



(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 I679778 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：105106644

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 04 日

(51)Int. Cl. : *H01L33/38 (2010.01)**H01L33/32 (2010.01)*

(30)優先權：2015/03/06 日本

2015-044744

(71)申請人：日商斯坦雷電氣股份有限公司 (日本) STANLEY ELECTRIC CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：小幡俊之 OBATA, TOSHIYUKI (JP)；佐藤伴光 SATOU, TOMOAKI (JP)

(74)代理人：洪澄文

(56)參考文獻：

JP 2013-030817A

US 2012/0326117A1

審查人員：林士淵

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：7 共 45 頁

(54)名稱

I I I 族氮化物半導體發光元件及含有該元件構造之晶圓

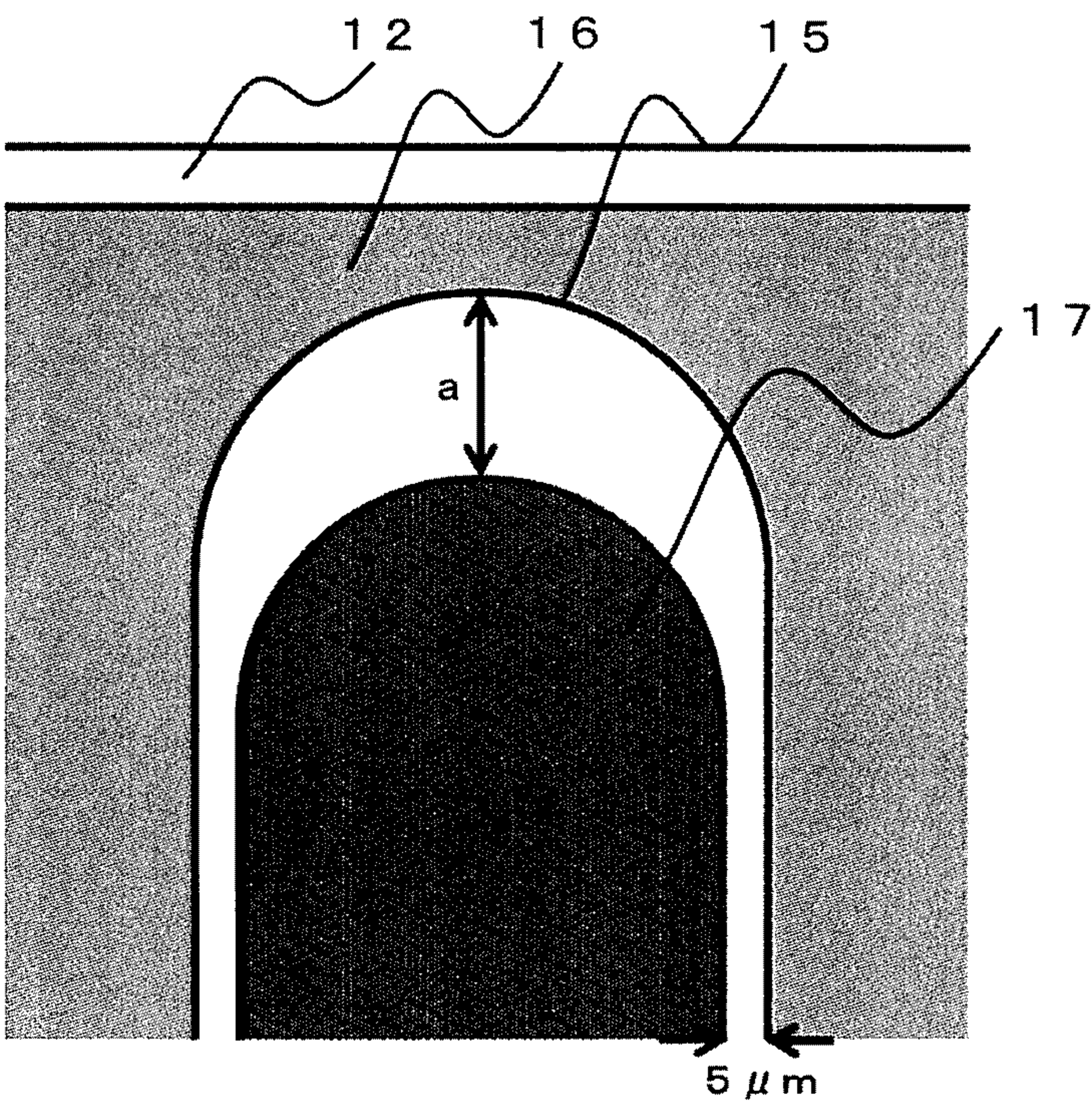
(57)摘要

本發明之課題係在於提供，不增加在發光元件的製造的步驟數，又，不使工作電壓過度地增大，而可抑制流過 p 電極與 n 電極之間的電流集中在高台端附近的區域劣化的技術。本發明之解決手段係一種 III 族氮化物半導體發光元件，其係在 n 型層與 p 型層之間含有活性層，在上述 n 型層上具有 n 電極，上述 p 型層上具有 p 電極，具有含有 p 型層的高台構造的 III 族氮化物半導體發光元件，在上述 III 族氮化物半導體發光元件的上視方向中，高台端的一部分與上述 p 電極的外周的距離為擴散長 L_s 的 1/3 以上。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 12 . . . n 型層
- 15 . . . 高台構造
- 16 . . . n 電極
- 17 . . . p 電極



第 5 圖

I679778

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

III族氮化物半導體發光元件及含有該元件構造之晶圓

【中文】

本發明之課題係在於提供，不增加在發光元件的製造的步驟數，又，不使工作電壓過度地增大，而可抑制流過p電極與n電極之間的電流集中在高台端附近的區域劣化的技術。本發明之解決手段係一種III族氮化物半導體發光元件，其係在n型層與p型層之間含有活性層，在上述n型層上具有n電極，上述p型層上具有p電極，具有含有p型層的高台構造的III族氮化物半導體發光元件，在上述III族氮化物半導體發光元件的上視方向中，高台端的一部分與上述p電極的外周的距離為擴散長 L_s 的1/3以上。

【英文】

無。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（5）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

12...n型層

15...高台構造

16...n電極

17...p電極

【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)

III族氮化物半導體發光元件及含有該元件構造之晶圓

【技術領域】

【0001】本發明係關於具有紫外線發光波峰波長的 III 族氮化物半導體發光元件。特別是關於防止起因於發光元件的高台構造端部的電流集中的元件劣化的技術。此外，本發明係關於含有該發光元件構造的晶圓。

【先前技術】

【0002】於第 7A 圖 A 圖、第 7B 圖表示 III 族氮化物半導體發光元件 20 的典型示意構造。第 7A 圖 A 圖，係元件的上視圖，第 7B 圖係表示第 7A 圖的 A-A 線的剖面圖。III 族氮化物半導體發光元件 20，已知為在基板 11 的一表面側形成包含 n 型層 12、活性層 13 及 p 型層 14 的積層體(以下有記載為「積層半導體層」之情形)，於該積層半導體層的一部分形成高台構造 15 者。高台構造 15，係在基板 11 的一表面側，形成包含 n 型層 12、活性層 13 及 p 型層 14 的積層半導體層之後，藉由蝕刻等而去除積層構造的一部分，使 n 型層 12 的一部分露出而形成。藉由使包含活性層 13 及 p 型層 14 的台地狀的部分(亦稱為高台)殘存而形成高台構造 15 (參照專利文獻 1)。在露出的 n 型層 12 表面形成 n 電極 16，在 p 型層 14 表面形成 p 電極 17。

【0003】在具有高台構造 15 的 III 族氮化物半導體發光元

件 20，若對 p 型層上的 p 電極 17 及 n 型層上的 n 電極 16 施加工作電壓，則由於電流會在 p 電極與 n 電極之間流過電阻低的路徑(通常為最短路徑)，故電流會集中流過近接於 n 電極及 p 電極的高台構造 15 的端部(以下，有記載為「高台端」之情形)附近的區域。其結果，電流無法均勻地流過活性層 13 而會產生發光不均。此外，由於電流會集中在高台端，故會在高台端附近局部發熱。結果，容易使發光元件劣化，招致發光效率的下降、工作電壓的增加、可靠度的下降等等。

【0004】在專利文獻 2，揭示一種紫外半導體發光元件，其係將較 p 型層或 p 電極高電阻的高電阻層，在 p 型層的表面，以沿著 p 型層側的形狀的形狀形成在接近 n 電極側。如專利文獻 2，在接近高台端的 p 型層上形成高電阻層，可抑制電流集中在高台端附近的區域。但是，由於高電阻層的存在，使 p 電極與半導體層之間的電阻變大，而產生工作電壓增大的問題。

【0005】在專利文獻 3，揭示一種半導體發光元件，其係在 p 電極與 n 電極之間形成有溝渠。藉由形成溝渠，減少流過 p 電極與 n 電極之間的電流路徑的長度的變異性(Variability)，抑制電流集中在特定的部分。但是，要將電流路徑的長度的變異性變得充分小，需要使溝渠的深度變大。當溝渠的深度變大，則全體的電流路徑變長，使電阻變大，而產生工作電壓增大的問題。

【0006】再者，由於近幾年的裝置設計多樣化，有各式各樣的形狀、構成的發光元件被提案，而高台構造、電極形狀的設計亦多樣化。如上所述的高電阻層的形成、溝渠的形成等的

技術，由於在發光元件的製造會引起步驟數的增加，故難以迅速地對應多樣化的高台構造、電極形狀。

【0007】然後，特別是發光波峰波長在 200~350nm 的深紫外的發光元件，發光元件本身的製造困難，良率容易降低。再者，通電時由於電流會集中在高台端附近的區域，而該部分會因發熱等而產生劣化，因而容易產生品質不良。因此，期望開發可抑制因電流集中在高台端附近的區域所致劣化的發光元件。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0008】

專利文獻 1：日本特開 2014-96539 號公報

專利文獻 2：日本特開 2014-96460 號公報

專利文獻 3：日本特開 2007-134700 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0009】本發明係以提供，不增加在發光元件的製造的步驟數，又，不使工作電壓過度地增大，而可抑制因流過 p 電極與 n 電極之間的電流在高台端附近的區域集中所致發光元件劣化的技術為目標。

[用於解決課題的手段]

【0010】本發明者們，思考是否可藉由調整 p 電極的構造，解決上述課題，而專心研究。然後，發現在高台構造的一部分，特別是在高台構造的突出的部分，藉由從高台構造的端部隔開

一定的距離形成 p 電極，可解決上述課題，而達至完成本發明。

【0011】即，第 1 發明，係一種 III 族氮化物半導體發光元件，其係在 n 型層與 p 型層之間含有活性層，在上述 n 型層上具有 n 電極，上述 p 型層上具有 p 電極，具有含有 p 型層的高台構造的 III 族氮化物半導體發光元件，在上述 III 族氮化物半導體發光元件的上視方向，高台端的一部分與上述 p 電極的外周的距離為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上，或在上述 III 族氮化物半導體發光元件的上視方向，高台端的一部分與上述 p 電極的外周的距離為 $12\mu\text{m}$ 以上。只要是現行的發光元件的製造技術，若高台端的一部分與 p 電極的外周的距離具有 $12\mu\text{m}$ 以上的距離，則可充分達成本發明的目標。

【0012】第 2 發明係在第 1 發明的 III 族氮化物半導體發光元件，其中高台端的突部與上述 p 電極的外周的距離為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上。由於電流容易集中在高台端的突部的 p 電極部，故使高台端的突部與上述 p 電極的外周的距離在上述範圍為佳。

【0013】第 3 發明係第 1 發明的 III 族氮化物半導體發光元件，其中高台端的突部與上述 p 電極的外周的距離為 $12\mu\text{m}$ 以上。

【0014】第 4 發明係在第 1~3 發明的 III 族氮化物半導體發光元件，其中發光波峰波長為 $200\sim 350\text{nm}$ 。發光波峰波長在 $200\sim 350\text{nm}$ 的 III 族氮化物半導體發光元件，其製造本身就很難，而強烈地期望可提升良率，而本發明很適合。

【0015】再者，第 5 發明係一種晶圓，其係包含在 n 型層

與 p 型層之間含有活性層，在上述 n 型層上具有 n 電極，上述 p 型層上具有 p 電極的 III 族氮化物半導體發光元件所構成的晶圓，上述 III 族氮化物半導體發光元件的構成係如上述第 1~4 發明的構成。

【發明的效果】

【0016】在本發明，將 III 族氮化物半導體發光元件由上視方向觀察時，高台端的一部分與上述 p 電極的外周的距離為指定值以上，在高台構造的端部附近設置 p 電極限制區域。在 p 電極限制區域，與該區域以外的高台部比較，p 電極的形成比例被限制為較低。藉由設置 p 電極限制區域，可不過度地增大元件的工作電壓，而抑制流過 p 電極與 n 電極之間的電流集中在高台端附近的區域。結果，可得到不易發生在高台構造的局部性劣化，又，電流容易均勻地流過活性層而不容易發生發光不均的 III 族氮化物半導體發光元件。

【0017】結果，可減低因通電時電流集中在高台端附近所發生的品質不良，可提升發光元件的良率。

特別是在 200~350nm 具有發光波峰波長的紫外發光元件，相較於發光波峰波長超過 350nm 的發光元件，例如，可見光區域的發光元件，因各層的組成的影響而較難製造，而良率有下降的趨勢。本發明，由於可抑制在高台構造的局部性劣化為原因的良率下降，故適合於具有 200~350nm 的發光波峰波長的紫外發光元件。

【圖示之簡單說明】

【0018】

第 1A 圖係表示從上視方向觀察的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 1B 圖係表示從上視方向觀察的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 1C 圖係表示從上視方向觀察的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 1D 圖係表示從上視方向觀察的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 1E 圖係表示從上視方向觀察的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 1F 圖係表示從上視方向觀察的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 1G 圖係表示從上視方向觀察的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 2 圖係表示使用定義圓的「高台端的突部」的判定手法。

第 3 圖係表示各式各樣的高台端的形狀。

第 4A 圖係表示決定 p 電極限制區域的手法。

第 4B 圖係表示決定 p 電極限制區域的手法。

第 5 圖係表示在實施例的元件的高台端與 p 電極的位置關係。

第 6A 圖係表示高台端與 p 電極的位置關係之例。

第 6B 圖係表示高台端與 p 電極的位置關係之例。

第 7A 圖係表示從上視方向觀察的典型的 III 族氮化物半導體發光元件之例。

第 7B 圖係表示典型的 III 族氮化物半導體發光元件的剖面圖。

【實施方式】

【0019】以下，參照適宜圖面說明本發明的實施的形態。惟，以下所說明的發光元件，係具體化本發明的技術思想之一例，並非限定本發明。例如，在以下所記載的構成要素的尺寸、材質、形狀、其相對配置等，只要沒有特定的記載，即並非將本發明的範圍限定於此，僅僅只是說明例。再者，各圖面所示的構件的大小及位置關係等，係為明確說明而有較誇張之情形。

【0020】本發明的 III 族氮化物半導體發光元件所放出的光的發光區域，並無特別限制。根據本發明，無關於發光區域，可抑制因在高台構造的局部電流集中的劣化為原因的輸出下降，而可提升良率。較佳的是本發明，可適用於在可見光區域或紫外區域具有發光波峰波長的 III 族氮化物半導體發光元件。更佳的是本發明，可適用於發出發光波峰波長在 200~350nm 的紫外線的 III 族氮化物半導體發光元件。以下，以發光波峰波長在 200~350 nm 的 III 族氮化物半導體發光元件為中心說明。

【0021】典型的 III 族氮化物半導體發光元件 20，係如第 7A 圖及第 7B 圖所示，包含：基板 11、n 型層 12、活性層 13 及含有 p 型層 14 的高台構造 15 (積層半導體層)、n 電極 16 及 p 電極 17。以下，說明關於該等的非限定的典型例。

【0022】再者，折射率、穿透率及反射率，係以波長 265nm

的光作為基準。此係，由於 DNA 在波長 265nm 附近具有極大的吸收，故 265nm 的光最適於殺菌，而被認為其產業上的利用價值高。以下，單指折射率、穿透率及反射率時，係指對於波長 265nm 的光之值。

【0023】 <基板>

基板 11，只要是可在表面磊晶成長 III 族氮化物半導體結晶，可穿透紫外線的基板，並無特別限定。可用於基板 11 的材料，可舉例如，藍寶石、碳化矽 (SiC)、氮化鋁 (AlN)、矽 (Si)。其中，以 c 面為主面的 AlN 單晶基板為佳。

【0024】 基板 11 對波長 265nm 的光的穿透率，越高越好，以 50%以上為佳，以 60%以上更佳。基板 11 的穿透率上限，理想為 100%，惟若考慮工業生產，則上限為 80%。透光性基板的穿透率，可根據材質、基板的厚度、結晶性、雜質含量而調整。

【0025】 基板 11 的厚度，並無特別限制，以 30~150nm 為佳，以 50-100 μ m 更佳。藉由使基板 11 的厚度在上述範圍，可提升穿透率，且可提升生產性。基板 11 的厚度，只要在 III 族氮化物半導體發光元件的製造後滿足上述範圍即可，亦可在基板上積層後述的積層半導體層或電極之後，藉由將該基板的下面研削或研磨，使基板的厚度成上述範圍。

【0026】 <積層半導體層>

積層半導體層(含有第 7 圖的高台構造 15 的元件的主要部分)，係如第 7B 圖所示形成在基板 11 上，將 n 型層 12、活性層 13 及 p 型層 14 (由 p 型包覆層及 p 型接觸層所組成之層)，

以此順序積層而成。關於各層，以下說明非限定例。

【0027】 <n 型層>

n 型層 12，係以 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$ (x 、 y 、 z ，係滿足 $0 < x \leq 1.0$ 、 $0 \leq y \leq 0.1$ 、 $0 \leq z < 1.0$ 的有理數， $x+y+z=1.0$) 構成的 III 族氮化物半導體，含有雜質為佳。

【0028】 雜質，並無特別限定，可舉例如 Si、Ge、Sn 等。其中以 Si、Ge 為佳。雜質的濃度為 $1.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以上、 $5.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 以下，以 $1.0 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 以上、 $5.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 以下為佳。藉由使雜質的濃度在上述範圍，可提升 n 型層的結晶性及接觸特性。如此的 n 型層，可以金屬有機物化學氣相沉積 (MOCVD) 法製造。

【0029】 n 型層的折射率，並無特別限制，在 1.5~3.0。折射率以 n 型層的組成調整即可。

【0030】 n 型層的厚度為 100nm 以上、10000nm 以下，以 500nm 以上、3000nm 以下為佳。藉由使 n 型層的厚度在上述範圍，可提升 n 型層的結晶性及導電性。

【0031】 再者，雖未顯示於第 7 圖，III 族氮化物半導體發光元件 20，在基板 11 與 n 型層 12 之間，亦可具有包含 AlN 或與上述 n 型層相同或類似組成的 III 族氮化物半導體的緩衝層。

【0032】 <活性層>

活性層 13，係由以 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$ (x 、 y 、 z ，係滿足 $0 < x \leq 1.0$ 、 $0 \leq y \leq 0.1$ 、 $0 \leq z < 1.0$ 的有理數， $x+y+z=1.0$) 構成的井層，及以能隙較上述井層更大的 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$ (x 、 y 、 z ，係滿足 $0 < x \leq 1.0$ 、

$0 \leq y \leq 0.1$ 、 $0 \leq z < 1.0$ 的有理數， $x+y+z=1.0$)構成的阻障層的積層構造所構成。活性層，可為多重量子井構造，亦可為單一量子井構造。

【0033】井層的厚度為 1nm 以上，以 2nm 以上為佳，上限為 100nm。阻障層的厚度為 1nm 以上，以 2nm 以上為佳，上限為 1 μ m。如此的活性層可以 MOCVD 法製造。

【0034】<p 型層>

p 型層 14，係以 p 型包覆層及 p 型接觸層構成。p 型包覆層係以 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$ (x 、 y 、 z ，係滿足 $0 < x \leq 1.0$ 、 $0 \leq y \leq 0.1$ 、 $0 \leq z < 1.0$ 的有理數， $x+y+z=1.0$)構成的 III 族氮化物半導體，含有雜質為佳。

【0035】p 型包覆層的雜質，以 Mg 為佳。在 p 型包覆層的雜質濃度為 $1.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以上、 $5.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 以下，以 $1.0 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 以上、 $5.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 以下為佳。p 型包覆層的厚度為 5nm 以上、100nm 以下，以 10nm 以上、50nm 以下為佳。

【0036】p 型接觸層，係以 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$ (x 、 y 、 z ，係滿足 $0 \leq x < 1.0$ 、 $0 \leq y \leq 0.1$ 、 $0 < z \leq 1.0$ 的有理數， $x+y+z=1.0$)構成的 III 族氮化物半導體。p 型接觸層，係以 GaN 構成為佳。若將 p 型接觸層以 GaN 構成，亦即，作成 p-GaN 層，則可提升 p 型接觸層的接觸特性。此外，p 型接觸層，以含有雜質為佳。

【0037】p 型接觸層的雜質，與 p 包覆層同樣地，以 Mg 為佳。在 p 型接觸層的雜質濃度為 $1.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以上、 $5.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 以下，以 $1.0 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 以上、 $2.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 以下為佳。p 型接觸層的厚度為 1nm 以上、100nm 以下，以 5nm 以上、50nm 以下

為佳。藉由使 p 型接觸層的厚度在上述範圍，可提升 p 型層的紫外線穿透性及接觸特性。

【0038】 p 型層 14 的穿透率，即對波長 265nm 的光的穿透率，以 50%以上為佳，以 60%以上更佳。穿透率的上限，並無特別限制，若考慮生產的穩定性則為 85%。藉由使 p 型層對波長 265nm 的光的穿透率在上述範圍，可提升光取出效率。

【0039】 p 型層 14 的穿透率，大大地依存於 p 型接觸層的組成或層厚度。將 p 型接觸層以 GaN(p-GaN 層)構成時，由於 GaN 在波長 365nm 具有吸收端，若層厚過大，則波長 265nm 的光幾乎不會穿透。p 型接觸層的厚度與穿透率的關係，係以 T 為穿透率， α 為吸收系數(cm^{-1})， t 為層厚度(cm)時，可以 $T=\exp(-\alpha t)$ 表示。GaN 在波長 265nm 的吸收係數 α 為 1.8×10^5 (cm^{-1})。即，p-GaN 層的厚度越小可得越高的穿透率。但是，若 p-GaN 層的厚度過小，則電流無法充分擴散，則會使發光元件的電氣特性劣化。

【0040】 因此，將 p 型接觸層以 GaN(p-GaN 層)構成時，p-GaN 層的厚度，以 1nm 以上、40nm 以下為佳，以 10nm 以上、30nm 以下更佳。藉由使 p-GaN 層的厚度在上述範圍，可使在 p 型接觸層的電流充分擴散而提升發光元件的電氣特性，此外，可提升 p 型層的紫外線穿透性。如此的 p 型層，可以 MOCVD 法製造。

【0041】 <n 電極>

n 電極 16，係形成於 n 型層 12 的露出面。n 型層的露出面，係以蝕刻等的手段形成。藉由形成 n 型層的露出面，積層半導

體層以台地狀殘留，而形成高台構造 15。n 型層上的 n 電極係在高台構造的底地部，沿著高台構造的下端形成，惟，亦可從高台構造的底部隔開些許距離，在高台構造 15 與 n 電極 16 之間露出 n 型層 12 構造。

【0042】在 III 族氮化物半導體發光元件 20 的上視方向，n 電極 16 可以是沿著高台端，以包圍 p 電極 17 的全部之方式形成，亦可以是 n 電極以包圍 p 電極的一部分之方式形成。或者，以可以是 p 電極以包圍 n 電極之方式形成。

【0043】蝕刻的手法，可舉例如，反應性離子蝕刻、感應耦電漿蝕刻法等乾式蝕刻。形成 n 型層 12 的露出面之後，為去除蝕刻的損傷，將露出面以酸或鹼的溶液表面處理為佳。之後，在 n 型層的露出面形成具有歐姆特性的 n 電極 16。

【0044】n 電極的圖案化，可採用剝離法(lift off)實施。在剝離法，係在形成電極的面塗佈光阻劑，以具備光罩的 UV 曝光機照射紫外線，使之浸漬於顯影劑將感光的光阻溶解，而形成所期望的圖案之後，在已圖案化的光阻劑上沉積電極金屬，以剝離液溶解光阻劑，而形成電極金屬的圖案。此外，其他的圖案化手法，亦有在電極形成面形成電極金屬膜，塗佈光阻劑之後，經過曝光、顯影步驟對光阻劑進行圖案化，將光阻劑作為罩幕，以乾式蝕刻或濕式蝕刻，對電極金屬進行圖案化，以剝離液溶解光阻劑的方法。剝離法因為步驟比較而言簡略為佳。

【0045】作為沉積 n 電極金屬的手法，可舉例如，真空蒸鍍、濺鍍、化學氣相成長法等。特別是，由於可排除電極金屬

中的雜質而以真空蒸鍍為佳。n 電極的材料可由習知的材料選擇。例如 Ti、Al、Rh、Cr、In、Ni、Pt 及 Au 等。其中以 Ti、Al、Rh、Cr、Ni 及 Au 為佳。特別是以 Ti、Al 及 Au 的組合，由於可提升歐姆特性及反射率而為佳。n 電極，可為含有該等金屬的合金或氧化物的單層或多層構造。

【0046】 n 電極的層厚度，並無特別限制，考慮生產的穩定性，以 2nm 以上為佳，上限為 2 μ m。

【0047】 如第 1 圖的各種所示，n 電極圖案，並無特別限定，可以沿著高台端包圍高台構造 15 之方式形成(第 1A 圖~第 1F 圖)，亦可以 n 電極包圍高台構造 15 的一部分之方式而形成(第 1G 圖)。此時，亦可以 n 電極包圍 p 電極之方式而形成(第 1A 圖~E 及 G)，亦可相反地以 p 電極包圍 n 電極之方式而形成(第 1F 圖)。

【0048】 如第 1F 圖所示，n 電極具有線狀部分時，n 電極的寬度，並無特別限定，通常為 5~100 μ m 程度，以 10~50 μ m 為佳。此時，n 電極的寬度，亦可不同。例如，寬度窄的部分與寬度大的部分可混合存在。此時，n 電極的平均寬度，只要在上述的範圍即可。

【0049】 為提升與 n 型層的接觸性，在沉積 n 電極金屬之後，以 300°C~1100°C 的溫度進行 30 秒~3 分鐘的熱處理為佳。關於熱處理的溫度、時間，可按照 n 電極的金屬種、層厚度而選擇適宜的最佳條件。

【0050】 <p 電極>

p 電極 17，係形成在高台構造 15 的 p 型層 14 上。p 電極

17 的形成圖案，即 p 電極 17 的形狀、大小大致與高台構造 15 相似。在本發明，將 p 電極 17 的形成位置，基於與高台構造 15 的形狀關聯的指定方針設定。藉此，將容易集中在高台端附近的電流擴散，抑制朝向高台端的電流集中。關於 p 電極的形成圖案的設定方針將於後述，首先以非限定的典型例說明關於一般的 p 電極的性質及其形成方法。

【0051】 p 電極 17，可具有紫外線穿透性。p 電極對於 265nm 的光的穿透率，以 60%以上為佳，以 70%以上更佳。穿透率的上限，並無特別限制，以 100%為佳，惟工業上為 90%以上。再者，若是對波長 265nm 的光的波長的穿透率在 60%以上，則在波長 200~350nm 的範圍，即具有充分的穿透性。

【0052】 p 電極的圖案化，可與 n 電極的圖案形成同樣地，使用剝離法實施。p 電極所使用的金屬材料，可由習知的材料選擇。可舉例如 Ni、Cr、Au、Mg、Zn、Pd 及 Pt 等。其中以 Ni、Au 的組合為佳。p 電極，可為含有該等金屬的合金或氧化物的單層或多層構造。

【0053】 p 電極的形狀，並無特別限定，惟如上所述，以較高台構造 15 稍微小的相似形而形成。因此，p 電極的形狀，可以是與第 1A 圖所示的高台構造 15 成為大致相似形的矩形，如第 1B、1C 圖所示的十字狀，第 1D 圖到第 1G 圖所示的柵狀。p 電極的寬度，並無特別限定，在類似於第 1B 圖到第 1G 圖所示之高台構造 15 的形狀，通常為 5~100 μ m 程度，以 10~50 μ m 為佳。p 電極的寬度亦可不同。例如，寬度窄的部分與寬度大的部分可混合存在。此時，p 電極的平均寬度，只要在上列的

範圍即可。

【0054】沉積 p 電極金屬的方法，與 n 電極的形成方法同樣地，可舉例如真空蒸鍍、濺鍍、化學氣相成長法等。特別是，由於可排除電極金屬中的雜質而以真空蒸鍍為佳。為提升與 p 型接觸層的接觸性，在沉積 p 電極金屬之後，以 $200^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ 溫度進行 30 秒~3 分鐘熱處理為佳。關於熱處理的溫度、時間，可按照 p 電極的金屬種、層厚度而選擇適宜的最佳條件。

【0055】<p 電極的形成圖案>

如第 7 圖所示，p 電極 17 係在位於台地狀的高台構造 15 的上部的 p 型層 14 上，以與高台構造 15 大致相似形而形成。n 電極 16 係由高台構造 15 觀看形成在下方的低地部。n 電極 16 與 p 電極 17 的導通，由於電阻低的路徑會被優先，故電流容易集中在 n 電極與 p 電極具有最短距離的高台構造 15 的端部附近的區域。

【0056】因此，在本發明，為避免在高台端的電流集中，在高台端與 p 電極之間設一定以上的距離。即，在第 1 本發明，將 III 族氮化物半導體發光元件從上視方向觀察時，使高台端的一部分與 p 電極的外周的距離成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上。即，在高台端的一部分與 p 電極之間，存在限制電極的形成的 p 電極限制區域。換言之，本發明之特徵係在高台構造的端部附近的一部分，具有寬度為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上的 p 電極限制區域。

【0057】在此，所謂「高台端」，係高台構造 15 的輪廓，在高台構造的上視方向的端部，以 p 型層 14 的外周(即輪廓)

表示。高台構造，係將積層半導體層以大致垂直地蝕刻而形成，惟，無須完全垂直，亦可由高台構造上部至下部，形成錐度(taper)狀。高台構造上部的面積，較高台構造下部的面積小時，錐度部可從上視方向觀察。高台構造上部的面積較高台構造下部的面積大時，錐度部係以突出的懸崖狀而形成，故從上視方向難以觀察。

【0058】在以下的說明，所謂高台端，係在上視方向的高台構造的端部，定義為位於高台構造的最上層的 p 型層 17 的外周(即輪廓)，不包含錐度部。

【0059】此外，所謂高台端與 p 電極的外周的距離，係指在上視方向，從任意選擇的高台端到達 p 電極的輪廓的最短路徑的長度。

【0060】高台端的「一部分」的意思，係指並非所有的高台端皆須從 p 電極隔開擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上，而是指在一部分，高台端亦可與 p 電極的輪廓以擴散長 L_s 的 $1/3$ 以下的距離近接的意思。即，只要在容易發生電流集中的部分，高台端與 p 電極隔開指定距離以上，則可解除成為元件不良之主要原因的電流集中。另一方面，不容易發生電流集中的部分，高台端與 p 電極的輪廓接近，在上視方向，亦可以未滿 p 電極與 n 電極的擴散長 L_s 的 $1/3$ 距離近接。

【0061】所謂容易發生電流集中的高台端，係周圍受到 n 電極包圍的狀態。處於如此的狀態的高台端，雖依高台構造的輪廓形狀而為各式各樣，但對高台構造的全周，通常以 $5\sim 30\%$ 的比例存在。故在本發明，高台端之中，在周圍受到 n 電極包

圍的高台端，在高台端與 p 電極之間保持指定值以上的距離，而設 p 電極限制區域。

【0062】如此，在高台端與 p 電極之間有距離，則電流變得難以流過該部分，可抑制在高台構造 15 的端部附近的區域的電流集中。若在所有的高台端，使 p 電極的外周的距離成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上，則有使 III 族氮化物半導體發光元件的工作電壓上升，而降低發光效率之情形。故，在本發明，只要特別在電流容易集中的部分，使高台端與 p 電極的距離成為指定值以上即可。

【0063】根據本發明者們的研究，發現若使高台端的一部分與 p 電極的外周的距離成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上，則可不使工作電壓過度的增大，有效地抑制電流集中，而可提升發光元件的良率。

【0064】對發光元件通電，則電子會從 n 型層向 p 型層移動。所謂擴散長 L_s ，係指考慮電子向 p 型層移動，從接近高台端的 n 電極端向高台端，大部分的電子能夠在 n 型層內擴散的距離。在先前的技術，並沒有基於擴散長 L_s 而進行高台端的一部分與 p 電極的外周的距離調整。本發明者們，發現藉由使該距離成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上，可發揮優良的效果，而完成本發明。

【0065】再者，擴散長 L_s ，係以下式定義。

$$L_s = \{(\rho_c + \rho_p t_p) t_n / p_n\}^{1/2}$$

【0066】在此， ρ_c ：p 電極/p 型層間及 n 電極/n 型層間的接觸電阻； ρ_p ：p 型層的比電阻； ρ_n ：n 型層的比電阻； t_p ：p 型

層的厚度； t_n ：n 型層的厚度。

【0067】 (接觸電阻的測定方法)

在本發明，接觸電阻係藉由 TLM(Transfer Length Method) 法測定。首先，以與發光元件的製造同樣的方法，在 p-GaN 表面上，形成具有甜甜圈狀的電極不形成區域的 p 電極圖案(電極間距離：5、10、20、40、60、80、100 μm)。使用所得電極圖案，測定在各電極間距離的電阻值，由電極間距離與電阻值的關係算出 p 電極/p 型層間及 n 電極/n 型層間的接觸電阻。

【0068】 (比電阻的測定方法)

首先，在本發明，以與發光元件的製造同樣的方法，在 7mm 四方的 p-GaN、p-AlGa_N 及 n-AlGa_N 的表面四個角落分別形成 4 個直徑 1.5mm 的圓形的 p 電極及 n 電極。藉由對所得樣品進行霍爾效應(Hall effect)測定，算出 p 型層(p-GaN、p-AlGa_N) 及 n 型層(n-AlGa_N)的比電阻。

【0069】 在第 1 發明，藉由使高台端的一部分與 p 電極的外周的距離成為擴散長 L_s 的 1/3 以上，可提升紫外發光元件的良率。其中，為抑制工作電壓的增大，更有效地提升良率，使高台端的一部分與 p 電極的外周的距離成為擴散長 L_s 的 1/3 以上、擴散長 L_s 的 1.2 倍以下為佳，以成為擴散長 L_s 的 1/3 以上、擴散長 L_s 的 1.0 倍以下為更佳。

【0070】 擴散長 L_s ，由於不依存於電極的寬度，即使是元件小型化，電極細線化時，亦可成為抑制電流集中的裝置設計的方針。

【0071】 此外，在第 1 發明，雖然規定高台端的一部分與 p

電極的外周的距離成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上，然而本發明在現行技術，使高台端的一部分與 p 電極之外周的距離在 $12\mu\text{m}$ 以上即足夠(第 2 本發明)。然後，為抑制工作電壓的增大，更有效地提升良率，高台端的一部分與 p 電極的外周的距離，以 $12\sim 80\mu\text{m}$ 為佳，以 $15\sim 80\mu\text{m}$ 更佳，進一步以 $20\sim 80\mu\text{m}$ 為佳，以 $20\sim 40\mu\text{m}$ 特別佳。該距離在現行(2015 年)的元件設計為充分之值。但是，元件進一步小型化、電極細線化時，有無法使高台端的一部分與 p 電極的外周的距離成為 $12\mu\text{m}$ 以上之情形。在此情形，只要如第 1 本發明，以擴散長 L_s 作為指標，設定高台端的一部分與 p 電極的外周的距離即可。

【0072】根據第 2 本發明，在高台端的一部分與 p 電極之間，存在限制電極形成的 p 電極限制區域。換言之，本發明之特徵係在高台構造的端部附近的一部分，存在寬度為 $12\mu\text{m}$ 以上的 p 電極限制區域。

【0073】在第 1 及第 2 發明，從上視方向觀察發光元件時，規定高台端的一部分與 p 電極的外周的距離為指定值以上。以高台端的「一部分」的意思，係由於主要在容易發生電流集中的部分，使高台端與 p 電極的外周的距離成為指定值以上即可。

【0074】所謂電流容易集中的部分，係指在上視方向，p 電極向 n 電極的形成區域突出的部分。在此部分，由於 p 電極受到 n 電極圍繞，故容易集中來自 n 電極的電子。結果，雖然該部分會發出更強的光，但負載也大而容易發生劣化。p 電極 17 係在高台構造 15 上，以與高台構造大致相似形狀而形成。故在高台構造 15 向 n 電極的形成區域突出的部分，使高台端與 p

電極的距離成為指定值以上，則有可抑制在容易劣化的高台構造附近的電流集中的可能性。

【0075】因此，在第 3 本發明，使高台端的突部與 p 電極的外周的距離成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上，以成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上、擴散長 L_s 的 1.2 倍以下為佳，以成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上、擴散長 L_s 的 1.0 倍以下更佳。此外，第 4 發明，係使高台端的突部與 p 電極的外周的距離成為 $12\mu\text{m}$ 以上，以 $12\sim 80\mu\text{m}$ 為佳，以 $15\sim 80\mu\text{m}$ 更佳，進一步以 $20\sim 80\mu\text{m}$ 為佳，以 $20\sim 40\mu\text{m}$ 特別佳。即，第 3、第 4 發明之特徵係在高台端的突部附近設 p 電極限制區域。

【0076】在此，所謂「高台端的突部」，係指在上視方向，高台構造 15 的輪廓向 n 電極的形成區域突出的部分。若 p 電極形成於該部分，則來自圍繞周圍的 n 電極的電子會集中在該部分的 p 電極，故 p 電極正下方的半導體層容易劣化。因此，藉由使高台端的突部到 p 電極的距離為指定值以上，可抑制電流集中，而降低元件的劣化。

【0077】高台構造 15 的輪廓，可按照在元件設計的電極圖案而為各式各樣。因此，難以將「高台端的突部」做單一意思的定義。因此，在第 1 圖顯示在元件的上視方向的高台構造 15 的輪廓，與 n 電極的形成圖案的非限制之例，將電流容易集中的「高台端的突部」以虛線的圓表示。再者，在第 1 圖的上視方向，雖然 n 電極 12 與高台構造 15 相接，但如第 7B 圖所示，在剖面方向，在高台構造 15 的端部與 n 電極之間，存在高台構造的錐度部或露出的 n 型層。在關於第 3 及第 4 發明的 III

族氮化物半導體發光元件，從「高台端的突部」隔開指定的距離形成 p 電極，在未滿指定距離的區域形成限制 p 電極的形成之 p 電極限制區域。

【0078】第 1A 圖，係表示在上視方向，形成長方形的高台構造 15 的元件構造。在此構造，長方形的各頂點向 n 電極的形成區域突出，若於該部分形成 p 電極，則電流容易集中在 p 電極正下方的高台部。

第 1B 圖，係表示十字狀的高台構造 15。在該構造，十字的各頂點亦向 n 電極的形成區域突出。

第 1C 圖係表示在十字狀的端部帶圓的形狀的高台構造 15。在該構造，十字的各頂點亦向 n 電極的形成區域突出。

第 1D 圖係表示柵狀的高台構造 15。在該構造，柵的各尖端，或矩形的頂點亦向 n 電極的形成區域突出。

第 1E 圖係表示第 1D 圖的變形例，由柵的背亦有柵齒狀的電極延伸存在的構造。

第 1F 圖係電極具有線狀部分，進一步由形成 n 電極的柵的背亦有電極延伸存在的構造。

第 1G 圖係表示形成圍繞柵狀的高台構造的柵狀的 n 電極的狀態。

【0079】在該等圖示的構成，p 電極的柵的各尖端或矩形的頂點向 n 電極的形成區域突出。在關於第 3 及第 4 發明的 III 族氮化物半導體發光元件，在具有該等圖示的構成及類似構成的高台構造的 formed 圖案，從表示「高台端的突部」的圓的中心至未滿指定距離的區域中，不存在 p 電極。

【0080】此外，所謂「高台端的突部」，係將 III 族氮化物半導體發光元件從上視方向觀察，可定義成在周圍 n 電極過度存在的高台部分。因此，為判定高台端的「某點」是否符合「高台端的突部」，亦可考慮存在於該「某點」的周圍的 n 電極的面積。具體係以判定對象的「某點」為中心，描繪指定半徑的圓(以下有稱為「定義圓」之情形)，存在於圓內部的 n 電極的面積越大，可判定該「某點」被 n 電極圍繞的程度高。此外，相反地，以判定對象的「某點」為中心，描畫指定半徑的圓，存在於圓的內部的高台部(含有 p 電極)的面積越小，亦可說該「某點」被 n 電極圍繞的程度高。

【0081】由該等見識，為了判定高台端的「某點」，是否符合「高台端的突部」，如第 2 圖所示，使用以高台端上的「某點」為中心，指定圓內的高台部(包含 p 電極、p 型層)、n 電極的面積，提出以下的評價參數。

$$\text{評價參數} = (\text{n 電極面積} / \text{高台構造面積}) \times 100(\%)$$

【0082】上述評價參數越大，該「某點」被 n 電極圍繞的比例較高，可判定為位於「高台端的突部」的位置。

【0083】定義圓的半徑，只要圓與其他的高台端不相接的程度即可。但是，若圓過小，則由於高台端與 n 電極之間的錐度部與露出的 n 型層的面積會被高估，故有必要是某種程度以上的大小的圓。即，在高台端的定義圓過小，則在定義圓內，高台部的錐度部的面積、露出的 n 型層的面積被高估，使高台部(包含 p 電極)及 n 電極的合計面積會相對下降，而無法適當的評價。

【0084】因此，以高台端上的任意點(判定對象的點)作為中心點，描繪半徑 r_n 逐漸變大的圓。圓的半徑小時，錐度部的面積或 n 電極的面積的相對比較大，而隨著圓變大該等相對比會變小，而可適正地評價高台部(包含 p 電極)及 n 電極的面積。因此，以在圓內的高台部(包含 p 電極)及 n 電極的合計面積相對於圓的總面積成為 80%時，將此時的圓的半徑作為「定義圓」的半徑為佳。再者，定義圓只要不與其他的高台端相接，可使定義圓的半徑較大。

【0085】參照第 2 圖，說明使用定義圓的「高台端的突部」的判定法。將高台端上的某點為中心描繪定義圓時，在定義圓內，存在著高台部(p 電極)、n 型層、n 電極的區域，在上視方向亦有可觀察到高台構造的錐度部之情形。在該圓，由高台部的面積、電極的面積、圓的總面積，算出上述評價參數。在第 2 圖，省略 p 電極。p 電極係在高台構造 15 上，以與高台部同形狀，或較其小地形成。

【0086】在第 3 圖，示意地表示各式各樣的輪廓的高台端、n 電極的上視圖。再者，在第 3 圖，由於在電極間露出的 n 型層及錐度部的面積小，故省略圖示。此外，p 電極亦係較高台部稍小的相似形狀，而 p 電極的面積會被算進高台部的面積，故省略圖示。

【0087】如狀態 A 所示，銳角的高台端向 n 電極的形成區域突出時，定義圓內的高台部的面積小，而 n 電極的面積大。即，評價參數會變大，在此部分的 p 電極容易發生電流集中。

【0088】如狀態 B 所示，高台端為直角時，定義圓內的高

台部的面積較 n 電極的面積小。即，評價參數較狀態 A 小，再者，n 電極的面積過大，在此部分的 p 電極容易發生電流集中。

【0089】如狀態 C 所示，高台構造較細時，定義圓內的高台部的面積較 n 電極的面積小。即，n 電極的面積過大，在此部分的 p 電極容易發生電流集中。

【0090】如狀態 D 所示，高台構造在 n 電極側描繪凸狀的圓弧時，定義圓內的高台部的面積較 n 電極的面積小。即，n 電極的面積過大，在此部分的 p 電極容易發生電流集中。

【0091】如狀態 E 所示，高台構造的輪廓為直線時，定義圓內的高台部的面積與 n 電極的面積大致相等。即，評價參數約為 100%。在此部分的 p 電極不容易發生電流集中。

【0092】如狀態 F 所示，高台構造圍繞 n 電極時，定義圓內的高台部的面積較 n 電極的面積大。即，評價參數為 100% 以下。在此部分的 p 電極較狀態 E 更不容易發生電流集中。

【0093】如狀態 G 所示，n 電極形成區域在高台構造側描繪凸狀的圓弧時，定義圓內的高台構造的面積較 n 電極的面積大。即，評價參數為 100% 以下。在此部分的 p 電極較不容易發生電流集中。

【0094】由以上明顯可知，在本發明，如狀態 A~D，n 電極的面積相對於高台部的面積為過大時，在該高台端的附近不設 p 電極，而作為 p 電極限制區域。即，評價參數大的高台端的附近作為 p 電極限制區域。

【0095】因此，本發明的較佳的態樣如下。

以高台端上的任意點作為中心點，描繪定義圓。以定義圓

內的各部分的面積所計算的評價參數超過 100%時，判定該定義圓的中心位於「高台端的突部」。判定位於高台端的突部時，在該圓的中心與 p 電極的距離成為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上(絕對距離為 $12\mu\text{m}$ 以上)的範圍設 p 電極。換言之，從圓的中心未滿擴散長 L_s 的 $1/3$ (絕對距離為未滿 $12\mu\text{m}$)的範圍作為 p 電極限制區域。

【0096】關於上述，參照第 4 圖，更具體說明之。再者，第 4 圖亦由於在電極間露出的 n 型層及錐度部的面積小，故省略圖示。在第 4A 圖的 X 點(矩形的頂點)的定義圓，評價參數約為 300%，因此，在從矩形的頂點的 X 點起未滿擴散長 L_s 的 $1/3$ (絕對距離為未滿 $12\mu\text{m}$)的範圍，不形成 p 電極。此外，在第 4A 圖的 Y 點(在由頂點 X 至定義圓的半徑的距離的高台部)的定義圓，評價參數大致為 100%。因此，從 Y 點半徑起為擴散長 L_s 的 $1/3$ 的長度(絕對距離為 $12\mu\text{m}$)的圓上，成為 p 電極形成的界線點。在此，若定義圓的半徑為擴散長 L_s 的 $1/3$ 以上的長度，則在第 4B 圖，以高台部的輪廓與虛線所圍繞的區域作為 p 電極限制區域。此外，藉由將從 X 點、Y 點起距離為 $12\mu\text{m}$ 以上作為 p 電極限制區域，可得到第 4 本發明所規定的電極構造。

【0097】再者，以在上述規定的 p 電極限制區域的全部，沒有形成 p 電極為佳，惟，即使在 p 電極限制區域的一部分形成 p 電極，只要不阻礙本發明的目的，則在本發明可被容許。特別是在從高台端起距離較遠的部分有可形成 p 電極之情形。具體而言，在上述規定的 p 電極限制區域之中，在 90%以上的

面積，沒有形成 p 電極即可，以 98% 以上的面積為更佳，以 99% 以上的面積為特別佳。

【0098】在上述，使評價參數的下限為 100%，但該等的下限值，可按照積層半導體層(高台構造部)的材質或元件的動作環境而適宜設定。

【0099】例如，元件的材質容易受到劣化、動作環境較嚴酷時，就確實抑制對高台部的電流集中的觀點而言，使容許的評價參數的下限值變低，而擴大 p 電極的限制區域。惟，此時，由於 p 電極與 n 電極的平均距離會變長，故有使元件的工作電壓上升之情形。例如，評價參數可為 80% 以上，亦可為 60% 以上。

【0100】另一方面，元件的材質較不容易劣化、動作環境較溫和時，由於對高台部的電流集中可容許某種程度，故亦可使評價參數的下限值變高，而使 p 電極限制區域變窄。例如，評價參數，可為 120% 以上，亦可為 140% 以上。

【0101】再者，難以適切的設定定義圓時，關於現行品，只要以 $12\mu\text{m}$ 作為定義圓的半徑的目標即可。此外，隨著今後的電極的細線化，使定義圓的半徑變小，可適切地評價。再者，即使在此時，仍使圓不與其他高台端相接。

【0102】在上述的態樣，將由「高台端的突部」的指定範圍內作為 p 電極限制區域。在 p 電極限制區域以外的高台部(以下有稱為「p 電極容許區域」之情型)形成 p 電極，惟，無須在所有 p 電極容許區域形成 p 電極。p 電極，只要在 p 電極容許區域能形成至少一部分導通即可。形成在高台端的突部附近的

p 電極的外周形狀，如第 5 圖所示，以形成圓弧狀、橢圓弧狀、拋物線狀等的形狀為佳。

【0103】此外，由 p 電極形成的技術上的問題，難以使高台端與 p 電極端部一致地形成 p 電極，故在 p 電極端部與高台端之間，以未滿擴散長 L_s 的 $1/3$ 或未滿 $12\mu\text{m}$ 的寬度設空白部亦可。再者，在第 5 圖表示形成寬度 $5\mu\text{m}$ 的空白部之例。

【0104】再者，在第 3 及第 4 發明，雖然是以評價參數為指定值以上的「高台端的突部」的指定範圍內，不設 p 電極作為條件，惟如上所述，表示高台部的突出程度的評價參數，會根據高台端的形狀而連續變化。因此，亦可根據高台部的突出程度，設定由高台端至 p 電極的距離。在第 4A 圖，由於 X 點的評價參數值高(高台部高度地突出)，禁止在該周邊(例如 $12\mu\text{m}$ 以內)形成 p 電極。但是，由於 Y 點的評價參數低，不容易發生電流集中，故可使 L 點與 p 電極的距離為未滿擴散長 L_s 的 $1/3$ 或未滿 $12\mu\text{m}$ 。

【0105】即，對 n 電極形成區域的突出程度高的高台端，取得與 p 電極足夠的距離，而突出程度低的高台端，可將 p 電極與高台端的距離設定為稍短。例如，亦可在高台端上的任意的點，決定評價參數，基於該結果評價「突出的程度」，設定由該高台端的 p 電極限制區域。

【0106】即，在評價參數高的高台端，使 p 電極限制區域更廣，在評價參數低的高台端，使 p 電極限制區域較上述定義更窄。因此，使用評價參數的絕對值或平方的值，定義 p 電極限制區域亦可認為有效。

【0107】如第 6A 圖所示，高台端為矩形的端部時，在長邊方向，以由矩形的頂點至 p 電極的距離長，而由矩形的短邊方向的中點到 p 電極的距離變短之方式設置 p 電極。與 p 電極的距離，係在長邊方向，由頂點較長，而由中點較短，距離為連續地變化，越接近中點，則距離的變化趨緩。在長邊方向，高台端與 p 電極端部最終亦可一致。

【0108】如第 6B 圖所示，高台端為圓弧、橢圓弧狀時，在短邊方向，由圓弧(橢圓弧)的頂點至 p 電極的距離較長。沿長邊方向，高台端的圓弧(橢圓弧)被直線狀取代，以從高台端到 p 電極的距離變短之方式設置 p 電極。與 p 電極的距離，從高台端的圓弧的頂點較長，從圓弧的兩端較短，距離為連續地變化，越接近兩端，則距離的變化趨緩。在縱向方向，高台端和 p 電極端部最終一致也可以。

【0109】此外，在本發明的 III 族氮化物半導體發光元件，從與基板 11 的積層面之相反側的面(以下，有記載為發光面之情形。)發光的發光強度分佈，發光強度的最大值與最小值之比(以下，有記載為發光強度比之情形。)，以 2.1 以下為佳。根據本發明，由於可防止在高台構造的局部電流集中，在發光面的發光區域可抑制發光強度的變異性。發光強度的最大值與最小值之比，以 2.05 以下更佳。再者，發光強度分佈，可遵照後述的發光元件的發光強度分佈測定而求得，發光強度的最大值與最小值，係在發光面的發光區域的發光強度的最大值與最小值。所謂發光面的發光區域，係指與基板 11 的積層面的相反側的面之中，發光的區域。

【0110】 <發光元件的製造>

製造含有上述 III 族氮化物半導體發光元件的構成的晶圓之後，藉由將透光性基板 11 的下面研削或研磨，使透光性基板的厚度變薄而提升穿透率。之後，適宜使用劃線(scribing)、切割、雷射熔斷等習知的發光元件分離方法，製造發光元件。

【0111】再者，在本發明的上述說明，係表示僅調整 p 電極部的形狀之例，當然，為更加提升性能，亦可對本發明的發光元件，組合先前技術，例如，高電阻層的形成、溝渠的形成等技術。

【0112】 <發光元件的發光強度分佈的測定>

將電流對發光元件的 n 電極-p 電極間連續通電，測定從發光元件的基板 11 的積層面之相反側的面發光的發光強度。發光強度分佈的評價裝置，係由對發光元件施加電壓的電氣控制電路、藉由透鏡與照相機控制測定範圍的光學系統、光檢測部及資料分析裝置所組成。以 $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ 作為 1 範圍，測定、繪製發光面的發光區域的發光強度，而測定發光強度的分佈。由於發生電流集中的地方可觀測到很強的發光強度，故藉由本測定，可確認藉由調整高台端與 p 電極的距離而產生的抑制電流集中的效果。

實施例

【0113】接著，以實施例，更詳細地說明本發明，惟本發明不應限定於該等例。

(實施例 1、2 及比較例 1、2)

【0114】形成具有第 7B 圖所示的剖面構造的積層半導體

層。

首先，使用 MOCVD 法，在 C 面 AlN 基板(一邊 7mm 四方，厚度 500 μm)上，形成摻雜 $1.0\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 的 Si 的 $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$ 層(1 μm)作為 n 型半導體層。在該 n 型層上，形成具有量子井構造的活性層(井層 2nm、阻障層 7nm)。此時，井層及阻障層的組成分別係 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ 及 $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$ ，對阻障層摻雜 $1.0\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 的 Si。活性層，係由 3 層井層及 4 層阻障層的積層構造所構成。

【0115】接著，在該活性層上，形成摻雜 $5\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 的 Mg 的 AlN 層(15nm)作為電子阻擋層。之後，在電子阻擋層上，形成摻雜 $5\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 的 Mg 的 $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{N}$ 層(50nm)作為 p 包覆層。最後，在 p 包覆層上，形成摻雜 $2\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 的 Mg 的 GaN 層(100nm)作為 p 接觸層。

【0116】接著，將所得到的半導體晶圓，在 N_2 中，以 900 $^{\circ}\text{C}$ 進行 20 分鐘的熱處理。之後，在 p 接觸層的表面，藉由微影及真空蒸鍍形成指定的金屬罩幕圖案之後，將沒有形成圖案的 p 接觸層的表面乾式蝕刻至 n 型層露出，形成如第 1C 圖所示的端部帶圓的十字狀高台構造。此時，n 型層的挖掘量為 300nm。接著，以微影在 p 接觸層上形成光阻圖案之後，以真空蒸鍍形成 Ti(20nm)/Al(200nm)/Au(5nm)層之後，藉由在 N_2 中，以 810 $^{\circ}\text{C}$ 熱處理 1 分鐘，形成 n 電極。同樣地，如第 5 圖所示，以使端部至指定的範圍成為 p 電極限制區域之方式，在 p 型層上形成 Ni(20nm)/Au(50nm)層，藉由在 O_2 中，以 550 $^{\circ}\text{C}$ 燒製 3 分鐘而形成 p 電極。將所得到的半導體晶圓，切成 750 μm

四方，作成氮化物半導體發光元件(發光波峰波長為 265nm 的氮化物半導體發光元件)。

【0117】再者，製作 4 種元件，其分別具有突部的高台端至 p 電極的距離(a)為 40 μm (實施例 1)、20 μm (實施例 2)、10 μm (比較例 1)、5 μm (比較例 2)的 p 電極限制區域。此外，在 p 電極容許區域的高台端與 p 電極的距離為 5 μm 。將如上的發光元件，在各個實施例及比較例分別製造 50 個，測定所得到的發光元件的輸出特性的經時變化。再者，瞬時劣化率的測定，係表示通電 150mA 的電流時的結果。

【0118】在實施例 1 的發光元件，經過 500 小時的瞬時劣化率(在全元件中有輸出大幅下降的元件的比例(在 p 電極發生電流集中而劣化的元件的比例))為 2%，相較之下，在實施例 2 為 4%，在比較例 1 為 20%，在比較例 2 為 24%，可看到在 p 電極限制區域的高台端與 p 電極的距離為 20 μm 以上時的瞬時劣化率的急劇的改善。再者，對所得到的發光元件算出擴散長 L_s ，結果為 60 μm ，故 20 μm 相當於擴散長 L_s 的 1/3。

【0119】(實施例 3、4 及比較例 3、4)

除了藉由以 n 電極形成時的乾式蝕刻江 n 型層的挖掘量變更 為 100nm 以外，以與實施例 1 同樣的方法製作氮化物半導體發光元件。

【0120】再者，以與實施例 1 同樣的方法，製作 4 種元件，其分別具有突部的高台端至 p 電極的距離(a)為 20 μm (實施例 3)、12 μm (實施例 4)、8 μm (比較例 3)、5 μm (比較例 4)的 p 電極限制區域。此外，在 p 電極容許區域的高台端與 p 電極的距離

為 5 μm 。將如上的發光元件，在各個實施例及比較例分別製造 50 個，測定所得到的發光元件的輸出特性的經時變化。

【0121】 在實施例 3 發光元件，經過 500 小時候的瞬時劣化率(在全元件中有輸出大幅下降的元件的比例(在 p 電極發生電流集中而劣化的元件的比例))為 2%，相較之下，在實施例 4 為 4%，在比較例 3 為 16%，在比較例 4 為 24%，可看到在 p 電極限制區域的高台端與 p 電極的距離為 12 μm 以上時的瞬時劣化率的急劇的改善。再者，對所得到的發光元件算出擴散長 L_s ，結果為 36 μm ，故 12 μm 相當於擴散長 L_s 的 1/3。

【0122】 此外，對實施例 3、實施例 4、比較例 3 及比較例 4 所得到的氮化物半導體發光元件，將測定發光面的發光區域之發光強度的最大值與最小值的比(發光強度比)的結果顯示於表 1。發光強度比，在 p 電極與高台端的距離係相當於擴散長 L_s 的 1/3 的 12 μm 時為 2.10 (實施例 4)。即，可知藉由將 p 電極與高台端的距離調整為擴散長 L_s 的 1/3 以上，可使發光強度比為 2.1 以下，且可抑制瞬時劣化率。

【0123】 [表 1]

	實施例 3	實施例 4	比較例 3	比較例 4
在突部的 p 電極與高台端的距離(μm)	20	12	8	5
瞬時劣化率(%)	2	4	16	24
發光強度比	2.02	2.10	2.28	2.50

【產業上的可利用性】

【0124】 在本發明，將 III 族氮化物半導體發光元件從上視方向觀察時，藉由使高台端的一部分與上述 p 電極的外周的距

離為指定值以上，可不使工作電壓過度增大，抑制流過 p 電極與 n 電極之間的電流集中在高台端附近的區域。結果，不容易在高台構造的局部發生劣化，此外，藉由使電流變得更加容易均勻地流到活性層，而可得到不容易發生發光不均的 III 族氮化物半導體發光元件。

【符號說明】

【0125】

11...基板

12...n型層

13...活性層

14...p型層

15...高台構造

16...n電極

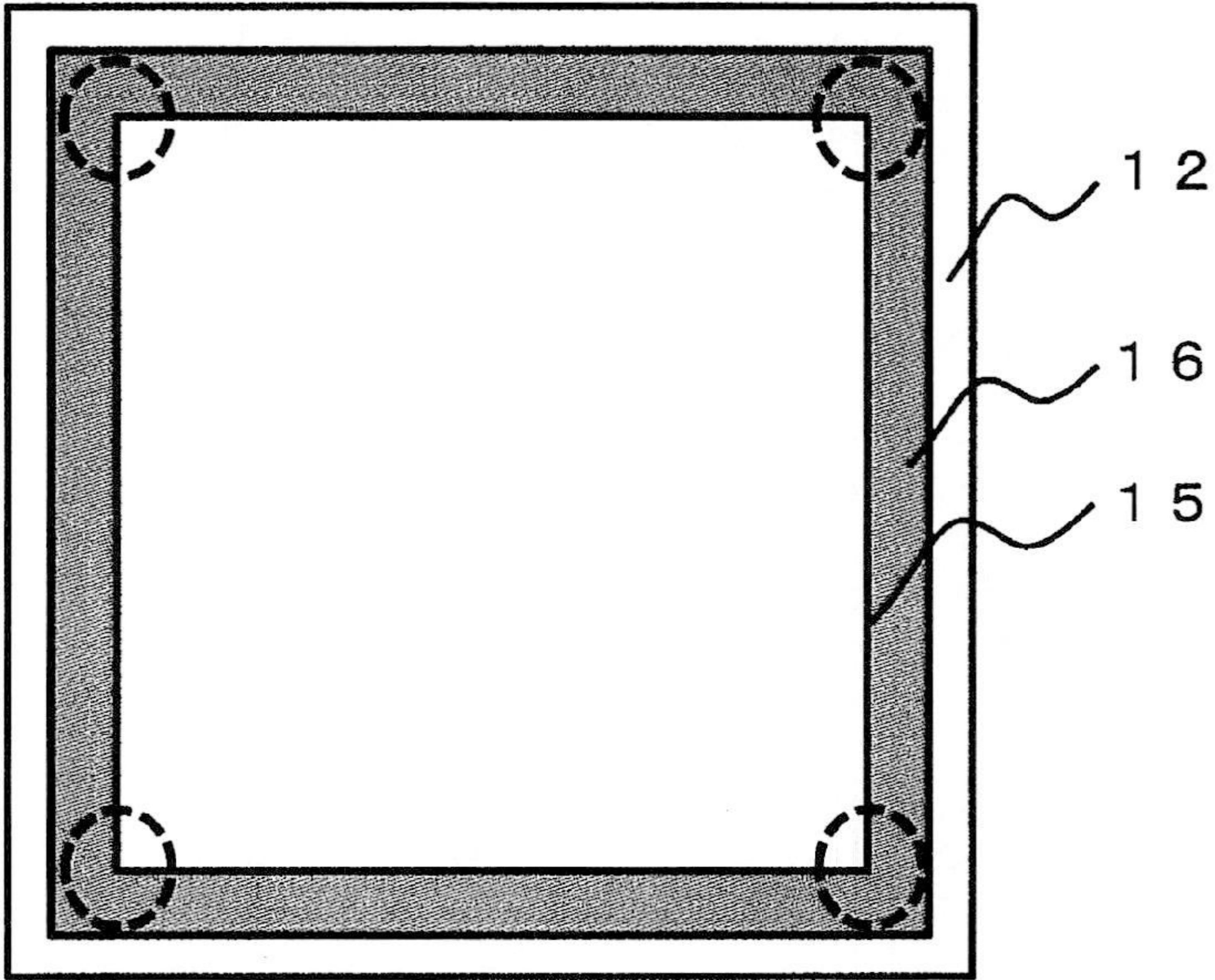
17...p電極

20...III族氮化物半導體發光元件

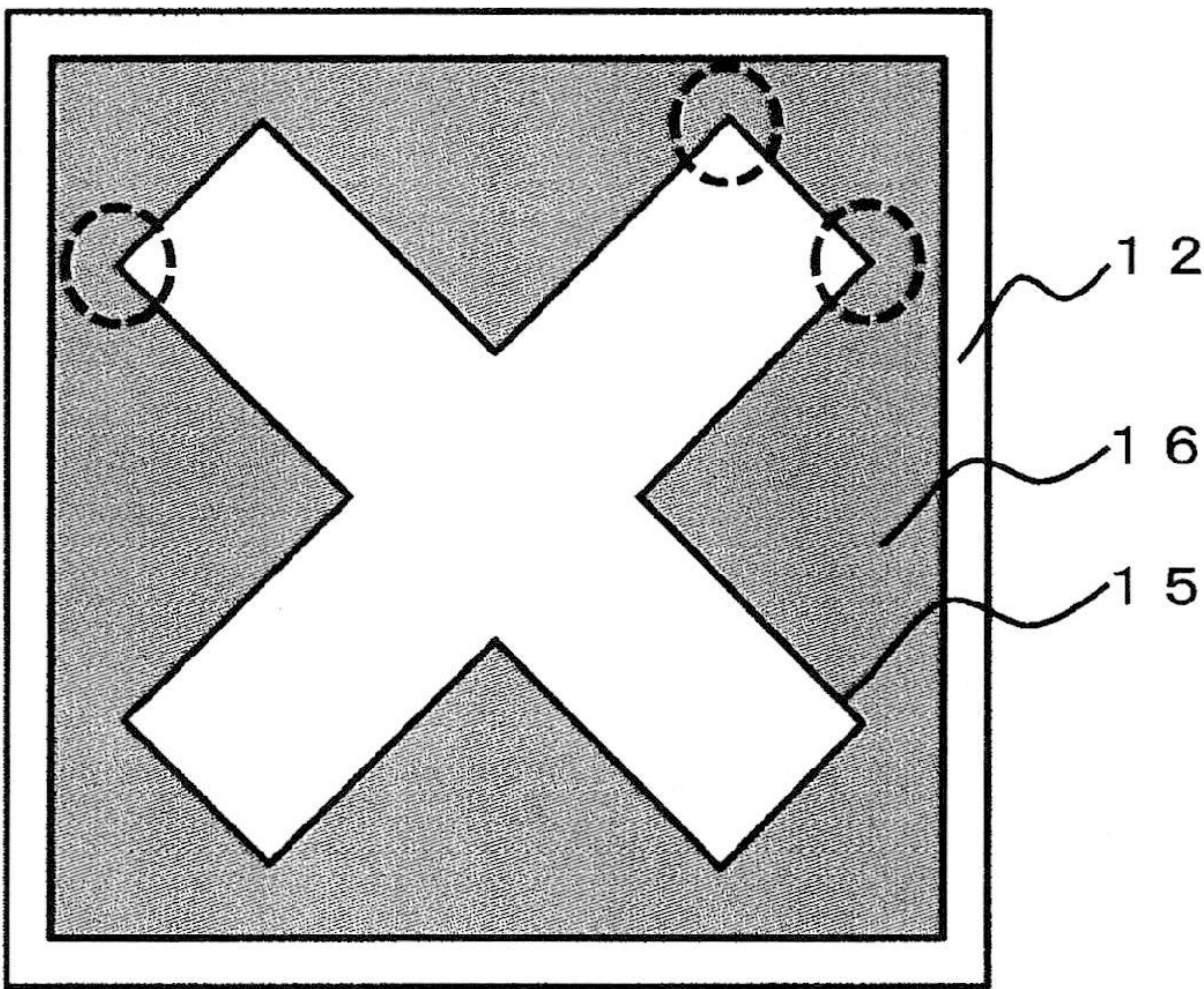
申請專利範圍

1. 一種 III 族氮化物半導體發光元件，其係在 n 型層與 p 型層之間含有活性層，在上述 n 型層上具有 n 電極，上述 p 型層上具有 p 電極，具有含有 p 型層的高台構造的 III 族氮化物半導體發光元件，
在上述 III 族氮化物半導體發光元件的上視方向，高台端的突部與上述 p 電極的外周的距離為擴散長 L_s 的 1/3 以上。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述的 III 族氮化物半導體發光元件，其中發光波峰波長為 200~350nm。
3. 一種晶圓，其係包含在 n 型層與 p 型層之間含有活性層，在上述 n 型層上具有 n 電極，上述 p 型層上具有 p 電極的 III 族氮化物半導體發光元件所構成的晶圓，
上述 III 族氮化物半導體發光元件的構成係如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的構成。

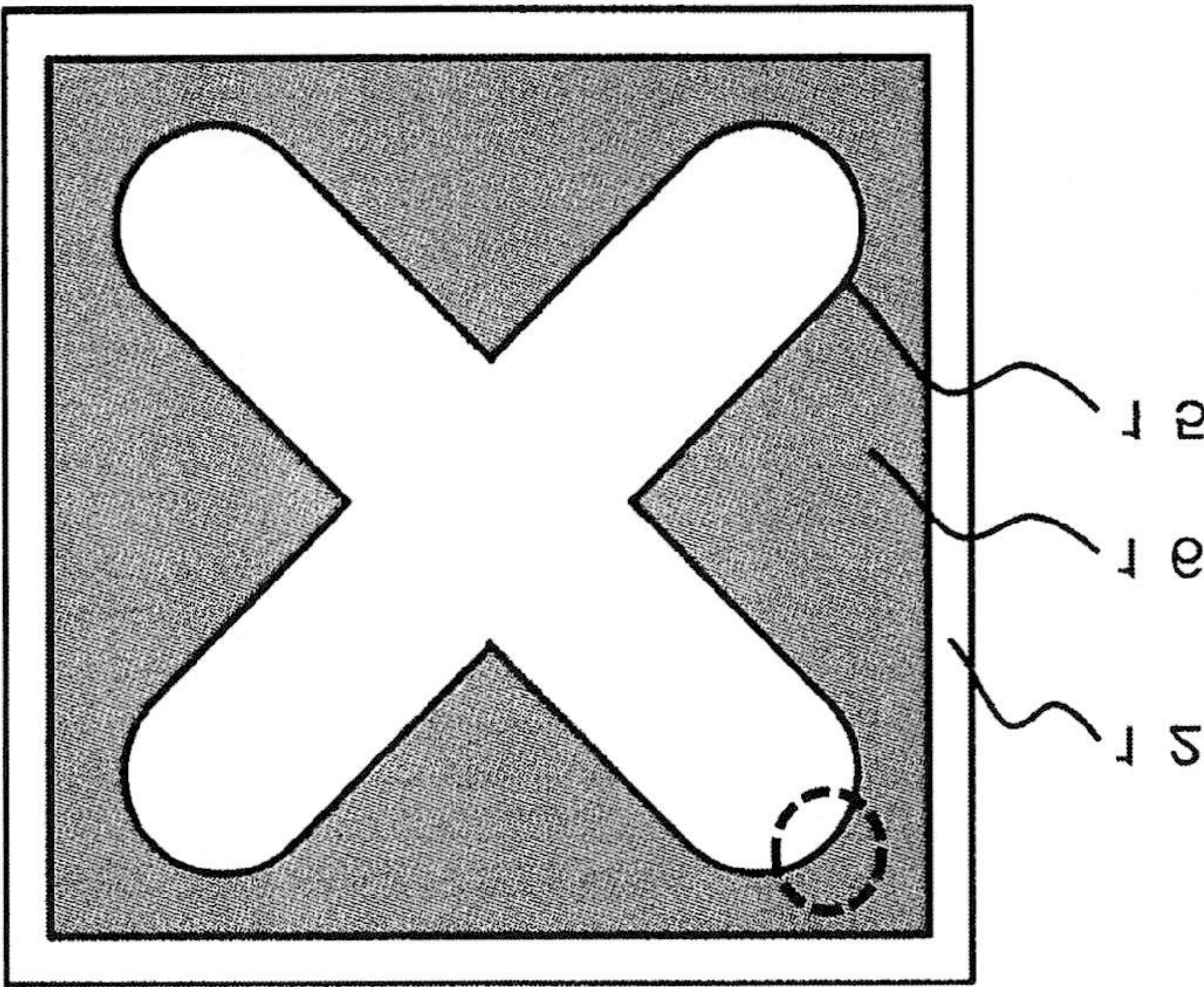
圖式



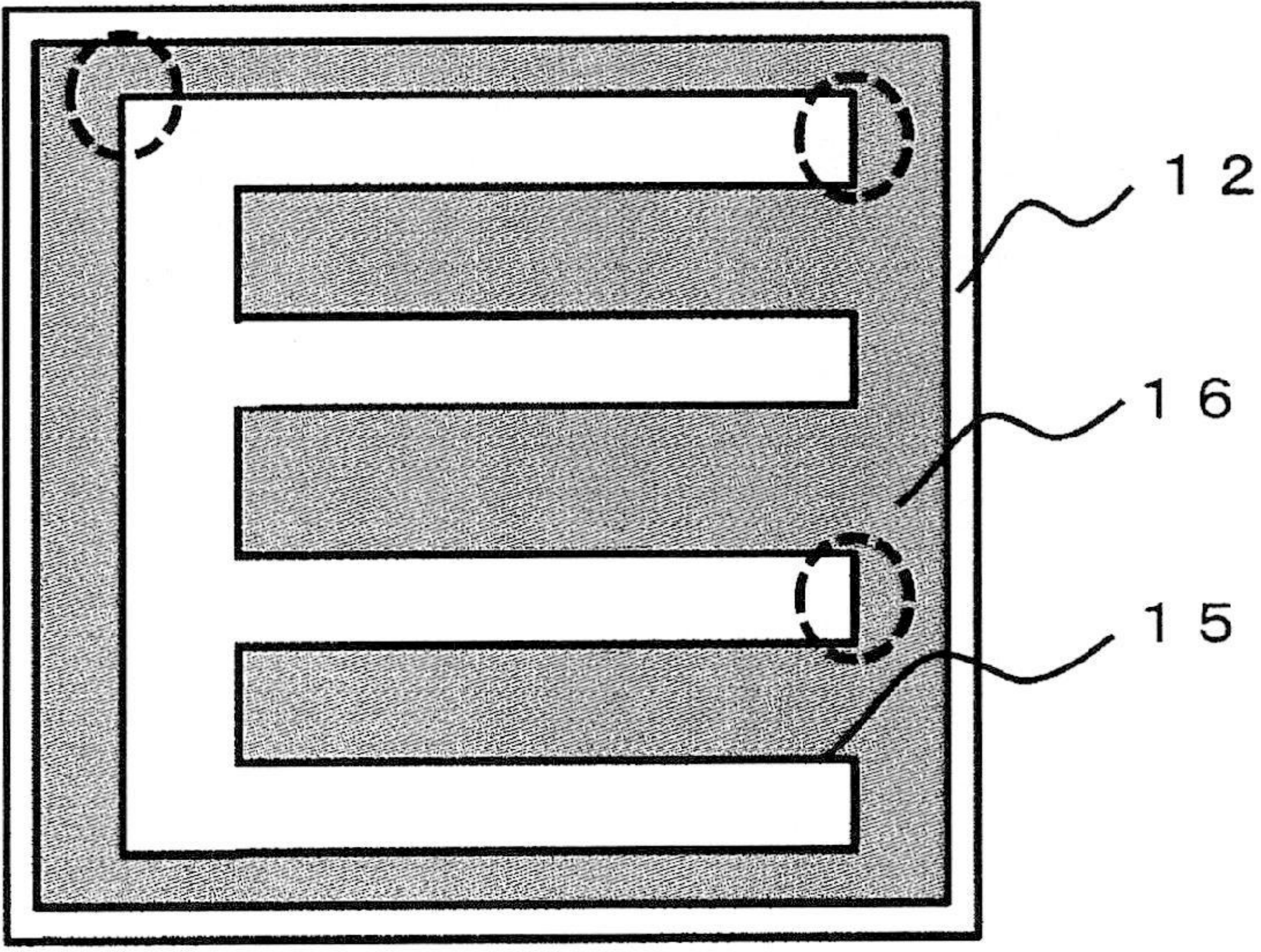
第 1A 圖



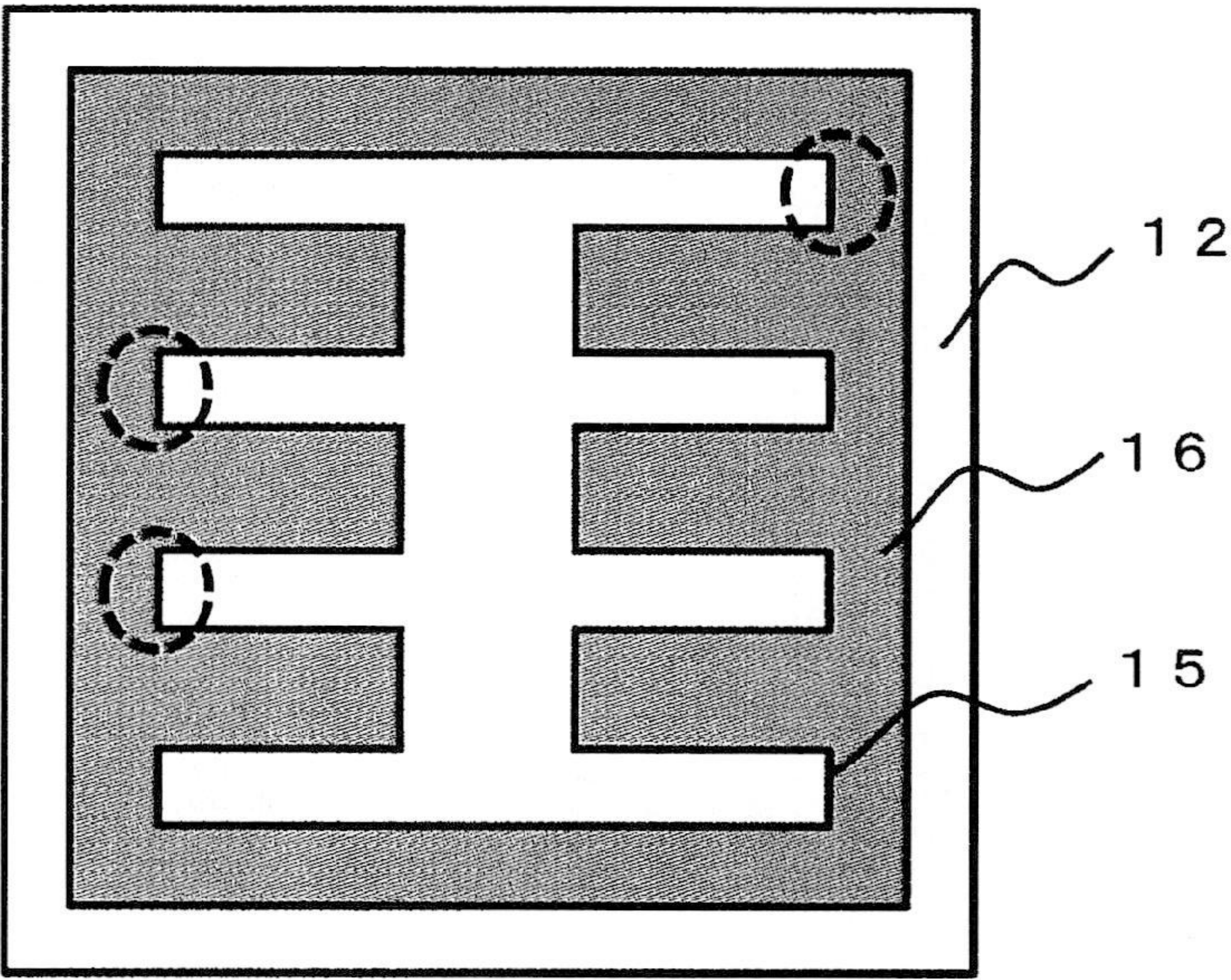
第 1B 圖



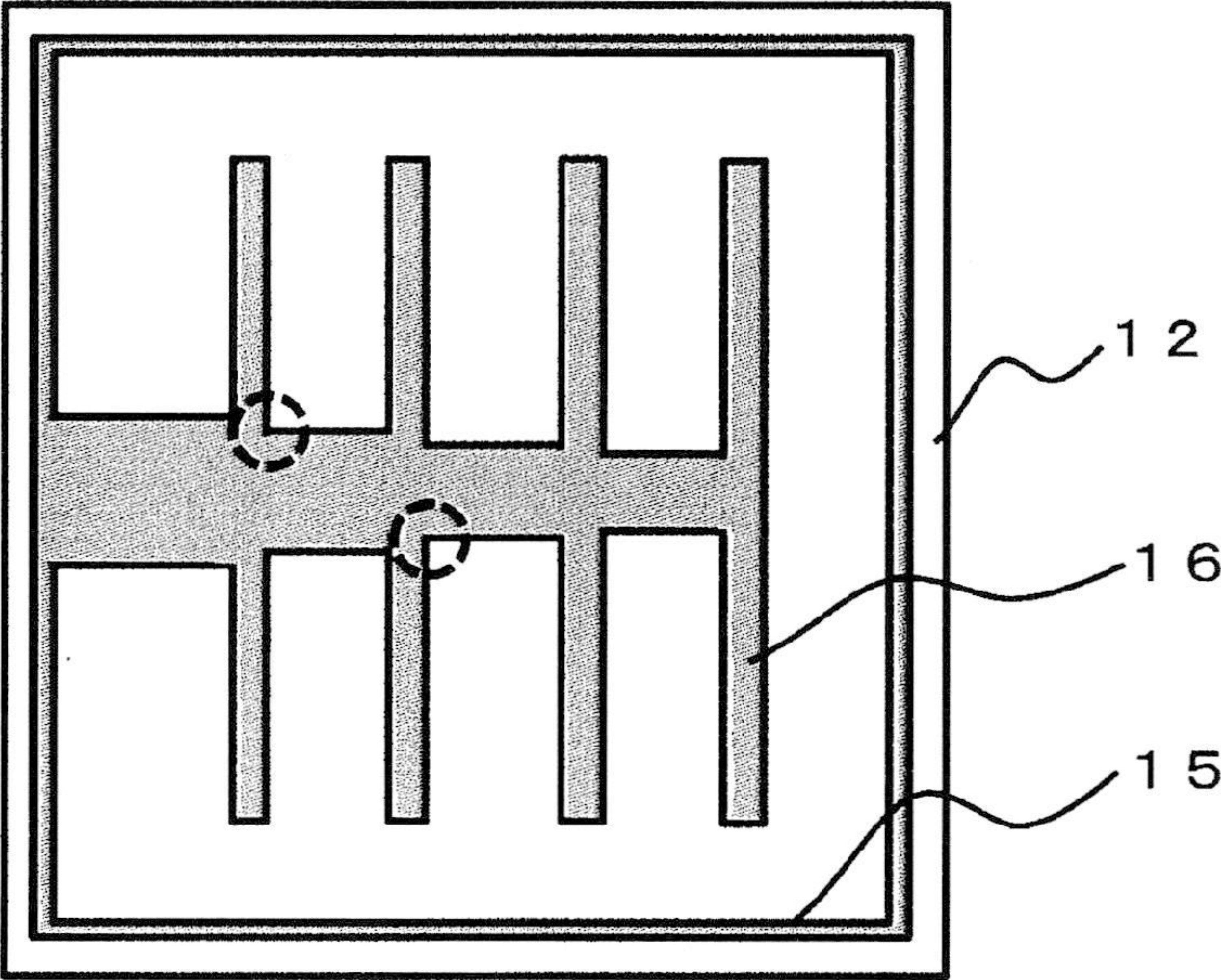
第 1C 圖



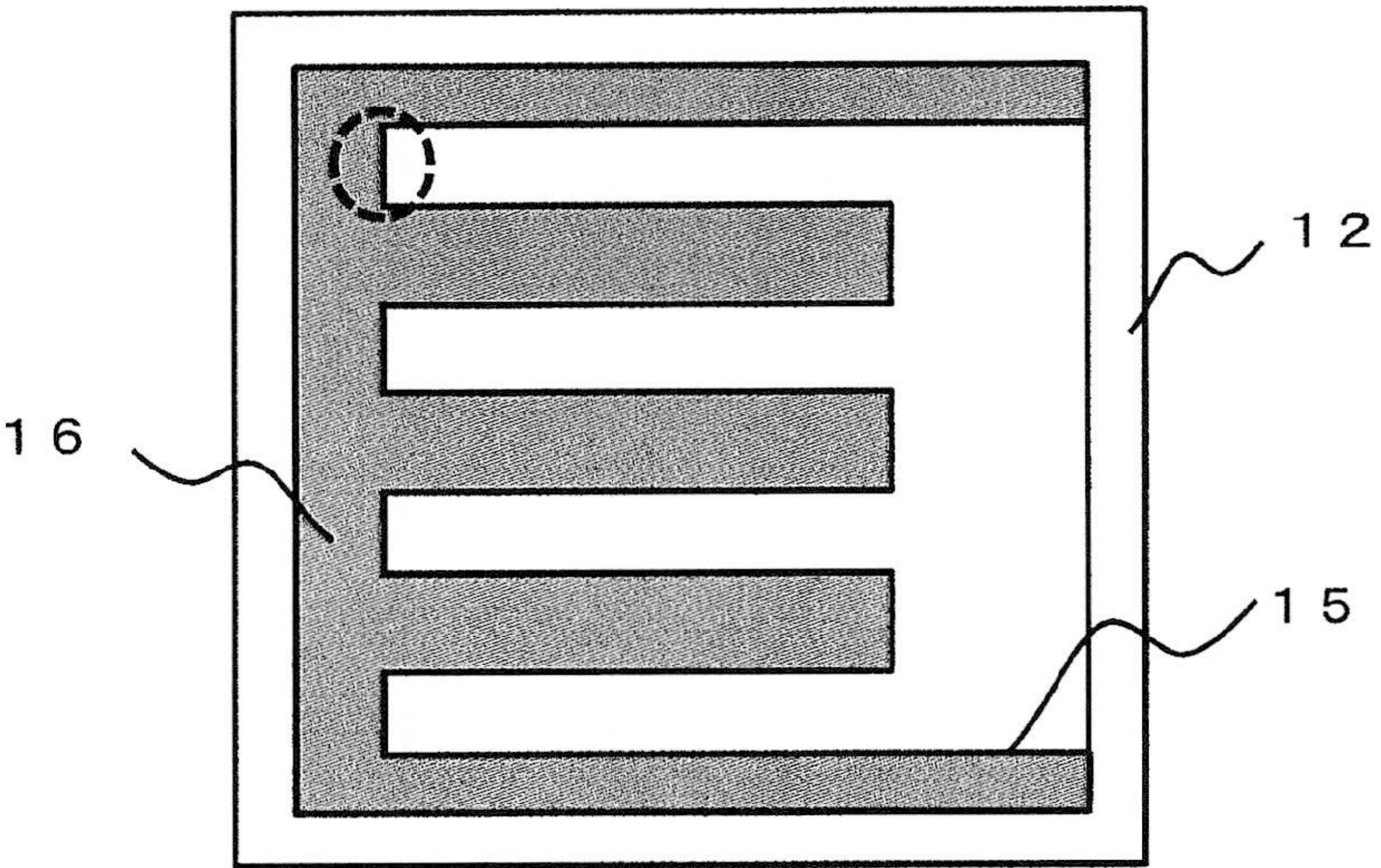
第 1D 圖



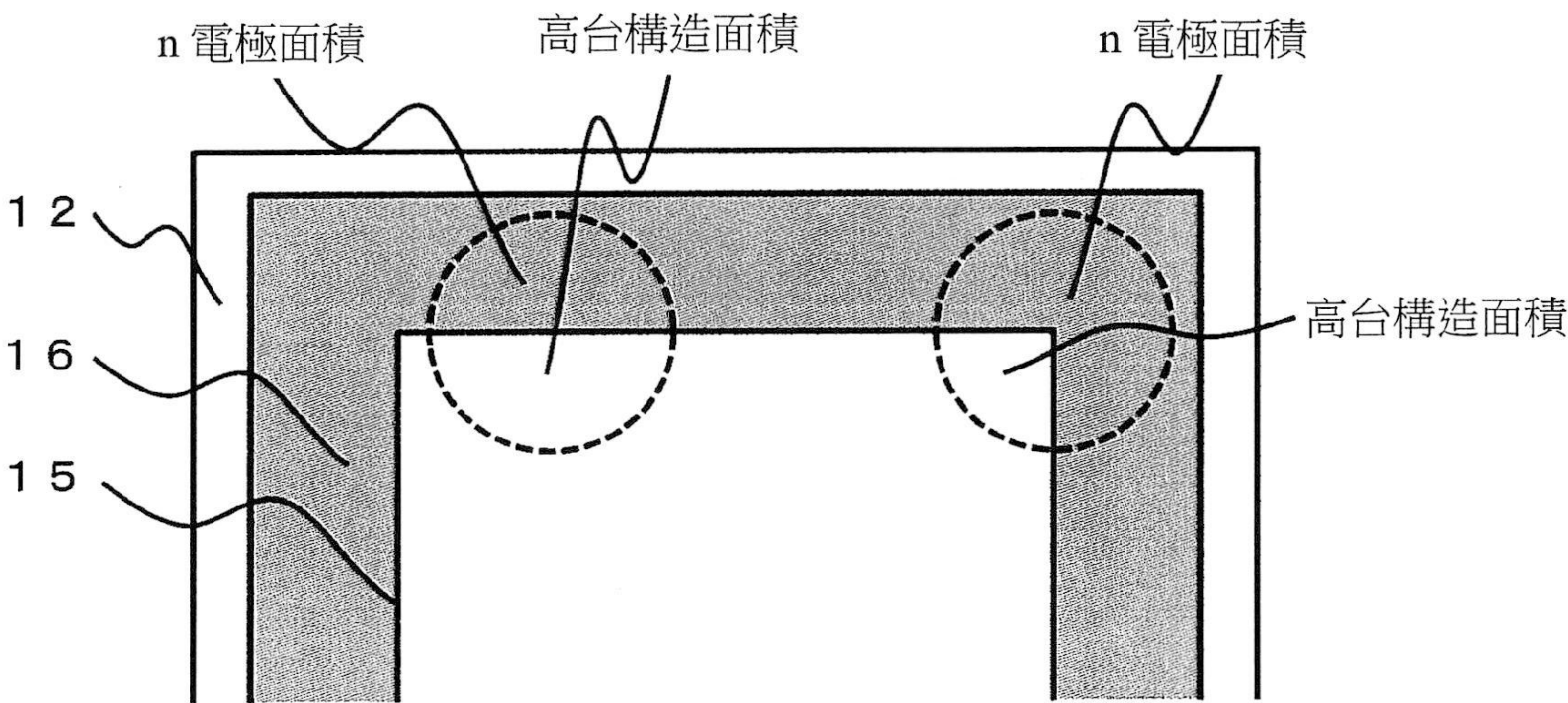
第 1E 圖



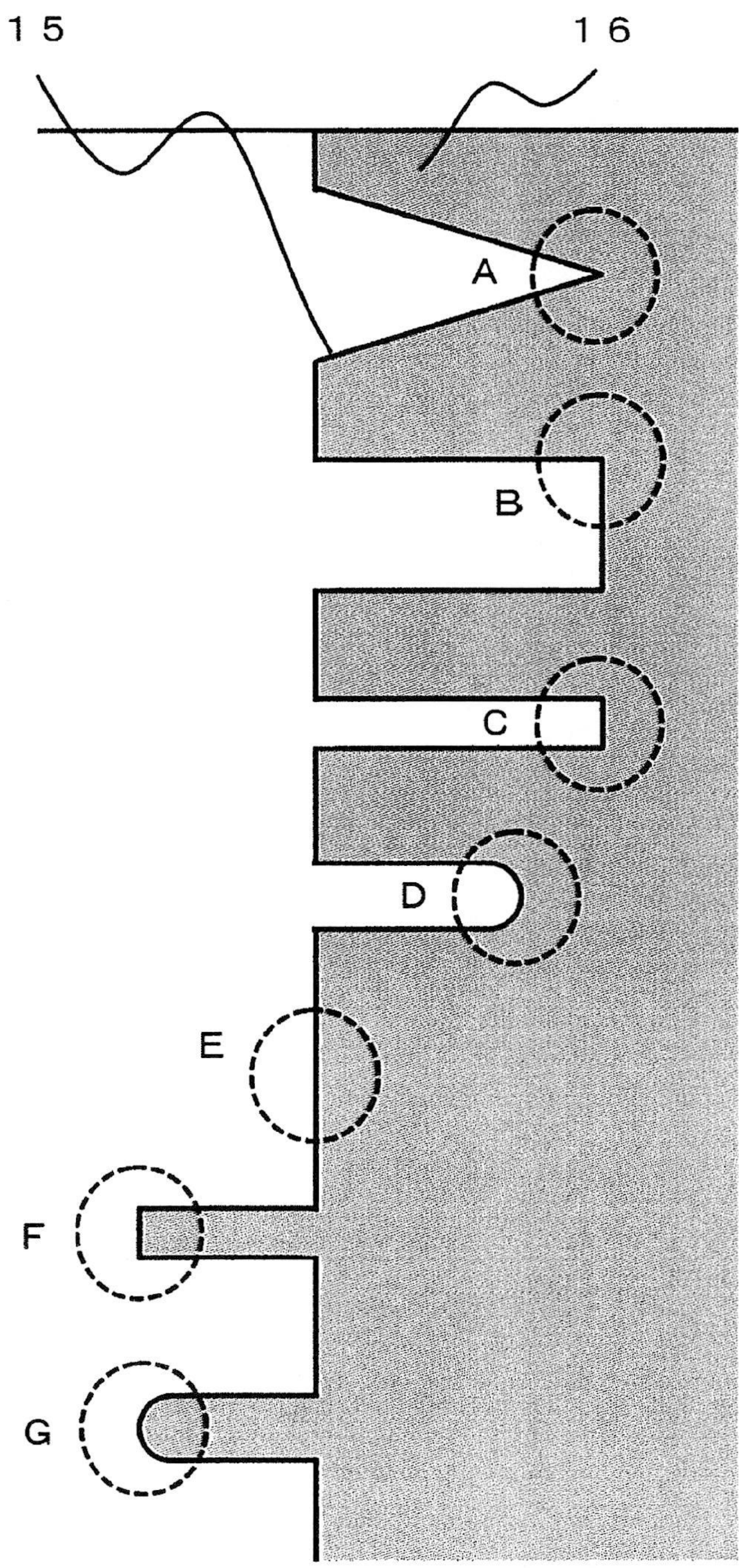
第 1F 圖



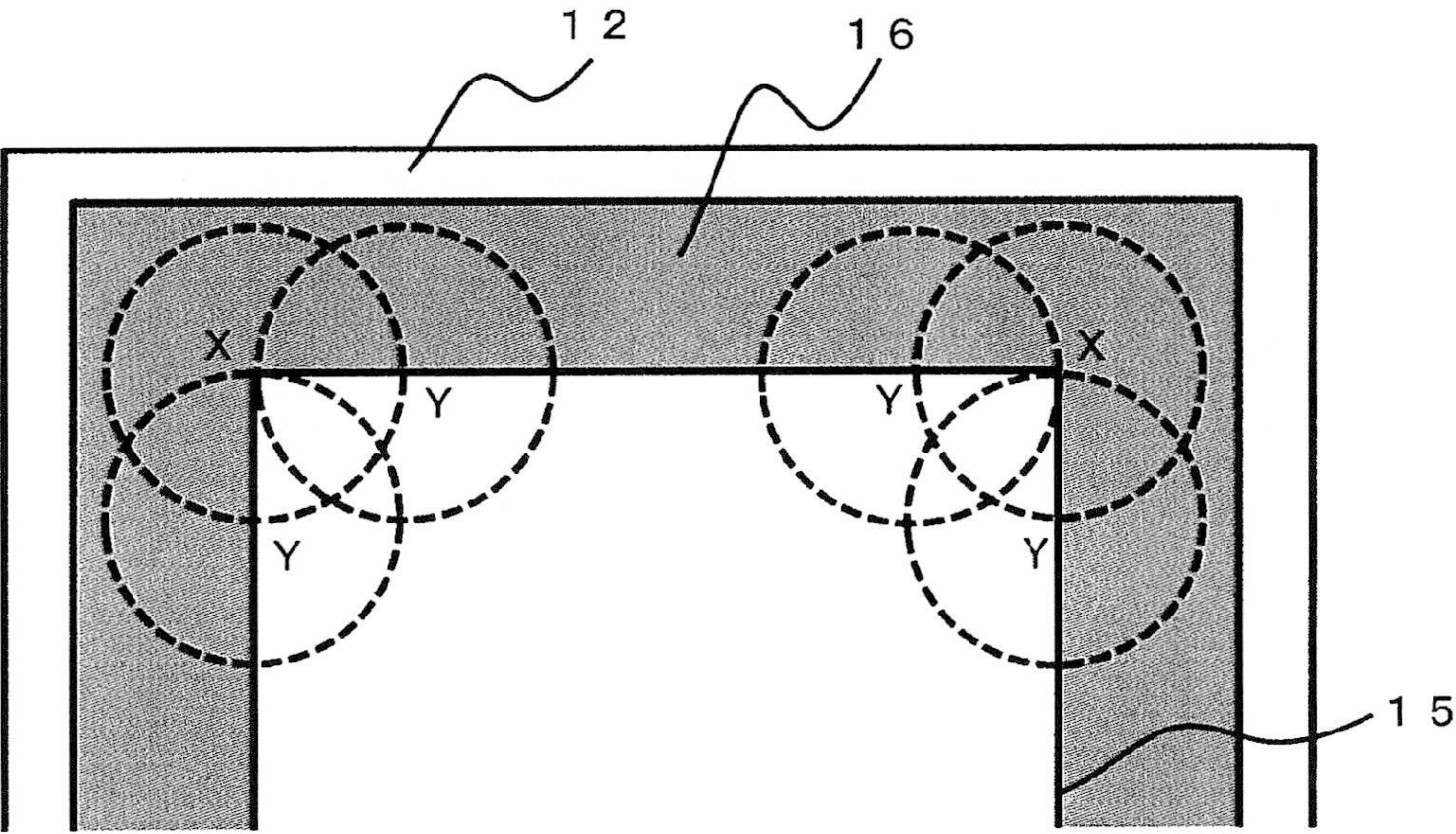
第 1G 圖



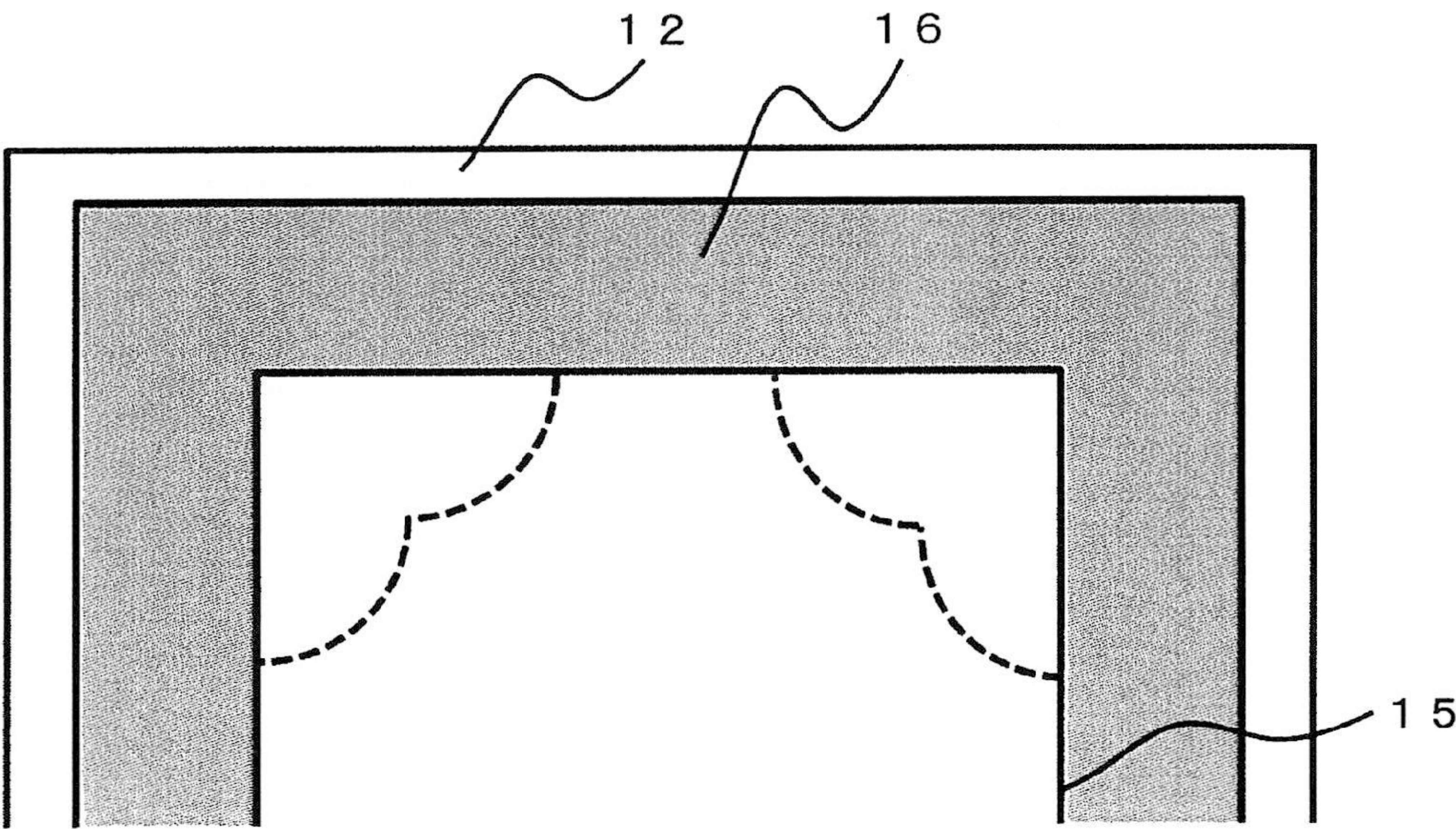
第 2 圖



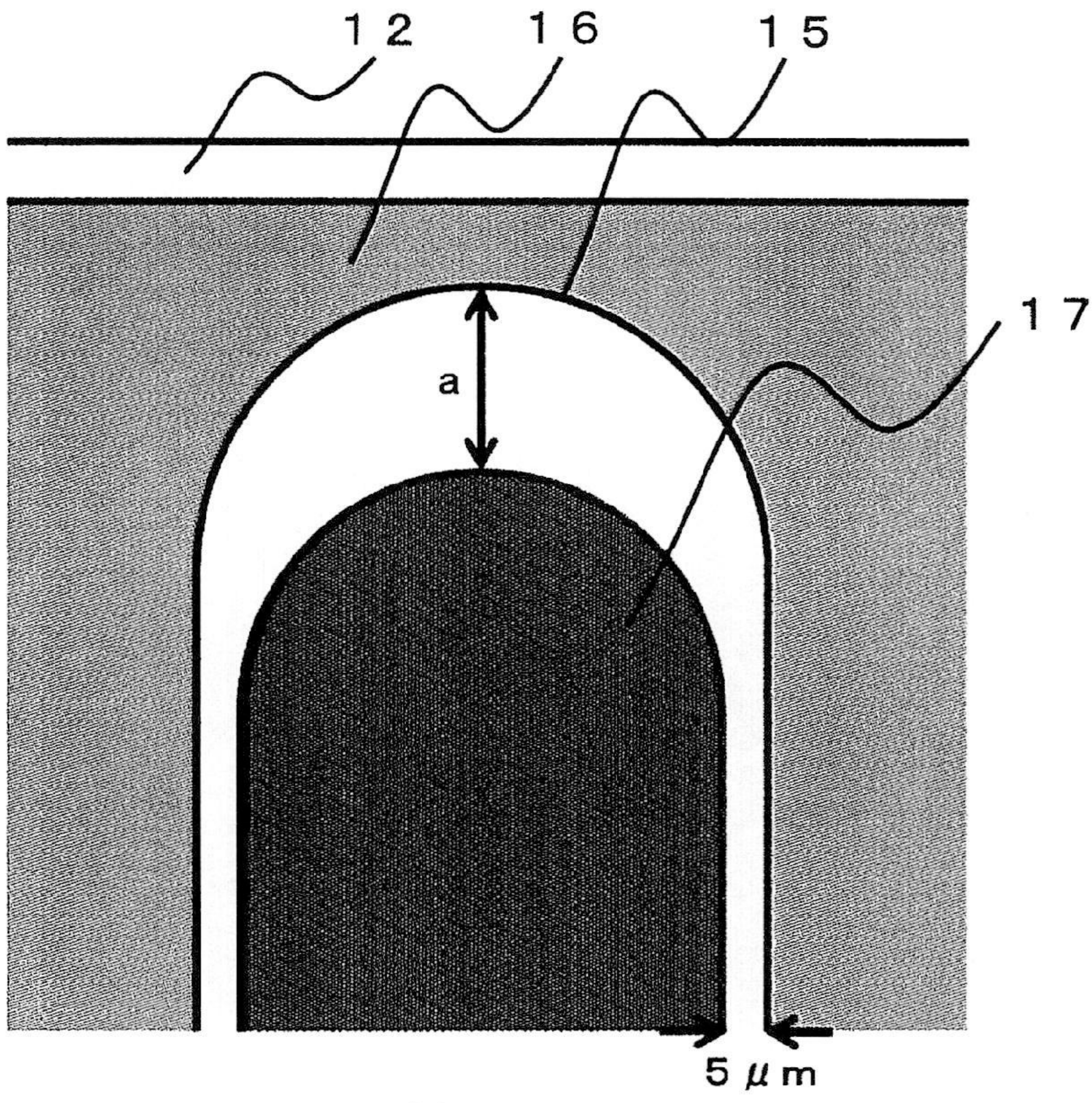
第3圖



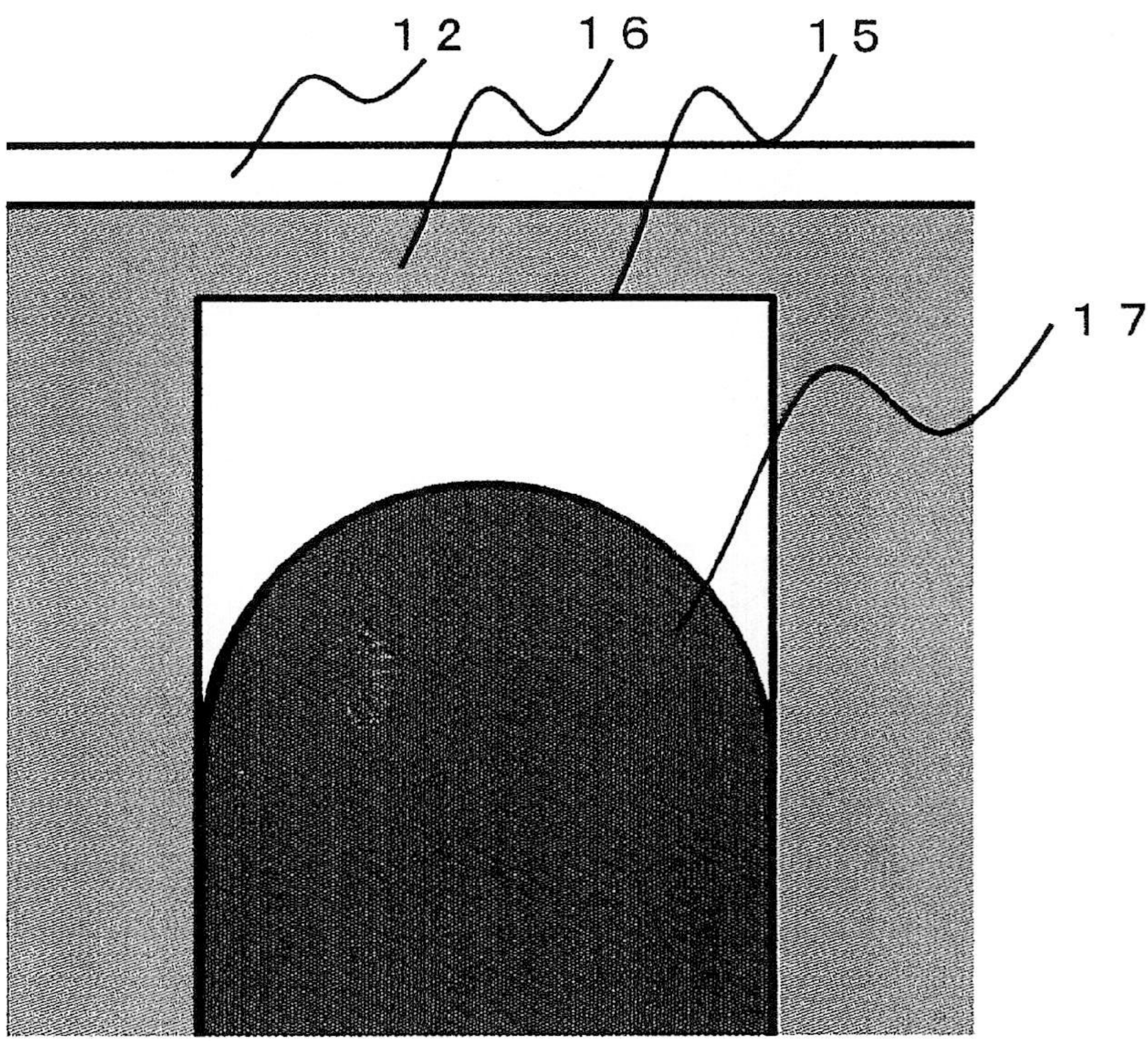
第 4A 圖



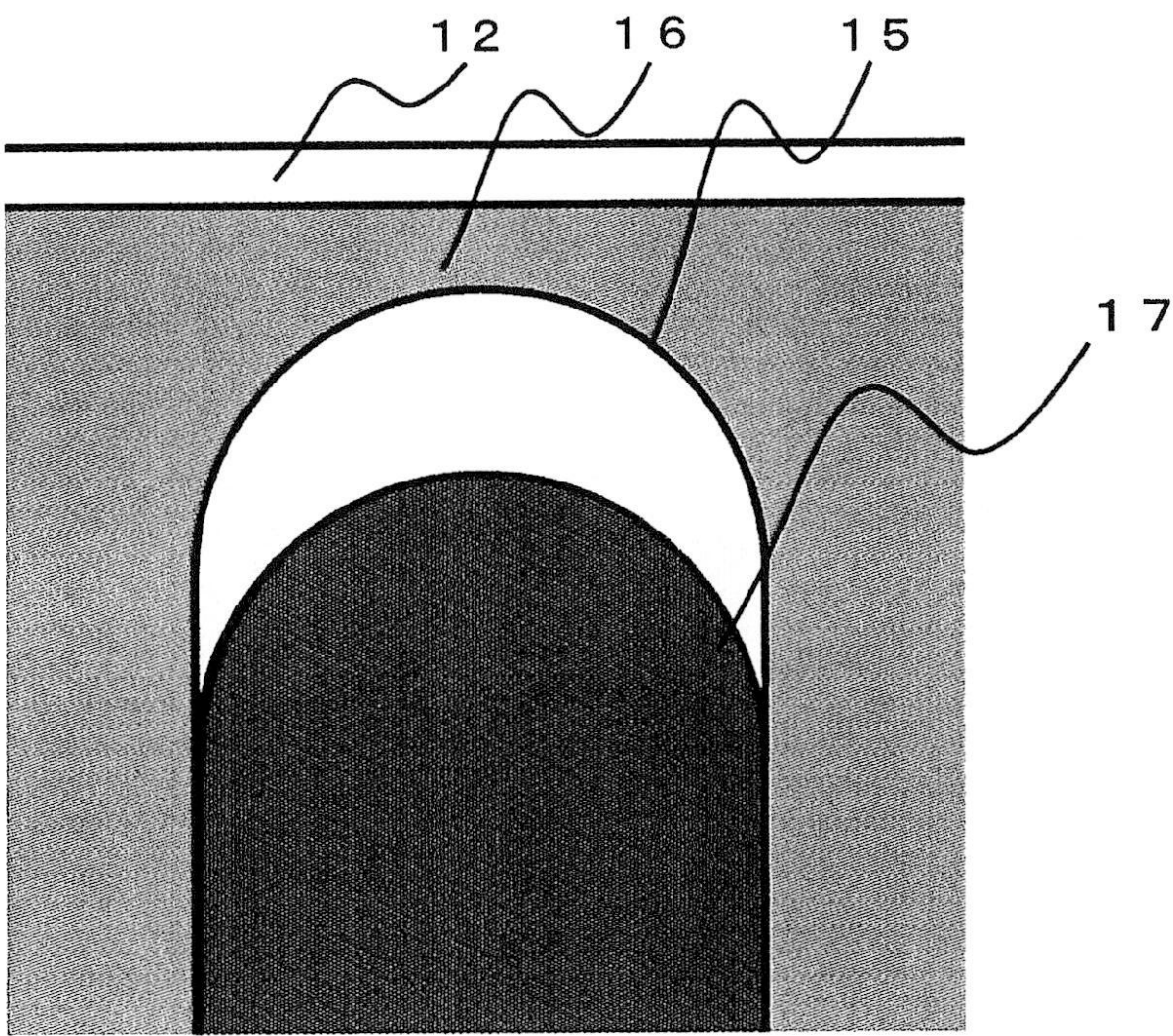
第 4B 圖



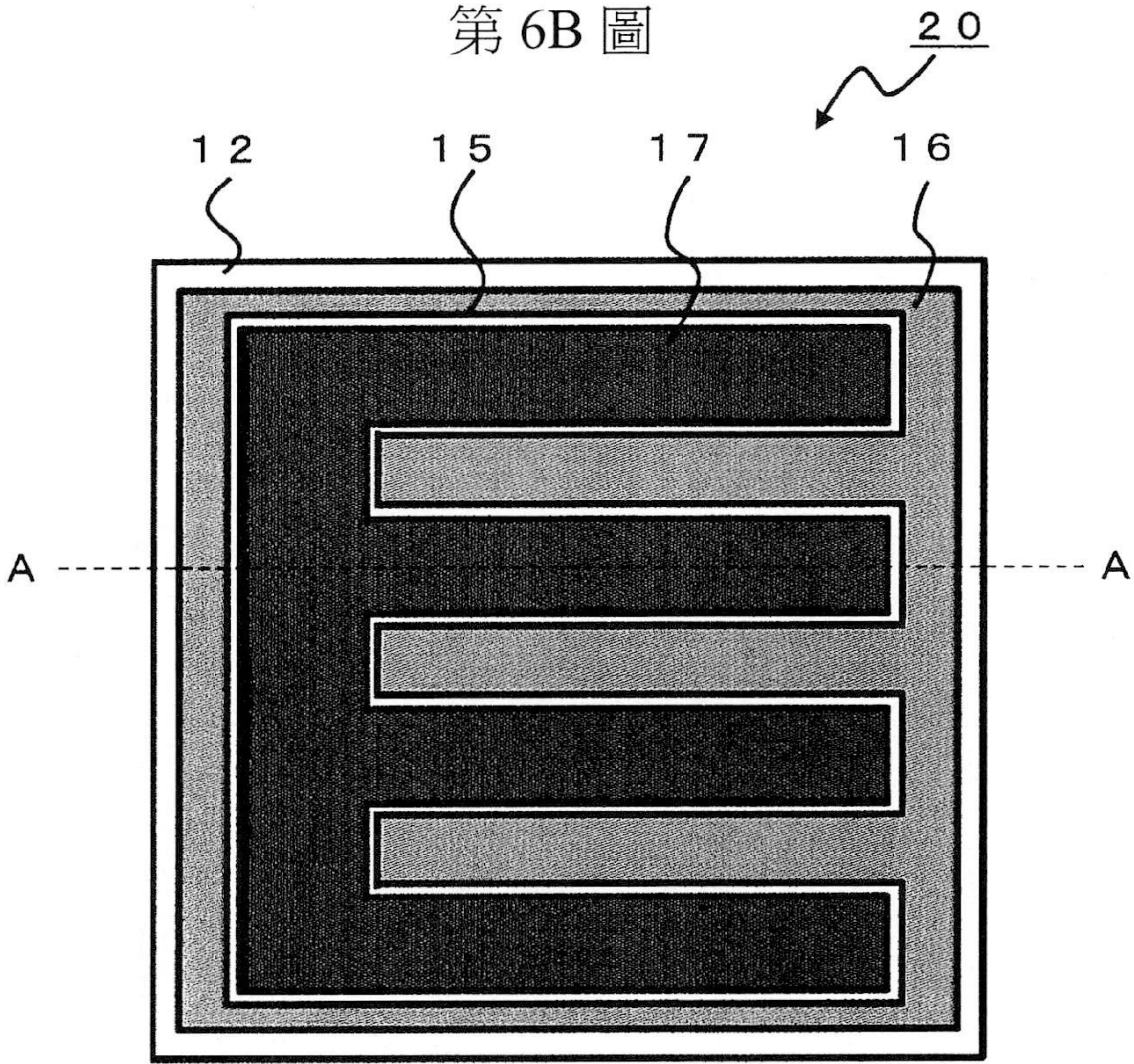
第 5 圖



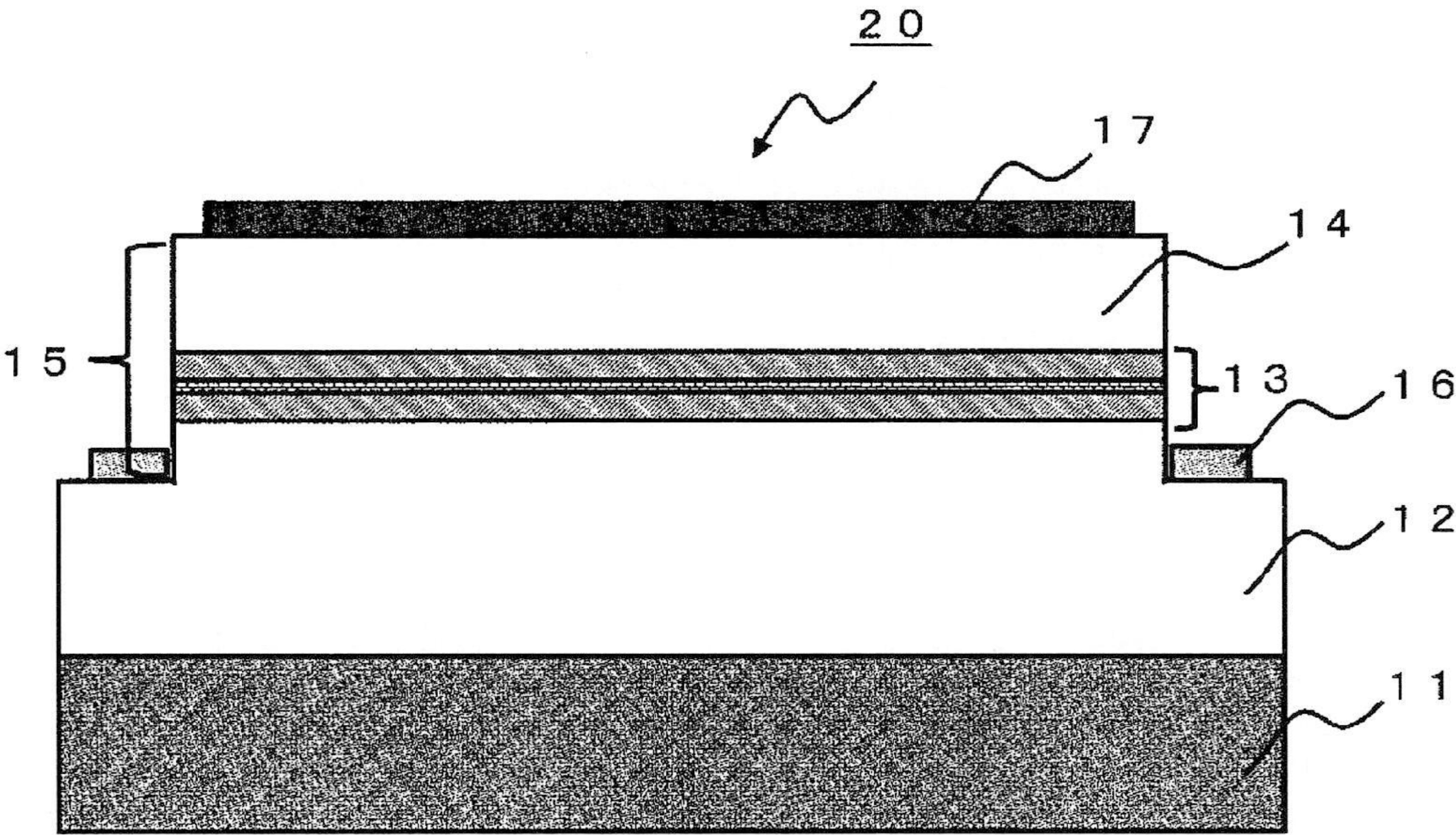
第 6A 圖



第 6B 圖



第 7A 圖



第 7B 圖