I821381

(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 I821381 B**

(45)公告日： 中華民國 112 (2023) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：108131223 (22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 08 月 30 日

(51)Int. Cl.： *H04N5/374 (2011.01)* *H04N5/357 (2011.01)*
H04N5/335 (2011.01) *H01L27/146 (2006.01)*
G01C3/06 (2006.01)

(30)優先權：2018/09/18 日本 2018-173555

(71)申請人：日商索尼半導體解決方案公司 (日本) SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：西野辰樹 NISHINO, TATSUKI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2013/0009266A1 US 2014/0191115A1
US 2018/0164415A1

審查人員：賴文能

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：17 共 65 頁

(54)名稱

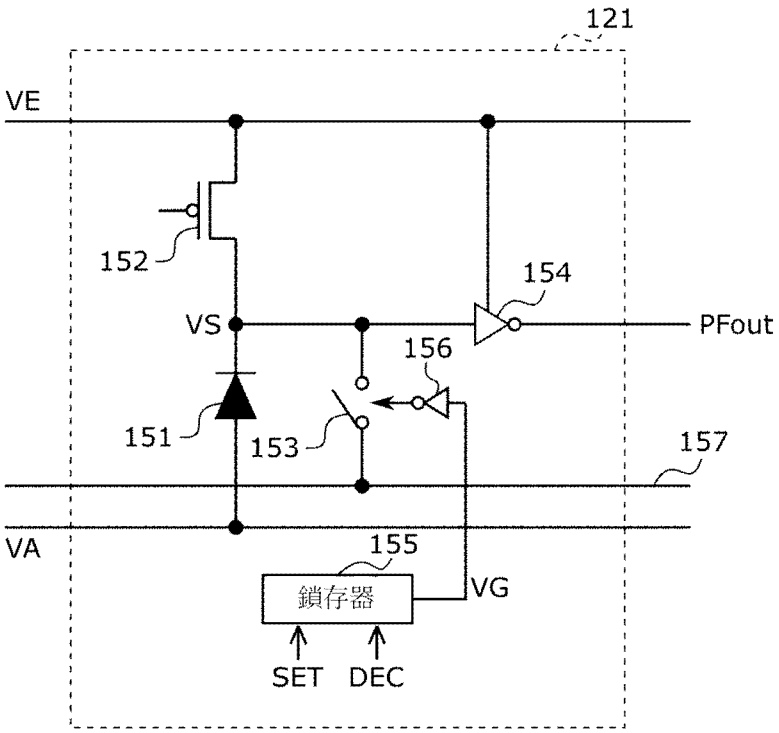
受光元件及測距系統

(57)摘要

本發明係關於一種能夠對應於伴隨著溫度變化之崩潰電壓之變化而提高像素特性之受光元件及測距系統。

受光元件具備：像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含 SPAD 之像素；像素驅動部，其將像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；洩漏電流檢測部，其檢測非主動像素之洩漏電流；及電壓控制部，其以洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式控制對 SPAD 之陽極側或陰極側供給之電壓。本發明例如可應用於檢測距被攝體之深度方向之距離之測距系統等。

指定代表圖：



【圖3】

符號簡單說明：

121:像素

151:SPAD

152:電晶體

153:開關

154:反相器

155:鎖存電路

156:反相器

157:接地連接線

DEC:位址資料

PFout:檢測信號

SET:觸發信號

VA:電源電壓/陽極電壓

VE:電源電壓

VG:閘控控制信號

VS:陰極電壓

公告本

I821381

【發明摘要】

【中文發明名稱】

受光元件及測距系統

【中文】

本發明係關於一種能夠對應於伴隨著溫度變化之崩潰電壓之變化而提高像素特性之受光元件及測距系統。

受光元件具備：像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素；像素驅動部，其將像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；洩漏電流檢測部，其檢測非主動像素之洩漏電流；及電壓控制部，其以洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式控制對SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。本發明例如可應用於檢測距被攝體之深度方向之距離之測距系統等。

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

121　像素

151　SPAD

152　電晶體

153　開關

154　反相器

155　鎖存電路

156　反相器

157　接地連接線

DEC	位址資料
PFout	檢測信號
SET	觸發信號
VA	電源電壓/陽極電壓
VE	電源電壓
VG	閘控控制信號
VS	陰極電壓

【發明說明書】

【中文發明名稱】

受光元件及測距系統

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種受光元件及測距系統，且係關於一種能夠對應於伴隨著溫度變化之崩潰電壓之變化而提高像素特性之受光元件及測距系統。

【先前技術】

【0002】

近年來，利用ToF(Time-of-Flight，飛行時間)法進行距離計測之距離圖像感測器備受關注。在距離圖像感測器中，例如採用呈行列狀配置有利用SPAD(Single Photon Avalanche Diode，單光子突崩二極體)之像素之像素陣列。在SPAD中，在施加大於崩潰電壓之電壓之狀態下，若1個光子進入高電場之PN接面區域，產生突崩放大。藉由檢測此時之瞬間流動電流之時序，而可高精度地計測距離。

【0003】

在呈行列狀配置利用SPAD之像素之距離圖像感測器中，進行將一部分之像素設定為檢測光子之主動像素，將其餘之像素設定為不檢測光子之非主動像素之驅動(例如參照專利文獻1)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0004】

[專利文獻1]美國專利申請公開第2016/0284743號說明書

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0005】

在設定為非主動像素之像素中，藉由將SPAD之陽極、陰極間電壓設為崩潰電壓以下，而控制為即便光進入仍不發生反應。然而，因SPAD之崩潰電壓存在對於溫度變化之變動及個體差異，而在控制為非主動像素之像素中，SPAD之陽極、陰極間電壓不會成為崩潰電壓以下，而可能引發與光子發生反應而流動洩漏電流之現象。

【0006】

本發明係鑒於如上述之狀況而完成者，係能夠對應於伴隨著溫度變化之崩潰電壓之變化而提高像素特性者。

[解決問題之技術手段]

【0007】

本發明之第1態樣之受光元件具備：像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素；像素驅動部，其將前述像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；洩漏電流檢測部，其檢測前述非主動像素之洩漏電流；及電壓控制部，其以前述洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式，控制對前述SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。

【0008】

本發明之第2態樣之測距系統具備：照明裝置，其照射照射光；及受光元件，其接收針對前述照射光之反射光；且前述受光元件具備：像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素；像素驅動部，其將前述

像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；洩漏電流檢測部，其檢測前述非主動像素之洩漏電流；及電壓控制部，其以前述洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式，控制對前述SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。

【0009】

在本發明之第1及第2態樣中，於受光元件中，將呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素的像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素，並檢測前述非主動像素之洩漏電流，以前述洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式，控制對前述SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。

【0010】

受光元件及測距系統既可為獨立之裝置，也可為組裝入其他裝置之模組。

【圖式簡單說明】

【0011】

圖1係顯示應用本發明之測距系統之一實施形態之構成例的方塊圖。

圖2係顯示圖1之受光元件之構成例之方塊圖。

圖3係顯示像素之電路構成例之圖。

圖4係說明圖3之像素之動作之圖。

圖5係說明因崩潰電壓之不均一所致之問題之圖。

圖6係說明因崩潰電壓之不均一所致之問題之圖。

圖7係顯示主動像素與非主動像素之設定例之圖。

圖8係顯示電壓控制電路之第1構成例之圖。

圖9係顯示因溫度之差異所致之崩潰電壓之變化之圖。

圖10係顯示與因溫度變化所致之崩潰電壓之變化相應的電壓控制電路之動作之概念圖。

圖11係顯示因受光元件之電壓控制電路所致之過量偏壓之變化的概念圖。

圖12係顯示電壓控制電路之第2構成例之圖。

圖13係顯示電壓控制電路之第3構成例之圖。

圖14係顯示電壓控制電路之第4構成例之圖。

圖15係說明測距系統之使用例之圖。

圖16係顯示車輛控制系統之概略構成之一例之方塊圖。

圖17係顯示車外資訊檢測部及攝像部之設置位置之一例之說明圖。

【實施方式】

【0012】

以下，針對用於實施本發明之形態(以下稱為實施形態)進行說明。此外，說明係按照以下之順序進行。

1.測距系統之構成例

2.受光元件之構成例

3.像素電路之構成例

4.因崩潰電壓VBD之不均一所致之問題

5.主動像素與非主動像素之設定例

6.電壓控制電路之第1構成例

7.電壓控制電路之第2構成例

8.電壓控制電路之第3構成例

9.電壓控制電路之第4構成例

10.測距系統之使用例

11.對於移動體之應用例

【0013】

＜1.測距系統之構成例＞

圖1係顯示應用本發明之測距系統之一實施形態之構成例的方塊圖。

【0014】

測距系統11例如係利用ToF法進行距離圖像之攝影之系統。此處，所謂距離圖像係就每一像素檢測自測距系統11至被攝體之深度方向之距離而包含基於所檢測之距離之距離像素信號的圖像。

【0015】

測距系統11具備照明裝置21及攝像裝置22。

【0016】

照明裝置21具備照明控制部31及光源32。

【0017】

照明控制部31在攝像裝置22之控制部42之控制下控制光源32照射光之模式。具體而言，照明控制部31依照自控制部42供給之照射信號中所含之照射碼控制光源32照射光之模式。例如，照射碼包含1(高)與0(低)之2值，照明控制部31在照射碼之值為1時使光源32點亮，在照射碼之值為0時使光源32熄滅。

【0018】

光源32在照明控制部31之控制下發出特定之波長頻帶之光。光源32例如包含紅外線雷射二極體。此外，光源32之種類、及照射光之波長頻帶可相應於測距系統11之用途等而任意地設定。

【0019】

攝像裝置22係接收自照明裝置21照射之光(照射光)由被攝體12及被攝體13等反射之反射光之裝置。攝像裝置22具備攝像部41、控制部42、顯示部43、及記憶部44。

【0020】

攝像部41具備透鏡51、受光元件52、及信號處理電路53。

【0021】

透鏡51使入射光在受光元件52之受光面成像。此外，透鏡51之構成為任意，例如也可利用複數個透鏡群構成透鏡51。

【0022】

受光元件52例如包含將SPAD(Single Photon Avalanche Diode，單光子突崩二極體)用於各像素之感測器。受光元件52在控制部42之控制下接收來自被攝體12及被攝體13等之反射光，並對信號處理電路53供給其結果所獲得之像素信號。該像素信號表示計數自照明裝置21照射照射光起直至受光元件52受光為止之時間之數位之計數值。顯示光源32發光之時序之發光時序信號自控制部42也對受光元件52供給。

【0023】

信號處理電路53在控制部42之控制下進行自受光元件52供給之像素信號之處理。例如，信號處理電路53基於自受光元件52供給之像素信號就每一像素檢測距被攝體之距離，產生顯示距每一像素之被攝體之距離之距離圖像。具體而言，信號處理電路53就每一像素以複數次(例如數千至數萬次)取得自光源32發出光起直至受光元件52之各像素接收光為止之時間(計數值)。信號處理電路53製作與取得之時間對應之直方圖。而且，信

號處理電路53藉由檢測直方圖之值，而判定直至自光源32照射之光由被攝體12或被攝體13反射並返回而來為止之時間。再者，信號處理電路53基於判定之時間及光速進行求得距物體之距離之運算。信號處理電路53對控制部42供給產生之距離圖像。

【0024】

控制部42例如由FPGA(Field Programmable Gate Array，現場可程式化閘陣列)、DSP(Digital Signal Processor，數位信號處理器)等之控制電路及處理器等構成。控制部42進行照明控制部31、及受光元件52之控制。具體而言，控制部42對照明控制部31供給照射信號，且對受光元件52供給發光時序信號。光源32相應於照射信號發出照射光。發光時序信號可為對照明控制部31供給之照射信號。又，控制部42對顯示部43供給自攝像部41取得之距離圖像，並顯示於顯示部43。再者，控制部42使自攝像部41取得之距離圖像記憶於記憶部44。又，控制部42朝外部輸出自攝像部41取得之距離圖像。

【0025】

顯示部43例如包含液晶顯示裝置或有機EL(Electro Luminescence，電致發光)顯示裝置等之面板型顯示裝置。

【0026】

記憶部44可利用任意之記憶裝置或記憶媒體等構成，記憶距離圖像等。

【0027】

＜2.受光元件之構成例＞

圖2係顯示受光元件52之構成例之方塊圖。

【0028】

受光元件52具備：像素驅動部111、像素陣列112、MUX(多工器)113、時間計測部114、及輸入輸出部115。

【0029】

像素陣列112為呈列方向及行方向之行列狀二維配置有檢測光子之入射，並將顯示檢測結果之檢測信號作為像素信號輸出之像素121的構成。此處，所謂列方向係意指像素列之像素121之排列方向、亦即水平方向，所謂行方向係意指像素行之像素121之排列方向、亦即垂直方向。在圖2中，因紙面之制約，而像素陣列112以10列12行之像素排列構成而顯示，但像素陣列112之列數及行數並不限定於此，為任意。

【0030】

相對於像素陣列112之行列狀之像素排列，就每一像素列沿水平方向配線有像素驅動線122。像素驅動線122傳送用於進行像素121之驅動之驅動信號。像素驅動部111藉由經由像素驅動線122對各像素121供給特定之驅動信號，而驅動各像素121。具體而言，像素驅動部111以與經由輸入輸出部115自外部供給之發光時序信號相配對應的特定之時序，進行將呈行列狀二維配置之複數個像素121之一部分設為主動像素，將其餘一部分設為非主動像素之控制。主動像素係檢測光子之入射之像素，非主動像素係不檢測光子之入射之像素。針對像素121之詳細構成於後文敘述。

【0031】

此外，在圖2中，以1條配線顯示像素驅動線122，但可由複數條配線構成。像素驅動線122之一端連接於與像素驅動部111之各像素列對應之輸出端。

【0032】

MUX 113依照像素陣列112內之主動像素與非主動像素之切換而選擇自主動像素之輸出。而後，MUX 113朝時間計測部114輸出自選擇之主動像素輸入之像素信號。

【0033】

時間計測部114基於自MUX 113供給之主動像素之像素信號、及顯示光源32之發光時序之發光時序信號產生與自光源32發出光起直至主動像素接收光為止之時間對應之計數值。時間計測部114也被稱為TDC(Time to Digital Converter，時間-數位轉換器)。發光時序信號經由輸入輸出部115自外部(攝像裝置22之控制部42)供給。

【0034】

輸入輸出部115將自時間計測部114供給之主動像素之計數值作為像素信號朝外部(信號處理電路53)輸出。又，輸入輸出部115對像素驅動部111及時間計測部114供給自控制部42供給之發光時序信號。

【0035】

＜3.像素電路之構成例＞

圖3係顯示在像素陣列112呈行列狀以複數個配置之像素121之電路構成例。

【0036】

圖3之像素121具備SPAD 151、電晶體152、開關153、及反相器154。又，像素121也具備鎖存電路155及反相器156。電晶體152由P型MOS電晶體構成。

【0037】

SPAD 151之陰極連接於電晶體152之汲極，且連接於反相器154之輸入端子、及開關153之一端。SPAD 151之陽極連接於電源電壓VA(以下也稱為陽極電壓VA)。

【0038】

SPAD 151係在入射入射光時使產生之電子突崩放大而輸出陰極電壓VS之信號之光電二極體(單光子突崩光電二極體)。對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA例如被設為-20 V左右之負偏壓(負的電位)。

【0039】

電晶體152係在飽和區域動作之定電流源，藉由作為淬滅電阻發揮作用，而進行被動淬滅。電晶體152之源極連接於電源電壓VE，汲極連接於SPAD 151之陰極、反相器154之輸入端子、及開關153之一端。藉此，對SPAD 151之陰極也供給電源電壓VE。也可利用上拉電阻，而取代與SPAD 151串聯連接之電晶體152。

【0040】

對SPAD 151，為了以充分的效率檢測檢測光(光子)，而施加較SPAD 151之崩潰電壓VBD為大之電壓(以下稱為過量偏壓(Excess Bias))。例如，若SPAD 151之崩潰電壓VBD為20 V，施加較其大3 V之電壓，則對電晶體152之源極供給之電源電壓VE被設為3 V。

【0041】

開關153之兩端之一端連接於SPAD 151之陰極、反相器154之輸入端子、及電晶體152之汲極，另一端連接於接地連接線157。接地連接線157如圖8中後述般經由特定之元件(洩漏電流檢測部201)接地(GND)。開關153例如可由N型MOS電晶體構成，使鎖存電路155之輸出即閘控控制信

號VG相應於由反相器156反轉之閘控反轉信號VG_I而導通關斷。

【0042】

鎖存電路155基於自像素驅動部111供給之觸發信號SET、及位址資料DEC，對反相器156供給將像素121控制為主動像素或非主動像素之任一者之閘控控制信號VG。反相器156產生使閘控控制信號VG反轉之閘控反轉信號VG_I，並對開關153供給。

【0043】

觸發信號SET係顯示切換閘控控制信號VG之時序之時序信號，位址資料DEC係顯示像素陣列112內之呈行列狀配置之複數個像素121中之設定為主動像素之像素之位址的資料。觸發信號SET與位址資料DEC經由像素驅動線122自像素驅動部111供給。

【0044】

鎖存電路155以觸發信號SET顯示之特定之時序讀入位址資料DEC。而且，鎖存電路155當在位址資料DEC顯示之像素位址中包含本身(之像素121)之像素位址時，輸出用於將本身之像素121設定為主動像素之Hi(1)之閘控控制信號VG。另一方面，當在位址資料DEC顯示之像素位址中不包含本身(之像素121)之像素位址時，輸出用於將本身之像素121設定為非主動像素之Lo(0)之閘控控制信號VG。藉此，在將像素121設為主動像素時，對開關153供給由反相器156反轉之Lo(0)之閘控反轉信號VG_I。另一方面，在將像素121設為非主動像素時，對開關153供給Hi(1)之閘控反轉信號VG_I。因而，開關153在將像素121設定為主動像素時關斷(被設為非連接)，在設定為非主動像素時被導通(被連接)。

【0045】

反相器154在作為輸入信號之陰極電壓VS為Lo時，輸出Hi之檢測信號PFout，在陰極電壓VS為Hi時，輸出Lo之檢測信號PFout。反相器154係將光子朝SPAD 151之入射作為檢測信號PFout輸出之輸出部。

【0046】

其次，參照圖4，針對將像素121設定為主動像素時之動作進行說明。

【0047】

此外，在像素121中，對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA具有特定之振幅而變動，但在圖4之說明中，為簡單化，而固定為-20 V之負偏壓。又，開關153之接地連接線157側之電壓也設為0 V而進行說明。

【0048】

圖4係顯示與光子之入射相應之SPAD 151之陰極電壓VS之變化與檢測信號PFout之圖。

【0049】

首先，在像素121為主動像素時，如上述般，開關153被設定為關斷。

【0050】

由於對SPAD 151之陰極供給電源電壓VE(例如3 V)，對陽極供給電源電壓VA(例如-20 V)，故藉由對SPAD 151施加大於崩潰電壓VBD(=20 V)之反向電壓，而將SPAD 151設定為蓋革模式(Geiger Mode)。在此狀態下，SPAD 151之陰極電壓VS如例如圖4之時刻t0般與電源電壓VE相同。

【0051】

若光子入射至設定為蓋革模式之SPAD 151，則產生突崩倍增，在

SPAD 151流動電流。

【0052】

若在圖4之時刻t1，產生突崩倍增，在SPAD 151流動電流，則在時刻t1以後，藉由在SPAD 151流動電流，而在電晶體152也流動電流，因電晶體152之電阻成分而產生壓降。

【0053】

由於若在時刻t2，SPAD 151之陰極電壓VS低於0 V，則SPAD 151之陽極、陰極間電壓成為低於崩潰電壓VBD之狀態，故突崩放大停止。此處，以下之動作係淬滅動作，即：藉由因突崩放大而產生之電流在電晶體152流動而產生壓降，伴隨著產生之壓降而陰極電壓VS成為低於崩潰電壓VBD之狀態，藉此使突崩放大停止。

【0054】

若突崩放大停止則在電晶體152之電阻流動之電流逐漸減少，在時刻t4，陰極電壓VS再次返回至原本之電源電壓VE，成為可檢測下一新的光子之狀態(再充電動作)。

【0055】

反相器154在輸入電壓即陰極電壓VS為特定之臨限值電壓Vth以上時，輸出Lo之檢測信號PFout，在陰極電壓VS未達特定之臨限值電壓Vth時，輸出Hi之檢測信號PFout。因而，若光子入射至SPAD 151，產生突崩倍增而陰極電壓VS降低，且低於臨限值電壓Vth，則檢測信號PFout自低位準反轉為高位準。另一方面，若SPAD 151之突崩倍增收斂，陰極電壓VS上升，且成為臨限值電壓Vth以上，則檢測信號PFout自高位準反轉為低位準。

【0056】

此外，在將像素121設為非主動像素時，對開關153供給Hi(1)之閘控反轉信號VG_I，而開關153被導通。在開關153被導通時，SPAD 151之陰極電壓VS成為0 V。其結果為，由於SPAD 151之陽極、陰極間電壓為崩潰電壓VBD以下，故成為即便光子進入SPAD 151仍不發生反應之狀態。

【0057】

＜4.因崩潰電壓VBD之不均一所致之問題＞

且說，在上述之說明中，以SPAD 151之崩潰電壓VBD為20 V進行了說明，但在SPAD 151之崩潰電壓VBD存在因個體差所致之不均一。例如，SPAD 151之崩潰電壓VBD在某一像素121中為19 V，或為19.5 V或19.7 V。

【0058】

參照圖5，針對因SPAD 151之崩潰電壓VBD之不均一而可能引起之問題進行說明。

【0059】

此外，在圖5之說明中亦然，對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA固定為-20 V之負偏壓，開關153之接地連接線157側之電壓也固定為0 V。

【0060】

在圖5中顯示4個像素121_1至121_4。又，在圖5之像素121_1至121_4中，反相器154由P型MOS電晶體161及N型MOS電晶體162之CMOS反相器構成。

【0061】

在圖5中，像素121_1之SPAD 151之崩潰電壓VBD為20 V，像素121_2之SPAD 151之崩潰電壓VBD為19 V，像素121_3之SPAD 151之崩潰電壓VBD為19.5 V，像素121_4之SPAD 151之崩潰電壓VBD為19.7 V。

【0062】

又，在圖5中，像素驅動部111將左側2個像素121_1及像素121_2設定為非主動像素，將右側2個像素121_3及像素121_4設定為主動像素。因而，左側2個像素121_1及像素121_2之開關153變為導通，右側2個像素121_3及像素121_4之開關153變為關斷。

【0063】

在被設定為主動像素之右側2個像素121_3及像素121_4中，開關153變為關斷，對SPAD 151之陰極供給電源電壓VE(例如3 V)，對陽極供給電源電壓VA(例如-20 V)。因而，若SPAD 151被設定為蓋革模式，光子入射至SPAD 151，則產生突崩倍增，在SPAD 151流動電流。在主動像素之像素121_3及像素121_4中，相應於光子之入射在SPAD 151流動之電流為主動像素所意圖之主動電流。

【0064】

另一方面，在被設定為非主動像素之左側2個像素121_1及像素121_2中，由於開關153為關斷，故SPAD 151之陰極電壓VS被控制為0 V。藉此，像素121_1及像素121_2之SPAD 151之陽極、陰極間電壓成為20 V。

【0065】

由於像素121_1之SPAD 151之崩潰電壓VBD為20 V，故陽極、陰極間電壓成為崩潰電壓VBD以下，像素121_1之SPAD 151即便光子進入仍不發

生反應。另一方面，由於像素121_2之SPAD 151之崩潰電壓VBD為19 V，故陽極、陰極間電壓為依然大於SPAD 151之崩潰電壓VBD之狀態。因而，在像素121_2中，若光子入射至SPAD 151，則產生突崩倍增，在SPAD 151流動電流。在主動像素之像素121_2中，相應於光子之入射在SPAD 151流動之電流為非主動像素非意圖之洩漏電流。

【0066】

為了防止圖5之像素121_2之洩漏電流之產生，而考量與具有最低之崩潰電壓VBD之像素121_2之SPAD 151相配對應地設定電源電壓VA。然而，為了特定具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151，而必須測定全部像素之SPAD 151之崩潰電壓VBD，而工時非常大。又，SPAD 151之崩潰電壓VBD除由個體差所致之不均一以外，還可能因溫度變化而變化。例如，在100℃之溫度變化下，崩潰電壓VBD以數V等級發生變化。

【0067】

例如，即便特定具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151，而設定電源電壓VA，但當因溫度變化而崩潰電壓VBD發生變化且變大時，由圖6可明確得知，過量偏壓VEX也相對地變小。

【0068】

圖6係顯示與將電源電壓VA固定而設定時的主動像素之崩潰電壓VBD之變化相應之過量偏壓VEX之變化的概念圖。

【0069】

若因溫度變化而崩潰電壓VBD變化，過量偏壓VEX變得過小，則即便光子入射至SPAD 151，SPAD 151仍不會發生反應。過量偏壓VEX越大，像素特性越提高。此處，所謂像素特性例如係表示檢測到入射之1光

子之概率之PDE(photon detection efficiency，光子偵測效率)。

【0070】

因而，為了提高像素特性，而必須與具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151相配對應地控制電源電壓VA，且也對應於伴隨著溫度變化之崩潰電壓VBD之變化。

【0071】

然而，由於除測定全部像素之SPAD 151之崩潰電壓VBD之時間與勞力以外，記憶與溫度相應之崩潰電壓VBD之變動特性且對溫度一面予以監視一面高精度地控制而導致控制電路成為大規模，故並不現實。

【0072】

因而，在受光元件52之像素121中採用下述構成，即：不直接檢測溫度變化，而相應於伴隨著溫度變化之崩潰電壓VBD之變化，與具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151相配對應地控制電源電壓VA。

【0073】

＜5.主動像素與非主動像素之設定例＞

圖7顯示對於像素陣列112之複數個像素121的主動像素與非主動像素之設定例。

【0074】

受光元件52之像素驅動部111如上述般進行將呈行列狀二維配置之複數個像素121中之一部分設為主動像素，將其餘之一部分設為非主動像素之控制。此處，像素驅動部111設定為主動像素之像素數相對於像素陣列112整體之像素數為小。例如，像素陣列112中之主動像素之比例設為1%至數%。在圖7之A中，附陰影之像素121表示主動像素，未附陰影之像素

121表示非主動像素。

【0075】

如此，若以相對於像素陣列112之所有像素為小之比例設定為主動像素，則如圖7之B所示，由於像素陣列112之大部分之像素121為非主動像素，故可假定在像素陣列112內之非主動像素中存在具有崩潰電壓VBD最小之SPAD 151之像素121。換言之，可假定具有崩潰電壓VBD最小之SPAD 151之像素121為非主動像素。

【0076】

＜6.電壓控制電路之第1構成例＞

圖8顯示控制像素陣列112之各像素121之陽極電壓VA的電壓控制電路之第1構成例。

【0077】

在圖8中顯示：作為像素陣列112之一部分之像素121之3×3(3列3行)之9個像素121、以及作為控制各像素121之陽極電壓VA之電壓控制電路的洩漏電流檢測部201及陽極電源供給部202。

【0078】

在圖8之3×3之9個像素121中，配置於正中間之像素121之鎖存電路155之輸出為Hi(1)，被設定為主動像素。其他8個像素121之鎖存電路155之輸出為Lo(0)，被設定為非主動像素。此外，在圖8中，為了防止圖變繁雜，而省略像素內之符號之圖示。

【0079】

在像素陣列112之水平方向配線之接地連接線157經由洩漏電流檢測部201接地(GND)。洩漏電流檢測部201例如由電阻構成。

【0080】

陽極電源供給部202對像素陣列112之各像素121之SPAD 151之陽極供給電源電壓VA。陽極電源供給部202具有運算放大器211，朝運算放大器211之+輸入端子(第1輸入端子)輸入洩漏電流檢測部201之輸出，朝-輸入端子(第2輸入端子)自電源212輸入特定之電源電壓V1。運算放大器211係以+輸入端子之輸入電壓與-輸入端子之輸入電壓變得相等之方式控制並輸出電源電壓VA之電壓控制部。電源212供給之電源電壓V1由在接地連接線157流動之洩漏電流之設定值決定。電源電壓V1例如被設為-10 mV。

【0081】

針對控制陽極電壓VA之洩漏電流檢測部201及陽極電源供給部202之動作進行說明。

【0082】

最初，將像素陣列112之被設定為非主動像素之像素121之開關153關斷。在光未入射至非主動像素之狀態下，非主動像素之SPAD 151之陰極電壓VS被控制為0 V。

【0083】

在此狀態下，由於運算放大器211之+輸入端子之輸入電壓為0 V，-輸入端子之輸入電壓為-10 mV，故運算放大器211將對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA朝下降之方向控制。

【0084】

若運算放大器211將非主動像素之SPAD 151之陽極電壓VA朝下降之方向控制，則SPAD 151之陽極、陰極間電壓變大。藉此，在像素陣列112之複數個非主動像素中，於具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151之

非主動像素中，陽極、陰極間電壓成為大於崩潰電壓VBD之狀態，若光子入射至SPAD 151，則如圖5之像素121_2般，在SPAD 151流動洩漏電流。

【0085】

若在具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151之非主動像素中流動洩漏電流，則產生因作為經由接地連接線157連接之洩漏電流檢測部201的電阻所致之壓降(IR drop)，運算放大器211之+輸入端子之輸入電壓自0 V下降。

【0086】

而且，若運算放大器211之+輸入端子之輸入電壓低於-輸入端子之輸入電壓即-10 mV，則此次，運算放大器211將對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA朝提高之方向控制。藉由對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA提高，而在具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151之非主動像素中，陽極、陰極間電壓成為崩潰電壓VBD以下，不會流動洩漏電流。

【0087】

如以上般，洩漏電流檢測部201在像素陣列112之複數個非主動像素中，檢測於具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 151之非主動像素中流動之洩漏電流。陽極電源供給部202以該洩漏電流成為一定之電流(特定之範圍內之電流值)之方式控制陽極電壓VA。作為洩漏電流檢測部201之電阻之電阻值相應於洩漏電流之檢測位準而設定。例如，在電源電壓V1為-10 mV，且欲以1 mA之洩漏電流進行控制時，洩漏電流檢測部201之電阻值被設定為10 Ω。

【0088】

如以上般，自像素陣列112內之具有最低之崩潰電壓VBD之非主動像素之SPAD 151開始流動洩漏電流，電壓控制電路檢測該洩漏電流，而控制陽極電壓VA。電壓控制電路無關於(無須知悉)在複數個非主動像素中哪一非主動像素之SPAD 151為具有最低之崩潰電壓VBD之像素，且即便在使用中途，因溫度變化等而具有最低之崩潰電壓VBD之像素變化，也無問題。也無須檢測或選擇具有最低之崩潰電壓VBD之非主動像素。

【0089】

圖9係顯示因溫度之差異所致之崩潰電壓VBD之變化。

【0090】

圖9之圖之橫軸表示陽極電壓，縱軸表示SPAD 151發生反應時之洩漏電流。

【0091】

如根據圖9可知，崩潰電壓VBD也相應於溫度變化而變化，若溫度較高則崩潰電壓VBD變大，則電壓控制電路以始終成為一定之洩漏電流(圖9之固定洩漏值以下)之方式控制陽極電壓VA。

【0092】

圖10係顯示與因溫度變化所致之崩潰電壓VBD之變化相應的電壓控制電路之動作之概念圖。

【0093】

電壓控制電路相應於非主動像素中之具有最低之崩潰電壓VBD_Min之像素121使陽極電壓VA變動。電壓控制電路以即便最低之崩潰電壓VBD_Min因溫度變化等而大小發生變化，具有最低之崩潰電壓VBD_Min之像素121之陰極電壓VS仍為0 V(VBT=0 V)之方式進行控制。

【0094】

圖11係顯示與圖6對應地顯示之因受光元件52之電壓控制電路所致之過量偏壓VEX之變化的概念圖。

【0095】

受光元件52之電壓控制電路藉由以洩漏電流始終成為一定之方式控制陽極電源電壓VA，而如圖11所示，以即便伴隨著溫度變化而崩潰電壓VBD變化，與具有最低之崩潰電壓VBD_Min之SPAD 151相配對應地過量偏壓VEX仍成為一定之方式控制陽極電源電壓VA。

【0096】

於在像素陣列112之複數個非主動像素中於具有最低之崩潰電壓VBD_Min之像素121中不流動一定值以上之洩漏電流之範圍內最大限度地降低SPAD 151之陽極電壓VA之狀態為將對於像素陣列112內之全部SPAD 151之過量偏壓VEX最大化之狀態。因而，根據電壓控制電路，可將對於像素陣列112內之全部SPAD 151之過量偏壓VEX最大化。

【0097】

鑒於以上內容，根據電壓控制電路之第1構成例，藉由與伴隨著像素陣列112之溫度變化的SPAD 151之崩潰電壓VBD之變化對應地將過量偏壓VEX最大化，而可提高像素特性。

【0098】

＜7.電壓控制電路之第2構成例＞

圖12顯示控制像素陣列112之各像素121之陽極電壓VA的電壓控制電路之第2構成例。

【0099】

在圖12中顯示主動像素及非主動像素各者之1個像素與第2構成例之電壓控制電路。

【0100】

第2構成例之電壓控制電路具有洩漏電流檢測部201、比較器301、及陽極電源供給部303。

【0101】

在像素陣列112之水平方向配線之接地連接線157連接於洩漏電流檢測部201與比較器301之+輸入端子(第1輸入端子)。朝比較器301之-輸入端子(第2輸入端子)自電源302輸入特定之電源電壓V1。比較器301對+輸入端子之輸入電壓與-輸入端子之輸入電壓進行比較，在+輸入端子之輸入電壓大於-輸入端子之輸入電壓時，朝陽極電源供給部303輸出Hi(1)之比較結果信號。換言之，比較器301在流動大於特定值之洩漏電流時，檢測其，並輸出Hi之比較結果信號。在洩漏電流為特定值以下時，比較器301朝陽極電源供給部303輸出Lo之比較結果信號。比較器301係控制陽極電源供給部303輸出之電源電壓VA之電壓控制部。

【0102】

陽極電源供給部303在自比較器301供給之比較結果信號為Hi時，保持控制對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA，在比較結果信號為Lo時，將電源電壓VA朝下降之方向控制。換言之，陽極電源供給部303在流動大於特定值之洩漏電流時，保持控制對SPAD 151之陽極供給之電源電壓VA，在洩漏電流為特定值以下時，將電源電壓VA朝下降之方向控制。藉此，於在以下之範圍內最大限度地降低SPAD 151之陽極電壓VA之狀態下控制電源電壓VA，即：在像素陣列112之複數個非主動像素中，於具有

最低之崩潰電壓VBD_Min之像素121中不流動一定值以上之洩漏電流。因而，根據電壓控制電路，可將過量偏壓VEX最大化。

【0103】

鑒於以上內容，在電壓控制電路之第2構成例中亦然，藉由與伴隨著像素陣列112之溫度變化的SPAD 151之崩潰電壓VBD之變化對應地將過量偏壓VEX最大化，而可提高像素特性。

【0104】

＜8.電壓控制電路之第3構成例＞

圖13顯示控制像素陣列112之各像素121之陽極電壓VA的電壓控制電路之第3構成例。

【0105】

在圖13中顯示主動像素及非主動像素各者之1個像素與第3構成例之電壓控制電路。

【0106】

在上述之電壓控制電路之第1構成例及第2構成例中，在陰極側檢測到在SPAD 151流動之洩漏電流，但在圖13之第3構成例中可採用在陽極側檢測之構成。

【0107】

第3構成例之電壓控制電路具有包含運算放大器331及電晶體332之陽極電源供給部321。具體而言，對各像素121之SPAD 151之陽極供給電源電壓VA之電源供給線158朝運算放大器331之+輸入端子輸入，朝-輸入端子自電源333輸入特定之電源電壓V1。運算放大器331與電晶體332構成定電流電路，以在電源供給線158流動之電流成為一定之方式進行控制。電

晶體332相當於第1構成例及第2構成例之洩漏電流檢測部201。在像素陣列112之水平方向配線之接地連接線157直接接地(GND)，開關153在導通時將SPAD 151之陽極直接接地。

【0108】

在第3構成例中，由於為在陽極側檢測在SPAD 151流動之洩漏電流之構成，故在電源供給線158也可能流動來自主動像素之主動電流。因而，必須將陽極電源供給部321控制之電流值設為包含主動電流與洩漏電流之值而控制電源電壓VA，或停止主動像素之選擇，將全部像素121設為非主動像素，作為檢測非主動像素之洩漏電流之洩漏電流檢測模式而動作，而控制電源電壓VA。

【0109】

鑒於以上內容，藉由以在電源供給線158流動之電流成為一定之方式控制電源電壓VA，而可將過量偏壓VEX最大化。因而，在電壓控制電路之第3構成例中亦然，藉由與伴隨著像素陣列112之溫度變化的SPAD 151之崩潰電壓VBD之變化對應地將過量偏壓VEX最大化，而可提高像素特性。

【0110】

＜9.電壓控制電路之第4構成例＞

圖14顯示電壓控制電路之第4構成例。

【0111】

在圖14中，像素121變更為像素121’。上述之像素121為對SPAD之陽極施加負偏壓，將SPAD設定為蓋革模式之構成，但圖14之像素121’變更為在正的電壓範圍內將SPAD設定為蓋革模式之構成。

【0112】

第4構成例之電壓控制電路為與自像素121朝像素121'之變更對應地變更圖8所示之第1構成例之電壓控制電路的電路構成，且為控制對SPAD之陰極供給之電源電壓VC之構成。具體而言，第4構成例之電壓控制電路具有洩漏電流檢測部271及陰極電源供給部281。洩漏電流檢測部271例如由電阻構成，陰極電源供給部281具有運算放大器291。

【0113】

像素121'具備SPAD 251、電晶體252、開關253、反相器254、鎖存電路255、及反相器256。電晶體252由N型MOS電晶體構成。

【0114】

SPAD 251之陽極連接於電晶體252之汲極，且連接於反相器254之輸入端子、及開關253之一端。SPAD 251之陰極連接於電源電壓VC。

【0115】

SPAD 251係在入射入射光時使產生之電子突崩放大而產生陰極電壓VS之信號之光電二極體(單光子突崩光電二極體)。對SPAD 251之陰極供給之電源電壓VC例如被設為23 V左右之正偏壓(正的電位)。SPAD 251之崩潰電壓VBD與上述之例同樣地設為例如20 V。

【0116】

電晶體252係在飽和區域動作之定電流源，藉由作為淬滅電阻發揮作用，而進行被動淬滅。電晶體252之源極接地(GND)，汲極連接於SPAD 251之陽極、反相器254之輸入端子、及開關253之一端。也可利用下拉電阻，而取代與SPAD 251串聯連接之電晶體252。

【0117】

開關253之兩端之一端連接於SPAD 251之陽極、反相器254之輸入端子、及電晶體252之汲極，另一端經由配線257連接於洩漏電流檢測部271與運算放大器291之-輸入端子。洩漏電流檢測部271配置於配線257與供給電源電壓VDD之電源電壓272之間。

【0118】

開關253例如可由N型MOS電晶體構成，相應於反相器256之輸出即閘控反轉信號VG_I而導通關斷。

【0119】

鎖存電路255基於自像素驅動部111供給之觸發信號SET、及位址資料DEC，對反相器256供給將像素121’控制為主動像素或非主動像素之任一者之閘控控制信號VG。反相器256產生使閘控控制信號VG反轉之閘控反轉信號VG_I，並對開關253供給。鎖存電路255之控制由於與圖3中所說明之鎖存電路155同樣，故省略說明。

【0120】

反相器254在作為輸入信號之陽極電壓VS’為Lo時，輸出Hi之檢測信號PFout，在陽極電壓VS’為Hi時，輸出Lo之檢測信號PFout。反相器254係將光子朝SPAD 251之入射作為檢測信號PFout輸出之輸出部。

【0121】

將像素121’設定為主動像素時之動作由於與像素121之動作基本上同樣，故省略詳細說明。惟，在像素121中，因突崩倍增之產生，而陰極電壓VS自電源電壓VE下降，但在像素121’中，陽極電壓VS’自0 V上升。

【0122】

陰極電源供給部281之運算放大器291對像素陣列112之各像素121’之

SPAD 251之陰極供給電源電壓VC。朝運算放大器291之+輸入端子自電源292輸入特定之電源電壓V1，朝-輸入端子輸入與經由配線257流動之洩漏電流相應之電壓。運算放大器291係以+輸入端子之輸入電壓與-輸入端子之輸入電壓變得相等之方式控制並輸出電源電壓VC之電壓控制部。電源292供給之電源電壓V1由在配線257流動之洩漏電流之設定值決定。

【0123】

若在具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 251之非主動像素中流動洩漏電流，則運算放大器291之-輸入端子之輸入電壓上升。若運算放大器291之-輸入端子之輸入電壓高於+輸入端子之輸入電壓，則此次，運算放大器291將對SPAD 251之陰極供給之電源電壓VC朝下降之方向控制。藉由對SPAD 251之陰極供給之電源電壓VC下降，而在具有最低之崩潰電壓VBD之SPAD 251之非主動像素中，陽極、陰極間電壓成為崩潰電壓VBD以下，不會流動洩漏電流。藉此，於在以下之範圍內最大限度提高SPAD 251之陰極之電源電壓VC之狀態下控制電源電壓VC，即：在像素陣列112之複數個非主動像素中，於具有最低之崩潰電壓VBD_Min之像素121’中不流動一定值以上之洩漏電流。因而，根據第4構成例之電壓控制電路，可將過量偏壓VEX最大化。

【0124】

鑒於以上內容，在電壓控制電路之第4構成例中亦然，藉由與伴隨著像素陣列112之溫度變化的SPAD 251之崩潰電壓VBD之變化對應地將過量偏壓VEX最大化，而可提高像素特性。

【0125】

此外，電壓控制電路之第4構成例為相應於自像素121朝像素121’之

像素構成之變更，以控制SPAD 251之陰極側之電源電壓VC之方式變更電壓控制電路之第1構成例的構成。針對第2構成例及第3構成例也同樣地，可採用與像素121至像素121’之變更一起控制SPAD 251之陰極側之電源電壓VC之構成。

【0126】

＜10.測距系統之使用例＞

圖15係顯示上述之測距系統11之使用例之圖。

【0127】

上述之測距系統11例如可如下述般使用於感測可視光或紅外光、紫外光、X射線等光之各種情形。

【0128】

•拍攝供鑒賞用之圖像的數位相機或附帶相機功能的可攜式機器等之裝置

•用於自動停止等之安全駕駛、或駕駛者狀態之識別等而拍攝汽車之前方或後方、周圍、車內等之車載用感測器，監視行駛車輛或道路之監視相機，進行車輛之間等之測距之測距感測器等之供交通用之裝置

•為了拍攝使用者之手勢且進行依照該手勢之機器操作而供TV或冰箱、空氣調節機等之家電用之裝置

•內視鏡或利用紅外光之受光進行血管攝影之裝置等之供醫療或健康照護用之裝置

•防止犯罪用之監視相機或人物認證用之相機等之供保全之裝置

•拍攝肌膚之肌膚測定器或拍攝頭皮之顯微鏡等之供美容用之裝置

•針對體育運動用途等之動作相機或可佩戴相機等之供體育運動用之

裝置

•用於監視田地或作物之狀態之相機等之供農業用之裝置

【0129】

＜11.對於移動體之應用例＞

本發明之技術(本發明)可對於各種產品應用。例如，本發明之技術可實現為搭載於汽車、電力機動車、混合動力機動車、自動二輪車、自行車、個人移動性裝置、飛機、無人機、船舶、機器人等任一種類之移動體之裝置。

【0130】

圖16係顯示作為可應用本發明之技術之移動體控制系統之一例之車輛控制系統之概略構成例之方塊圖。

【0131】

車輛控制系統12000具備經由通信網路12001連接之複數個電子控制單元。在圖16所示之例中，車輛控制系統12000具備：驅動系統控制單元12010、車體系統控制單元12020、車外資訊檢測單元12030、車內資訊檢測單元12040、及綜合控制單元12050。又，作為綜合控制單元12050之功能構成，圖示有微電腦12051、聲音圖像輸出部12052、及車載網路I/F(interface，介面)12053。

【0132】

驅動系統控制單元12010依照各種程式控制與車輛之驅動系統相關聯之裝置之動作。例如，驅動系統控制單元12010作為內燃機或驅動用馬達等之用於產生車輛之驅動力之驅動力產生裝置、用於將驅動力朝車輪傳遞之驅動力傳遞機構、調節車輛之舵角之轉向機構、及產生車輛之制動力之

制動裝置等的控制裝置而發揮功能。

【0133】

車體系統控制單元12020依照各種程式控制裝備於車體之各種裝置之動作。例如，車體系統控制單元12020作為無鑰匙進入系統、智慧型鑰匙系統、動力車窗裝置、或前照燈、尾燈、煞車燈、方向指示燈或霧燈等之各種燈之控制裝置而發揮功能。該情形下，對於車體系統控制單元12020，可輸入有自代替鑰匙之可攜式裝置發出之電波或各種開關之信號。車體系統控制單元12020受理該等電波或信號之輸入，而控制車輛之車門鎖閉裝置、動力車窗裝置、燈等。

【0134】

車外資訊檢測單元12030檢測搭載車輛控制系統12000之車輛之外部之資訊。例如，在車外資訊檢測單元12030連接有攝像部12031。車外資訊檢測單元12030使攝像部12031拍攝車外之圖像，且接收所拍攝之圖像。車外資訊檢測單元12030可基於所接收之圖像，進行人、車、障礙物、標識或路面上之文字等之物體檢測處理或距離檢測處理。

【0135】

攝像部12031係接收光且輸出與該光之受光量相應之電氣信號之光感測器。攝像部12031既可將電氣信號作為圖像輸出，也可作為測距之資訊輸出。又，攝像部12031所接收之光既可為可視光，也可為紅外線等之非可視光。

【0136】

車內資訊檢測單元12040檢測車內之資訊。於車內資訊檢測單元12040連接有例如檢測駕駛者之狀態之駕駛者狀態檢測部12041。駕駛者

狀態檢測部12041包含例如拍攝駕駛者之相機，車內資訊檢測單元12040基於自駕駛者狀態檢測部12041輸入之檢測資訊，既可算出駕駛者之疲勞度或集中度，也可判別駕駛者是否打瞌睡。

【0137】

微電腦12051可基於由車外資訊檢測單元12030或車內資訊檢測單元12040取得之車內外之資訊，運算驅動力產生裝置、轉向機構或制動裝置之控制目標值，且對驅動系統控制單元12010輸出控制指令。例如，微電腦12051可進行以實現包含車輛之碰撞避免或衝擊緩和、基於車距之追隨行駛、車速維持行駛、車輛之碰撞警告、或車輛之車道脫離警告等的ADAS(Advanced Driver Assistance Systems，先進駕駛輔助系統)之功能為目的之協調控制。

【0138】

又，微電腦12051藉由基於由車外資訊檢測單元12030或車內資訊檢測單元12040取得之車輛之周圍之資訊控制驅動力產生裝置、轉向機構或制動裝置等，而可進行以在不依賴於駕駛者之操作下自主地行駛之自動駕駛等為目的之協調控制。

【0139】

又，微電腦12051可基於由車外資訊檢測單元12030取得之車外之資訊，對車體系統控制單元12020輸出控制指令。例如，微電腦12051與由車外資訊檢測單元12030檢測到之前方車或對向車之位置相應地控制前照燈，而可進行將遠光切換為近光等之以謀求防眩為目的之協調控制。

【0140】

聲音圖像輸出部12052朝可針對車輛之乘客或車外視覺性或聽覺性通

知資訊之輸出裝置發送聲音及圖像中之至少一者之輸出信號。在圖16之例中，作為輸出裝置例示有音訊揚聲器12061、顯示部12062及儀錶板12063。顯示部12062例如可包含機上顯示器及抬頭顯示器之至少一者。

【0141】

圖17係顯示攝像部12031之設置位置之例之圖。

【0142】

在圖17中，車輛12100具有攝像部12101、12102、12103、12104、12105作為攝像部12031。

【0143】

攝像部12101、12102、12103、12104、12105設置於例如車輛12100之前端突出部、側視鏡、後保險杠、後背門及車廂內之擋風玻璃之上部等之位置。前端突出部所具備之攝像部12101及車廂內之擋風玻璃之上部所具備之攝像部12105主要取得車輛12100之前方之圖像。側視鏡所具備之攝像部12102、12103主要取得車輛12100之側方之圖像。後保險杠或後背門所具備之攝像部12104主要取得車輛12100之後方之圖像。由攝像部12101及12105取得之前方之圖像主要用於前方車輛或行人、障礙物、信號燈、交通標誌或車道等之檢測。

【0144】

此外，在圖17中，顯示攝像部12101至12104之攝影範圍之一例。攝像範圍12111顯示設置於前端突出部之攝像部12101之攝像範圍，攝像範圍12112、12113顯示分別設置於側視鏡之攝像部12102、12103之攝像範圍，攝像範圍12114顯示設置於後保險杠或後背門之攝像部12104之攝像範圍。例如，藉由重疊由攝像部12101至12104拍攝之圖像資料，而可取

得自上方觀察車輛12100之俯瞰圖像。

【0145】

攝像部12101至12104之至少1者可具有取得距離資訊之功能。例如，攝像部12101至12104之至少1者既可為包含複數個攝像元件之立體相機，亦可為具有相位差檢測用之像素之攝像元件。

【0146】

例如，微電腦12051藉由基於根據攝像部12101至12104取得之距離資訊，求得距攝像範圍12111至12114內之各立體物之距離、及該距離之時間性變化(對於車輛12100之相對速度)，而可在尤其是位於車輛12100之前進路上之最近之立體物中，將朝與車輛12100大致相同之方向以特定之速度(例如，0 km/h以上)行進之立體物作為前方車抽出。進而，微電腦12051設定針對前方車之近前預先設定應確保之車距，而可進行自動制動控制(亦包含追隨停止控制)或自動加速控制(亦包含追隨起步控制)等。如此般可進行以在不依賴於駕駛者之操作下自主地行駛之自動駕駛等為目的之協調控制。

【0147】

例如，微電腦12051可基於自攝像部12101至12104取得之距離資訊，將與立體物相關之立體物資料分類為2輪車、普通車輛、大型車輛、行人、電線桿等其他之立體物並抽出，且用於障礙物之自動回避。例如，微電腦12051將車輛12100之周邊之障礙物識別為車輛12100之駕駛員能夠視認之障礙物及難以視認之障礙物。而後，微電腦12051判斷顯示與各障礙物之碰撞之危險度之碰撞風險，在碰撞風險為設定值以上而有碰撞可能性之狀況時，藉由經由音訊揚聲器12061或顯示部12062對駕駛員輸出警

報，或經由驅動系統控制單元12010進行強制減速或躲避操舵，而可進行用於避免碰撞之駕駛支援。

【0148】

攝像部12101至12104之至少1者可為檢測紅外線之紅外線相機。例如，微電腦12051可藉由判定在攝像部12101至12104之攝像圖像中是否有行人而辨識行人。如此之行人之辨識藉由例如抽出作為紅外線相機之攝像部12101至12104之攝像圖像之特徵點之程序、針對顯示物體之輪廓之一系列特徵點進行圖案匹配處理而判別是否為行人之程序而進行。微電腦12051當判定在攝像部12101至12104之攝像圖像中有行人，且辨識為行人時，聲音圖像輸出部12052以針對該被辨識出之行人重疊顯示用於強調之方形輪廓線之方式控制顯示部12062。又，聲音圖像輸出部12052亦可以將顯示行人之圖標等顯示於所期望之位置之方式控制顯示部12062。

【0149】

以上，針對可應用本發明之技術之車輛控制系統之一例進行了說明。本發明之技術可應用於以上所說明之構成中之攝像部12031等。具體而言，例如，圖1之測距系統11可應用於攝像部12031。攝像部12031為例如LIDAR，用於車輛12100之周圍之物體及距物體之距離之檢測。藉由在攝像部12031應用本發明之技術，而提高車輛之12100之周圍之物體及距物體之距離之檢測精度。其結果為，例如，可以適切之時序進行車輛之碰撞警告，而可防止交通事故。

【0150】

此外，在本說明書中，所謂系統係意味著複數個構成要素(裝置、模組(零件)等)之集合，全部構成要素不限制於是否位於同一殼體中。因

而，被收納於另一殼體而經由網際網路連接之複數個裝置、及在1個殼體中收納有複數個模組之1個裝置均為系統。

【0151】

本發明之實施形態並非係限定於上述之實施形態者，在不脫離本發明之要旨之範圍內可進行各種變更。

【0152】

此外，本說明書所記載之效果終極而言僅為例示而並非限定性效果，亦可具有本說明書所記載之效果以外之效果。

【0153】

此外，本發明亦可採用如以下之構成。

(1)

一種受光元件，其具備：

像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素；

像素驅動部，其將前述像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；

洩漏電流檢測部，其檢測前述非主動像素之洩漏電流；及

電壓控制部，其以前述洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式，控制對前述SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。

(2)

如前述(1)之受光元件，其中前述像素具備：

前述SPAD；

電阻成分，其串聯連接於前述SPAD；

輸出部，其輸出顯示光子朝前述SPAD之入射之檢測信號；及

開關，其依照前述主動像素或前述非主動像素之控制而被導通關斷。

(3)

如前述(1)或(2)之受光元件，其中前述像素具備依照前述主動像素或前述非主動像素之控制而被導通關斷之開關；且

前述洩漏電流檢測部由連接於前述開關之電阻構成；

前述電壓控制部控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

(4)

如前述(3)之受光元件，其中前述電壓控制部包含將前述洩漏電流作為輸入之一之運算放大器；且

前述運算放大器控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

(5)

如前述(3)之受光元件，其中前述電壓控制部包含將前述洩漏電流作為輸入之一之比較器，且與前述比較器之輸出相應地控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

(6)

如前述(1)或(2)之受光元件，其中前述洩漏電流檢測部連接於前述SPAD之陽極側；且

前述電壓控制部控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

(7)

如前述(6)之受光元件，其中前述洩漏電流檢測部由電晶體構成。

(8)

如前述(6)或(7)之受光元件，其中前述像素具備依照前述主動像素或

前述非主動像素之控制而被導通關斷之開關；且

前述開關在導通時將前述SPAD之陽極接地。

(9)

如前述(1)或(2)之受光元件，其中前述像素具備依照前述主動像素或前述非主動像素之控制而被導通關斷之開關；且

前述洩漏電流檢測部由連接於前述開關之電阻構成；

前述電壓控制部控制對前述SPAD之陰極側供給之電壓。

(10)

如前述(9)之受光元件，其中前述電壓控制部包含將前述洩漏電流作為輸入之一之運算放大器；且

前述運算放大器控制對前述SPAD之陰極側供給之電壓。

(11)

一種測距系統，其具備：

照明裝置，其照射照射光；及

受光元件，其接收針對前述照射光之反射光；且

前述受光元件具備：

像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素；

像素驅動部，其將前述像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；

洩漏電流檢測部，其檢測前述非主動像素之洩漏電流；及

電壓控制部，其以前述洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式，控制對前述SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。

【符號說明】

【0154】

11	測距系統
12	被攝體
13	被攝體
21	照明裝置
22	攝像裝置
31	照明控制部
32	光源
41	攝像部
42	控制部
43	顯示部
44	記憶部
51	透鏡
52	受光元件
53	信號處理電路
111	像素驅動部
112	像素陣列
113	MUX(多工器)
114	時間計測部
115	輸入輸出部
121	像素
121’	像素
121_1～121_4	像素

122	像素驅動線
151	SPAD
152	電晶體
153	開關
154	反相器
155	鎖存電路
156	反相器
157	接地連接線
158	電源供給線
161	P型MOS電晶體
162	N型MOS電晶體
201	洩漏電流檢測部
202	陽極電源供給部
211	運算放大器
212	電源
251	SPAD
252	電晶體
253	開關
254	反相器
255	鎖存電路
256	反相器
257	配線
271	洩漏電流檢測部

272	電源電壓
281	陰極電源供給部
291	運算放大器
292	電源
301	比較器
302	電源
303	陽極電源供給部
321	陽極電源供給部
331	運算放大器
332	電晶體
333	電源
12000	車輛控制系統
12001	通訊網路
12010	驅動系統控制單元
12020	車體系統控制單元
12030	車外資訊檢測單元
12031	攝像部
12040	車內資訊檢測單元
12041	駕駛者狀態檢測部
12050	綜合控制單元
12051	微電腦
12052	聲音圖像輸出部
12053	車載網路I/F

12061	音訊揚聲器
12062	顯示部
12063	儀錶板
12100	車輛
12101	攝像部
12102	攝像部
12103	攝像部
12104	攝像部
12105	攝像部
12111	攝像範圍
12112	攝像範圍
12113	攝像範圍
12114	攝像範圍
DEC	位址資料
PFout	檢測信號
SET	觸發信號
t0～t4	時刻
V1	電源電壓
VA	電源電壓/陽極電壓
VBD	崩潰電壓
VBD_Min	最低之崩潰電壓
VC	電源電壓
VDD	電源電壓

VE	電源電壓
VEX	過量偏壓
VG	閘控控制信號
VS	陰極電壓
VS’	陽極電壓
Vth	臨限值電壓

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種受光元件，其具備：

像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素；

像素驅動部，其將前述像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；

洩漏電流檢測部，其檢測前述非主動像素之洩漏電流；及

電壓控制部，其以前述洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式，控制對前述SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。

【第2項】

如請求項1之受光元件，其中前述像素具備：

前述SPAD；

電阻成分，其串聯連接於前述SPAD；

輸出部，其輸出顯示光子朝前述SPAD之入射之檢測信號；及

開關，其依照前述主動像素或前述非主動像素之控制而被導通關斷。

【第3項】

如請求項1之受光元件，其中前述像素具備依照前述主動像素或前述非主動像素之控制而被導通關斷之開關；且

前述洩漏電流檢測部由連接於前述開關之電阻構成；

前述電壓控制部控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

【第4項】

如請求項3之受光元件，其中前述電壓控制部包含將前述洩漏電流作

為輸入之一之運算放大器；且

前述運算放大器控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

【第5項】

如請求項3之受光元件，其中前述電壓控制部包含將前述洩漏電流作為輸入之一之比較器，且與前述比較器之輸出相應地控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

【第6項】

如請求項1之受光元件，其中前述洩漏電流檢測部連接於前述SPAD之陽極側；且

前述電壓控制部控制對前述SPAD之陽極側供給之電壓。

【第7項】

如請求項6之受光元件，其中前述洩漏電流檢測部由電晶體構成。

【第8項】

如請求項6之受光元件，其中前述像素具備依照前述主動像素或前述非主動像素之控制而被導通關斷之開關；且

前述開關在導通時將前述SPAD之陽極接地。

【第9項】

如請求項1之受光元件，其中前述像素具備依照前述主動像素或前述非主動像素之控制而被導通關斷之開關；且

前述洩漏電流檢測部由連接於前述開關之電阻構成；

前述電壓控制部控制對前述SPAD之陰極側供給之電壓。

【第10項】

如請求項9之受光元件，其中前述電壓控制部包含將前述洩漏電流作

為輸入之一之運算放大器；且

前述運算放大器控制對前述SPAD之陰極側供給之電壓。

【第11項】

一種測距系統，其具備：

照明裝置，其照射照射光；及

受光元件，其接收針對前述照射光之反射光；且

前述受光元件具備：

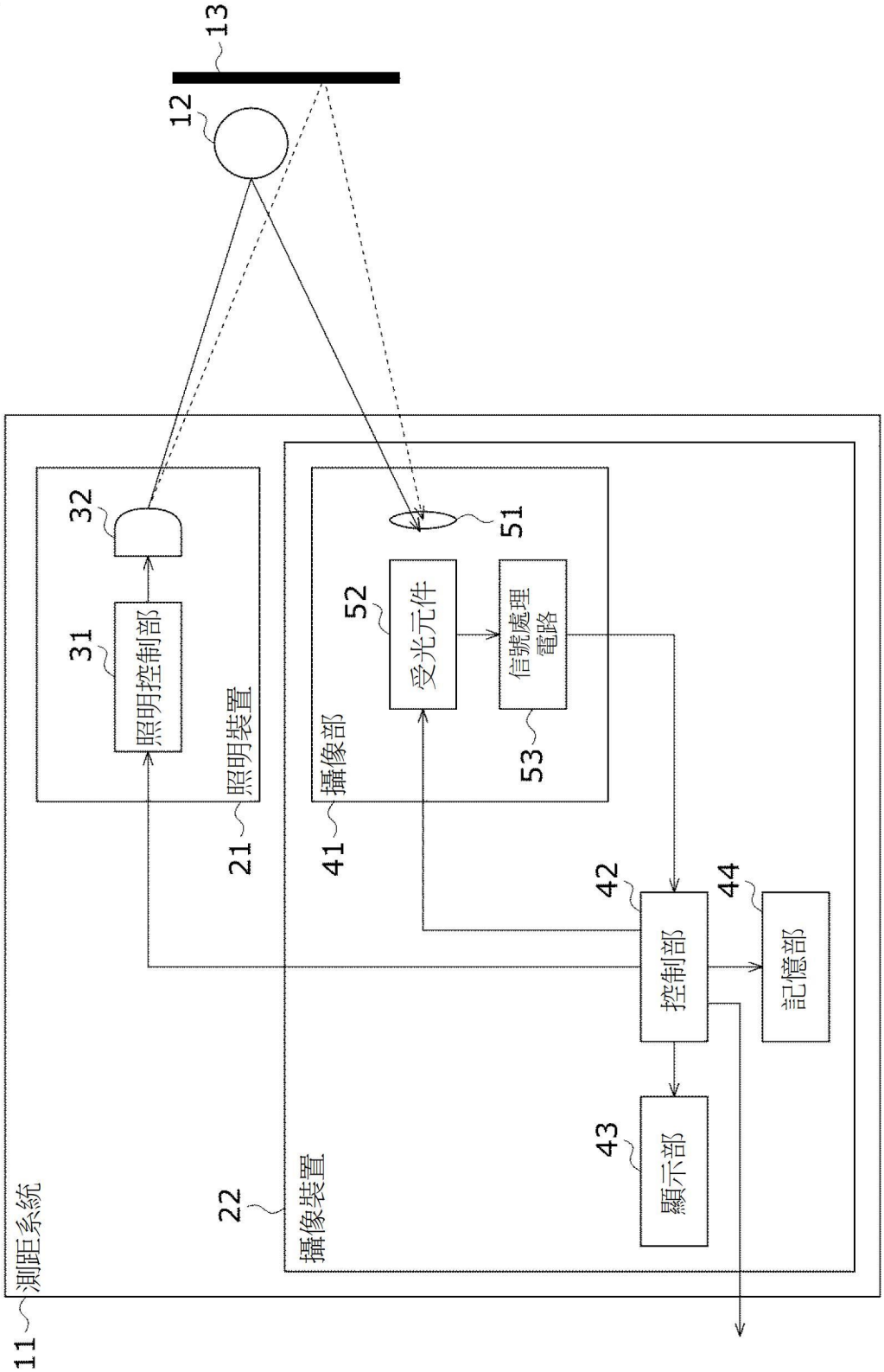
像素陣列，其呈行列狀配置有複數個包含SPAD之像素；

像素驅動部，其將前述像素陣列之各像素控制為主動像素或非主動像素；

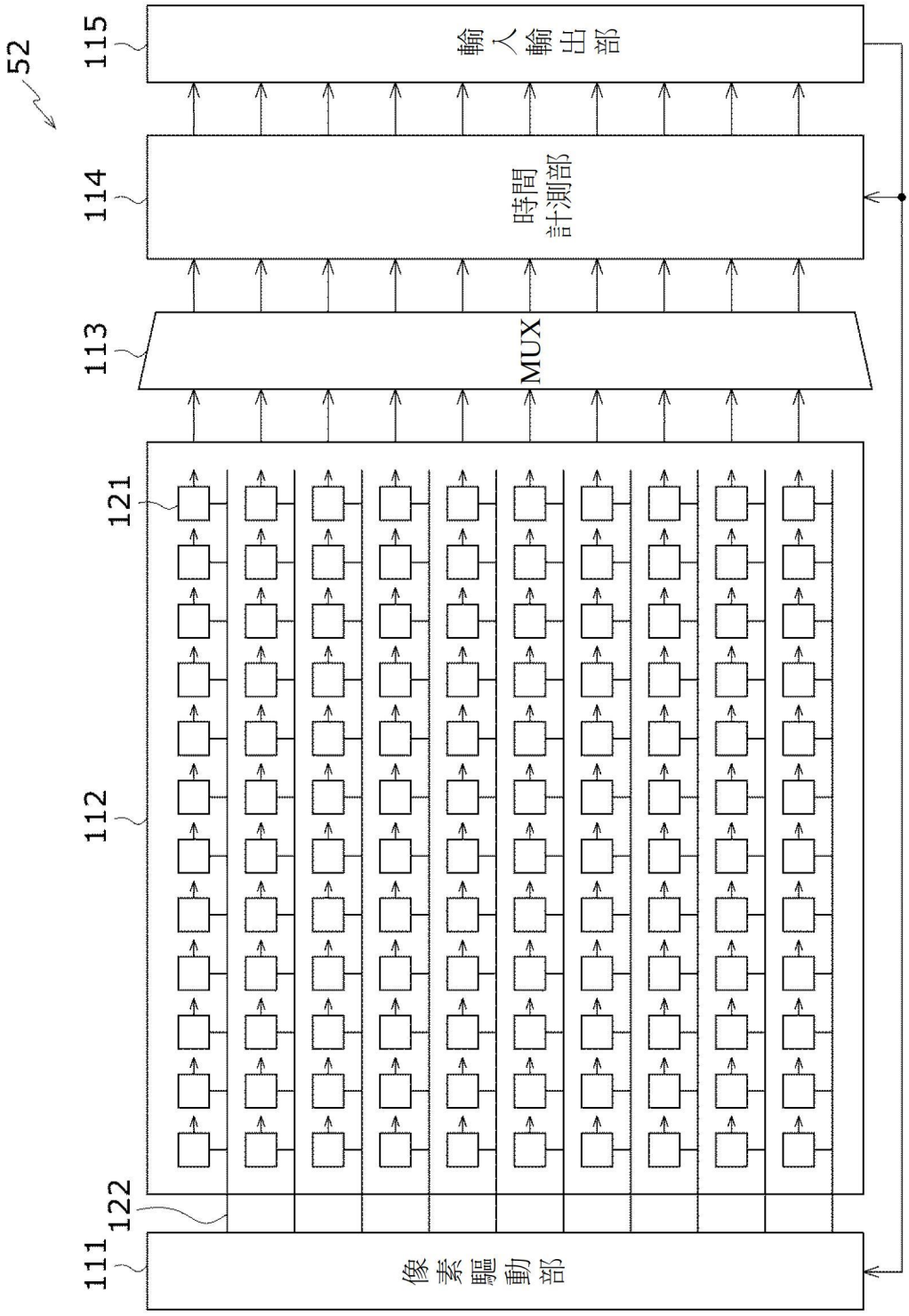
洩漏電流檢測部，其檢測前述非主動像素之洩漏電流；及

電壓控制部，其以前述洩漏電流成為特定之範圍內之電流值之方式，控制對前述SPAD之陽極側或陰極側供給之電壓。

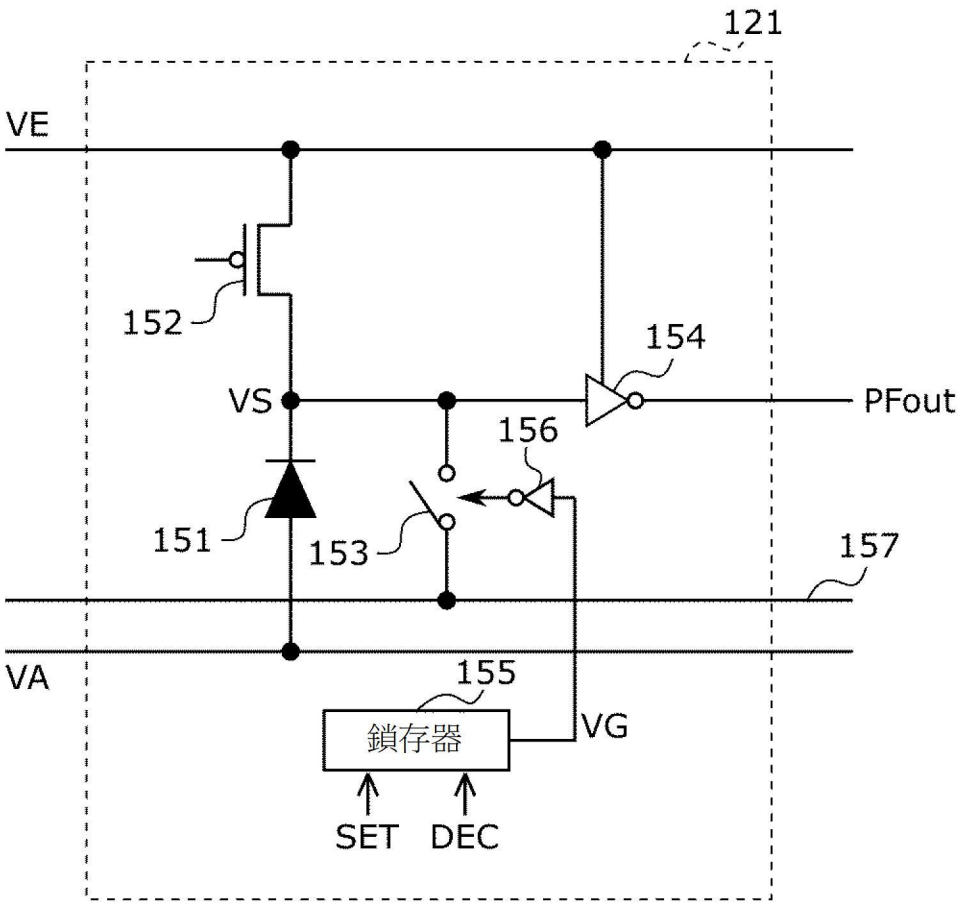
【發明圖式】


13
12
32
31
照明控制部
照明裝置
21
51
52
受光元件
信號處理電路
53
攝像部
41
42
44
控制部
記憶部
43
顯示部
22
攝像裝置
測距系統
11

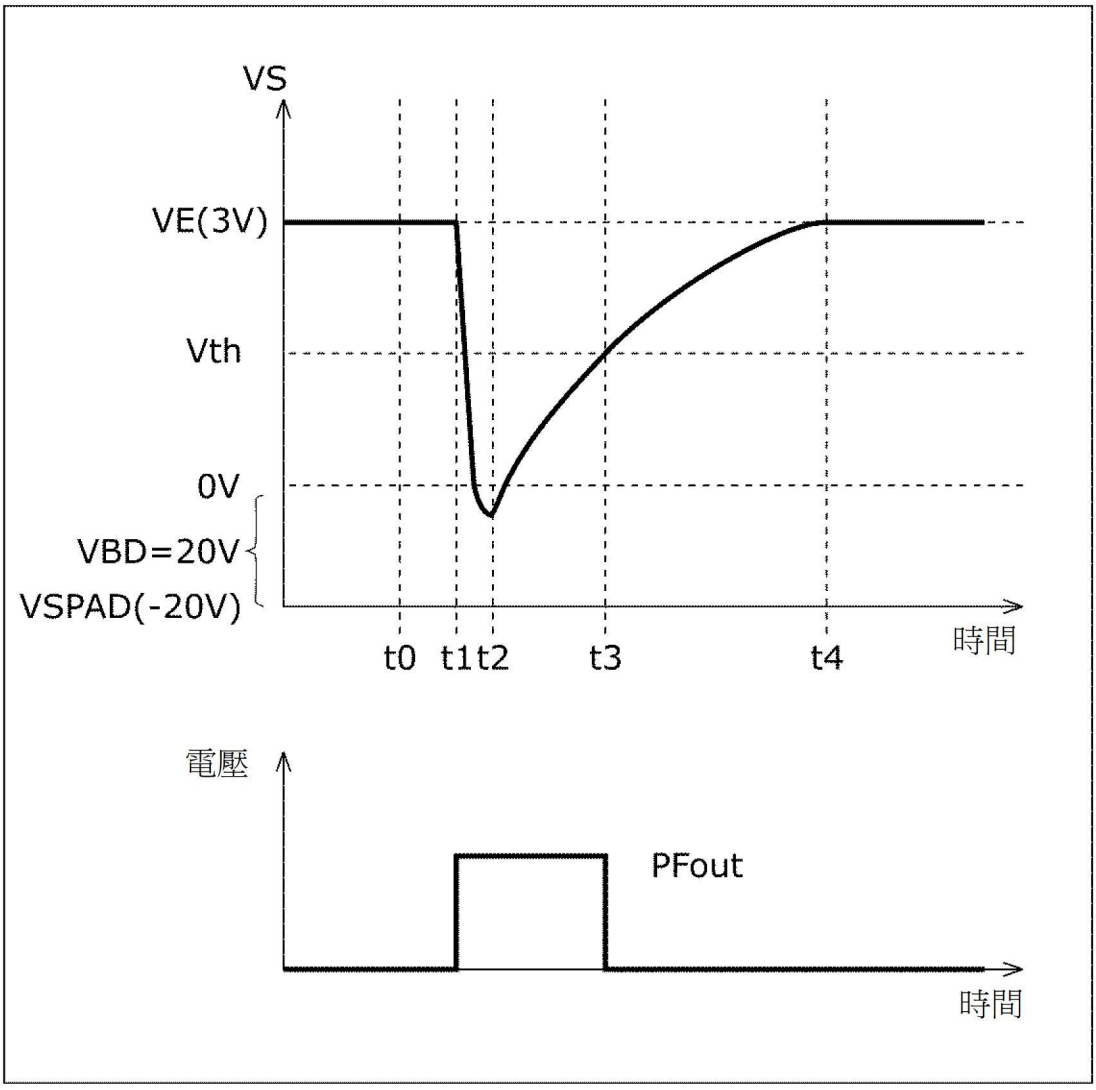
【圖1】



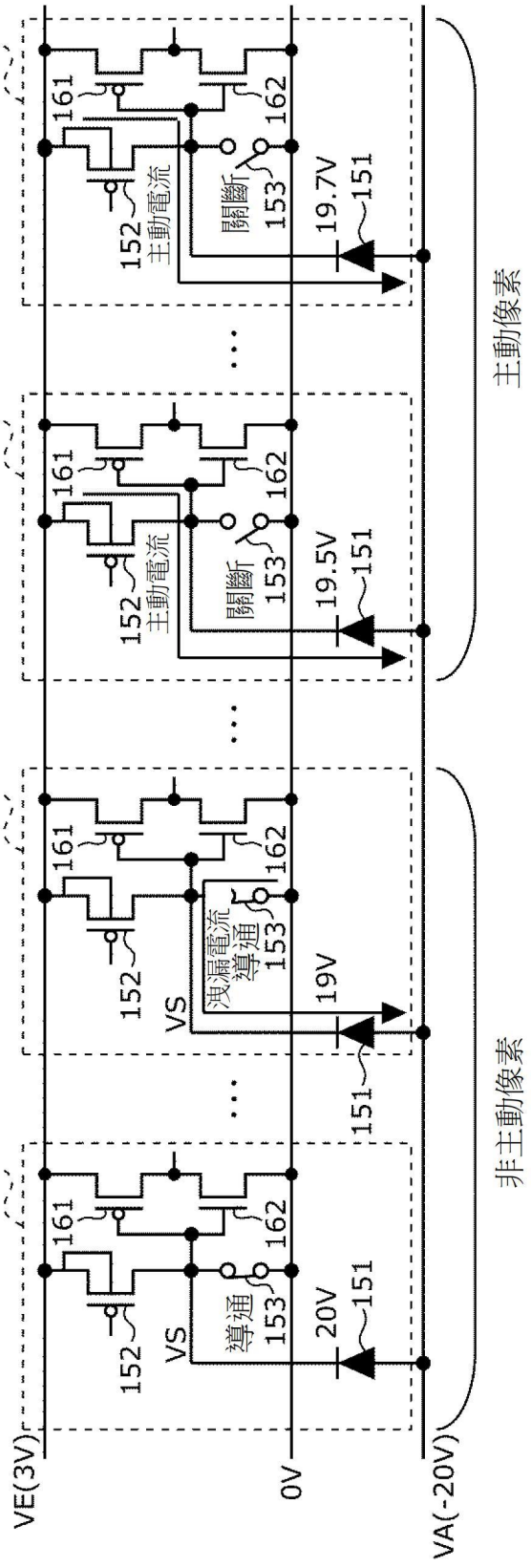
【圖2】



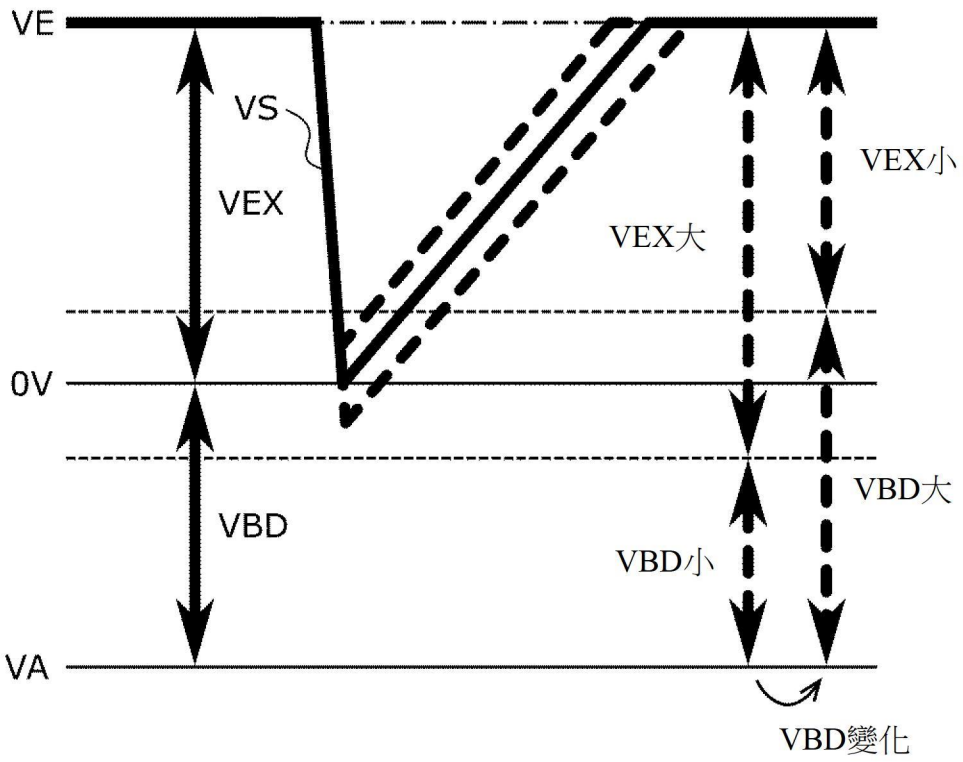
【圖3】



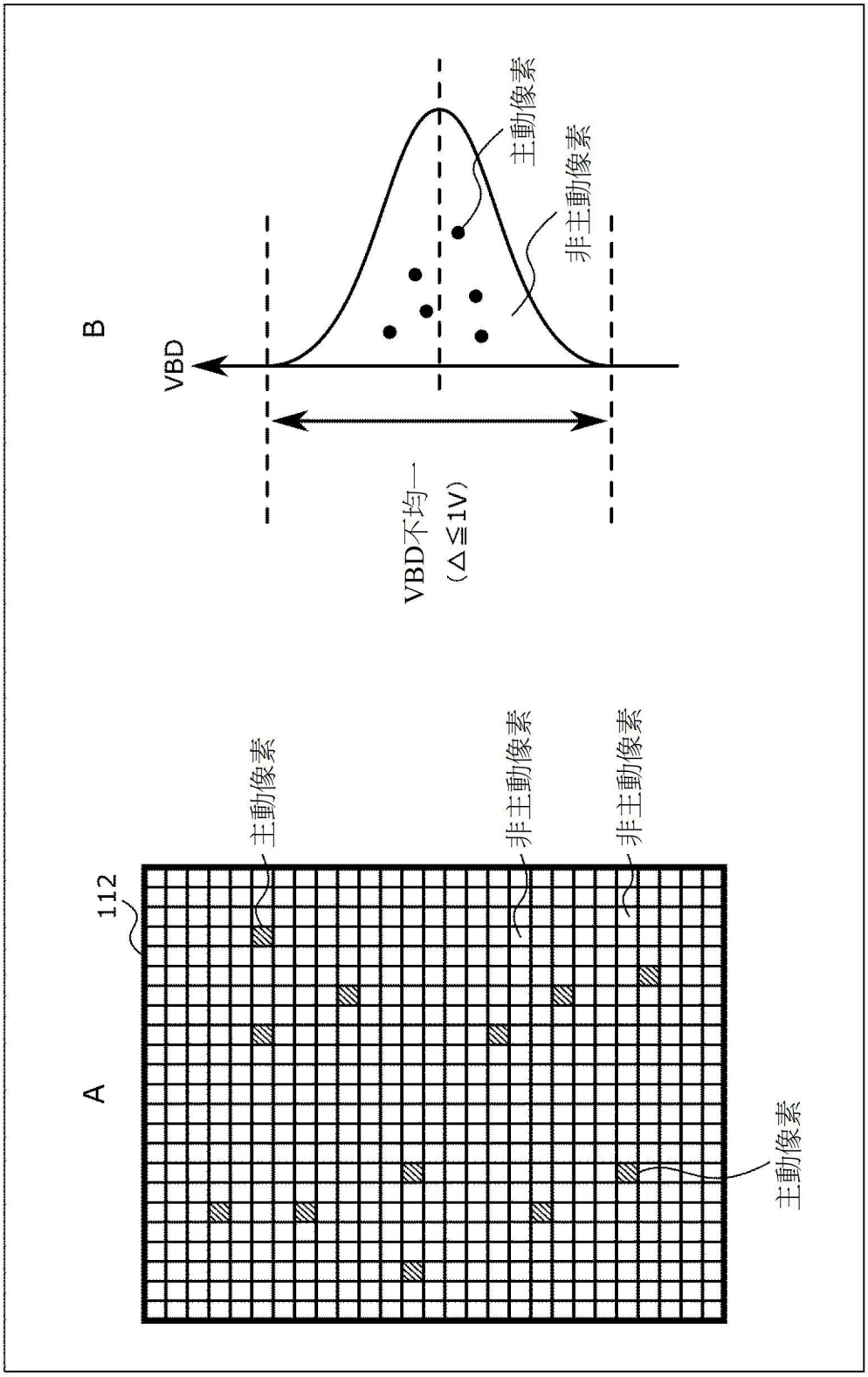
【圖4】


121₄
121₃
121₂
121₁
161
162
152
153
151
主動電流
關斷
導通
洩漏電流導通
VS
19.7V
19.5V
19V
20V
VE(3V)
0V
VA(-20V)
主動像素
非主動像素

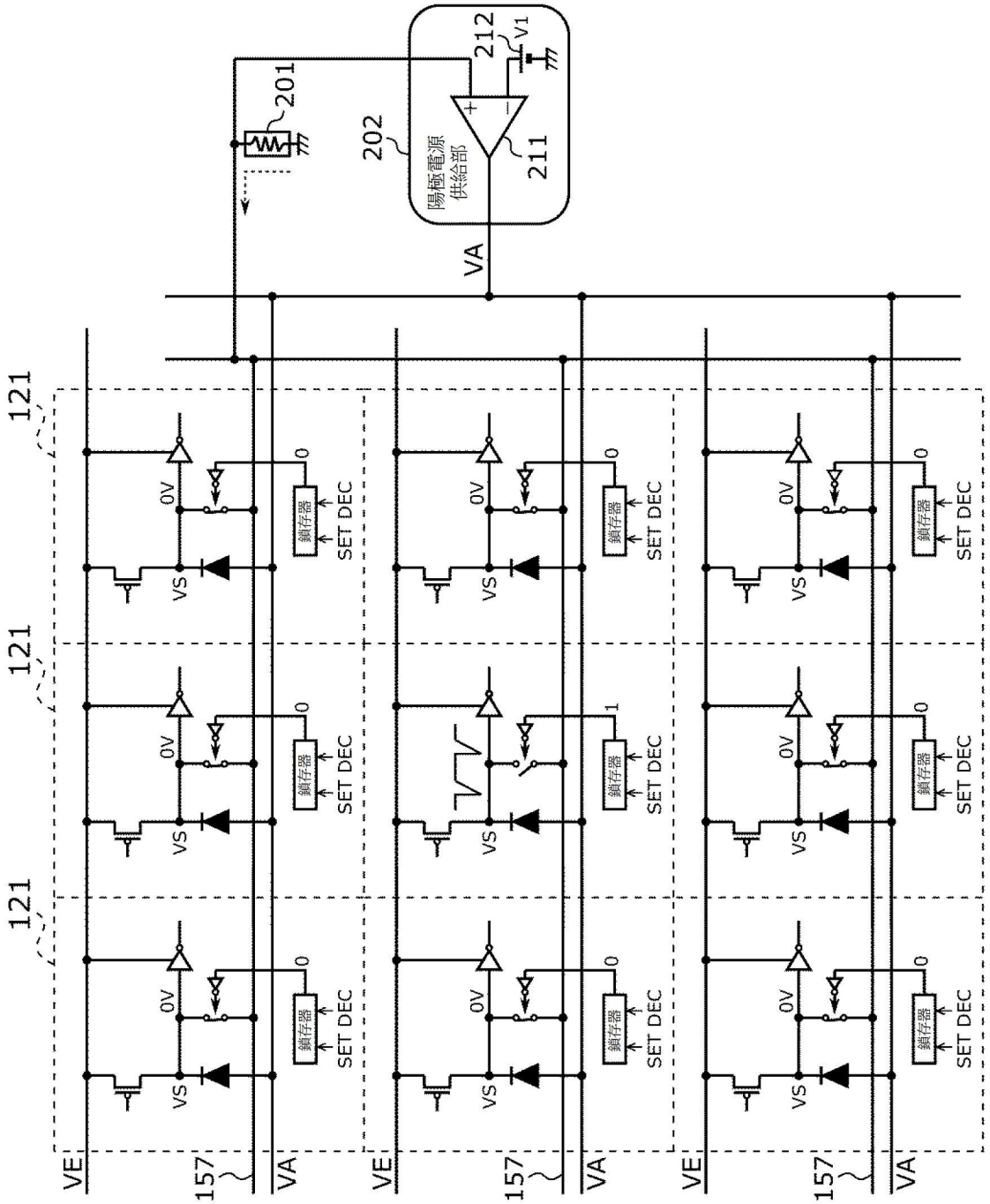
【圖5】



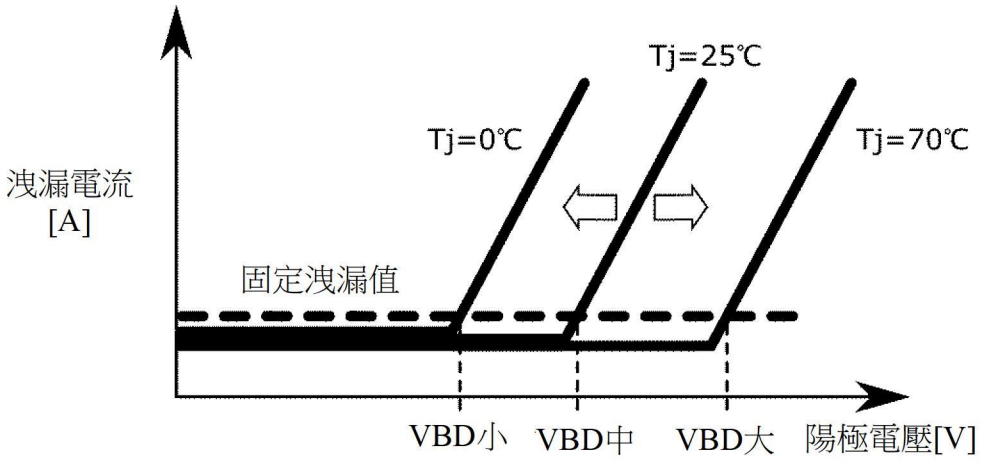
【圖6】



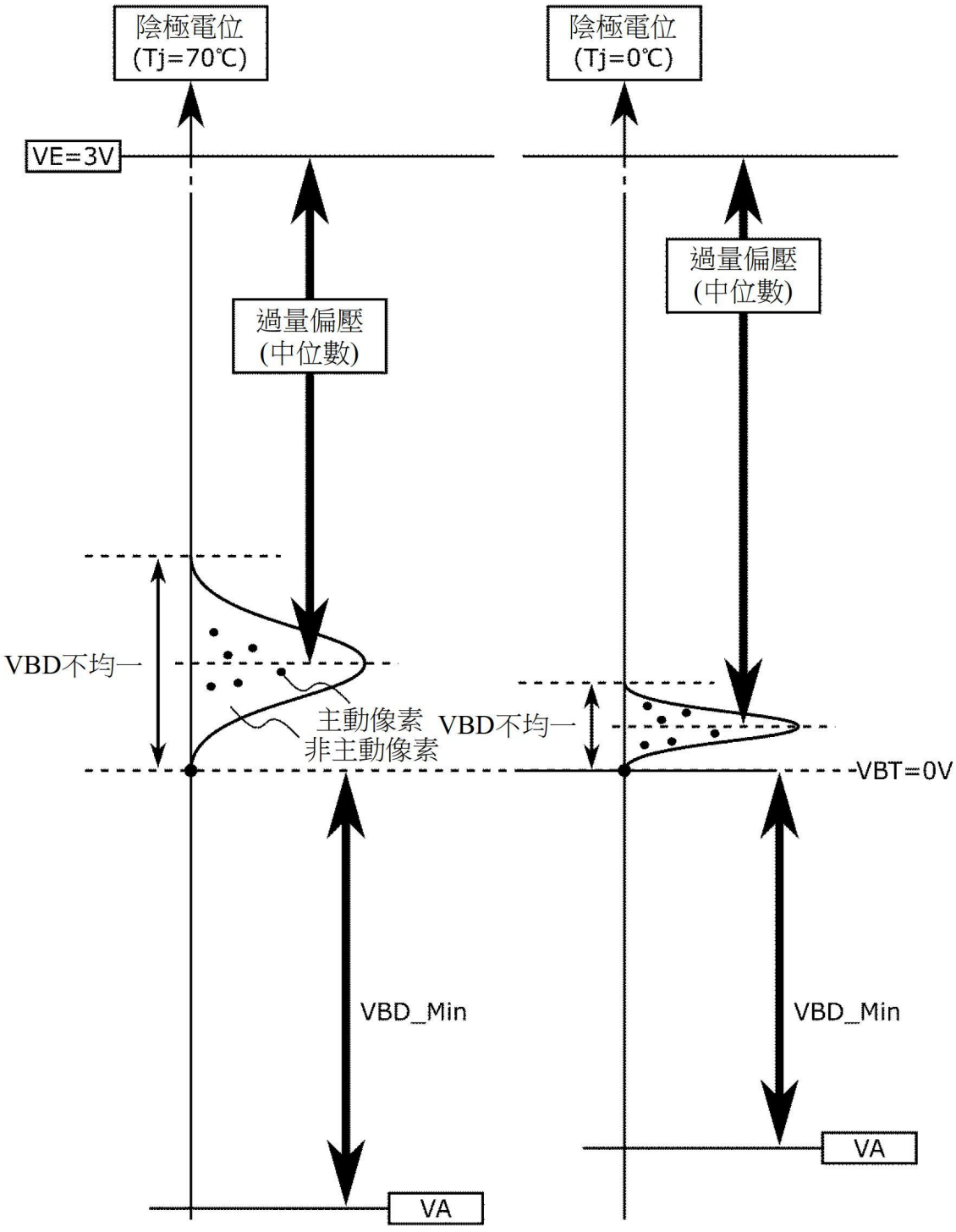
【圖7】


201
202
陽極電源供給部
211
212
V1
VA
121
121
121
0V
VS
鎖存器
SET DEC
0
1
VE
157
VA

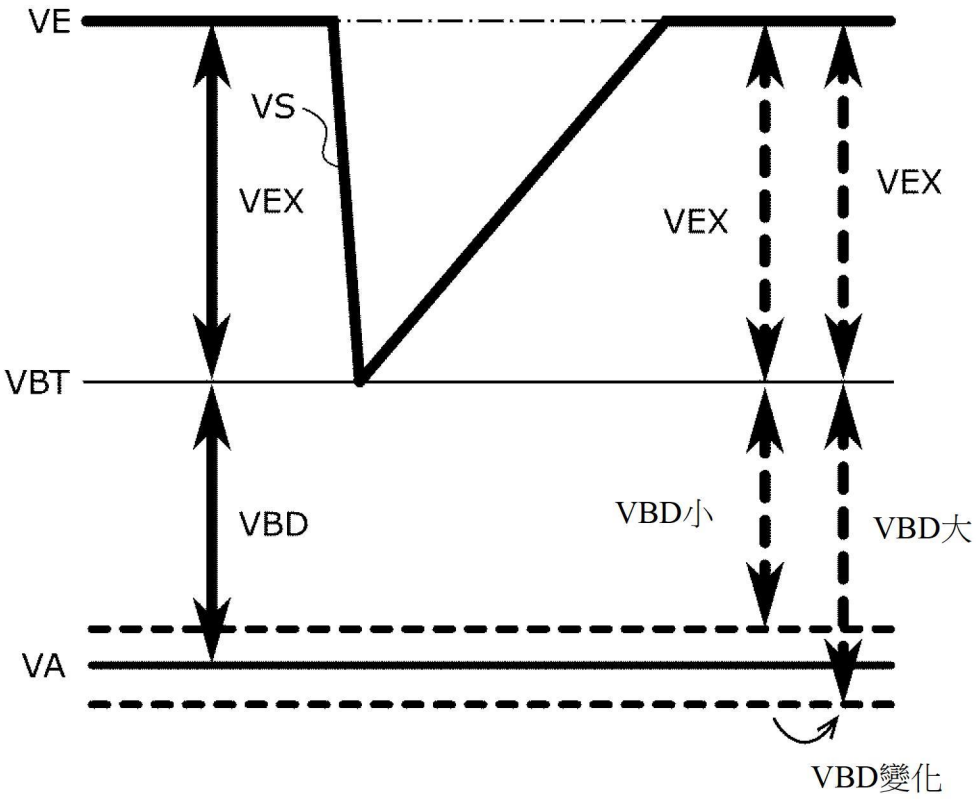
【圖8】



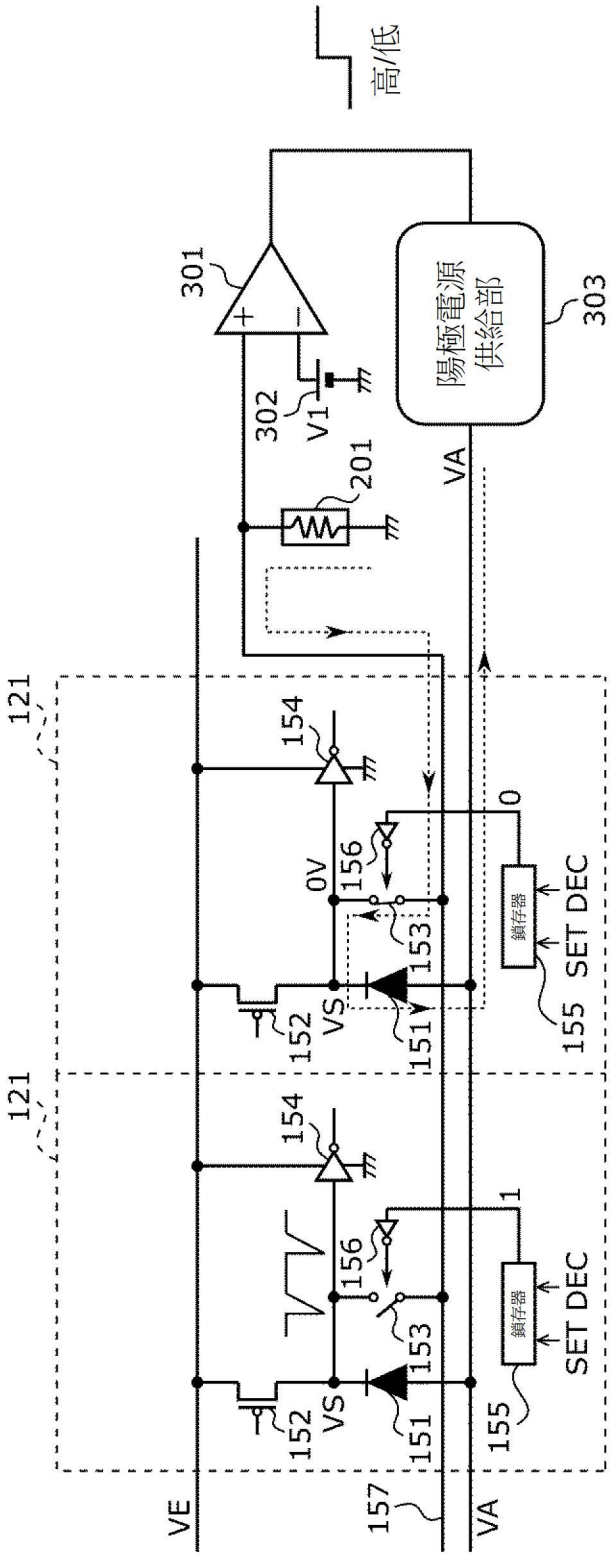
【圖9】


陰極電位
(Tj=70℃)
VE=3V
過量偏壓
(中位數)
VBD不均一
主動像素
非主動像素
VBD_Min
VA
陰極電位
(Tj=0℃)
過量偏壓
(中位數)
VBD不均一
VBT=0V
VBD_Min
VA

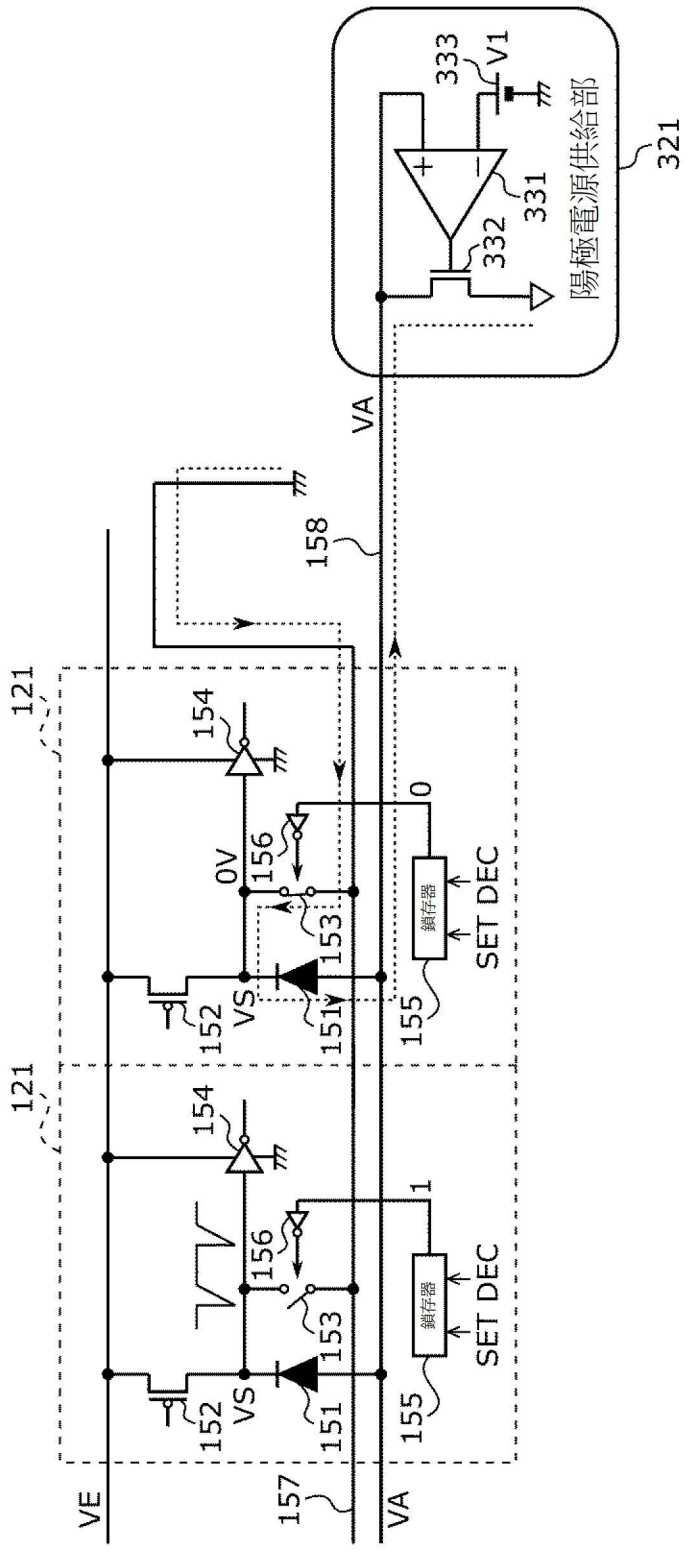
【圖10】



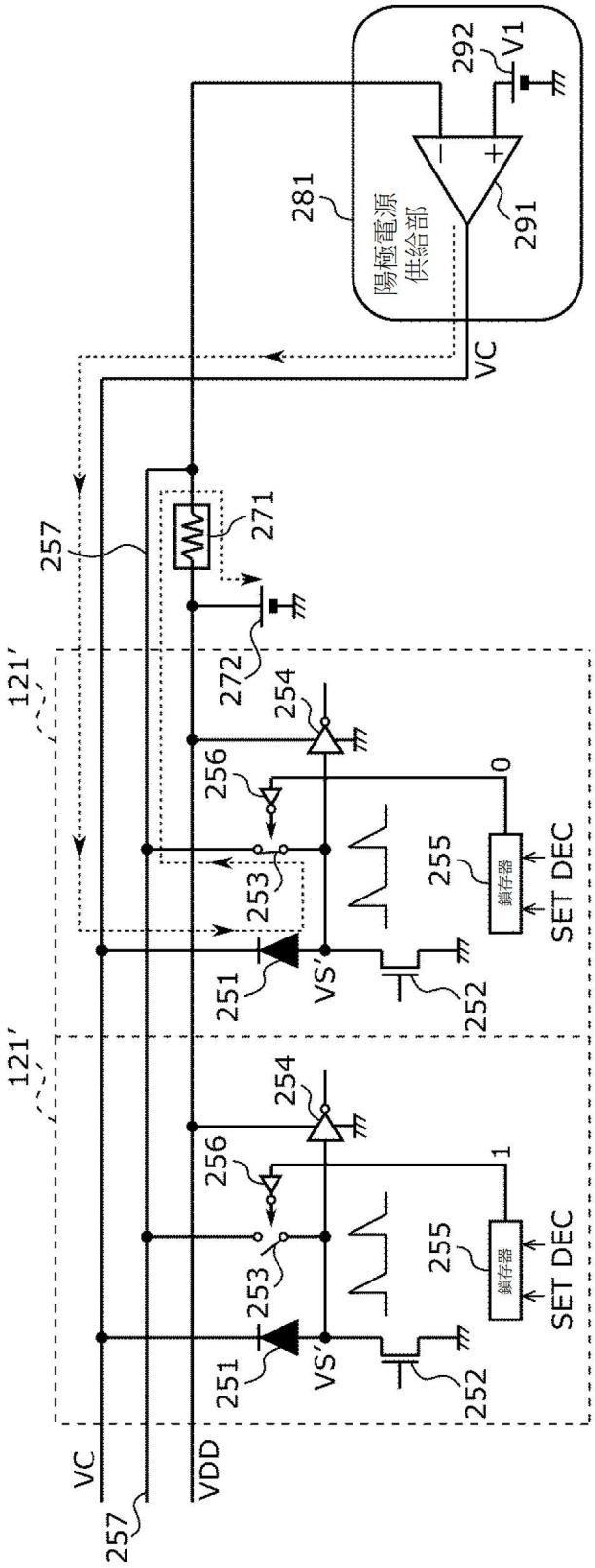
【圖11】


高/低
301
+
−
302
V1
201
陽極電源
供給部
303
VA
121
154
0V
156
0
153
VS
152
151
鎖存器
155
SET DEC
121
154
156
1
153
VS
152
151
鎖存器
155
SET DEC
VE
157
VA

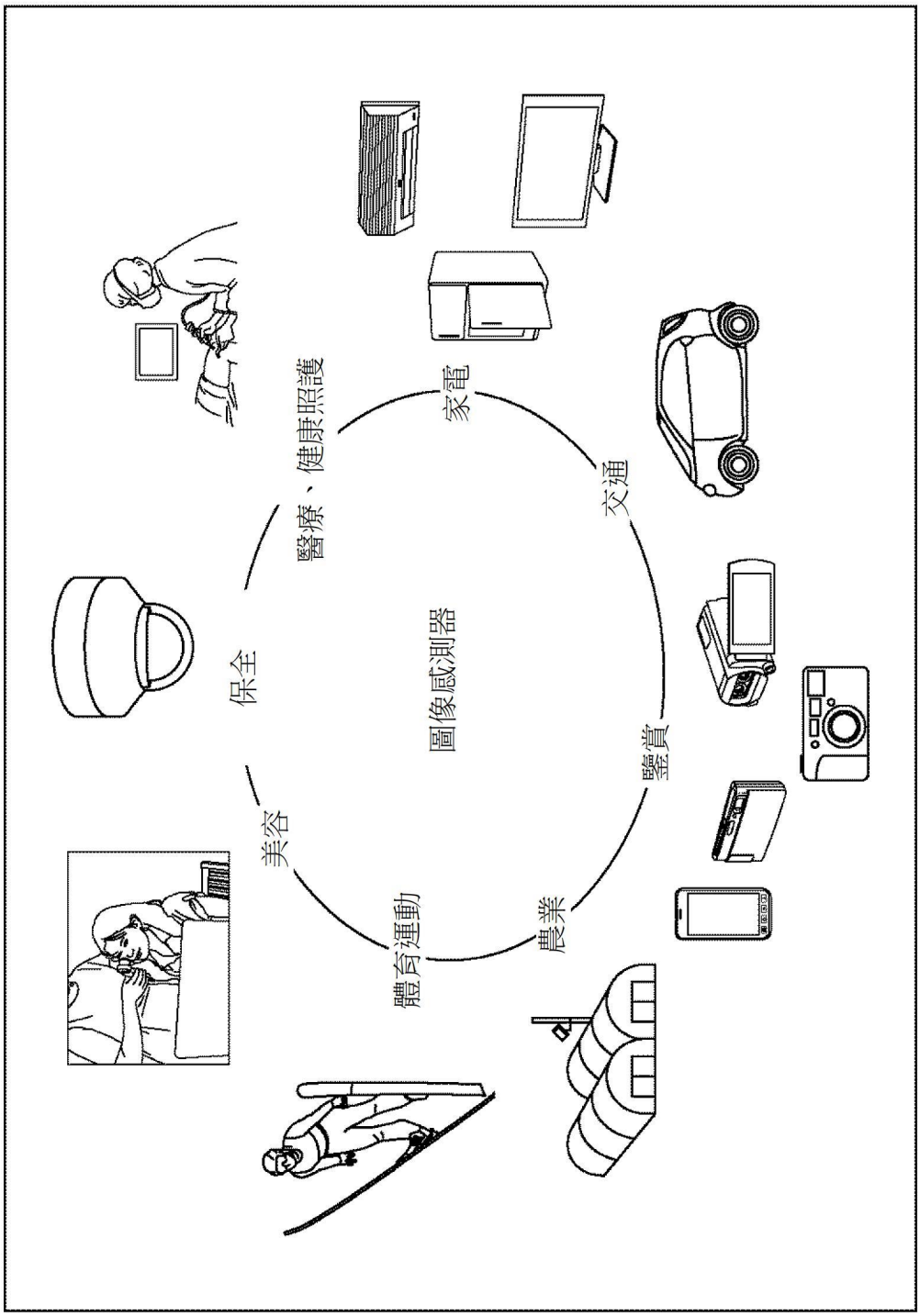
【圖12】


陽極電源供給部
321
333
V1
331
332
VA
158
121
154
156
0V
153
152
VS
151
155
SET DEC
鎖存器
0
1
157
VE

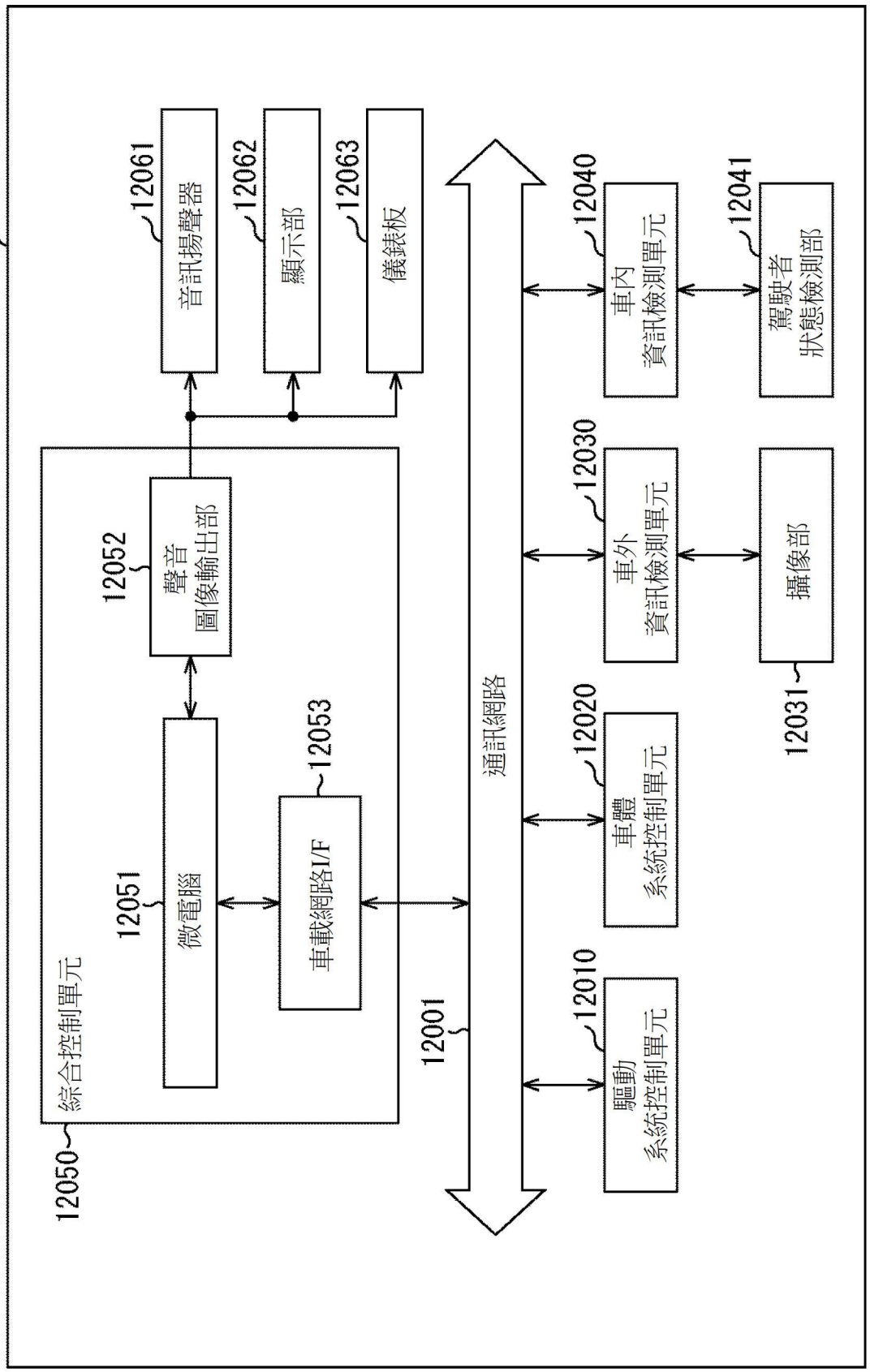
【圖13】


陽極電源供給部
281
292
V1
291
VC
257
271
121′
272
254
256
253
255
鎖存器
SET DEC
0
251
VS′
252
1
VDD

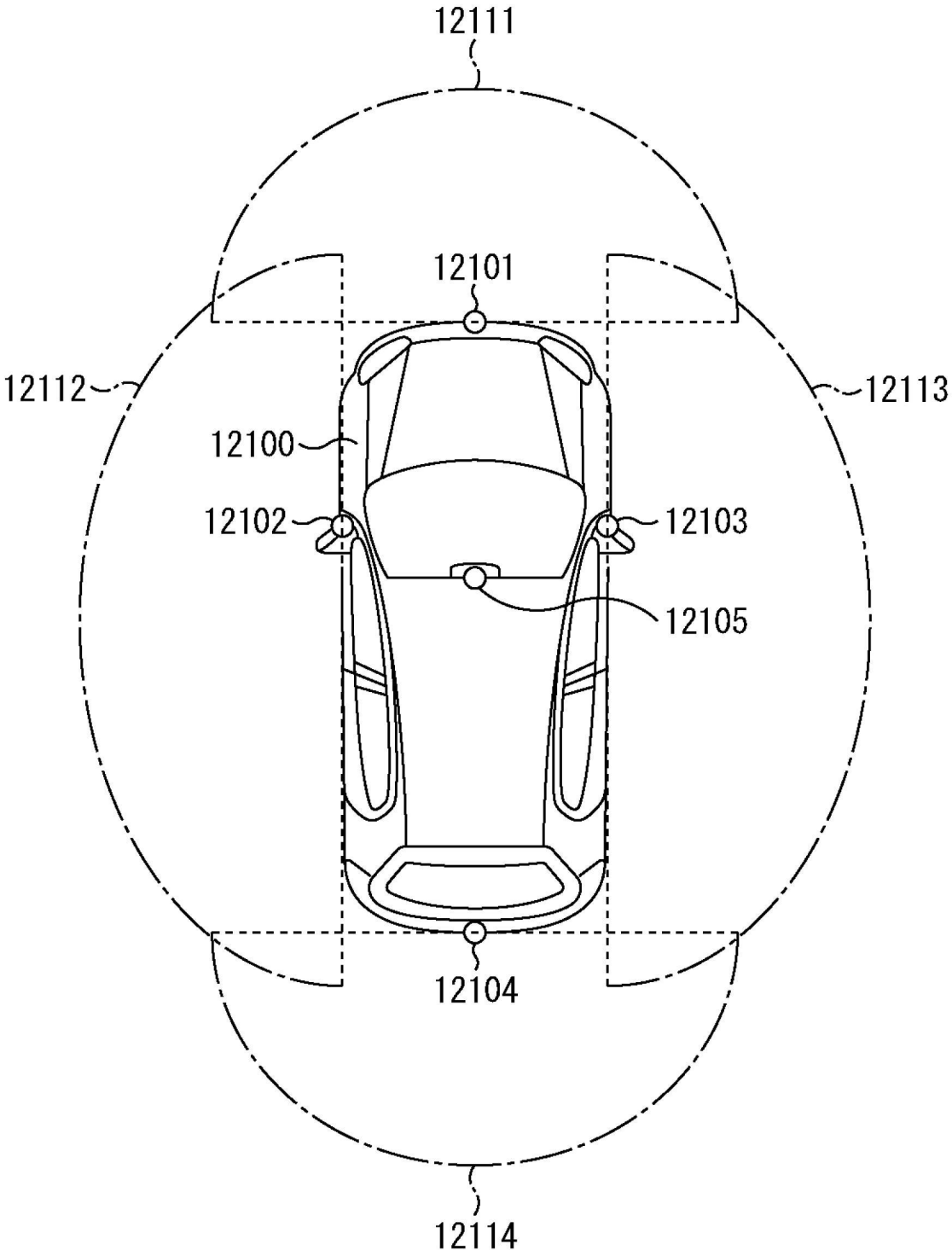
【圖14】



【圖15】


12000
12061
音訊揚聲器
12062
顯示部
12063
儀錶板
12040
車內
資訊檢測單元
12041
駕駛者
狀態檢測部
12030
車外
資訊檢測單元
12031
攝像部
12020
車體
系統控制單元
12010
驅動
系統控制單元
12001
通訊網路
12050
綜合控制單元
12052
聲音
圖像輸出部
12051
微電腦
12053
車載網路I/F

【圖16】


12111
12101
12112
12113
12100
12102
12103
12105
12104
12114

【圖17】