

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5657381号

(P5657381)

(45) 発行日 平成27年1月21日(2015.1.21)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int. Cl.	F I
CO 1 G 43/025 (2006.01)	CO 1 G 43/025 A
CO 1 G 56/00 (2006.01)	CO 1 G 56/00
CO 1 F 15/00 (2006.01)	CO 1 F 15/00

請求項の数 9 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-508824 (P2010-508824)	(73) 特許権者	509323347
(86) (22) 出願日	平成20年5月20日 (2008.5.20)		ヌケム・テヒノロギース・ゲーエムベーハ
(65) 公表番号	特表2010-527884 (P2010-527884A)		ー
(43) 公表日	平成22年8月19日 (2010.8.19)		NUKEM TECHNOLOGIES
(86) 国際出願番号	PCT/EP2008/056169		GMBH
(87) 国際公開番号	W02008/142072		ドイツ連邦共和国、63754 アルツェ
(87) 国際公開日	平成20年11月27日 (2008.11.27)		ナオ、インドゥストリーシュトラッセ 1
審査請求日	平成23年3月28日 (2011.3.28)		3
(31) 優先権主張番号	102007024536.1		Industriestrasse 13
(32) 優先日	平成19年5月24日 (2007.5.24)		, 63754 Alzenau, Ge
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		rmany
(31) 優先権主張番号	102007037473.0	(74) 代理人	100108855
(32) 優先日	平成19年8月8日 (2007.8.8)		弁理士 蔵田 昌俊
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 球状燃料または増殖材粒子を製造するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

重金属ウラン、トリウム、プルトニウムまたはその混合物の群の酸化物から球状燃料または増殖材粒子を製造するための方法であって、前記重金属の少なくとも1つの硝酸塩の出発溶液を調製する工程と、尿素および/または炭酸アンモニウムおよび/または重炭酸アンモニウムおよび/またはシアン酸アンモニウムおよび/またはピウレットの群の中の第1の試薬を添加する工程と、前記溶液の粘度を調節するためにPVAおよびTHFAの形態にある少なくとも1つの第2の試薬を添加する工程と、前記溶液を液滴に変えて微小球体を形成する工程と、前記微小球体をアンモニアを含有する雰囲気中で少なくとも表面領域において固化させる工程と、アンモニアを含有する溶液中で前記微小球体を収集し、引続いて濯ぎ、乾燥させ、そして熱処理する工程とを含み、前記出発溶液に前記第1の試薬は室温で添加され、このようにして調製された前記溶液は、80 以上でありかつ前記溶液の沸点 T_s 未満である温度 T まで加熱され、かつ前記温度で2 h以上8 h以下である時間 t に渡って維持され、前記溶液は引続いて室温に等しい温度 T_A まで冷却され、最後に前記第2の試薬が添加されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

尿素および/または炭酸アンモニウムおよび/または重炭酸アンモニウムおよび/またはシアン酸アンモニウムおよび/またはピウレットの群の中の前記第1の試薬が、固体状で前記出発溶液中に溶解されることを特徴とする請求項 1 による方法。

【請求項 3】

10

20

前記溶液が、80 ~ 100 の範囲内にある前記温度Tにて、前記時間tに渡って保持されることを特徴とする請求項1による方法。

【請求項4】

前記溶液が、前記温度Tにて3 h以上6 h以下である前記時間tに渡って保持されることを特徴とする請求項1による方法。

【請求項5】

1~2.5モル濃度の硝酸塩溶液が前記出発溶液として使用されることを特徴とする請求項1による方法。

【請求項6】

前記濯がれた微小球体が、アルコールを使用せずに引続いての処理を受けることを特徴とする請求項1による方法。

10

【請求項7】

前記微小球体の濯ぎの後に、前記微小球体中に存在する水分が、減圧雰囲気中でのさらなる処理によって除去されることを特徴とする請求項1による方法。

【請求項8】

前記水分を除去するための更なる処理が、0.07 MPa以上0.09 MPa以下である圧力pにて実行されることを特徴とする請求項7による方法。

【請求項9】

前記PVAおよび前記THFAが、およそ1:10の化学量論比で前記溶液中に添加されることを特徴とする請求項1による方法。

20

【発明の詳細な説明】

【発明の概要】

【0001】

本発明は、重金属ウラン、トリウム、プルトニウムまたはその混合物の群の酸化物から球状燃料または増殖材粒子を製造するための方法であって、該重金属の少なくとも1つの硝酸塩の出発溶液を調製する工程と、尿素および/または炭酸アンモニウムおよび/または炭酸水素アンモニウムおよび/またはシアン酸アンモニウムおよび/またはピウレットの群の中の第1の試薬を添加する工程と、溶液の粘度を調節するためにPVAおよび/またはTHFAの形態にある少なくとも1つの第2の試薬を添加する工程と、溶液を液滴に変えて微小球体を形成する工程と、アンモニアを含む雰囲気中で微小球体を少なくとも表面領域において固化させる工程と、アンモニアを含む溶液中で微小球体を収集し、引続いて濯ぎ、乾燥および熱処理をする工程とを含む方法に関する。

30

【0002】

安全性およびプロセス熱を発生させるために高い操作温度を使用できる見込みから次第に再び注目を集めている高温反応器において、種々の幾何学形状のグラファイト燃料要素が一般的に使用される。これらには、実燃料(actual fuel)または増殖材、ウラン、トリウムまたはプルトニウムが、被覆粒子と呼ばれる形態で存在するという共通点がある。これらは、反応器中での使用に好適であるように炭素の層、および例えばシリコンカーバイドで被覆された0.1~1 mmの径を持つそれぞれの重金属酸化物の小球状粒子である。純粋な酸化物微小球体は、核技術においてはカーネル(kernel)と呼ばれる。

40

【0003】

通常、カーネルを生成するためには、適切な硝酸溶液から進める:低粘度の硝酸塩溶液を高粘度溶液に変え、可能な限り完全な球状の液滴に変え、引続いてそれらを化学反応によって固形ゲル微小球体に転換する(したがって、溶液/ゲルプロセスとも呼ばれる)。固形物を形成するための反応について選択される試薬はアンモニアである:ウランは反応してADU(アンモニウムジウラネート)を生成し、トリウムまたはプルトニウムは水酸化物を生成する。これらのカーネルを調製するために、今日まで2つの方法が使用されている。

【0004】

「内部ゲル化」の方法は比較的高濃度の溶液から進められ、重金属の溶液を液滴の形態で、加熱された有機油中に供給するものであり、この場合、添加剤であるウロトロピン、

50

尿素などからのアンモニアの放出がことによって固化を行わせる。ここで問題となるのは、油を沈殿浴として使用することである：すなわち、さらなる工程において、反応生成物を除去するために、得られたままのカーネルを水で濯ぐことが必要になる。これは、面倒な方法で再生させなければならない水/油混合物を不可避免的に生成する。これは、特に放射性液体を伴うという事実からみて、多くの技術的問題を生じさせる。

【 0 0 0 5 】

「外部ゲル化」のための方法は、比較的低濃度の溶液(およそ100 g U/L)をアンモニア雰囲気中で液滴に変え、アンモニア溶液中で生成した微小球体を収集し、微小球体をアンモニア溶液中に静置してエージングさせ(反応させてADUまたは水酸化物を生成させ)、アンモニアを含有する水でまず濯ぎ、その後、但し水混和性有機溶媒、例えばイソプロパノールまたはその他のアルコールで濯ぐ。水を用いる一度目の濯ぎは、硝酸アンモニウムのような反応の副生成物および添加されたTHFA(テトラヒドロフルフリルアルコール)を除去する。イソプロパノールを用いる二度目の濯ぎは、カーネルから水を除去する。濯ぎは純イソプロパノールで行わなければならないが、これは、リサイクルのためのイソプロパノールの処理を共沸条件の域を超えて実行する必要があるので、特に面倒である。無水のカーネルのみが、損傷されることなく引続いてさらに加工され得る。乾燥されたカーネルは、そこに含まれた有機成分を除去するために力焼され、還元され、最終的に焼結されて UO_2 カーネルとなる。

10

【 0 0 0 6 】

両方の方法の欠点は、新たに形成された燃料/増殖材液滴の処理(後処理)のために有機液体を必ず使用せねばならないことである：

20

- それらが使用される製造現場は、防爆に関する厳格な要求を満足せねばならない。加工技術的な側面から有用な連続乾燥機のようないくつかの装置の使用でさえも不可能である。

【 0 0 0 7 】

- 環境的視点から、それらの放出は規制され、それらは排気空気流から除去される必要がある。

【 0 0 0 8 】

- 特に、リサイクルは無水の状態に変換することが必要なので、それらの廃棄またはリサイクルは面倒である。

30

【 0 0 0 9 】

有機物質の使用は、全体として、高温反応器のための燃料製造の依然少なからぬコストの有意の原因となっている。

【 0 0 1 0 】

DE-B-2037232、DE-B-1592477、DE-B-1817092は、このような方法を既述する従来技術の例として引用される。DE-B-2459445は、硝酸ウラニル、ポリビニルアルコール(PVA)、尿素およびカーボンブラックの水性懸濁液を液滴に変えることを記載する。DE-A-1960289では、安定な溶液を得るためにヘキサメチレンテトラミンが0~10 の温度範囲内で添加される硝酸ウラニルおよび尿素の水溶液を使用する。安定な溶液は、5 まで冷却されたノズルによって液滴としてパラフィンオイル中に供給される。

40

【 0 0 1 1 】

参考文献「Journal of NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY, Vol. 41, No. 9, p. 945-948 (September 2004), 「Preparation of UO_2 Kernel for HTR-10 Fuel Elements」から、燃焼材粒子を製造する方法が既知であり、これによると、PVAおよびTHFAの添加に先立って、ウラン溶液に尿素を添加している。

【 0 0 1 2 】

溶液/ゲル法によって製造される燃料または増殖材カーネルの既知の好ましい特性を保つ一方で、問題のある有機物の使用を省く方法を開発することが本発明の目的である。さらに、さらなる加工を単純にして従来技術に関する欠点を回避することができるように、重金属の水溶性の錯カチオンの高濃度溶液が提供される。この文脈において、かつ問題の

50

ない方法によって、液滴に変えられる安定な溶液が調製される。

【0013】

第1の試薬が室温にて出発溶液に添加され、このように調製された溶液は温度Tまで加熱され(ここで $80 < T < T_s$ であり、 T_s は溶液の沸点である)、該溶液は前記温度にて時間t ($2 \text{ h} < t < 8 \text{ h}$)に渡り保持され、該溶液は引続いて温度 T_A (T_A 室温)まで冷却され、最後に第2の試薬が添加される、という点において、本発明の方法によって目的は実質的に達成される。特に、第2の試薬が室温にて溶液に添加される場合は、溶液の希釈を防ぐために、前記第2の試薬は固体状で溶解されるべきである。

【0014】

驚くべきことに、溶解された第1の試薬を含有する出発溶液が高められた温度にて好ましくは50 ~ 100 の範囲で、特に90 の範囲で加熱され、かつこの温度で数時間、好ましくは3~6時間保持される場合、溶液は安定なままである一方で、同時に第1の試薬の分解および過剰な水の除去が行われ、同時に重金属の水溶性錯カチオンの高濃度溶液が生成され、その後、第2の試薬がゲル浸透プロセスによって添加された後に、溶液はアンモニアを含有する雰囲気中で固化されて微小球体にされ得、その場合濯がれた微小球体の引き続いての後処理のためには、イソプロパノールのようなアルコールの使用が必要とされないということがわかった。

【0015】

出発溶液は、それ自体が1~2.5モル濃度の硝酸塩溶液であろう。

【0016】

濯ぎ後にもなお微小球体中に存在する水を除くために、減圧雰囲気中でさらなる処理が行われる。この文脈において、水の除去のためにさらなる処理が圧力p ($0.07 \text{ MPa} < p < 0.09 \text{ MPa}$)で実行されることを意図している

【0017】

本発明によれば、尿素または同じように働く第1の試薬が室温下で、より具体的には、溶液の希釈を防ぐために固体状で出発溶液に添加される。こうして調製された溶液はその後、沸点未満、好ましくは80 ~ 100 の範囲、特におよそ90 まで、3~6時間、好ましくはおよそ4時間加熱され、この場合、尿素または同じように働く第1の試薬の分解および過剰な水の除去が、重金属の水溶性錯カチオンの高濃度溶液をもたらす。第2の試薬として働くPVAおよび/またはTHFAを添加することによって、微小球体はその後、ゲル-浸透法によって調製され、それ自体既知ではあるがアルコールを使用しない方法で引続き処理される。

【0018】

結果として、従来技術によれば、注入溶液、すなわち所望の粘度に調節された溶液が振動ノズルによって液滴に変えられて微小球体を形成し、微小球体はアンモニア雰囲気中で表面領域を固化され、その後、微小球体はアンモニア水溶液中に収集され、その中に静置されてエージングされる。微小球体はその後濯がれ、力焼され、そして最終的に還元され、焼結されて所望のカーネルとなる。しかしながら、これについては、従来技術の一部であるプロセス工程についての参照がなされる。しかしながら、これらのプロセス工程とは対照的に、後処理はアルコールを使用せずに実行される。

【0019】

本発明によれば、溶液はヘキサメチレンテトラミンを使用せずに調製される。したがって、室温未満への冷却は不要である。

【0020】

本発明によれば、注入溶液は、それ自体既知である既知の「外部ゲル法」によって調製されるが、第1の試薬はアンモニアの内部放出のために高められた温度下で添加される。同時に、既知の方法と比較して、PVAおよび/またはTHFAのような第2の試薬の量は実質的に減らされ得る。尿素のような第1の試薬は、例えば400 g/Lの値(外部ゲル化を伴う通常の方法はおよそ100 g/Lの濃度で行われる)まで、ウラン濃度を増大させ得る。この溶液は、その後、比較的小さな液滴に変えられ得、液滴はその後、アンモニア雰囲気中でゲル化

10

20

30

40

50

され、その後、それらは高められた温度下でアンモニア溶液中にてエージングされ、水で濯がれ、乾燥され、力焼され、そして焼結され、仕様を満足する UO_2 カーネルを生成する。

【0021】

好ましくはおよそ0.1 mm~1 mmの範囲内の径の、ウラン酸化物、トリウム酸化物、プルトニウム酸化物または適切な混合酸化物から球状燃料または増殖材を製造するために、適切な重金属硝酸塩の溶液を尿素または同じように働く第1の試薬（前者または後者は高温環境中でアンモニアを放出するので、沈殿剤として反応する）、ならびに粘度を調節するための添加剤と混合し、この溶液を液滴に変え、生成した微小球体の表面領域をアンモニア雰囲気中で固化させ、アンモニア溶液中で、高められた温度下にて微小球体をさらに固

10

【0022】

特に、本発明は、PVAおよびTHFAがおよそ1:10の量比で、特におよそ50 g/kgU PVAおよびおよそ500 g/kgU THFAで溶液に添加されることを規定する。

【0023】

本発明は、本発明のさらなる詳細事項、利点および特徴が明らかになる以下の例示によって、より詳細に説明される。そこに記載された量または比率およびパラメータは、それら自体が有意なものとして、記載された他のデータからさえも独立に解釈される。

【0024】

例1

カーネルバッチのために、 U_3O_8 の形態にある20 kgのウランを硝酸中に溶解し、冷却して濾過した後に、得られた硝酸ウラニルの溶液に8.8 kgの尿素を添加し、そしておよそ90分で4 h保持する。冷却後、1 kgのPVAおよび9.5 kgのTHFAを添加し、溶液を均質化させる。

20

【0025】

この溶液を次に振動板中にあるノズルを介して所要のサイズの液滴に変え、本例では最終的なカーネルの500 μ mという目標径のために、液滴は、7~12モル濃度の NH_3 溶液の沈殿浴に落とす前に、およそ50 mmの高さのアンモニアガスの通路を通過して落下し、沈殿浴でゲル化する。

30

【0026】

製造されたままのカーネルは、エージング、濯ぎ、乾燥のために沈殿溶液と共に容器へと運ばれ、そしてそこにおよそ60分で数時間静置されてエージングされ、それらは引続いて、同じくおよそ60分の水で繰り返し濯がれ、最後に80分以下で真空乾燥される。

【0027】

乾燥されたカーネルは、100~500 $^{\circ}C$ の範囲の特定の温度プログラムに従い、空気存在のもと、適切なキルン中で最初に力焼されて UO_3 になり、その後、水素存在下で600~700 $^{\circ}C$ 、引き続いて1650 $^{\circ}C$ にて還元され、そして焼結されて UO_2 カーネルとなる。

【0028】

スクリーニングおよびソーティングのような品質管理の一般的な方法により、 UO_2 カーネルは、以下の表に記載された特性を持ち、90%を超える収率を持つべく、さらなる処理のために利用可能とされ得る。

40

【表 1】

UO₂カーネルの特性

径 / μm	$450 \leq x \leq 550$) _{95/95}
密度 / ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	$x \geq 10.4$
真球度($D_{\text{max}} / D_{\text{min}}$) ⁽¹⁾	$(x \leq 1.2)$ _{95/95}
O/U比	$1.99 \leq x \leq 2.01$

10

【 0 0 2 9 】

例2

500 μm の径を持つUO₂カーネルバッチのために、U₃O₈粉末の形態にある4 kgのウランを硝酸中に溶解する。溶液を4時間、90 °Cまで加熱することによって調製し、UO₂ (NO₃)₂の組成を持つ化学量論比の硝酸ウラニルを得る。冷却し、そして濾過した後、500 g U/Lの溶液を8 L得る。

【 0 0 3 0 】

この溶液中には、0.44 kg尿素/kgU、すなわち全部で1.76 kgの尿素が室温下で溶解される。

【 0 0 3 1 】

この溶液は引き続きおよそ90 °Cまで加熱され、そしてこの温度で4時間保持される。その後、高温の溶液は室温まで冷却され、注入溶液の調製に使用される。この体積は8.1 L/4 kgUであり、U含有量に関しては494 g/L、かつおよそ1.6 g/mLの密度である。

20

【 0 0 3 2 】

注入溶液の調製のため、とりわけ粘度の増大のためにポリビニルアルコール(PVA)が使用される。PVAを超純水中に溶解することによって、10 wt% PVA溶液が調製され、その密度は1,022 g/mLである。

【 0 0 3 3 】

500 μm の径を持つ4.5 kgのUO₂カーネルに相当する4 kgUの注入溶液の1回のバッチのために、以下の成分が混合されて、均質な注入溶液を調製する：

尿素と共に90 °Cで4時間加熱され、再び室温まで冷却された8.1 Lの硝酸ウラニル溶液
1.92 kgの10 wt% PVA溶液

1.05 g/mLの密度(Kp 177 °C)を持つ、2.0 Lのテトラヒドロフルフリルアルコール。

【 0 0 3 4 】

この注入溶液の体積は12.0 Lであり、重量は17.3 kgである。溶液のU含有量は、溶液1 kgあたり231 gであり、粘度は55 ~ 80 mPa · sの範囲にある。

【 0 0 3 5 】

注入溶液は、5フローメーターおよび100 Hertzの振動数の5ノズル-パイプレータシステムによるそれ自体既知の方法によって、均質な液滴に分割され、アンモニアガス中で微小球体に成形された後の前記液滴は静置されて予備エージングされ、その後、5 ~ 12モル濃度のアンモニア溶液中で、アンモニウムジウラナートの微小球体粒子として収集される。

40

【 0 0 3 6 】

500 μm のUO₂カーネルあたりのU含有量が、 $f=100$ Hertzで0.622 mgであり、注入溶液1 kgあたりのU含有量が231 gであるから、ノズルあたりのスループットボリュームQは、 $Q=0.622 \cdot f \cdot 60/231=16.15$ g/minとなる。

【 0 0 3 7 】

5ノズル-パイプレータシステムについて、1分あたり80.75 gの注入溶液、または1時間あたり4.845 kgのスループットが得られる。

【 0 0 3 8 】

防臨界構造のエージング、濯ぎおよび乾燥容器中で、カーネルは60 °Cのアンモニア溶液

50

中でエージングされ、引続いて60 の脱イオン水で三回、毎回20分濯がれ、その後、0.07 ~ 0.09 MPaの低圧下、80 ~ 90 で6時間乾燥される。

【 0 0 3 9 】

空気の存在下で300 にて力焼された後、引続いてH₂/Arガス中で1600 まで還元されて焼結され、仕様を満たす500 ± 50 μmの径、かつ10.8 cm³の密度を持つUO₂カーネルを得る。

以下に、本願発明の実施態様を付記する。

[1] 重金属ウラン、トリウム、プルトニウムまたはその混合物の群の酸化物から球状燃料または増殖材粒子を製造するための方法であって、前記重金属の少なくとも1つの硝酸塩の出発溶液を調製する工程と、尿素および/または炭酸アンモニウムおよび/または重炭酸アンモニウムおよび/またはシアン酸アンモニウムおよび/またはピウレットの群の中の第1の試薬を添加する工程と、前記溶液の粘度を調節し、前記溶液を液滴に変えて微小球体を形成するために、PVAおよび/またはTHFAの形態にある少なくとも1つの第2の試薬を添加する工程と、前記微小球体をアンモニアを含有する雰囲気中で少なくとも表面領域において固化させる工程と、アンモニアを含有する溶液中で前記微小球体を収集し、引続いて濯ぎ、乾燥させ、そして熱処理する工程とを含み、前記出発溶液の第1の試薬は室温で添加され、このようにして調製された前記溶液は温度T (80 T < T_s、T_sは前記溶液の沸点である)まで加熱され、かつ前記温度で時間t (2 h t 8 h)に渡って維持され、前記溶液は引続いて温度T_A (T_A 室温)まで冷却され、最後に前記第2の試薬が添加されることを特徴とする方法。

10

20

[2] 前記溶液が、前記第2の試薬の添加に先立って室温まで冷却されることを特徴とする [1] による方法。

[3] 尿素および/または炭酸アンモニウムおよび/または重炭酸アンモニウムおよび/またはシアン酸アンモニウムおよび/またはピウレットの群の中の第1の試薬が、固体状で前記出発溶液中に溶解されることを特徴とする [1] による方法。

[4] 前記溶液が、温度T (T 90)にて、時間tに渡って保持されることを特徴とする [1] による方法。

[5] 前記溶液が、温度Tにて時間t (3 h t 6 h)に渡って保持されることを特徴とする [1] による方法。

[6] 1~2.5モル濃度の硝酸塩溶液が前記出発溶液として使用されることを特徴とする [1] による方法。

30

[7] 前記濯がれた微小球体が、アルコールを使用せずに引続いての処理を受けることを特徴とする [1] による方法。

[8] 前記微小球体の濯ぎの後に、前記微小球体中に存在する水分が、減圧雰囲気中でさらなる処理によって除去されることを特徴とする [1] による方法。

[9] 前記水分を除去するための更なる処理が、圧力p (0.07 MPa p 0.09 MPa)にて実行されることを特徴とする [1] による方法。

[1 0] 前記PVAおよびTHFAが、およそ1:10の化学量論比で前記溶液中に添加されることを特徴とする [1] による方法。

フロントページの続き

- (74)代理人 100088683
弁理士 中村 誠
- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (72)発明者 ハイト、ベルナー
ドイツ連邦共和国、6 3 5 8 9 グローゼンハオゼン、ピーゼンシュトラーセ 1 6
- (72)発明者 カトナー、マルティン
ドイツ連邦共和国、6 3 4 7 7 マイントル、シュートリング 6
- (72)発明者 ブレーラー、ゲオルグ
ドイツ連邦共和国、6 3 5 7 9 フライゲリヒト、バルバローサシュトラーセ 1 5
- (72)発明者 フロシャオアー、カール
ドイツ連邦共和国、6 3 5 7 9 フライゲリヒト、ブライヒシュトラーセ 1 6
- (72)発明者 ウェンリ、グオ
中華人民共和国、ベイジン 1 0 0 0 8 4、ツインファ・ユニバーシティ、エネルギー・サイエンス・ビルディング、インスティテュート・オブ・ニュークリア・エネルギー・テクノロジー内
- (72)発明者 トンシャン、リアン
中華人民共和国、ベイジン 1 0 0 0 8 4、ツインファ・ユニバーシティ、エネルギー・サイエンス・ビルディング、インスティテュート・オブ・ニュークリア・エネルギー・テクノロジー内
- (72)発明者 チュンヘ、タン
中華人民共和国、ベイジン 1 0 0 0 8 4、ツインファ・ユニバーシティ、エネルギー・サイエンス・ビルディング、インスティテュート・オブ・ニュークリア・エネルギー・テクノロジー内

審査官 宮崎 園子

- (56)参考文献 E. Zimmer外, SGMP an advanced method for fabrication of UO₂ and mox fuel pellets, Journal of Nuclear Materials, 1988年, Volume 152, Issues 2-3, Pages 169--177
NAEFE P外, Preparation of uranium kernels by an external gelation process., Nucl Technol, 1979年, 巻: 42 号: 2, ページ: 163-171
ZIMMER E, RADIOCHIMICA ACTA, ドイツ, 1978年 1月 1日, V25, P161-169
X. FU., J. NUCL. SCI. TECHN., 2004年, V41 N9, P943-948

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 1 G 2 5 / 0 0 - 9 9 / 0 0
C 0 1 F 1 / 0 0 - 1 7 / 0 0
J S T P l u s (J D r e a m I I)
S c i e n c e D i r e c t