



(11) **EP 2 232 503 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
24.08.2011 Bulletin 2011/34

(21) Numéro de dépôt: **08868359.4**

(22) Date de dépôt: **19.12.2008**

(51) Int Cl.:
G21F 5/06 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2008/068002

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2009/083491 (09.07.2009 Gazette 2009/28)

(54) **DISPOSITIF DE TRANSPORT ET/OU DE STOCKAGE DE MATIERES RADIOACTIVES CONÇU POUR PERMETTRE LA LIBERATION COMMANDEE D'OXYGENE DANS UNE ENCEINTE FERMEE**

VORRICHTUNG FÜR DEN TRANSPORT UND/ODER DIE AUFBEWAHRUNG VON RADIOAKTIVEN MATERIALIEN UND FÜR DIE KONTROLLIERTE FREISETZUNG VON SAUERSTOFF IN EINEM UMSCHLOSSENEN GEHÄUSE

DEVICE FOR TRANSPORTING AND/OR STORING RADIOACTIVE MATERIALS AND FOR THE CONTROLLED RELEASE OF OXYGEN IN AN ENCLOSED HOUSING

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **21.12.2007 FR 0760231**

(43) Date de publication de la demande:
29.09.2010 Bulletin 2010/39

(73) Titulaire: **TN International**
78182 Montigny Le Bretonneux (FR)

(72) Inventeurs:
• **ABADIE, Pascale**
F-78330 Fontenay Le Fleury (FR)

• **ISSARD, Hervé**
F-92170 Vanves (FR)
• **ROHR, Valentin**
F-78190 Trappes (FR)

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al**
BREVALEX
95 rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 019 907 DE-A1- 3 730 743
DE-A1- 4 343 500 FR-A- 2 874 120

EP 2 232 503 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte de façon générale au domaine de la sécurisation d'une enceinte fermée définie dans un dispositif de transport et/ou de stockage de matières radioactives.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Dans de telles enceintes fermées renfermant des matières radioactives, en présence d'eau ou de composés hydrogénés solides ou liquides, les radiations émises par les matières radioactives entraînent par radiolyse une transformation d'une partie de cette eau en différents gaz dont l'hydrogène et l'oxygène.

[0003] La présence d'hydrogène dans l'enceinte nuisant clairement à la sécurité de l'ensemble du dispositif de transport et/ou de stockage, en raison des risques importants d'inflammabilité, d'explosivité et de montée en pression qu'elle génère, il est par conséquent habituellement recherché à éliminer cet hydrogène.

[0004] Pour ce faire, les enceintes de confinement peuvent être équipées d'un catalyseur de recombinaison de l'oxygène et de l'hydrogène en eau (ou recombineur catalytique d'hydrogène), au contact duquel l'hydrogène se combine avec l'oxygène présent dans l'enceinte fermée pour former de l'eau suivant le mécanisme d'oxydation catalytique de l'hydrogène.

[0005] Ce principe d'oxydation catalytique de l'hydrogène fonctionne jusqu'à ce que l'oxygène contenu initialement dans l'enceinte fermée soit entièrement consommé. Cependant, à partir de l'instant où l'oxygène demeure en teneur trop faible au sein de l'enceinte fermée, les risques mentionnés ci-dessus d'inflammabilité, d'explosivité et de montée en pression, dus à la présence trop importante d'hydrogène, réapparaissent.

[0006] Pour pallier au manque d'oxygène, une solution consiste à introduire initialement, au sein de l'enceinte fermée, des moyens permettant de libérer de l'oxygène, constitués par exemple par une source solide d'oxygène gazeux, tel que cela ressort en particulier du document FR-A-2 874 120. Cette source solide prend la forme d'un peroxyde, qui, au contact de l'eau créée dans l'enceinte fermée, libère de l'oxygène gazeux.

[0007] Ainsi, de l'oxygène est généré régulièrement au sein de l'enceinte, mais dans des quantités non maîtrisables, pouvant conduire à une insuffisance d'oxygène et donc à un trop plein d'hydrogène non recombinaison, avec les risques présentés ci-dessus.

[0008] De l'art antérieur, on connaît également le document EP-A-0 383 153, décrivant un dispositif pour réduire la pression interne dans un dispositif de stockage de déchets radioactifs. Ce dispositif comporte une chambre placée dans une ouverture de corps latéral ou du couvercle du dispositif de stockage des déchets nucléaires. L'intérieur de cette chambre reçoit un catalyseur et

comporte une ouverture en communication avec l'espace intérieur de stockage du dispositif de stockage, ouverture dans laquelle est placée une bougie en métal fritté. Le catalyseur est séparé de l'extérieur par une toile métallique, une plaque perméable à la vapeur d'eau ou un couvercle en métal fritté.

[0009] L'hydrogène qui s'est formé dans le dispositif de stockage traverse la bougie en métal fritté, puis arrive sur le catalyseur où l'hydrogène est oxydé en eau par l'oxygène de l'air. A titre indicatif, le catalyseur utilisé comprend un métal précieux, par exemple du palladium sur un support inerte, par exemple en alumine.

[0010] Dans la solution présentée par ce document, l'espace intérieur de stockage ne peut être considéré comme constituant une enceinte fermée de dispositif de transport et/ou de stockage de matières radioactives, étant donné que cet espace ne peut être fermé, hermétique et parfaitement étanche, en raison de la nécessité de le faire communiquer avec l'air ambiant, constituant la source extérieure d'oxygène.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0011] L'invention a donc pour but de remédier au moins partiellement aux inconvénients mentionnés ci-dessus, relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0012] Pour ce faire, l'invention a tout d'abord pour objet un dispositif de transport et/ou de stockage de matières radioactives, comprenant une enceinte fermée ainsi qu'un système pour sécuriser ladite enceinte fermée, ledit système comprenant des moyens catalytiques de recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène en eau, placés dans ladite enceinte fermée. Selon l'invention, le système pour sécuriser ladite enceinte fermée comporte de plus un dispositif permettant une libération commandée d'oxygène dans ladite enceinte fermée.

[0013] Avec la présente invention, la libération d'oxygène dans l'enceinte fermée étant à présent commandée, les risques d'insuffisance et/ou de trop plein d'oxygène au sein de cette enceinte se trouvent avantageusement réduits à néant, et ce durant toute la durée du stockage et/ou transport des matières radioactives.

[0014] Il est noté que la libération commandée d'oxygène dans l'enceinte peut être automatisée, ou non. Dans ce dernier cas, il peut notamment s'agir de moyens permettant à un opérateur de déclencher et/ou de stopper lui-même l'apport d'oxygène dans l'enceinte, depuis l'extérieur de celle-ci. De plus, si le déclenchement de la libération d'oxygène, manuel ou automatique, s'effectue de préférence suite à la détection d'une teneur en oxygène faible, il est possible que ce déclenchement s'effectue différemment, par exemple à plusieurs instants prédéterminés, à savoir à intervalles de temps prédéterminés, de préférence réguliers. De plus, l'invention fonctionne avec tout type de moyens de libération d'oxygène, permettant une libération commandée de celui-ci, ces moyens étant placés dans ou en dehors de l'enceinte fermée. A titre indicatif, il peut par exemple s'agir de sour-

ces solides, liquides ou gazeuses d'oxygène, qui, lorsqu'elles sont destinées à être agencées au sein de l'enceinte fermée, sont de préférence introduites dans celle-ci avant la fermeture du dispositif de transport et/ou stockage, pour ensuite y rester à demeure.

[0015] Ainsi, le dispositif permettant la libération commandée d'oxygène fait partie intégrante du système pour sécuriser l'enceinte fermée du dispositif de transport et/ou de stockage de matières radioactives. Ce système peut néanmoins comporter d'autres moyens actifs, sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, les moyens actifs peuvent non seulement comprendre un catalyseur de recombinaison de l'oxygène et de l'hydrogène en eau, mais également un agent dessiccant, pour limiter la présence d'eau à l'intérieur de l'enceinte. En effet, cette présence provoque des risques importants de corrosion, de sorte qu'il peut alors s'avérer nécessaire de réaliser un assainissement de celle-ci, à savoir une élimination de l'eau, à l'aide de l'agent dessiccant précité. A titre d'exemples illustratifs, le catalyseur de recombinaison est choisi en particulier parmi les catalyseurs enrobés de platine ou de palladium, et peut prendre la forme de palladium déposé sur de l'alumine, permettant conjointement d'assurer la catalyse ainsi que le séchage requis.

[0016] Naturellement, ces moyens actifs sont déterminés et retenus en fonction de la nature des éléments que l'on recherche à éliminer à l'intérieur de l'enceinte fermée du dispositif de transport et/ou de stockage, dans le but d'assainir et/ou de sécuriser cette même enceinte.

[0017] Selon un mode de réalisation préféré, ledit dispositif permettant la libération commandée d'oxygène comprend :

- des moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée ;
- des moyens commandables de libération d'oxygène conçus pour libérer de l'oxygène au sein de ladite enceinte fermée ; et
- des moyens de commande desdits moyens de libération d'oxygène.

[0018] Ici, le contrôle de la libération d'oxygène peut avantageusement résulter d'un suivi des renseignements sur la teneur en oxygène dans l'enceinte fermée, et ceci que la libération d'oxygène s'effectue de façon manuelle ou automatisée. De plus, comme cela sera exposé ci-après, les renseignements sur la teneur en oxygène peuvent concerner la teneur en oxygène elle-même, ou bien alternativement la teneur d'un autre gaz présent dans l'enceinte, corrélée à la teneur en oxygène.

[0019] De préférence, lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont reliés aux moyens de commande de manière à leur fournir une valeur de la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, lesdits moyens de commande étant conçus pour ordonner, aux moyens de libération, une libération d'oxygène, de préférence en quantité déterminée, lorsque ladite valeur s'abaisse en dessous d'un seuil prédéterminé

de teneur en oxygène.

[0020] Avec cette configuration préférée, les moyens de commande ordonnent donc de manière automatique la libération d'oxygène lorsque la teneur de celui-ci s'abaisse en dessous du seuil prédéterminé, par exemple fixé entre 2 et 10% du volume de l'enceinte fermée, et encore plus préférentiellement entre 3 et 6% de ce volume. A titre d'exemple indicatif, une fois la libération d'oxygène ordonnée, celle-ci pourrait être maintenue tant que la valeur de la teneur en oxygène fournie par les moyens de détection reste en dessous du seuil précité. Dans un tel cas, la libération d'oxygène est alors stoppée dès que le seuil est atteint, puis une nouvelle libération d'oxygène est ordonnée seulement lorsque la valeur détectée repasse en dessous du seuil prédéterminé.

[0021] Alternativement, on peut faire en sorte qu'une fois la libération d'oxygène ordonnée, une quantité déterminée d'oxygène est introduite dans l'enceinte, cette quantité déterminée étant par exemple fixée de telle sorte que suite à sa libération dans ladite enceinte fermée, la teneur en oxygène soit élevée à une valeur comprise entre 5 et 60%, et encore plus préférentiellement entre 20 et 30%.

[0022] Toujours de manière préférentielle, lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont des moyens de détection permettant de détecter la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, de préférence du type capteur de teneur en oxygène. Néanmoins, des solutions alternatives sont envisageables, dans lesquelles les moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène ne sont pas conçus pour détecter directement la teneur en oxygène, celle-ci étant en effet obtenue indirectement à partir d'une ou plusieurs autres valeurs qui lui sont corrélées, telle qu'une valeur de la teneur d'un autre gaz présent dans l'enceinte. Parmi ces gaz dont la teneur peut être directement détectée à l'aide de moyens appropriés afin de renseigner sur la teneur en oxygène, on compte en particulier l'hydrogène et le monoxyde de carbone, ou bien encore les hydrocarbures, I₂, Cl₂ ou CO₂. Des estimations et/ou calculs connus de l'homme du métier permettent alors, à partir d'une ou de plusieurs de ces valeurs de teneurs détectées, de renseigner sur la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, pour la comparer ensuite au seuil prédéterminé de teneur en oxygène.

[0023] Par ailleurs, dans le cas préféré de la mise en oeuvre de moyens de détection permettant de détecter la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, ceux-ci comprennent préférentiellement un ou plusieurs capteurs de teneur en oxygène, disposés au sein de ladite enceinte fermée. Dans le cas d'une pluralité de capteurs, la solution se révèle efficace pour déduire la teneur moyenne en oxygène au sein de l'enceinte, lorsqu'une mauvaise homogénéité subsiste au sein de celle-ci.

[0024] De préférence, ledit dispositif de libération commandée d'oxygène est conçu de manière à permettre plusieurs libérations d'oxygène espacées dans le temps,

chaque libération d'oxygène étant ordonnée par lesdits moyens de commande lorsque ladite valeur s'abaisse en dessous dudit seuil prédéterminé de teneur en oxygène. L'avantage de ce type de configuration réside dans le fait de pouvoir remplir successivement plusieurs fois l'enceinte fermée en oxygène, donc de pouvoir en permanence assurer la recombinaison catalytique de l'hydrogène créé dans l'enceinte, sans pour autant générer une surpression d'oxygène au sein de cette dernière. D'ailleurs, ce principe peut indifféremment être réalisé avec une source d'oxygène unique que l'on peut activer plusieurs fois successivement, par exemple par ouverture/fermeture, ou avec une pluralité de sources d'oxygène, par exemple chacune dédiée à une libération donnée. D'autres cas sont néanmoins envisageables, comme le fait d'activer plusieurs sources lors d'une même libération d'oxygène.

[0025] A cet égard, quelle que soit la technologie employée pour lesdits moyens de libération d'oxygène, ceux-ci comprennent de préférence une pluralité de sources d'oxygène gazeux placées dans ladite enceinte fermée, lesdits moyens de commande comprenant un séquenceur relié auxdites sources de manière à pouvoir ordonner leur déclenchement de façon séquencée.

[0026] Dans cette hypothèse de libérations successives, lesdits moyens de commande sont préférentiellement conçus de manière à imposer un intervalle de temps minimum entre deux libérations d'oxygène directement consécutives. Cela permet d'éviter d'entraîner une ou plusieurs libérations d'oxygène non-désirées, juste après une libération donnée. Ce risque existe effectivement dans le cas où la libération d'oxygène ordonnée en quantité déterminée s'effectue lentement, et que le capteur de la teneur en oxygène continue à fournir une valeur inférieure au seuil, dans les instants qui suivent cette libération. Une autre cause peut résider dans la lenteur de l'homogénéisation de la teneur en oxygène au sein de l'enceinte fermée, suite à une libération d'oxygène.

[0027] A titre indicatif, pour ce faire, lesdits moyens de commande pourraient comprendre un temporisateur activé après chaque libération d'oxygène, de préférence de manière automatique. Le temporisateur peut appliquer une temporisation de plusieurs heures, par exemple 24 heures.

[0028] Comme évoqué ci-dessus, l'ensemble des caractéristiques qui viennent d'être évoquées peuvent être mises en oeuvre non pas en suivant la valeur de la teneur en oxygène directement détectée ou indirectement déterminée, mais en suivant la teneur en hydrogène qui renseigne indirectement sur la teneur en oxygène au sein de l'enceinte fermée.

[0029] A cet égard, il peut donc être prévu que lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont reliés aux moyens de commande de manière à leur fournir une valeur de la teneur en hydrogène au sein de ladite enceinte fermée, lesdits moyens de commande étant conçus pour ordonner, aux moyens de libération, une libération d'oxygène, de préférence en

quantité déterminée, lorsque ladite valeur dépasse un plafond prédéterminé de teneur en hydrogène.

[0030] Avec cette configuration préférée, les moyens de commande ordonnent donc de manière automatique la libération d'oxygène lorsque la teneur en hydrogène dépasse le plafond prédéterminé. A titre d'exemple indicatif, une fois la libération d'oxygène ordonnée, celle-ci pourrait être maintenue tant que la valeur de la teneur en hydrogène fournie par les moyens de détection reste au-dessus du plafond précité. Dans un tel cas, la libération d'oxygène est alors stoppée dès que le plafond est atteint, puis une nouvelle libération d'oxygène est ordonnée seulement lorsque la valeur détectée repasse au-dessus du plafond prédéterminé.

[0031] Alternativement, on peut faire en sorte qu'une fois la libération d'oxygène ordonnée, une quantité déterminée d'oxygène est introduite dans l'enceinte, cette quantité déterminée étant par exemple fixée de telle sorte que suite à sa libération dans ladite enceinte fermée, la teneur en hydrogène soit réduite à une valeur déterminée inférieure au plafond.

[0032] Toujours de manière préférentielle, lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont des moyens de détection permettant de détecter la teneur en hydrogène au sein de ladite enceinte fermée, de préférence du type capteur de teneur en hydrogène. Néanmoins, des solutions alternatives sont envisageables, dans lesquelles les moyens permettant de renseigner sur la teneur en hydrogène ne sont pas conçus pour détecter directement la teneur en hydrogène, celle-ci étant en effet obtenue indirectement à partir d'une ou plusieurs autres valeurs qui lui sont corrélées, telle qu'une valeur de la teneur d'un autre gaz présent dans l'enceinte. Des estimations et/ou calcul connus de l'homme du métier permettent alors, à partir d'une ou de plusieurs de ces valeurs de teneurs détectées, de renseigner sur la teneur en hydrogène au sein de ladite enceinte fermée, pour la comparer ensuite au plafond prédéterminé de teneur en hydrogène.

[0033] Par ailleurs, dans le cas préféré de la mise en oeuvre de moyens de détection permettant de détecter la teneur en hydrogène au sein de ladite enceinte fermée, ceux-ci comprennent préférentiellement un ou plusieurs capteurs de teneur en hydrogène, disposés au sein de ladite enceinte fermée.

[0034] Enfin, il est indiqué que les moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène peuvent effectivement fournir une valeur de la teneur en hydrogène comme cela vient d'être décrit, mais alternativement fournir une valeur de la teneur de l'un ou plusieurs des gaz contenus dans l'enceinte, parmi l'hydrogène et le monoxyde de carbone, ou bien encore les hydrocarbures, I₂, Cl₂ ou CO₂.

[0035] Préférentiellement, lesdits moyens de commande sont agencés en dehors de ladite enceinte fermée, et alimentés électriquement par une alimentation également agencée en dehors de ladite enceinte fermée, même si ces éléments pourraient être placés dans l'en-

ceinte, sans sortir du cadre de l'invention.

[0036] De préférence, lesdits moyens de libération d'oxygène comprennent au moins une source solide d'oxygène gazeux placée au sein de ladite enceinte fermée, chaque source solide comprenant un composé oxydant capable de libérer de l'oxygène gazeux par décomposition thermique. Cette solution technique, dans laquelle le composé oxydant est de préférence du chlorate ou perchlorate de sodium, est parfaitement adaptée, puisqu'elle reste peu encombrante et facilite donc l'implantation dans l'enceinte, mais également en raison du fait qu'elle permet de connaître exactement le volume d'oxygène gazeux libéré pour une masse solide donnée.

[0037] A ce titre, chaque source solide comporte de préférence un système de déclenchement électrique de la décomposition thermique du composé oxydant, ledit système de déclenchement étant relié électriquement auxdits moyens de commande capables de l'activer.

[0038] Selon un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, le dispositif permettant la libération commandée d'oxygène comprend :

- des moyens commandables de libération d'oxygène conçus pour libérer de l'oxygène au sein de ladite enceinte fermée ; et
- des moyens de commande desdits moyens de libération d'oxygène, conçus pour ordonner aux moyens de libération, éventuellement sous condition, plusieurs libérations successives d'oxygène, respectivement à une pluralité d'instantanés prédéterminés.

[0039] Ainsi, contrairement au mode de réalisation précédent, celui-ci se base sur le principe de libérations successives d'oxygène à intervalles de temps prédéterminés, et non plus sur le suivi de la teneur en oxygène au sein de l'enceinte, même si la teneur en oxygène peut justement faire l'objet d'une condition subordonnant l'ordre de libération, comme cela sera décrit ultérieurement. Bien entendu, toute(s) autres conditions jugées utiles par l'homme du métier peuvent être retenues, sans sortir du cadre de l'invention.

[0040] Néanmoins, il peut être fait en sorte que les moyens de commande desdits moyens de libération d'oxygène sont conçus pour ordonner aux moyens de libération, sans condition, une libération d'oxygène à chacun de ladite pluralité d'instantanés prédéterminés.

[0041] En revanche, il peut alternativement être fait en sorte que ledit dispositif permettant la libération commandée d'oxygène comprend de plus des moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, et que lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont reliés aux moyens de commande de manière à leur fournir une valeur de la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, lesdits moyens de commande étant conçus pour ordonner à chacun de ladite pluralité d'instantanés prédéterminés, aux moyens de libération, une libération d'oxygène, à condition que ladite valeur fournie soit inférieure à

une valeur prédéterminée de teneur en oxygène. Cela permet d'avoir l'assurance qu'après la libération d'oxygène, sa teneur dans l'enceinte restera acceptable. Cette condition vérifiée avant chaque libération d'oxygène constitue donc une démarche sécuritaire visant à réduire les risques de suroxygénation au sein du dispositif de transport et/ou stockage.

[0042] De préférence, lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont des moyens de détection permettant de détecter la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée. Néanmoins, les alternatives envisagées pour le mode précédent sont ici également applicables. De même, les autres éléments constitutifs du dispositif de libération commandé d'oxygène, décrits ci-dessus en rapport avec le mode précédent, sont aussi applicables à ce mode de réalisation préféré.

[0043] Préférentiellement, chaque libération d'oxygène ordonnée entraîne une libération en quantité déterminée d'oxygène.

[0044] L'invention a par ailleurs pour objet un procédé de sécurisation d'un dispositif de transport et/ou de stockage de matières radioactives, comprenant une enceinte fermée ainsi qu'un système pour sécuriser ladite enceinte fermée, ledit système comprenant des moyens catalytiques de recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène en eau, placés dans ladite enceinte fermée. Selon l'invention, il est réalisé une libération commandée d'oxygène dans ladite enceinte fermée, de préférence automatisée.

[0045] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0046] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1 représente une vue schématique en coupe longitudinale d'un dispositif de transport et/ou de stockage de matières radioactives, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention ;
- la figure 2 représente une vue des moyens de libération d'oxygène équipant le dispositif de transport et/ou de stockage montré sur la figure 1 ;
- la figure 3 représente un diagramme illustrant le fonctionnement du dispositif de libération commandée d'oxygène, comportant les moyens de libération d'oxygène montrés sur la figure 2 ;
- la figure 4 représente une vue similaire à celle de la figure 1, avec le dispositif de libération commandée d'oxygène se présentant sous la forme d'un autre mode de réalisation préféré ; et
- la figure 5 représente un diagramme illustrant le fonctionnement du dispositif de libération commandée d'oxygène montré sur la figure 4.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0047] Tout d'abord en référence à la figure 1, on voit un dispositif 1 pour le transport et/ou stockage de matières radioactives, également dénommé emballage, qui se présente sous la forme d'un mode de réalisation préféré de la présente invention.

[0048] Le dispositif 1 comprend globalement un corps latéral 2, un fond 4 éventuellement réalisé d'un seul tenant avec le corps 2, et un couvercle 6 rapporté fixement sur ce dernier. Ces éléments forment conjointement une enceinte fermée 8, dans laquelle sont logés les matières radioactives 10, tels que des étuis de déchets.

[0049] Le dispositif 1 comprend un système pour sécuriser l'enceinte fermée 8, ce système comprenant tout d'abord des moyens actifs, parmi lesquels plusieurs catalyseurs 12 de recombinaison de l'oxygène et de l'hydrogène en eau, ainsi qu'un agent dessiccant (non représenté). Comme cela a été schématisé sur la figure 1, les catalyseurs 12 sont de préférence répartis dans l'enceinte 8, afin notamment d'éviter des concentrations locales en hydrogène.

[0050] En outre, le système pour sécuriser l'enceinte fermée comporte un dispositif 16 permettant la libération commandée d'oxygène dans l'enceinte 8, dont le but est d'assurer la recombinaison catalytique de l'hydrogène durant toute la période de transport et/ou de stockage des matières radioactives. Par conséquent, la libération commandée d'oxygène permise grâce au dispositif 16 permet notamment de faire face aux cas où la totalité de l'oxygène présent initialement dans l'enceinte a été consommée.

[0051] Le dispositif 16 comprend tout d'abord des moyens de détection 20 permettant de détecter la teneur en oxygène au sein de l'enceinte, ces moyens prenant de préférence la forme d'un ou plusieurs capteurs d'oxygène 20 agencés dans l'enceinte 8, ces capteurs pouvant prendre toute forme connue de l'homme du métier.

[0052] Il comprend également des moyens commandables de libération d'oxygène 22, prévus pour libérer de l'oxygène au sein de l'enceinte 8. Dans le mode de réalisation préféré décrit, ces moyens 22 logés dans l'enceinte comprennent une pluralité de sources solides 24 d'oxygène gazeux, chaque source solide 24 comprenant un composé oxydant du type chlorate ou perchlorate de sodium, capable de libérer de l'oxygène gazeux par décomposition thermique.

[0053] Enfin, le dispositif 16 comprend des moyens de commande 26 des sources 24. Ces moyens de commande, se présentant de préférence sous la forme d'une unité de commande électronique, comprennent tout d'abord des moyens 28 permettant d'acquérir une valeur de teneur en oxygène fournie de façon continue par le capteur 20 auquel ces moyens 28 sont reliés. Ils permettent également de comparer cette valeur à un seuil prédéterminé de teneur en oxygène dans l'enceinte, fixé par exemple entre 3 et 6%, et de préférence aux alentours de 5%.

[0054] Ces moyens de commande disposent également de moyens 30 pour ordonner une libération d'oxygène contenu dans les sources 24. Les moyens 30 sont par conséquent capables de générer un signal, par exemple un courant électrique, conduisant à la décomposition thermique de l'une des sources solides 24, ce signal transitant par un séquenceur 32 relié aux sources 24 et permettant d'acheminer ce signal auprès de l'une de ces sources non encore consommée. En effet, le dispositif 16 est conçu de manière à permettre plusieurs libérations d'oxygène espacées dans le temps, chaque libération d'oxygène s'effectuant de préférence en activant seulement l'une des sources 24.

[0055] A cet égard, les moyens de commande 26 comprennent un temporisateur 34 imposant un intervalle de temps minimum entre deux libérations d'oxygène directement consécutives, donc entre l'actionnement de deux sources 24, cet intervalle étant par exemple fixé à environ 24 heures.

[0056] Il est noté que les moyens de commande 26 sont de préférence situés en dehors de l'enceinte 8, tout comme son alimentation électrique 36, qui peut éventuellement lui être intégrée.

[0057] Par conséquent, comme cela est schématisé sur la figure 2, les liaisons électriques 35 entre le séquenceur 32 et les sources solides 24 traversent de façon étanche le corps latéral 2, une telle liaison étant également prévue entre le capteur 20 et les moyens 28 d'acquisition et de comparaison de la valeur de la teneur en oxygène.

[0058] Comme mentionné ci-dessus, chaque source solide 24 comprend un composé oxydant 40 capable de libérer de l'oxygène gazeux par décomposition thermique. De préférence, ce composé oxydant est constitué d'un bloc de chlorate ou de perchlorate de sodium. Pour ce faire, chaque source solide peut consister en une cartouche/chandelle à oxygène comportant un système de déclenchement électrique de la décomposition thermique, ce système pouvant par exemple prendre la forme d'une pastille d'ignition 42. La pastille d'ignition 42 recevant le signal électrique provenant des moyens 30 et du séquenceur 32, par l'intermédiaire de la liaison électrique 35 du type filaire raccordée à cette pastille, provoque une combustion d'un relais électrique 44 de la chandelle, qui permet d'entretenir la décomposition thermique du bloc de chlorate ou de perchlorate de sodium 40, jusqu'à ce que celui-ci soit entièrement consommé. La libération d'oxygène gazeux qui découle de cette décomposition passe par un filtre 46 de la chandelle, dont le but est de piéger les espèces nuisibles résultant de cette décomposition, telles que les suies, etc.

[0059] La masse du bloc de chlorate ou perchlorate de sodium 40 permet de connaître avec précision la quantité d'oxygène gazeux qui en est libérée lors de sa décomposition thermique. Ainsi, il est facilement possible de maîtriser la quantité d'oxygène introduite dans l'enceinte suite à l'ordre de libération d'oxygène délivré par les moyens de commande 26, cette quantité d'oxy-

gène étant de préférence fixée de sorte que suite à sa libération dans ladite enceinte fermée, la teneur en oxygène soit élevée à une valeur comprise entre 20 et 30%, et de préférence de l'ordre de 25%.

[0060] Le fonctionnement du dispositif 16 va à présent être décrit, notamment en référence à la figure 3.

[0061] Durant la période de stockage et/ou de transport des matières radioactives dans l'enceinte, le capteur 20 délivre de façon régulière et continue une valeur de teneur en oxygène, aux moyens 28 qui la comparent au seuil prédéterminé. Tant que la valeur est supérieure au seuil, aucune action n'est entreprise. En revanche, si la valeur passe en dessous du seuil, impliquant que la quantité d'oxygène restante est insuffisante pour assurer une recombinaison catalytique satisfaisante de l'hydrogène dans l'enceinte, un ordre de libération d'oxygène est automatiquement délivré par les moyens 30. En passant par le séquenceur 32, cet ordre sous forme de signal électrique est aiguillé vers l'une des sources solides 24 qui n'a pas encore été consommée, et active la pastille d'ignition 42 de cette même source. Ensuite, l'oxygène gazeux est libéré de cette source de la manière exposée ci-dessus, dans une quantité qui est connue, et qui peut atteindre plusieurs litres. La libération peut prendre plusieurs minutes, voire plus encore.

[0062] Comme schématisé sur la figure 3, l'ordre de libération d'oxygène est immédiatement suivi d'une temporisation appliquée par le temporisateur 34, qui interdit la délivrance d'un nouvel ordre de libération d'oxygène jusqu'à ce qu'un intervalle de temps donné se soit écoulé, tel que 24 heures. Par conséquent, pendant cet intervalle de temps, même si la valeur de la teneur en oxygène détectée par le capteur 20 est inférieure au seuil, aucun nouvel ordre de déclenchement de source 24 ne peut être délivré.

[0063] Une fois la temporisation terminée, la valeur de la teneur en oxygène fournie par le capteur 20 est normalement proche du plafond souhaité, donc largement supérieure au seuil. La comparaison effectuée par les moyens 28 est alors reprise, en attente de détecter le nouveau passage de la valeur en dessous du seuil prédéterminé, qui peut intervenir plusieurs jours, mois ou années postérieurement au précédent.

[0064] En référence à présent à la figure 4, il est représenté un dispositif 1 pour le transport et/ou stockage de matières radioactives, selon un autre mode de réalisation préféré de la présente invention. Ici, seuls les moyens de commande 26 du dispositif 16 diffèrent de ceux qui viennent d'être présentés. A cet égard, sur les figures, les éléments portant les mêmes références numériques correspondent à des éléments identiques ou similaires.

[0065] Les moyens de commande 26 des sources 24 se présentent toujours sous la forme d'une unité de commande électronique. Ils comprennent un minuteur 50 ou analogue, dans lequel sont programmés une pluralité d'instantanés prédéterminés T1, T2, ..., Tn, ces instantanés étant espacés les uns des autres par des intervalles de temps

prédéterminés, de préférence réguliers. A titre d'exemple indicatif, l'intervalle de temps retenu est fixé à plusieurs dizaines de jours.

[0066] Les moyens de commande 26 comprennent également les moyens 28 permettant d'acquérir une valeur de teneur en oxygène fournie par le capteur 20 auquel ces moyens 28 sont reliés. Ils permettent également de comparer cette valeur fournie à une valeur prédéterminée de teneur en oxygène dans l'enceinte, fixé par exemple entre 30 et 70%, et de préférence aux alentours de 60%.

[0067] Ces moyens de commande 26 disposent aussi des moyens 30 pour ordonner une libération d'oxygène contenu dans les sources 24, ainsi que du séquenceur 32 relié aux sources 24 et permettant d'acheminer le signal auprès de l'une de ces sources non encore consommée. En effet, le dispositif 16 est conçu de manière à permettre plusieurs libérations d'oxygène espacées dans le temps, chaque libération d'oxygène s'effectuant de préférence en activant seulement l'une des sources 24.

[0068] Le fonctionnement du dispositif 16 va à présent être décrit, notamment en référence à la figure 5.

[0069] Durant la période de stockage et/ou de transport des matières radioactives dans l'enceinte, le minuteur 50 détecte les instantanés prédéterminés T1, T2, ..., Tn auxquels une libération d'oxygène pourrait être ordonnée. Lorsque l'un de ces instantanés survient, avant d'effectuer la libération d'oxygène, la condition de teneur limitée en oxygène est vérifiée par les moyens 28. En effet, le capteur 20 délivre une valeur de teneur en oxygène aux moyens 28, qui la comparent à la valeur prédéterminée. Dans le cas le plus rare où la valeur fournie est supérieure à la valeur prédéterminée, traduisant une très faible consommation inhabituelle d'oxygène depuis la libération précédente, aucune action n'est entreprise, et aucune libération d'oxygène ne peut avoir lieu avant l'instant prédéterminé suivant. Ce cas révélant des conditions anormales, une alarme peut être déclenchée lorsqu'il se produit. En revanche, si la valeur fournie est inférieure à la valeur prédéterminée, un ordre de libération d'oxygène est automatiquement délivré par les moyens 30. En passant par le séquenceur 32, cet ordre sous forme de signal électrique est aiguillé vers l'une des sources solides 24 qui n'a pas encore été consommée, et active la pastille d'ignition 42 de cette même source. Ensuite, l'oxygène gazeux est libéré de cette source de la manière exposée ci-dessus, dans une quantité qui est connue, et qui peut atteindre plusieurs litres. La libération peut prendre plusieurs minutes, voire plus encore. Du fait de la vérification de la condition de teneur limitée en oxygène juste avant l'ordre de libération, il y a une certitude que la nouvelle teneur en oxygène, après la libération en quantité déterminée de celui-ci, n'atteint pas un plafond critique synonyme de suroxygénation.

[0070] Une fois la libération d'oxygène terminée, les moyens 26 se mettent en attente d'un nouvel instantanés prédéterminé T1, T2, ..., Tn.

[0071] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à titre d'exemple non limitatif. A cet égard, il est noté que l'invention s'applique non seulement aux étuis de déchets comme cela vient d'être présenté, mais également à tout autre type de matières radioactives.

Revendications

1. Dispositif (1) de transport et/ou de stockage de matières radioactives (10), comprenant une enceinte fermée (8) ainsi qu'un système (12, 16) pour sécuriser ladite enceinte fermée, ledit système comprenant des moyens catalytiques (12) de recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène en eau, placés dans ladite enceinte fermée, **caractérisé en ce que** le système pour sécuriser ladite enceinte fermée comporte de plus un dispositif (16) permettant une libération commandée d'oxygène dans ladite enceinte fermée (8).
2. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit dispositif (16) permettant la libération commandée d'oxygène comprend :
 - des moyens (20) permettant de renseigner sur la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée ;
 - des moyens (22) commandables de libération d'oxygène conçus pour libérer de l'oxygène au sein de ladite enceinte fermée ; et
 - des moyens (26) de commande desdits moyens de libération d'oxygène.
3. Dispositif (1) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont reliés aux moyens de commande (26) de manière à leur fournir une valeur de la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, lesdits moyens de commande (26) étant conçus pour ordonner, aux moyens de libération (22), une libération d'oxygène, de préférence en quantité déterminée, lorsque ladite valeur s'abaisse en dessous d'un seuil prédéterminé de teneur en oxygène.
4. Dispositif (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont des moyens de détection (20) permettant de détecter la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée.
5. Dispositif (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de détection (20) comprennent un ou plusieurs capteurs de teneur en oxygène disposés au sein de ladite enceinte fermée.
6. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** ledit dispositif (16) de libération commandée d'oxygène est conçu de manière à permettre plusieurs libérations d'oxygène espacées dans le temps, chaque libération d'oxygène étant ordonnée par lesdits moyens de commande (26) lorsque ladite valeur s'abaisse en dessous dudit seuil prédéterminé de teneur en oxygène.
7. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de commande (26) sont conçus de manière à imposer un intervalle de temps minimum entre deux libérations d'oxygène directement consécutives.
8. Dispositif (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de commande comprennent un temporisateur (34) activé après chaque libération d'oxygène.
9. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit dispositif (16) permettant la libération commandée d'oxygène comprend :
 - des moyens (22) commandables de libération d'oxygène conçus pour libérer de l'oxygène au sein de ladite enceinte fermée ; et
 - des moyens (26) de commande desdits moyens de libération d'oxygène, conçus pour ordonner aux moyens de libération (22), éventuellement sous condition, plusieurs libérations successives d'oxygène, respectivement à une pluralité d'instantants prédéterminés (T1, T2,..., Tn).
10. Dispositif (1) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les moyens (26) de commande desdits moyens de libération d'oxygène sont conçus pour ordonner aux moyens de libération (22), sans condition, une libération d'oxygène à chacun de ladite pluralité d'instantants prédéterminés (T1, T2,..., Tn).
11. Dispositif (1) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** ledit dispositif (16) permettant la libération commandée d'oxygène comprend de plus des moyens (20) permettant de renseigner sur la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, et **en ce que** lesdits moyens (20) permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont reliés aux moyens de commande (26) de manière à leur fournir une valeur de la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée, lesdits moyens de commande (26) étant conçus pour ordonner à chacun de ladite pluralité d'instantants prédéterminés (T1, T2,..., Tn), aux moyens de libération (22), une libération d'oxygène, à condition que ladite valeur fournie soit inférieure à une valeur prédéterminée de teneur en oxygène.

12. Dispositif (1) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** lesdits moyens permettant de renseigner sur la teneur en oxygène sont des moyens de détection (20) permettant de détecter la teneur en oxygène au sein de ladite enceinte fermée.
13. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** chaque libération d'oxygène ordonnée entraîne une libération en quantité déterminée d'oxygène.
14. Procédé de sécurisation d'un dispositif (1) de transport et/ou de stockage de matières radioactives (10), comprenant une enceinte fermée (8) ainsi qu'un système (12, 16) pour sécuriser ladite enceinte fermée, ledit système comprenant des moyens catalytiques de recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène en eau, placés dans ladite enceinte fermée (8), **caractérisé en ce qu'il** est réalisé une libération commandée d'oxygène dans ladite enceinte fermée (8).

Claims

1. Device (1) for transporting and/or storing radioactive materials (10), comprising a closed enclosure (8) and a system (12, 16) for securing said closed enclosure, said system comprising catalytic means (12) for recombining hydrogen and oxygen into water, placed in said closed enclosure, **characterised in that** the system for securing said closed enclosure further comprises a device (16) for the controlled release of oxygen in said closed enclosure (8).
2. Device (1) according to claim 1, **characterised in that** said device (16) for the controlled release of oxygen comprise:
- means (20) for obtaining data on the oxygen concentration inside said closed enclosure;
 - controllable oxygen release means (22) for releasing oxygen inside said closed enclosure; and
 - means (26) for controlling said oxygen release means.
3. Device (1) according to claim 2, **characterised in that** said means for obtaining data on the oxygen concentration are connected to the control means (26) so as to supply same with a value of the oxygen concentration inside said closed enclosure, said control means (26) being devised to order the release means (22) to release oxygen, preferably in a predetermined quantity, when said value falls below a predetermined oxygen concentration threshold.

4. Device (1) according to claim 3, **characterised in that** said means for obtaining data on the oxygen concentration are detection means (20) for detecting the oxygen concentration inside said closed enclosure.
5. Device (1) according to claim 4, **characterised in that** said detection means (20) comprise one or a plurality of oxygen concentration sensors, arranged inside said closed enclosure.
6. Device (1) according to any of claims 3 to 5, **characterised in that** said device (16) for the controlled release of oxygen is devised to enable a plurality of oxygen releases spaced over time, each oxygen release being ordered by said control means (26) when said value falls below said predetermined oxygen concentration threshold.
7. Device (1) according to any of claims 2 to 6, **characterised in that** said control means (26) are devised to set a minimum time interval between two directly consecutive oxygen releases.
8. Device (1) according to claim 7, **characterised in that** said control means comprise a time delay (34) activated after each oxygen release.
9. Device (1) according to claim 1, **characterised in that** said device (16) for the controlled release of oxygen comprise:
- controllable oxygen release means (22) for releasing oxygen inside said closed enclosure; and
 - means (26) for controlling said oxygen release means, for ordering the release means (22), optionally subject to conditions, to perform a plurality of successive oxygen releases, at a plurality of predetermined times (T1, T2,..., Tn), respectively.
10. Device (1) according to claim 9, **characterised in that** the means (26) for controlling said oxygen release means are devised to order the release means (22), without conditions, to release oxygen at each of said plurality of predetermined times (T1, T2,..., Tn).
11. Device (1) according to claim 9, **characterised in that** said device (16) for the controlled release of oxygen further comprises means (20) for obtaining data on the oxygen concentration inside said closed enclosure, and **in that** said means (20) for obtaining data on the oxygen concentration are connected to the control means (26) so as to provide same with a value of the oxygen concentration inside said closed enclosure, said control means (26) being devised to

order at each of said plurality of predetermined times (T1, T2,..., Tn) the release means (22) to release oxygen, provided that said value provided is less than the predetermined oxygen concentration value.

12. Device (1) according to claim 11, **characterised in that** said means for obtaining data on the oxygen concentration are detection means (20) for detecting the oxygen concentration inside said closed enclosure.
13. Device (1) according to any of claims 9 to 12, **characterised in that** each oxygen release ordered gives rise to release of a predetermined quantity of oxygen.
14. Method for securing a device (1) for transporting and/or storing radioactive materials (10), comprising a closed enclosure (8) and a system (12, 16) for securing said closed enclosure, said system comprising catalytic means for recombining hydrogen and oxygen into water, placed in said closed enclosure (8), **characterised in that** a controlled oxygen release is performed in said closed enclosure (8).

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Transportieren und/oder Aufbewahren von radioaktiven Materialien (10) mit einem geschlossenen Gehäuse (8) und einem System (12, 16) zur Sicherheitsgewährleistung des geschlossenen Gehäuses, wobei das System in dem geschlossenen Gehäuse angeordnete katalytische Mittel (12) zur Rekombination von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System zur Sicherheitsgewährleistung des geschlossenen Gehäuses außerdem eine Vorrichtung (16) aufweist, die eine gesteuerte Freisetzung von Sauerstoff in dem geschlossenen Gehäuse (8) erlaubt.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (16), die die gesteuerte Freisetzung von Sauerstoff erlaubt, aufweist:
- Mittel (20) zum Feststellen des Sauerstoffgehalts in dem geschlossenen Gehäuse,
 - steuerbare Sauerstofffreisetzungsmittel (22) zum Freisetzen von Sauerstoff in dem geschlossenen Gehäuse; und
 - Steuerungsmittel (26) zur Steuerung der Sauerstofffreisetzungsmittel.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Feststellen des Sauerstoffgehalts mit den Steuerungsmitteln (26) ver-

bunden sind, um ihnen einen Wert des Sauerstoffgehalts in dem geschlossenen Gehäuse zu liefern, wobei die Steuerungsmittel (26) vorgesehen sind, den Freisetzungsmitteln (22) eine Freisetzung von Sauerstoff, vorzugsweise in einer vorgegebenen Menge, anzuweisen, wenn der Wert eine vorgegebene Schwelle des Sauerstoffgehalts unterschreitet.

4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Feststellen des Sauerstoffgehalts Detektionsmittel (20) sind, die eine Detektion des Sauerstoffgehalts in dem geschlossenen Gehäuse erlauben.
5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionsmittel (20) einen oder mehrere in dem geschlossenen Gehäuse angeordnete Sauerstoffgehaltssensoren aufweisen.
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (16) zur gesteuerten Freisetzung von Sauerstoff konzipiert ist, mehrere Sauerstofffreisetzungen im zeitlichen Abstand zu erlauben, wobei jede Sauerstofffreisetzung von den Steuerungsmitteln (26) angewiesen wird, wenn der Wert die vorgegebene Schwelle des Sauerstoffgehalts unterschreitet.
7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsmittel (26) vorgesehen sind, zwischen zwei direkt aufeinanderfolgenden Sauerstofffreisetzungen ein minimales Zeitintervall vorzusehen.
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsmittel ein Verzögerungsglied (34) aufweisen, das nach jeder Sauerstofffreisetzung aktiviert wird.
9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (16), die die gesteuerte Sauerstofffreisetzung erlaubt, aufweist:
- steuerbare Sauerstofffreisetzungsmittel (22) zum Freisetzen von Sauerstoff in dem geschlossenen Gehäuse; und
 - Steuerungsmittel (26) zur Steuerung der Sauerstofffreisetzungsmittel, die konzipiert sind, den Freisetzungsmitteln (22), gegebenenfalls unter Bedingungen, mehrere aufeinanderfolgende Sauerstofffreisetzungen jeweils an mehreren vorgegebenen Zeitpunkten (T1,T2,...,Tn) anzuweisen.
10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsmittel (26) zur Steuerung der Sauerstofffreisetzungsmittel konzipiert sind, den Freisetzungsmitteln (22) ohne Bedingung

eine Sauerstofffreisetzung an jedem der vorgegebenen Zeitpunkte (T1,T2,...,Tn) anzuweisen.

11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (16), die die gesteuerte Sauerstofffreisetzung erlaubt, außerdem Mittel (20) zum Feststellen des Sauerstoffgehalts in dem geschlossenen Gehäuse aufweist und dass die Mittel (20) zum Feststellen des Sauerstoffgehalts mit den Steuerungsmitteln (26) verbunden sind, um ihnen einen Wert des Sauerstoffgehalts in dem geschlossenen Gehäuse zu liefern, wobei die Steuerungsmittel (26) konzipiert sind, an jedem der mehreren vorgegebenen Zeitpunkte (T1,T2,...,Tn) den Freisetzungsmitteln (22) eine Sauerstofffreisetzung unter der Bedingung, dass der gelieferte Wert einen vorgegebenen Wert des Sauerstoffgehalts unterschreitet, anzuweisen.
12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Feststellen des Sauerstoffgehalts Detektionsmittel (20) zum Detektieren des Sauerstoffgehalts in dem geschlossenen Gehäuse sind.
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede angewiesene Sauerstofffreisetzung eine Sauerstofffreisetzung in einer vorgegebenen Menge zur Folge hat.
14. Verfahren zur Sicherheitsgewährleistung einer Vorrichtung (1) zum Transportieren und/oder Aufbewahren von radioaktiven Materialien (10), die ein geschlossenes Gehäuse (8) sowie ein System (12, 16) zur Sicherheitsgewährleistung des geschlossenen Gehäuses aufweist, wobei das System in dem geschlossenen Gehäuse (8) angeordnete katalytische Mittel zur Rekombination von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine gesteuerte Freisetzung von Sauerstoff in dem geschlossenen Gehäuse durchgeführt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

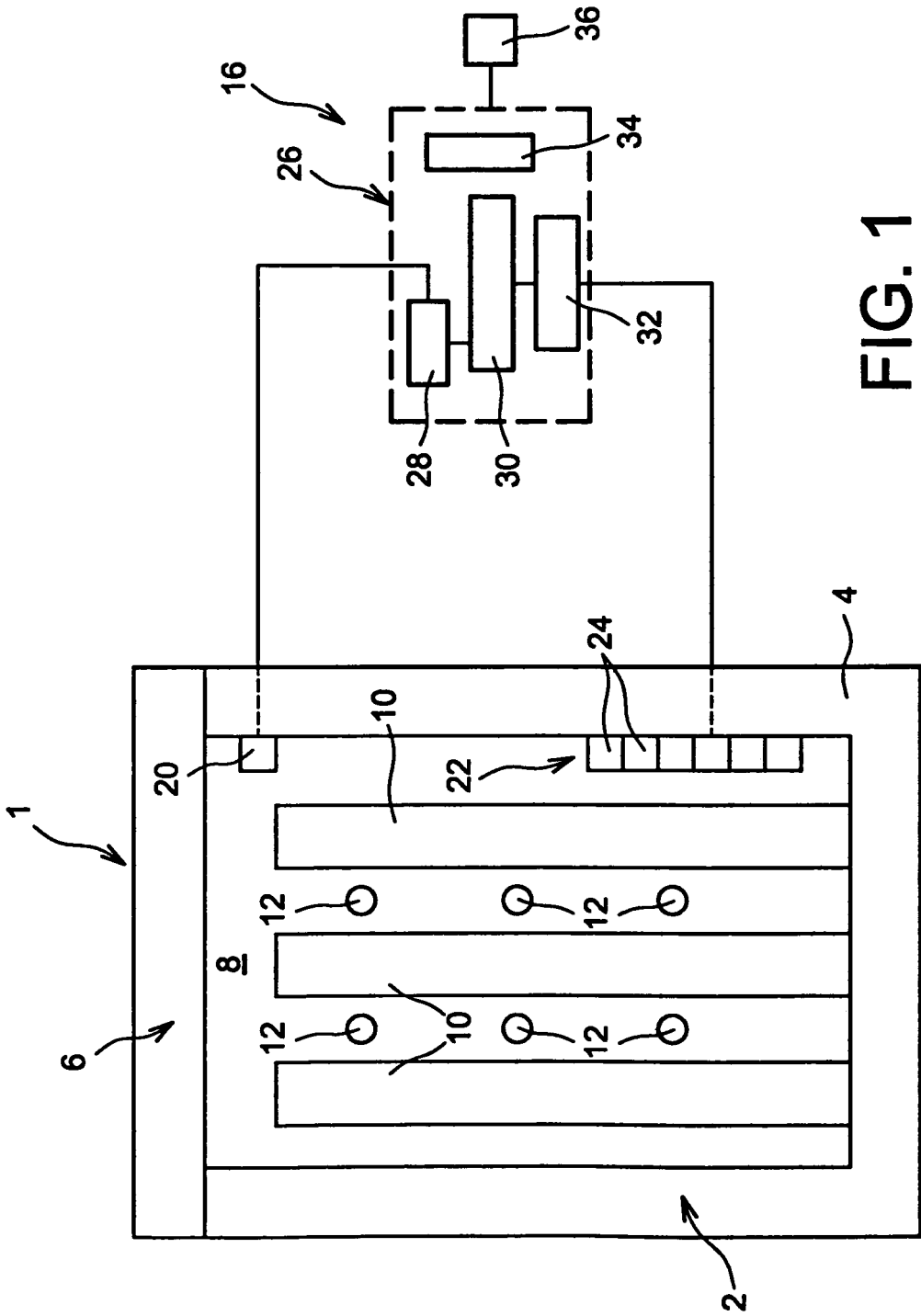


FIG. 1

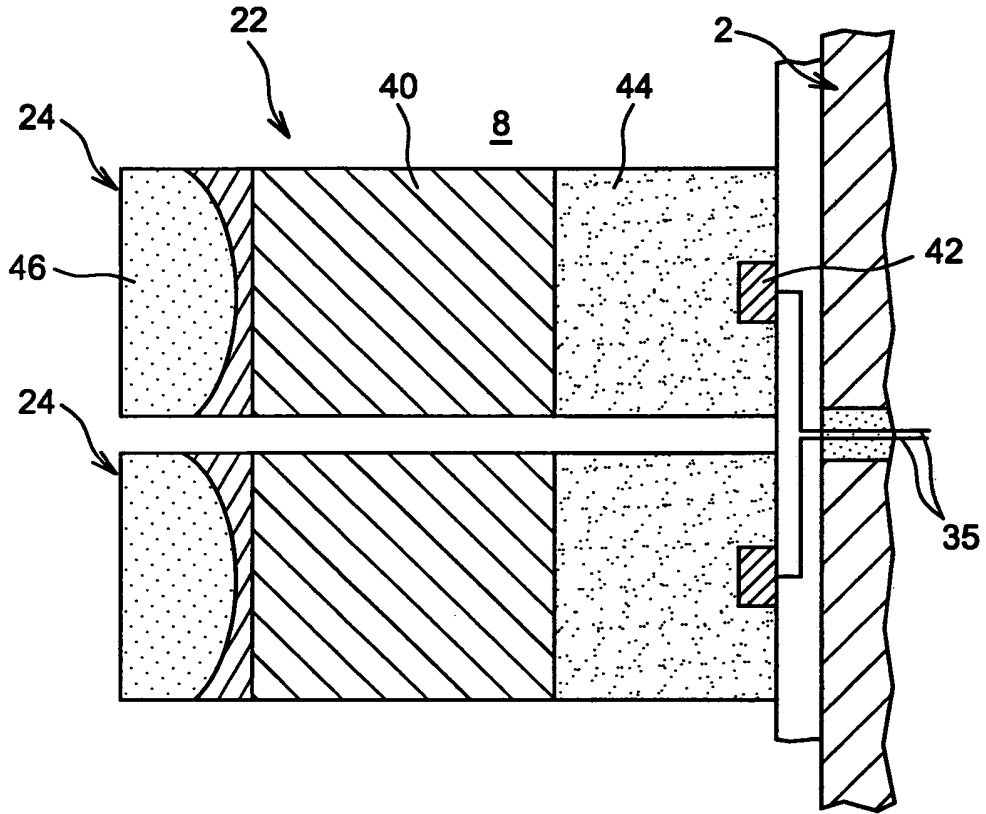


FIG. 2

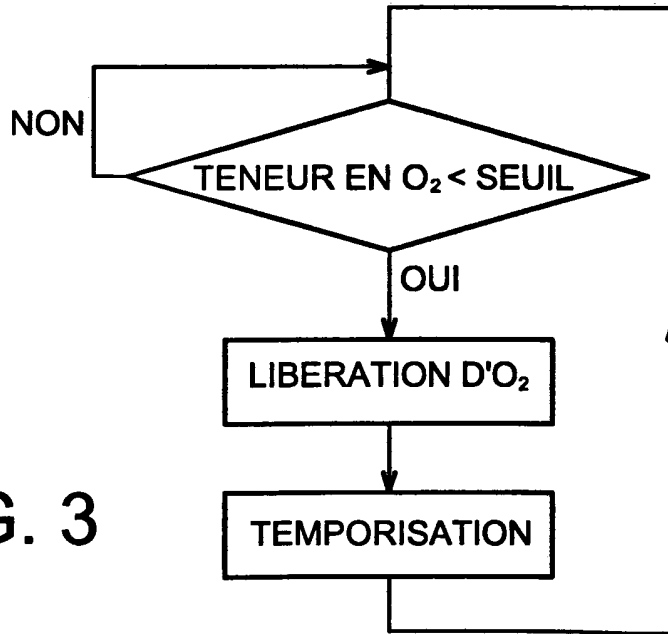


FIG. 3

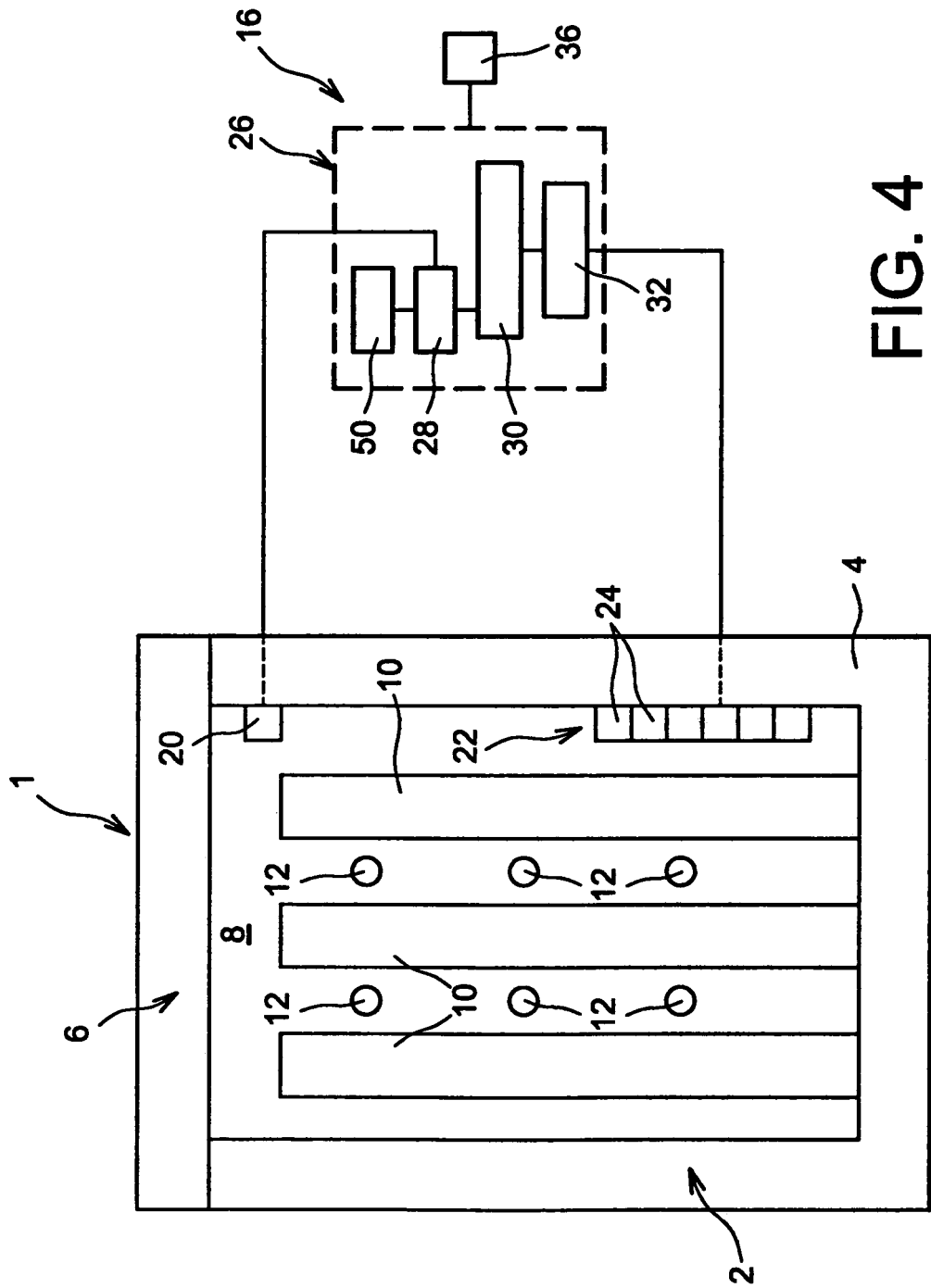


FIG. 4

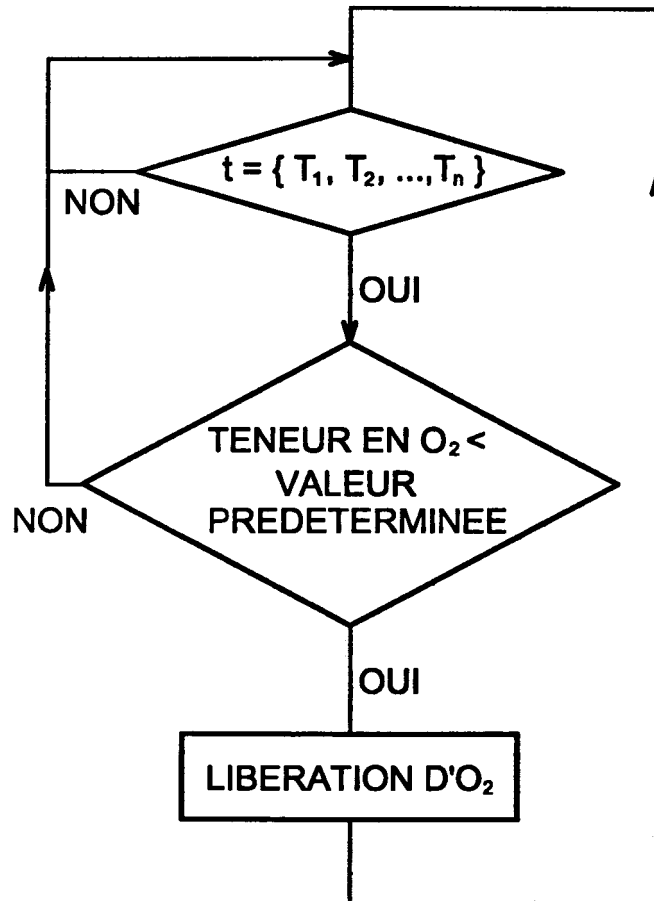


FIG. 5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2874120 A [0006]
- EP 0383153 A [0008]