nm 至 18nm。

10. 如請求項 1 或 2 之熱載子太陽能電池，其中該金屬層以熱蒸鍍形成，該熱蒸鍍的鍍率介於 0.6Å/S 至 1.2Å/S。
11. 如請求項 1 或 2 之熱載子太陽能電池，其中該金屬層的材料包含金、銀、鈦、銅、鉻，或鎳。
12. 如請求項 1 至 4 中任一項之熱載子太陽能電池，其中針對波長 1300 nm 的入射光的吸收率達到 70.44%。
13. 如請求項 1 至 4 中任一項之熱載子太陽能電池，其中對該太陽能電池進行退火，該退火溫度介於 35°C 至 200 °C。
14. 如請求項 5 之熱載子太陽能電池，其中該指狀或網狀電極的一部分位於該倒金字塔陣列的部分倒金字塔結構的正上方。

圖式簡單說明

圖 1 為根據本發明一個實施例倒立金字塔型熱載子太陽能電池針對不同入射光波長(1200 nm 至 1500 nm)固定金屬顆粒粒徑(10 奈米至 60 奈米)的電場分佈模擬圖。

圖 2 顯示在相同入射光波長 1300 奈米不同金屬顆粒粒徑(10 奈米至 60 奈米)的模擬電場最大值。

圖 3 顯示固定入射光波長 1300 奈米和固定金屬顆粒粒徑 40 奈米下不同金屬顆粒間距(0.3、0.5、1、2、4、6、8、10nm)的模擬電場強度。

圖 4 顯示圖 3 中不同金屬顆粒間距的電場強度。

圖 5 顯示固定入射光波長 1300 奈米下矽表面具有不同週期(4、6、8、10、12、14μm)倒金字塔陣列的太陽能電池的模擬最大電場強度。

圖 6 為矽表面具有週期 12μm 的倒立金字塔熱載子太陽能電池在不同入射光波長(1200nm、1300nm、1400nm、1500nm)的模擬電場強度。

圖 7 為根據本發明一些實施例所製作平面型與不同週期(6、8、10、12、14μm)倒立金字塔型熱載子太陽能電池的入射光波長與光吸收率關係圖，以及固定入射光波長 1300nm 下的吸收率。

圖 8 根據本發明一些實施例所製作平面型與不同週期(6、8、10、12、14μm)倒立金字塔型熱載子太陽能電池(銀薄膜厚度為 12 nm，鍍率為 0.4Å/s)在不使用矽基板濾光片下的 J-V 曲線以及倒金字塔週期與電池轉換效率關係圖。

圖 9 為根據本發明一些實施例所製作平面型與不同週期(6、8、10、12、14μm)倒立金字塔型熱載子太陽能電池(銀薄膜厚度為 12 nm，鍍率為 0.4Å/s)在使用矽基板濾光片下的 J-V 曲線以及倒金字塔週期與電池轉換效率關係圖。

圖 10 為固定熱蒸鍍的鍍率為 0.8 Å/s 在倒金字塔矽表面上沉積厚度分別為 16nm、17nm、18nm 銀金屬層的 SEM 剖面圖(a-c)、三個不同金屬層厚度太陽能電池在波段 400-1800nm 與光吸收率的關係圖(d)，以及三個不同金屬層厚度太陽能電池在波長 1300nm 的吸收率(e)。

圖 11 為分別以鍍率 0.6、0.8、1.0Å/s 在倒金字塔矽表面上沉積厚度為 17nm 銀金屬層的 SEM 剖面圖(a-c)、三種鍍率所形成金屬層厚度 17nm 太陽能電池在波段 400-1800nm 與光吸收率的關係圖(d)，以及三種鍍率所形成金屬層厚度 17nm 太陽能電池在波長 1300nm 的吸收率(e)。

圖 12 為固定鍍率 0.8 Å/s 在倒金字塔矽表面上沉積厚度 17nm 銀金屬層再分別以 0(未退火)、50、75、100°C 進行退火 10 分鐘後的 SEM 剖面圖(a-d)，不同退火溫度太陽能電池

在波段 400-1800nm 與光吸收率的關係圖(e)，為不同退火溫度太陽能電池在波長 1300nm 的吸收率(f)。

圖 13 為倒金字塔型(週期 10μm)矽太陽能電池(銀薄膜鍍率 0.8 Å/s、厚度 17nm)分成 25 個區域的俯視圖(a)，(b)部分顯示 25 個區域的轉換效率(使用濾光片)，(c)部分顯示 25 個區域被分成四個部分的電流電壓曲線。

圖 14 顯示根據本發明一個實施例的熱載子太陽能電池。

圖 15 為不同金屬顆粒間距(1.5、2、3、4nm)的金屬顆粒粒徑與光強增強因子折線圖。

圖 16 顯示根據本發明一實施例的熱載子太陽能電池。

圖 17 顯示根據本發明另一個實施例的熱載子太陽能電池。

圖 18 顯示根據本發明另一個實施例之熱載子太陽能電池的金屬層的製法。

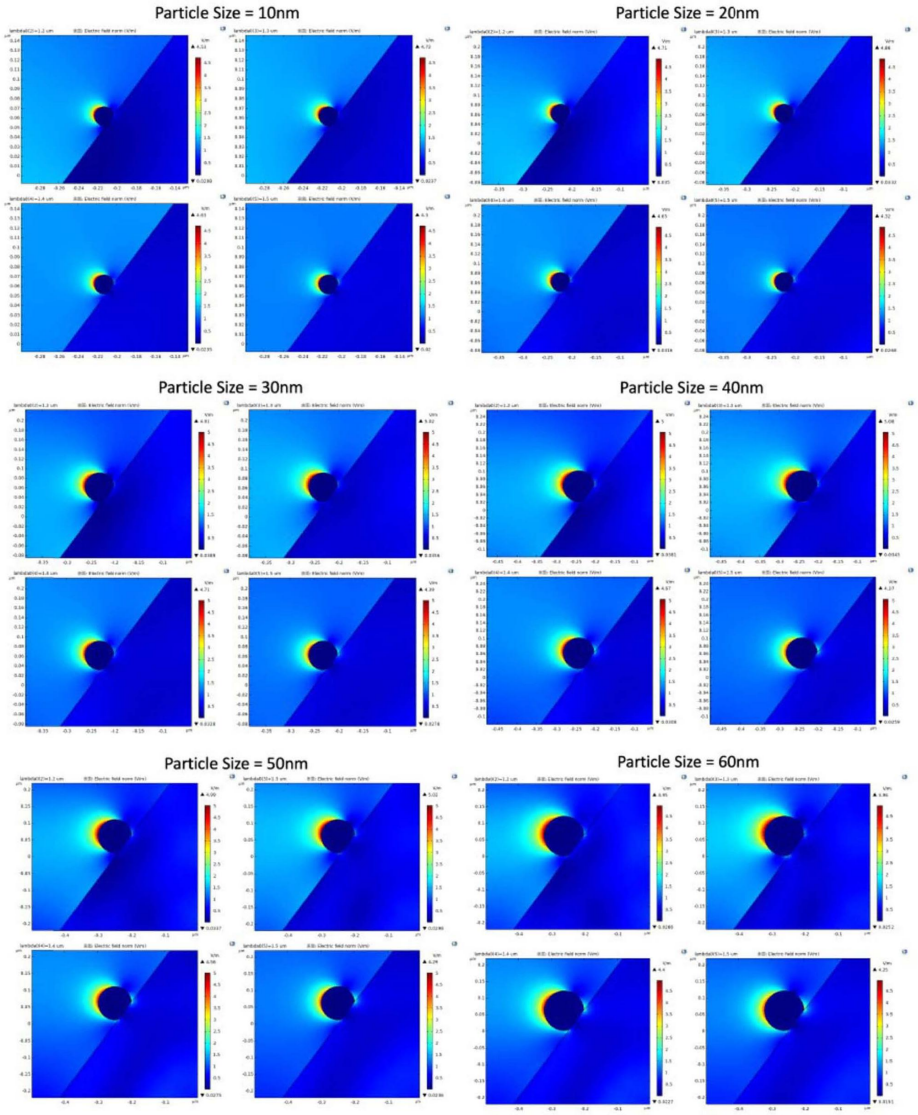


圖 1

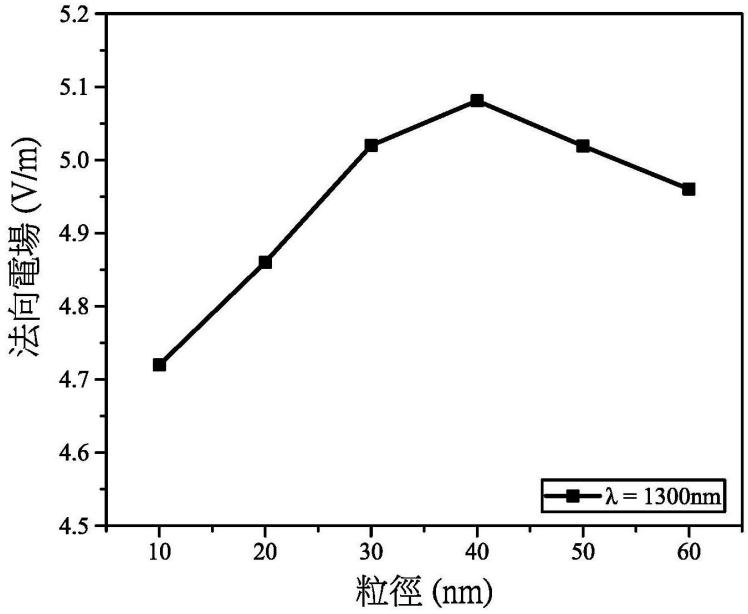


圖 2

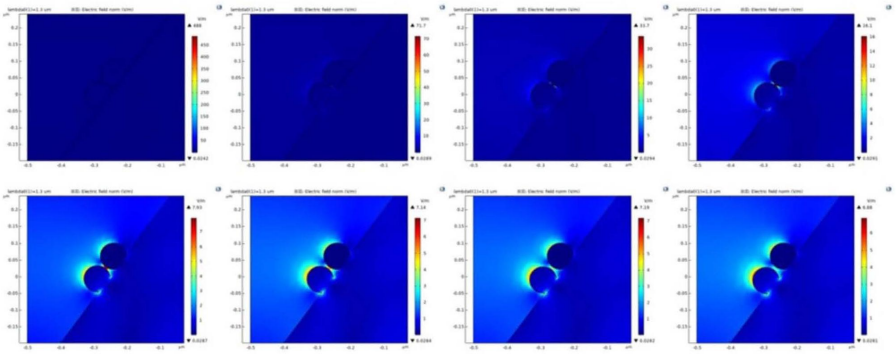


圖 3

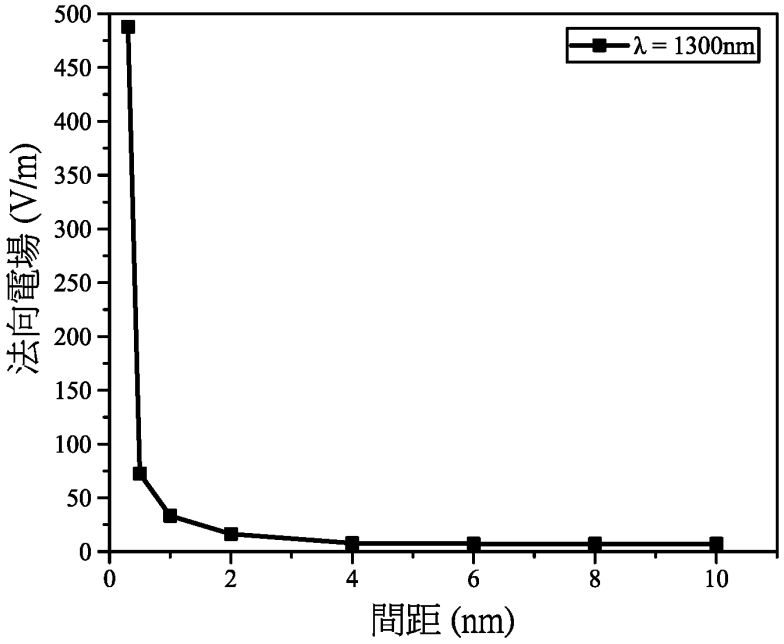

λ = 1300nm
法向電場 (V/m)
間距 (nm)
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10

圖 4

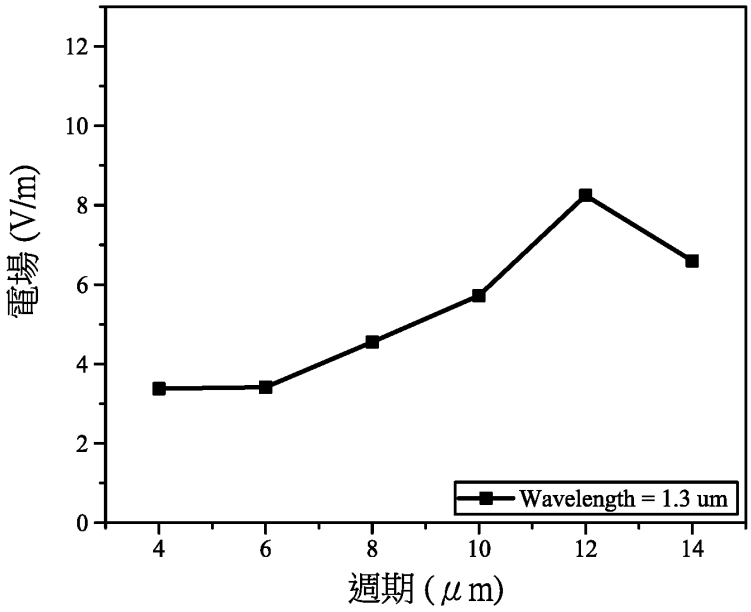

Wavelength = 1.3 um
電場 (V/m)
週期 (μm)
12
10
8
6
4
2
0
4
6
8
10
12
14

圖 5

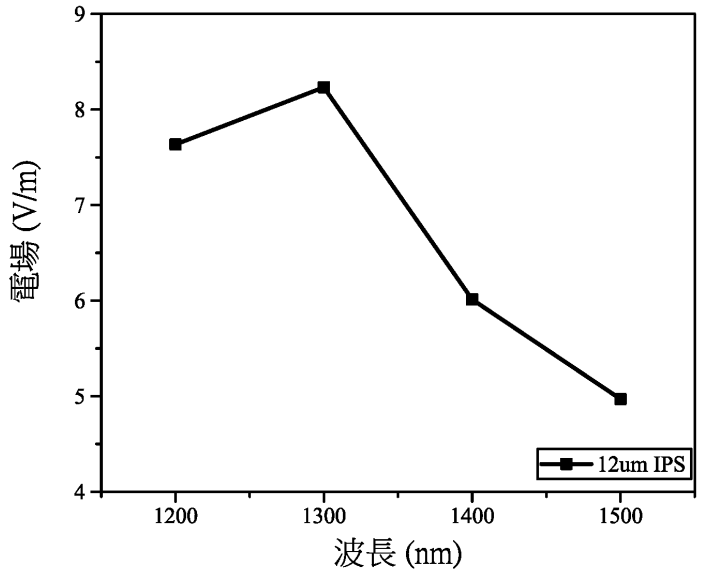

電場 (V/m)
波長 (nm)
12um IPS

圖 6

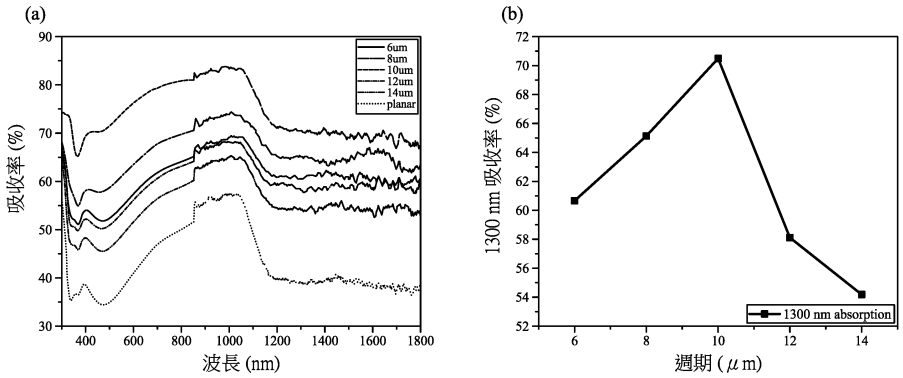

(a)
吸收率 (%)
波長 (nm)
6um
8um
10um
12um
14um
planar
(b)
1300 nm 吸收率 (%)
週期 (μm)
1300 nm absorption

圖 7

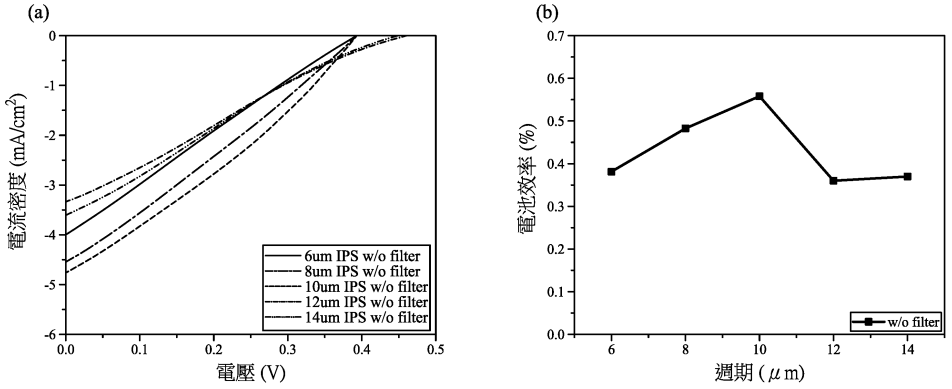

(a)
電流密度 (mA/cm²)
電壓 (V)
6um IPS w/o filter
8um IPS w/o filter
10um IPS w/o filter
12um IPS w/o filter
14um IPS w/o filter
(b)
電池效率 (%)
週期 (μm)
w/o filter

圖 8

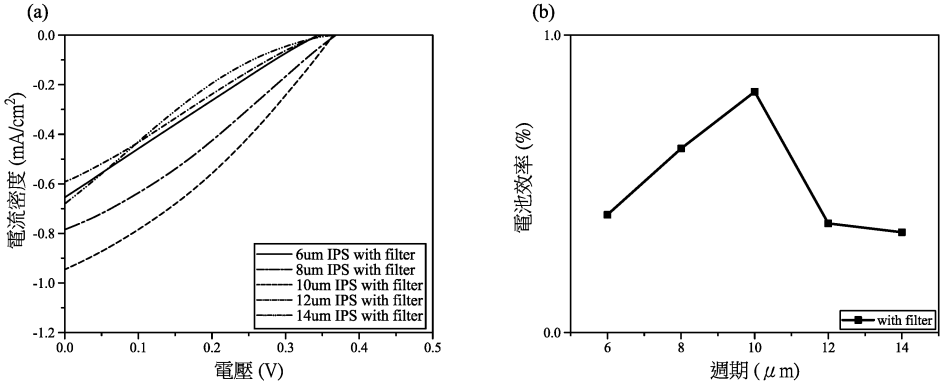

(a)
電流密度 (mA/cm²)
電壓 (V)
6um IPS with filter
8um IPS with filter
10um IPS with filter
12um IPS with filter
14um IPS with filter
(b)
電池效率 (%)
週期 (μm)
with filter

圖 9

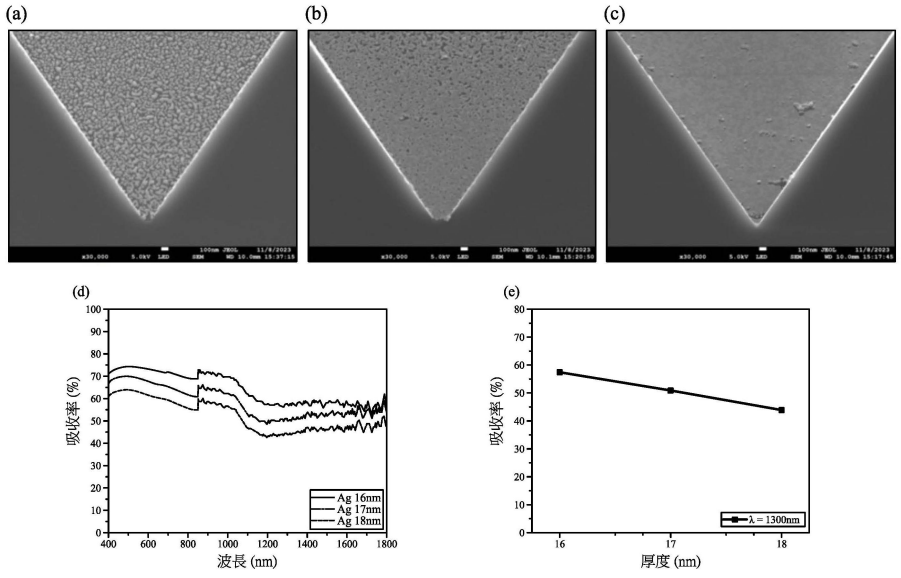

(a)
(b)
(c)
(d)
吸收率 (%)
波長 (nm)
Ag 16nm
Ag 17nm
Ag 18nm
(e)
吸收率 (%)
厚度 (nm)
λ = 1300nm

圖 10

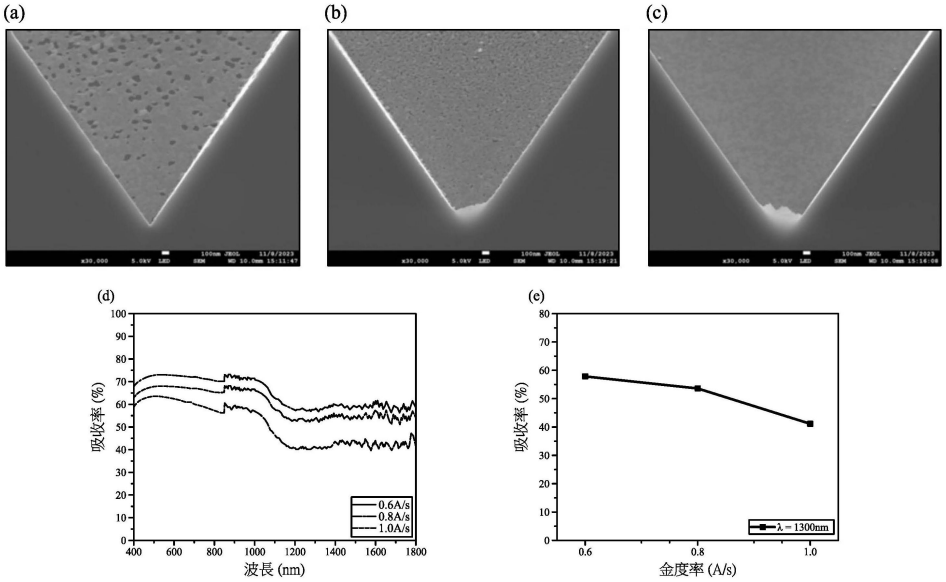


圖 11

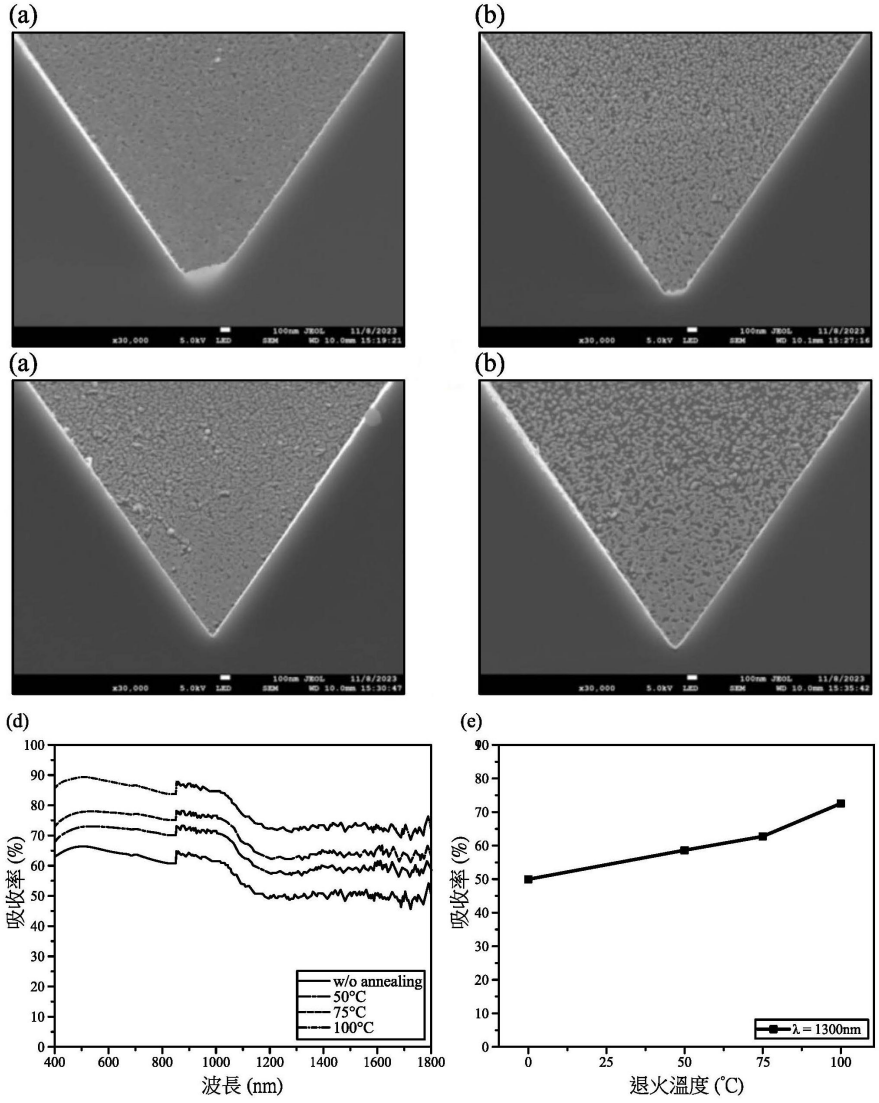


圖 12

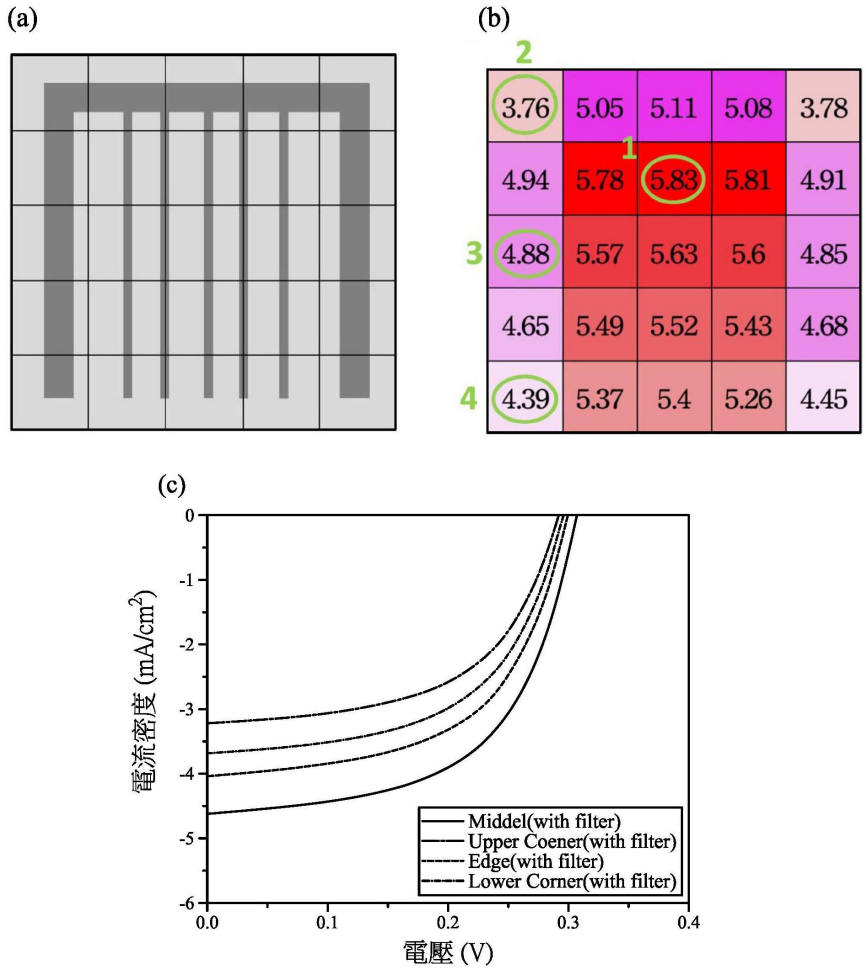

(a)
(b)
2
3.76
5.05
5.11
5.08
3.78
1
4.94
5.78
5.83
5.81
4.91
3
4.88
5.57
5.63
5.6
4.85
4.65
5.49
5.52
5.43
4.68
4
4.39
5.37
5.4
5.26
4.45
(c)
電流密度 (mA/cm2)
電壓 (V)
Middel(with filter)
Upper Coener(with filter)
Edge(with filter)
Lower Corner(with filter)

圖 13

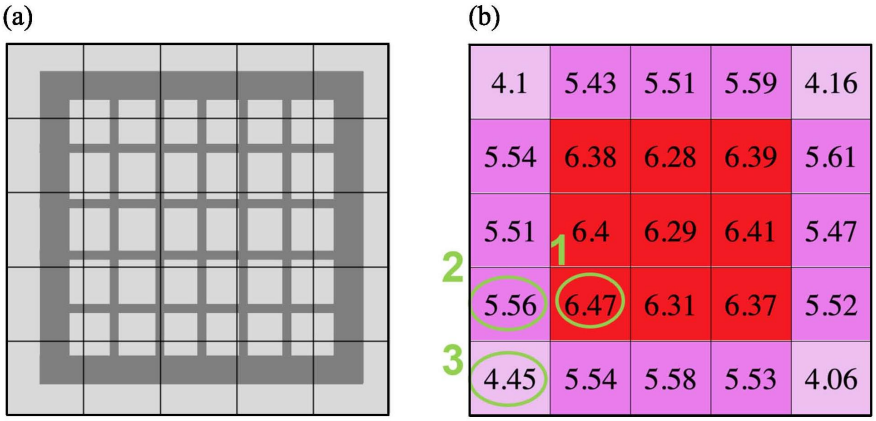

(a)
(b)
4.1 5.43 5.51 5.59 4.16
5.54 6.38 6.28 6.39 5.61
5.51 6.4 6.29 6.41 5.47
5.56 6.47 6.31 6.37 5.52
4.45 5.54 5.58 5.53 4.06
1
2
3

圖 14

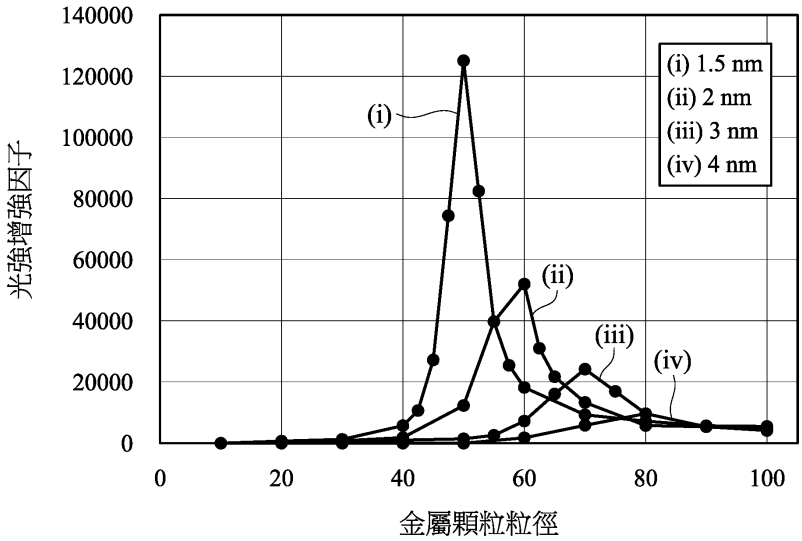

光強增強因子
140000
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
0
20
40
60
80
100
金屬顆粒粒徑
(i) 1.5 nm
(ii) 2 nm
(iii) 3 nm
(iv) 4 nm
(i)
(ii)
(iii)
(iv)

圖 15

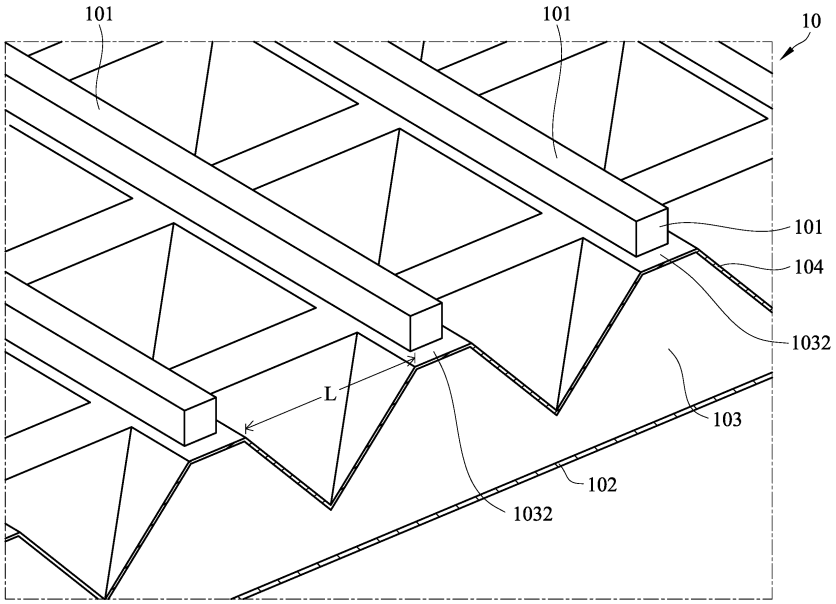

101
101
10
101
104
1032
L
103
102
1032

圖 16

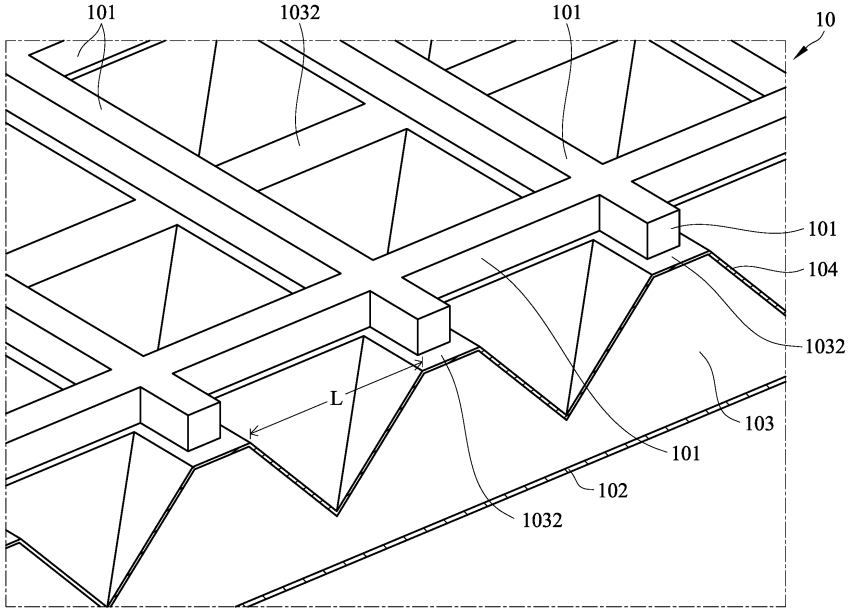

101
1032
101
10
101
104
1032
L
103
101
102
1032

圖 17

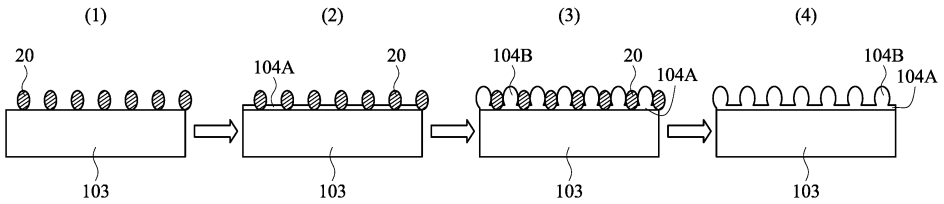

(1)
(2)
(3)
(4)
20
104A
20
104B
20
104A
104B
104A
103
103
103
103

圖 18