



(21) 申請案號：103112970 (22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 09 日

(51) Int. Cl. : A61N5/10 (2006.01)

(30) 優先權：2013/04/10 日本 2013-082310

(71) 申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本

(72) 發明人：春名延是 HARUNA, NOBUYUKI (JP)；坂本裕介 SAKAMOTO, YUSUKE (JP)；
片寄雅 KATAYOSE, TADASHI (JP)

(74) 代理人：洪武雄；陳昭誠

(56) 參考文獻：

JP 2012-50843A

JP 2013-596A

US 2012/0159849A1

審查人員：蔡宇婷

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：7 共 31 頁

(54) 名稱

粒子線照射室

PARTICLE BEAM IRRADIATION CHAMBER

(57) 摘要

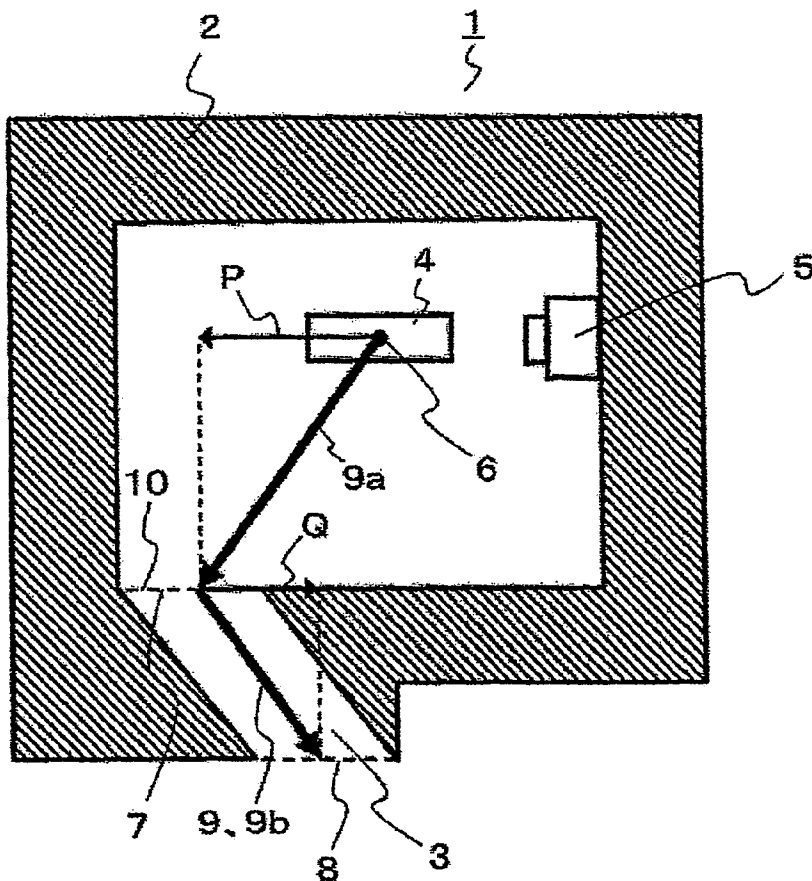
粒子線照射室(1)係具備通路(3)，該通路(3)具有內壁側之第 1 開口部(7)與外壁側之第 2 開口部(8)，而在室內具有等角點(6)，其中，使連結第 1 開口部(7)的中心與第 2 開口部(8)的中心之第 1 線段(9)係通過通路(3)的內部，並將連結第 1 開口部(7)的中心與等角點(6)之第 2 線段(10)與第 1 線段(9)所成之角度設為 180 度以下，且使通路(3)的寬度小於第 1 開口部(7)的開口寬度。

A particle beam irradiation chamber (1) comprises a passage (3) having a first opening portion (7) at an inside wall and a second opening portion (8) at an outside wall, and has an isocenter (6) within the chamber, wherein a first segment (9), which connects the center of the first opening portion (7) to the center of the second opening portion (8), passes through the inside of the passage (3), and the angle between a second segment (10), which connects the center of the first opening portion (7) to the isocenter (6), and the first segment (9) is set to be less than 180 degree, such that the width of the passage (3) is smaller than the opening width of the first opening portion (7).

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1 . . . 粒子線照射室
- 2 . . . 遮蔽壁
- 3 . . . 通路
- 4 . . . 治療台
- 5 . . . 粒子線照射噴嘴
- 6 . . . 等角點
- 7 . . . 第1開口部
- 8 . . . 第2開口部
- 9 . . . 第1線段
- 9a . . . 第1向量
- 9b . . . 第2向量
- 10 . . . 線段
- P、Q . . . 分量



第1圖

發明摘要

※ 申請案號：103112910

※ 申請日：103.4.9

※ IPC 分類：A61N 5/10 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

粒子線照射室

PARTICLE BEAM IRRADIATION CHAMBER

【中文】

粒子線照射室(1)係具備通路(3)，該通路(3)具有內壁側之第 1 開口部(7)與外壁側之第 2 開口部(8)，而在室內具有等角點(6)，其中，使連結第 1 開口部(7)的中心與第 2 開口部(8)的中心之第 1 線段(9)係通過通路(3)的內部，並將連結第 1 開口部(7)的中心與等角點(6)之第 2 線段(10)與第 1 線段(9)所成之角度設為 180 度以下，且使通路(3)的寬度小於第 1 開口部(7)的開口寬度。

【英文】

A particle beam irradiation chamber (1) comprises a passage (3) having a first opening portion (7) at an inside wall and a second opening portion (8) at an outside wall, and has an isocenter (6) within the chamber, wherein a first segment (9), which connects the center of the first opening portion (7) to the center of the second opening portion (8), passes through the inside of the passage (3), and the angle between a second segment (10), which connects the center of the first opening portion (7) to the isocenter (6), and the first segment (9) is set to be less than 180 degree, such that the width of the passage (3) is smaller than the opening width of the first opening portion (7).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1	粒子線照射室
2	遮蔽壁
3	通路
4	治療台
5	粒子線照射噴嘴
6	等角點
7	第 1 開口部
8	第 2 開口部
9	第 1 線段
9a	第 1 向量
9b	第 2 向量
10	線段
P、Q	分量

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無化學式。

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)

粒子線照射室

PARTICLE BEAM IRRADIATION CHAMBER

【技術領域】

【0001】 本發明係關於將粒子線照射裝置設置於室內之粒子線照射室，該粒子線照射裝置係以經由加速器予以加速過之荷電粒子射束照射至目標(target)為目的者。

【先前技術】

【0002】 藉由同步加速器(synchrotron)等加速器(圓形加速器)使帶電粒子旋繞加速，從該旋繞軌道取出加速至高能量之帶電粒子(主要為質子或碳離子)而成為射束狀之帶電粒子(亦稱為帶電粒子射束、或粒子線)，係被利用於藉由射束輸送系統進行輸送而對所期望之對象物進行照射之物理實驗，及癌症治療等粒子線治療。在使用經過加速之帶電粒子射束(以下稱為粒子線)進行之粒子線治療中，粒子線係被輸送至設置於粒子線照射室內部之照射裝置。

【0003】 於照射裝置中，細射束狀之粒子線係例如藉由 2 組偏向電磁鐵而往相對於射束行進方向為垂直之 2 軸方向進行掃描，而被擴大，接著通過散射體而更進一步擴大，最後藉由準直儀(collimator)劃分成癌形狀並照射於被治療者。粒子線的深度方向係藉由照射於例如稱為脊狀濾波器(ridge filter)之尖刺狀的濾波器來擴大能量的寬

度，從而調整照射於被治療者的癌部位之深度方向的大小。如此之粒子線的照射方法雖被稱為擴大照射法，惟近年來係在維持細射束形狀之情況下，僅以 2 組的射束掃描用電磁鐵一面使粒子線進行掃描，一面對癌部位進行照射之掃描(scanning)照射方法。

【0004】 在擴大照射方法之情形中，由於被加速至高能量之粒子線係衝撞於散射體及準直儀，最後則衝撞於被治療者的身體，故會 2 次性地產生中子線及光子線之放射線。將被加速至高能量之粒子線衝撞而 2 次性地產生中子線及光子線之部位稱為線源。此時，2 次性地產生之中子線係最大具有至射入帶電粒子的能量附近為止之能量分布(在粒子線治療之情形，係每個核子最大為數百 MeV)。在掃描照射方法之情形時，雖然準直儀及散射體與粒子線之衝撞頻率較小，惟由於在最後係將粒子線射束照射至被治療者的體內，故雖 2 次性地產生之中子線及光子線的總量與擴大照射法相比為較少，惟仍會產生高能量之中子線及光子線。

【0005】 針對會產生如中子線及光子線之放射線之設施，係由法規規定有線量限度。在粒子線治療設施中，為了使粒子線照射室外的實際線量成為法定容許範圍以下，係施行將牆壁的混凝土加厚，或將粒子線治療室中之從載置有被治療者(患者)之治療台至照射室入口的門為止的通路做成迷宮形狀，藉此使中子強度衰減(例如專利文獻 1)。

【0006】 在進行粒子線照射室之遮蔽設計時，主要必須考慮體遮蔽(bulk shield)以及串流(streaming)之兩種類的遮蔽效果。所謂體遮蔽係使從線源通過混凝土等牆壁而照射出之中子線及光子線的線量當量(dose equivalent)衰減之效果，一般而言，牆壁愈厚且牆壁材料的密度愈高，則遮蔽效果愈高。所謂串流係通過連結粒子線照射室內外之通路使中子線及光子線洩漏至室外之效果。一般而言，通路愈長、通路的截面積愈小、通路的彎曲次數愈多，則因串流而洩漏至室外之中子線及光子線的線量當量愈小。

【0007】 因此，在進行利用通路之遮蔽設計時，由於通路的線源側入口附近係成爲最大線量，而在之後係隨距離而衰減，故較佳爲盡可能減小通路的線源入口側的線量。一般而言，從線源未在途中被遮蔽而直接射達之中子的能量不會遭到減速，故對於線量當量的作用較大(嚴格來說，由能量對於線量的作用程度雖不同，惟在粒子線治療中產生之中子的情形時，最大係有數百 MeV 之中子產生，而數 MeV 至數百 MeV 之中子對於線量當量的作用係較大)。因此，以粒子線照射室內之遮蔽壁進行減速、散射，以使入侵至通路內之放射線量衰減係極爲重要。以往，不僅將通路做成爲迷宮形狀，亦藉由在迷宮內設置凸壁而遮蔽從線源直接射達粒子線照射室外側的出入口之中子線(請參閱例如專利文獻 2)。

(先前技術文獻)

(專利文獻)

【0008】

專利文獻 1 日本特開 2012-50843 號公報(第 12 頁、第 1 圖)

專利文獻 2 日本特開平 5-223987 號公報(第 6 頁、第 1 圖、第 2 圖、第 3 圖)

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

【0009】 然而，由於在以往之遮蔽設計中係將由遮蔽壁圍出之通路設為迷宮形狀，故有粒子線照射室之佔有面積變大之課題。例如，在帶電粒子線治療及光子線治療中，由於用於治療之粒子的種類、能量而使所產生之放射線的量、能量變動。因此，在比較粒子線照射室的面積時，必須考慮用於治療之粒子、能量而進行比較。尤其，粒子線治療相較於光子線治療係會產生高能量之中子，因此，為了使之衰減係需要更厚之遮蔽壁，再者，通路的長度亦必須更長。再者，由於以遮蔽壁所圍出的通路為迷路形狀，故從粒子線照射室的入口往治療台移動之患者及治療相關人員的動線變得複雜，因此，到治療開始為止之時間及到治療後之退室為止之時間會變長，而有治療的處理量(throughput)低之課題。

【0010】 本發明係為了解決上述課題所研創者，其目的在於藉由縮小粒子線照射室的佔有面積，且縮短患者及治療相關人員的動線，而提高治療的處理量。
(用以解決課題之手段)

【0011】 在本發明之粒子線照射室中，具備通路，該通路具有內壁側之第 1 開口部與外壁側之第 2 開口部，而在室內具有等角點(isocenter)，其中，連結前述第 1 開口部的中心與前述第 2 開口部的中心之第 1 線段係不與構成前述通路之兩個側壁交錯，且在將從前述等角點朝向前述第 1 開口部的中心之向量設為第 1 向量，並將從前述第 1 開口部的中心朝向前述第 2 開口部的中心之向量設為第 2 向量時，前述第 1 向量之與連結前述第 1 開口部的兩端之線段平行之分量、與前述第 2 向量之與連結前述第 1 開口部的兩端之線段平行之分量係成為相反方向。

(發明之功效)

【0012】 本發明係構成為連結第 1 開口部的中心與第 2 開口部的中心之第 1 線段不會與構成通路之 2 個側壁交錯，並且構成為在將從等角點朝向第 1 開口部的中心之向量設為第 1 向量，並將從第 1 開口部的中心朝向第 2 開口部的中心之向量設為第 2 向量時，第 1 向量之與連結第 1 開口部的兩端之線段平行之分量、與第 2 向量之與連結第 1 開口部的兩端之線段平行之分量係成為相反方向。亦即，本發明係將由遮蔽壁所圍出之通路做成為從第 1 開口部傾斜至第 2 開口部之通路，因此可於第 2 開口部中使放射線量減小，故粒子線照射室的佔有面積會縮小。再者，由於通路的開口部間的距離較短，故患者及治療相關人員從照射室外至等角點附近為止之動線較短，且彎曲次數較少，因此可提高治療的處理量。

【圖式簡單說明】**【0013】**

第 1 圖係顯示本發明實施形態 1 之粒子線治療室之俯視圖。

第 2 圖係本發明實施形態 1 之粒子線治療室的遮蔽效果之說明圖。

第 3 圖係顯示本發明實施形態 1 之粒子線治療室的通路之尺寸之圖。

第 4 圖係顯示本發明實施形態 2 之粒子線治療室之俯視圖。

第 5 圖係顯示本發明實施形態 3 之粒子線治療室之俯視圖。

第 6 圖係顯示本發明實施形態 4 之粒子線治療室之俯視圖。

第 7 圖係顯示本發明實施形態 5 之粒子線治療室之俯視圖。

【實施方式】

[發明之最佳實施形態]

【0014】 實施形態 1

第 1 圖係顯示用以實施本發明之實施形態 1 之粒子線照射室之俯視圖。本實施形態之粒子線照射室 1 係以遮蔽壁 2 來覆蓋四方，且在該遮蔽壁 2 之一部份設有通路 3。在粒子線照射室 1 的內部係設置有治療台 4。再者，設置有用以對於載置於治療台 4 之患者照射粒子線之粒子線照

射噴嘴(nozzle)5。於粒子線照射噴嘴 5 係藉由射束輸送系統而輸送有經由未圖示之同步加速器等加速器所加速之粒子線。從粒子線照射噴嘴 5 所照射出之粒子線的目標係被定位於載置於治療台 4 之患者的患部，該目標的位置係稱為等角點 6。所謂等角點係意指從不同的角度將粒子線或放射線照射於目標部位(患部)時成為粒子線或放射線的交點之照射中心，且與粒子線照射噴嘴 5 的旋轉中心一致。亦即，等角點係粒子線治療中成為中子線及光子線的產生源之位置。另外，在本實施形態中，粒子線照射噴嘴 5 並非以等角點 6 為中心旋轉者，而是被固定者。粒子線照射噴嘴 5 係將輸送至照射室之粒子線成形為患部形狀，並朝等角點 6 照射粒子線。

【0015】 由於粒子線係被照射於位於該等角點 6 附近之患者的患部，故二次性地產生之中子線及光子線係自等角點 6 周邊產生。因此，在進行粒子線照射室的中子遮蔽設計時，大多考慮將等角點 6 作為放射線源。從等角點 6 附近產生之放射線係除了中子線以外亦有光子線，該等放射線的合計實際線量係由法規規定有其限度。

【0016】 粒子線照射室內與粒子線照射室外之放射線的實際線量的法定限度值係不同。為了減弱在粒子線照射室外的實際線量，通路 3 的設計係變得重要。必須使在通路 3 之外側的出入口的實際線量衰減，而使其成為粒子線照射室外之放射線的實際線量的限度值以下。一般而言，在粒子線治療中，放射線的實際線量係以中子線量為

具有較大影響力者，使中子線量衰減至法定限度以下係在粒子線照射室之遮蔽設計上極為重要。以下，實施形態之說明係以中子的遮蔽為重點進行說明。

【0017】 接著，使用第 1 圖針對本實施形態之通路 3 的構成進行說明。通路 3 的 2 個出入口中，係將遮蔽壁 2 的內壁側之出入口設為第 1 開口部 7，將遮蔽壁 2 的外壁側之出入口設為第 2 開口部 8。此時，係構成為連結第 1 開口部 7 的中心與第 2 開口部 8 的中心之第 1 線段 9 不會與通路 3 的兩壁交錯。再者，在將從等角點 6 朝向第 1 開口部 7 的中心之向量設為第 1 向量 9a，將從第 1 開口部 7 的中心朝向第 2 開口部 8 的中心之向量設為第 2 向量 9b，將連結第 1 開口部 7 的兩端之線段設為線段 10 時，第 1 向量 9a 的線段 10 方向的分量 P、以及第 2 向量 9b 的線段 10 方向的分量 Q 皆為非 0，且構成為相反方向。再者，換言之，在設為連結等角點與第 1 開口部的中心之第 1 線段，並設為連結第 1 開口部的中心與第 2 開口部的中心之第 2 線段時，第 1 線段與第 2 線段係構成為非等號之記號之「 $<$ 」或「 $>$ 」之形狀。

【0018】 在以此方式構成之通路 3 中，粒子線照射室 1 的內側之出入口(第 1 開口部)及照射室 1 的外側的出入口(第 2 開口部)係可互相直接觀看。再者，當第 1 開口部的寬度與第 2 開口部的寬度相同時，通路 3 的寬度係比第 1 開口部的寬度及第 2 開口部的寬度更窄。換言之，粒子線照射室 1 的遮蔽壁 2 在以第 1 圖所示之長方形構成時，通

路 3 係成爲傾斜的通路形狀。

【0019】 第 2 圖係用以說明本實施形態之在粒子線照射室之遮蔽效果之說明圖。在第 2 圖中，A 及 C 係粒子線照射室 1 的內側的出入口之兩端的點，B 及 D 係粒子線照射室 1 的外側的出入口之兩端的點。再者，將相對於連結粒子線照射室 1 的內側出入口的兩端的點之直線 E 從等角點 6 下垂之垂線的長度設爲 a 。再者，將相對於直線 F 從等角點下垂之垂線的長度設爲 b ，該直線 F 係通過粒子線照射室內側的出入口的兩端的點中之離等角點 6 較遠的點(第 2 圖之情形爲點 A)，且垂直於連結粒子線照射室 1 的內側的出入口的兩端的點之直線 E。假設通路部分的兩側的內壁爲平行之平面，並將兩壁面的間隔設爲 t 。再者，將相對於連結粒子線照射室 1 的內側的出入口的兩端的點之直線 E 爲垂直之直線 F 與通路部分的內壁所成之角度設爲 θ 。

【0020】 通路內的中子線量係如「放射線設施的遮蔽計算實務手冊 2007 2-13 至 2-14」所示，已知依以下所示之中村、上蓑之(1)式及(2)式而得者。

【0021】 爲了使用中村、上蓑的式，必須設定粒子線照射室的內側的出入口(第 1 開口部)之虛擬線源。虛擬線源的位置係通路 3 內的距離 2 次方衰減開始之點，且設爲連結等角點與放射線直接射達通路內之極限的點 X 之線段中之從通路寬度的面的重心往粒子線照射室內側偏離達通路寬度的一半之點 α 。該虛擬線源 α 之線量 H_0 係可由以

下之(1)式求得。其中， D_0 係標準化常數(距離線源 1m 之線量)、 R 係從線源(等角點)至虛擬線源 α 為止之距離， s 係將照射室的橫寬與深度的幾何平均除以 2 之值， S 係粒子線照射室內面的全表面積， S' 係從虛擬線源位置能夠直接觀看之粒子線照射室內面的表面積。

【0022】 (數 1)

$$H_0 = D_0 \left(\frac{1}{R^2} + \frac{4}{R^2 + 4s^2 - 2\sqrt{2Rs} S'} \frac{S'}{S} \right) \quad (1)$$

【0023】 並且，通路內的放射線的線量 $I(r)$ 係可由下述之(2)式求得。其中， r 係與虛擬線源之距離。

【0024】 (數 2)

$$I(r) = H_0 \frac{(t/2)^2}{r^2} \quad (2)$$

【0025】 由(2)式可知，由於通路內的線量係以距離的 2 次方的倒數逐漸衰減，故 XB 間的距離愈長就可使第 2 開口部(粒子線照射室的外側出入口)之線量愈小。位於虛擬線源 α 的位置之線量 H_0 雖隨從等角點(線源)至虛擬線源 α 為止之距離愈長而變得愈小，惟由(1)式之括弧內有第 2 項即可知， H_0 整體之衰減係比距離 2 次方更小。該第 2 項係顯示粒子線照射室內的散射的影響之項。因此，在將從照射室外至室內的等角點 β 為止的路徑的總距離設為固定時，比起使虛擬線源 α 的位置遠離線源，將從虛擬線源 α 至第 2 開口部 γ 為止的距離 r_0 設為較長者係就結果而言，可將粒子線照射室的外側出入口附近的線量減小。換言

之，由於大致係由 r_0 之長度而決定是否會抑制在限度值內，故在 r_0 為固定之條件下，如本實施形態所示將通路做成為傾斜者，其通路的路徑係變得較短。

【0026】 從虛擬線源 α 至第 2 開口部 8 為止之距離 r_0 係可使用顯示粒子線照射室的構造之參數 a 、 b 、 d 、 t 及 θ 而藉由下述之(3)式算出。

【0027】 (數 3)

$$d = \frac{at}{2(a \sin \theta + b \cos \theta - t) \cos \theta} + r_0 - \frac{t}{2} \quad (3)$$

【0028】 第 3 圖係顯示以 θ 為參數時，以(3)式算出之通路長度 d 。並以設定 $a=5.5\text{m}$ 、 $b=6.5\text{m}$ 、 $t=2.5\text{m}$ 、 $r_0=4\text{m}$ 為例。由(3)式可知，在 θ 滿足(4)式時，與 $\theta = 0^\circ$ 時相比， d 的值變小。

【0029】 (數 4)

$$(a \sin \theta + b \cos \theta - t) \cos \theta > b - t \quad (4)$$

【0030】 因此，可知只要是 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 且滿足(4)式之 θ 的值(第 3 圖之範圍 β)，即能以與 $\theta = 0^\circ$ 時相比更短之 d 而獲得同等之遮蔽效果。另外，所謂 $\theta > 0^\circ$ 係意指連結照射室的內側的出入口的兩端的點之直線 E 與通路兩側的壁面成爲非垂直之角度而未相交，在本實施形態中係將該種通路顯現爲「傾斜通路」。

【0031】 在欲藉由如此配置傾斜的通路 3，而將照射室外的線量抑制成某個值以下時，由於可在通路內用以衰減的距離 r_0 為固定之條件下縮短通路的長度 d ，故就結果

而言可縮小粒子線照射室的佔有面積。再者，由於通路並不彎曲，故從粒子線照射室的入口往治療床移動之患者及治療關係人員的動線不會變得複雜，而可縮短至治療開始為止之時間及至治療後之退室為止之時間，而可提高治療的處理量。

【0032】 實施形態 2

第 4 圖係顯示實施形態 2 之粒子線照射室之俯視圖。本實施形態之粒子線照射室 1 之構成雖與實施形態 1 之粒子線照射室之構成相同，惟其不同點在於分別藉由各 2 個平面之組合來構成用以構成通路 3 之兩側的側壁，以及粒子線照射噴嘴 5 的位置不同。在本實施形態中，粒子線照射噴嘴 5 係設置於與設置有通路 3 之遮蔽壁的面相對向之面。

【0033】 由於粒子線與目標之相互作用而產生之中子線，係已知愈是接近原來的入射粒子線的行進方向之方向，於每個立體角產生之高能量中子線的強度就愈大。由於愈是高能量之中子線則穿透遮蔽壁之機率就愈高，故就本實施形態之粒子線照射噴嘴的位置(入射射束的方向)而言，與實施形態 1 的粒子線照射噴嘴的位置相比，到達通路側的遮蔽壁之中子線的強度(中子的數量)及能量變得較大。因此，期望確保用以遮蔽直接到達通路及粒子線照射室的外側的出入口之中子線的遮蔽壁的部分 13 的厚度。

【0034】 如第 4 圖所示，本實施形態之粒子線照射室之通路 3 的一方的側壁 11 係由平面 11a 與平面 11b 所構

成，通路 3 的另一方側壁 12 係由平面 12a 與平面 12b 所構成。惟與實施形態 1 相同地，構成爲連結第 1 開口部 7 的中心與第 2 開口部 8 的中心之第 1 線段 9 不會與通路 3 的兩側的側壁交錯。亦即，通路 3 係在途中和緩地彎曲。在將平面 11a 與遮蔽壁的厚度方向所成的角設爲 $\theta 1$ ，並將平面 11b 與遮蔽壁的厚度方向所成的角設爲 $\theta 2$ 時，由於 $\theta 1 < \theta 2$ ，因此可使遮蔽壁的部分 13 的厚度加厚。

【0035】 藉由以上述方式構成，則與實施形態 1 同樣地，可使粒子線照射室的佔有面積減小。再者，由於通路的長度會變短且通路並未大幅地彎曲，故從粒子線照射室的入口移動至治療台之患者及治療相關人員的動線不會變得複雜，而使至治療開始爲止之時間及至治療後之退室爲止之時間變短，而提高治療的處理量。再者，在本實施形態中，由於藉由 2 個平面之組合來構成用以構成通路之兩側的側壁，故可使第 1 開口部 7 附近的遮蔽壁的部分 13 的遮蔽壁 2 的厚度設成比實施形態 1 的粒子線照射室更厚。結果，可更進一步使穿透遮蔽壁的部分 13 而入射至通路 3 之放射線衰減。

【0036】 實施形態 3

第 5 圖係顯示實施形態 3 之粒子線照射室之俯視圖。本實施形態之粒子線照射室 1 之構成雖與實施形態 2 之粒子線照射室之構成相同，惟不同點在於以曲面構成用以構成通路 3 之兩側的側壁。

【0037】 如第 5 圖所示，本實施形態之粒子線照射室

係藉由和緩的曲面來構成通路 3 的兩側的側壁。惟與實施形態 1 同樣地，構成爲連結第 1 開口部 7 的中心與第 2 開口部 8 的中心之第 1 線段 9 係通過通路 3 的內部。亦即，藉由將通路 3 設爲和緩的曲線，而可將遮蔽壁的部分 13 的厚度加厚。

【0038】 藉由以上述方式構成，而與實施形態 1 同樣地可將粒子線照射室的佔有面積減小。再者，由於通路的長度會變短且通路並未大幅地彎曲，故從粒子線照射室的入口移動至治療台之患者及治療相關人員的動線不會變得複雜，而使至治療開始爲止之時間及至治療後之退室爲止之時間變短，而提高治療的處理量。再者，在本實施形態中，由於藉由曲面來構成用以構成通路之兩側的側壁，故可使第 1 開口部 7 附近的遮蔽壁的部分 13 的遮蔽壁 2 的厚度設成比實施形態 1 的粒子線照射室更厚。結果，可更進一步使穿透遮蔽壁的部分 13 而入射至通路 3 之放射線衰減。

【0039】 實施形態 4

第 6 圖係顯示實施形態 4 之粒子線照射室之俯視圖。本實施形態之粒子線照射室 1 之構成雖與實施形態 1 之粒子線照射室之構成相同，惟不同點在於配置旋轉支架 (gantry) 裝置 14 來取代粒子線照射噴嘴。另外，如第 6 圖所示，以 A、G、H、J 顯示遮蔽壁 2 的內面之 4 個角部。

【0040】 所謂旋轉支架裝置係具備粒子線照射噴嘴及用以輸送粒子線之電磁鐵群，且可使粒子線照射噴嘴以

大致 360°旋轉，並於其旋轉中心部設置中空的空間，且在該空間配置治療台 4。旋轉支架裝置 14 係使粒子線照射噴嘴於該治療台 4 之周圍旋轉，而可從所期望之角度照射粒子線以進行治療。因此，本實施形態之等角點 6 係為旋轉支架裝置 14 的旋轉中心(照射中心)。第 6 圖係顯示包含等角點 6 之剖面，並以直線 15 顯示旋轉支架裝置 14 的旋轉軸。

【0041】 如第 6 圖所示，於本實施形態中，係使第 1 開口部 7 不存在於通過等角點且垂直於旋轉支架裝置 14 的旋轉軸之平面上。更佳為直線 15 與第 1 線段 9 的交點落在通路 3 內，其中，直線 15 係與旋轉支架裝置 14 的旋轉軸平行且以等角點 6 為起點而往通路側延伸者，第 1 線段 9 係連結第 1 開口部 7 的中心與前述第 2 開口部 8 的中心者。此必然規定了旋轉支架裝置 14 的配置方向。

【0042】 從目標(等角點)產生之中子線係受到入射粒子線的運動量的影響。例如，從正上方往目標照射粒子線時，高能量中子線的強度係在正下方(地板)方向較高。相反地在從正下方往目標照射粒子線時，則產生在天花板方向強度較高之高能量中子線。就通路的中子線量的觀點而言，在往相對於地板面平行之 2 方向照射時，使從等角點朝向與粒子線的入射方向大致平行之角度方向而產生之高能量中子線不會直接到達通路，尤其是第 1 開口部 7，此為在遮蔽壁的外側的第 2 開口部 8 減小線量之要點。

【0043】 只要以本實施形態之方式配置旋轉支架裝

置，則在從相對於地板面平行之箭號 16 所示之方向照射粒子線時，從等角點產生之高能量中子線係往包含遮蔽壁 2 的 AG 間的側壁之方向射出。另一方面，從相對於地板面平行之箭號 17 所示之方向照射粒子線時，從等角點產生之高能量中子線係往包含遮蔽壁 2 的 HJ 間的側壁之方向射出。

【0044】 藉由以上述方式規定旋轉支架裝置與通路之位置關係，往第 1 開口部 7 的方向射出之直接中子線的強度係相對地變小，結果，與未考慮旋轉支架裝置與通路之位置關係之情形相比，可減小第 2 開口部 8 之中子線量。

【0045】 實施形態 5

第 7 圖係顯示實施形態 5 之粒子線照射室之俯視圖。本實施形態之粒子線照射室 1 之構成係與實施形態 4 之粒子線照射室之構成相同。本實施形態中，係於粒子線照射室 1 之前配置定位室 18。

【0046】 在本實施形態中，以相鄰接之方式將定位室 18 的出入口 19 配置於於粒子線照射室的外側出入口(第 2 開口部)8 之前。所謂定位室係用以藉由例如 X 光攝影裝置，而於事前攝影被治療者(患者)的身體的透視圖像與治療台的相對位置關係之房間。於事前先於定位室 18 攝影患者的身體與治療台的相對位置關係，並在即將進行粒子線治療之前將患者以安置於治療台之狀態下搬運至粒子線照射室 1，且將治療台設置於等角點 6 之位置。被固定於等角點 6 的位置之治療台 4 與等角點 6 的位置關係為預先決

定。藉此，無須在粒子線照射室 1 內對等角點與患者的位置關係進行匹配，或即便是需要定位之情形亦只要進行微調整即可，而可比以往更加縮短定位所需之時間。

【0047】 此時，在定位室 18 使用 X 光攝影裝置而攝影患者的身體的透視圖像等之後，必須將患者以載置於治療台之狀態搬運至粒子線照射室 1 之預定位置，惟會有患者移動等而導致患者的身體與治療台的相對位置關係變化之情形。在如以往之通路彎曲時，改變治療台的方向之次數較多，且移動距離亦較長之情形時，患者的身體與治療台之相對位置關係變化之可能性會變高。

【0048】 如本實施形態所示，藉由將粒子線照射室 1 的通路 3 做成傾斜直線狀之通路形狀，即可縮短動線且可使治療台以直線狀移動，而可在至等角點為止之移動中僅改變一次治療台的方向。結果，可減小患者的身體與治療台之相對位置關係變化之可能性。

【0049】 在以往的粒子線治療中，係於粒子線照射室內具備 X 光攝影裝置，而定位用之 X 光透視攝影係在將患者載置於等角點的治療台之狀態下進行，並在之後進行粒子線治療。然而，由於係在相同之粒子線照射室進行定位用的 X 光透視攝影及粒子線治療，故有相對於 1 次的治療之粒子線照射室之佔有時間較長之問題。

【0050】 如本實施形態所示，只要於事前於定位室進行定位用的 X 光透視攝影，而在粒子線照射室僅進行粒子線治療，則可期望提高治療處理量。尤其是在僅有 1 間

粒子線治療室之小型設施中，由於可在粒子線治療室中進行 1 人的患者之治療時於定位室進行下一位患者的定位，故效果更為顯著。

【符號說明】

【0051】

1	粒子線照射室
2	遮蔽壁
3	通路
4	治療台
5	粒子線照射噴嘴
6	等角點
7	第 1 開口部
8	第 2 開口部
9	第 1 線段
9a	第 1 向量
9b	第 2 向量
10	線段
11、12	側壁
11a、11b、12a、12b	平面
13	遮蔽壁之部分
14	旋轉支架裝置
15	直線
16、17	箭號
18	定位室

19

出入口

A、G、H、J

角部

P、Q

分量

申請專利範圍

1. 一種粒子線照射室，係具備通路，該通路具有內壁側之第 1 開口部及外壁側之第 2 開口部，而在室內具有設定於將粒子線照射於被照射體之目標的位置之等角點，該粒子線照射室之特徵在於：

連結前述第 1 開口部的中心與前述第 2 開口部的中心之第 1 線段係不與構成前述通路之 2 個側壁交錯，且

在將前述粒子線照射於被照射體之際，將從前述等角點朝向第 1 開口部的中心之向量設為第 1 向量，並將從前述第 1 開口部的中心朝向前述第 2 開口部的中心之向量設為第 2 向量時，

前述第 1 向量之與連結前述第 1 開口部的兩端之線段平行之分量，與前述第 2 向量之與連結前述第 1 開口部的兩端之線段平行之分量係成為相反方向。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之粒子線照射室，其中，將相對於連結前述第 1 開口部的兩端的點之直線 E，從前述等角點所劃之垂線的長度設為 a；將相對於直線 F 從前述等角點所劃之垂線的長度設為 b，其中，該直線 F 係通過前述第 1 開口部的兩端的點之中之離前述等角點較遠的點且垂直於前述直線 E；將前述通路的寬度設為 t；以及將前述直線 F 與前述通路的內壁所成之角度設為 θ 時， θ 係大於 0 度且小於 90 度，且滿足

$$(a \sin \theta + b \cos \theta - t) \cos \theta > b - t$$

之角度。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之粒子線照射室，其中，構成前述通路之前述 2 個側壁中的至少 1 個側壁，係自前述第 1 開口部朝向前述第 2 開口部由複數個面所構成。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之粒子線照射室，其中，構成前述通路之前述 2 個側壁中的至少 1 個側壁，係自前述第 1 開口部朝向前述第 2 開口部由曲面所構成。
5. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項所述之粒子線照射室，其中，前述等角點係搭載粒子線照射噴嘴之旋轉支架裝置的旋轉中心，

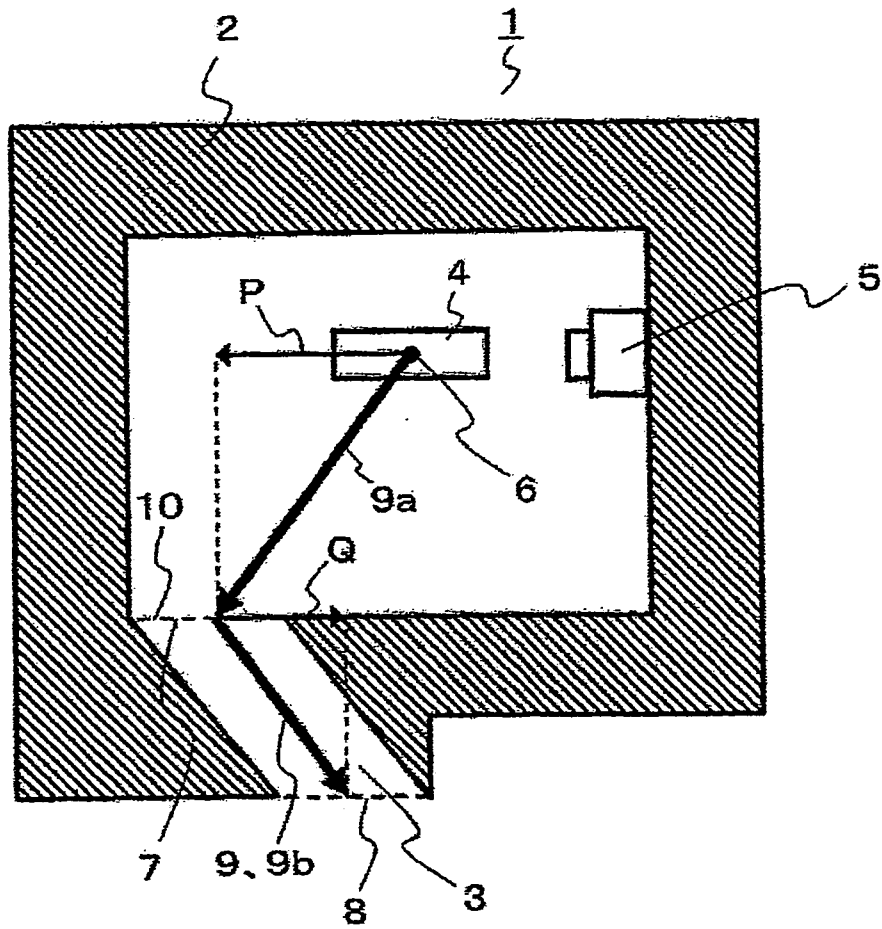
在通過前述等角點且與前述旋轉支架裝置的旋轉軸垂直之平面上並未存在前述第 1 開口部。

6. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項所述之粒子線照射室，其中，前述等角點係搭載粒子線照射噴嘴之旋轉支架裝置的旋轉中心，

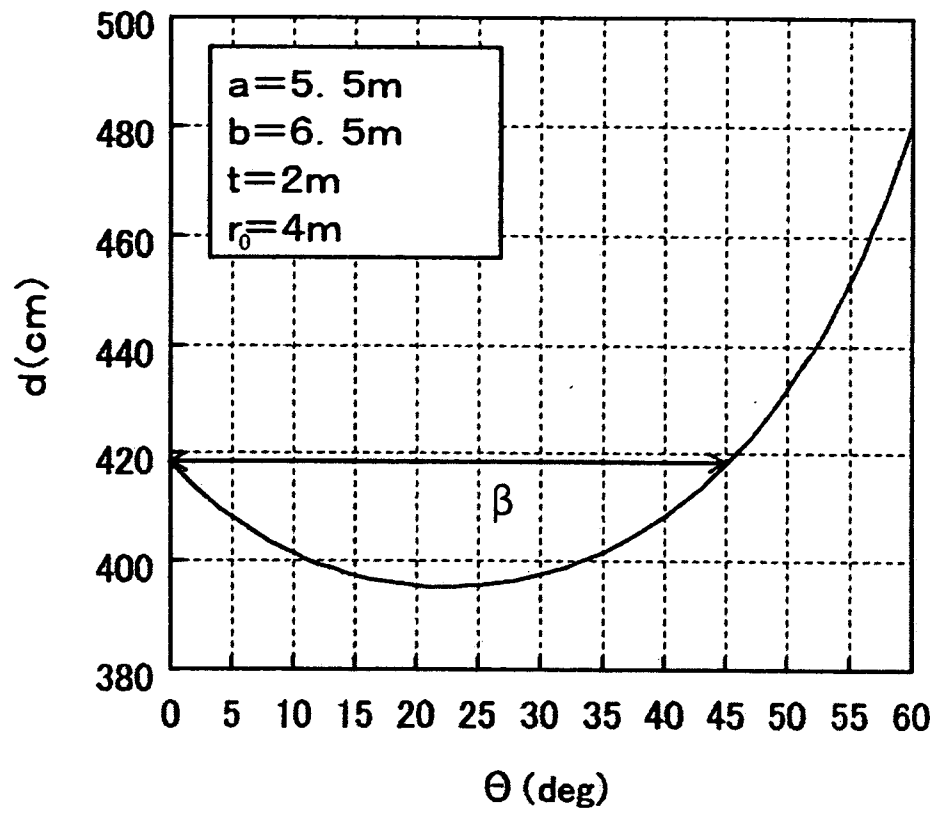
與前述旋轉支架裝置的旋轉軸平行並以前述等角點為起點且延伸至前述通路側之直線，係在前述通路中與前述第 1 線段相交。

7. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項所述之粒子線照射室，其中，用以決定前述被照射體與前述等角點之間的位置關係之定位室的出入口係配置於前述第 2 開口部的相對向位置。

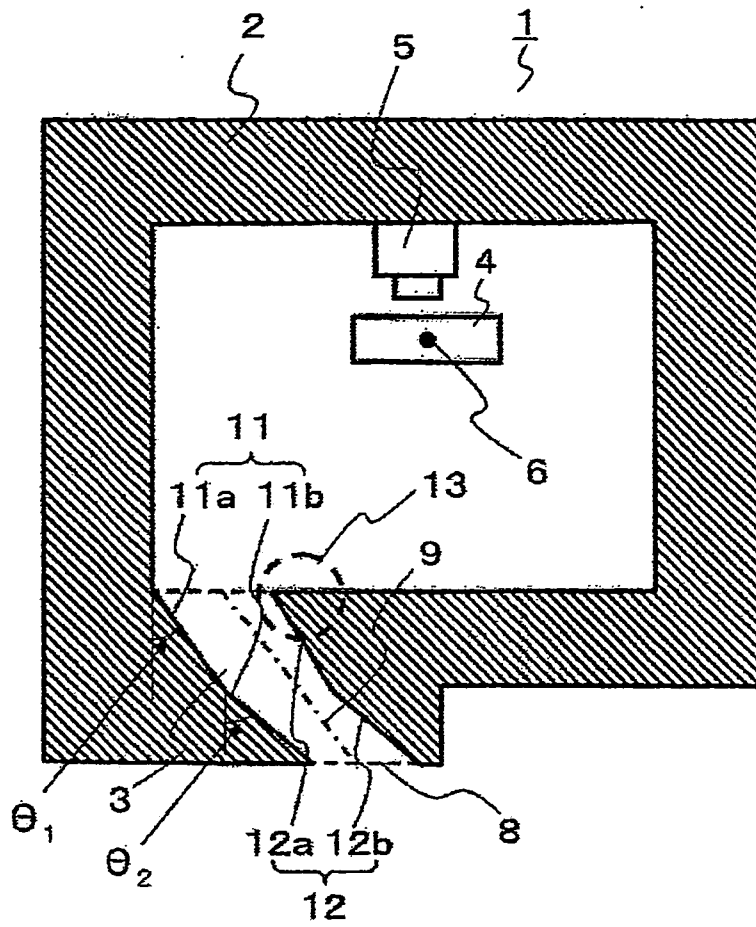
圖式



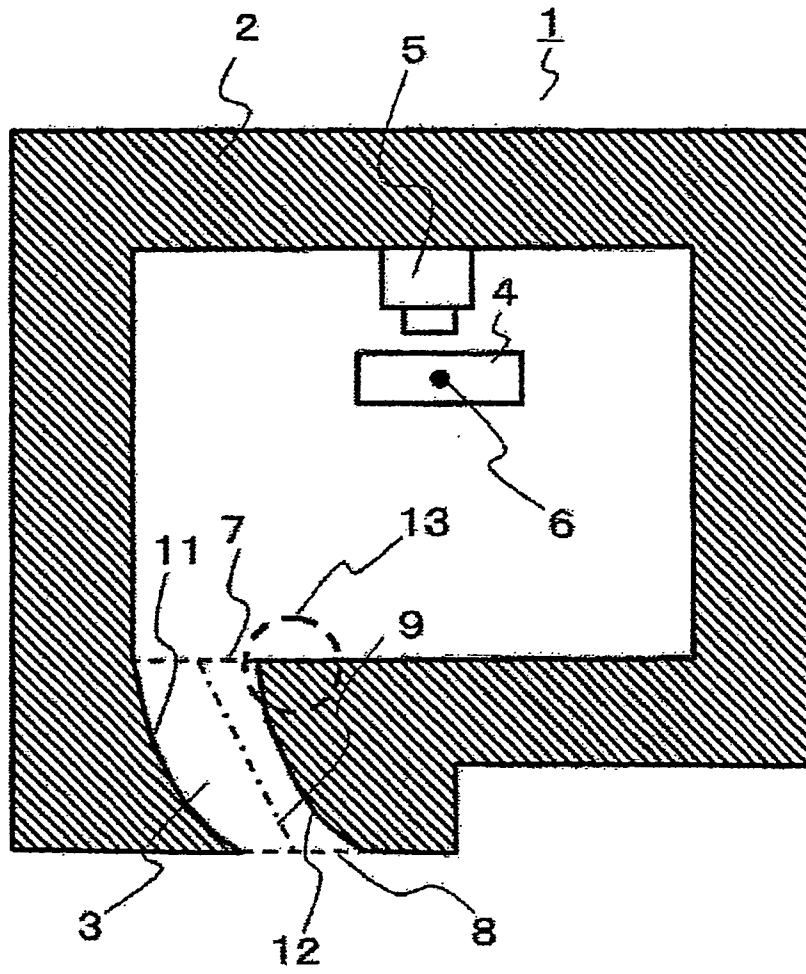
第1圖



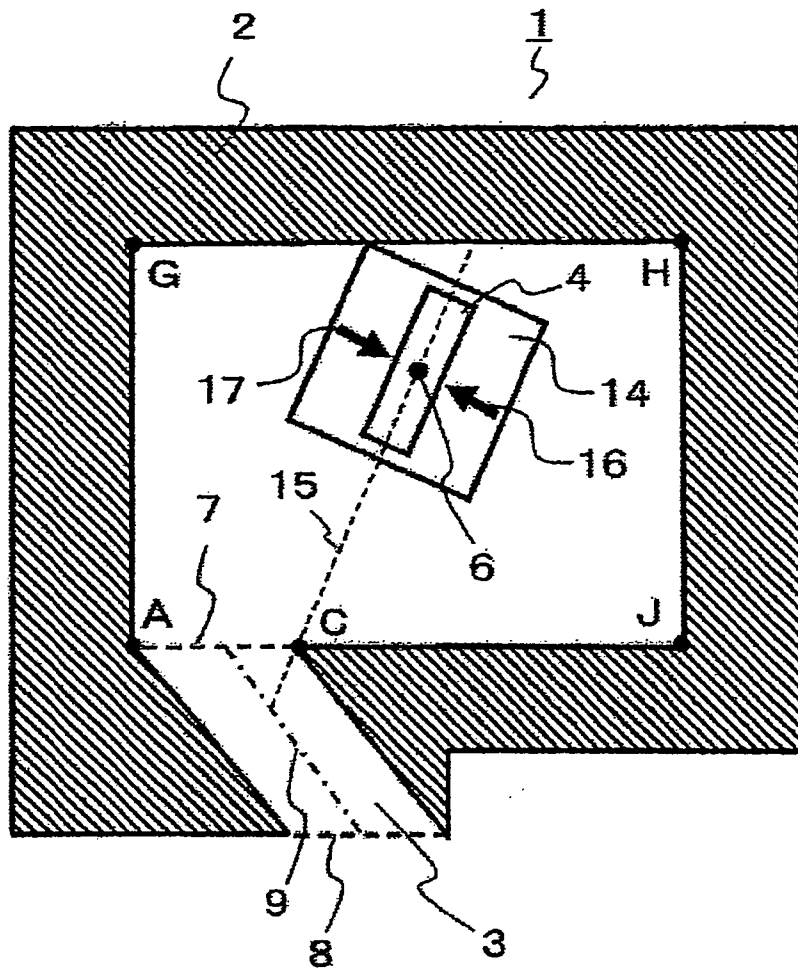
第3圖



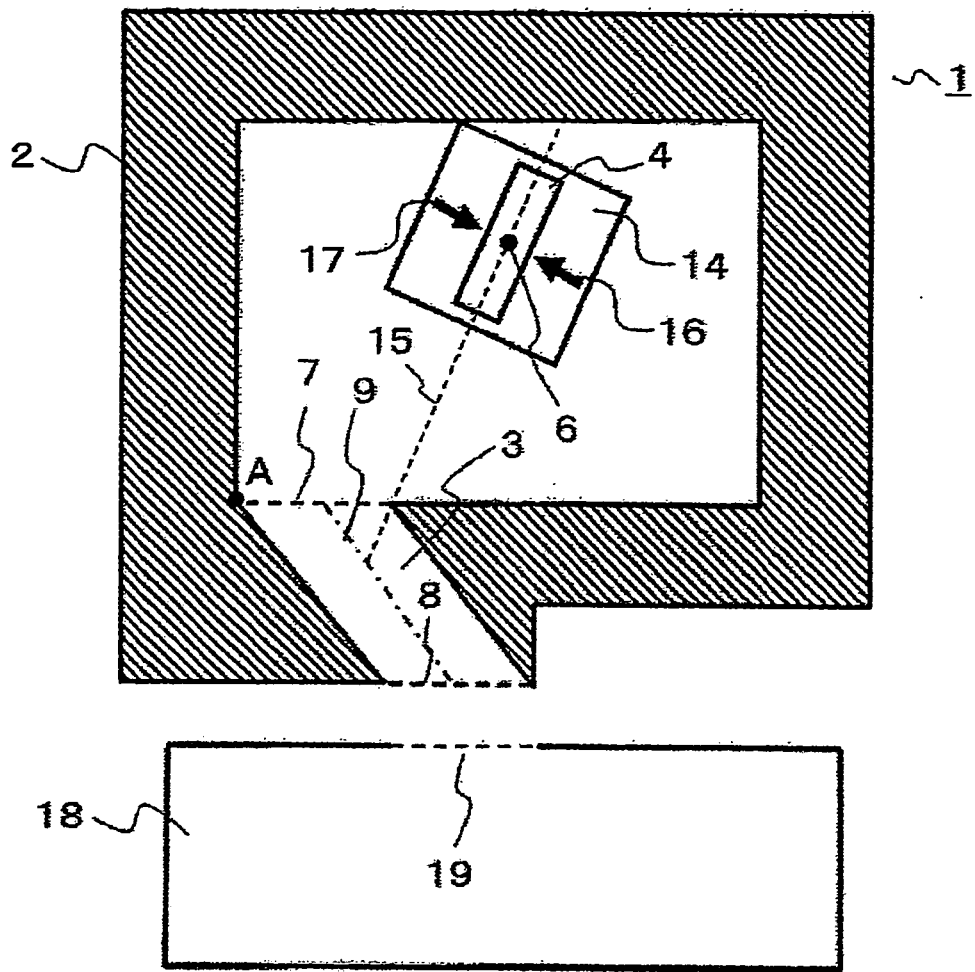
第4圖



第5圖



第6圖



第7圖