

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5220259号  
(P5220259)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26)

(24) 登録日 平成25年3月15日 (2013. 3. 15)

(51) Int. Cl.

F I

F O 1 D 11/02 (2006. 01)

F O 1 D 11/02

F O 1 D 25/00 (2006. 01)

F O 1 D 25/00

M

F O 2 C 7/28 (2006. 01)

F O 2 C 7/28

Z

F 1 6 J 15/447 (2006. 01)

F 1 6 J 15/447

請求項の数 5 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-369786 (P2003-369786)  
 (22) 出願日 平成15年10月30日 (2003. 10. 30)  
 (65) 公開番号 特開2004-150435 (P2004-150435A)  
 (43) 公開日 平成16年5月27日 (2004. 5. 27)  
 審査請求日 平成18年10月24日 (2006. 10. 24)  
 審判番号 不服2010-16557 (P2010-16557/J1)  
 審判請求日 平成22年7月23日 (2010. 7. 23)  
 (31) 優先権主張番号 10/284, 358  
 (32) 優先日 平成14年10月31日 (2002. 10. 31)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
 クタデイ、リバーロード、1 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 アリソン・キャロル・ファーレル  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ  
 ユナ、アルコナ・コート、2053 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンの構成をシールしかつ流線形にする流路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の周方向に間隔を置いて配置されたバケット ( 1 8 ) を支持する、それに沿って軸方向に間隔を置いた位置にホイール ( 1 6 ) を有し、かつ軸線の周りで回転可能なロータ ( 1 4 ) と、

周方向に間隔を置いて配置された翼形部 ( 2 6 ) と該翼形部の対向する端部に配置された内側及び外側バンド ( 2 8 、 2 9 ) とを有する、軸方向に間隔を置いて配置された周方向のノズル ( 2 4 ) 列と、を含み、

前記軸方向に間隔を置いて配置されたバケットと前記ノズル列とが、少なくとも 1 対の軸方向に間隔を置いて配置されたタービン段を形成し、

前記バケットが、該バケットを前記ロータホイールに固定するためのダブテール ( 2 0 ) と該バケットの半径方向内端部に沿ったプラットフォーム ( 4 0 ) とを有し、前記プラットフォームと前記翼形部と前記内側及び外側バンドと前記バケットとが、タービンを通る流体流れ用の流路 ( 1 0 ) の一部を形成し、

前記ホイールの 1 つの上にある前記バケットダブテールが、前記プラットフォームから半径方向内側の位置に沿った前記ノズル列の 1 つに向かってほぼ軸方向に延びる突出部 ( 4 2 、 4 4 ) を支持し、また前記 1 つのノズル列のノズルが、ラビリンス歯 ( 4 6 、 5 0 ) を支持し、前記ラビリンス歯が、前記突出部と共に前記 1 つのホイールと前記 1 つのノズル列との間にあるホイールスペース内に流入する、前記流路からの漏洩流を減少させるためのシールを形成しており、

10

20

前記プラットフォーム（４０）の前縁（７０）は、上流方向において半径方向内向きにフレア状にされて、上流側のノズル（２４）の内側バンド（２８）の後縁の半径方向内側に位置する

ことを特徴とするタービン。

【請求項２】

前記突出部（４２）が、前記ダブテールの上流側から延びかつ前記ラビリンス歯（４６）の半径方向下側に位置していることを特徴とする、請求項１に記載のタービン。

【請求項３】

前記突出部（４４）が、前記ラビリンス歯から半径方向内側の位置において前記ダブテールの下流側から延びていることを特徴とする、請求項１に記載のタービン。

10

【請求項４】

前記突出部（４２）が、前記ダブテールの上流側から延びかつ前記１つのノズル列のラビリンス歯（４６）の半径方向下側に位置し、第２の突出部（４４）が、次の下流段のノズル列によって支持された第２のラビリンス歯（５０）から半径方向内側の位置において前記ダブテールの下流側から延びていることを特徴とする、請求項１に記載のタービン。

【請求項５】

軸線の周りで回転可能であり、かつその半径方向内端部に沿ったプラットフォーム（４０）を有する複数の周方向に間隔を置いて配置されたバケット（１８）を支持するロータ（１４）と、

その対向する端部に内側及び外側バンド（２８、２９）を備えた周方向に間隔を置いて配置された翼形部（２６）を有する、軸方向に間隔を置いて配置された周方向のノズル（２４）列と、を含み、

20

前記プラットフォーム（４０）と前記バケットと前記内側及び外側バンドと前記翼形部とが、タービンを通る流体流れ用の流路の一部を形成し、前記ノズル列が、前記バケットの上流側に軸方向に間隔を置いて配置され、

前記バケットプラットフォームの前縁（７０）が、上流方向において半径方向内向きにフレア状にされて、前記上流側ノズル列の内側バンド（２８）の後縁の半径方向内側に位置しており、

前記バケットが、前記上流側ノズル列のノズル出口根元直径よりも小さいバケット入口根元直径を持ち、

30

前記バケットが、前記上流側ノズル列に向かって突出する、バケット入口側根元軸方向上流側シールフィン（７０）を含み、前記軸方向上流側シールフィン（７０）により漏洩流を減少させる

ことを特徴とするタービン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、流路に沿った流線型流れ特性を促進しかつシールを行うタービンの流路構成に関し、具体的には、蒸気通路の根元領域における漏洩流及び２次空力損失を最小にするための蒸気タービンの流路構成に関する。

40

【背景技術】

【０００２】

根元半径に沿ったタービンを通る流路の一部は、ノズルの内側バンド又はリングとロータ上のバケットの根元におけるプラットフォームに沿った流れ表面により形成される。根元半径に沿った流路から流出するあらゆる流体流れの漏洩は、バケットをバイパスし直接的にタービン段の出力を低下させる。例えば蒸気タービンの低圧セクションのような典型的なノズル及びバケット設計では、ノズル根元直径がバケット根元直径と等しく、その結果、定常状態の流れ条件では流路における流体流れの流線型特性を妨害する上流に面した段差の影響が生じる可能性が大きくなる。大型のホイールスペースもまた、漏洩流のロー

50

タポンピング作用を増大させ、その結果、更なる空力損失を引き起こす半径方向の貫入流を増加させる。より具体的には、ロータポンピング作用によって引き起こされる半径方向の再流入流れは、流路に沿った流体流れのはく離を引き起こし、その結果、空力効率の損失を発生させる。

【特許文献１】米国特許 2 8 5 7 1 3 2 号明細書

【特許文献２】米国特許 4 4 5 7 6 6 8 号明細書

【特許文献３】米国特許 6 0 3 6 4 3 7 号明細書

【特許文献４】米国特許 6 1 3 1 9 1 0 号明細書

【特許文献５】米国特許 6 1 6 8 3 7 7 号明細書

【特許文献６】米国特許 6 4 3 1 8 2 7 号明細書

【特許文献７】米国特許 6 5 8 9 0 1 2 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

従って、流体流路の根元領域における漏洩流と２次空力損失を最小にすることにより、流路における流体流れの流線を実質的に流路の悪化に無関係なものとすることを保証するような、タービンの根元半径流路構成に対する必要性が増大してきている。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

本発明の好ましい実施形態においては、流路内の流体流れの乱れを実質的に最小にし、漏洩流を最小にし、かつ流路内の流線型流れを促進する、流路の根元領域が提供される。具体的には、流路の根元領域は、ノズルの内側バンドとバケットの根元におけるプラットフォームの表面とを含む。バケットプラットフォームは、バケットダブテールの一部を形成している。各バケットダブテールは、プラットフォームの半径方向内側に位置し、かつ隣接するノズル上の出口及び入口ラビリンスシールの半径方向下側に位置する入口及び出口根元側半径方向シールを含む。これらのシールは、ロータホイールと隣接するノズルとの間にあるホイールスペース内に流入した該ホイールスペースから流出する漏洩流を減少させる。一方のダブテール及びロータホイールと他方のノズルとの間にあるホイールスペースが縮小されて、ロータポンピング作用を減少させ、それによって流路へ環流する貫入流を減少させる。

【０００５】

漏洩流はノズルとバケットとの間を通過して上流側ホイールスペース内に入り、その流れが上流側パッキングリングを通り抜ける漏洩流と合流して、合流した漏洩流が、ホイール孔を通過して下流側ホイールスペースに流れることが分かるであろう。下流側ホイールスペース内への漏洩流の一部は、出口根元半径方向シールを通過して流体流路内に流出する。出口根元半径方向シールに隣接して出口フローガイドが設けられており、この出口フローガイドは、貫入流の半径方向成分を減少させる、すなわち流路内への環流漏洩流がその半径方向流れ成分に比べて実質的に大きいすなわち卓越軸方向流れ成分を持つようにすることにより、流路妨害を最小にする。卓越軸方向流れ成分は、流路内における流体流れの乱れを最小にする。出口フローガイドは、時間の経過と共にパッキンシールの能力が低下し、流体流路へ環流する貫入流が増大するようになるにつれてますます重要になってくる。出口フローガイドはまた、バケットと次段のノズルとの間の軸方向距離を最小にして流路内の流れを流線型にするの促進する働きをする。

【０００６】

また、各バケットは、上流側ノズルの内側バンドの後縁から流出する流体の通路内におけるあらゆる流路入口の突出物を最小にするか又は排除するように、軸方向上流方向かつ半径方向内向きに延びた入口根元半径を有する。このことは、定常状態の条件において流路内の流体流れを遮るおそれのある軸方向前方に面した段差の影響が生じる可能性を最小にする。従って、その上流側におけるバケット入口根元直径は、下流側におけるノズル出口根元直径よりも小さい。同様に、下流側ノズル入口根元半径は、上流側プラットフォーム

10

20

30

40

50

ム表面の後縁の半径方向内側に位置する。このことは同様に、流路に沿って流れる流体内の乱れを回避し、バケット出口とノズル入口との間のロバストさをもたらす。

【 0 0 0 7 】

更に、バケットのプラットフォームの前縁上に、付加的に流量係数を減少させ、更に漏洩流を減少させる入口根元軸方向シールフィンが設けられている。軸方向シールフィンもまた、ノズルとバケットとの間の軸方向距離を減少させて、流路内の流体通路の流線型特性を向上させる。

【 0 0 0 8 】

本発明による好ましい実施形態においては、タービンが提供され、該タービンは、複数の周方向に間隔を置いて配置されたバケットを支持する、それに沿って軸方向に間隔を置いた位置にホイールを有し、かつ軸線の周りで回転可能なロータと、周方向に間隔を置いて配置された翼形部と該翼形部の対向する端部に配置された内側及び外側バンドとを有する、軸方向に間隔を置いて配置された周方向のノズル列とを含み、軸方向に間隔を置いて配置されたバケットとノズル列とが、少なくとも1対の軸方向に間隔を置いて配置されたタービン段を形成し、バケットが、該バケットをロータホイールに固定するためのダブテールと該バケットの半径方向内端部に沿ったプラットフォームとを有し、プラットフォームと翼形部と内側及び外側バンドとバケットとが、タービンを通る流体流れ用の流路の一部を形成し、ホイールの1つの上にあるバケットダブテールが、プラットフォームから半径方向内側の位置に沿ったノズル列の1つに向かってほぼ軸方向に延びる突出部を支持し、また1つのノズル列のノズルが、ラビリンス歯を支持し、該ラビリンス歯が、突出部と共に1つのホイールと1つのノズル列との間にあるホイールスペース内に流入する、流路からの漏洩流を減少させるためのシールを形成している。

【 0 0 0 9 】

本発明による別の好ましい実施形態においては、タービン流路の根元領域における構成を流線形にする流路が提供され、該流路は、軸線の周りで回転可能であり、かつ複数の周方向に間隔を置いて配置されたバケットを支持するロータと、その対向する端部に内側及び外側バンドを備えた周方向に間隔を置いて配置された翼形部を有し、バケットの軸方向下流側に間隔を置いて配置された、軸方向に間隔を置いて配置された周方向のノズル列とを含み、バケットが、該バケットとロータとを互いに固定するためのダブテールと、該バケットの半径方向内端部に沿ったプラットフォームとを有し、プラットフォームと内側バンドとが、タービンを通る流体流れ用の流路の根元領域の一部を形成し、バケットダブテールが、該ダブテールとノズルとの間にあるホイールスペースからの漏洩流体流れを主として下流方向軸方向に流路内に向けるための、該ダブテールの下流側に沿った出口フローガイドを含む。

【 0 0 1 0 】

本発明による更に別の好ましい実施形態においては、タービンが提供され、該タービンは、軸線の周りで回転可能であり、かつその半径方向内端部に沿ったプラットフォームを有する複数の周方向に間隔を置いて配置されたバケットを支持するロータと、その対向する端部に内側及び外側バンドを備えた周方向に間隔を置いて配置された翼形部を有する、軸方向に間隔を置いて配置された周方向のノズル列とを含み、プラットフォームとバケットと内側及び外側バンドと翼形部とが、タービンを通る流体流れ用の流路の一部を形成し、ノズル列が、バケットの上流側に軸方向に間隔を置いて配置され、バケットプラットフォームの前縁が、上流側ノズル列の後縁の半径方向内側に位置している。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

ここで図面の図、特に図1を参照すると、全体を符号10で表した矢印で示した、タービン12の流路の内側又は根元領域が示されている。エネルギー流体、例えば蒸気が、流路10に沿って矢印の方向に流れる。タービン12は、水平軸線の周りで回転可能なロータ14と、複数の軸方向に間隔を置いて配置されたロータホイール16とを含み、該ロータホイール16の各々は、バケットの基部において該ホイール16との間でダブテール

10

20

30

40

50

継手を形成するダブテール 20 上に取り付けられた複数の周方向に間隔を置いて配置されたバケット 18 を支持する。また図 1 には、軸方向に間隔を置いて配置されたノズル 24 の列を含む、タービンの固定構成部品 22 が示されている。各ノズル 24 列は、内側バンド又はリング 28 と外側バンド又はリング 29 との間に取り付けられた周方向に間隔を置いて配置された固定翼形部 26 を有する。ノズルはまた、軸方向に隣接したバケット 18 のロータホイール及びダブテール 20 間に位置するインナウエブ 30 を支持する。従って、各ノズル 24 及び下流側バケット 18 の列は、ノズル段を形成し、タービンのタービンセクション内には複数のノズル段が存在する。従来型と同様に、パッキンリング 34 が、固定構成部品 24 例えばインナウエブ 30 とロータホイール 16 間のロータ表面 36 との間に設けられて、固定構成部品と回転構成部品との間の漏洩流路をシールする。典型的には、パッキンリングセグメント 34 は、複数のラビリンスシール歯 38 を支持し、このラビリンスシール歯 38 は、時間の経過と共に劣化する。

10

#### 【0012】

図 1 において、流路 10 の根元領域は、内側バンド 28 と各バケット 18 の基部におけるプラットフォーム 40 とを含むことが分かるであろう。ノズルの後縁出口部分とバケットの前縁入口部分との間に、また同様にバケットの後縁部分とノズルの前縁部分との間には、必然的に間隙が生じる。回転構成部品と固定構成部品との間のこれらの間隙は、流路 10 に沿って流れる流体の漏洩流路となり、流路 10 の根元領域における空力損失を発生させる。

#### 【0013】

20

漏洩流と 2 次空力損失とを最小にし、かつ漏洩流による乱れを生じさせることなく流路に沿った流体流れ内に十分な流線型を保証するために、本発明の好ましい実施形態による根元シール構成が設けられる。根元シール構成は、各バケットのダブテール 20 上に根元入口半径方向シール突出部 42 と根元出口半径方向シール突出部 44 とを含む。従って、各根元半径方向シールは、軸方向に延びた突出部 42 又は 44 を含み、この突出部 42 又は 44 が、ラビリンス歯及び隣接する固定構成部品と共に、バケットの周りの漏洩流を減少させる。具体的には、入口側根元半径方向シール突出部 42 は、上流側ノズル 24 の下流側に形成されたラビリンス歯 46 と協働して、バケットダブテール 20 と上流側インナウエブ 30 との間にあるホイールスペース 48 内への漏洩流をシールし、従って全体を符号 43 (図 2) で示す入口根元半径方向シールを形成する。同様に、下流側ノズルの上流側にあるラビリンス歯 50 は、出口側根元半径方向シール突出部 44 と協働して、全体を符号 45 で示す出口側根元半径方向シールを形成し、ダブテール 20 と下流側インナウエブ 30 との間にあるホイールスペース 52 内への漏洩流を減少させる。図面の図に示されるように、入口側及び出口側根元半径方向シール 43 及び 45 はそれぞれ、流路 10 の根元領域の半径方向内側に位置する。ラビリンス歯 46 及び 50 と入口及び出口シール 43 及び 45 とは、形状が環状であることが分かるであろう。また、図に示すように、ホイールスペース 48 及び 52 は軸方向に最小にされて、ロータポンピング作用を減少させるようになっている。軸方向のロータポンピング作用は、半径方向の流れを生じさせる傾向があり、この半径方向の流れが、流路に沿った流体流れに貫入して、有害な空力損失を引き起こす。

30

40

#### 【0014】

図 1 に示すように、漏洩流路には、上流側パッキンリング 34 とロータ 14 との間の矢印 54 で示すような漏洩流が含まれる。漏洩流 54 は、上流側ノズルと下流側バケットとの間の矢印 56 で示す漏洩流と合流し、ホイール孔 58 を通ってホイール 16 とインナウエブ 30 との間にあるホイールスペース 52 内に流れる。ポンピング作用により、漏洩流の一部が、矢印 60 で示すように半径方向外向きに流路 10 の流体内部に流れる。この半径方向外向きの流れは、流路妨害又は流路内の流体流れの乱れを引き起こし、その結果、空力損失を発生させる。これらの損失を最小にするために、各バケットの後縁には出口フローガイド 62 が設けられる。フローガイド 62 は、半径方向外向き漏洩流を、主として軸方向に、すなわち流路 10 に対して貫入する流れの半径方向成分を減少させる方向に、流路

50

１０内の流れに流入させるような形状にされかつ構成にされている半径方向内側表面６４を含む。このようにして、半径方向外向き漏洩流による流路妨害は、最小にされる。パッキングリングシール３４の能力は、ラビリンス歯３８とロータ表面３６との間の接触が時間の経過と共に低下し、より大きい漏洩流を引き起こし、その結果より大きい貫入流を引き起こすので、上述のことは重要である。ダブテール２０のフローガイド６２は、ロータ軸線の周りにアニユラスを形成し、バケット１８の後縁と次段のノズルの前縁との間の距離を最小にすることが分かるであろう。後者のことは、流路１０内における流体の流線型特性を向上させる。

#### 【００１５】

図２に最も良く示されているように、バケットの入口側には、軸方向上流方向に突出した前縁又はフィン７０が設けられており、この前縁又はフィン７０は、上流側ノズル２４の内側バンド２８の下流側エッジの半径方向内側に位置するように、上流方向において半径方向内向きにフレア状にされている。バケット入口側根元軸方向シールフィン７０は、漏洩流を更に減少させる付加的な流量係数の減少をもたらす。フィン７０は更に、ノズルとバケットとの間の軸方向距離を減少させ、流路１０内における流体の流線型特性の向上をもたらす。入口側半径フィン７４は、定常状態の運転条件において流路１０に沿った流体流れにおける前向きに面した突出物の影響が生じる可能性を最小にする。従って、バケット入口根元直径は、ノズル出口根元直径よりも小さいことが分かるであろう。

#### 【００１６】

同様に、図２を参照すると、ノズル入口根元半径又は前縁７６は、上流側バケットのブラットフォーム４０の後縁の半径方向内側で終わる、軸方向上流方向にかつ半径方向内向きにテーパ状にされた表面を形成している。このようにして、流体流れがバケットの後縁から下流側内側ノズルバンドの前縁に移行するとき、流路１０に沿った流体流れ内に、流体の流線型が維持される。

#### 【００１７】

本発明を、現在最も実用的かつ好ましい実施形態と思われるものに関連して説明してきたが、本発明は開示した実施形態に限定されるものでなく、また、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００１８】

【図１】本発明の好ましい実施形態による、改良されたシール構成を備えたタービンを通る流路の根元領域を示す、タービンの一部の部分側面図。

【図２】図２は、図１に示すタービンの一部の拡大部分断面図。

#### 【符号の説明】

#### 【００１９】

- １０ 流路
- １２ タービン
- １４ ロータ
- １６ ロータホイール
- １８ バケット
- ２０ ダブテール
- ２４ ノズル
- ２６ 翼形部
- ２８ 内側バンド
- ２９ 外側バンド
- ３０ インナウエブ
- ３４ パッキングリング
- ４０ ブラットフォーム
- ４２ 根元入口半径方向シール突出部

10

20

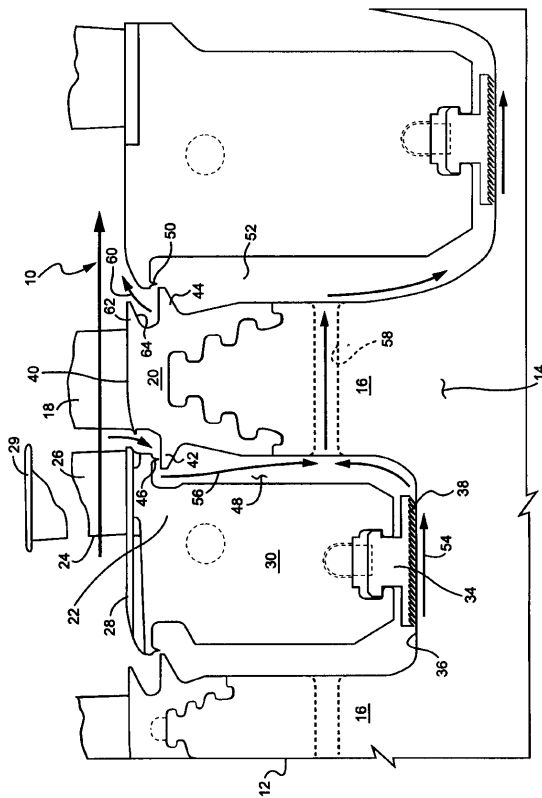
30

40

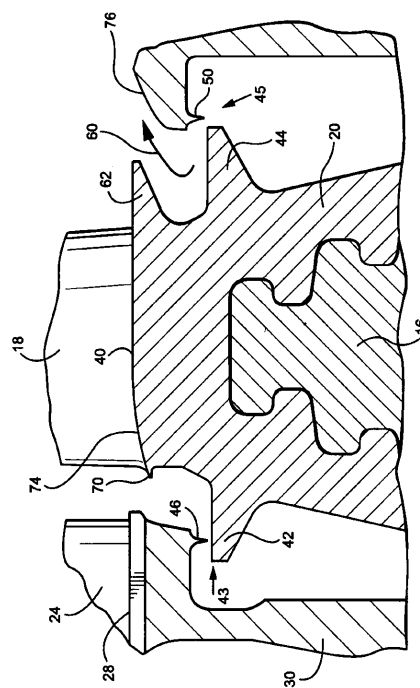
50

- 4 4 根元出口半径方向シール突出部
- 4 6 上流側ノズルの下流側ラビリンス歯
- 4 8、5 2 ホイールスペース
- 5 0 下流側ノズルの上流側ラビリンス歯
- 5 8 ホイール孔
- 6 2 出口フローガイド

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ダグラス・カール・ホーファー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、スターブリッジ・コート、10番
- (72)発明者 ノーマン・ダグラス・ラスロップ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボールストン・レイク、サウスウッド・ドライブ、4番
- (72)発明者 レイモンド・ケネス・オーバーボー、ジュニア  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、バーン、ヘルダーバーグ・トレイル、1602番
- (72)発明者 ウィリアム・トマス・パリー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、サラトガ・スプリングス、アールディー・ナンバー2、カー・  
ロード、6番
- (72)発明者 ケネス・ジェームズ・ロバートソン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ブローダルビン、カウnty・ハイウェイ・110、991番

## 合議体

審判長 伊藤 元人  
審判官 久島 弘太郎  
審判官 藤原 直欣

- (56)参考文献 米国特許第6131910(US,A)  
実開平3-108801(JP,U)  
特開平10-259703(JP,A)  
特開昭56-69402(JP,A)  
米国特許第4457668(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F01D 1/00-11/10