



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I843895 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：109133510

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 09 月 26 日

(51)Int. Cl. : H01J1/34 (2006.01)

H01J37/073 (2006.01)

(30)優先權：2019/09/27 美國

62/907,502

2020/09/23 美國

17/029,501

(71)申請人：美商科磊股份有限公司(美國) KLA CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：貝魯索夫 瑟吉 BELOUSOV, SERGEI (RU)；尼茲尼克 安卓伊 KNIZHNIK, ANDREY (RU)；伊斯堪達洛瓦 伊納 M ISKANDAROVA, INNA M. (RU)；波達金 波瑞斯 POTAPKIN, BORIS (RU)；艾歐凱密迪 卡特里納 IOAKEIMIDI, KATERINA (GR)；德爾加多 吉爾達多 R DELGADO, GILDARDO R. (US)；希爾 法蘭斯 HILL, FRANCES (CA)；洛佩茲 蓋瑞 V LOPEZ, GARY V. (PE)；剛薩雷斯 米奎爾 GONZALEZ, MIGUEL (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201937522A

US 2008/0042563A1

審查人員：古文豪

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：9 共 30 頁

(54)名稱

表面電漿共振光電陰極發射器及半導體檢測之方法

(57)摘要

本發明揭示一種光電陰極發射器，其包含一透明基板、一光電陰極層及安置於該透明基板與該光電陰極層之間之一表面電漿共振結構陣列。該表面電漿共振結構陣列經組態以在自 193nm 至 430nm 之一波長下操作。該表面電漿共振結構陣列可由鋁製成。可自經引導至該光電陰極發射器之該表面電漿共振結構陣列處之一光束產生一電子束。

A photocathode emitter includes a transparent substrate, a photocathode layer, and a plasmonic structure array disposed between the transparent substrate and the photocathode layer. The plasmonic structure array is configured to operate at a wavelength from 193 nm to 430 nm. The plasmonic structure array can be made of aluminum. An electron beam can be generated from a light beam directed at the plasmonic structure array of the photocathode emitter.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:光電陰極

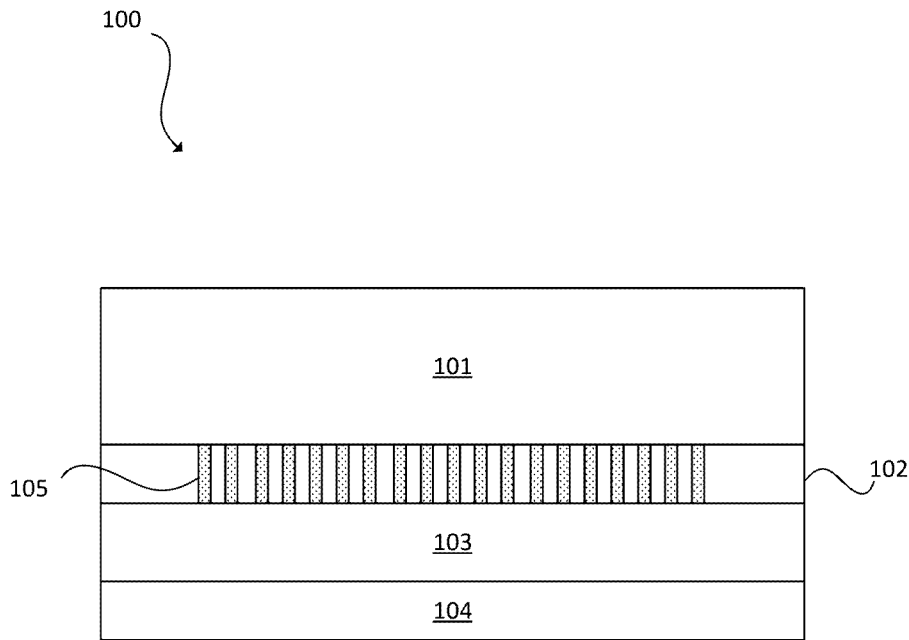
101:透明基板

102:表面電漿共振結構陣列

103:光電陰極層

104:頂蓋層

105:金屬材料



【圖1】



I843895

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

表面電漿共振光電陰極發射器及半導體檢測之方法

## 【英文發明名稱】

PLASMONIC PHOTOCATHODE EMITTERS AND METHOD OF SEMICONDUCTOR INSPECTION

## 【中文】

本發明揭示一種光電陰極發射器，其包含一透明基板、一光電陰極層及安置於該透明基板與該光電陰極層之間之一表面電漿共振結構陣列。該表面電漿共振結構陣列經組態以在自193 nm至430 nm之一波長下操作。該表面電漿共振結構陣列可由鋁製成。可自經引導至該光電陰極發射器之該表面電漿共振結構陣列處之一光束產生一電子束。

## 【英文】

A photocathode emitter includes a transparent substrate, a photocathode layer, and a plasmonic structure array disposed between the transparent substrate and the photocathode layer. The plasmonic structure array is configured to operate at a wavelength from 193 nm to 430 nm. The plasmonic structure array can be made of aluminum. An electron beam can be generated from a light beam directed at the plasmonic structure array of the photocathode emitter.

## 【指定代表圖】

圖1

## 【代表圖之符號簡單說明】

100: 光電陰極

- 101: 透明基板
- 102: 表面電漿共振結構陣列
- 103: 光電陰極層
- 104: 頂蓋層
- 105: 金屬材料

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

表面電漿共振光電陰極發射器及半導體檢測之方法

### 【英文發明名稱】

PLASMONIC PHOTOCATHODE EMITTERS AND METHOD OF SEMICONDUCTOR INSPECTION

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於半導體檢測。

### 【先前技術】

【0002】 半導體製造產業之演進對良率管理且尤其對度量衡及檢測系統提出更高要求。臨界尺寸繼續縮小，而產業需要減少用於達成高良率、高價值生產之時間。最小化自偵測到一良率問題至解決該問題之總時間判定一半導體製造商之投資回報率。

【0003】 製造諸如邏輯及記憶體裝置之半導體裝置通常包含使用大量製造程序處理一半導體晶圓以形成半導體裝置之各種特徵及多個層級。例如，微影係涉及將一圖案自一倍縮光罩轉印至配置於一半導體晶圓上之一光阻劑之一半導體製造程序。半導體製造程序之額外實例包含(但不限於)化學機械拋光(CMP)、蝕刻、沈積及離子植入。製造於一單一半導體晶圓上之多個半導體裝置之一配置可被分成個別半導體裝置。

【0004】 電子束在半導體製造期間用於數個不同應用中。例如，電子束可經調變且經引導至一半導體晶圓、遮罩或其他工件上之一電子敏感光阻劑上以在工件上產生一電子圖案。電子束亦可用於藉由(例如)偵測自一晶圓發出或反射之電子以偵測缺陷、異常或非所要物件而檢測晶圓。

【0005】 在一半導體製造程序期間之各個步驟使用此等檢測程序以

促進製造程序中之更高良率及因此更高利潤。檢測始終係製造半導體裝置(諸如積體電路(IC))之一重要部分。然而，隨著半導體裝置之尺寸減小，檢測對於可接受半導體裝置之成功製造變得甚至更重要，此係因為較小缺陷可引起裝置失效。例如，隨著半導體裝置之尺寸減小，具有減小之大小之缺陷之偵測已變得必要，此係因為甚至相對小缺陷可引起半導體裝置中之非所要像差。

**【0006】** 光電陰極已用於產生電子束。入射於一光電陰極系統上之一單一光束可產生能夠遞送高電子電流密度之具有高亮度之一單一電子束。平面光電陰極結構可用於諸如加速器、電子顯微鏡、光微影工具或檢測工具之照明之應用。針對微影工具或檢測工具，光生電子束可需要聚焦至數奈米大小之光點。歸因於電子光學器件之限制，小光點要求轉移至光電陰極平面上之初始光點大小(即使針對紫外線波長，其仍可限於亞波長值)。

**【0007】** 在紅外波長下嘗試具有光電陰極之表面電漿共振結構，其中用於表面電漿共振之最常見貴金屬(諸如金及銀)具有高共振。此等結構展示表面電漿共振可在可見光或紫外線(120 nm至700 nm)波長下增加光電陰極之量子效率(QE)。雖然QE增加，但即使相較於金屬之QE，最終QE仍相對低。

**【0008】** 光電陰極發射器之亮度取決於光電陰極材料及激發波長。在QE與發射率之間趨於存在一折衷。諸如藉由提供低發射率或低橫向能量(例如，最大0.3 eV)及高QE (例如， $> 1 \text{ uA/m W}$ )或總電流而最佳化QE及發射率以達成高亮度。針對一特定光電陰極，橫向能量擴散係固定的，因此，為了達成低發射率，需要在光電陰極表面處獲得小光點。為了聚焦

至奈米大小電子束光點，歸因於電子光學器件之限制，可需要近似100 nm之初始光點。先前，已使用紅外波長下之表面電漿共振結構以便達成小光點大小，其中貴金屬具有高共振。

**【0009】** 此方法之缺陷係適用於檢測系統之大多數光電陰極在紅外波長下具有非常低的QE，此係因為其涉及2至4光子光電發射程序(例如， $<10^{-5}$ )。因此，先前努力僅達成總電流之pA。此電流不適合於高處理能力電子束檢測系統。

**【0010】** 需要經改良光電陰極發射器。

**【發明內容】**

**【0011】** 在一第一實施例中揭示一種光電陰極發射器。該光電陰極發射器包括一透明基板、一光電陰極層及安置於該透明基板與該光電陰極層之間之一表面電漿共振結構陣列。該表面電漿共振結構經組態以在自193 nm至430 nm之一波長下操作。

**【0012】** 該光電陰極層可包含Cs<sub>2</sub>Te、CsKTe、GaAs、GaN、CsI、CsBr或一AlGaN(P)合金之一或多者。該透明基板可包含紫外線熔融矽石、CaF<sub>2</sub>、石英、藍寶石、MgF<sub>2</sub>或LiF之一或多者。該表面電漿共振結構陣列可由鋁製成。

**【0013】** 該表面電漿共振結構陣列可界定一靶心圖案。在一例項中，該表面電漿共振結構陣列具有自50 nm至100 nm之一中心孔隙直徑。

**【0014】** 該表面電漿共振結構陣列可界定一C孔隙。在一例項中，該C孔隙具有自39 nm至200 nm之一孔隙寬度。

**【0015】** 該光電陰極發射器可包含安置於該光電陰極層之與該表面電漿共振結構陣列相對之一側上之一頂蓋層。在一例項中，該頂蓋層包含

釘。

**【0016】** 在第一實施例中提供一種方法。在該方法中，將一光束引導至一光電陰極發射器處，該光電陰極發射器包含一透明基板、一光電陰極層及安置於該透明基板與該光電陰極層之間之一表面電漿共振結構陣列。該光束具有自193 nm至430 nm之一波長。使用該光電陰極發射器之該表面電漿共振結構陣列自該光束產生一電子束。

**【0017】** 該波長可為自193 nm至365 nm或自193 nm至266 nm。

**【0018】** 該光電陰極層可包含Cs<sub>2</sub>Te、CsKTe、GaAs、GaN、CsI、CsBr或一AlGaN(P)合金之一或多者。該透明基板可包含紫外線熔融矽石、CaF<sub>2</sub>、石英、藍寶石、MgF<sub>2</sub>或LiF之一或多者。該表面電漿共振結構可由鋁製成。

**【0019】** 該表面電漿共振結構可界定一靶心圖案或一C孔隙。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0020】** 為了更全面理解本發明之性質及目標，應參考結合隨附圖式進行之以下詳細描述，其中：

圖1係根據本發明之一光電陰極之一第一實施例之一橫截面視圖；

圖2係一靶心表面電漿共振光電陰極之一實例；

圖3係在一靶心表面電漿共振光電陰極中之一100 nm孔隙之孔隙出口處之電場強度之一模擬；

圖4係使用以任意單位之處理能力展示處理能力對一靶心表面電漿共振光電陰極之溝槽間距之相依性之一圖表；

圖5係具有入射光( $E_{inc}$ )之偏振之一C孔隙表面電漿共振光電陰極之一例示性幾何形狀；

圖6係展示具有 $W_b=17\text{ nm}$ 之C孔隙表面電漿共振光電陰極之共振行為及繞各趨勢線定位之值之一圖表；

圖7係展示具有 $W_b=17\text{ nm}$ 之C孔隙表面電漿共振光電陰極之共振行為之一圖式；

圖8係根據本發明之一方法之一流程圖；及

圖9係根據本發明之一系統之一實施例之一方塊圖。

### 【實施方式】

相關申請案之交叉參考

**【0021】** 本申請案主張2019年9月27日申請且被指定美國申請案第62/907,502號之臨時專利申請案之優先權，該案之揭示內容藉此以引用的方式併入。

**【0022】** 雖然將依據特定實施例描述所主張標的物，但其他實施例(包含未提供本文中闡述之全部益處及特徵之實施例)亦在本發明之範疇內。可做出各種結構、邏輯、程序步驟及電子改變而不脫離本發明之範疇。因此，本發明之範疇僅藉由參考隨附發明申請專利範圍定義。

**【0023】** 本文中揭示之實施例提供在紫外線及可見光波長下操作之透射模式中附接至一光電陰極之一表面電漿共振組態。在本文中揭示之實施例中，結構在其中光電陰極QE經最大化同時增強穿過表面電漿共振孔隙至亞波長光點之光透射之波長下操作。可以此方式產生每光點數十nA(例如，1 nA至100 nA或更大)，其先前不可行。為了達成具有亞波長尺寸之光電陰極表面電漿共振結構上之小雷射光點，可使用諸如領結、靶心、C孔隙或其他設計。此等金屬結構用作一光點限制結構及用於加偏壓於光電陰極之一電底層兩者。

【0024】 表面電漿共振結構陣列可將入射光限於亞波長大小。例如，表面電漿共振結構陣列可產生100 nm直徑或更小之一電子束。電子束直徑可取決於諸如雷射性質或結構幾何形狀之因素。表面電漿共振孔隙在可見光及紫外線波長下可具有強共振。共振可係其中若干經良好開發光電陰極(諸如Cs<sub>2</sub>Te、CsKTe、GaAs、GaN、CsI、CsBr或其他材料)具有高QE以開發非常高亮度源。可使用在紫外線及可見光波長下具有強表面電漿共振之鋁、其他金屬或其他材料。表面電漿共振結構陣列可在紫外線及可見光波長下操作，其中商業波長可用，諸如193 nm、213 nm、266 nm、257 nm、365 nm、305 nm或430 nm。為了在此等波長下操作，表面電漿共振結構陣列可具有在其製造極限附近之尺寸。

【0025】 本文中揭示之實施例可在光電陰極已展現高QE之波長下操作。可產生小光點以展現可擴縮至多電子束配置之高亮度發射器。

【0026】 圖1係一光電陰極100之一第一實施例之一橫截面視圖。光電陰極100包含一透明基板101、一光電陰極層103及安置於透明基板101與光電陰極層103之間之一表面電漿共振結構陣列102。光電陰極層103可包含以下項之一或多者或以其他方式由以下項之一或多者製成：Cs<sub>2</sub>Te、CsKTe、GaAs、GaN、CsI、CsBr、一AlGaN(P)合金或其他材料。光電陰極層103可在紫外線及可見光波長下具有高QE。在具有最大效率之波長下使用高QE光電陰極可提供一高亮度發射器。具有最大效率之波長可係指基於吸收及發射效率之材料性質。一光源(未繪示)可將光引導至光電陰極100處，該光電陰極100將產生一或多個電子束。

【0027】 透明基板101可包含以下項之一或多者或以其他方式由以下項之一或多者製成：紫外線熔融矽石、CaF<sub>2</sub>、石英、藍寶石、MgF<sub>2</sub>、

LiF或其他材料。透明基板101可對於紫外線或可見光波長係透明的。

【0028】 表面電漿共振結構陣列102可包含金屬材料105 (在圖1中使用影線繪示)。金屬材料105可係鋁、超穎材料或其他材料。可使用鋁，此係因為在本文中使用的波長下，相較於金或銀，其具有經改良表面電漿共振性質。光可照射金屬材料105以諸如在自193 nm至430 nm下產生共振。此包含在193 nm、213 nm、266 nm、257 nm、365 nm、305 nm、430 nm或其等之間之範圍下之波長。金屬材料105可在紫外線及可見光波長下具有強共振。例如，強共振可對應於一共振峰值。金屬材料105可沈積於透明基板101上。表面電漿共振結構陣列102經組態以在自193 nm至430 nm之一波長下操作。

【0029】 此表面電漿共振結構陣列102可係可擴縮至具有適用於高處理能力檢測系統之亞波長光點之大量束。

【0030】 光電陰極100可視情況包含安置於光電陰極層103之與表面電漿共振結構陣列102相對之一側上之一頂蓋層104。頂蓋層104可包含鈦或其他低功函數金屬或以其他方式由鈦或其他低功函數金屬製成。例如，頂蓋層104可包含鈦合金。頂蓋層104可包含用於高壽命操作之一低功函數金屬。

【0031】 光電陰極100亦可視情況包含表面電漿共振結構陣列102與光電陰極層103之間之一層(未繪示)，該層提供表面電漿共振結構陣列102與光電陰極層103之間之晶格匹配。此可改良光電陰極100中之各種層之生長。表面電漿共振結構陣列102與光電陰極層103之間之層可足夠薄以容許表面電漿共振場穿透光電陰極層103且足夠厚以產生光電陰極層103之高品質生長。例如，選用層之厚度可係數奈米。在一例項中，可使用數

奈米之錐形AlGaIn以與包含GaIn之一光電陰極層103進行晶格匹配。

【0032】 可針對電子發射最佳化光電陰極100中之層之厚度。例如，可諸如藉由監測生長期間之一因素而最佳化光電陰極100中之層之厚度以吸收入射光且避免在運送至表面期間之過量電子散射。精確厚度及表面電漿共振結構尺寸可取決於用於光電子發射之光電陰極材料及波長。例如，可使用模擬最佳化尺寸以增加共振，該共振可係波長及結構相依的。另外，可針對光電陰極上之目標光點大小最佳化表面電漿共振結構尺寸。

【0033】 表面電漿共振結構陣列102中之表面電漿共振孔隙有助於最大化遞送至光電陰極層103之電力同時將電場光點大小保持為亞波長位準(例如，-100 nm)。在圖2中展示靶心孔隙表面電漿共振光電陰極之一示意圖，其包含一俯視圖及對應橫截面視圖。在圖2中，D係孔隙直徑，A係溝槽至孔隙之距離，P係溝槽間距，S係溝槽厚度，T係金屬厚度且W係溝槽寬度。

【0034】 表面電漿共振結構陣列102可界定一靶心圖案。在圖3中展示在靶心孔隙表面電漿共振光電陰極之孔隙出口處之電場強度之一例示性模擬。

【0035】 在靶心圖案之情況中，溝槽作用於表面電漿極化子(SPP)之一腔，從而將其等反射回至孔隙。孔隙處之場增強在溝槽之間之距離P (即，溝槽間距)係SPP波長之一倍數時發生。在介電基板與金屬之間之介面處之SPP波長係：

$$\lambda_{SPP} = \lambda \sqrt{\frac{\epsilon_{sub} + \epsilon_{met}(\lambda)}{\epsilon_{sub}\epsilon(\lambda)}}$$

【0036】 因此，一1階共振之波長為：

$$\lambda_R = \frac{P}{l} \operatorname{Re} \left\{ \sqrt{\frac{\epsilon_{sub} \epsilon_{met}}{\epsilon_{sub} + \epsilon_{met}}} \right\}$$

【0037】 在上文之公式中， $\lambda_R$ 係在1階共振下之波長， $\lambda_{SPP}$ 係表面電漿子波長， $\lambda$ 係雷射波長， $\epsilon_{sub}$ 係基板介電常數， $\epsilon_{met}$ 係金屬介電常數， $P$ 係溝槽間距，且1係波長之階共振。 $\epsilon(\lambda)$ 係波長之介電常數函數。 $\operatorname{Re}$ 表示方程式之實部。

【0038】 在圖4中展示針對真空中之靶心孔隙之處理能力對 $P$ 之相依性。圖4中之結果係針對130 nm、160 nm及200 nm間距大小。

【0039】 一般言之，金屬(例如，Al)膜厚度 $T$ 應大於集膚深度之兩倍，此係因為一100 nm光點大小需要金屬膜厚度大於集膚深度。為了將一場集中至中心孔隙，溝槽深度 $S$ 應大約、約等於或大於集膚深度，而溝槽不應貫穿整個金屬膜。在一例項中，紫外線中之Al之集膚深度係-15 nm。溝槽間距 $P$ 可係大約100 nm至200 nm以供結構在紫外線中針對所關注波長操作。中心圓形孔隙直徑 $D$ 可為自50 nm至100 nm，此係因為電場光點大小由此直徑判定。

【0040】 表1及2展示靶心孔隙之參數之範圍。

操作波長 (nm)	中心孔隙直 徑 $D$ 範圍 (nm)		自中心至第 一溝槽中心 之距離 $A$ 範 圍(nm)		鄰近溝槽之 中心之間之 距離 $P$ 範圍 (nm)		溝槽寬度 $W$ 範圍(nm)	
	自	至	自	至	自	至	自	至
193	50	100	100	200	100	200	20	80
213	50	100	100	200	100	200	20	80
257	50	100	100	250	100	250	20	80
266	50	100	100	250	100	250	20	80
365	50	100	100	300	100	300	20	120
305	50	100	100	300	100	300	20	120
430	50	100	100	300	100	300	20	120

表1：一靶心孔隙之規格

操作波長 (nm)	溝槽深度 S範圍 (nm)		同心溝槽 之數目N 範圍		鋁厚度T範圍 (nm)		半導體厚度範圍 (nm)	
	自	至	自	至	自	至	自	至
193	15	50	3	10	30	100	10	50
213	15	50	3	10	30	100	10	50
257	15	50	3	10	30	100	10	50
266	15	50	3	10	30	100	10	50
365	14	50	3	10	28	100	10	50
305	13	50	3	10	26	100	10	50
430	13	50	3	10	26	100	10	50

表2：一靶心孔隙之規格

【0041】 類似規格可與其他表面電漿共振孔隙形狀一起使用。例如，表面電漿共振結構陣列102可界定一C孔隙。在C孔隙之情況中，可藉由調整孔隙腰及臂對腰比率而調諧共振位置(圖5)。在圖5中，Wa係孔隙臂，Wb係孔隙腰，Hb係孔隙齒且Ht係孔隙寬度。

【0042】 特定言之，對於沿著孔隙臂偏振之入射光，針對Wb= 17 nm及 $1 < Wa/Wb < 1.3$ ，共振位置在266 nm附近，而功率處理能力係約3.5且光點大小係約60 nm(圖6及圖7)。針對垂直於臂之偏振，在所關注波長範圍中不存在共振。在圖6中，展示針對不同Wa/Wb比率之功率處理能力，如在圖例中指示。在圖7中，針對在Wa/Wb = 1.3、光點大小FWHM<sub>x</sub> = 55 nm及FWHM<sub>y</sub> = 65 nm下之第一孔隙共振展示在距孔隙出口30 nm處(在透射區域中)之平方電場分佈。FWHM表示半峰全寬。FWHM<sub>x</sub>係在x方向上之半峰全寬且FWHM<sub>y</sub>係在y方向上之半峰全寬。

【0043】 表3及4展示C孔隙之參數之範圍。

操作波長 (nm)	孔隙腰Wb範圍(nm)		孔隙臂Wa範圍(nm)		孔隙寬度Ht範圍(nm)	
	自	至	自	至	自	至
257	13	20	13	30	39	60
266	13	20	13	30	39	60
365	27	33	27	120	60	150
305	30	40	30	160	70	200
430	30	40	30	160	70	200

表3：一C孔隙之規格

操作波長 (nm)	孔隙齒Hb範圍(nm)		鋁厚度T範圍(nm)		半導體厚度範圍(nm)	
	自	至	自	至	自	至
193			15	100	10	50
213			15	100	10	50
257	13	20	15	100	10	50
266	13	20	15	100	10	50
365	27	33	15	100	10	50
305	30	40	15	100	10	50
430	30	40	15	100	10	50

表4：一C孔隙之規格

【0044】 在一特定例項中，C孔隙具有自39 nm至200 nm之一孔隙寬度。

【0045】 在一實施例中，海斯林克(Hesselink)之C孔隙可用作一光學表面電漿共振結構且光電陰極實際上係一尖端。

【0046】 本文中揭示之實施例可產生每束數十nA (例如，100 nA至300 nA)之亞波長光點大小電子束之一陣列，其可用於高處理能力多束檢測工具。可實現在亞波長光點中之光之最大透射，其可用於高亮度電子發射器。光電陰極發射器可在其中若干光電陰極具有已展現高QE之波長下操作。

【0047】可對每束數十nA之電子束提供至多束系統之有效光分佈之可擴縮性。此等光電陰極可與市售照明源相容。可在本文中揭示之波長範圍下提供一高QE。

【0048】圖8係一方法200之一流程圖。在201，將一光束引導至一光電陰極發射器處。諸如在本文中描述之實施例中，光電陰極發射器包含一透明基板、一光電陰極層及安置於該透明基板與該光電陰極層之間之一表面電漿共振結構陣列。光束具有自193 nm至430 nm之一波長。例如，波長可為自193 nm至365 nm或自193 nm至266 nm。

【0049】光電陰極層可包含Cs<sub>2</sub>Te、CsKTe、GaAs、GaN、CsI、CsBr或一AlGaN(P)合金之一或多者。透明基板可包含紫外線熔融矽石、CaF<sub>2</sub>、石英、藍寶石、MgF<sub>2</sub>或LiF之一或多者。表面電漿共振結構可由鋁製成。

【0050】表面電漿共振結構可界定一靶心圖案或一C孔隙。

【0051】在202，使用光電陰極發射器之表面電漿共振結構陣列自光束產生一電子束。

【0052】圖9係一系統300之一實施例之一方塊圖。系統300包含經組態以產生一晶圓304之影像之一晶圓檢測工具(其包含電子柱301)。

【0053】晶圓檢測工具包含一輸出擷取子系統，該輸出擷取子系統包含至少一能量源及一偵測器。輸出擷取子系統可係一基於電子束之輸出擷取子系統。例如，在一項實施例中，經引導至晶圓304之能量包含電子，且自晶圓304偵測之能量包含電子。以此方式，能量源可係一電子束源。在圖9中展示之一項此實施例中，輸出擷取子系統包含耦合至電腦子系統302之電子柱301。一卡盤(未繪示)可固持晶圓304。

【0054】亦如圖9中展示，電子柱301包含經組態以產生由一或多個元件305聚焦至晶圓304之電子之一電子束源303。電子束源303可包含(例如)圖1之光電陰極100之一實施例。一或多個元件305可包含(例如)一槍透鏡、一陽極、一束限制孔隙、一閘閥、一束電流選擇孔隙、一物鏡及一掃描子系統，其等全部可包含此項技術中已知之任何此等適合元件。

【0055】自晶圓304返回之電子(例如，二次電子)可由一或多個元件306聚焦至偵測器307。一或多個元件306可包含(例如)一掃描子系統，該掃描子系統可係包含於(若干)元件305中之相同掃描子系統。

【0056】電子柱亦可包含此項技術中已知之任何其他適合元件。

【0057】雖然在圖9中將電子柱301展示為經組態使得電子以一傾斜入射角引導至晶圓304且以另一傾斜角自晶圓304散射，但電子束可以任何適合角度引導至晶圓304且自晶圓304散射。另外，基於電子束之輸出擷取子系統可經組態以使用多個模式(例如，使用不同照明角、收集角等)以產生晶圓304之影像。基於電子束之輸出擷取子系統之多個模式可在輸出擷取子系統之任何影像產生參數方面不同。

【0058】電腦子系統302可耦合至偵測器307，使得電腦子系統302與偵測器307或晶圓檢測工具之其他組件電子通信。偵測器307可偵測自晶圓304之表面返回之電子，藉此使用電腦子系統302形成晶圓304之電子束影像。電子束影像可包含任何適合電子束影像。電腦子系統302包含一處理器308及一電子資料儲存單元309。處理器308可包含一微處理器、一微控制器或其他裝置。

【0059】應注意，本文中提供圖9以大體上繪示可在本文中描述之實施例中使用之一基於電子束之輸出擷取子系統之一組態。可更改本文中

描述之基於電子束之輸出擷取子系統組態以如在設計一商業輸出擷取系統時通常執行般最佳化輸出擷取子系統之效能。另外，可使用一現有系統(例如，藉由將本文中描述之功能性添加至一現有系統)實施本文中描述之系統。對於一些此等系統，本文中描述之方法可被提供為系統之選用功能性(例如，除了系統之其他功能性之外)。替代地，可將本文中描述之系統設計為一全新系統。

**【0060】** 電腦子系統302可以任何適合方式(例如，經由一或多個傳輸媒體，該一或多個傳輸媒體可包含有線及/或無線傳輸媒體)耦合至系統300之組件，使得處理器308可接收輸出。處理器308可經組態以使用輸出執行數個功能。晶圓檢測工具可自處理器308接收指令或其他資訊。處理器308及/或電子資料儲存單元309視情況可與另一晶圓檢測工具、一晶圓度量衡工具或一晶圓檢視工具(未繪示)電子通信以接收額外資訊或發送指令。

**【0061】** 本文中描述之電腦子系統302、(若干)其他系統或(若干)其他子系統可係各種系統之部分，包含一個人電腦系統、影像電腦、大型電腦系統、工作站、網路設備、網際網路設備或其他裝置。(若干)子系統或(若干)系統亦可包含此項技術中已知之任何適合處理器(諸如一平行處理器)。另外，該(等)子系統或該(等)系統可包含具有高速處理及軟體之一平台(作為一獨立工具或一網路工具)。

**【0062】** 處理器308及電子資料儲存單元309可經安置於系統300或另一裝置中或以其他方式作為系統300或另一裝置之部分。在一實例中，處理器308及電子資料儲存單元309可係一獨立控制單元之部分或在一集中式品質控制單元中。可使用多個處理器308或電子資料儲存單元309。

【0063】實務上，處理器308可藉由硬體、軟體及韌體之任何組合實施。又，如本文中描述之其功能可由一個單元執行或在不同組件當中劃分，該等不同組件之各者可繼而藉由硬體、軟體及韌體之任何組合實施。供處理器308實施各種方法及功能之程式碼或指令可儲存於可讀儲存媒體(諸如電子資料儲存單元309中之一記憶體或其他記憶體)中。

【0064】圖9之系統300僅係可使用電子源100之實施例或方法200之實施例之一系統之一個實例。系統300可在一超高真空(UHV)環境或其他環境下操作。電子源100之實施例可係一缺陷檢視系統、一檢測系統、一度量衡系統或某一其他類型之系統之部分。因此，本文中揭示之實施例描述可以數個方式針對具有或多或少適合於不同應用之不同能力之系統定製之一些組態。

【0065】本文中揭示之光電陰極實施例可用於以下項中：倍縮光罩及晶圓檢測系統；使用單一或多個電子源之晶圓或倍縮光罩之電子束檢測系統；使用單一或多個電子源之晶圓或倍縮光罩之電子束檢視系統；或使用單一或多個電子源之晶圓或倍縮光罩之電子束度量衡系統。本文中揭示之光電陰極實施例亦可用於使用電子源以使用單一或多個電子源產生x射線之系統(諸如用於一晶圓或倍縮光罩之度量衡、檢視或檢測之系統)中。例如，本文中揭示之實施例可用於一多電子源檢測系統或微影系統中。

【0066】雖然已關於一或多個特定實施例描述本發明，但應理解，可進行本發明之其他實施例而不脫離本發明之範疇。因此，將本發明視為僅由隨附發明申請專利範圍及其等之合理解譯限制。

#### 【符號說明】

#### 【0067】

- 100: 光電陰極
- 101: 透明基板
- 102: 表面電漿共振結構陣列
- 103: 光電陰極層
- 104: 頂蓋層
- 105: 金屬材料
- 200: 方法
- 201: 步驟
- 202: 步驟
- 300: 系統
- 301: 電子柱
- 302: 電腦子系統
- 303: 電子束源
- 304: 晶圓
- 305: 元件
- 306: 元件
- 307: 偵測器
- 308: 處理器
- 309: 電子資料儲存單元

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種光電陰極發射器，其包括：

一透明基板；

一光電陰極層；

一表面電漿共振結構陣列，其安置於該透明基板與該光電陰極層之間，其中該表面電漿共振結構經組態以在自193 nm至430 nm之一波長下操作；及

一頂蓋層，其安置於該光電陰極層之與該表面電漿共振結構陣列相對之一側上。

### 【請求項2】

如請求項1之光電陰極發射器，其中該光電陰極層包含 $\text{Cs}_2\text{Te}$ 、 $\text{CsKTe}$ 、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{GaN}$ 、 $\text{CsI}$ 、 $\text{CsBr}$ 或一 $\text{AlGaIn(P)}$ 合金之一或多者。

### 【請求項3】

如請求項1之光電陰極發射器，其中該透明基板包含紫外線熔融矽石、 $\text{CaF}_2$ 、石英、藍寶石、 $\text{MgF}_2$ 或 $\text{LiF}$ 之一或多者。

### 【請求項4】

如請求項1之光電陰極發射器，其中該表面電漿共振結構陣列由鋁製成。

### 【請求項5】

如請求項1之光電陰極發射器，其中該表面電漿共振結構陣列界定一靶心圖案。

### 【請求項6】

如請求項5之光電陰極，其中該表面電漿共振結構陣列具有自50 nm至100 nm之一中心孔隙直徑。

**【請求項7】**

如請求項1之光電陰極發射器，其中該表面電漿共振結構陣列界定一C孔隙。

**【請求項8】**

如請求項7之光電陰極，其中該C孔隙具有自39 nm至200 nm之一孔隙寬度。

**【請求項9】**

如請求項1之光電陰極發射器，其中該頂蓋層包含鈦。

**【請求項10】**

如請求項1之光電陰極發射器，其中該波長是自大於400 nm至430 nm。

**【請求項11】**

一種半導體檢測之方法，其包括：

將一光束引導至一光電陰極發射器處，該光電陰極發射器包含：一透明基板，一光電陰極層，安置於該透明基板與該光電陰極層之間之一表面電漿共振結構陣列，及安置於該光電陰極層之與該表面電漿共振結構陣列相對之一側上之一頂蓋層，其中該光束具有自193 nm至430 nm之一波長；及

使用該光電陰極發射器之該表面電漿共振結構陣列自該光束產生一電子束。

**【請求項12】**

如請求項11之方法，其中該波長係自193 nm至365 nm。

**【請求項13】**

如請求項12之方法，其中該波長係自193 nm至266 nm。

**【請求項14】**

如請求項11之方法，其中該光電陰極層包含Cs<sub>2</sub>Te、CsKTe、GaAs、GaN、CsI、CsBr或一AlGaN(P)合金之一或多者。

**【請求項15】**

如請求項11之方法，其中該透明基板包含紫外線熔融矽石、CaF<sub>2</sub>、石英、藍寶石、MgF<sub>2</sub>或LiF之一或多者。

**【請求項16】**

如請求項11之方法，其中該表面電漿共振結構由鋁製成。

**【請求項17】**

如請求項11之方法，其中該表面電漿共振結構界定一靶心圖案。

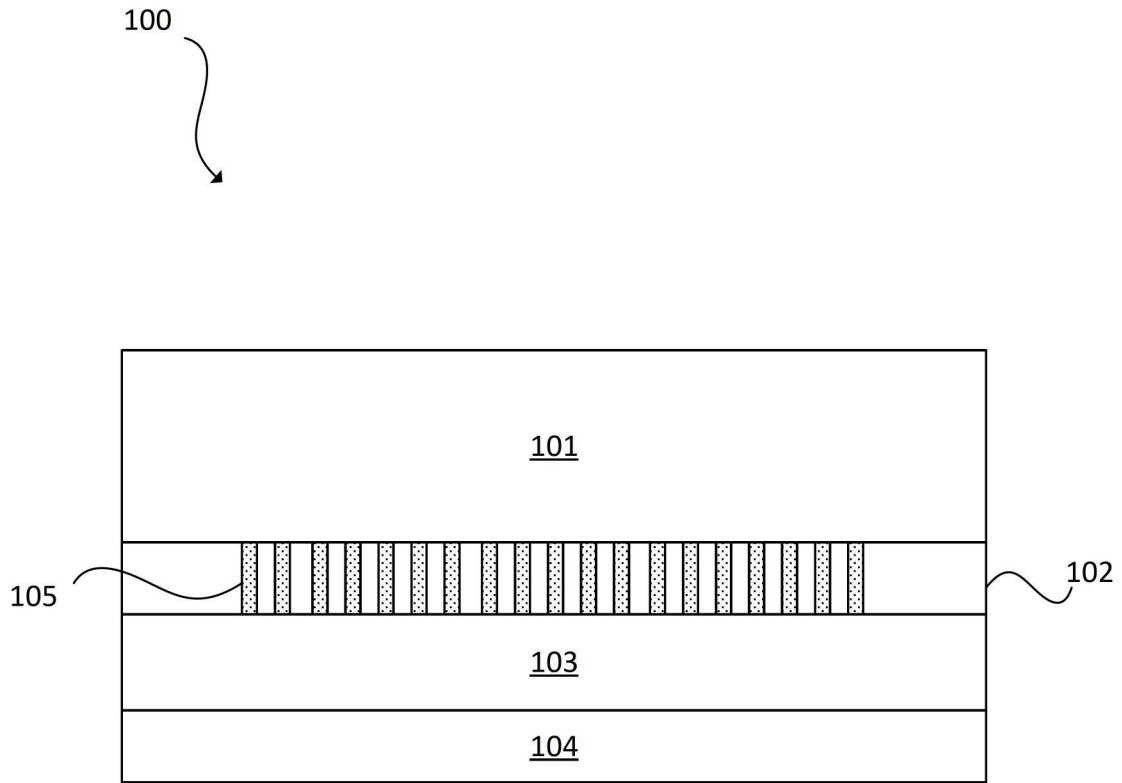
**【請求項18】**

如請求項11之方法，其中該表面電漿共振結構界定一C孔隙。

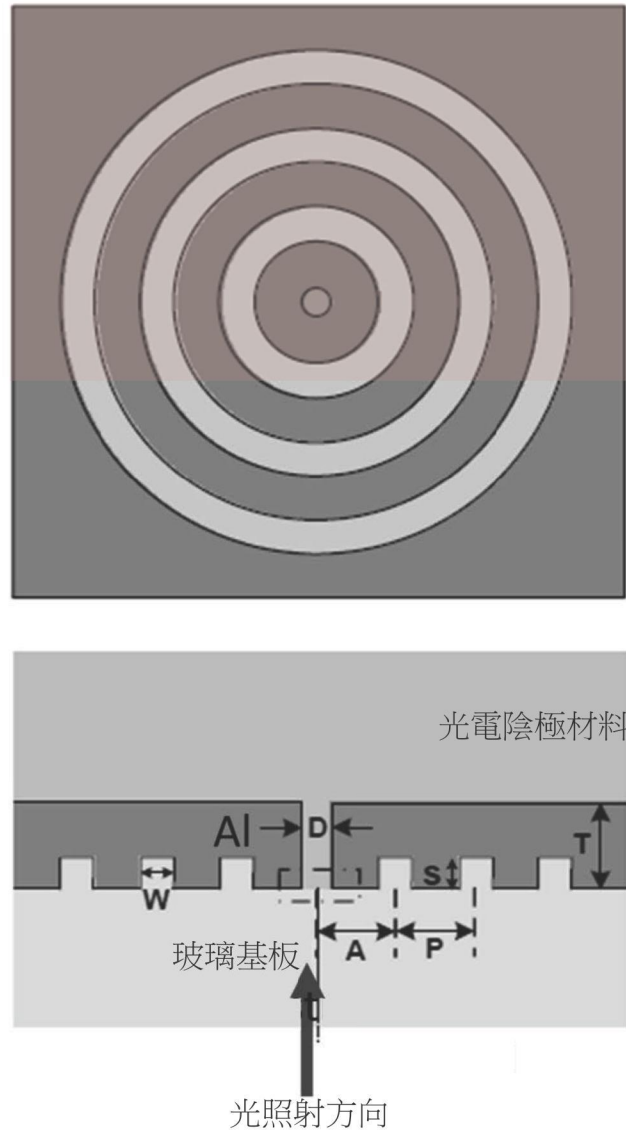
**【請求項19】**

如請求項11之方法，其中該波長是自大於400 nm至430 nm。

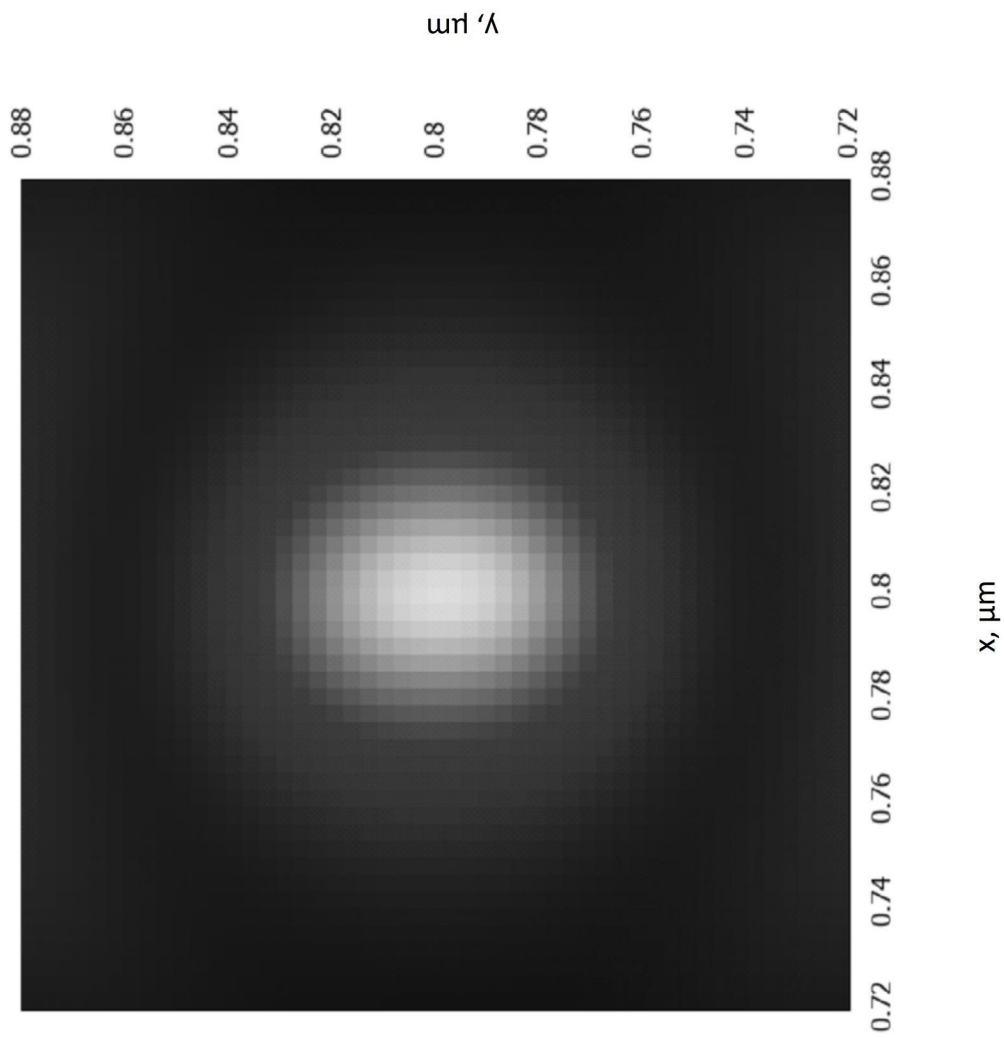
【發明圖式】



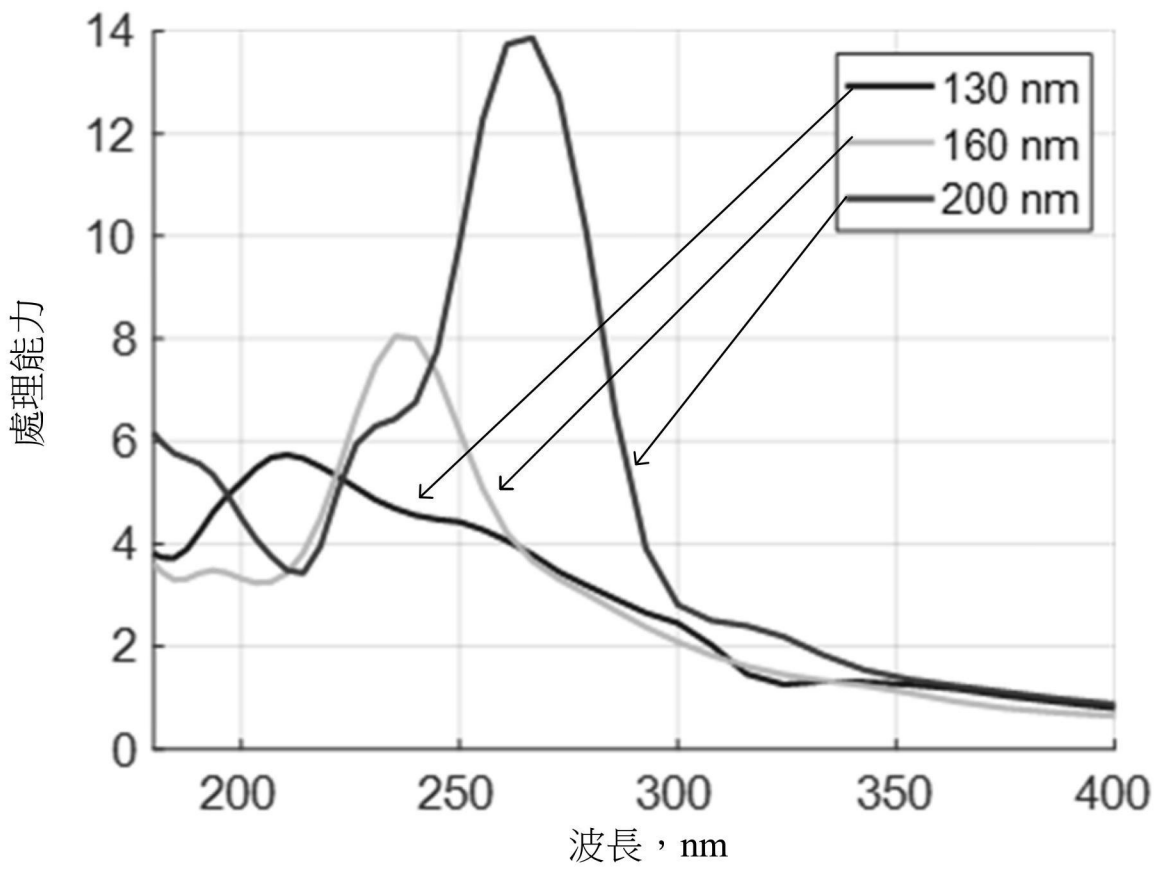
【圖1】



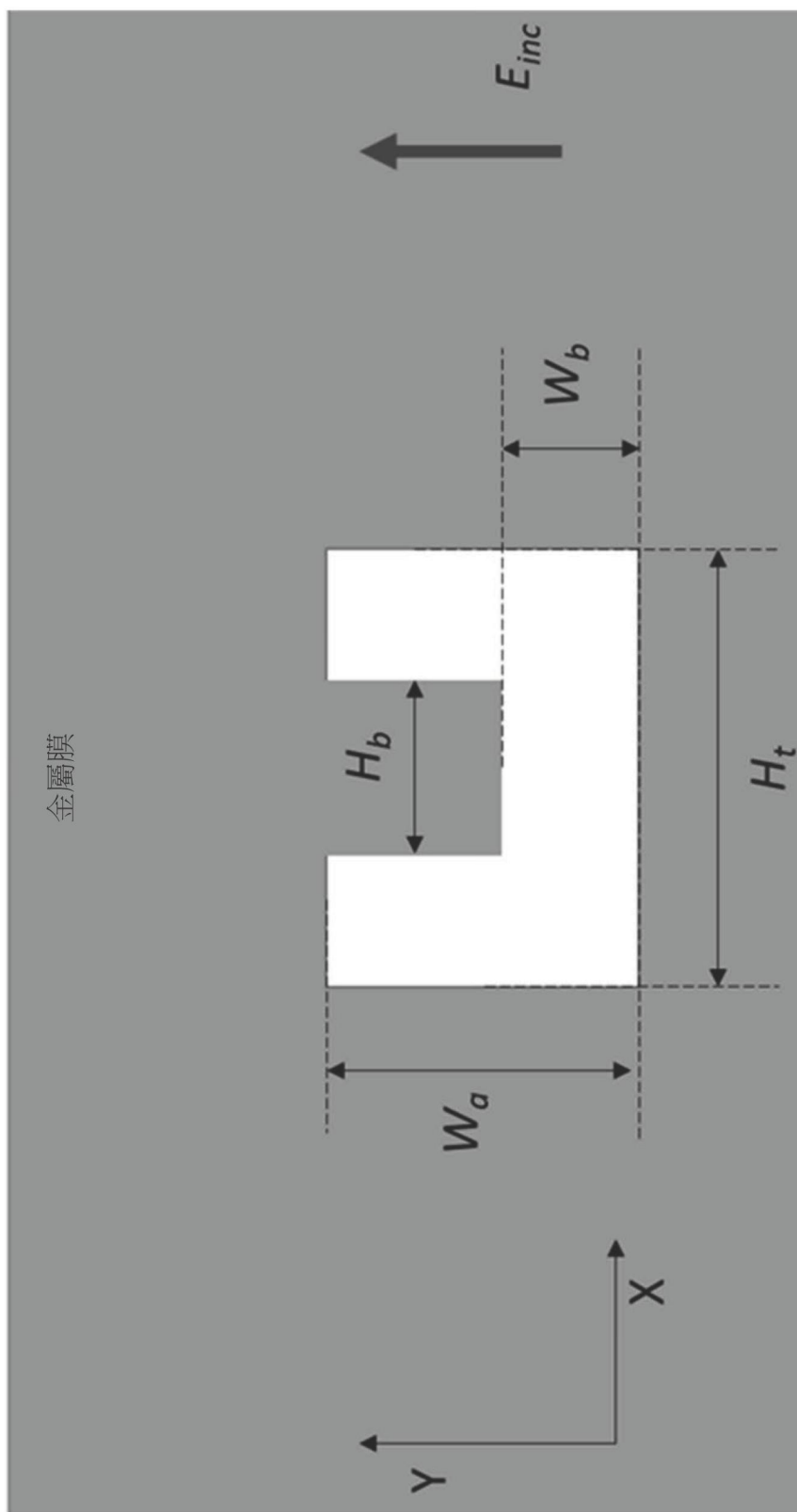
【圖2】



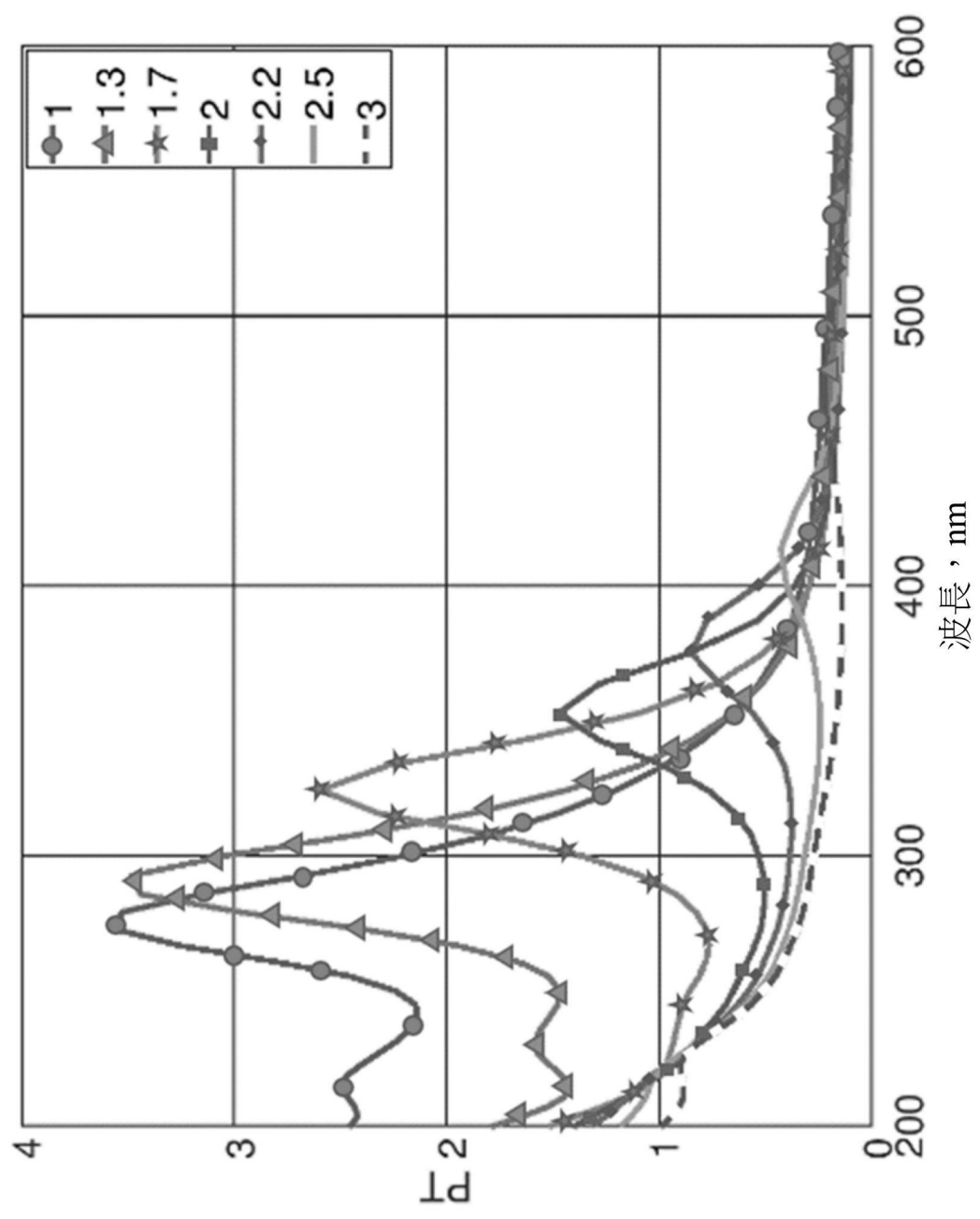
【圖3】



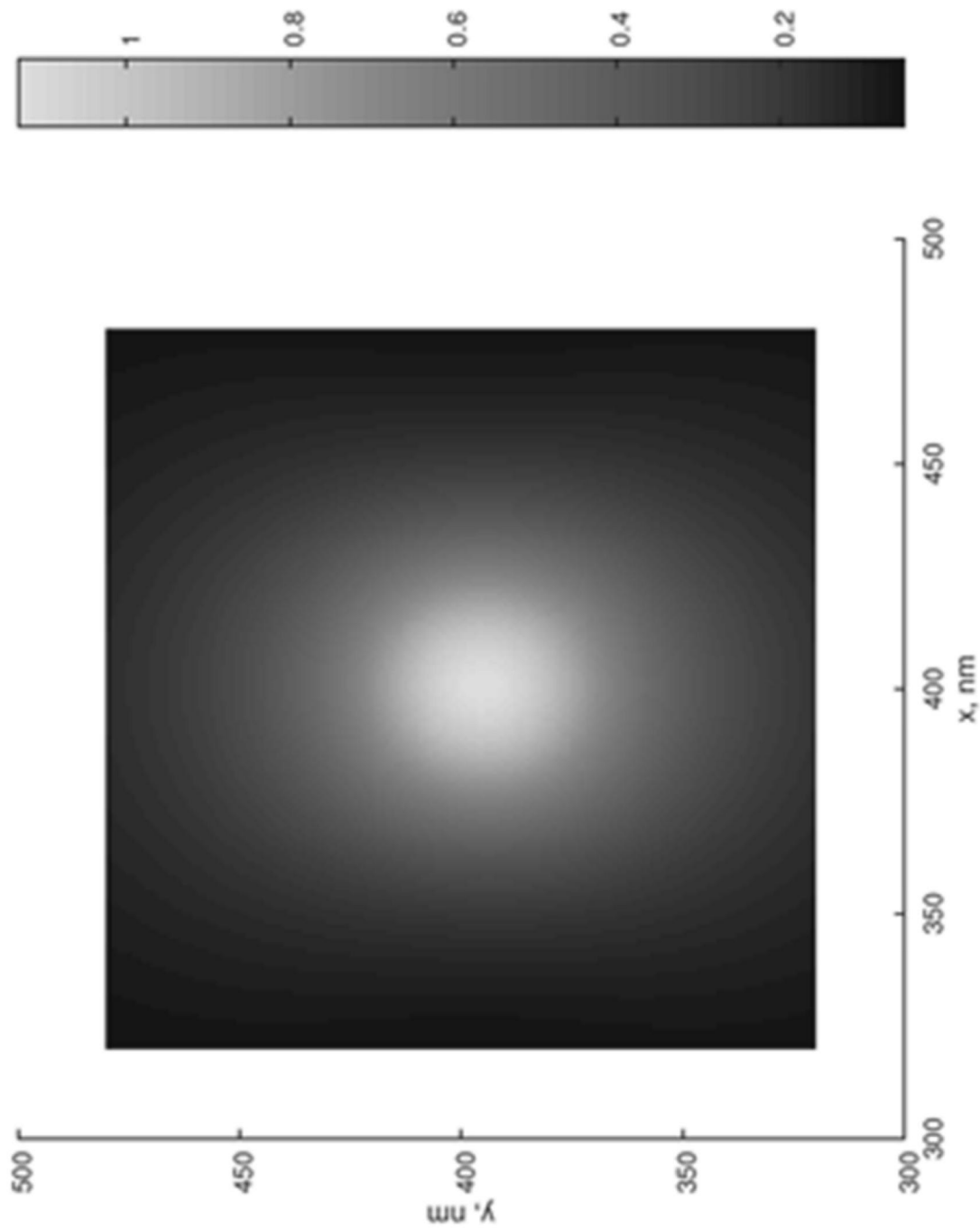
【圖4】



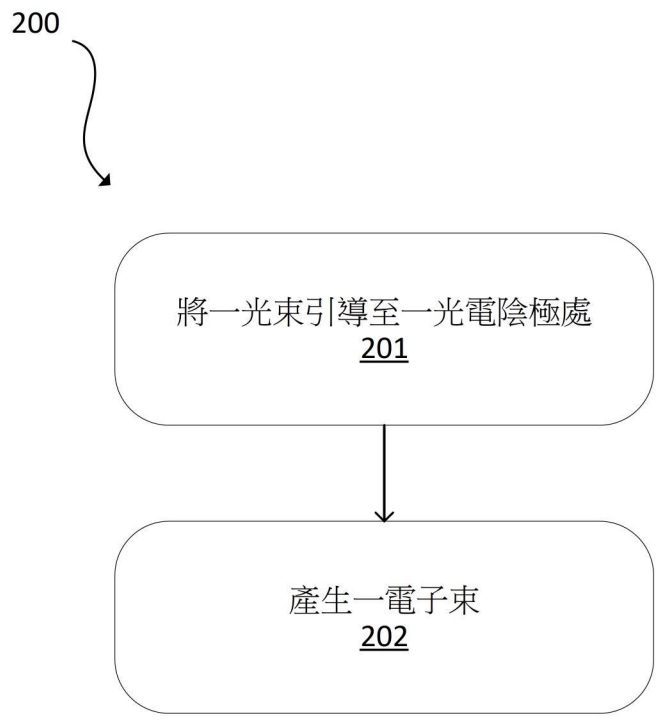
【圖5】



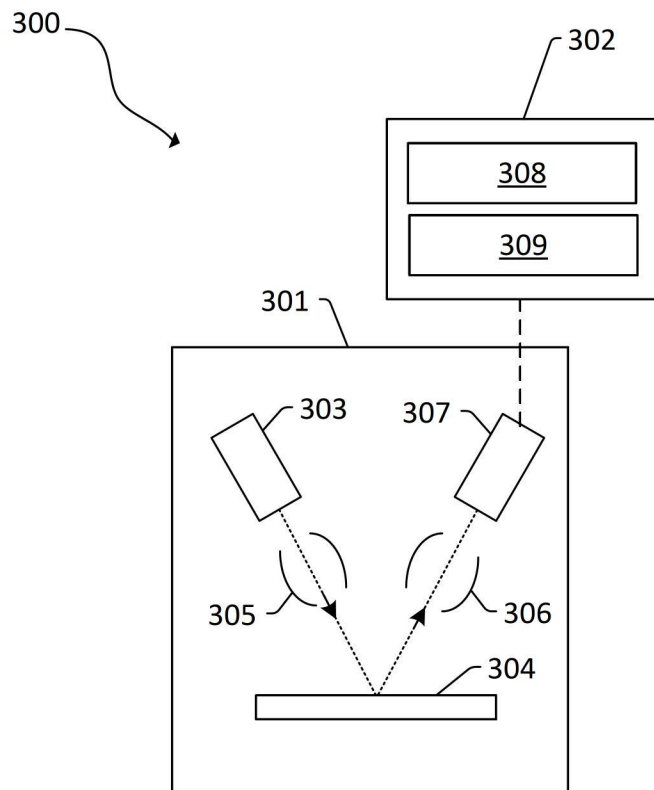
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】