

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3661873号

(P3661873)

(45) 発行日 平成17年6月22日(2005.6.22)

(24) 登録日 平成17年4月1日(2005.4.1)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G 2 1 F 5/008

F I

G 2 1 F 5/00

F

請求項の数 21 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願平7-511960	(73) 特許権者	トランスニュークリアー・インコーポレーテッド
(86) (22) 出願日	平成6年10月7日(1994.10.7)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 10532、ホーソーン、フォー・スカイライン・ドライブ (番地無し)
(65) 公表番号	特表平8-507382	(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦
(43) 公表日	平成8年8月6日(1996.8.6)	(74) 代理人	弁理士 村松 貞男
(86) 国際出願番号	PCT/US1994/011457	(74) 代理人	弁理士 坪井 淳
(87) 国際公開番号	W01995/010838	(74) 代理人	弁理士 橋本 良郎
(87) 国際公開日	平成7年4月20日(1995.4.20)		
審査請求日	平成13年10月4日(2001.10.4)		
(31) 優先権主張番号	08/131,971		
(32) 優先日	平成5年10月8日(1993.10.8)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 使用済み核燃料の輸送及び貯蔵用コンテナ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

燃料プール内で、そのプールから核分裂物質を具備する構造的に損傷した核燃料組立ての一つだけを受容するための、及び続いて前記核燃料組立てを貯蔵及び輸送するためのコンテナ(44)であり：

(a) 囲いを形成し、構造的に損傷した核燃料組立ての一つだけを受容するための開放端部を有する、細長いスリーブ(46)と；

(b) 前記スリーブの開放端部と嵌り合うように適合され、スリーブの開放端部を構造的にほぼ閉鎖する蓋(52)と；

(c) コンテナ(44)内に形成され、スリーブの内側からスリーブの外側への液体の連絡通路を形成する排出路(104)であり、核分裂物質が前記排出路を通り抜けるのを妨げる制限体を具備する前記排出部(104)と；

(d) コンテナ(44)の前記開放端部とは反対側の閉鎖端部であり、前記排出路(104)がコンテナ(44)の閉鎖端部に形成され、前記コンテナ(44)が前記プールの外にあって閉鎖端部が開放端部よりも高さを低くされるときには、コンテナ(44)内の液体が排出路(104)を通過して排出される、前記閉鎖端部と；

を具備する前記コンテナ(44)。

## 【請求項2】

コンテナ(44)を取り扱うのに使用される燃料取扱いツールを受容するための突出部(60)をコンテナ(44)の外側に更に具備する、請求項1記載のコンテナ。

10

20

## 【請求項3】

燃料取扱いツールが蓋(52)のみを、且つ蓋(52)がスリーブ(46)上の適所にある時はコンテナ(44)全体を、取り扱えるように、突出部(60)が蓋(52)上に配置される、請求項2記載のコンテナ。

## 【請求項4】

排出路(104)がコンテナ(44)内に形成される少なくとも1つの穴によって形成され、且つ前記穴を覆う細かいメッシュのふりいを有する請求項1記載のコンテナ。

## 【請求項5】

燃料プール内で、そのプールから核分裂物質を具備する構造的に損傷した核燃料組立てを受容するための、及び続いて前記核燃料組立てを貯蔵及び輸送するための缶組立て(20)であり：

(a)(i)複数の有孔板(36)と；  
(ii)各前記有孔板(36)を、間隔を置いて維持し且つ各前記有孔板(36)の孔(38)を軸方向の複数の列にアラインして、前記有孔板(36)を相互連結する構造的部材(42)と；

を具備する：バスケット組立て(24)と；

(b)一方の端部に囲いの開口部を形成する外側の殻状体(26)であり、各前記列の長手方向の軸が殻状体(26)の長手方向の軸にほぼ平行するように殻状体(26)内で方向付けられるバスケット組立て(24)を受容し且つ取り囲む前記外側の殻状体(26)と；

(c)各々が損傷した核燃料組立ての一本だけを入れるためのコンテナ(44)であり、夫々のコンテナ(44)が前記軸方向にアラインされる孔(38)の夫々の列に挿入され、各コンテナ(44)が：

(i)囲いを形成し、構造的に損傷した核燃料組立てを一本だけ受容するための開放端部を有する、細長いスリーブ(46)と；

(ii)スリーブ(46)の開放端部と嵌り合うように適合され、スリーブ(46)の開放端部をほぼ閉鎖する蓋(52)と；

(iii)コンテナ(44)内に形成され、スリーブ(46)の内側からスリーブ(46)の外側への液体の連絡通路を形成する排出路(104)であり、核分裂物質が前記排出路を通り抜けるのを妨げる制限体を具備する前記排出路(104)と、

(iv)各コンテナ(44)の開放端部とは反対側に閉鎖端部を有するコンテナ(44)であり、前記閉鎖端部と開放端部は各コンテナ(44)が挿入される列の長手方向の軸とほぼ一致する中心軸に沿ってほぼアラインされており、各コンテナ(44)が夫々の1つの列の中に挿入される時、各コンテナ(44)の開放端部は前記缶組立て(20)の開放端部に近付き、排出路(104)が各コンテナ(44)の閉鎖端部に形成されて各コンテナ(44)が夫々の1つの列の中に挿入され且つ前記コンテナ(44)が前記プールの外にあって閉鎖端部の高さが開放端部より低くなった時に各コンテナ(44)内のほぼ全ての液体が排出路(104)を

通って排出される、前記コンテナ(44)と、

を具備する、複数のコンテナ(44)と；

(d)殻状体(26)の開放端部と嵌り合い、且つ殻状体(26)の開放端部を閉鎖するように適合される被覆板(80,96)と、

を具備する前記缶組立て(20)。

## 【請求項6】

缶組立て(20)内のコンテナ(44)を取り出したり缶組立て内へコンテナを挿入したりするための燃料取扱いツールを受容するための突出部(60)を更に各コンテナ(44)の外側に具備する、請求項5記載の缶組立て。

## 【請求項7】

突出部(60)が前記蓋(52)上に配置され、その結果燃料取扱いツールが、前記蓋(52)のみを、又前記蓋(52)がスリーブ(46)の適所にある時はコンテナ(44)全体を、取り扱うのに使用され得る、請求項6記載の缶組立て。

## 【請求項8】

10

20

30

40

50

排出路 (104) が各コンテナ (44) に形成される少なくとも1つの開口部によって形成され、且つ前記開口部を覆う細かいメッシュのふるいを有する請求項5記載の缶組立て。

【請求項9】

各コンテナ (44) が蓋 (52) に形成される排出路 (104) を有する、請求項5記載の缶組立て。

【請求項10】

各コンテナ (44) が、軸方向にアラインされる孔 (38) の各列から取り出し可能である、請求項5記載の缶組立て。

【請求項11】

(a)

(i) 複数の有孔板 (124) と；

(ii) 各前記有孔板 (124) を間隔を置いた関係に保持し且つ各前記有孔板 (124) の孔 (126) を軸方向の複数の列にアラインして、前記有孔板 (124) を相互連結する構造的部材 (128) と；

を具備するバスケット組立て (122) と；

(b) 一方の端部に囲いの開口部を形成する外側の殻状体 (26) であり、各列の長手方向の軸が殻状体 (26) の長手方向の軸にほぼ平行になるように殻状体 (26) 内で方向付けられるバスケット組立て (122) を受容し且つ取り囲む外側の殻状体 (26) と；

(c) 前記有孔板 (124) の軸方向にアラインされる孔 (126) の列の数に対応し、夫々の対応する列とほぼ一致する長手方向の軸を有する複数の誘導スリーブ組立て (132) であり、核燃料組立てを受容するための各誘導スリーブ組立て (132) が；

(i) 内側誘導スリーブ (134) と；

(ii) 内側誘導スリーブ (134) によって支持され、切り欠き (146) を具備する中性子吸収層と (136) と；

(iii) 内側誘導スリーブ (134) によって支持される側部に向かい合う中性子吸収層の側部の、隣接する有孔板 (124) の対の間にある中性子吸収層の部分に沿う部分のみを、構造的に支持する外側誘導スリーブ (138) と；

(iv) 2つの端部を有する保持具 (148) であり、一方の端部が内側誘導スリーブと外側誘導スリーブ (134, 138) の内の少なくとも一方に連結されており、前記保持具 (148) の他方の端部が、第1の方向での中性子吸収層 (136) の移動を制限するための中性子吸収層 (136) 内の前記切り欠き (146) に受容される前記保持具 (148) と；

を具備する、複数の前記誘導スリーブ組立て (132) と；

(d) 殻状体 (26) の開放端部と嵌り合い、殻状体 (26) の開放端部を閉鎖するように適合される被覆板 (80, 96) と；

を具備する、核燃料組立てを貯蔵し且つ輸送するための缶組立て。

【請求項12】

内側誘導スリーブ (134) が、軸方向にアラインされる孔 (126) の各列の中に挿入される中空の鋼鉄のジャケットを具備する、請求項11記載の缶組立て。

【請求項13】

中性子吸収層 (136) が、硼酸塩で処理された中性子吸収材料を具備する、請求項12記載の缶組立て。

【請求項14】

外側誘導スリーブ (138) が、有孔板 (124) の間に露出され、硼酸塩で処理された中性子吸収材料の少なくとも部分を取り囲む鋼鉄のジャケットを具備する、請求項13記載の缶組立て。

【請求項15】

気密の閉鎖を形成するために殻状体 (26) に被覆板 (80, 96) を密封溶接することを更に具備する、請求項11記載の缶組立て。

【請求項16】

(a)

10

20

30

40

50

( i ) 複数の有孔板 ( 124 ) と ;  
 ( ii ) 各前記有孔板 ( 124 ) を、間隔を置いた関係に保持し且つ前記有孔板 ( 124 ) の孔 ( 126 ) を軸方向の複数の列にアラインして、前記有孔板 ( 124 ) を相互連結する構造的部材 ( 128 ) と ;

を具備する : バスケット組立て ( 122 ) と ;

( b ) 一方の端部に囲いの開口部を形成する外側の殻状体 ( 26 ) であり、各列の長手方向の軸が殻状体 ( 26 ) の長手方向の軸にほぼ平行するように殻状体 ( 26 ) 内で方向付けられるバスケット組立て ( 122 ) を受容し且つ取り囲む外側の殻状体 ( 26 ) と ;

( c ) 軸方向にアラインされる板の孔 ( 126 ) の列の数に対応し、夫々の対応する列とほぼ一致する長手方向の軸を有する複数の誘導スリーブ組立て ( 132 ) であり、核燃料組立てを受容するための、各誘導スリーブ組立て ( 132 ) が :

( i ) 内側誘導スリーブ ( 134 ) と ;

( ii ) 内側誘導スリーブ ( 134 ) によって支持される、中性子吸収層 ( 136 ) と ;

( iii ) 内側誘導スリーブ ( 134 ) によって支持される側部に向かい合う中性子吸収層の側部を、隣接する有孔板 ( 124 ) の対の間にある中性子吸収層の部分に沿う部分のみで構造的に支持する外側誘導スリーブ ( 138 ) と ;

を具備する複数の誘導スリーブ組立て ( 132 ) と ;

( d ) 殻状体 ( 26 ) の開放端部と嵌り合い、殻状体 ( 26 ) の開放端部を閉鎖するように適合される第 1 の遮蔽プラグ ( 68 ) であり、或る長さの核燃料組立てと共に使用される前記第 1 の遮蔽プラグ ( 68 ) と ;

( e ) 殻状体 ( 26 ) の開放端部と嵌り合い、殻状体 ( 26 ) の開放端部を閉鎖するように適合される第 2 の遮蔽プラグ ( 76 ) であり、別の長さの核燃料組立てと共に使用される前記第 2 の遮蔽プラグ ( 76 ) と ;

を具備する : 2つの異なった長さの核燃料組立てを貯蔵し且つ輸送するためのシステム。

【請求項 17】

第 1 の遮蔽プラグ ( 68 ) が第 2 の遮蔽プラグ ( 76 ) よりも薄い、請求項 16 記載の核燃料組立てを貯蔵し且つ輸送するためのシステム。

【請求項 18】

第 1 の遮蔽プラグ ( 68 ) が鋼鉄の外側の層によって取り囲まれる鉛のコアを具備する、請求項 17 記載の核燃料組立てを貯蔵し且つ輸送するためのシステム。

【請求項 19】

内側誘導スリーブ ( 134 ) が 4 つの側面を有する中空のジャケットを具備する、請求項 11 記載の缶組立て。

【請求項 20】

中性子吸収層 ( 136 ) が、4 つの側面を有する中空のジャケットの少なくとも 1 つの側面に隣接して配置され、硼酸塩で処理された中性子吸収材料の少なくとも 1 枚の単独の薄板を具備する、請求項 19 記載の缶組立て。

【請求項 21】

中性子吸収層 ( 136 ) が、硼酸塩で処理された中性子吸収材料の、少なくとも 1 枚の単独の、ほぼ長方形の型の薄板を具備する、請求項 11 記載の缶組立て。

【発明の詳細な説明】

発明の分野

本発明は、使用済み核燃料の輸送及び貯蔵用コンテナ、特に公衆に影響を与え得る地域を横切る使用済み核燃料の輸送のためのコンテナ、に関する。

本発明の背景

核原子炉に於て、核分裂物質が段々と使用されてきたため除去されなければならなくなってきた。使用済みの燃料は、高放射性であり、大量の熱を発生する生成物によって核分裂現象を含有するので、使用済み燃料は、通常原子炉の使用済み燃料のプールに一時的に貯蔵される。使用済み燃料のプールは、有害な放射線の漏れを防ぎ、崩壊しつつある核分裂物質によって発生された熱を吸収及び放出するのに十分な量の水のプールである。代りに

10

20

30

40

50

、使用済み燃料はホット・セル内に一時的に貯蔵され得る。即ち、これは有害な放射線の漏れを防ぐ能力を有し、一方で使用済み燃料によって発生する熱を吸収し放散する嚴重に遮蔽された構造である。

概して、原子炉の使用済み燃料のプールの或いはそのホット・セル内の貯蔵空間は限定されている。従って、使用済み燃料は、次の使用済み燃料に場所を空けるために貯蔵場へ移動されなければならない。場合によっては、原子炉を停止して、全ての核分裂物質を取り出すことが要求され、この場合には、全ての核分裂物質は貯蔵場へ移されなければならない。

使用済み燃料の輸送に関して2つの重要な問題がある。最も困難な問題は、破損燃料ロッド組立てを含む使用済み燃料の輸送である。一般的に、核燃料は中空のロッドの中に挿入される数多くの小さなペレットから成る。或る場合に於て、ロッドは損傷を受け、幾つかの核燃料のペレットが零れ得る。これらの損傷したロッドは、破損燃料ロッドとして知られる。更に、或る場合に於てペレット燃料の核反応中には、破損燃料ロッドから容易に零れ得る砂粒大の粒子に崩壊する。燃料ロッドそれ自身は、幾つかの燃料ロッドを含む組立てに纏められる。従って、破損燃料ロッドを含む燃料ロッド組立ては、破損燃料ロッド組立てと呼ばれる。

使用済み燃料の輸送及び貯蔵に関する重要な部分は、臨界状態になることを避けることである。これは使用済み燃料のロッド組立てを慎重に配置することによって具現され、その結果臨界点に至る中性子の増殖の可能性は殆ど無くなる。しかし、破損燃料ロッド組立ての場合、核分裂物質は破損ロッドから零れ、もしかすると他の核分裂物質の十分近くに集まって臨界状態に達し得る。

前述の問題に対する1つの試みの解決案は、原子炉の使用済み燃料のプール或いはホット・セルに破損燃料ロッド組立てを単に無期限に蓄積してしまうことである。しかし、破損燃料ロッド組立てを無期限に蓄積することに関する問題点は、原子炉の使用済み燃料のプールか或いはホット・セルの貯蔵空間が限定されており、場合によっては原子炉を完全に停止し、破損燃料ロッド組立てに含まれるものも含めて全ての核分裂物質を取り出すことが要求されることである。

別の試みの解決案は、破損していない燃料ロッド組立て用に設計された燃料輸送コンテナに入れて破損燃料ロッドを輸送してしまうことである。しかし、この試みの解決案は、同じコンテナで輸送され得る破損していない燃料ロッド組立ての数に較べて、コンテナ当りかなり少ない破損燃料ロッド組立てを輸送することが要求される。かなり少ない破損燃料ロッド組立てを輸送することにより、幾らかの核分裂物質が破損燃料ロッドから零れ、コンテナ内の他の核分裂物質の近くに蓄積しても、全コンテナ内の核分裂物質は臨界状態になるような重大な危険を引き起こすのに十分ではない。しかし、この解決案に関する問題は、同じコンテナで輸送され得る破損していない燃料ロッド組立ての数に較べて、コンテナ当りかなり少ない破損燃料ロッド組立てしか輸送され得ないことに因る、リソースの浪費である。

別の試みの解決案は、碎石状の核分裂物質の輸送用に設計された燃料輸送コンテナで破損燃料ロッド組立てを輸送することである。即ち、核分裂物質はロッドの形状ではなく、小片の形状をとっている。従って、破損燃料ロッドは碎石状に砕かれて、コンテナ内に配置される。しかし、この解決案に関する問題は、この方法は3つの主要な理由のために効果的でないことである。第1に、破損燃料ロッド組立てが砕かれること。第2に、そのようなコンテナは比較的少ない破損燃料ロッド組立ての輸送しかできないこと。最後に、輸送用コンテナは、貯蔵ではなく、輸送のためのために設計されることである。従って、核分裂物質が別の場所に輸送されたならば、コンテナは燃料プール或いはホット・セル内で荷を降ろされ、核分裂物質を貯蔵するために別の手段が行なわれなければならない。

本発明は前述の問題を解決し、使用済みの燃料プール或いはホット・セル以外の、破損燃料ロッド組立てを輸送し及び貯蔵場で貯蔵するための装置を提供する。

使用済みの核燃料を輸送することに関する別の重要な問題は、米国法によって破損していない燃料ロッド組立てを輸送するのに使用されるコンテナにさえにも厳しい安全条件が課

10

20

30

40

50

せられていることである。関連の法律によって、公衆に影響を与え得ない地域に対するものとは対照的に、公衆に影響を与え得る地域を横切る使用済み核燃料の輸送に関してはかなり厳しい条件が課せられている。

現状の公衆に影響を与え得る地域への使用済み燃料の輸送用コンテナは、個々の隔室を備えた樽状容器 (cask) である。燃料ロッド組立ては、使用済みの燃料のプール或いはホット・セル内で樽状容器内の個々の隔室に入れられる。各樽状容器の個々の隔室の目的は、臨界状態になるあらゆる危険を避けるために隣接する燃料ロッド組立て間に十分な空間を開けるのを確実にすることである。燃料ロッド組立ては、使用済み燃料のプール或いはホット・セル内で樽状容器へ入れられる。貯蔵場所に到達すると、燃料ロッド組立ては使用済み燃料のプール或いはホット・セル内で樽状容器から取り出されなければならない。

10

対照的に、現状の公衆に影響を与え得ない地域への使用済み燃料の輸送用コンテナは、通常、樽状容器内に配置される封止された缶 (canister) である。燃料ロッド組立ては、使用済み燃料のプール或いはホット・セル内で缶内の別々の隔室に入れられる。それから缶は封止されて樽状容器内に配置される。樽状容器 / 缶組立てが貯蔵場に到達すると、缶は樽状容器から取り出され、貯蔵され、樽状容器は再使用され得る。これはずっと効率的な方法である。

それにも関わらず、この樽状容器 / 缶方法は、これらが米国法によって課せられた必要条件に合わないので公衆に影響を与え得る地域内を輸送するには使用され得ない。従って、破損燃料ロッド組立ての輸送及び貯蔵のための、及び公衆に影響を与え得る地域を横切る使用済み燃料の輸送及び貯蔵を行う樽状容器 / 缶のための発明が要求される。本発明は、樽状容器 / 缶装置が使用されることができ、更に現存の樽状容器で使用されて、公共の街道上の輸送及び使用済み核燃料の貯蔵に関してずっと大きな効率をもたらし得る、解決案を与える。

20

#### 発明の概要

本発明は、1つの態様に於て、構造的に損傷した核燃料組立てを入れ、続いて核燃料組立ての貯蔵及び輸送をするためのコンテナに関する。核燃料組立ては核分裂物質を含み、燃料プール内でコンテナによって受容される。コンテナは、囲いを形成する細長い容器即ちスリーブを具備する。容器は構造的に損傷した核燃料組立てを受容するために開放端部を具備する。ぴったりと適合する覆い即ち蓋が具備され、容器の開放端部を閉鎖する。更に、排出路が容器に形成されて、液体は容器の内側から容器の外側へ排出され得る。更に、排出路は、核分裂物質が排出路を通るのを妨げる制限体 (restrictor) を具備する。コンテナは、コンテナを取り扱うのに使用される燃料取扱いツールを受容するための外側突出部も具備し得る。

30

別の態様に於て、本発明は構造的に損傷した核燃料組立てを受容するための、且つ続いて核燃料組立てを貯蔵並びに輸送するための缶組立てに関する。核燃料組立ては核分裂物質を含み、燃料プール内で缶組立てによって受容される。缶組立ては、複数の有孔板を有するバスケット組立て、及び有孔板に相互連結している構造的部材を具備する。

構造的部材は、間隔を開け、各板の孔が複数の列に軸方向にアラインするように板を保持する。バスケット組立ては、一方の端部に封入開口部を形成する外側の殻状体内に受容される。バスケット組立ては、殻状体によって取り囲まれ、各列の長手方向の軸が殻状体の長手方向の軸にほぼ平行するように方向付けられる。

40

コンテナは軸方向にアラインした孔の各列に挿入される。各コンテナは損傷した核燃料組立てを入れるためのものであり、開放端部を有する囲いを形成する細長い容器を具備する。構造的に損傷した核燃料組立ては、囲いの開放端部を通して容器内へ挿入される。

或いは容器の開放端部と適合するように具備され、容器の開放端部をほぼ閉鎖する。更に、コンテナから液体を排出するために、排出路が各コンテナに形成される。排出路は、核分裂物質の通過を妨げる制限体を具備する。殻状体の開放端部に適合するような蓋即ち被覆板も具備され、それによって殻状体の開放端部を閉鎖する。更に、各コンテナの外側には、コンテナを缶の中へ挿入したり、そこから取り出したりするための燃料取扱いツールを受容するための突出部が具備され得る。

50

別の態様に於て、本発明はバスケット組立てを具備し、核燃料組立てを貯蔵し且つ輸送するための缶を具備する。バスケット組立ては、これも複数の有孔板、及び有孔板を相互連結する構造的部材を具備する。構造的部材は、間隔を開け、各板の孔が軸方向に複数の列でアラインするように板を保持する。

一方の端部で囲いの開口部を形成する外側の殻状体は、バスケット組立てを受容し取り囲む。バスケット組立ては、各列の長手方向の軸が殻状体の長手方向の軸とほぼ平行するように、殻状体内で方向付けられる。複数の誘導スリーブ組立てがバスケット組立てに具備され、誘導スリーブ組立ての数は軸方向にアラインされた板の孔の列の数に対応する。各誘導スリーブ組立ては、対応する列にほぼ一致する長手方向の軸を有し、内側の誘導スリーブ、内側の誘導スリーブによって支持される中性子吸収層、及び内側の誘導スリーブの反対側の中性子吸収層の側部を構造的に支持する外側の誘導スリーブを具備する。殻状体の開放端部と適合して殻状体の開放端部を閉鎖する蓋即ち被覆板が具備される。好ましくは、内側の誘導スリーブは、軸方向にアラインされた孔の各列の中へ挿入される中空の鋼鉄ジャケットを具備する。本発明の他の特徴は、下記の詳細な説明から明白になるであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

本発明の上述の態様及び多くの付随する長所は、添付の図面が引用されて、下記の詳細な説明に関してより良く理解されると、より容易に認識されるであろう。

図1は、本発明の使用済み各燃料を輸送し貯蔵するためのコンテナの1つの態様の部分分解等角図である。

図1Aは、図1に示されるコンテナの部分を別の角度から見た等角図である。

図2Aは、図1に示されるコンテナの部分の部分分解等角図である。

図2B及び2Cは、図1に示されるコンテナの蓋の等角図である。

図3は、本発明に基いて形成されたバスケットの別の態様の部分分解等角図である。

図4Aは、図3に示されるバスケットの一部の部分分解等角図である。

図5A、5B、6A、及び6Bは、本発明に基いて形成された遮蔽プラグの断面図である。

図7は、図3に示されるバスケットのための有孔円板の平面図である。

図8Aは、本発明に基いて形成された、ジャケット及び中性子吸収層の部分の部分分解等角図である。

図8Bは、図3の組立てられたジャケット及び中性子吸収層の部分の等角図である。

図9Aは、図1に示される殻状体の部分の平面図である。

図9Bは、図9Aの線9B - 9Bに沿う、図1の殻状体の断面図である。

図10Aは、本発明に基いて形成された吸い上げ管を装着しているブロックの等角図である。

図10Bは、図10Aの線10A - 10Aに沿う、図1の吸い上げ管装着ブロックの断面図である。

#### 好ましい実施例の詳細な説明

##### 破損燃料ロッド組立ての輸送及び貯蔵

図1は、全体的に参照番号20によって示される、本発明に基いて形成された輸送及び貯蔵組立て即ち缶組立てを示す。輸送及び貯蔵組立て20は、好ましくは、原子炉のための破損燃料ロッド組立ての貯蔵及び輸送のためのものである。しかし組立て20は破損していない核燃料ロッド組立ての輸送及び貯蔵にも使用され得ることが、当業者には容易に認識されるであろう。

有益な参考のために、輸送及び貯蔵組立て20は、2つの主要な構成要素、即ち全体的に参照番号22で示される缶及び全体的に参照番号24で示されるバスケット組立て、に分割されている。缶22はほぼ円筒形の中空の殻状体26を具備する。底部の蓋28は殻状体26の底部に蓋をして、基部を形成する。底部の蓋28は、殻状体26の内径にほぼ等しい直径を有するほぼ円形の断面を有する。底部の蓋28は、蓋28のほぼ平面の底部表面が殻状体26の底部縁部と同一平面になるまで、殻状体26の底部の端部に挿入される。底部の蓋28は、溶接のような従来の手段によって気密封止をするように殻状体26に固定される。

底部の蓋28が適所に溶接された後で、バスケット組立て24は殻状体26の上部の開放端部内

10

20

30

40

50

へ挿入される。バスケット組立て24は、それを貫通して形成される複数のほぼ正方形の孔38を有する複数のほぼ円形の板36を具備する。板36はステンレス鋼から作られるのが好ましい。板36は、ほぼ均等な間隔で、各板36の外側縁部の周りに対称に形成された、4つのほぼ長方形の切欠き部40を具備する。長方形の切欠き部40は、各長方形の切欠き部の長い方の縁部が各板36の斜めの線に対してほぼ垂直になるように配置される。

好ましくは、板36は、8枚の細長い長方形の板即ち構造的部材42によって互いに対して間隔を開けて軸方向にアラインして保持される。長方形の板42は、板36の各長方形の切欠き部の内側の長さにはほぼ等しい幅を有する。従って、長方形の切欠き部40は長方形の板42を受容する。故に、一連の板36は、板36を間隔を開けて軸方向にアラインした配置でしっかりと保持するように、溶接のような従来の手段によって各長方形の板42に取付けられる。図示された実施例に於て、2枚の板42は、各長方形の切欠き部40が2枚の長方形の板42を受容するように互いに上部に重ねられる。代りに、各切欠き部40はより厚い厚さの1枚の長方形の板42を受容し得る。従って、代替実施例に於て、8枚の板よりは、むしろ4枚のより厚い長方形の板42が使用され得る。長方形の板42の端部は、図1Aに最も良く示されているように、最初と最後の板36を僅かに越えて突出している。

10

各板36は、ほぼ同じ配置の正方形の孔38を有する。従って、その板が、板42によって互いに対して軸方向にアラインさせられる時、孔38は複数の列に軸方向にアラインさせられる。全体的に図1の参照番号44で示される破損燃料コンテナは、各列内へ挿入される。

次に図2Aでは、各破損燃料コンテナ44は、細長いほぼ正方形のスリーブ46を具備する。正方形のスリーブ46は、スリーブ46に溶接される正方形の蓋48によってその底部端部を蓋される。スリーブ46よりもかなり短い正方形のスリーブ50は、スリーブ46の上部端部に溶接される。正方形のスリーブ50は、スリーブ46の外側の横の寸法にほぼ等しい内側の横の寸法を有する。従って、長い方のスリーブ46の上部端部は短い方のスリーブ50の底部端部の中へ挿入されて、2本のスリーブは一緒に溶接される。スリーブ50の開放端部は破損燃料コンテナ44を覆うのに役立つ上部の蓋52を受容する。

20

蓋52は、図2Bに最も良く示されているように、唇状部54が短い方のスリーブ50の上方縁部に接触するまで、スリーブ50の中へ挿入される。(図2Bは、蓋52の下方表面へ向って見た斜視図である。)図2Bを参照すると、蓋52はほぼ正方形であり且つ短い方の正方形のスリーブ50の内側の横の寸法よりも僅かに短い横の寸法を有する、挿入可能な部分56を有する。従って、蓋52の挿入可能な部分56は、短い方のスリーブ内に摺動的に嵌り合う。蓋52は、短い方のスリーブ50内の適所への蓋52の摺動を容易にするために傾斜部分58を具備する。

30

図2Aに戻ると、蓋52は、蓋52の上方表面から放射状に突出している、中央に装着されるピントル即ち突出部60を具備する。ピントル60は従来の制御ロッドのクラスタ・ピントルにほぼ同じであるので、原子炉で利用できる標準的な燃料取扱いツールが、蓋52を短い方のスリーブ50から外したり、その中へ挿入するのに使用できる。

更に、蓋52は、図2Bに最も良く示されるように、蓋52の挿入可能な部分56を形成する夫々の垂直方向の壁に対称に形成される4つの長円形のスロット62を具備する。蓋52が短い方のスリーブ50内へ挿入されると、長円形のスロット62は、短い方のスリーブの夫々の垂直方向の壁に形成される対応する長円形のスロット63と整列する。従って蓋52が適所にある時に、取り扱いツールの尖った先がスロット62及び63に係合するのに使用され得るので、全破損燃料コンテナ44はツールで取り扱われ得る。更に、スロット62及び63は、短い方のスリーブ上の適所に蓋52を固定するためのピン(図示されていない)と選択自由に嵌り合わされ得る。

40

当業者によって良く知られているように、米国の原子炉で使用される燃料ロッドは、組立て状態で各個々の燃料ロッドを支持する内側格子を有する複数のほぼ正方形のブラケットによって半径方向に間隔を置いて保持される複数のロッドを具備する。正方形のスリーブ46の内側の横の寸法は、組立て状態で一緒に燃料ロッドを保持する正方形のブラケットと、正方形のスリーブ46の内側の壁との間で摺動的に嵌り合うような寸法にされることが好ましい。摺動的な嵌り合いとは、燃料ロッドと一緒に保持する正方形のブラケットとスリ

50

ープ46の内側の壁との間に小さな隙間があるような嵌り合いである。好ましくは、スリーブ46はステンレス鋼から作られるが、中性子が通り抜けるのをかなり妨げることができる十分に構造的に剛性の或る何等かの材料からも作られ得る。使用され得る他の物質はカドミウム、硼酸塩で処理されたステンレス鋼、硼酸塩で処理されたセラミック材料、及び“破損していない燃料ロッド組立ての輸送及び貯蔵”の討議で後に開示されるような、構造的部材間に挟まれる硼酸塩で処理されたアルミニウムの層を含む。

図1及び1Aに戻ると、破損燃料コンテナ44は軸方向にアラインされた孔38の各列内に長手方向に挿入される。正方形の孔38の内側の横の寸法は、摺動的に嵌り合うように正方形のスリーブ46の外側の横の寸法にほぼ等しい。破損燃料コンテナ44は各々、短い方のスリーブ50の底部表面が上方の板36の上方表面に接触するまで、軸方向にアラインした孔38の列の中に挿入される。従って、短い方のスリーブ50は、破損燃料コンテナ44が、孔38の軸方向にアラインされた列の中に挿入され得る深さを制限するために働く。

バスケット組立て24が殻状体26内へ挿入される時、バスケット組立て24は、図1Aに最も良く示されるように、最下部の板36の表面を越えて突き出している長方形の板42の底部端部の上に載る。殻状体内に挿入されると、バスケット組立て24は殻状体26の上部端部に溶接される一連の部材によって適所に封止される。適所に溶接される第1の部材は吸い上げ管装着ブロック64である。吸い上げ管(サイホン管、siphon tube)装着ブロック64は上部の板36の上方表面に隣接する殻状体26の内側に溶接される。

リング66が、吸い上げ管装置ブロック64の上方表面と下方表面との中間の高さで、殻状体26の内側周囲の周りに溶接される。リング66は吸い上げ管装着ブロックのための切取り部分を具備する。次ぎの部材は、有害な放射線の環境への漏れを防ぐための遮蔽プラグ即ち第1の遮蔽プラグ68である。好ましくは、遮蔽プラグ68は、鋼鉄層72によってその下方と半径方向の側部上を取り囲まれている鉛の層70を具備する。鉛層70は、図6Aに示されるように、鋼鉄74のより薄い層によってその上方表面上を封止される。

遮蔽プラグ68は、下記の理由のために殻状体26に溶接されないのが好ましい。溶接プラグ68が適所にある時、それは殻状体26の内側からの有害な放射線の漏れを遮蔽する。従って、人が何等かの放射線に晒されるのを最低限に維持するためには、殻状体26が最低の時間で封止される必要がある。故に、遮蔽プラグ68は適所に下るされ、内側上部の被覆板80が遮蔽プラグ68の上方の適所に溶接される。内側上部の被覆板80はステンレス鋼のみから作られる時、鉛を溶かして、溶接の汚染をもたらず危険性がないので、単純な溶接が要求される。対照的に、遮蔽プラグ68の溶接はその様な危険性をもたらずであろう。内側上部の被覆板80の周囲の縁部は、図1に示される吸い上げ管装着ブロック64を受容するほぼ長方形の切欠き部82を具備する。

貯蔵及び輸送組立て20を構成する材料の種類に関して、殻状体26はステンレス鋼から作られるのが好ましい。材料の他の種類、例えば炭素鋼、も使用され得るが、ステンレス鋼は、その構造的強度、耐腐食力、中性子の通過をかなり妨害する能力、及び引き続いて熱処理が必要な、延性を失うことの無い溶接に耐える能力のために好ましい。更に、一緒に溶接される全ての構成要素は、同じ種類の材料を具備することが好ましく、これは異なった熱膨張率のような、異なった材料の特性を有する異なった材料による複雑化を避ける。故に、吸い上げ管装着ブロック64は、リング66、内側上部の被覆板80、等のような、殻状体26に溶接される如何なる部材も、ステンレス鋼から作られるのが好ましい。対照的に、円形の板36及び相互連結する長方形の板42は、高強度の炭素鋼から作られて、高強度の支持枠とされるのが好ましい。

遮蔽プラグ68は殻状体26に溶接されないので、遮蔽プラグ68を構成する鋼鉄層72及び74は、炭素鋼のような、ステンレス鋼よりも安い別の材料から作られ得る。代わりに、遮蔽プラグは、図5Aの遮蔽プラグ即ち第2の遮蔽プラグ76で示される中実の鋼鉄から作られ得る。それにも関わらず、鉛は鋼鉄よりも高い遮蔽能力を有するので、中実の鋼鉄の遮蔽プラグは内部に鉛層70を持つ遮蔽プラグ68に較べてより厚い。

図1を参照すると、遮蔽プラグ68の周囲の縁部には、遮蔽プラグ68が吸い上げ管装着ブロック64の上部を越えて摺動するように、ほぼ長方形の切欠き部78が具備される。前述の状

10

20

30

40

50

態に於て、遮蔽プラグ68はリング66及び吸い上げ管装着ブロック64の、図10Aに示される段状部79によって支持される。遮蔽プラグ68がリング66及び段状部79上の適所にある時、遮蔽プラグ68の下方表面と各破損燃料コンテナ44との間の隙間は十分に小さくて、各破損燃料コンテナからの上部の蓋52の変位を防ぐ。

通常、燃料ロッド組立ては、原子炉の燃料プール内で貯蔵組立て20へ入れられる。従って、燃料ロッド組立ては水中で貯蔵組立て20へ入れられる。水中で入れられると、輸送及び貯蔵組立て20が燃料プールから取り出された後で、缶22から水を取り出すことが必要である。この目的のために、吸い上げ管構造が本発明に基いて備付けられる。吸い上げ管構造は、内側上部の被覆板80に隣接して、殻状体26の上部部分に取付けられる吸い上げ管装着ブロック64を具備する。図10A及び10Bに示される、2本の通路84及び86は、吸い上げ管装着ブロック64を長手方向に通り返して形成される。経路84及び86は真っ直ぐな貫通通路ではなくて、直角部を有するので、放射能物質の流出を防ぎ且つ有害な放射線の漏れを最小にする。更に、通路86はT型部分を具備し、“T”の一方の枝部は塞がれている。このT型部分は、通路86及び84がボーリング或いはドリルによって形成されるのが好ましいので、ただ製造を容易にする目的のために具備される。

内側上部の被覆板80が適所に溶接されると、唯一の通路である吸い上げ管装着ブロック64内の貫通通路84及び86を備えた、気密の内部空洞が殻状体26の内側に形成される。吸い上げ管構造は、吸い上げ管装着ブロック64内の通路86に連結される吸い上げ管88を具備する。図1に見られ得るように、吸い上げ管88は各板36内に形成されるほぼ円形の孔90を通り抜ける。バスケット組立て24の拡大図は、吸い上げ管88の拡大図と共に、図1Aに示される

。前述の吸い上げ管即ちサイホン管の構造は、下記のやり方で缶22から液体を除去するのに使用される。空気のホース(図示されていない)は、吸い上げ管装着ブロック64の通路84に連結される。好ましくは、通路84はねじが切られていて、空気ホースが素早く通路に連結され且つ外され得るような、“即時-着脱”取付け具で嵌め合わされる。それから圧縮空気、或いは別の圧縮ガスが通路84を通って殻状体26内に押し込まれ、缶内の如何なる液体も押されて吸い上げ管88及び通路86を通って排出される。ほぼ全ての液体が殻状体26から押し出されるのを確実にするために、図6Bに示されるように、端ぐり機で上げた孔92が底部の蓋28の上方表面内に形成される。吸い上げ管88の底部端部は、底部の蓋28の上方表面の下で端ぐり機で上げた孔92の中へ延在して、殻状体22内のほぼ全ての液体が吸い上げ管を通って押し出され得るのを確実にする。

ほぼ全ての液体が殻状体26から押し出されると、あらゆる残りの液体が蒸発してしまうまで、圧縮空気或いは他の圧縮ガスが続いて通路84を通って、吸い上げ管88から及び通路86から押し込まれ得る。それから、図10Aに示される端部のキャップ94が通路84及び86の各々の上に溶接されて、殻状体26の内側に気密の封止部を形成する。それから殻状部26は、図1に示されるように殻状体26の内側の周囲の周りにほぼ円形の外側上部の被覆板96を溶接することによって更に封止される。図1に示されるように、外側上部の被覆板96は吸い上げ管装着ブロック64の上方表面及び内側上部被覆板80の上で溶接される。

当業者によって容易に認識され得るように、缶22はかなりの量の鋼鉄を含み、重い。したがって、缶22は、図9A及び9Bに示されるように、道具による缶の取扱いを容易にするために釣り手98を具備し得る。好ましくは、4つの釣り手98が、殻状体26の内側周囲の周りにほぼ同じ間隔と高さで対称に取付けられる。図9A及び9Bに於て、釣り手98はリング66の内側表面に半径方向に溶接される。通常、燃料の輸送及び貯蔵組立て20が移動のために使用される時、この組立てが樽状容器(図示されていない)の中に配置される。従って、釣り手98は樽状容器への缶22の挿入を容易にする。

樽状容器は、有害な放射線からの環境の追加的な維持及び保護を行い、樽状容器は道具による樽状容器の取扱いを容易にする釣りトラニオンを具備する。そのような樽状容器の1つは、使用済み核燃料の輸送及び貯蔵用樽状容器(Transportation and Storage Cask for Spent Nuclear Fuels)という名称で、1993年10月8日に出願され、カイルB.ジョーンズ(Kyle B. Jones)氏、ロバートA.レナート(Robert A. Lehnert)氏、ロバートD.キン(

10

20

30

40

50

Robert D.Quinn) 氏、スティーブンE.シスリー (Steven E.Sisley) 氏、及びチャールズJ.テムス (Charles J.Temus) 氏によって米国出願番号第08/131,973号明細書に譲渡された出願に於て開示されている。上記で明示された出願の内容は、ここで参考文献として明白に組み入れられる。

樽状容器 / 缶の組合わせ体が車両で輸送される時、通常それは更なる安全のための衝撃リミッタ内に配置される。衝撃リミッタは輸送中に例えば車両事故の時に生じ得る衝撃を減衰して、損傷から樽状容器 / 缶の組合わせ体を、及び有害な放射線の漏れから環境を保護する。その様な衝撃リミッタ (Impact Limiter for Spent Nuclear Fuel Transportation Cask) という名称で、1993年10月8日に出願され、ロバートA.ジョンソン (Robert A.Johnson) 氏、イアンD.マッキン (Ian D.McInnes) 氏、ロバートD.キン氏、及びチャールズJ.テムス氏によって米国出願番号第08/131,972号明細書に譲渡された出願に於て開示されている。上記で明示された出願の内容は、ここで参考文献として明白に組み入れられる。底部の被覆板28は、図6Bに示されるサンドイッチ状の層構造である。最上部の層108は鋼鉄であり、中間の層108は鉛であり、鋼鉄の底部の層112が次ぎにくる。一般的に、上部の鋼鉄の層108は、最初に殻状体26の内側表面に溶接される。続いて、鉛が底部の鋼鉄層112上に注がれて鉛の層110を形成する。それから層110及び112が殻状体26に挿入され、層112はそれに溶接される。底部の蓋が挿入される時、殻には燃料ロッド組立てが入っていないので、底部の蓋28の中に組み入れられる鉛と共に溶接が行われ得る。こうして、有害な放射線を受ける危険性と時間の消費の無い、遮蔽プラグ68と対照的に溶接による鉛の汚染の危険性を減じた、溶接作業が行われ得る。

代わりに、底部の蓋28は図5Bに示されるような全て鋼鉄の層から構成され得る。しかし、鋼鉄は鉛の持つ遮蔽能力を有さず、従って図5Bの底部の蓋28は図6Aの底部の蓋28に較べて厚い。図5Bに於て、第1の層116は殻状体26の内側表面に溶接するためにステンレス鋼の層であることが好ましい。次ぎの層118は、遮蔽をするためのより値段の安い炭素鋼であり、それは殻状体26とは異なる材料であるので、殻状体26に溶接されない。最上部の層は別のステンレス鋼の層120であり、これは殻状体26に溶接される。

最後に、底部の蓋28は、図1、5B、及び6Bに示すラム係合のリング114を具備する。ラム係合のリング114は、その長手方向の軸に沿って缶22を押し下り引いたりするための水圧ラム (図示されていない) と噛合って、例えば、それを貯蔵場に挿入したりそこから取出したりする。

バスケット組立て24が缶内に挿入される時、缶22に対するバスケット組立ての回転は、図9A及び9Bに示される、殻状体26の内側半径方向の表面から半径方向に突出している2つの長方形のキー100、及びリング66によって防がれる。好ましくはキー100は、ほぼ等しい高さで且つ殻状体26の内側周囲の周りで180°の間隔を置いて、殻状体26の内側表面に半径方向に溶接される。半径方向に突出したキー100は、図1Aに示されるように、バスケット組立て24の最上部の板36の外側縁部に形成される2つの長方形のスロット102によって受容される。図1Aに於いて、一方のスロット102だけが見ることができ、他方のスロットは、スロット102から約180°の間隔を置いている。好ましくは、バスケット組立て24が最初に殻状体26の中へ挿入され、それからキー100がスロット102内に挿入され、殻状体26に溶接される。従って、キー100は最上部の板36のスロット102を支持することによって、缶22に対するバスケット組立て24の回転を防ぐのに役立つ。

先に記されたように、輸送及び貯蔵組立て20は破損燃料ロッド組立てで使用するものであることが好ましい。等業者に良く知られているように、燃料ロッドは、核分裂物質を有する複数のペレットを取り囲む、クラッド層と呼ばれる、中空の管を具備する。ロッド、それ自身は、先に説明された何本かのロッドの集合体で配置される。或る場合に於て、クラッド層は損傷し、破損燃料ロッドと呼ばれる。破損燃料ロッドは、核分裂物質をロッドから零し得る。更に或る場合に於て、燃料の核反応中にペレットは、破損燃料ロッドから容易に零れ得る砂粒大の粒子に崩壊する。

発明の背景に於て記されたように、使用済み燃料の輸送に関する重要な部分は臨界状態になることを避けることである。これは、臨界点に至る中性子の増殖の可能性が殆ど無くな

10

20

30

40

50

るように、各組立て間の間隔を最小にするように使用済み燃料ロッド組立てを慎重に配置することによって具現される。しかし、破損燃料ロッド組立ての場合、核分裂物質は破損ロッドから零れて、別の核分裂物質の十分近くに集まって臨界状態に達し得る。

しかし、貯蔵及び輸送組立て20は、或る破損燃料ロッド組立てからのほぼ全ての核分裂物質が単一の破損燃料コンテナ44に閉じ込められたまま保たれるのを確実にすることによって上述の問題に対処する。この目的のために、上部の蓋52及び底部の蓋48は各々、図2B及び2Cに最も良く示されるように、4本のふるいのある通路104を具備する。図2B及び2Cに示されるように、この通路は、缶22の上部及び底部にほぼ平行する上部の蓋52及び底部の蓋48の表面に配置される。(図2B及び2Cは、上部の蓋52及び底部の蓋48の下方表面へ向って見た、斜視図である。)

10

液体が缶22から取り除かれる時、破損燃料コンテナ44内の如何なる液体も、底蓋48の4つのふるいのある通路104を通過して排出され得る。しかし、通路104のふるいは十分に細かくて破損燃料ロッドからの如何なる漏出核分裂物質もふるいのある通路104を通り抜けるのを妨げられる。更に、底蓋48の下方表面上の、図2Cに示される、蓋48の各縁部に沿う4つの長方形の垂直方向の突出部106は、ある最小の間隔がふるいのある通路104と缶22の底蓋28の上方表面との間に維持されることを確実にする。代わりに、単一の正方形の垂直方向の突出部が、蓋48の底部表面上の中央で使用され得る。こうして、破損燃料コンテナ44内の液体が通路104から排出されるように十分な間隔が維持される。

更に、破損燃料コンテナ44内の液体が排出されて、破損燃料コンテナからの液体の排出を容易になると、上蓋52のふるいのある通路104は、空気或いは他のガスを破損燃料コンテナ44の内部に入れることができる。先に記されたように、各破損燃料コンテナ44と遮蔽プラグ68との間の隙間は、遮蔽プラグ68が適所にある時には、上蓋52が各破損燃料コンテナから外れるのを妨げるようなものである。それにも関わらず、ふるいのある通路104が形成される各上蓋52の表面は、図2A及び2Bに見られるように、唇状部54の下で引っ込まされている。従って、上述の構造は、液体が排出される時に、空気或いは他のガスが各破損燃料コンテナ44の内部に入ることができるよう、各上蓋52のふるいのある通路104と遮蔽プラグ68の下方表面との間の十分な空間を確保する。更に、蓋52のふるいのある通路104は、コンテナ44が上蓋52の上方表面は水平でないような、或いは底蓋48の上方表面よりも高さが低くなるような位置に配置されても、核分裂物質がコンテナから漏出し得ないということを確実にする。

20

30

#### 損傷していない燃料ロッド組立ての輸送及び貯蔵

バスケット組立て24は好ましくは破損燃料ロッド組立てに対するものであるが、図3に示されるバスケット組立て122(全体的に参照番号122で指示される)は、損傷していない燃料ロッド組立ての輸送及び貯蔵のために設計されたものである。バスケット組立て122は、図1及び1Aのバスケット組立て24が挿入されるのと同じように、図1、9A、及び9Bに示される、缶22内へ挿入される。更に、バスケット組立て122を缶22に封止するやり方は、バスケット組立て24に関して説明されたのと同じやり方である。

バスケット組立て122は、貫通して形成される複数のほぼ正方形の孔126を有する複数のほぼ円形の板124を具備する。1枚の板124の上面図は図7に示される。板124は、各板を貫通している4本のロッド128によって互いに対して間隔を置き軸方向にアラインして維持される。各ロッド128は、各板124に形成される4つの穴130の1つを通り抜ける。ロッド128は各板124に溶接されて、ロッド128に対する板124の移動を防ぐ。板124は高い強度の炭素鋼から作られるのが好ましく、相互連結しているロッド128はステンレス鋼から作られるのが好ましい。穴130は好ましくは挿入物を具備して、ステンレス鋼を高い強度の炭素鋼に溶接することによって生じる紛糾を緩和する。

40

各板124は、ほぼ同じ配置の正方形の孔126を具備する。従って、板124がロッド128によって互いに対して軸方向にアラインされる時、孔126は複数の列にアラインされる。図3に於て全体的に参照番号132によって示される誘導スリーブ組立て132は、各列内に挿入される。各ロッド128の上部及び底部端部は、各誘導スリーブ組立て132の上部及び底部の端部を越えて延在する。従って、バスケット組立て122が殻状体26内に挿入される時、ロッド1

50

28の底部端部は底蓋28の上方表面と接触して、誘導スリーブ組立て132の底部端部と底蓋28との間の間隔を維持する。加えて、遮蔽プラグ68がバスケット組立て122の上部に配置される時、殻状体26内では、ロッド128の上部端部、及びリング66は誘導スリーブ組立て132の上部端部の上方で遮蔽プラグを支持する。

誘導スリーブ組立て132の一部分の拡大図は図8Aに示される。図8Aの組立ての組立てられた所が図8Bに示される。各誘導スリーブ組立て132は、図8Aに示される細長いほぼ正方形の内側誘導スリーブ134を具備する。内側誘導スリーブ134は好ましくはステンレス鋼から作られ、軸方向にアラインされる正方形の孔126の各列内に挿入されて、各板124を貫通する。各誘導スリーブ134の上部端部はフレア部140を具備して、下記で説明される燃料ロッド組立ての挿入を容易にする。

10

中性子吸収材料或いはアルミニウムの長方形の薄板136は、長方形の薄板136の場所に応じて、内側誘導スリーブ134の各外側面に隣接して配置される。図4Aに示されるように、長方形の薄板136が、軸方向にアラインされる孔126の別の別に直接に面する場所A(図7)にある時、長方形の薄板は中性子吸収材料から作られる。しかし、長方形の薄板136が軸方向にアラインされる孔126の別の列に直接面しない位置、例えば図7の位置B、にあるならば、長方形の薄板は中性子吸収材料から作られる必要はなくて、アルミニウム、鋼鉄、或いは他の構造的支持材料から作られ得る。

長方形の薄板が中性子吸収材料から作られるならば、材料は硼酸塩で処理されたアルミニウムであるのが好ましい。しかし、カドミウム、硼酸塩で処理されたステンレス鋼、硼酸塩で処理されたセラミック材料、等のような、何れの中性子吸収材料も使用され得る。4枚のその様な長方形の薄板136は軸方向にアラインされる孔126の各列内に挿入され、その結果1枚の長方形の薄板136が各内側の誘導スリーブ134の各外側表面と各板124との間に配置される。

20

一連のより短い誘導スリーブ138は、長方形の薄板136及び内側誘導スリーブ134を取り囲む。外側誘導スリーブ138は、内側誘導スリーブ134と隣接する対の板124との間に露出される、対応する長方形の薄板136を取り囲む。従って、外側誘導スリーブ138は隣接する対の板124の間の色々な間隔に対して色々な長さになり得る。各外側誘導スリーブ138の端部は、図4Aで最も良く見られるように、各板124の表面を支持するようにフレア部140を具備する。

上部及び底部の板124を越えて突出している各内側誘導スリーブ134の端部は、外側誘導スリーブ138によって取り囲まれない。各内側誘導スリーブの上部突出端部は、好ましくは鋼鉄から作られる終端キャップ142によって取り囲まれる。各内側誘導スリーブの底部端部は、図4Aに示される通りである。

30

図4Aでよく見られるように、各長方形の薄板136の底部端部が、L型ブラケット即ち保持具148を受容するための長方形の切欠き部146を具備する。各ブラケット148は、内側誘導スリーブ134及び底板124へ固定され、板124に対する内側誘導スリーブ134及び長方形の薄板136の垂直方向の移動を防ぐ。ブラケット148は、溶接、ねじ留め、或いは何等かの他の公知のやり方によって内側誘導スリーブ134及び底板124に固定され得る。先に記されたように、一緒に溶接される部材は、色々な材料の特性を有する部材に伴う紛糾を避けるように同一の材料であることが好ましい。内側誘導スリーブ134は、好ましくはステンレス鋼から作られるのが好ましいので、ブラケット148はステンレス鋼から作られ、内側誘導スリーブに溶接され、好ましくは高い強度の炭素鋼から作られる底板124にねじ留めされ得る。

40

先に記されたように、バスケット組立て122は、バスケット組立て24の破損燃料ロッド組立てに対するのと同じやり方で、缶22内へ挿入される。損傷していない燃料ロッド組立てのバスケット組立て122が缶22内に挿入されると、損傷していない燃料ロッド組立ては各誘導スリーブ組立て132に挿入され、缶22は先に説明されたように封止され、そして吸い上げられ得る。

先に説明されたように、“A”の位置で中性子吸収層(長方形の薄板136)を具備する、誘導スリーブ組立て132の多層構造は、中性子が臨界レベルに増殖する危険性に対する更な

50

る安全要因を与える。従って、コンテナ22と組合わせのバスケット組立て122は、上述で説明された樽内へ挿入され得て、樽/缶の組合せ体は公衆に影響を与え得る地域を横切つて燃料ロッド組立てを輸送するのに使用され得る。

燃料のみのロッド組立て、対、制御要素を有する燃料ロッド組立て

当業者に良く知られているように、燃料のみを含む燃料ロッド組立ては、制御要素を有する燃料ロッド組立てよりも長さが短い。本発明によると、缶22及びバスケット組立て122は、缶22の外側寸法を何等変更すること無しに、何れの型の燃料ロッド組立てでも使用され得る。

上述のことは、夫々、図5A及び6Aに示される2つの別々の遮蔽プラグ76及び68の使用によって具現される。缶22及びバスケット組立て122が、燃料のみを含む、より短い燃料ロッド組立てで使用される時、全て鋼鉄の遮蔽プラグ76が使用される。全て鋼鉄の遮蔽プラグ76は、同じく鉛層を具備する遮蔽プラグ68よりも厚い。従って、より厚い遮蔽プラグ76は缶22内に更に垂直方向の空間を占めるので、燃料のみの燃料ロッド組立てのより短い長さを償う。

より厚い遮蔽プラグ76は先に説明された鋼鉄層116、118、及び120のみを具備する、図5Bに示される、より厚い底蓋28と共に使用されるのが好ましい。全て鋼鉄の層を具備する厚い底蓋28は、図6Bに示される、鉛層110を具備する、より薄い底蓋28に較べて缶22内でより大きな垂直方向の空間を占める。

バスケット組立て122が制御要素を具備するより長い燃料ロッド組立てで使用される時、鉛層70を具備するより薄い遮蔽プラグ68が使用される。鉛はより大きい遮蔽力を有するので、より薄い遮蔽プラグ68は全て鋼鉄の遮蔽プラグ76と比較してかなり薄い、鉛のないプラグと同じ遮蔽力を持つ。鉛層110を具備するより薄い底蓋28は、より薄い遮蔽プラグ68と組合わせて使用されるのが好ましい。

より厚い遮蔽プラグ76を使用することよりも、スペーサが各誘導スリーブ組立て132の中へ挿入され得て、より短い燃料ロッド組立てを償うであろう。更に、そのようなスペーサは、同じバスケット組立て内でより長い燃料ロッド組立てとより短い燃料ロッド組立てを混ぜるのに使用され得る。最後に、そのようなスペーサは色々な長さの破損燃料ロッド組立てのためのバスケット組立てでも使用され得る。

本発明の好ましい実施例が例示され且つ開示されたが、本発明の意図及び範囲から逸脱することなしに、その中で色々な変更が行われ得るということが認識されるであろう。

10

20

30

【 図 2 B 】

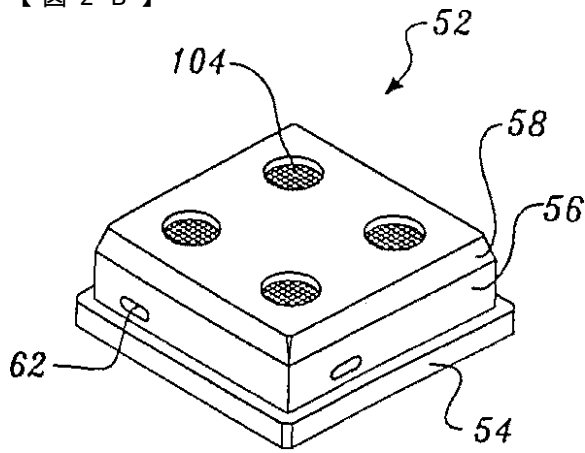


FIG. 2B.

【 図 2 C 】

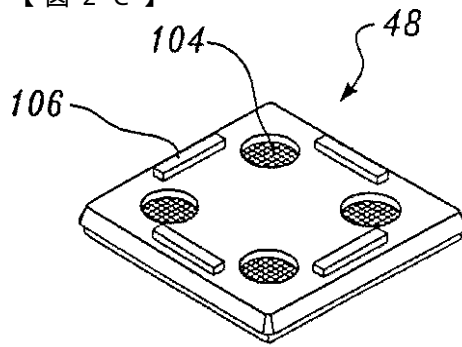
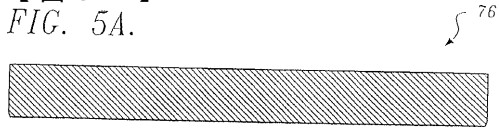


FIG. 2C.

【 図 5 A 】

FIG. 5A.



【 図 1 】

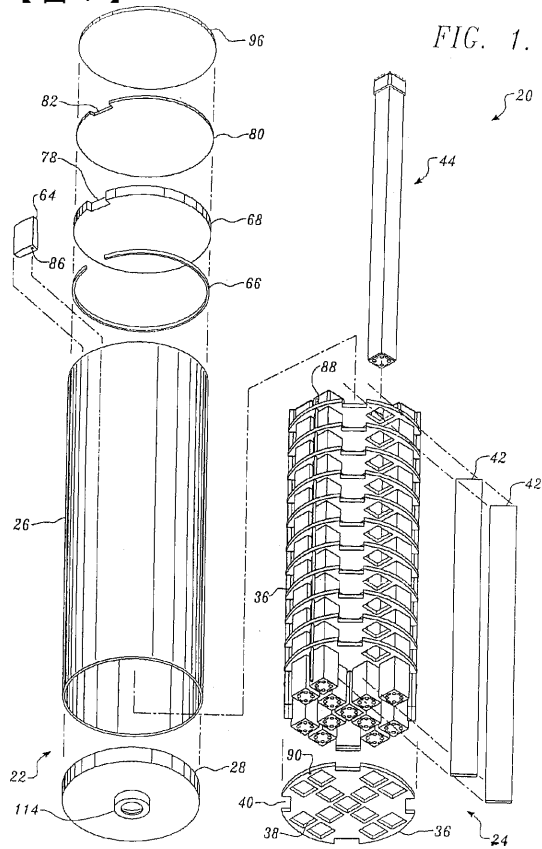


FIG. 1.

【 図 1 A 】

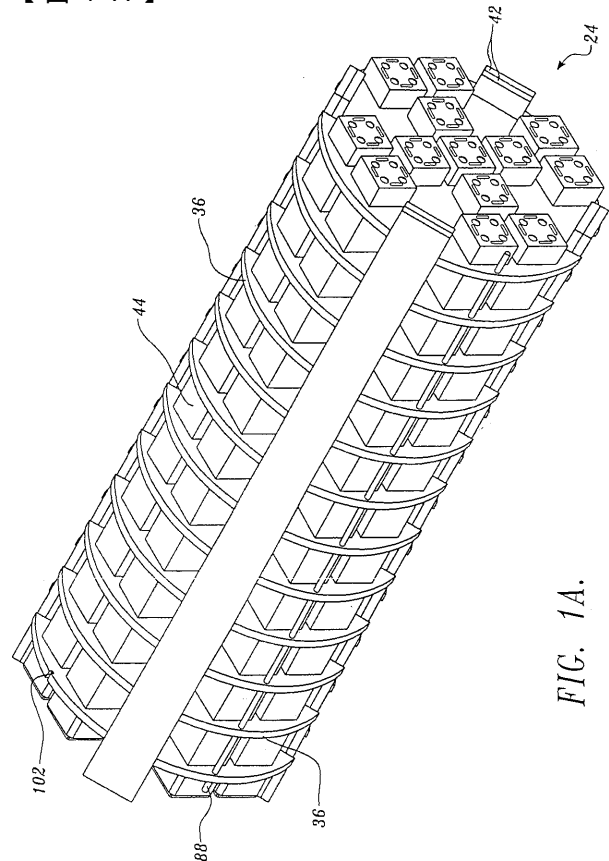
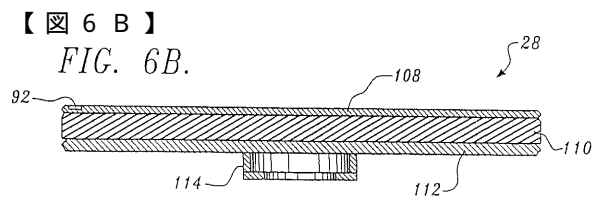
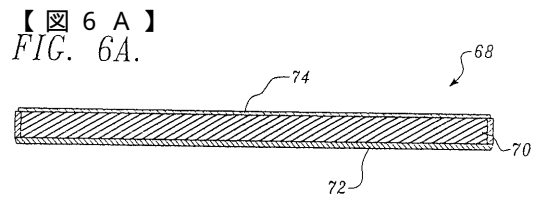
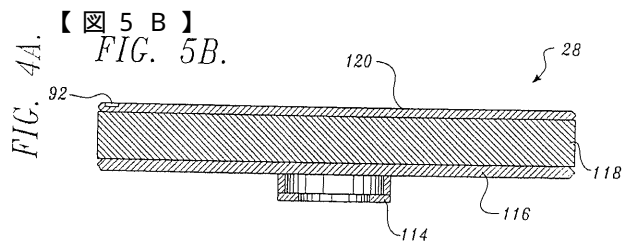
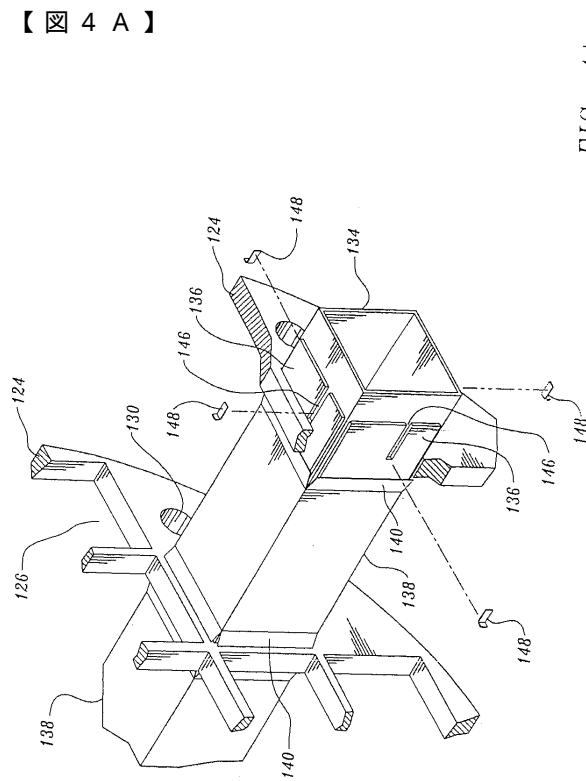
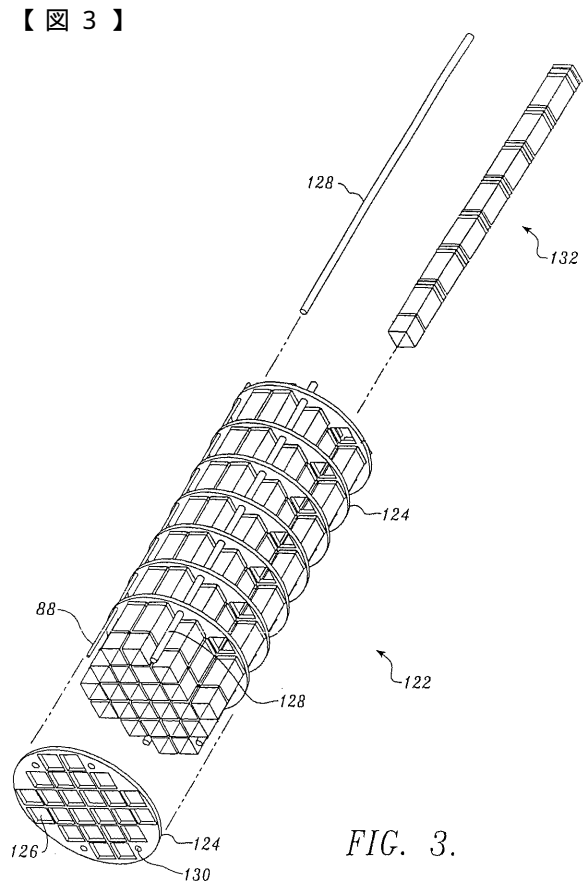
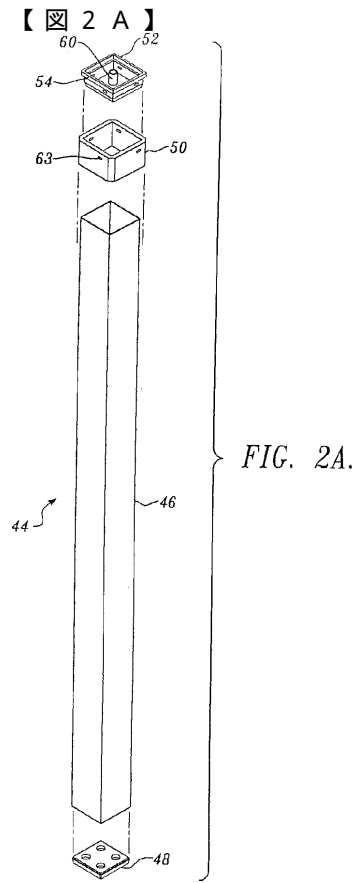


FIG. 1A.



【 図 7 】

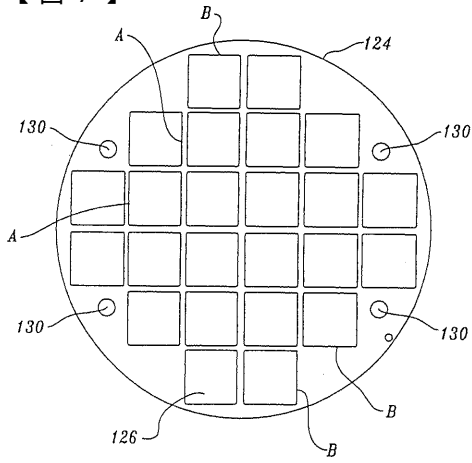


FIG. 7.

【 図 8 A 】

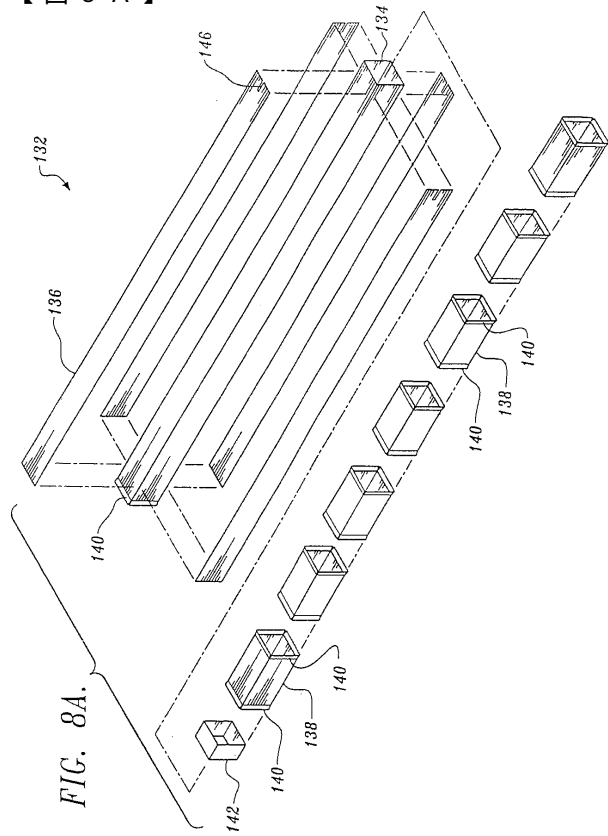


FIG. 8A.

【 図 8 B 】

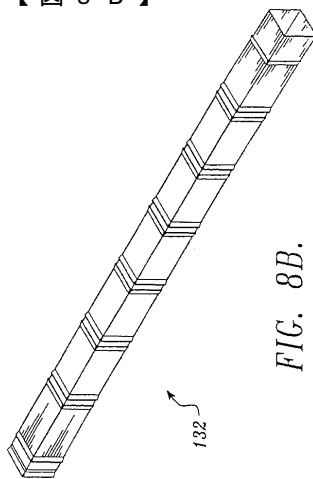


FIG. 8B.

【 図 9 A 】

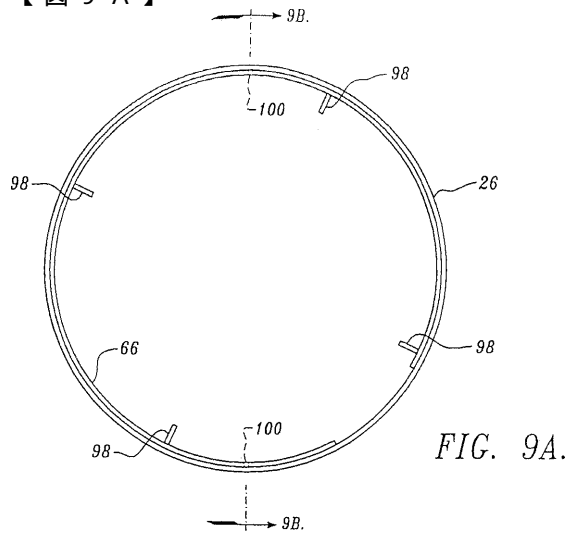


FIG. 9A.

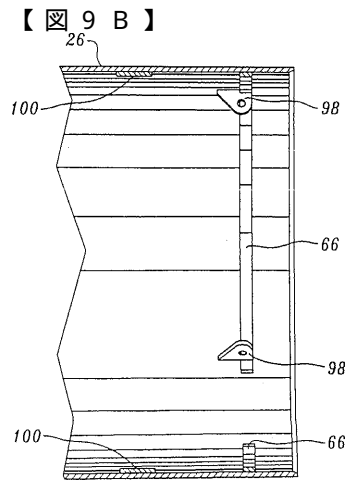


FIG. 9B.

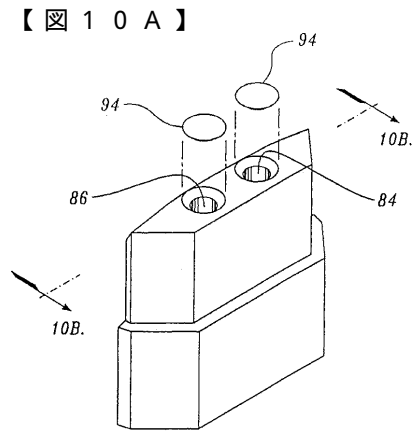


FIG. 10A.

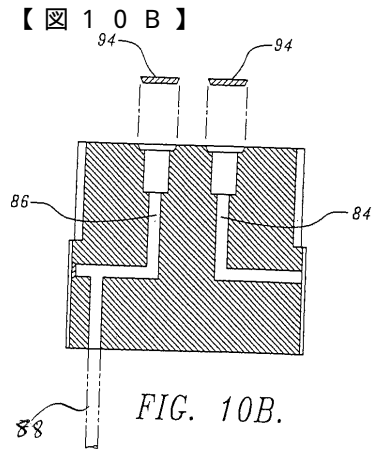


FIG. 10B.

## フロントページの続き

## (74)代理人

弁理士 白根 俊郎

## (72)発明者 レナート、ロバート・エー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95035、ミルピタス、レッドウッド・アベニュー 47  
1

## (72)発明者 クイン、ロバート・デー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95037、モーガン・ヒル、ラ・ベラ・コート 1566  
0

## (72)発明者 シスレイ、スチープン・イー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94539、フレモント、モハーブ・テラス 118

## (72)発明者 トーマス、ブランドン・デー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95130、サン・ホセ、モントリール・ドライブ 429  
5

審査官 加藤 隆夫

## (56)参考文献 特開平01-269095(JP,A)

特開昭64-086098(JP,A)

特開平04-198898(JP,A)

特公昭46-038760(JP,B1)

米国特許第04746487(US,A)

特開昭52-061700(JP,A)

特開平02-293698(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G21F 5/00

G21C 19/06

G21C 19/32