

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5137071号  
(P5137071)

(45) 発行日 平成25年2月6日(2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日(2012.11.22)

(51) Int. Cl. F I  
**A 6 1 N 5/10 (2006.01)** A 6 1 N 5/10 M  
**A 6 1 F 9/007 (2006.01)** A 6 1 F 9/00 5 9 0

請求項の数 11 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-553955 (P2007-553955)	(73) 特許権者	504145364 国立大学法人群馬大学 群馬県前橋市荒牧町四丁目2番地
(86) (22) 出願日	平成19年1月12日(2007.1.12)	(73) 特許権者	505374783 独立行政法人日本原子力研究開発機構 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/050347	(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(87) 国際公開番号	W02007/080981	(74) 代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
(87) 国際公開日	平成19年7月19日(2007.7.19)	(74) 代理人	100085279 弁理士 西元 勝一
審査請求日	平成21年12月21日(2009.12.21)	(74) 代理人	100099025 弁理士 福田 浩志
(31) 優先権主張番号	特願2006-4794 (P2006-4794)		
(32) 優先日	平成18年1月12日(2006.1.12)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子線の照準位置決定装置、及び照準位置決定装置を用いた治療装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

荷電粒子線源から照射された照射位置決め用荷電粒子線の被検体の深さ方向における照射位置を調整する調整手段と、

前記位置決め用荷電粒子線を透過または通過させると共に、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位から発光された第1の発光、及び励起光の照射によって、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域から発光された第2の発光を荷電粒子線の軸外に反射する反射手段と、

前記反射手段から反射された前記第1の発光及び前記第2の発光が入射される位置に配置されると共に、前記第1の発光及び前記第2の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影する撮影手段と、

を含む荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項2】

前記被検体に照射される前記位置決め用荷電粒子線の通過路途中に設けられ、前記荷電粒子線の照射により発光する発光体と、

前記発光体から発せられた発光から前記被検体に照射される荷電粒子線の軸と直交する平面における位置を検出する検出手段と、

を更に含む請求項1記載の荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項3】

前記発光体と前記反射手段とを一体に構成した請求項2記載の荷電粒子線の照準位置決

10

20

定装置。

【請求項 4】

前記被検体は、蛍光造影剤が注入された被検体である請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項記載の荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項 5】

荷電粒子線照射源から照射された照射位置決め用荷電粒子線の被検体としての被検眼の眼軸の深さ方向における照射位置を調整する調整手段と、

前記位置決め用荷電粒子線を透過または通過させると共に、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位から発光された第 1 の発光、及び励起光の照射によって、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位を含む領域から発光された第 2 の発光を荷電粒子線の軸外に反射する反射手段と、

前記反射手段から反射された前記第 1 の発光及び前記第 2 の発光が入射される位置に配置されると共に、前記第 1 の発光及び前記第 2 の発光を入射させて前記荷電粒子線が照射された被検眼の部位を含む領域を撮影する撮影手段と、

を含む荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項 6】

前記被検眼に照射される前記位置決め用荷電粒子線の通過路途中に設けられ、前記位置決め用荷電粒子線の照射により発光する発光体と、

前記発光体から発せられた発光から前記被検眼に照射される荷電粒子線の軸と直交する平面における位置を検出する検出手段と、

を更に含む請求項 5 記載の荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項 7】

前記発光体と前記反射手段とを一体に構成した請求項 6 記載の荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項 8】

前記荷電粒子線は、ブランクカーブを持つ粒子である請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項記載の荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項 9】

前記被検眼は、蛍光造影剤が注入された被検眼である請求項 5 ~ 請求項 8 のいずれか 1 項記載の荷電粒子線の照準位置決定装置。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 請求項 9 のいずれか 1 項記載の照準位置決定装置を備えた治療装置。

【請求項 11】

荷電粒子線源から照射された照射位置決め用荷電粒子線の被検体の深さ方向における照射位置を調整する調整手段と、

前記位置決め用荷電粒子線を透過または通過させると共に、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位から発光された第 1 の発光、及び励起光の照射によって、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域から発光された第 2 の発光を荷電粒子線の軸外に反射する反射手段と、

前記反射手段から反射された前記第 1 の発光及び前記第 2 の発光が入射される位置に配置されると共に、前記第 1 の発光及び前記第 2 の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影する撮影手段と、

を含み、

前記調整手段によって、荷電粒子線照射源から照射された照射位置決め用荷電粒子線の被検体の深さ方向における照射位置を複数ステップで調整し、

前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位から発光された第 1 の発光を各ステップ毎に前記撮影手段に入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影し、

撮影により得られた画像に基づいて、前記調整手段を調整することにより位置決め用荷電粒子線の前記照射位置を目標位置に調整し、

10

20

30

40

50

前記反射手段から反射された第2の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影して、治療用の荷電粒子線の照準位置を決定し、

前記照射位置決め用荷電粒子線を治療用の荷電粒子線に切り替えて、前記照準位置に該治療用の荷電粒子線を照射する、

荷電粒子線を用いた治療装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、荷電粒子線の照準位置決定装置、その使用方法、及び照準位置決定装置を用いた治療装置に係り、特に、炭素イオンビーム等の荷電粒子線及び励起光を被検体としての被検眼の眼底に照射して眼底画像を撮影することにより荷電粒子線の照準位置を決定する照準位置決定装置及びその使用方法、並びに照準位置決定装置を用いた治療装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

荷電粒子線による治療では、荷電粒子線のもつブラッグピークによるエネルギー集中性が極めて高いという特性を生かし、荷電粒子線の幅を照射野の大きさに拡大したブラッグピークを形成し均一に病巣部位へ照射することにより、患部のみを効率よく照射することが可能である。

【0003】

20

一方、荷電粒子線は、磁場や電場を用いることにより非常に細く集束させることが可能であり、この集束荷電粒子線を利用することにより微小領域に精密に照射することができ、局所的にエネルギーを集中させることができる。ビームを細く集束させる技術としてマイクロビーム形成技術やペンシルビーム形成技術が開発されている。この技術を粒子線治療に利用することにより微小な部位を治療する技術、すなわちイオンマイクロサージェリー治療技術等が原理的に可能であるが、高精度で深部の照射位置を照準する技術と治療照射した位置、すなわちビームの到達した位置を精密にリアルタイムで確認する技術は存在しないため、現在まで実現していない。

【0004】

従来の眼底観察診断装置による眼底観察方法は、眼底励起光を用いて眼底を照明し、必要に応じて眼底蛍光剤を患者に静脈注射して、被検眼の眼底からの蛍光を観察する方法が採用されている。眼底励起光源は、網膜色素上皮細胞より網膜側の眼底及び眼底血管を観察するための可視光源と、網膜色素上皮細胞の脈絡膜側の眼底血管も併せて観察するための近赤外光源が用いられる。

30

【0005】

また、荷電粒子線を眼患部等の微小部位に照射し、発生する信号を検出する装置と組み合わせる場合、幾何学的な配置から荷電粒子を偏向させることがしばしば必要であるが、荷電粒子の偏向には非常に大きい偏向電磁石が必要であり、微小領域で荷電粒子線を容易に偏向させることは困難である。

【0006】

40

なお、本発明に関連する従来技術としては、特許文献1、及び特許文献2の技術がある。

【特許文献1】特開2000-237168号公報

【特許文献2】特開2002-034919号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、従来の荷電粒子線による治療装置を用いて微小部位の照準位置を精密に決定することは困難である、という問題があった。

【0008】

50

荷電粒子線の深度を変化させながら眼底に対する荷電粒子線の微小部位の照準位置を立体的に決定し、確認するためには、位置決め用荷電粒子線を照射しながら眼底患部の所定深度とその位置を観察する必要があるが、従来の照準位置決定装置ではその技術は未だ実現されていない。

【0009】

本発明は、上記問題を解決するために成されたもので、被検体にイオンビーム等の荷電粒子線を照射しながら被検眼等の被検体を治療するために被検体を撮影して、治療用荷電粒子線の照準位置を決定することができる荷電粒子線の照準位置決定装置及びその使用方法、並びに照準位置決定装置を用いた治療装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために本発明は、荷電粒子線源から照射された照射位置決め用荷電粒子線の被検体の深さ方向における照射位置、すなわち位置決め用荷電粒子線の飛程を調整する調整手段と、前記位置決め用荷電粒子線を透過または通過させると共に、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位から発光された第1の発光、及び励起光の照射によって、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域から発光された第2の発光を荷電粒子線の軸外に反射する反射手段と、前記反射手段から反射された前記第1の発光及び前記第2の発光が入射される位置に配置されると共に、前記第1の発光及び前記第2の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影する撮影手段と、を含んで構成したものである。

【0011】

本発明によれば、位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位から発光された第1の発光、及び励起光の照射によって、位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域から発光された第2の発光を荷電粒子線の軸外に反射する反射手段が設けられているため、荷電粒子線の軸と被検体を撮影する撮影手段の光軸が干渉することがなく、位置決め用荷電粒子線を照射しながら荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影することができる。この撮影された画像から治療用の荷電粒子線の照準位置を決定することができる。

【0012】

本発明では、前記被検体に照射される位置決め用荷電粒子線の通過路途中に設けられ、前記位置決め用荷電粒子線の照射により発光する発光体と、前記発光体から発せられた発光から前記被検体に照射される荷電粒子線の軸と直交する平面における位置を検出する検出手段と、を設けることができる。これにより、被検体の深さ方向における照射位置、すなわち荷電粒子線の飛程の他に、被検体に照射される荷電粒子線の軸と直交する平面における位置も確認することができるので、位置決め用荷電粒子線の照準位置を3次元的に調整することができる。

【0013】

本発明において、発光体と反射手段とを一体に構成することにより、荷電粒子線の照準位置決定装置の取り扱いを簡単にすることができる。

【0014】

本発明では、被検体を被検眼とすることにより、荷電粒子線照射源から照射された位置決め用荷電粒子線の被検体としての被検眼の眼軸の深さ方向における照射位置、すなわち位置決め用荷電粒子線の飛程を調整する調整手段と、前記位置決め用荷電粒子線を透過または通過させると共に、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位から発光された第1の発光、及び励起光の照射によって、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位を含む領域から発光された第2の発光を荷電粒子線の軸外に反射する反射手段と、前記反射手段から反射された前記第1の発光及び前記第2の発光が入射される位置に配置されると共に、前記第1の発光及び前記第2の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位を含む領域を撮影する撮影手段と、を含む眼底用の荷電粒子線の照準位置決定装置（眼底照準位置決定装置）を構成することができる。

10

20

30

40

50

## 【0015】

この眼底照準位置決定装置では、前記被検眼に照射される位置決め用荷電粒子線の通過路途中に設けられ、前記位置決め用荷電粒子線の照射により発光する発光体と、前記発光体から発せられた発光から前記被検眼に照射される荷電粒子線の軸と直交する平面における位置を検出する検出手段と、を更に設けることができ、前記発光体と前記反射手段とを一体に構成することができる。

## 【0016】

この眼底照準位置決定装置を使用するにあたっては、前記調整手段によって、荷電粒子線照射源から照射された位置決め用荷電粒子線の被検眼の眼軸の深さ方向における照射位置を眼底の強膜から網膜方向に複数ステップで調整し、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位から発光された第1の発光を各ステップ毎に前記撮影手段に入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位を含む領域を撮影し、撮影により得られた画像に基づいて、前記調整手段を調整することにより位置決め用荷電粒子線の前記照射位置を目標位置に調整し、前記反射手段から反射された第2の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検眼の部位を含む領域を撮影し、治療用の荷電粒子線の照準位置を決定するようにすることができる。

10

## 【0017】

本発明の標準位置決定装置は、荷電粒子線を用いた治療装置に適用することができる。この治療装置は、例えば、以下のように構成することができる。

## 【0018】

荷電粒子線源から照射された照射位置決め用荷電粒子線の被検体の深さ方向における照射位置を調整する調整手段と、前記位置決め用荷電粒子線を透過または通過させると共に、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位から発光された第1の発光、及び励起光の照射明によって、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域から発光された第2の発光を荷電粒子線の軸外に反射する反射手段と、前記反射手段から反射された前記第1の発光及び前記第2の発光が入射される位置に配置されると共に、前記第1の発光及び前記第2の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影する撮影手段と、を含み、前記調整手段によって、荷電粒子線照射源から照射された照射位置決め用荷電粒子線の被検体の深さ方向における照射位置を複数ステップで調整し、前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位から発光された第1の発光を各ステップ毎に前記撮影手段に入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影し、撮影により得られた画像に基づいて、前記調整手段を調整することにより位置決め用荷電粒子線の前記照射位置を目標位置に調整し、前記反射手段から反射された第2の発光を入射させて前記位置決め用荷電粒子線が照射された被検体の部位を含む領域を撮影して、治療用の荷電粒子線の照準位置を決定し、前記照射位置決め用荷電粒子線を治療用の荷電粒子線に切り替えて、前記照準位置に該治療用の荷電粒子線を照射する。

20

30

## 【発明の効果】

## 【0019】

以上説明したように本発明によれば、被検体に位置決め用荷電粒子線を照射しながら被検眼等の被検体を観察及び診断するために被検体を撮影して、治療用荷電粒子線の照準位置を精密に決定することができる、という効果が得られる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0020】

【図1】本発明の実施例を示す概略図である。

【図2】本発明の実施例のフィルムミラー部分の概略拡大図である。

【図3A】励起光源による眼底蛍光造影画像を示す図である。

【図3B】事前診断における眼底蛍光造影画像を示す図である。

【図3C】励起光源による眼底蛍光造影画像を示す図である。

【図3D】深さ位置決めビームによる眼底蛍光造影画像を示す図である。

50

【図3E】励起光源による眼底蛍光造影画像を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。本実施例は、本発明を眼底照準位置決定装置を備えた粒子線治療装置に適用したものである。

【実施例1】

【0022】

図1に示すように、本実施例の眼底照準位置決定装置を備えた粒子線治療装置には、荷電粒子線照射源11から照射された荷電粒子線を被検体としての被検眼方向に導く複数の電磁石10を配列した荷電粒子線偏向用の電磁石群12が設けられている。荷電粒子線として、炭素イオンビーム等の重イオンビーム、及び陽子線等のブラッグカーブを持つ荷電粒子線を用いることができる。

10

【0023】

荷電粒子線源11には、可電粒子線の照射開始及び照射停止を行うためのスイッチ13、並びに荷電粒子線の強度を調整して照射位置決め用荷電粒子線と治療用荷電粒子線とに切り替える切り換えスイッチ15を備えた操作部17が接続されている。

【0024】

電磁石群12の荷電粒子線出射側には、高分子等の膜で形成されたレンジシフトを複数枚、重ねて配列することにより、被検眼に照射される荷電粒子線の被検眼の眼軸の深さ方向におけるビーム照射位置、すなわち荷電粒子線の飛程を調整する飛程調整器14が配置されている。飛程調整器14のレンジシフトの枚数または厚さを調整することにより、被検眼の眼軸の深さ方向におけるビーム照射位置、すなわち荷電粒子線の軸方向の照射位置を、例えば数50 $\mu$ mステップで調整することができる。

20

【0025】

飛程調整器14の荷電粒子線出射側には、荷電粒子線の軸に直交する平面内の荷電粒子線の分布状態を整形するためのボラス16が配置されている。このボラスにより、網膜の形状及びカーブに合わせて、網膜を損傷させないように荷電粒子線の分布状態が整形される。

【0026】

ボラス16の荷電粒子線出射側には、荷電粒子線の軸に対して45°の角度を成すように、ポリカーボネイトまたはポリエチレンテレフタレート等の高分子材料で形成されたフィルムミラー18が配置されている。図2に示すように、フィルムミラー18の荷電粒子線照射側には、荷電粒子線の照射によって発光する蛍光物質等の蛍光体で形成された発光体を塗布することによりシンチレータ20が形成されている。なお、フィルムミラー18の発光体が塗布された面と反対側の面は、反射面として機能する。

30

【0027】

このように、フィルムミラー18に発光体を塗布することにより、荷電粒子線を透過せると共に、荷電粒子線が照射された部位が発光し、かつ反射面に入射した光を荷電粒子線の軸外に反射する本発明の反射手段が構成される。

【0028】

なお、この反射手段は、上記のようにフィルムミラーに発光体を塗布することによりシンチレータとミラーとを一体に構成してもよいが、荷電粒子線の照射により発光する発光体に反射面を形成する物質を蒸着してシンチレータとミラーとを一体に構成してもよい。また、シンチレータとフィルムミラーを貼り合わせるにより一体化させて構成してもよい。また、荷電粒子線を透過しない部材でシンチレータ及びミラーの少なくとも一方を構成する場合には、部材の荷電粒子線の軸に対応する部分に孔を穿設し、荷電粒子線の一部が孔を通過するようにすればよい。孔を通過しない荷電粒子線は、シンチレータに照射され、これにより発光体が発光する。

40

【0029】

ミラーを構成する部材の材質については特に制限はないが、荷電粒子線のエネルギーを

50

著しく減少させず、また、荷電粒子線を発散させない材質の材料を用いるのが好ましい。

【0030】

また、上記では、シンチレータとミラーとを一体に構成する例について説明したが、シンチレータとミラーとを分離し、荷電粒子線の軸方向に所定間隔に隔てて配置してもよく、1つの基材の一方の面に発光体を塗布し、他方の面に反射面を形成する物質を蒸着するようにしてもよい。

【0031】

シンチレータ20の発光部が観察可能な位置には、発光部のビームプロファイルをモニタするためのマイクロストリップガスチェンバ等で構成されたビームプロファイルモニタ及びビーム粒子数をカウントするカウンタを備えたビーム状態観察装置22が配置されて

10

いる。このビーム状態観察装置22によれば、ビームプロファイルをモニタすることができるので、被検眼に照射される荷電粒子線の軸と直交する平面における荷電粒子線の位置を検出することができる。

【0032】

また、フィルムミラー18から反射された光が入射可能な位置には、被検眼の眼底を撮影する眼底撮影装置24が配置されている。

【0033】

眼底撮影装置24には、眼底に励起光を照射するための励起光源が収納されている。本実施例では、励起光源として、近赤外光を照射する半導体レーザー24A、及び可視光を照射するハロゲンランプ24Bを用いている。なお、励起光源としては、眼底蛍光造影剤からルミネッセンスを発光させることが可能な放射線（電離または非電離のいずれでも可）を射出することができる光源であればどのような光源も用いることができる。

20

【0034】

また、眼底撮影装置24には、眼底に合焦させることが可能な焦点距離を有する対物レンズ24C、及び眼底を撮影する眼底カメラ24Dが設けられている。

【0035】

電磁石群及び眼底撮影装置は、眼底撮影装置24のフィルムミラー18から被検眼までの光軸部分と、荷電粒子線のフィルムミラー18から被検眼までのビーム軸部分とが一致するように、予め配置位置が定められている。従って、荷電粒子線の照射位置と励起光源の光照射位置とは略一致している。

30

【0036】

眼底蛍光造影剤としては、フルオレセインまたはインドシアニンググリーン等を含有する造影剤を使用することができるが、インドシアニンググリーンを含有する造影剤を使用する場合には近赤外光を照射する半導体レーザー24Aからの励起光が使用され、フルオレセインを含有する造影剤を使用する場合にはハロゲンランプ24Bからの励起光が各々切り換えて使用される。

【0037】

次に、本実施例の眼底照準位置決定装置を備えた粒子線治療装置によって、眼底に対する照準位置を決定し、治療する方法について説明する。被検眼には、予め眼底蛍光造影剤を注入しておく。また、荷電粒子線については、直径が1～10mm程度、1回の照射強度が治療線量の1%以下となる深さ位置決めビームが照射できるように調整しておく。

40

【0038】

眼底照準位置決定装置を被検眼の眼球の直前に配置し、励起光源からの励起光を照射して撮影することにより、励起光による眼底蛍光造影画像（例えば、図3A）と、事前診断時における眼底蛍光造影画像（例えば、図3B）とを照合し、治療照射を行う対象を確認する。

【0039】

さらに、深さ位置決めビームを被検眼に対して照射し、ビーム状態観察装置22によって発光体を通過した荷電粒子線のプロファイルから荷電粒子線の軸と直交する平面上の位置情報を取得し、目的の位置からずれている場合には被検眼を移動させて荷電粒子線の照

50

射位置が軸と直交する平面上の目的の位置に一致するように調整する。

【 0 0 4 0 】

眼底蛍光造影画像の照合により治療照射を行う対象を確認した後、深さ位置決めビームの照射位置を数 50  $\mu\text{m}$  単位で眼底の強膜から網膜方向へ 1 ステップずつ複数ステップで調整しながら、すなわち特定の深度ずつ複数回にわたって調整しながら、眼底蛍光造影剤が注入された眼底へ荷電粒子線を各特定の深度毎に照射する。このとき、荷電粒子線の線量分布の歪みは、ボアラスによって補償される。また、荷電粒子の照射に応じて、フルオレセインまたはインドシアニンググリーン等を含む眼底蛍光造影剤からルミネッセンスが発光される。

【 0 0 4 1 】

荷電粒子線の照射による特定の深度毎の眼底蛍光造影剤からの発光は、フィルムミラー 18 によって反射され、所定の作動距離を有する眼底撮影装置に入射され、眼底カメラによって眼底血管画像（例えば、図 3 D に示す眼底蛍光造影画像）が撮影される。これによって、特定深度の各々における眼底血管画像が得られるので、この複数の眼底血管画像から目的とする眼底血管画像を選択し、飛程調整器を選択された眼底血管画像が得られたときの飛程調整器の状態に調整することにより、荷電粒子線の照射深度、すなわち照射位置を目的の位置に調整することができる。

【 0 0 4 2 】

続いて、操作部 17 の切り換えスイッチ 15 を操作して、荷電粒子線を深さ位置決めビームから治療用ビームの強度及びサイズに切り換え、眼底撮影装置の励起光源から励起光を照射して被検眼の眼底における眼底蛍光造影剤を発光させ、発光した光によって照明された眼底の画像（例えば、図 3 C）を眼底カメラを用いて、動画によってリアルタイムに撮影する。撮影された画像に対して治療照射を行うための照準を示すクロスを表示し（図 3 E）、治療用ビームの照準位置を決定し、治療用ビームを照射する。これにより、被検眼の病巣の平面方向の荷電粒子線照射位置を確認しながら、治療用ビームをクロスで示される照準の位置に照射することで、治療が行われる。

【 0 0 4 3 】

本実施例によれば、被検眼の眼底からの光を荷電粒子線軸外に反射させているため、眼底荷電粒子線照射光学系と眼底撮影装置の光学系との干渉を防止することができる。

【 0 0 4 4 】

また、本実施例では、微小領域への高精度の荷電粒子線の照射が可能になるため、微小領域への高精度の荷電粒子線の照射が必要な眼球（特に、眼底）疾患への適用が可能になる。また、患者や被検眼の網膜に障害を与えることなく、患者への負担を最小にする画期的な確認法及び治療技術として利用することができる。

【 0 0 4 5 】

また、上記では、被検体として眼底を対象とした例について説明したが、眼底以外のその他の患部にも本発明の装置を用いた治療を行うことができる。

【 産業上の利用分野 】

【 0 0 4 6 】

炭素イオンビーム等の荷電粒子線及び励起光を、被検体としての被検眼の眼底に照射して眼底画像を撮影することにより荷電粒子線の照準位置を決定し、決定された照準位置に治療用の荷電粒子線を照射することにより、患部の治療を行う用途に適用できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

- |    |         |
|----|---------|
| 14 | 飛程調整器   |
| 18 | フィルムミラー |
| 20 | 発光体     |
| 24 | 眼底撮影装置  |

10

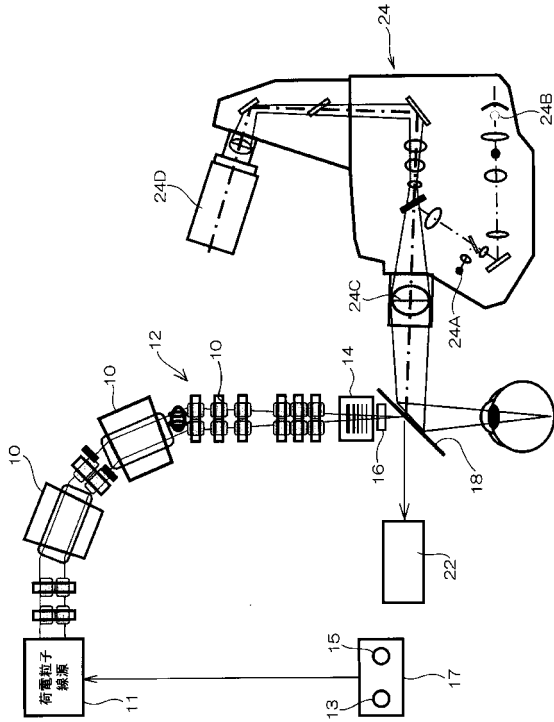
20

30

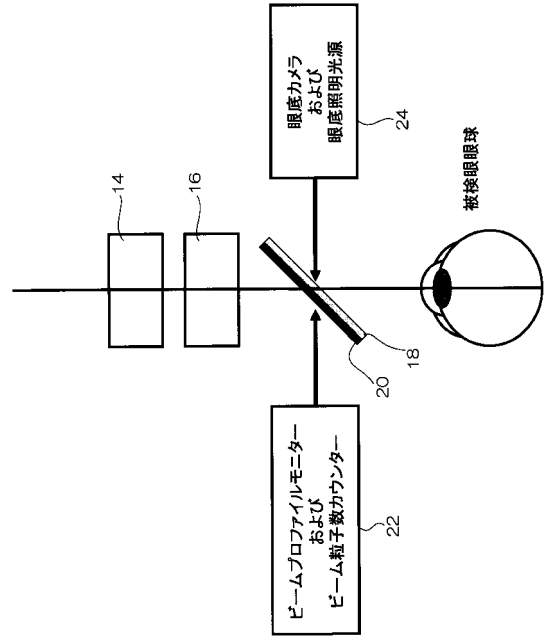
40



【 図 1 】

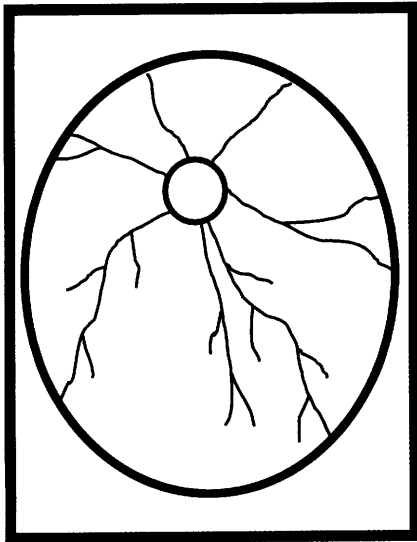


【 図 2 】



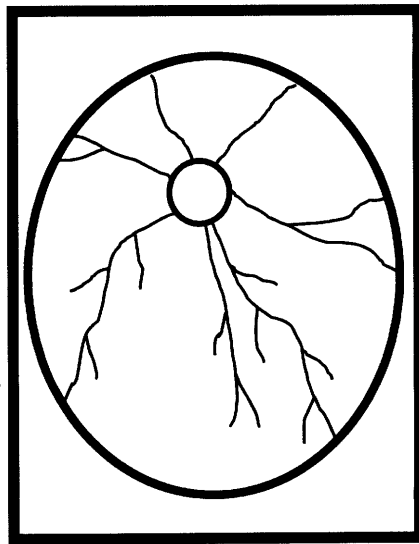
【 図 3 A 】

励起光源による  
眼底蛍光造影画像



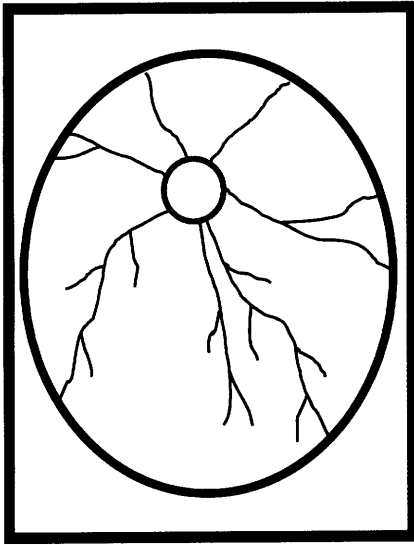
【 図 3 B 】

事前診断における  
眼底蛍光造影画像



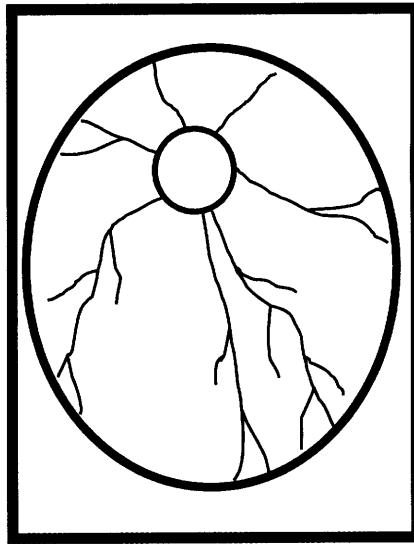
【 図 3 C 】

励起光源による  
眼底蛍光造影画像



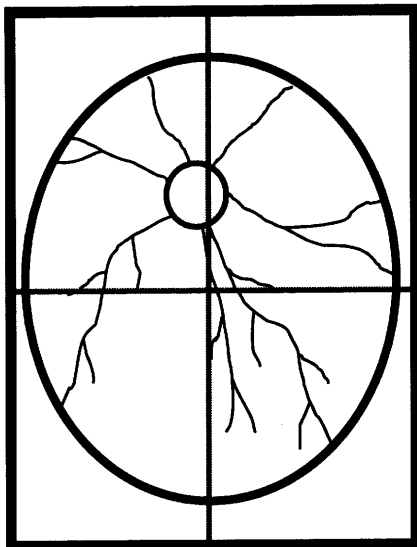
【 図 3 D 】

深さ位置決めビーム (Φ1-10mm)  
による眼底蛍光造影画像



【 図 3 E 】

励起光源による  
眼底蛍光造影画像



## フロントページの続き

- (72)発明者 島田 博文  
群馬県高崎市並榎町170-1 A2棟1-3号
- (72)発明者 中野 隆史  
群馬県前橋市国領町2-22-13-101
- (72)発明者 酒井 卓郎  
群馬県高崎市綿貫町1233番地 独立行政法人日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所内
- (72)発明者 荒川 和夫  
群馬県高崎市綿貫町1233番地 独立行政法人日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所内
- (72)発明者 福田 光宏  
群馬県高崎市綿貫町1233番地 独立行政法人日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所内
- (72)発明者 及川 将一  
群馬県高崎市並榎町170-1 T棟1-1号
- (72)発明者 佐藤 隆博  
群馬県高崎市綿貫町1233番地 独立行政法人日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所内
- (72)発明者 上松 敬  
群馬県高崎市綿貫町1233番地 独立行政法人日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所内
- (72)発明者 遊佐 顕  
群馬県前橋市下小出町2-22-8 TB203
- (72)発明者 加藤 弘之  
群馬県前橋市上小出町2-31-7 KII202
- (72)発明者 岸 章治  
群馬県前橋市緑が丘町19-4
- (72)発明者 佐藤 拓  
群馬県前橋市若宮町3-16-8-704
- (72)発明者 堀内 康史  
群馬県前橋市岩神町3-4-8

審査官 小宮 寛之

- (56)参考文献 特開平10-015087(JP,A)  
特開平09-173376(JP,A)  
特開平09-192106(JP,A)  
特開2004-097471(JP,A)  
特開2002-200182(JP,A)  
特開2005-021366(JP,A)  
実開平01-126257(JP,U)  
実開平05-007251(JP,U)  
特表2003-516830(JP,A)  
国際公開第2004/065923(WO,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61N 5/10  
A61B 3/12,3/14  
A61F 9/007