

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3977624号
(P3977624)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年6月29日(2007.6.29)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

F I

A 6 1 B 6/03 3 2 O Z
A 6 1 B 6/03 3 2 O C
A 6 1 B 6/03 3 2 O K
A 6 1 B 6/03 3 2 O W
A 6 1 B 6/03 3 5 O V

請求項の数 8 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-320928 (P2001-320928)
(22) 出願日 平成13年10月18日(2001.10.18)
(65) 公開番号 特開2003-116833 (P2003-116833A)
(43) 公開日 平成15年4月22日(2003.4.22)
審査請求日 平成16年10月13日(2004.10.13)

(73) 特許権者 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦
(74) 代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74) 代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100070437
弁理士 河井 将次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線コンピュータ断層撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

略円環状の回転架台に搭載され、被検体にX線を照射する第1 X線管球と、
前記被検体と前記第1 X線管球との間に配置される開度可変の第1 X線絞り装置と、
前記回転架台上の前記第1 X線管球に対向する位置に搭載される第1 X線検出器と、
前記回転架台上の前記第1 X線管球から円周方向に所定角度ずれた位置に搭載される第
2 X線管装置と、

前記被検体と前記第2 X線管球との間に配置される開度可変の第2 X線絞り装置と、
前記回転架台上の前記第2 X線管装置に対向する位置に搭載される第2 X線検出器と、
前記X線が前記被検体の関心領域だけに限定的に照射するように前記第2 X線絞り装置
の開度を前記第1 X線絞り装置の開度より狭く設定する制御部と、

前記第2 X線検出器のチャンネルのうち、狭い開度に起因してデータ欠落を起こしたチ
ャンネルの投影データを、前記第1 X線検出器の対応するチャンネルの投影データで回転
角毎に補完するデータ補完部と、

前記第2 X線検出器による投影データと、前記補完する前記第1 X線検出器による投影
データとに基づいて画像データを再構成する再構成部とを具備することを特徴とするX線
コンピュータ断層撮影装置。

【請求項2】

前記第2 X線管球のX線量を前記第1 X線管球のX線量よりも高く設定するX線制御部
をさらに備えることを特徴とする請求項1記載のX線コンピュータ断層撮影装置。

10

20

【請求項 3】

前記第 2 X 線管球の管電流を前記第 1 X 線管球の管電流よりも高く設定する X 線制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の X 線コンピュータ断層撮影装置。

【請求項 4】

前記第 1、前記第 2 X 線管球の管電圧を略等価に設定する X 線制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 3 記載の X 線コンピュータ断層撮影装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記第 2 X 線絞り装置の開口の位置を回転に伴って変化させることを特徴とする請求項 1 記載の X 線コンピュータ断層撮影装置。

【請求項 6】

X 線管球装置と X 線検出器とのペアを複数装備する X 線コンピュータ断層撮影装置において、

前記複数のペアの中の少なくとも 1 つのペアの X 線管球装置は 前記 X 線が前記被検体の関心領域だけに限定的に照射するように他のペアの X 線管球装置よりも X 線の広がり角が狭く設定され、

前記 X 線の広がり角が狭く設定された少なくとも 1 つのペアによる投影データと、前記少なくとも 1 つのペアで欠落しているチャンネルについて補完する前記他のペアによる投影データとに基づいて画像データを再構成することを特徴とする X 線コンピュータ断層撮影装置。

【請求項 7】

前記 X 線の広がり角が狭く設定されているペアは、前記他のペアよりも、前記 X 線管球の管電流が高く設定されることを特徴とする請求項 6 記載の X 線コンピュータ断層撮影装置。

【請求項 8】

前記 X 線の広がり角が狭く設定されているペアは、前記他のペアと、前記 X 線管球の管電圧が略等価に設定されることを特徴とする請求項 7 記載の X 線コンピュータ断層撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、X 線コンピュータ断層撮影装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

周知のとおり、X 線コンピュータ断層撮影装置は、被検体を多方向から X 線で走査することにより収集した投影データに基づいて断面の減弱係数分布、つまり断層像を再構成することを実現した装置である。

【0003】

近年、被検体を透過した X 線をダイレクトに電荷に変換する半導体検出器の開発が進み、その感度向上に伴って X 線量の低減、つまり被曝量の低減化が進行している。

【0004】

しかし、被曝量の低減にも限界があり、ある一定量以下になると、濃度分解能が著しく下がり、診断に耐えうるような画質を確保することができなくなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、X 線コンピュータ断層撮影装置において、被曝量の低減と高画質の確保とを両立することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、第 1 局面において、略円環状の回転架台に搭載され、被検体に X 線を照射する第 1 X 線管球と、記被検体と前記第 1 X 線管球との間に配置される開度可変の第 1 X 線

10

20

30

40

50

絞り装置と、記回転架台上の前記第1 X線管球に対向する位置に搭載される第1 X線検出器と、前記回転架台上の前記第1 X線管球から円周方向に所定角度ずれた位置に搭載される第2 X線管装置と、前記被検体と前記第2 X線管球との間に配置される開度可変の第2 X線絞り装置と、前記回転架台上の前記第2 X線管装置に対向する位置に搭載される第2 X線検出器と、前記X線が前記被検体の関心領域だけに限定的に照射するように前記第2 X線絞り装置の開度を前記第1 X線絞り装置の開度より狭く設定する制御部と、前記第2 X線検出器のチャンネルのうち、狭い開度に起因してデータ欠落を起こしたチャンネルの投影データを、前記第1 X線検出器の対応するチャンネルの投影データで回転角毎に補完するデータ補完部と、前記第2 X線検出器による投影データと、前記補完する前記第1 X線検出器による投影データとに基づいて画像データを再構成する再構成部とを具備することを特徴とする。

10

本発明は、第2局面において、X線管球装置とX線検出器とのペアを複数装備するX線コンピュータ断層撮影装置において、前記複数のペアの中の少なくとも1つのペアのX線管球装置は前記X線が前記被検体の関心領域だけに限定的に照射するように他のペアのX線管球装置よりもX線の広がり角が狭く設定され、前記X線の広がり角が狭く設定された少なくとも1つのペアによる投影データと、前記少なくとも1つのペアで欠落しているチャンネルについて補完する前記他のペアによる投影データとに基づいて画像データを再構成することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

20

以下、図面を参照して本発明によるX線コンピュータ断層撮影装置を好ましい実施形態により説明する。なお、X線コンピュータ断層撮影装置のスキャン方式としては、X線管とX線検出器とが1体として被検体の周囲を回転するローテート/ローテートタイプ、リング状にアレイされた多数の検出素子が固定され、X線管のみが被検体の周囲を回転するステーションナリ/ローテートタイプ等様々なタイプがあり、いずれのタイプでも本発明を適用可能であるが、ここではローテート/ローテートタイプを例に説明する。また、1枚の断層像データを再構成するには、被検体の周囲1周、約360°分の投影データの1セットが、またハーフスキャン法でも180°+ファン角分の投影データが必要とされる。ここでは、前者の例で説明する。なお、投影データとは、X線パス上の組織等の減弱係数(又は吸収係数)の通過距離に関する積分データとして定義される。

30

【0009】

図1に、本実施形態に係るX線コンピュータ断層撮影装置の主要部の構成を示している。本実施形態のX線コンピュータ断層撮影装置は、スキャンガントリ1とコンピュータ装置2と図示しない寝台とから構成される。スキャンガントリ1は、被検体に関する投影データを収集するための構成要素であり、その投影データはコンピュータ装置2に取り込まれ、画像再構成等の処理に供される。被検体は、寝台の天板に載置された状態でスキャンガントリ1の撮影領域内に挿入される。

【0010】

コンピュータ装置2は、中央制御ユニット21と、それに対してデータ/制御バス22を介して接続されたデータ補完ユニット23、画像再構成ユニット24及び画像表示ユニット25から構成される。

40

【0011】

スキャンガントリ1は、多管球型であり、つまり円環状の回転架台に、X線管装置とX線検出器とのペアが複数搭載されている。ここでは、2管球型として説明する。第1ペア11は、第1 X線管装置110と、それに対向する多チャンネル型の第1 X線検出器113とが回転架台に搭載されている。第2ペア12は、第2 X線管装置120と、それに対向する多チャンネル型の第2 X線検出器123とが、その中心軸が第1ペア11の中心軸と回転軸RAで所定角度(ここでは90°と仮定する)交差し、且つ第1ペア11と同じ断面(スライス)を走査する位置関係で回転架台に搭載されている。

【0012】

50

第1 X線管装置110は、第1 X線管球111と、第1 X線管球111と被検体との間に配置される、具体的には第1 X線管球111のX線放射窓の直前に取り付けられる第1 X線絞り装置120等の周辺要素とから構成される。この第1 X線絞り装置120は、第1 X線管球111から放射されるX線の広がり角(ファン角、視野角ともいう)を制限するための装置であり、複数の可動式遮蔽板と、それらを個々に移動する駆動部とを備えている。複数の可動式遮蔽板各々の位置を制御することにより、開口の開度および開口の中心位置を任意に調整することができるようになっている。

【0013】

第2 X線管装置120も同様に、第2 X線管球121と、第2 X線絞り装置122等の周辺要素とから構成される。また、第2 X線絞り装置122も、第1 X線絞り装置112と同様に、第2 X線管球121から放射されるX線の広がり角(ファン角)を制限するための装置であり、複数の可動式遮蔽板と、それらを個々に移動する駆動部とを備え、複数の可動式遮蔽板各々の位置を制御することにより、開口の開度および開口の中心位置を任意に調整することができるようになっている。

10

【0014】

X線制御部13は、管電圧及びフィラメント電流(フィラメント電流により管電流が制御される)を第1、第2 X線管球111, 121に対して個別に印加及び供給することができるように、第1 X線管球111と第2 X線管球121とにそれぞれ対応する2系統の高電圧発生器を装備している。これら2系統の高電圧発生器から第1、第2 X線管球111、121に印加される管電圧及びフィラメント電流は、スキャン制御部14の制御のもとにある。このX線制御部13に対する制御とともに、スキャン制御部14は、第1、第2 X線絞り装置112、122それぞれの開口の開度および開口の中心位置、さらには回転架台の回転、天板のスライド等スキャンに関わる全てのオペレーション制御を担当する。

20

【0015】

第1、第2 X線検出器113、123の出力は、それぞれデータ収集部114、124、図示しないが連続回転を可能にするスリップリング及び前処理部を介して投影データとしてコンピュータ装置2に供給される。コンピュータ装置2のデータ補完ユニット23では、詳細は後述するが、第2 X線検出器123の投影データの欠落部分を第1 X線検出器113の投影データで補完する。この補完された投影データに基づいて再構成ユニット24で断層像データが再構成され、画像表示ユニット25に表示される。

30

【0016】

図2には、スキャン制御部14により調整された第1 X線絞り装置112の開度と第2 X線絞り装置122の開度とを示している。第2 X線絞り装置122の開度は、第1 X線絞り装置112の開度よりも大きく設定される。第1 X線絞り装置112の開度A1は、第1 X線管球111からのX線が被検体断面の全域に照射する程度に比較的広く設定され、一方、第2 X線絞り装置122の開度A2は、第2 X線管球121からのX線が被検体断面内の関心部位(関心領域)だけを限定的に照射し、関心部位以外の部分には照射しない程度に比較的狭く設定される。実際には、それぞれの開度A1, A2は、被検体の体格及び関心部位の種類等のパラメータに応じた標準値に設定してもよいし、低曝射でプリスキャンして得た断層像から被検体個別値に設定するようにしてもよい。

40

【0017】

このように互いに相違する開度でスキャンが行われる。スキャンに際しては、第1 X線管球111から曝射されるX線の線量は、第2 X線管球121から曝射されるX線の線量よりも低く設定される。具体的には、第1 X線管球111に印加される管電圧TV1と、第2 X線管球121に印加される管電圧TV1とは等価又は略等価に設定され、一方、第1 X線管球111のフィラメント電流(管電流: TC1)は、第2 X線管球121のフィラメント電流(管電流: TC2)よりも低く設定される。例えば第2 X線管球121の管電流は250 mAに、第1 X線管球111の管電流は50 mAに設定される。このように管電圧は同じに、管電流を相違させることにより、線量は相違するが、線質は同じに揃えることができる。

50

【 0 0 1 8 】

このような設定のもとでスキャンが行われ、第 1、第 2 X 線検出器 1 1 3、1 2 3 で検出された投影データは、コンピュータ装置 2 のデータ補完ユニット 2 3 に供給される。第 2 ペア 1 2 の X 線は被検体断面全域をカバーしていないので、その第 2 X 線検出器 1 2 3 で検出した投影データだけでは断層像を実質的に再構成することはできない。つまり、第 2 X 線検出器 1 2 3 のチャンネルのうち、狭い開度に起因して、一部のチャンネルでデータ欠落を起こしている。この欠落しているチャンネルのデータを、第 1 X 線検出器 1 1 3 の対応するチャンネルの投影データで補完する処理が、データ補完ユニット 2 3 で行われる。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、第 1、第 2 の X 線管球 1 1 1, 1 2 1 それぞれの軌道を示している。第 2 X 線管球 1 2 1 は、第 1 X 線管球 1 1 1 に対して 90° 遅れる位置に配置されているので、その角度分だけ第 1 X 線管球 1 1 1 から遅れた軌道を描いている。ここで、回転角 θ に注目する。図 4 には、第 2 X 線管球 1 2 1 が回転角 θ にあるときの第 2 X 線検出器 1 2 3 により検出された投影データ分布を示している。X 線が照射されていない部分のチャンネルのデータが欠落していることが伺える。このデータ欠落を起こしているチャンネルの投影データを、第 1 X 線管球 1 1 1 が同じ回転角 θ にあるときに第 1 X 線検出器 1 1 3 により検出された同じチャンネルの投影データにより補完する。

【 0 0 2 0 】

実際には、線量が相違し、それに応じて基準レベルが相違するので、基準レベルを揃えるために、加重加算する。回転角を θ 、チャンネルを ch 、第 1 X 線検出器 1 1 3 で検出された投影データを $PD1$ 、第 2 X 線検出器 1 2 3 で検出された投影データを $PD2$ と表すと、補完ユニット 2 3 から出力される投影データ PD は、次のように表される。

【 0 0 2 1 】

$$PD(\theta, ch) = a \cdot PD1(\theta, ch) + b \cdot PD2(\theta, ch)$$

a , b は重み係数であり、その関係は、 $a > b$ であって、第 2 X 線管球 1 2 1 に対する第 1 X 線管球 1 1 1 の線量比を c とすると、 $a = c \cdot b$ を満たすように設定される。例えば上述した管電圧、管電流の条件と同様に、線量比 c が、 $(50 \text{ mA} / 250 \text{ mA}) = 1 / 5$ と仮定すると、 $a = 5$ 、 $b = 1$ に設定される。

【 0 0 2 2 】

なお、実際には、第 2 ペア 1 2 でデータ欠落を起こしているチャンネルでは、 $a = 5$ 、 $b = 0$ に、第 2 ペア 1 2 でデータ欠落を起こしていないチャンネルでは、 $a = 0$ 、 $b = 1$ に変化させ、データ欠落を起こしているチャンネルだけを第 1 ペア 1 1 で収集した投影データで補完する処理が典型的である。

【 0 0 2 3 】

このようにファン角が狭いが線量の高い X 線と、ファン角が広いが線量の低い X 線とを併用することにより、必要な部分、つまり関心部位に対しては高分解能で高画質を提供しながら、それと共に関心部位及びそれ以外の部分全体に線量の高い X 線を照射するのに比べて被曝量を低く抑えることができる。

【 0 0 2 4 】

実際の撮影手順では、いずれか一方のペア 1 1 又は 1 2 を使って、低い線量の X 線を被検体断面全域に照射する条件のもとでプリスキャンを行い、それにより取得した比較的分解能の断層像から関心部位を同定し、その大きさから第 2 X 線絞り装置 1 2 2 の開口開度を設定するとともに、図 5 に示すように、寝台天板の左右上下動の調整により回転軸 RA 上に関心部位を配置した状態を確保することが必要と考えられる。この状態では、第 2 X 線絞り装置 1 2 2 の開口位置は、回転中、固定的で良い。

【 0 0 2 5 】

しかし、図 6 に示すように、回転軸 RA 上に関心部位を配置した状態を確保することが不可能又は困難な場合がまったくないとは言えない。この場合には、第 2 X 線管球 1 2 1 が 1 周の中のどの回転角にあっても常に関心部位をその X 線の視野内に捕らえるように広い

10

20

30

40

50

開口に設定する必要がある。しかし、この設定では、被曝量を最小限に抑えることはできない。そのため、第2 X線絞り装置122の開口を関心部位の大きさに絞った狭い開度に設定した上で、第2 X線管球121が1周の中のどの回転角にあっても常に関心部位をそのX線の狭い視野内に捕らえるように、第2 X線絞り装置122の開口位置を回転角に同期させて移動させることが有効である。第2 X線絞り装置122の開口位置と、回転角との関係は、プリスキャンで取得した断層像上での関心部位の位置と、回転軸RAの位置と、第2 X線管球121の焦点の位置との3者の位置関係から幾何学的に求めることができる。この第2 X線絞り装置122の開口位置と回転角との関係に従って、スキャン制御部14では、第2 X線絞り装置122の開口位置を回転角に同期させて移動させるために第2 X線絞り装置122を制御することができる。

10

【0026】

本発明は上述した実施形態に限定されず、種々変形して実施可能である。

【0027】

【発明の効果】

本発明によれば、X線コンピュータ断層撮影装置において、被曝量の低減と高画質の確保とを両立することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るX線コンピュータ断層撮影装置の主要部の構成図。

【図2】図1の第1、第2 X線絞り装置それぞれの開度を示す図。

【図3】図1の第1、第2のX線管球それぞれの軌道を示す図。

20

【図4】図1の第1、第2ペアそれぞれの投影データを概略的に示す図。

【図5】本実施形態において、回転軸上に関心部位が存在する場合、回転中の第2 X線絞り装置の開度及び開口位置が変化しない様子を示す図。

【図6】本実施形態において、回転軸からずれた位置に関心部位が存在する場合、回転に伴って第2 X線絞り装置の開度及び開口位置が変化する様子を示す図。

【符号の説明】

1 ... スキャンガントリ、

1 1 ... 第1ペア、

1 1 0 ... 第1 X線管装置、

1 1 1 ... 第1 X線管球、

30

1 1 2 ... 第1 X線絞り装置、

1 1 3 ... 第1検出器、

1 1 4 ... 第1データ収集部、

1 2 ... 第2ペア、

1 2 0 ... 第2 X線管装置、

1 2 1 ... 第2 X線管球、

1 2 2 ... 第2 X線絞り装置、

1 2 3 ... 第2検出器、

1 2 4 ... 第2データ収集部、

1 3 ... X線制御部、

40

1 4 ... スキャン制御部、

2 ... コンピュータ装置、

2 1 ... 中央制御ユニット、

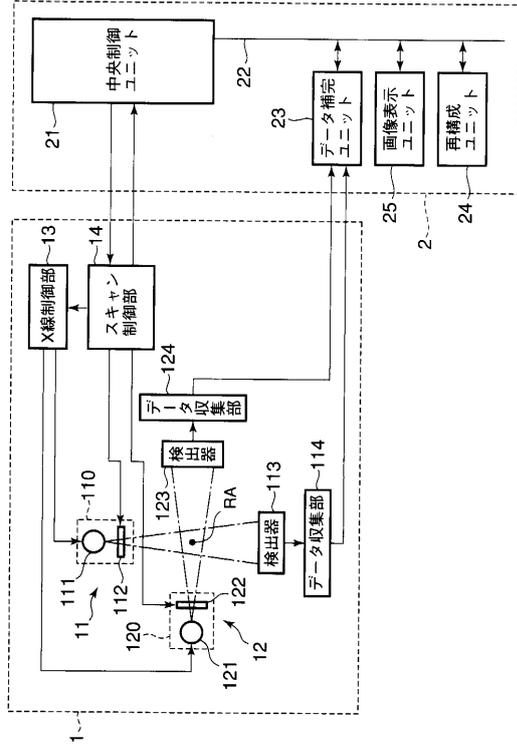
2 2 ... データ/制御バス、

2 3 ... データ補間ユニット、

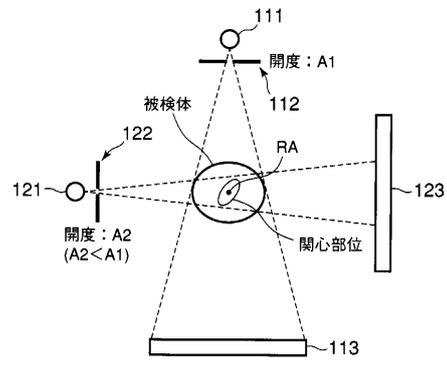
2 4 ... 再構成ユニット、

2 5 ... 画像表示ユニット。

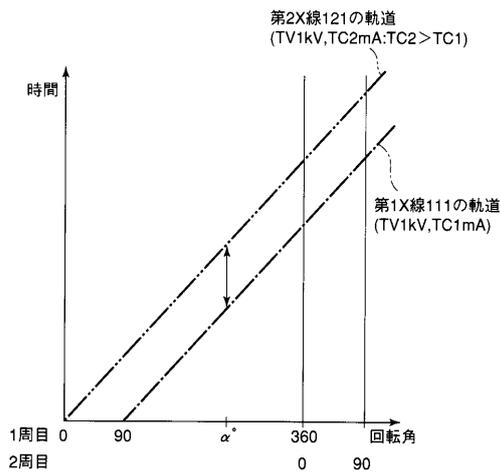
【 図 1 】



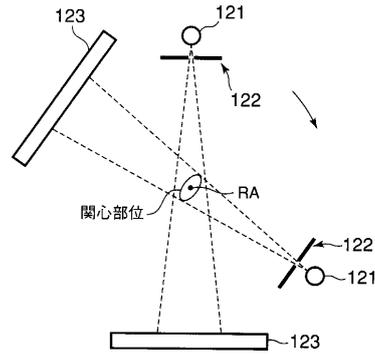
【 図 2 】



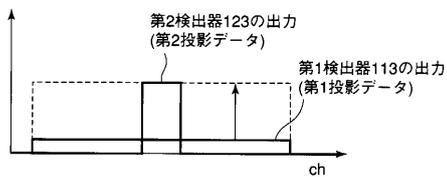
【 図 3 】



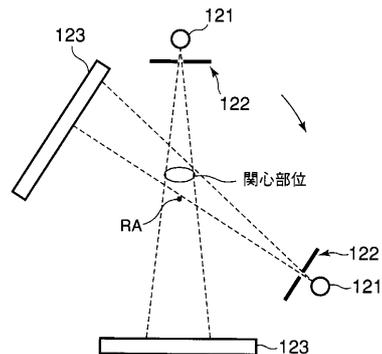
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 新野 俊之
栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内
- (72)発明者 柳田 祐司
栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内
- (72)発明者 中島 成幸
栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内

審査官 谷垣 圭二

- (56)参考文献 特開昭54-092192(JP,A)
特開平10-248835(JP,A)
特開平11-019078(JP,A)
特開平10-155781(JP,A)
特開2000-157534(JP,A)
特開平08-000602(JP,A)
特開2000-201920(JP,A)
特開平11-028202(JP,A)
特開2001-198118(JP,A)
特表2003-502130(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B6/00-6/14