



(21)申請案號：106110496 (22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. :                    *H01J40/04 (2006.01)*                    *H01J43/20 (2006.01)*  
                                      *H01J43/06 (2006.01)*                    *G01N21/88 (2006.01)*  
                                      *G01N21/95 (2006.01)*

(30)優先權：2016/03/29            美國                    62/314,654  
                                      2016/09/16            美國                    15/268,326

(71)申請人：美商克萊譚克公司 (美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)  
                                      美國

(72)發明人：麥凱 德瑞克 MACKAY, DEREK (CA)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

|    |                |    |                |
|----|----------------|----|----------------|
| TW | 201344736A     | TW | 201523690A     |
| CN | 102668017A     | JP | 2003-263952A   |
| JP | 2006-185598A   | US | 4931704        |
| US | 5111051        | US | 2004/0069932A1 |
| US | 2010/0096560A1 | WO | 2015/100421A1  |

審查人員：林迺信

申請專利範圍項數：18 項      圖式數：3      共 36 頁

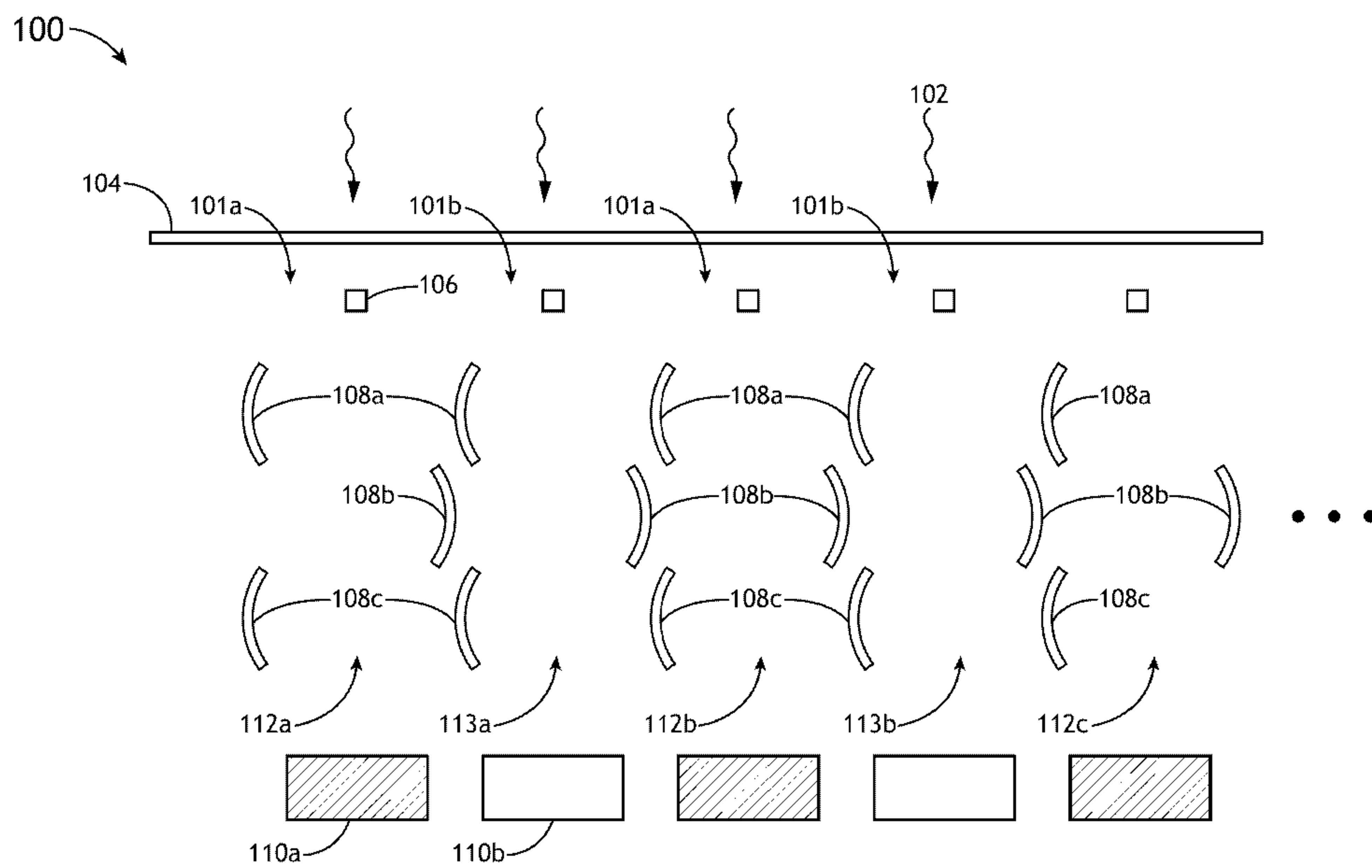
(54)名稱  
光倍增管偵測器總成及相關檢測系統

(57)摘要

本發明揭示一種多通道光倍增管(PMT)偵測器總成，其包含一光陰極。該偵測器總成包含一第一倍增極通道，其包含一第一組倍增極(dynode)路徑。該第一組倍增極路徑包含複數個倍增極級，其經組態以接收光電子之一第一部分且將一第一經放大光電子電流導引至一第一陽極上。該偵測器總成包含一額外倍增極通道，其包含一額外組倍增極路徑。該額外組倍增極路徑包含複數個倍增極級，其經組態以接收光電子之一額外部分且將一額外經放大光電子電流導引至一額外陽極上。該偵測器總成包含一柵極，其經組態以將光電子之該第一部分導引至該第一組路徑之一或多者且將光電子之一額外部分導引至該額外組路徑之一或多者。

A multi-channel photomultiplier tube (PMT) detector assembly includes a photocathode. The detector assembly includes a first dynode channel including a first set of dynode pathways. The first set of dynode pathways include a plurality of dynode stages configured to receive a first portion of the photoelectrons and direct a first amplified photoelectron current onto a first anode. The detector assembly includes an additional dynode channel including an additional set of dynode pathways. The additional set of dynode pathways includes a plurality of dynode stages configured to receive an additional portion of the photoelectrons and direct an additional amplified photoelectron current onto an additional anode. The detector assembly includes a grid configured to direct the first portion of the photoelectrons to one or more of the first set of pathways and an additional portion of the photoelectrons to one or more of the additional set of pathways.

指定代表圖：



【圖 1A】

符號簡單說明：

100:多通道光倍增管  
(PMT)偵測器總成

101a:第一倍增極通道

### 101b:第二倍增極通道

102:光子

104:光陰極

106: 柵極

108a 至 108c:第一倍增極級

110a:第一組陽極

110b:第二組陽極

112a 至 112c:第一倍增極路徑

113a 至 113b:第二倍增極路徑



I722158

## 【發明摘要】

公告本

## 【中文發明名稱】

光倍增管偵測器總成及相關檢測系統

## 【英文發明名稱】

PHOTOMULTIPLIER TUBE DETECTOR ASSEMBLY AND  
RELATED INSPECTION SYSTEM

## 【中文】

本發明揭示一種多通道光倍增管(PMT)偵測器總成，其包含一光陰極。該偵測器總成包含一第一倍增極通道，其包含一第一組倍增極(dynode)路徑。該第一組倍增極路徑包含複數個倍增極級，其經組態以接收光電子之一第一部分且將一第一經放大光電子電流導引至一第一陽極上。該偵測器總成包含一額外倍增極通道，其包含一額外組倍增極路徑。該額外組倍增極路徑包含複數個倍增極級，其經組態以接收光電子之一額外部分且將一額外經放大光電子電流導引至一額外陽極上。該偵測器總成包含一柵極，其經組態以將光電子之該第一部分導引至該第一組路徑之一或多者且將光電子之一額外部分導引至該額外組路徑之一或多者。

## 【英文】

A multi-channel photomultiplier tube (PMT) detector assembly includes a photocathode. The detector assembly includes a first dynode channel including a first set of dynode pathways. The first set of dynode pathways include a plurality of dynode stages configured to receive a first portion of the photoelectrons and direct a first amplified photoelectron current onto a first anode. The detector assembly includes an additional dynode channel including an additional set of dynode

pathways. The additional set of dynode pathways includes a plurality of dynode stages configured to receive an additional portion of the photoelectrons and direct an additional amplified photoelectron current onto an additional anode. The detector assembly includes a grid configured to direct the first portion of the photoelectrons to one or more of the first set of pathways and an additional portion of the photoelectrons to one or more of the additional set of pathways.

【指定代表圖】

圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| 100       | 多通道光倍增管(PMT)偵測器總成 |
| 101a      | 第一倍增極通道           |
| 101b      | 第二倍增極通道           |
| 102       | 光子                |
| 104       | 光陰極               |
| 106       | 柵極                |
| 108a至108c | 第一倍增極級            |
| 110a      | 第一組陽極             |
| 110b      | 第二組陽極             |
| 112a至112c | 第一倍增極路徑           |
| 113a至113b | 第二倍增極路徑           |

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

光倍增管偵測器總成及相關檢測系統

## 【英文發明名稱】

PHOTOMULTIPLIER TUBE DETECTOR ASSEMBLY AND  
RELATED INSPECTION SYSTEM

## 【技術領域】

本發明大體上係關於一種光倍增管偵測器總成，且更特定而言，本發明係關於一種多通道光倍增管偵測器總成。

## 【先前技術】

隨著對半導體裝置之需求增加，亦需要不斷改良裝置檢測能力。常用於光學檢測方法中之一技術包含實施一光倍增管(PMT)偵測器。一般而言，光倍增管偵測器係電磁波譜之UV、可見及近紅外線範圍內之光之敏感偵測器。因此，PMT廣泛用於半導體裝置檢測程序中。一常見實施設計包含一單通道PMT（例如圓籠型、箱及柵極型及線性聚焦型）。此一單通道PMT經受一偵測之減小速度。

因此，可期望產生一種消除先前方法之缺點的光倍增管偵測器總成。

## 【發明內容】

根據本發明之一或多項繪示性實施例，揭示一種光倍增管偵測器總成。在一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一光陰極，其經組態以吸收光子，該光陰極經進一步組態以發射光電子。在另一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一第一倍增極通道，該第一倍增極通道包含一第一組倍增極路徑，該第一組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該

複數個倍增極級經組態以接收該等光電子之一第一部分且將一第一經放大光電子電流導引至一第一組陽極之一第一陽極上。在另一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一額外倍增極通道，該額外倍增極通道包含一額外組倍增極路徑，該額外組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以接收該等光電子之一額外部分且將一額外經放大光電子電流導引至一額外組陽極之一額外陽極上。在另一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一柵極，其經組態以將自該光陰極放射之該等光電子之該第一部分導引至該第一倍增極通道之該第一組路徑之一或多者。在另一實施例中，該柵極經進一步組態以將自該光陰極放射之該等光電子之該額外部分導引至該額外倍增極通道之該額外組路徑之一或多者。

根據本發明之一或多項繪示性實施例，揭示一種檢測系統。在一實施例中，該檢測系統包含一照明源，其經組態以照射一樣品表面之一部分。在另一實施例中，該檢測系統包含一組照明光學器件，其經組態以將照明導引及聚焦至該樣品表面上。在另一實施例中，該檢測系統包含一光倍增管偵測器總成。在另一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一光陰極，其經組態以吸收光子，該光陰極經進一步組態以發射光電子。在另一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一第一倍增極通道，該第一倍增極通道包含一第一組倍增極路徑，該第一組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以接收該等光電子之一第一部分且將一第一經放大光電子電流導引至一第一組陽極之一第一陽極上。在另一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一額外倍增極通道，該額外倍增極通道包含一額外組倍增極路徑，該額外組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以接收該等光電子之一額外部

分且將一額外經放大光電子電流導引至一額外組陽極之一額外陽極上。在另一實施例中，該光倍增管偵測器總成包含一柵極，其經組態以將自該光陰極放射之該等光電子之該第一部分導引至該第一倍增極通道之該第一組路徑之一或多者。在另一實施例中，該柵極經進一步組態以將自該光陰極放射之該等光電子之該額外部分導引至該額外倍增極通道之該額外組路徑之一或多者。

應瞭解，以上一般描述及以下詳細描述兩者僅供例示及說明且未必限制所主張之發明。併入本說明書中且構成本說明書之一部分的附圖繪示本發明之實施例且與一般描述一起用於解釋本發明之原理。

#### 【圖式簡單說明】

熟習技術者可藉由參考附圖來較佳理解本發明之諸多優點，其中：

圖1A繪示根據本發明之一或多項實施例之一多通道光倍增管偵測器總成之一簡化示意圖。

圖1B繪示根據本發明之一或多項實施例之一多通道光倍增管偵測器總成之一簡化示意圖，其描繪一第一倍增極通道中之第一光電子之一或多個部分之放大。

圖1C繪示根據本發明之一或多項實施例之一多通道光倍增管偵測器總成之一簡化示意圖，其描繪一第二倍增極通道中之第二光電子之一或多個部分之放大。

圖1D繪示根據本發明之一或多項實施例之具有一第一像素之一樣品檢測區域之一簡化示意圖。

圖1E繪示根據本發明之一或多項實施例之具有一第二像素之一樣品檢測區域之一簡化示意圖。

圖1F繪示根據本發明之一或多項實施例之具有第三像素及第四像素之一樣品檢測區域之一簡化示意圖。

圖2繪示根據本發明之一或多項實施例之本發明之一替代實施例之一簡化示意圖。

圖3繪示根據本發明之一或多項實施例之裝備有一多通道光倍增管偵測器總成之一檢測系統之一方塊圖。

### 【實施方式】

#### 相關申請案之交叉參考

本申請案係相關於下列(若干)申請案(「相關申請案」)且主張來自該(等)申請案之(若干)最早有效申請日之權利(例如，主張除臨時專利申請案以外之最早有效優先權日或根據35 USC § 119(e)主張臨時專利申請案、該(等)相關申請案之任何及所有父母代申請案、祖父母代申請案、曾祖父母代申請案等等之權利)。

#### 相關申請案：

為滿足USPTO附加法定要求，本申請案構成名為Derek Mackay之發明者於2016年3月29日申請之名稱為「MULTI-CHANNEL ULTRA HIGH SPEED PHOTOMULTIPLIER TUBE」之美國臨時專利申請案第62/314,654號之一正式(非臨時)專利申請案。

現將詳細參考附圖中所繪示之揭示標的。

大體上參考圖1A至圖3，描述根據本發明之一多通道光倍增管(PMT)偵測器總成100。本發明之實施例係針對具有配置為一平行樣式以增強檢測頻寬之多個通道的一多通道光倍增管(PMT)偵測器總成100。本發明之實施例在半導體檢測之背景中尤其有用。本發明之實施例提供鄰近樣品或

相同樣品之不同區域之快速量測。與習知單通道PMT偵測器相比，本發明之PMT偵測器總成100之多通道結構使檢測速度提高多倍。

圖1A繪示根據本發明之一或多項實施例之一多通道PMT偵測器總成100之一簡化圖。在一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含一光陰極104。在一實施例中，光陰極104吸收光子102之一或多個部分且接著回應於光子102之該一或多個部分之吸收而發射光電子之一或多個部分。

在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含平行配置之一第一倍增極通道101a及一第二倍增極通道101b。例如，第一倍增極通道101a及第二倍增極通道101b可各由多個路徑界定。例如，第一倍增極通道101a可包含一組倍增極路徑112a至112c。在另一例項中，第二倍增極通道101b可包含一組倍增極路徑113a至113b。此外，如圖1A中所展示，第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b可經配置為一交錯平行樣式。

可預期，儘管第一倍增極通道101a及第二倍增極通道101b經描繪為一雙通道平行配置(如圖1A中所展示)，但此一配置僅供繪示目的。應注意，偵測器總成100可包含平行配置之任何數目個倍增極通道，諸如三個或三個以上平行配置通道(例如一交錯平行樣式)。

可進一步預期，儘管第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b在圖1A中經展示為五個倍增極路徑(即，112a、112b、112c、113a及113b)之一堆疊，但此一組態僅供繪示目的。應注意，各倍增極通道可包含任何數目個倍增極路徑，藉此來自各通道之路徑經配置為一交錯平行樣式。

在一實施例中，由光陰極104發射之第一光電子之一或多個部分進入

第一倍增極通道101a之第一路徑112a至112c，而由光陰極104發射之第二光電子之一或多個部分依序進入第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b。在另一實施例中，第一光電子之一或多個部分進入第一倍增極通道101a之第一路徑112a至112c，而第二光電子之一或多個部分同時進入第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b。

在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含用於控制及/或導引由光陰極104發射之光電子之一或多個部分的一柵極106。例如，柵極106可位於光陰極104之部分接近處。例如，柵極106相對於光陰極104、第一通道101a及第二通道101b之位置可經選擇使得自光陰極104發射之光電子之一或多個部分可被高效導引至第一通道101a及/或第二通道101b中。應注意，本發明之範疇不限於使用柵極106來控制光電子之一或多個部分進入至第一通道101a之第一路徑112a至112c及第二通道101b之第二路徑113a至113b中，其僅供繪示目的。確切而言，應認識到，在本文中，多通道PMT偵測器總成100可使用此項技術中已知之任何電子控制構件(諸如(但不限於)一或多個聚焦電極或一或多個聚焦網孔)來控制光電子之一或多個部分進入至第一通道101a之第一路徑112a至112c及第二通道101b之第二路徑113a至113b中。

在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100之第一通道101a之路徑112a、112b及112c之各者包含複數個倍增極級108a至108c。在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100之第二通道101b之路徑113a、113b之各者亦包含複數個倍增極級108a至108c。例如，第一通道101a及第二通道101b之複數個倍增極級108a至108c可經組態以接收由光陰極104發射之光電子之一或多個部分。例如，第一通道101a及第二通道101b之複數個倍

增極級108a至108c可經進一步組態以放大光電子之一或多個部分。在另一例項中，第一通道101a及第二通道101b之複數個倍增極級108a至108c經組態以將經放大光電子電流導引至一組陽極110a、110b上。

在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含一第一組陽極110a及一第二組陽極110b，其等經配置以分別自第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b收集一或多個經放大光電子電流。例如，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組陽極110a及與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯之第二組陽極110b可經平行配置。就此而言，第一組陽極110a及第二組陽極110b之平行配置可與第一倍增極通道101a及第二倍增極通道101b之平行配置對應，如圖1A中所展示。

舉另一實例而言，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組陽極110a之陽極可與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c對準以收集第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c中之一或多個經放大光電子電流。就此而言，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組陽極110a之陽極可直接定位於第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c下方。舉又一實例而言，與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯之第二組陽極110b之陽極可與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b對準以收集第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b中之一或多個經放大光電子電流。就此而言，與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯之第二組陽極110b之陽極可直

接定位於第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b下方。此外，第一組陽極110a及第二組陽極110b相對於倍增極路徑112a至112c、113a至113b之位置可經選擇使得自複數個倍增極級108a至108c放射之經放大光電子電流可被高效導引至第一組陽極110a及第二組陽極110b中。

可預期，儘管上述第一組陽極110a及第二組陽極110b經展示為實體分離陽極(自圖1A中所展示之簡化圖可見)，但此一組態僅供繪示目的。例如，可將第一組陽極110a之所有者短接在一起。舉另一實例而言，可將第二組陽極110b之所有者短接在一起。可採用此項技術中已知之任何短接技術來將個體陽極短接在一起。

此外，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組陽極110a及與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯之第二組陽極110b可包含適合於將一或多個光電子電流轉換為一或多個光信號的一或多個磷光體塗佈陽極。例如，可藉由一或多個經放大光電子電流來使一或多個磷光體塗佈之第一組陽極110a及第二組陽極110b通電。在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含一或多個偵測器(圖中未展示)，其經組態以偵測自與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組陽極110a及與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯之第二組陽極110b放射之一或多個光信號。例如，該一或多個偵測器可包含此項技術中已知之任何偵測器，諸如(但不限於)一電荷耦合裝置(CCD)偵測器或一互補金屬氧化物半導體(CMOS)偵測器。

圖1B至圖1F繪示根據本發明之一或多項實施例之依一第一組態及第二組態操作之多通道PMT偵測器總成100，藉此分別沿第一通道101a及第

二通道101b導引第一光電子114及第二光電子122之一或多個部分。

圖1B繪示根據本發明之一或多項實施例之多通道PMT偵測器總成100之一簡化示意圖，其描繪由光陰極104發射於第一通道101a之第一倍增極路徑112a至112c中之第一光電子114之一或多個部分之放大。應注意，在本文中，本文中先前所描述之各種實施例、組件及架構應被解譯為沿用至圖1B之多通道PMT偵測器總成100。

在一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含經組態以放大由光陰極104發射之第一光電子114之一或多個部分的複數個倍增極級108a至108c。例如，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組複數個倍增極級108a可經組態以接收藉由光陰極104自一光子102轉換之第一光電子114之一或多個部分。例如，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組複數個倍增極級108a可經進一步組態以經由二次發射來導引及/或放大第一光電子114之一或多個部分，使得自與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組複數個倍增極級108a放射的第一經放大光電子電流116大於由光陰極104發射的第一光電子114之一或多個部分。接著，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第二組複數個倍增極級108b可放大第一經放大光電子電流116，使得一第二經放大光電子電流118大於第一經放大光電子電流116。此程序可經多次實施，藉此將經放大光電子電流累積至所要位準。在經歷與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之多個倍增極級之各者處之放大之後，第二經放大光電子電流118可由與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第三倍增極級組108c導引，使得經放大光電子輸出120撞擊

第一組陽極110a。

應注意，由光陰極104發射之第一光電子114之一或多個部分可同時到達與第一倍增極通道101a之所有第一倍增極路徑112a至112c相關聯之第一組複數個倍增極級108a，而第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b不接收由光陰極104發射之第一光電子114之一或多個部分。就此而言，由光陰極104發射於第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c中之第一光電子114之一或多個部分可不經歷鄰近路徑之間的串擾。

亦應注意，在本文中，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯之倍增極級108a至108c之數目不受限於圖1B中所繪示之倍增極級108a至108c之數目。圖1B中所描繪之複數個倍增極級108a至108c之數目僅供繪示目的，且可預期，本發明中可利用任何數目個倍增極級108a至108c。

圖1C繪示根據本發明之一或多項實施例之多通道PMT偵測器總成100之一簡化示意圖，其描繪由光陰極104發射於第二通道101b之第二倍增極路徑113a至113b中之第二光電子122之一或多個部分之放大。應注意，在本文中，本文中先前所描述之各種實施例、組件及架構應被解譯為沿用至圖1C之多通道PMT偵測器總成100。

應注意，由光陰極104發射之第二光電子122之一或多個部分可同時到達與第二倍增極通道101b之所有第二倍增極路徑113a至113b相關聯的第一組複數個倍增極級108a，而第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c不接收由光陰極104發射之光電子122之第一及/或第二部分。就此而言，由光陰極104發射於第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑

113a至113b中的第二光電子122之一或多個部分不會經歷鄰近路徑之間的串擾。

在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯的複數個倍增極級108a至108c。例如，複數個倍增極級108a至108c可沿第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b安置。舉另一實施例而言，第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b之各者可由複數個倍增極級108a至108c分隔。例如，複數個倍增極級108a至108c可沿倍增極路徑垂直堆疊以隔離倍增極路徑之各者。在另一例項中，複數個倍增極級108a至108c可經安置為沿倍增極路徑之一交錯配置。就此而言，各路徑(112a、112b、112c、113a或113b)可經分隔以有效消除及/或減少光電子與相鄰光電子電流之串擾。

可預期，儘管與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯的上述複數個倍增極級108a至108c之形狀經展示為在表面上具有一單一曲率的一倍增極(自圖1A至圖1C中所展示之簡化圖可見)，但此一組態僅供繪示目的。亦可利用複數個倍增極級108a至108c之其他形狀，諸如在表面上具有多個曲率的一倍增極。可進一步預期，儘管上述各組倍增極級108a至108c經展示為分離金屬件(自圖1A至圖1C中所展示之簡化圖可見)，但此一組態僅供繪示目的。亦可利用其他類型之倍增極級，諸如一線性連續倍增極級(就一連續倍增極型倍增器而言)。

可預期，儘管與所有倍增極路徑(112a、112b、112c、113a及113b)相關聯的上述複數個倍增極級108a至108c經展示為三件式倍增極構造(自圖1A至圖1C中所展示之簡化圖可見)，但此一組態僅供繪示目的。亦可利用複數個倍增極級108a至108c之其他構造，諸如四件式或四以上件式倍增極構造之一堆疊。一般而言，一典型PMT偵測器藉由使用高達19個倍增極級來使來自光陰極104之光電子倍增而使光電子電流在進入陽極之前放大10倍至多達108倍。

可進一步預期，儘管上述複數個倍增極級108a至108c經配置為一交替配置(自圖1A至1C所展示之簡化圖可見)，但此一配置僅供繪示目的。亦可利用複數個倍增極級108a至108c之其他配置，諸如一重疊樣式。

在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成100包含一柵極106，其用於經由一電壓切換程序來將由光陰極104發射的第一光電子114及第二光電子122之一或多個部分控制及/或導引至第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b之各者中，其中第一組複數個倍增極級108a分別位於第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b之各者中。

例如，與第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c相關聯之柵極106及第一組複數個倍增極級108a上之電壓切換程序可經開啟以將由光陰極104發射的第一光電子114之一或多個部分控制及/或導引至第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c中。舉另一實例而言，與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b相關聯之柵極106及第一組複數個倍增極級108a上之電壓切換程序可經開啟以將由光陰極104發

射的第二光電子122之一或多個部分控制及/或導引至第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b。例如，柵極106可藉由在第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c與第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b之間交替來控制、導引及/或操控第一光電子114及第二光電子122之一或多個部分。應注意，可快速及/或重複採用經由電壓切換程序來將由光陰極104發射的第一光電子114及第二光電子122之一或多個部分控制、導引及/或操控至第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b中的動作。應進一步注意，用於控制、導引及/或操控第一光電子114及第二光電子122之一或多個部分的電壓切換程序之間隔本質上可具規律性或不具規律性。

圖1D繪示根據本發明之一或多項實施例之一樣品之一檢測區域150之一簡化示意圖。在一實施例中，檢測區域150包含照明點156。例如，照明點156可包含一第一像素152。舉另一實例而言，第一像素152可為圖1B中所描繪之光子102之一來源，其負責第一光電子114之一或多個部分。本發明之多通道結構允許(若干)使用者經由多通道PMT偵測器總成100來檢測鄰近樣品或相同樣品之不同區域。就此而言，在照射樣品之後，檢測區域150中之第一像素152可自樣品反射、散射及/或繞射為光子102且接著被導引至多通道PMT偵測器總成100之光陰極104。光陰極104可吸收光子102且回應於光子102之吸收而發射第一光電子114之一或多個部分。例如，由光陰極104發射之第一光電子114之一或多個部分可經控制及/或導引至第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c。應注意，作為第一光電子114之一或多個部分透過光陰極104進入第一倍增極

通道101a之第一倍增極路徑112a至112c的光子源自檢測區域150中之樣品之相同像素(例如第一像素152)。圖1D中所描繪之照明點156之數目僅供繪示目的，且可預期，本發明中可利用任何數目個照明點。此外，圖1D中所描繪之第一像素152之位置僅供繪示目的，且可預期，本發明中可利用第一像素之任何位置。

圖1E繪示根據本發明之一或多項實施例之一樣品之一檢測區域150之一簡化示意圖。在一實施例中，檢測區域150包含照明點156。例如，照明點156可包含一第二像素154。舉另一實例而言，第二像素154可為圖1C中所描繪之光子102之一來源，其負責第二光電子122之一或多個部分。本發明之多通道結構允許(若干)使用者經由多通道PMT偵測器總成100來檢測鄰近樣品或相同樣品之不同區域。就此而言，在照射樣品之後，檢測區域150中之第二像素154可自樣品反射、散射及/或繞射為光子102且接著被導引至多通道PMT偵測器總成100之光陰極104。光陰極104可吸收光子102且回應於光子102之吸收而發射第二光電子122之一或多個部分。例如，由光陰極104發射之第二光電子122之一或多個部分可經控制及/或導引至第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b。應注意，作為第二光電子122之一或多個部分透過光陰極104進入第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b的光子源自檢測區域150中之樣品之相同像素(例如第二像素154)。圖1E中所描繪之照明點156之數目僅供繪示目的，且可預期，本發明中可利用任何數目個照明點。此外，圖1E中所描繪之第二像素154之位置僅供繪示目的，且可預期，本發明中可利用第二像素之任何位置。

圖1F繪示根據本發明之一或多項實施例之一樣品之一檢測區域150之

一簡化示意圖。在一實施例中，檢測區域150包含照明點156。例如，照明點156可包含一第三像素158及一第四像素160。應注意，關於本發明，樣品上之每一第二像素可由陽極110a至110b一次性讀取。就此而言，檢測區域150中之一對新像素(第三像素158及第四像素160)之一檢測可開始於前一偵測(第一像素152及第二像素154)完成之後。例如，來自第三像素158及第四像素160之光子可由光陰極104吸收，光陰極104回應於光子之吸收而發射第一光電子及第二光電子(例如，圖1B及圖1D中分別所展示之114及122)之對應一或多個部分。在另一例項中，由光陰極104發射之第一光電子114及第二光電子122之一或多個部分可分別經控制及/或導引至第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b。在又一例項中，透過光陰極104自第三像素158及第四像素160產生之第一光電子114及第二光電子122之一或多個部分可分別在第一倍增極通道101a之第一倍增極路徑112a至112c及第二倍增極通道101b之第二倍增極路徑113a至113b中經由複數個倍增極級108a至108c來放大。

此外，對應經放大光電子電流輸出120、128可到達第一組陽極110a及第二組陽極110b以供偵測。程序繼續，直至其滿足檢測要求。圖1F中所描繪之照明點156之數目僅供繪示目的，且可預期，本發明中可利用任何數目個照明點。此外，圖1F中所描繪之第三像素158及第四像素160之位置僅供繪示目的，且可預期，本發明中可利用第三像素158及第四像素160之任何位置。

圖2繪示根據本發明之一或多項實施例之一多通道PMT偵測器總成200之一簡化示意圖。在另一實施例中，多通道PMT偵測器總成200包含

經組態以吸收一或多個光子202之一光陰極204。本發明中先前已描述光陰極之特徵。此外，多通道PMT偵測器總成200包含一系列柵極(例如206、208及210)。例如，該系列柵極可包含一第一柵極206。當一光電子碰撞第一柵極206時，可經由一電壓切換程序來將該光電子操控至一路徑上。例如，該系列柵極可包含一對第二柵極208。柵極208之各者可具有相同於第一柵極206之功能。就此而言，來自第一柵極206之第一光電子可遇到柵極208。接著，取決於檢測要求，柵極208可經由電壓切換程序來改變光電子之路徑或允許光電子使其路徑繼續至另一組柵極。

此外，在另一實施例中，該系列柵極包含具有四個柵極之一組第三柵極210。例如，在遇到柵極210之後，可取決於電壓切換程序而控制(若干)光電子路徑之路徑。光電子可進入一或多個倍增極通道(圖中未展示)，接著經由倍增極級(圖中未展示)來放大以提供待由一或多個陽極(圖中未展示)收集之經放大光電子輸出。此程序可繼續，直至其滿足檢測要求。應注意，一多通道PMT偵測器總成200可允許精確控制光電子方向。

應注意，柵極(206、208及210)經定位以依循一決策樹型結構，其中柵極之數目根據以下關係式來隨列數增加而增加： $2^N$ ，其中N表示數量(列數-1)。例如，一第一列可包含1個柵極206 ( $2^{(0)}$ )。舉另一實例而言，一第二列可包含2個柵極208 ( $2^{(1)}$ )。一第三列可具有4個柵極210 ( $2^{(2)}$ )，等等。此繼續，直至其滿足檢測要求、成本及一些其他因數。應進一步注意，圖2中所描繪之本發明之替代實施例所需的陽極之數目根據以下關係式來隨列數增加而增加： $2^M$ ，其中M表示數量(列數)。例如，一第一列可包含2個陽極(例如第一柵極206)。舉另一實例而言，一第二列可包含4個陽極(例如第一柵極206及第二柵極208)。舉又一實例而言，一第三列可包

含8個陽極(例如第一柵極206、第二柵極210及第三柵極210)。此可繼續，直至其滿足檢測要求、成本及一些其他因數。可預期，儘管圖2中所描繪之本發明之替代實施例展示3列柵極(206、208及210)，但可利用諸如4列或4列以上柵極之其他組態。

可預期，儘管本發明聚焦於具有兩個平行通道101a、101b之二維配置，但相同原理可沿用至在一維度上具有一組兩個倍增極通道101a、101b且在另一維度上具有另一組兩個倍增極通道101a、101b的三維配置。此將產生總計四個倍增管通道之三維PMT偵測器總成。此將使圖1A至圖1C中所描繪之多通道PMT偵測器總成100之速度提高兩倍。應注意，一維度及另一維度上之倍增極通道之數目可有所不同。例如，PMT偵測器可在一維度上具有兩個倍增極通道且在另一維度上具有三個倍增極通道。應進一步注意，一維度及另一維度上之倍增極通道之數目之組合可取決於檢測要求。

圖3繪示根據本發明之一或多項實施例之裝備有多通道PMT偵測器總成100之一檢測系統300。在一實施例中，檢測系統300包含一基於多通道PMT之偵測器。在另一實施例中，檢測系統300之基於多通道PMT之偵測器包含一多通道PMT偵測器總成100。就此而言，檢測系統300之多通道PMT偵測器總成100包含：一光倍增管偵測器(如本文中先前所描述)；一光陰極，其經組態以吸收光子，該光陰極經進一步組態以發射光電子；一第一倍增極通道，該第一倍增極通道包含一第一組倍增極路徑，該第一組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以接收該等光電子之一第一部分且將一第一經放大光電子電流導引至一第一組陽極之一第一陽極上；一額外倍增極通道，該額外倍增極通道包含一

額外組倍增極路徑，該額外組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以接收該等光電子之一額外部分且將一額外經放大光電子電流導引至一額外組陽極之一額外陽極上；及一柵極，其經組態以將自該光陰極放射之該等光電子之該第一部分導引至該第一倍增極通道之該第一組路徑之一或多者，其中該柵極經進一步組態以將自該光陰極放射之該等光電子之該額外部分導引至該額外倍增極通道之該額外組路徑之一或多者。在另一實施例中，檢測系統300之多通道PMT偵測器總成100經組態以透過集光器件組306來偵測來自一樣品表面308之光子。

在另一實施例中，檢測系統300包含一照明源302，其經組態以照射安置於一樣品台310上之一樣品308（例如半導體晶圓）之一表面之一部分。例如，檢測系統300可經組態以結合此項技術中已知之任何照明源來操作。例如，用於照射樣品之表面的照明源可包含(但不限於)一寬頻光源(例如氙氣燈、雷射維持電漿燈及其類似者)。例如，用於照射樣品之表面的照明源可包含(但不限於)一窄頻光源(例如一或多個雷射)。

在另一實施例中，檢測系統300包含一組照明光學器件304，其經組態以將照明導引及聚焦至樣品表面上。檢測系統300之照明光學器件304可包含此項技術中已知之任何照明光學器件，其適合於將自照明源302放射之光束導引、處理及/或聚焦至樣品308之表面之一部分上。例如，照明光學器件組304可包含(但不限於)一或多個透鏡、一或多個反射鏡、一或多個分光器、一或多個偏振器元件及其類似者。

在另一實施例中，檢測系統300包含一組集光器件306，其經組態以將自樣品308之表面散射之光之至少一部分導引及聚焦至多通道PMT偵測器總成100之多通道PMT光陰極104上。檢測系統300之集光器件306可包

含此項技術中已知之任何集光器件，其適合於將自樣品308之表面散射之光導引、處理及/或聚焦至多通道PMT偵測器總成100上。例如，集光器件組306可包含(但不限於)一或多個透鏡、一或多個反射鏡、一或多個分光器、一或多個偏振器元件及其類似者。

在另一實施例中，可預期，在本文中，照明源302、照明光學器件304、集光器件306及多通道PMT偵測器總成100經配置為一暗場組態，使得檢測系統300操作為一暗場檢測系統。在另一實施例中，檢測系統300經組態以操作為一明場檢測系統(圖中未展示)。

可預期，儘管本發明中所展示之說明圖係基於PMT偵測器之一金屬通道型倍增極組態，但本發明可與當前用於PMT偵測器之大多數不同倍增極組態一起使用。

應注意，本發明之主要目的係藉由避免及/或減少多通道PMT偵測器總成100中之倍增極通道之間的串擾來增大檢測頻寬以提高檢測速度。一般技術者應普遍瞭解，電子器件之速度加倍使雜訊位準增大 $\sqrt{2}$ 倍。應進一步注意，本發明亦可給予(若干)使用者以下選項：使偵測器總成速度保持不變，同時使電子器件之速度減小2倍，其導致雜訊位準減小 $\sqrt{2}$ 倍。本發明可使(若干)使用者能夠微調多通道PMT偵測器總成100來適應各種檢測要求。

儘管已展示及描述本文中所描述之本發明標的之特定態樣，但熟習技術者應明白，基於本文中之教示，可在不背離本文中所描述之標的及其更廣泛態樣之情況下作出改變及修改，因此，隨附申請專利範圍將本文中所描述之標的之真實精神及範疇內的所有此等改變及修改涵蓋於其範疇內。據信，將藉由以上描述來理解本發明及其諸多伴隨優點，且應明白，

可在不背離所揭示之標的或不犧牲其所有材料優點之情況下對組件之形式、構造及配置作出各種改變。此外，應瞭解，本發明由隨附申請專利範圍界定。

【符號說明】

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| 100       | 多通道光倍增管(PMT)偵測器總成 |
| 101a      | 第一倍增極通道           |
| 101b      | 第二倍增極通道           |
| 102       | 光子                |
| 104       | 光陰極               |
| 106       | 柵極                |
| 108a至108c | 第一倍增極級            |
| 110a      | 第一組陽極             |
| 110b      | 第二組陽極             |
| 112a至112c | 第一倍增極路徑           |
| 113a至113b | 第二倍增極路徑           |
| 114       | 第一光電子             |
| 116       | 第一經放大光電子電流        |
| 118       | 第二經放大光電子電流        |
| 120       | 經放大光電子電流輸出        |
| 122       | 第二光電子             |
| 128       | 經放大光電子電流輸出        |
| 150       | 檢測區域              |
| 152       | 第一像素              |

|     |             |
|-----|-------------|
| 154 | 第二像素        |
| 156 | 照明點         |
| 158 | 第三像素        |
| 160 | 第四像素        |
| 200 | 多通道PMT偵測器總成 |
| 202 | 光子          |
| 204 | 光陰極         |
| 206 | 第一柵極        |
| 208 | 第二柵極        |
| 210 | 第三柵極        |
| 300 | 檢測系統        |
| 302 | 照明源         |
| 304 | 照明光學器件      |
| 306 | 集光器件        |
| 308 | 樣品          |
| 310 | 樣品台         |

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種光倍增管偵測器總成，其包括：

一光陰極，其經組態以回應於自一樣本吸收光子而發射光電子；

一第一倍增極通道，該第一倍增極通道包含一第一組倍增極路徑，該第一組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以自該光陰極接收光電子且將一第一經放大光電子電流導引至一第一組陽極上以產生一第一通道信號；

一額外倍增極通道，該額外倍增極通道包含一額外組倍增極路徑，該額外組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以自該光陰極接收光電子且將一額外經放大光電子電流導引至一額外組陽極上以產生一額外通道信號，其中該第一組倍增極路徑及該額外組倍增極路徑經配置為一交錯平行樣式；及

一柵極，其經組態以選擇性地將自該光陰極放射之光電子導引至該第一倍增極通道或該額外倍增極通道之一者，以選擇性地產生一第一通道信號或一額外通道信號，其中該柵極經進一步組態以經由一電壓切換程序將來自該光陰極之該等光電子操控進入該第一倍增極通道或該額外倍增極通道內。

### 【第2項】

如請求項1之光倍增管偵測器總成，其中該第一組陽極與該額外組陽極經配置為一交錯樣式。

### 【第3項】

如請求項1之光倍增管偵測器總成，其中該第一組陽極經定位於該第

一倍增極通道之該第一組倍增極路徑內。

**【第4項】**

如請求項1之光倍增管偵測器總成，其中該額外組陽極經定位於該額外倍增極通道中之該額外組倍增極路徑內。

**【第5項】**

如請求項1之光倍增管偵測器總成，其中該柵極經組態以交替地將光電子導引進入該第一倍增極通道及該額外倍增極通道。

**【第6項】**

如請求項1之光倍增管偵測器總成，其中該第一組陽極或該額外組陽極之至少一者包括：

一第一組磷光體陽極或一額外組磷光體陽極，該第一組磷光體陽極經組態以將該等光電子轉換為一第一光信號，該額外組磷光體陽極經組態以將該等光電子轉換為一額外光信號。

**【第7項】**

如請求項6之光倍增管偵測器總成，其進一步包括：

一第一偵測器或一額外偵測器之至少一者，該第一偵測器經組態以偵測由該第一組磷光體陽極產生之該第一光信號，該額外偵測器經組態以偵測由該額外組磷光體陽極產生之該額外光信號。

**【第8項】**

如請求項7之光倍增管偵測器總成，其中該第一偵測器或該額外偵測器之至少一者包括：

一電荷耦合裝置(CCD)偵測器或一互補金屬氧化物半導體(CMOS)偵測器之至少一者。

**【第9項】**

一種檢測系統，其包括：

一照明源，其經組態以提供一照明至一樣品表面之一部分；

一組照明光學器件，其經組態以將該照明導引及聚焦至該樣品表面上；及

一光倍增管偵測器總成，其包括：

一光陰極，其經組態以回應於吸收該照明而發射光電子；

一第一倍增極通道，該第一倍增極通道包含一第一組倍增極路徑，該第一組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以接收來自該光陰極之光電子且將一第一經放大光電子電流導引至一第一組陽極上，以產生一第一通道信號，其中該等光電子之第一部分與該樣品之一第一部分相關聯；

一額外倍增極通道，該額外倍增極通道包含一額外組倍增極路徑，該額外組倍增極路徑之至少若干者包含複數個倍增極級，該複數個倍增極級經組態以自該光陰極接收光電子且將一額外經放大光電子電流導引至一額外組陽極上，以產生一額外通道信號，其中該第一組倍增極路徑及該額外組倍增極路徑經配置為一交錯平行樣式；及

一柵極，其經組態以選擇性地將自該光陰極放射之光電子導引至該第一倍增極通道或該額外倍增極通道之一者以選擇性地產生一第一通道信號或一額外通道信號，其中該柵極經進一步組態以經由一電壓切換程序將來自該光陰極之該等光電子操控進入該第一倍增極通道或該額外倍增極通道內。

**【第10項】**

如請求項9之檢測系統，其中該第一組陽極及該額外組陽極經配置為一交錯樣式。

**【第11項】**

如請求項9之檢測系統，其中該第一組陽極經定位於該第一倍增極通道之該第一組倍增極路徑內。

**【第12項】**

如請求項9之檢測系統，其中該額外組陽極經定位於該額外倍增極通道中之該額外組倍增極路徑內。

**【第13項】**

如請求項9之檢測系統，其中該柵極經組態以交替地將光電子導引進入該第一倍增極通道及該額外倍增極通道。

**【第14項】**

如請求項9之檢測系統，其中該照明源係一寬頻光源。

**【第15項】**

如請求項9之檢測系統，其中該照明源係一窄頻光源。

**【第16項】**

如請求項9之檢測系統，其中該第一組陽極或該額外組陽極之至少一者包括：

一第一組磷光體陽極或一額外組磷光體陽極，該第一組磷光體陽極經組態以將該等光電子轉換為一第一光信號，該額外組磷光體陽極經組態以轉換該等光電子。

**【第17項】**

如請求項16之檢測系統，其進一步包括：

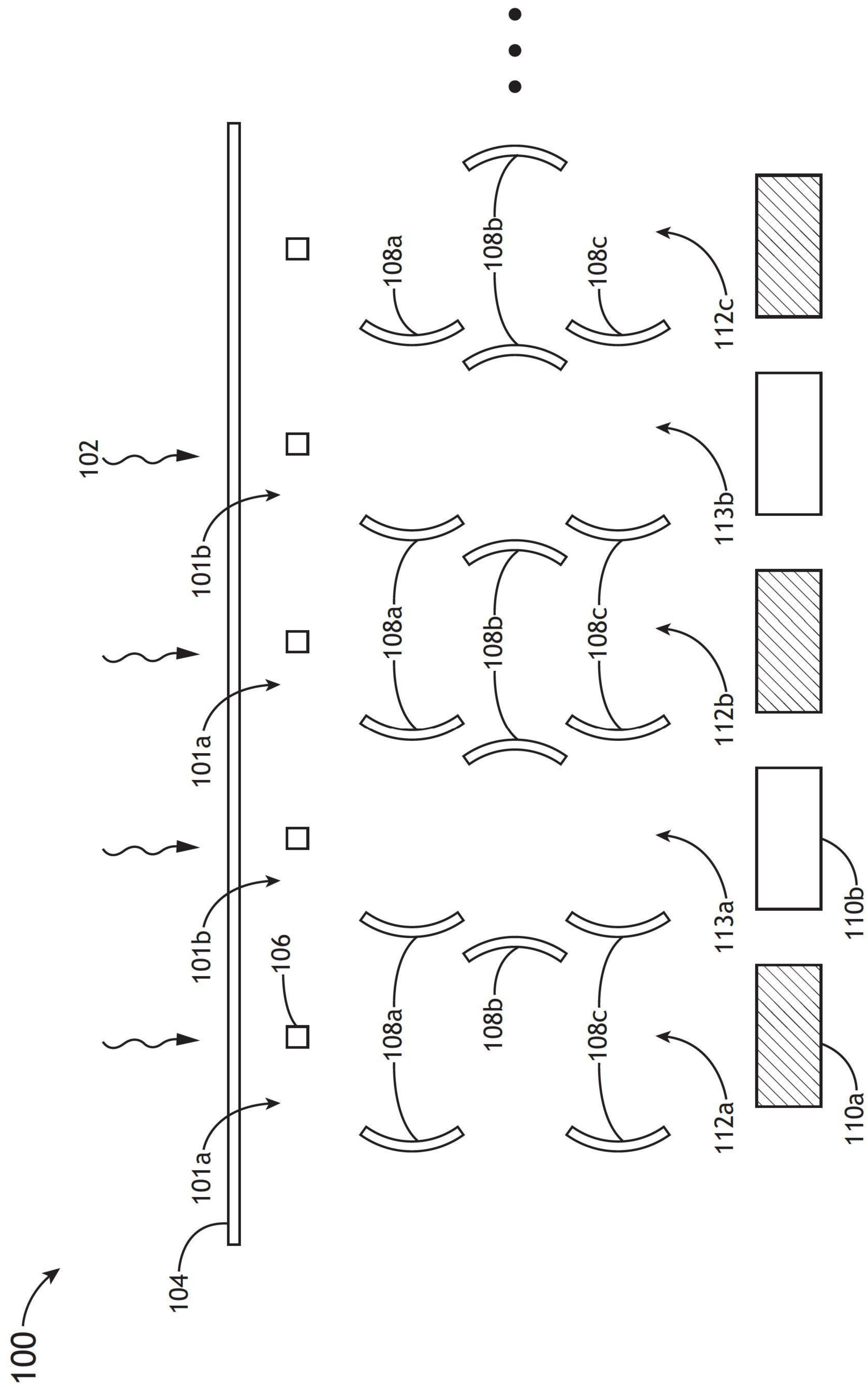
一第一偵測器或一額外偵測器之至少一者，該第一偵測器經組態以偵測由該第一組磷光體陽極產生之該第一光信號，該額外偵測器經組態以偵測由該額外組磷光體陽極產生之該額外光信號。

**【第18項】**

如請求項17之檢測系統，其中該第一偵測器或該額外偵測器之至少一者包括：

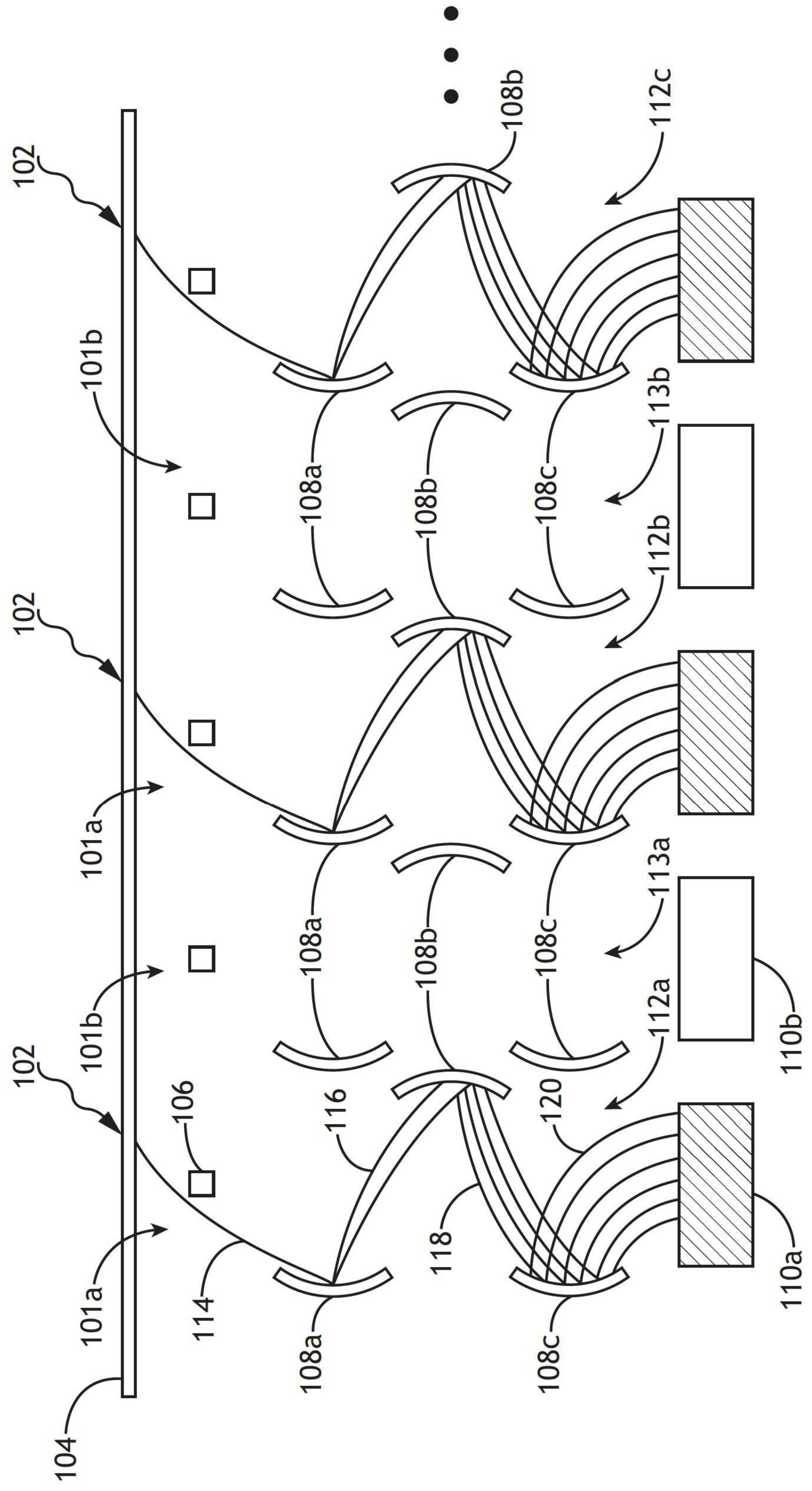
一電荷耦合裝置(CCD)偵測器或一互補金屬氧化物半導體(CMOS)偵測器之至少一者。

【發明圖式】



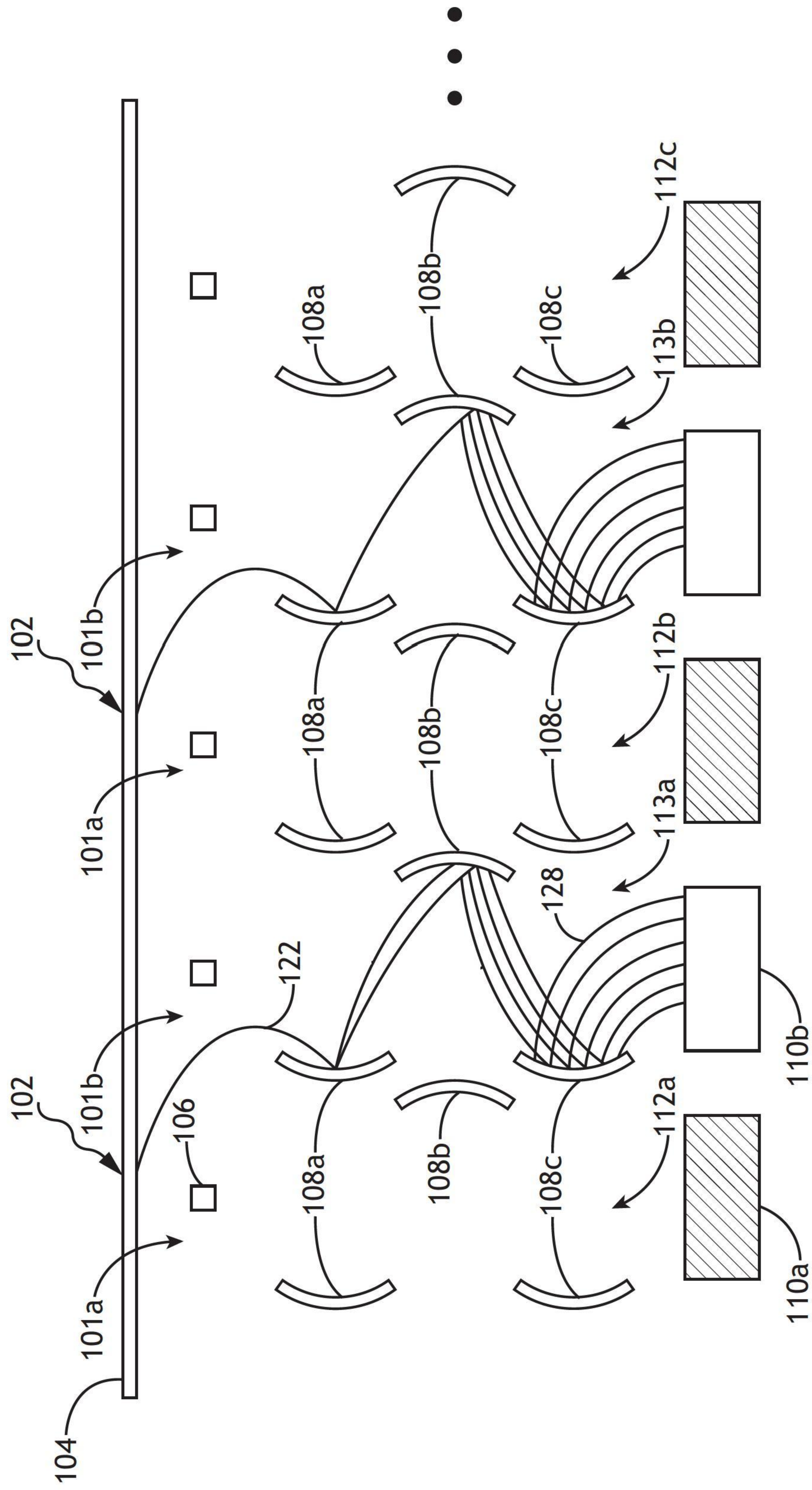
【圖1A】

100

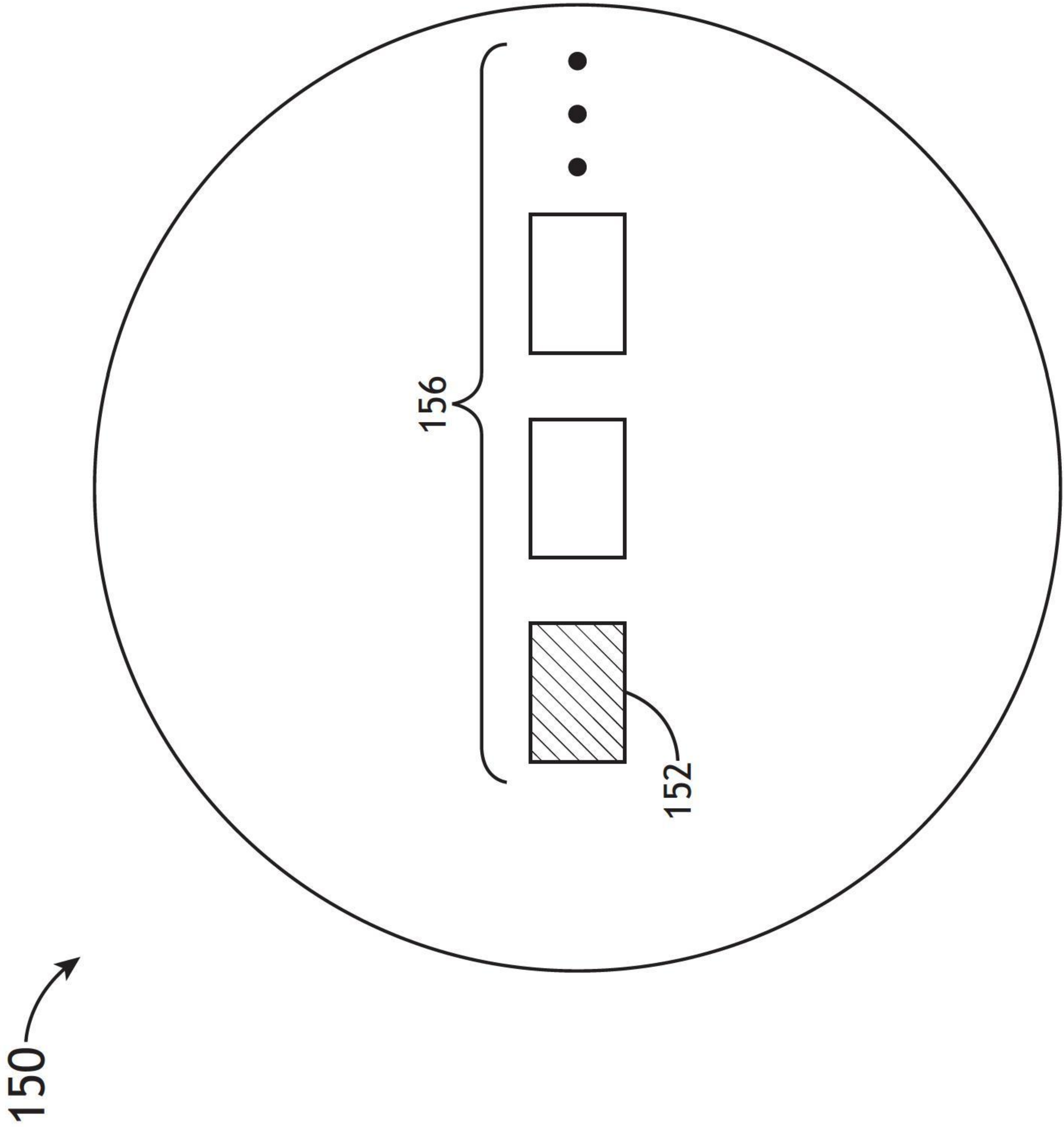


【圖1B】

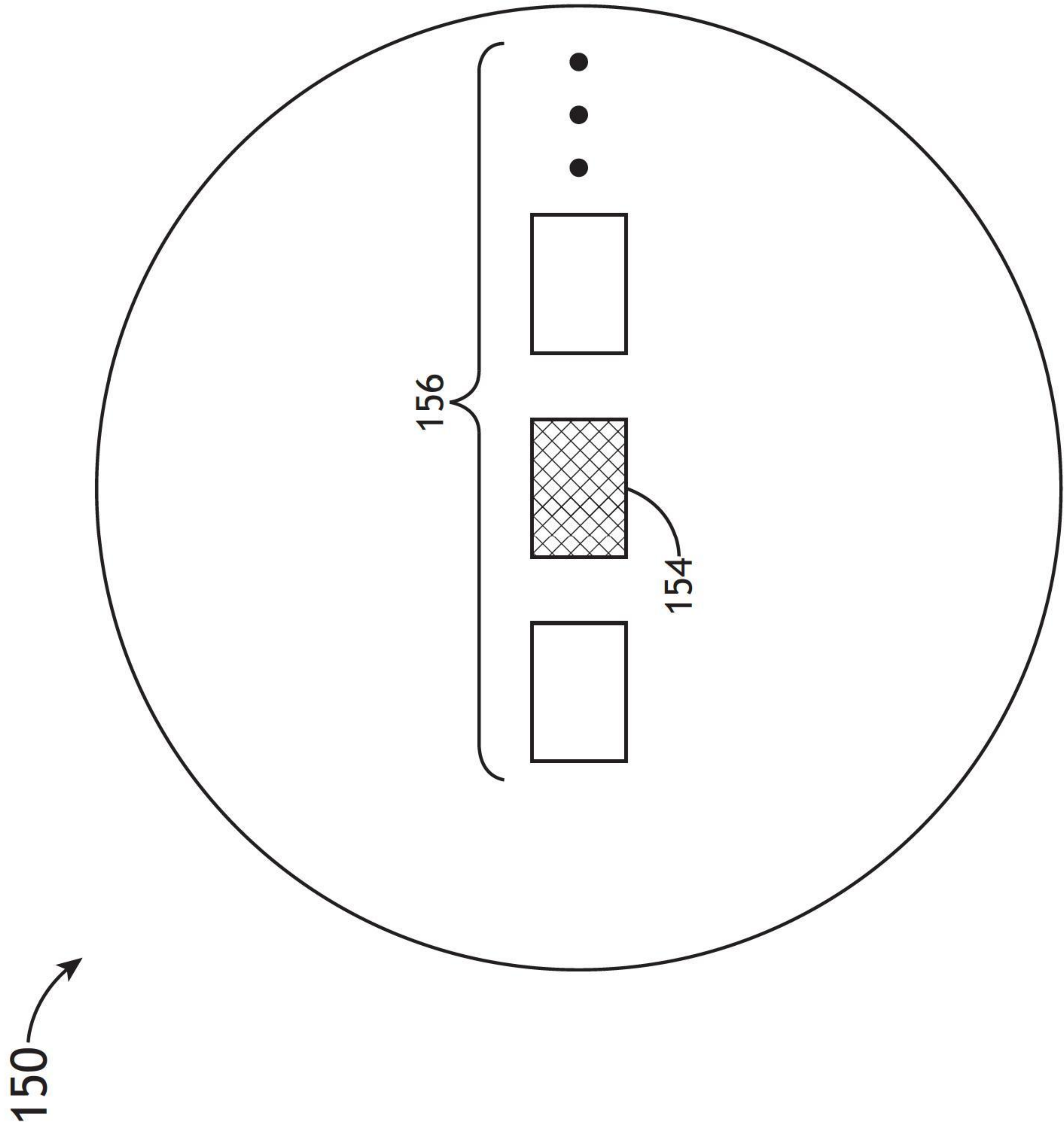
100



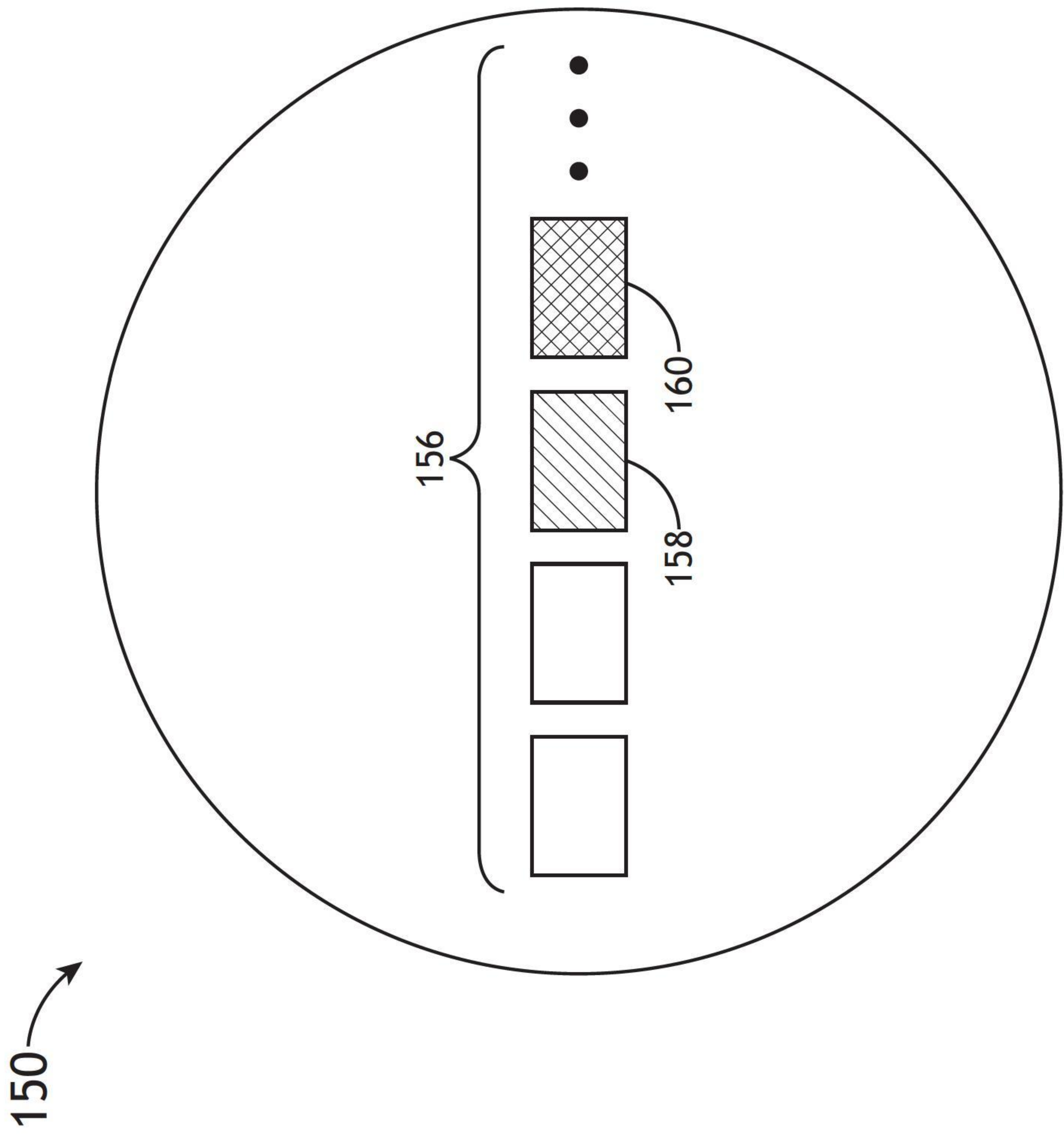
【圖1C】



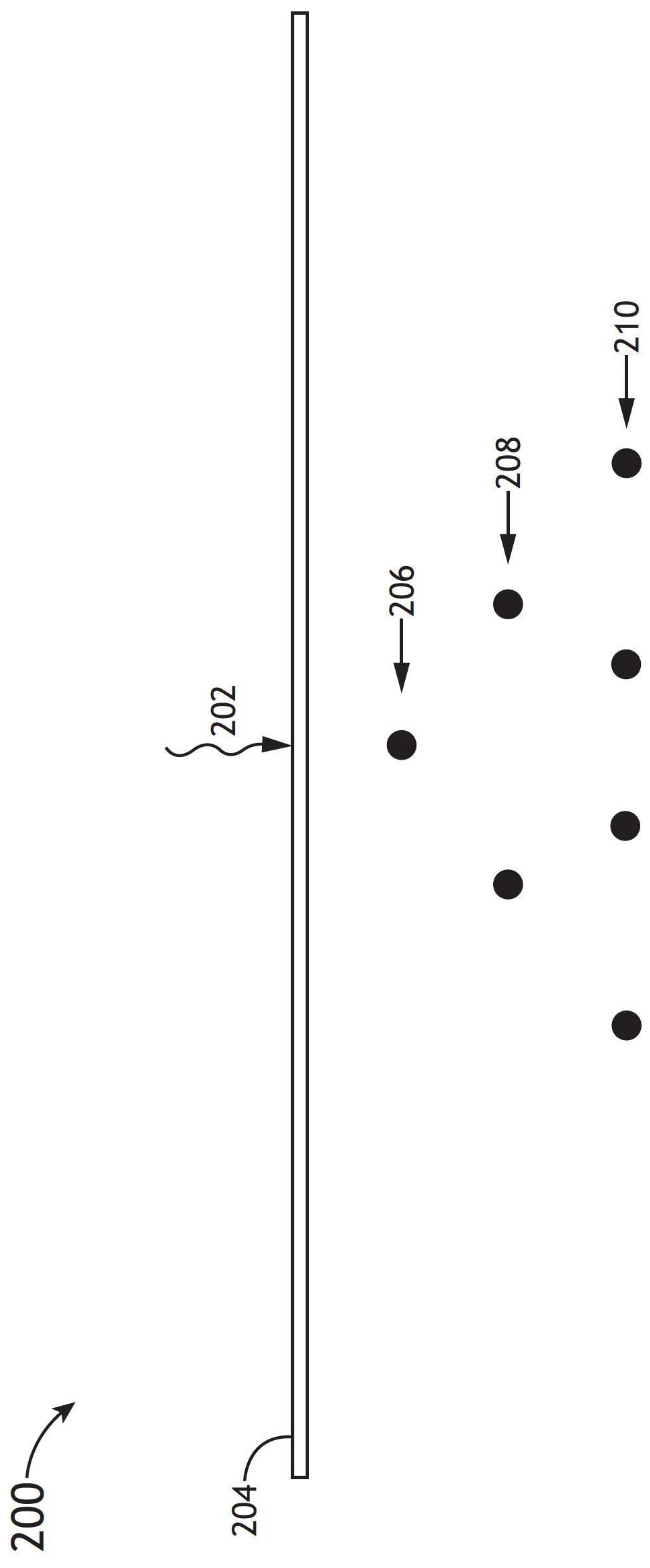
【圖1D】



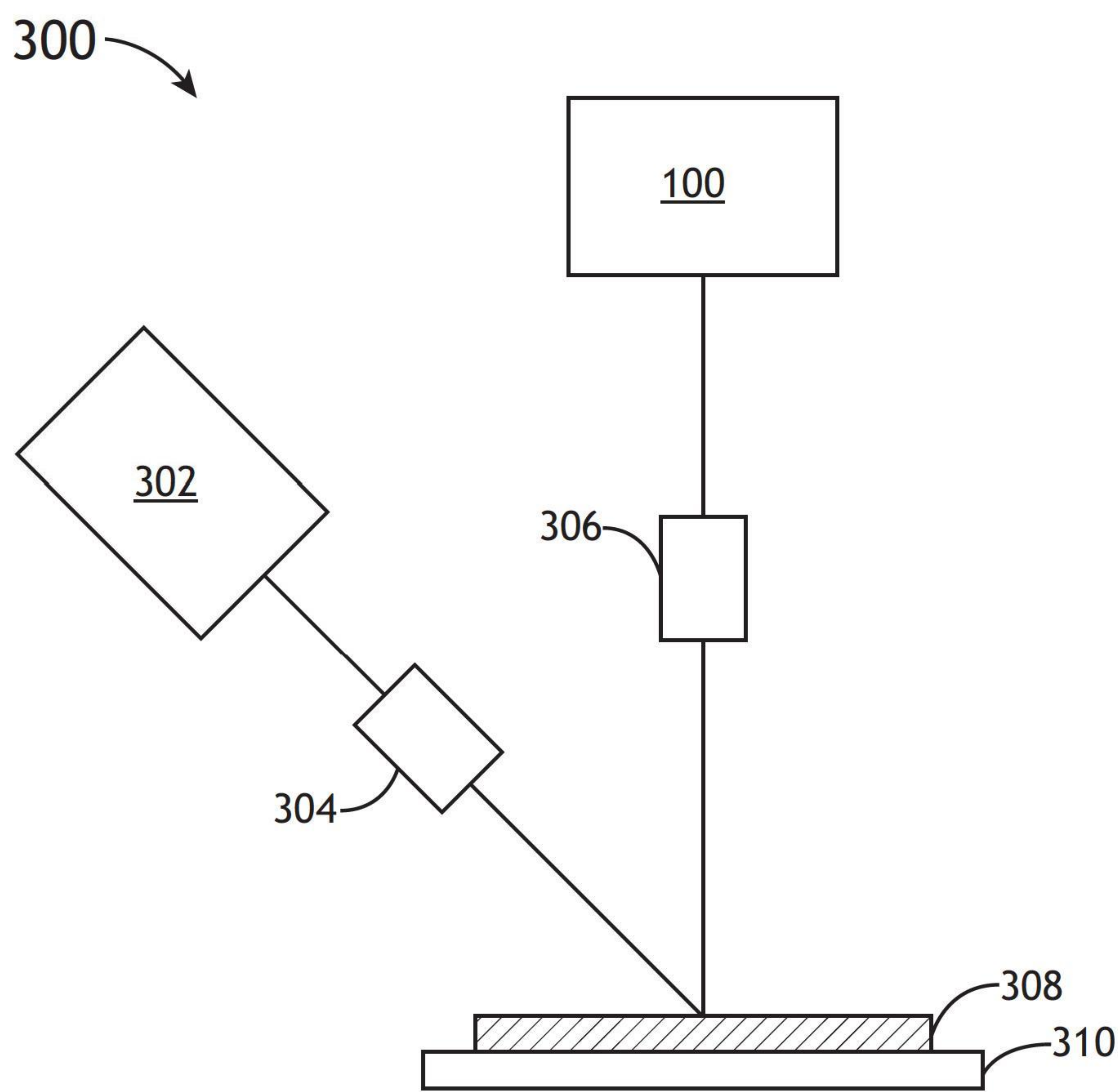
【圖1E】



【圖1F】



【圖2】



【圖3】