



(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 I593316 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：104123255

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 17 日

(51)Int. Cl. : **H05G1/08 (2006.01)****H05G1/04 (2006.01)****H05G1/32 (2006.01)**

(30)優先權：2014/07/18 日本

2014-147338

2015/07/03 日本

2015-134263

(71)申請人：佳能股份有限公司 (日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)

日本

(72)發明人：大橋康雄 OHASHI, YASUO (JP)；上田和幸 UEDA, KAZUYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200518154A

TW 200849307A

EP 2757570A2

EP 2887380A1

US 7180981B2

US 2012/0051496A1

審查人員：張正中

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：7 共 36 頁

(54)名稱

陽極、以及 X 射線產生管、X 射線產生設備與使用其的放射線攝影系統

ANODE, AND X-RAY GENERATING TUBE, X-RAY GENERATING APPARATUS, AND RADIOGRAPHY SYSTEM USING THE SAME

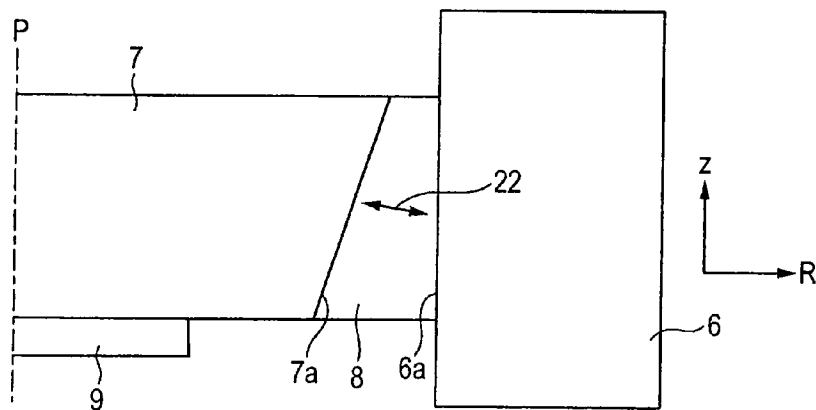
(57)摘要

接合材料(8)的厚度在正交於管狀陽極構件(6)的中央軸線(P)的徑向方向上變化，接合材料(8)被使用來在沿著中央軸線(P)的方向上接合用於支撐靶層(9)的穿透基板(7)以及管狀陽極構件(6)。因此，接合材料(8)的周邊拉伸應力被緩解的區域被形成在沿著中央軸線(P)的方向上，以防止裂痕在接合材料(8)中發展。

A thickness of a bonding material (8) is varied in a radial direction orthogonal to a central axis (P) of the tubular anode member (6), the bonding material (8) being used for bonding a transmitting substrate (7) for supporting a target layer (9) and a tubular anode member (6) in a direction along the central axis (P). Thus, a region in which a circumferential tensile stress of the bonding material (8) is alleviated is formed in the direction along the central axis (P) to prevent a crack from developing in the bonding material (8).

指定代表圖：

圖 2B



符號簡單說明：

6 . . . 管狀陽極構件

6a . . . 管狀陽極構件的內周表面

7 . . . 穿透基板

7a . . . 穿透基板的側表面

8 . . . 接合材料

9 . . . 靶層

22 . . . 拉伸應力

發明摘要

※申請案號：104123255

※申請日：104年07月17日

※IPC分類：

H05G 1/08 (2006.01)

H05G 1/04 (2006.01)

H05G 1/32 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

陽極、以及 X 射線產生管、X 射線產生設備與使用其
的放射線攝影系統

Anode, and X-ray generating tube, X-ray generating apparatus, and
radiography system using the same

【中文】

接合材料 (8) 的厚度在正交於管狀陽極構件 (6) 的中央軸線 (P) 的徑向方向上變化，接合材料 (8) 被使用來在沿著中央軸線 (P) 的方向上接合用於支撐靶層 (9) 的穿透基板 (7) 以及管狀陽極構件 (6)。因此，接合材料 (8) 的周邊拉伸應力被緩解的區域被形成在沿著中央軸線 (P) 的方向上，以防止裂痕在接合材料 (8) 中發展。

【英文】

A thickness of a bonding material (8) is varied in a radial direction orthogonal to a central axis (P) of the tubular anode member (6), the bonding material (8) being used for bonding a transmitting substrate (7) for supporting a target layer (9) and a tubular anode member (6) in a direction along the central axis (P). Thus, a region in which a circumferential tensile stress of the bonding material (8) is alleviated is formed in the direction along the central axis (P) to prevent a crack from developing in the bonding material (8).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2B)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

recess)

6：管狀陽極構件

6a：管狀陽極構件的內周表面

7：穿透基板

7a：穿透基板的側表面

8：接合材料

9：靶層

22：拉伸應力

【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)

陽極、以及 X 射線產生管、X 射線產生設備與使用其
的放射線攝影系統

Anode, and X-ray generating tube, X-ray generating apparatus, and
radiography system using the same

【技術領域】

[0001] 本發明關於被使用在 X 射線產生管中且包括
穿透靶之陽極，且還關於包括該陽極的 X 射線產生管、包
括該 X 射線產生管的 X 射線產生設備、以及包括該 X 射
線產生設備的放射線攝影系統。

【先前技術】

[0002] 已知包括穿透靶的穿透型 X 射線產生管。穿
透靶使用從其相對於電子束進入靶的側的一側發射的 X 射
線。穿透型 X 射線產生管可包括作為 X 射線產生管的端
窗(end window)的靶。這種穿透型 X 射線產生管所具有的
有利的特徵為，放射角度可變得更寬、散熱效能可變得更
高、且 X 射線產生設備可被小型化。在這種穿透型 X 射
線產生管中的靶經由接合材料(例如，形成在靶的周緣上
的銀硬焊材料)被氣密地接合到管狀陽極構件。

[0003] 在專利文獻 1 中，揭露了一種包括管狀陽極

構件的穿透型 X 射線產生管，管狀陽極構件具有帶分配 (distribution) 的開口直徑，且藉由管狀陽極構件來保持穿透靶。

[0004] 在這種包括穿透靶作為端窗的 X 射線產生管中，當 X 射線操作被反覆進行時，有時候無法得到所欲的管電流，且因此其難以確保必要的 X 射線輸出。已要求可得到穩定的 X 射線輸出的穿透型 X 射線產生管。

[引例列表]

[專利文獻]

[0005]

專利文獻 1：日本公開第 2013-51153 號專利申請案。

【發明內容】

[0006] 然而，在 X 射線產生管中，其 X 射線發射操作及停止被重複進行。在此 X 射線產生管的操作-停止 (operation-stoppage) 的循環中，在穿透基板和接合材料之間造成熱收縮量 (heat shrinkage amount) 的差異。因此，周邊拉伸應力沿著穿透基板的周緣作用在與穿透基板接觸的接合材料上。存在有拉伸應力超過接合材料的拉伸應力的情形，裂痕在接合材料中發展，且在 X 射線產生管中造成真空洩漏 (vacuum leakage)。

[0007] 本發明的目的在於，在包括透過接合材料接合在一起的穿透靶和管狀陽極構件的陽極中，抑制伴隨著

X 射線產生管的操作-停止的循環之真空洩漏的發生。本發明的另一目的在於提供一種 X 射線產生管，其包括高度可靠的陽極且可得到穩定的 X 射線輸出，以及在於提供一種 X 射線產生設備以及放射線攝影系統，其均為高度可靠的。

[問題的解決方案]

[0008] 根據本發明的第一態樣，提供一種陽極，包括：

穿透靶(transmission target)，包括：

靶層，用於經由電子束的照射產生 X 射線；及

穿透基板，用於支撐靶層，且供由靶層產生的 X 射線穿透；以及

管狀陽極構件，用於將穿透基板支撐在其管內周緣，

其中，穿透基板的側表面及管狀陽極構件的管內周緣

藉由接合材料被接合在一起，並且

其中，接合材料具有一厚度，其在沿著管狀陽極構件的管軸線的方向上變化。

[0009] 根據本發明的第二態樣，提供一種 X 射線產生管，包括：

管狀的絕緣管；

陰極，安裝在絕緣管的一端；

陽極，安裝在絕緣管的另一端；以及

電子放射源，佈置在絕緣管中且連接到陰極，

陽極為本發明之第一態樣的陽極。

[0010] 根據本發明的第三態樣，提供一種 X 射線產生設備，包括：

本發明之第二態樣的 X 射線產生管；以及

驅動電路，用於將管電壓(*tube voltage*)施加到 X 射線產生管的陰極及陽極。

[0011] 根據本發明的第四態樣，提供一種放射線攝影系統，包括：

本發明之第三態樣的 X 射線產生設備；

X 射線偵測裝置，用於偵測從 X 射線產生設備發出且通過主體的 X 射線；以及

系統控制裝置，用於整體地控制 X 射線產生設備及 X 射線偵測裝置。

[本發明的有利效果]

[0012] 在根據本發明的陽極中，將靶的穿透基板與管狀陽極構件接合的接合材料具有區域，在該區域中，在 X 射線產生管的操作-停止之循環中所造成的在周緣方向上的壓縮應力被緩解，且裂痕的發展被抑制。因此，在使用陽極的 X 射線產生管中，歸因於用於發射 X 射線的驅動的真空洩漏的發生被抑制，且提供了高度可靠的 X 射線產生管。此外，提供了高度可靠的 X 射線產生設備以及高度可靠的放射線攝影系統，X 射線產生設備以及放射線攝影系統的每一者均使用上述的 X 射線產生管。

[0013] 從以下參照附圖對例示性實施例的描述，本發明的更多特徵將變得清楚。

【圖式簡單說明】

[0014]

[圖 1A] 圖 1A 為用於示意性地顯示根據本發明的實施例之 X 射線產生管的結構之截面圖。

[圖 1B] 圖 1B 為圖 1A 所顯示的 X 射線產生管的陽極之部分放大截面圖。

[圖 2A] 圖 2A 為用於顯示在根據本發明的實施例之陽極中的接合材料中所造成的壓縮應力的部分平面圖。

[圖 2B] 圖 2B 為沿著根據本發明的實施例之陽極中的管狀陽極構件的中央軸線之部分截面圖，且為圖 1B 的放大圖。

[圖 2C] 圖 2C 為沿著根據本發明的實施例之陽極中的管狀陽極構件的中央軸線所取之部分截面圖，且為圖 1B 的放大圖。

[圖 3A] 圖 3A 為用於顯示根據本發明的陽極之接合材料中的變形的大小之接合材料的截面圖，且為沿著管狀陽極構件的中央軸線所取之截面圖。

[圖 3B] 圖 3B 為用於顯示在接合材料中所造成的壓縮應力之緩解區域的截面圖，且為沿著管狀陽極構件的中央軸線所取之截面圖。

[圖 4] 圖 4 為用於示意性地顯示根據本發明的另一實

施例之陽極的壓縮應力之結構與緩解效果之截面圖，且為沿著管狀陽極構件的中央軸線所取之截面圖。

[圖 5] 圖 5 為用於示意性地顯示根據本發明的又一實施例之陽極的壓縮應力之結構與緩解效果之截面圖，且為沿著管狀陽極構件的中央軸線所取之截面圖。

[圖 6] 圖 6 為用於示意性地顯示根據本發明的實施例之 X 射線產生設備的結構之截面圖。

[圖 7] 圖 7 為用於示意性地顯示根據本發明的實施例之放射線攝影系統的結構之方塊圖。

【實施方式】

[0015] 以下，參照附圖說明本發明的實施例，但本發明不限於這些實施例。注意，在本領域中的習知或公眾所周知的技術為可被應用到在此本文中未具體顯示或說明的部分。

[0016]

<X 射線產生管>

圖 1A 為用於示意性地顯示根據本發明的實施例之 X 射線產生管的結構之截面圖。如圖 1A 所示，本發明的 X 射線產生管 102 包括管狀的絕緣管 3、安裝在絕緣管 3 的一端之陰極 2、安裝在絕緣管 3 的另一端之陽極 1、以及佈置在絕緣管中且連接到陰極 2 的電子放射源 5。

[0017] 電子放射源 5 包括電子發射源 5a。陽極 1 在相對於電子發射源 5a 的位置處包括靶 10。根據本發明，

靶 10 為穿透靶，其包括用於經由入射電子束 11 的照射產生 X 射線的靶層 9、以及供在靶層 9 產生的 X 射線穿透的穿透基板 7。陽極 1 還包括管狀陽極構件 6，其為管狀的且將靶 10 的穿透基板 7 支撐在其管內周緣上。在此情況下，管狀陽極構件 6 經由陽極板 4 被安裝到絕緣管 3 的另一端。管狀陽極構件 6 和穿透基板 7 經由接合材料 8 被相互接合。

[0018] 在此結構中，當管電壓被施加於陰極 2 和陽極 1 之間時，電子束 11 從電子發射源 5a 被發射，且電子束 11 進入靶層 9 以產生 X 射線 12。

[0019] 要注意的是，包含在電子束 11 中的電子藉由電子放射源 5 和靶 10 之間的電場被加速為具有用於產生 X 射線 12 所需的人射能量(incident energy)。藉由以從下面所描述的驅動電路所輸出的管電壓 V_a 將電子放射源 5 定義在陰極電位以及將靶 10 定義在陽極電位，加速電場被形成在 X 射線產生管 102 中的完全封閉的空間中。

[0020] 根據本發明之 X 射線產生管 102 的主幹藉由絕緣管 3 而形成，絕緣管 3 被形成用於被定義在陰極電位的電子放射源 5 和被定義在陽極電位的靶 10 之間的電絕緣目的。絕緣管 3 由絕緣材料所形成，例如，玻璃材料或陶瓷材料。絕緣管 3 亦可具有定義出電子放射源 5 和靶層 9 之間的距離的作用。

[0021] 在 X 射線產生管 102 中的空間被減壓，使得電子放射源 5 作用。較佳的是，X 射線產生管 102 的內部

具有 10^{-8} Pa 或更多且 10^{-4} Pa 或更少的真空度，並且，從電子放射源 5 的壽命的觀點來看，更佳的是，真空度為 10^{-8} Pa 或更多且 10^{-6} Pa 或更少。較佳的是，作為真空容器，X 射線產生管 102 具有用於維持對抗大氣壓力的這種真空度以及耐久性的密封性。X 射線產生管 102 的內部可藉由，在使用真空泵(未示)經由排出管(未示)產生真空之後將排出管密封，而被減壓。此外，為了維持真空度的目的，可在 X 射線產生管 102 中佈置收氣劑(getter)(未示)。

[0022] 電子放射源 5 被佈置成為相對於靶 10 的靶層 9。作為電子放射源 5，例如，可使用鎢絲(tungsten filament)、像是浸漬陰極的熱陰極、或像是奈米碳管(carbon nanotube)的冷陰極。為了控制波束直徑、電子流密度、及電子束 11 的開/關的目的，電子放射源 5 可包括柵電極以及靜電透鏡電極(未示)。

[0023]

<陽極>

圖 1B 為圖 1A 所顯示的陽極 1 之部分放大截面圖。陽極 1 為根據本發明的實施例的陽極。在根據本發明的陽極中，靶 10 藉由透過接合材料 8 將作為靶 10 的支撐構件的管狀陽極構件 6 的管內周緣接合到被包含在靶 10 中的穿透基板 7 的側表面而被支撐。

[0024] 根據本發明的靶 10 為包括穿透基板 7 和靶層 9 的穿透靶。靶層 9 藉由與管電壓 V_a 一起適當地選擇被包含在靶層中的材料以及其厚度而被形成，以作為用於發

射必要種類的射線之 X 射線產生源。作為靶層的材料可包含，例如，具有 40 或更多的原子序(atomic number)之金屬材料(像是鉬、鉭、鎢等)。靶層 9 可藉由任意的膜形成方法，例如，氣相沉積或濺鍍，而被形成在穿透基板 7 上。

[0025] 穿透基板 7 由供透射高程度的 X 射線且為高度耐火的材料所形成，例如，鈹、天然金剛石或人造金剛石。在這些材料中，由高溫高壓合成法或化學氣相沉積所形成的人造金剛石從散熱性、再現性、均勻性、成本等的觀點來看為較佳的。穿透基板 7 不僅作用為用於使在靶層 9 產生的 X 射線穿透到 X 射線產生管 102 外的穿透窗，且亦作用為與其他構件一起形成真空容器的構件。

[0026] 較佳的是，穿透基板 7 為具有 2 mm 或更多且 10 mm 或更少的直徑之圓盤形狀。在穿透基板 7 上，靶層 9 被形成，必要的對焦直徑(focus diameter)可被形成在靶層 9 上。此外，在穿透基板 7 為長方體的情況下，上述的直徑之範圍可以用長方體的表面之較短側的長度和較長側的長度來替換。此外，更佳的是，穿透基板 7 的厚度為 0.3 mm 或更多且 4.0 mm 或更少。藉此，對抗大氣壓力的耐久性被維持，且仍可確保 X 射線 12 的穿透率。

[0027] 管狀陽極構件 6 不僅具有定義靶層 9 的陽極電位的功能，且還具有支撐靶 10 的功能。管狀陽極構件 6 經由電極(未示)電性連接到靶 10。此外，管狀陽極構件 6 及靶 10 的穿透基板 7 經由接合材料 8 被接合在一起。

[0028] 部件藉由接合材料 8 被接合在一起，接合材料 8 為，例如，像是銀硬焊材料、金硬焊材料或銅硬焊材料的各種類型的硬焊材料、焊料等。在這些材料中，銀硬焊材料為較佳的，其使得硬焊能夠在相對低的硬焊溫度，即使若真空容器被以高溫燒製，此相對低的硬焊溫度對於防止再熔解為足夠高的。

[0029] 此外，藉由以具有高比重(*specific gravity*)的材料來形成，管狀陽極構件 6 可具有阻擋 X 射線的功能。從縮減管狀陽極構件 6 的觀點來看，較佳的是，形成管狀陽極構件 6 的材料具有大的衰減係數(*attenuation coefficient*) μ/ρ [m^2/kg]及密度 [kg/m^3]，使得其乘積為大的。此外，從進一步縮減的觀點來看，較佳的是，根據從靶層 9 所產生的 X 射線 12 的種類，適當地選擇具有特定吸收邊源能量的金屬元素來作為形成管狀陽極構件 6 的材料。管狀陽極構件 6 可由銅、銀、鉬、鉭、鎢等的一者或至少兩者的合金所形成，且可包含與被包含在靶層 9 中的靶金屬相同的金屬元素。

[0030] 管狀陽極構件 6 為圍繞靶層 9 的管狀形狀，且因此作用為前屏蔽構件，其定義出從靶層 9 發射的 X 射線 12 的發射角之範圍。較佳的是，管狀陽極構件 6 為圓柱狀。此外，管狀陽極構件 6 作用為後擋件，其限制從靶層 9 朝向電子放射源 5 到達的反射及反向散射(*backscattered*)的電子(未示)或反向散射的 X 射線(未示)。

[第一實施例]

[0031] 說明根據本發明的第一實施例的陽極 1。此情況為管狀陽極構件 6 為圓柱狀且靶 10 的穿透基板 7 為圓盤形狀的情況，圓盤形狀與管狀陽極構件 6 的內周緣在平面圖中為同心圓。如圖 1B 所示，在本發明的陽極中，接合材料 8 具有在沿著管狀陽極構件 6 的中央軸線 P(以下稱為中央軸線 P)的方向上變化的厚度。注意，在本發明中，接合材料 8 的厚度為接合材料 8 在正交於管狀陽極構件 6 的中央軸線 P 的方向上的寬度，亦即，在此情況下，接合材料 8 在管狀陽極構件 6 的徑向方向上的寬度，以及，圖 1B 之圖紙在橫向方向上的寬度。注意，接合材料 8 在以中央軸線 P 為中心的周緣方向上具有均勻的厚度。

此外，管狀陽極構件 6 經由環形的接合材料 8 被接合到穿透基板 7。接合材料 8 沿著管狀陽極構件 6 的管軸線 Q 延伸，以圍繞管軸線 Q。本發明的作用機制在於沿著圍繞管軸線 Q 之環形的接合材料 8 所造成的拉伸應力藉由沿著管軸線 Q 局部地形成壓縮應力分量而被緩解。

管狀陽極構件 6 的中央軸線 P 在此亦可被說成是管狀陽極構件 6 的管軸線 Q 的部分。因此，僅顯示管狀陽極構件 6 的中央軸線 P，並省略管狀陽極構件 6 的管軸線 Q 的圖示。

[0032] 在本發明中，為了變化接合材料 8 的厚度，均作用為接合表面的穿透基板 7 的側表面 7a 和管狀陽極構件 6 的內周表面 6a 中的一者被相對於中央軸線 P 傾

斜。圖 1B 為穿透基板 7 的側表面 7a 被傾斜的情況之圖示，且接合材料 8 的厚度沿著中央軸線 P 在從靶層 9 朝向穿透基板 7 的方向上減少。此外，圖 1B 為穿透基板 7 的截面面積在正交於中央軸線 P 的方向上沿著中央軸線 P 在從靶層 9 朝向穿透基板 7 的方向上增加的形式之圖示。

[0033] 在本發明中，藉由在沿著中央軸線 P 的方向上形成接合材料 8 的厚度分布，當穿透基板 7 和管狀陽極構件 6 被接合在一起時、或當 X 射線被發射時所造成的接合材料 8 中的裂痕的發展被抑制。參照圖 2A 到圖 2C、圖 3A 及圖 3B 說明此作用機制。

[0034] 圖 2A 到圖 2C 為用於說明當接合材料 8 在高溫下被冷卻時在接合材料 8 中所造成的拉伸應力的示意圖。圖 2A 為當從圖紙的上方觀看圖 1B 時的部分平面圖，且圖 2B 和圖 2C 為圖 1A 的放大視圖。參照圖 2A 到圖 2C，z 方向為沿著中央軸線 P 的方向， θ 方向為環形地圍繞作為中心的中央軸線 P 的周緣方向，且 R 方向為從中央軸線 P 徑向地延伸的徑向方向。

[0035] 如圖 2A 所示，當熱的接合材料 8 的溫度下降時，由於穿透基板 7 和接合材料 8 的熱膨脹係數具有「穿透基板 7 < 接合材料 8」的關係，它們之間的差異在 θ 方向上造成拉伸應力 21，以作用於接合材料 8 上。假設拉伸應力 21 作用在接合材料 8 的整個周緣上，這導致裂痕在接合材料 8 中發展。

[0036] 如圖 2B 所示，同樣對於 R 方向，拉伸應力

22 作用在接合材料 8 上，且變形發生在接合材料 8 中。穿透基板 7 和管狀陽極構件 6 具有小於接合材料 8 的熱膨脹係數之熱膨脹係數，且因此，接合材料 8 無法在 R 方向上收縮。據此，無法減少拉伸應力 22。

[0037] 此外，如圖 2C 所示，拉伸應力 23 亦作用在 z 方向上。然而，接合材料 8 在 z 方向上的兩端為開放的，且沒有被綁定到穿透基板 7 和管狀陽極構件 6，且因此，接合材料 8 可在 z 方向上收縮。如圖 3A 所示，接合材料 8 以平面 25 為恢復平面(return plane)而被收縮，在平面 25 上，變形 31 為零。隨著離平面 25 的距離增加，變形 31 變得更大。因此，如圖 3A 中由 32a 和 32b 所表示的，收縮的接合材料 8 在 z 方向上的每一端為向內拉的曲面。

[0038] 接合材料 8 在 z 方向上的收縮根據帕桑比(Poisson's ratio)緩解在 θ 方向上的拉伸應力。應力 σ 由楊式模量(Young's modulus) $E(\text{Pa})$ 及接合材料 8 的變形因子 ϵ 的乘積表示，亦即， $\sigma = E\epsilon$ 。因此，應力 σ 的緩解量在接合材料 8 沿著 z 方向的兩端為大的，在此處，變形為大的以緩解在 θ 方向上的拉伸應力。在此情況下，根據本發明，接合材料 8 具有在 z 方向上的厚度分布，且因此，由收縮所緩解的應力 σ 的量在 z 方向上變化。

[0039] 在 z 方向上的變形為零的平面 25 由接合材料 8 被綁定到穿透基板 7 的側表面 7a 和管狀陽極構件 6 的內周表面 6a 之被接合區域的長度、以及由接合材料 8 未被綁定的開放區域的長度來決定。具體而言，在圖 2C 所

示之包括中央軸線 P 的虛擬平面上，在 z 方向上的變形為零的平面 25 為在平面 25 的一側上之被接合區域的長度和開放區域的長度之間的差異與在平面 25 的另一側上之被接合區域的長度和開放區域的長度之間的差異相同的平面。在圖 2c 所示的情況下， $a + c - e = b + d - f$ 且 $a/b = c/d$ 。因此，根據本發明，在接合材料 8 之厚度較大的側上，變形變得更大，且由收縮造成的壓縮應力 σ 因此變得更大，從而更加緩解 θ 方向上的拉伸應力。參照圖 3A 及圖 3B，由虛線圍繞的區域 33 為 θ 方向上的拉伸應力被更加緩解的區域。

具體而言，為了緩解接合材料 8 的周邊拉伸應力 21 的目的，接合材料 8 具有截面形狀，以導致沿著管狀陽極構件 6 的管軸線的至少一方向上的壓縮應力分量(例如，具有不同於其他截面的面積之面積的截面形狀)。

注意，在沿著管狀陽極構件 6 的管軸線的方向上，本實施例的接合材料 8 的兩端面並未與另一個構件接觸、被以具有小的剛性之薄板覆蓋、或與具有大於接合材料 8 的熱膨脹係數之熱膨脹係數的另一個構件接觸。

[0040] 在本發明中，藉由在 z 方向上於接合材料 8 中形成在 θ 方向上的拉伸應力被很大程度的緩解的區域，在接合材料 8 的該區域中之裂痕的發展可被抑制。

[0041] 此外，如圖 3B 所示，在此情況下，作為接合表面之穿透基板 7 的側表面 7a 被傾斜，且因此，由於接合材料 8 去收縮的力，由箭頭 34 所指示之沿著正交於側

表面 7a 的方向之力作用於側表面 7a 上。力可在側表面 7a 中被分為由箭頭 34a 所指示之沿著 R 方向的方向，以及由箭頭 34b 所指示之沿著 z 方向的方向。由箭頭 34b 所指示的方向為穿透基板 7 具有變形的彈性之方向。因此，在由箭頭 34b 所指示之方向上的接合材料 8 的變形進一步緩解了接合材料 8 在 θ 方向上的拉伸應力。

[0042] 此外，當根據本發明的陽極 1 被安裝到 X 射線產生管 102 時，靶層 9 被導向為朝向 X 射線產生管 102 的內部。X 射線產生管 102 的內部被減壓，且其外部處於被填滿絕緣流體的狀態，如同下面所說明的。因此，X 射線產生管 102 的外部相較於 X 射線產生管 102 的內部處於較高的壓力。故，由於 X 射線產生管 102 的內部和外部之間的壓力差，在如圖 3B 所示的箭頭 34b 所指示的方向上的力作用在穿透基板 7 上，且因此，進一步壓縮接合材料 8 的力作用。結果，接合材料 8 中之 θ 方向上的拉伸應力被進一步緩解。

[0043] 根據本發明，較佳的是，在 θ 方向上作用在接合材料 8 上的拉伸應力的緩解作用在 X 射線產生管 102 的內部作用成較大的程度。因此，較佳的是，接合材料 8 的厚度分布被形成為使得厚度在 z 方向上從靶層 9 朝向穿透基板 7 減少。

[0044] 如在圖 1A 到圖 3B 中所示之實施例的形式(其中，接合材料 8 的厚度分布被設定為使得 z 方向上的厚度從靶層 9 朝向穿透基板 7 減少)亦可藉由傾斜管狀陽極構

件 6 的內周表面 6a 來實施。圖 4 為本發明的這種實施例的截面圖。同樣在此情況下，類似於圖 1A 到圖 3B 中所示的情況， θ 方向上的拉伸應力被更加緩解的區域 36 被形成在接合材料 8 中於其較大的厚度側上。同樣在此情況下，接合材料 8 的收縮造成由箭頭 35 所指示之沿著正交於管狀陽極構件 6 的內周表面 6a 之方向的力去作用在管狀陽極構件 6 的內周表面 6a 上。力的方向可被分為由箭頭 35a 及箭頭 35b 所指示的方向。然而，即使當箭頭 35b 的方向上的力作用在管狀陽極構件 6 上時，管狀陽極構件 6 不會在壓縮接合材料 8 的方向上移動，且因此，無法得到穿透基板 7 之如圖 3B 所示之去壓縮接合材料 8 的作用。此外，穿透基板 7 的側表面 7a 為與中央軸線 P 平行的，且因此，也無法得到穿透基板 7 因 X 射線產生管 102 的內部和外部之間的壓力差而去壓縮接合材料 8 的作用。

[0045] 然而，在圖 4 所示的情況下，得到因穿透基板 7 與管狀陽極構件 6 之間的接合表面的長度差的效果。如圖 4 所示，在此情況下，於包括中央軸線 P 的虛擬平面上，穿透基板 7 的側表面 7a 的長度 g 小於管狀陽極構件 6 與接合材料 8 的被接合區域之長度 h。在穿透基板 7、管狀陽極構件 6 以及接合材料 8 的正常材料的組合中，熱膨脹係數滿足「穿透基板 7 < 管狀陽極構件 6 < 接合材料 8」的關係，且在管狀陽極構件 6 的被接合區域中的熱膨脹係數之差小於在穿透基板 7 的被接合區域中的熱膨脹係數之差。在圖 4 所示的情況下，穿透基板 7 的被接合區域

(在此區域中，由於熱膨脹係數的差，較容易觀察到像是接合材料 8 的剝離或裂痕的發展的損害)短於管狀陽極構件 6 的被接合區域，且因此，相較於反過來的情況，較不容易觀察到接合材料 8 的損害。

[0046] 根據本發明，用於得到效果之材料的組合為，將鑽石用於穿透基板 7、將鎢或銅用於管狀陽極構件 6、以及將硬焊材料用於接合材料 8。

[0047] 根據本發明，從強化 X 射線產生管 102 的可靠性的觀點，較佳的是，在較靠近 X 射線產生管 102 的內部的位置形成區域 33 和 36，在區域 33 和 36 中，在 θ 方向上的接合材料 8 中的拉伸應力被更加地緩解。因此，較佳的是，在沿著管狀陽極構件 6 的中央軸線 P 的方向上，以及在從靶層 9 朝向穿透基板 7 的方向上，減少接合材料 8 的厚度。

[0048] 此外，在此情況下，有鑑於製造效率和效果，接合材料 8 的最厚部分的厚度 $t_{\max}$ 對最薄部分的厚度 $t_{\min}$ 的比率 $t_{\max}/t_{\min}$ 較佳為 1.05 或更多且 1.90 或更少，且更佳為 1.20 或更多且 1.70 或更少。在圖 1A 到圖 3B 所顯示的形式中，圖 2C 中所顯示的 e 及 f 分別為 $t_{\min}$ 及 $t_{\max}$ 。

[第二實施例]

[0049] 圖 5 為用於示意性地顯示根據本發明的另一例示性實施例的陽極的結構之部分截面圖。在本實施例

中，穿透基板 7 具有用於支撐靶層 9 的支撐表面 7b。此外，管狀陽極構件 6 具有用於支撐穿透基板 7 的管內周緣。此外，本實施例的管狀陽極構件 6 包括環形突出部 41，環形突出部 41 沿著管徑向方向從管內周緣向內突出，此為本實施例的管狀陽極構件不同於參照圖 1A 到圖 3B 所說明的第一實施例的管狀陽極構件的點。環形突出部 41 具有相對於支撐表面 7b 的周緣的軸承表面 41a。接合材料 8 從在管軸向方向中的沿著管軸線的方向在側表面 7a 和管內周緣 6a 之間的間隙延伸到在管徑向方向(區域 43)中的沿著管徑向方向在支撐表面 7b 的周緣和軸承表面 41a 之間的間隙。注意，在此情況下，管狀陽極構件 6 為圓柱形的，且因此，環形突出部 41 的內直徑小於管內周緣的內直徑。

[0050] 如同參照圖 3A 及 3B 所說明的，在收縮過程中接合材料 8 使沿著垂直於側表面 7a 的方向之由箭頭 44 所指示的力去作用在穿透基板 7 的傾斜的側表面 7a 上，且由箭頭 44b 所指示的力作用在穿透基板 7 上。注意，類似於圖 3B 所示的情況，箭頭 44 指示在水平方向上的力分量(由箭頭 44a 所指示)以及在垂直方向上的力分量(由箭頭 44b 所指示)的合力(resultant force)。當接合材料 8 在收縮過程中時，穿透基板 7 被壓向靶層 9 側，且穿透基板 7 的支撐表面 7b 的周緣將接合材料 8 壓向軸承表面 41a。在此，由穿透基板 7 的支撐表面 7b 的周緣所抵壓的接合材料 8 使壓縮應力根據接合材料 8 的帕桑比去作用在 θ 方向

上，且因此，在 θ 方向上所造成的拉伸應力在區域 43 中被緩解。

[0051] 此外，在圖 5 所示的情況下，亦可得到緩解歸因於參照圖 3B 所描述之 X 射線產生管 102 的內部和外部之間壓力上的差異而導致的在 θ 方向上的拉伸應力的作用。此外，類似於圖 4 所示的情況，當管狀陽極構件 6 的被接合區域之長度($h1+h2$)大於穿透基板 7 的被接合區域之長度($g1+g2$)時，且當在穿透基板 7、管狀陽極構件 6 以及接合材料 8 的組合中的熱膨脹係數滿足“穿透基板 7 < 管狀陽極構件 6 < 接合材料 8”的關係時，可減少接合材料 8 的損害。

[0052] 在此範例中，接合材料 8 在 θ 方向上的拉伸應力於其中更為緩解的區域 43 被形成在更靠近 X 射線產生管 102 的內部的位置，且因此，X 射線產生管 102 的可靠度可被進一步地強化。

[0053] 同樣在此情況下，有鑑於製造效率及效果，在穿透基板 7 的側表面 7a 和管狀陽極構件 6 的內周表面 6a 彼此相對的區域內，接合材料 8 的最厚部分的厚度 t_{max} 對最薄部分的厚度 t_{min} 的比率 t_{max}/t_{min} 較佳為 1.05 或更多且 1.90 或更少，且更佳為 1.20 或更多且 1.70 或更少。

[0054] 在上述的第一和第二實施例中，管狀陽極構件 6 被描述為在周緣方向上具有高連續性的圓柱形狀，然而，根據本發明的管狀陽極構件 6 不限於圓柱形狀。截面

為多邊形形狀之具有開口的形式(未示)亦落在本發明的範疇內。根據本發明，當管狀陽極構件為圓柱形時，藉由接合材料沿著管軸線方向的厚度分布來減少拉伸應力的效果可在整個周緣方向上被產生，其為較佳的。

[0055]

<X 射線產生設備>

圖 6 為用於示意性地顯示根據本發明的實施例之 X 射線產生設備的結構之截面圖。根據本發明的 X 射線產生設備 101 具有包括使用根據本發明的陽極 1 的 X 射線產生管 102、以及用於將管電壓施加到 X 射線產生管 102 的陰極 2 和陽極 1 的驅動電路 103 的特徵。

[0056] 在此情況下，X 射線產生設備 101 在具有 X 射線穿透窗 121 的容器 120 中包括作為 X 射線源的本發明的 X 射線產生管 102、以及用於輸出要被施加在 X 射線產生管 102 的陰極 2 和陽極 1 之間的管電壓的驅動電路 103。

[0057] 所期望的是，用於容納 X 射線產生管 102 及驅動電路 103 的容器 120 對於容器具有足夠的強度，且具有優異的散熱效能，並且，像是銅、鐵或不鏽鋼的金屬材料被適當地使用作為容器的材料。

[0058] 在此情況下，除了佈置 X 射線產生管 102 和驅動電路 103 所需的空間外，在容器 120 中的空間被填滿絕緣流體 109。可為液體或氣體的絕緣流體 109 具有電絕緣特性，且扮演在維持容器 120 的電絕緣中的角色以及作

為 X 射線產生管 102 的冷卻媒介的角色。較佳的是，當使用絕緣液體時，使用像是礦物油、矽油(silicone oil)或全氟油(perfluoro oil)的電絕緣油。

[0059]

<放射線攝影系統>

圖 7 為用於示意性地顯示根據本發明的實施例之放射線攝影系統的結構之方塊圖。

[0060] 系統控制裝置 202 以協調的方式控制 X 射線產生設備 101 以及其他相關的設備。驅動電路 103 在系統控制裝置 202 的控制下輸出各種類型的控制信號到 X 射線產生管 102。從 X 射線產生設備 101 發射的 X 射線 12 的放射狀態受到控制信號的控制。從 X 射線產生設備 101 發射的 X 射線 12 通過主體 204，以從而由 X 射線偵測裝置 206 進行偵測。X 射線偵測裝置 206 將偵測到的 X 射線轉換成影像信號並將影像信號輸出到信號處理部分 205。在系統控制裝置 202 的控制下，信號處理部分 205 對影像信號施加預定的信號處理，並將經處理的影像信號輸出到系統控制裝置 202。根據經處理的影像信號，系統控制裝置 202 輸出顯示信號到顯示裝置 203，用於在顯示裝置 203 上顯示影像。顯示裝置 203 根據顯示信號將主體 204 的影像顯示在螢幕上。

[0061] 雖然已經參照例示性實施例描述了本發明，應當理解的是，本發明不侷限於所揭露的例示性實施例。以下申請專利範圍的範疇應被賦予最寬廣的解釋，以使其

涵蓋所有這樣的變型以及相等結構和功能。

【符號說明】

[0062]

- 1：陽極
- 2：陰極
- 3：絕緣管
- 4：陽極板
- 5：電子放射源
- 5a：電子發射源
- 6：管狀陽極構件
- 6a：管狀陽極構件的內周表面
- 7：穿透基板
- 7a：穿透基板的側表面
- 7b：穿透基板的支撐表面
- 8：接合材料
- 9：靶層
- 10：穿透靶
- 11：電子束
- 12：X射線
- 21, 22, 23：拉伸應力
- 25：平面
- 31：變形
- 32a, 32b：端

33：區域

34, 34a, 34b：箭頭

35, 35a, 35b：箭頭

36：區域

41：環形突出部

41a：軸承表面

43：區域

44, 44a, 44b：箭頭

101：X 射線產生設備

102：X 射線產生管

103：驅動電路

109：絕緣流體

120：容器

121：X 射線穿透窗

202：系統控制裝置

203：顯示裝置

204：主體

205：信號處理部分

206：X 射線偵測裝置

P：中央軸線

申請專利範圍

1. 一種陽極，包括：

 穿透靶，包括：

 靶層，用於經由電子束的照射產生 X 射線；及

 穿透基板，用於支撐該靶層，且供由該靶層產生的該 X 射線穿透；以及

 管狀陽極構件，用於將該穿透基板支撐在其管內周緣，

 其中，該穿透基板的側表面及該管狀陽極構件的該管內周緣藉由接合材料被接合在一起，並且

 其中，該接合材料具有一厚度，該厚度在沿著該管狀陽極構件的管軸線的方向上變化。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該接合材料的該厚度在沿著該管狀陽極構件的該管軸線的方向上以及在從該靶層朝向該穿透基板的方向上減少。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，

 其中，該穿透基板包括用於支撐該靶層的支撐表面，

 其中，該管狀陽極構件包括環形突出部，該環形突出部從該管內周緣向內突出，用於支撐該穿透基板，該環形突出部包括相對於該支撐表面的周緣的軸承表面，並且

 其中，該接合材料從沿著管軸向方向在該側表面和該管內周緣之間間隙延伸到沿著管徑向方向在該軸承表面和該支撐表面的該周緣之間間隙。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，

其中，該接合材料的該厚度在沿著該管狀陽極構件的該管軸線的該方向上以及在從該靶層朝向該穿透基板的方向上減少，並且

其中，該穿透基板正交於該管狀陽極構件的該管軸線之截面面積在沿著該管狀陽極構件的該管軸線的方向上、以及在從該靶層朝向該穿透基板的該方向上增加。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該穿透基板、該管狀陽極構件以及該接合材料的熱膨脹係數滿足穿透基板 < 管狀陽極構件 < 接合材料的關係。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的陽極，其中，在包括該管狀陽極構件的該管軸線的虛擬平面上，該穿透基板和該接合材料之間的被接合區域的長度小於該管狀陽極構件和該接合材料之間的被接合區域的長度。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該接合材料包括硬焊材料。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該穿透基板包括鑽石。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該管狀陽極構件包括鎢及銅中的一者。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該接合材料最厚的部分的厚度（ $t_{\max}$ ）對於最薄的部分的厚度（ $t_{\min}$ ）之比率（ $t_{\max}/t_{\min}$ ）為不小於 1.05 且不大於 1.90，該接合材料被佈置在該穿透基板的該側表面與該管狀陽極構件的該管內周緣彼此相對的區域中。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該接合材料最厚的部分的厚度（ $t_{\max}$ ）對於最薄的部分的厚度（ $t_{\min}$ ）之比率（ $t_{\max}/t_{\min}$ ）為不小於 1.20 且不大於 1.70，該接合材料被佈置在該穿透基板的該側表面與該管狀陽極構件的該管內周緣彼此相對的區域中。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述的陽極，其中，該管狀陽極構件為圓柱狀，且該穿透基板為圓盤形狀。

13. 一種 X 射線產生管，包括：

管狀的絕緣管；

陰極，安裝在該絕緣管的一端；

陽極，安裝在該絕緣管的另一端；以及

電子放射源，佈置在該絕緣管中且連接到該陰極，

該陽極包括如申請專利範圍第 1 至 12 項中的任一項之陽極。

14. 一種 X 射線產生設備，包括：

如申請專利範圍第 13 項之 X 射線產生管；以及

驅動電路，用於將管電壓施加到該 X 射線產生管的該陰極及該陽極。

15. 一種放射線攝影系統，包括：

如申請專利範圍第 14 項之 X 射線產生設備；

X 射線偵測裝置，用於偵測從該 X 射線產生設備發出且通過主體的 X 射線；以及

系統控制裝置，用於整體地控制該 X 射線產生設備及該 X 射線偵測裝置。

16. 一種陽極，包括：

穿透靶，包括：

靶層，用於經由電子束的照射產生 X 射線；及

穿透基板，用於支撐該靶層，且供由該靶層產生的該 X 射線穿透；以及

管狀陽極構件，用於將該穿透基板支撐在其管內周緣，

其中，該穿透基板的側表面及該管狀陽極構件的該管內周緣藉由接合材料被接合在一起，

其中，該接合材料具有截面形狀，以在沿著該管狀陽極構件的管軸線的方向上造成壓縮應力分量（compressive stress component），使得該接合材料的周邊拉伸應力（circumferential tensile stress）被緩解。

17. 一種 X 射線產生管，包括：

管狀的絕緣管；

陰極，安裝在該絕緣管的一端；

陽極，安裝在該絕緣管的另一端；以及

電子放射源，佈置在該絕緣管中且連接到該陰極，

該陽極包括如申請專利範圍第 16 項之陽極。

18. 一種 X 射線產生設備，包括：

如申請專利範圍第 17 項之 X 射線產生管；以及

驅動電路，用於將管電壓施加到該 X 射線產生管的該陰極及該陽極。

19. 一種放射線攝影系統，包括：

如申請專利範圍第 18 項之 X 射線產生設備；

X 射線偵測裝置，用於偵測從該 X 射線產生設備發出
且通過主體的 X 射線；以及

系統控制裝置，用於整體地控制該 X 射線產生設備及
該 X 射線偵測裝置。

圖式

圖 1A

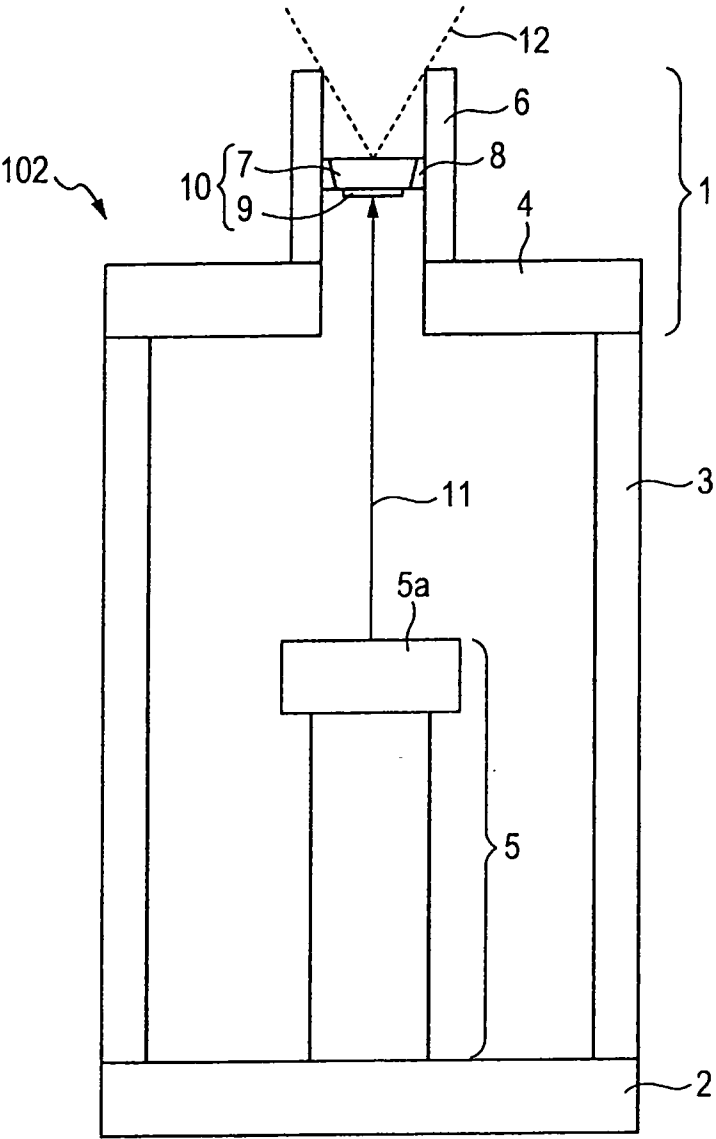


圖 1B

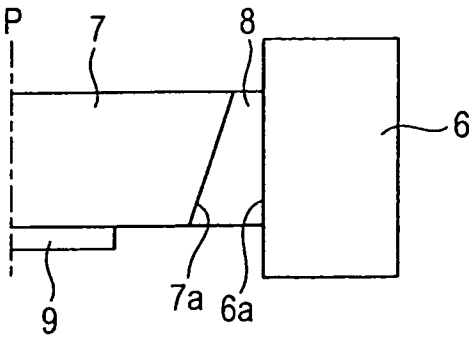


圖 2A

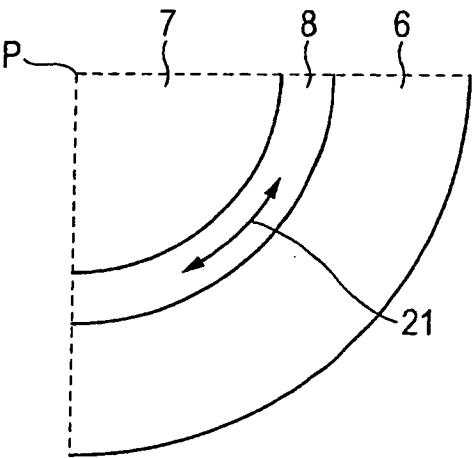


圖 2B

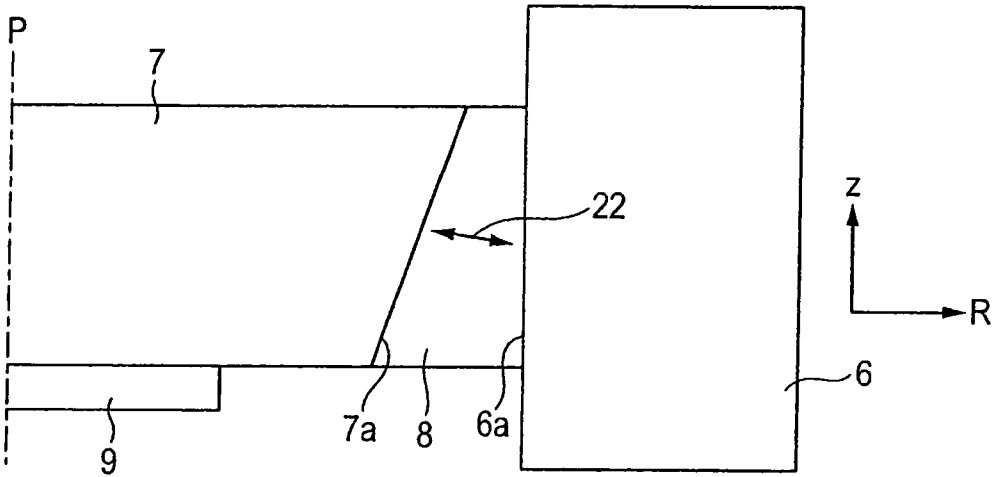


圖 2C

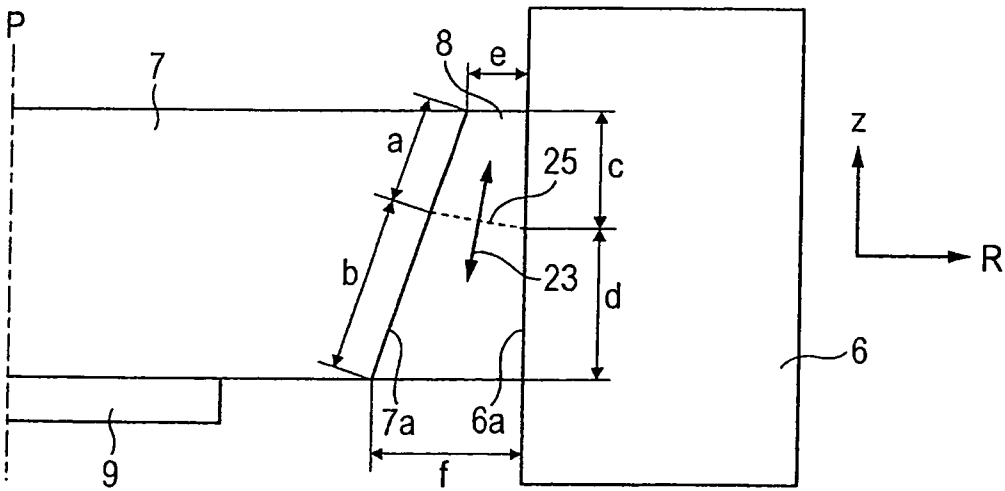


圖 3A

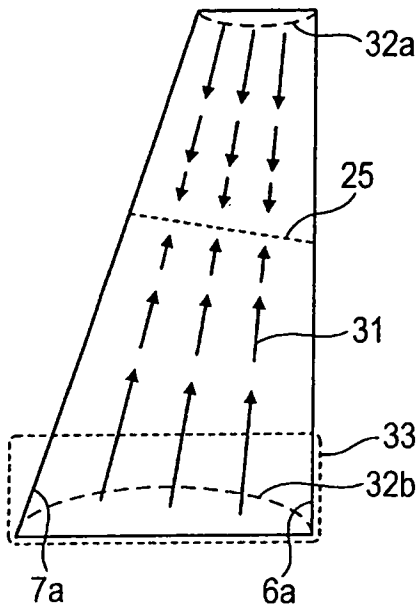


圖 3B

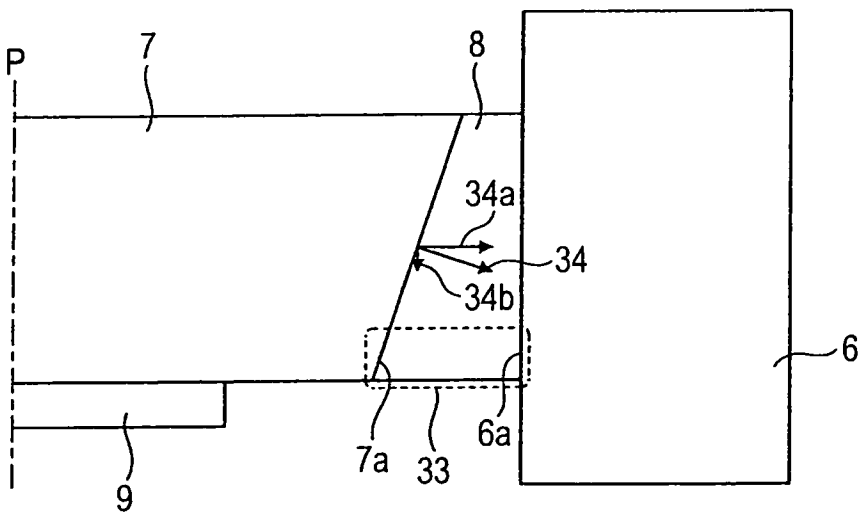


圖 4

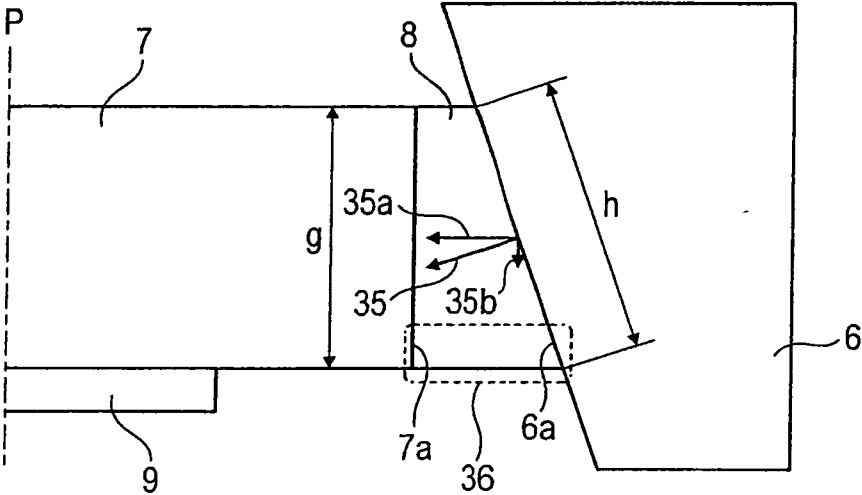


圖 5

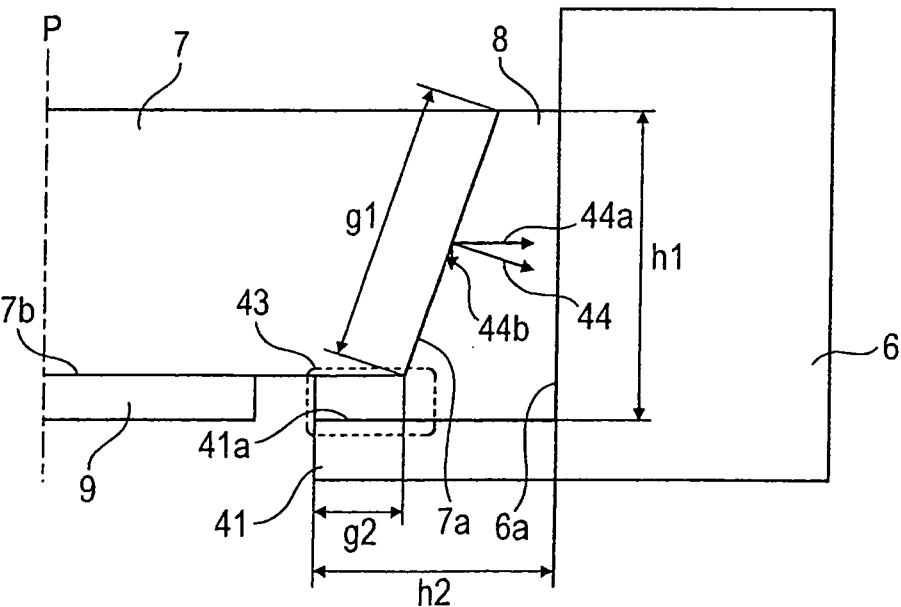


圖 6

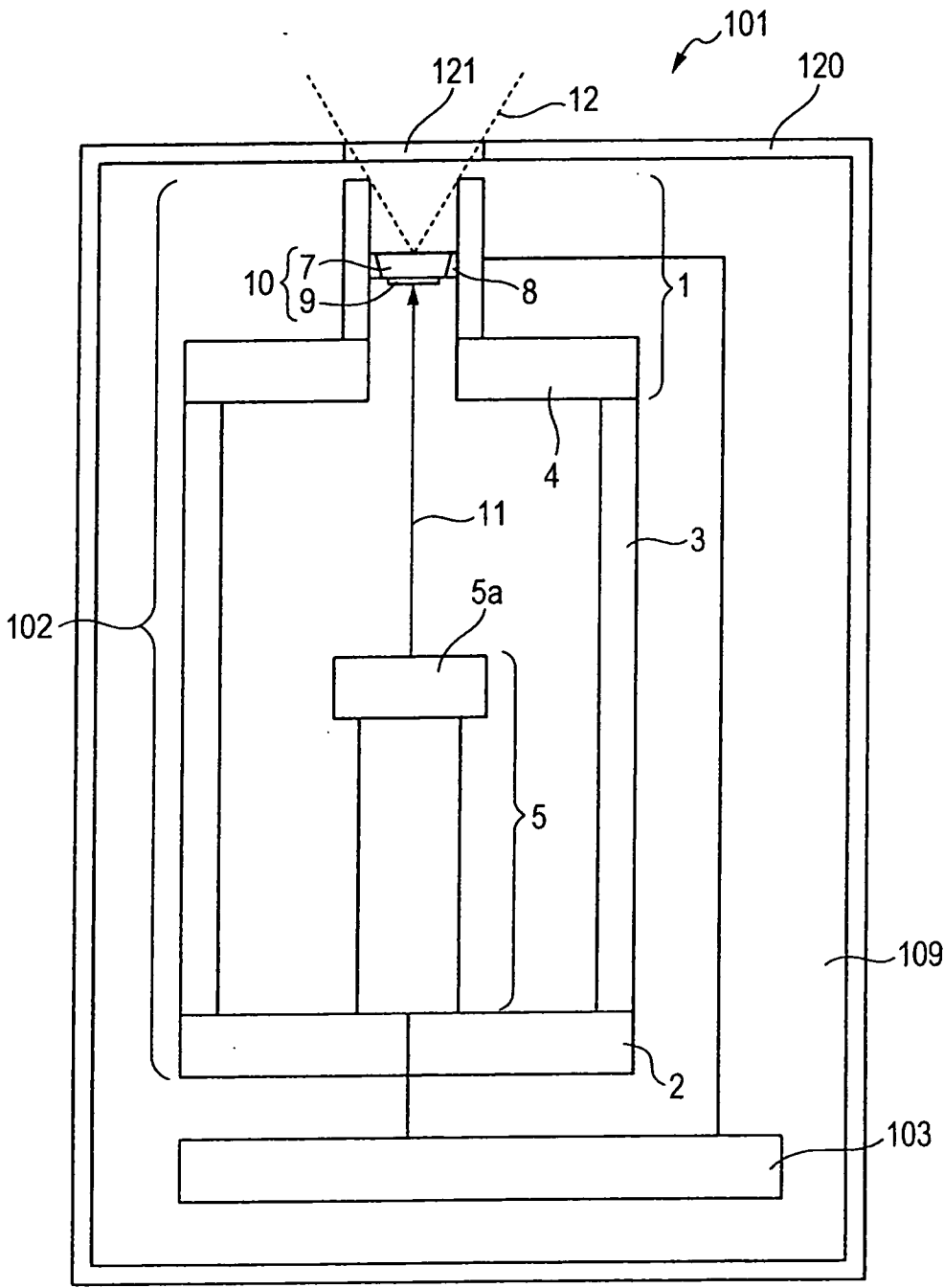


圖 7

