(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 501 879 B1**

(12) # FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication de fascicule du brevet: **09.08.95** (51) Int. Cl.[6]: **E04G 21/12**, E04C 5/01

(21) Numéro de dépôt: **92400491.4**

(22) Date de dépôt: **26.02.92**

(54) **Béton et son procédé de mise en précontrainte, conteneur fabriqué avec ce béton.**

(30) Priorité: **27.02.91 FR 9102340**

(43) Date de publication de la demande:
**02.09.92 Bulletin 92/36**

(45) Mention de la délivrance du brevet:
**09.08.95 Bulletin 95/32**

(84) Etats contractants désignés:
**BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 032 421**
**EP-A- 0 146 844**
**DE-A- 3 322 598**
**FR-A- 1 297 243**
**FR-A- 1 434 373**

(73) Titulaire: **COGEMA (COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES)**
**2, rue Paul Dautier**
**B.P. 4**
**F-78141 Velizy-Villacoublay Cédex (FR)**

(72) Inventeur: **Gerard, Michel**
**Belessert**
**F-50110 Tourlaville (FR)**

(74) Mandataire: **Dubois-Chabert, Guy et al**
**Société de Protection des Inventions**
**25, rue de Ponthieu**
**F-75008 Paris (FR)**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 501 879 B1

## Description

### DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne de manière générale les bétons performants, c'est-à-dire devant subir des contraintes mécaniques importantes comme les bétons précontraints. Elle concerne en particulier les bétons à haute durabilité convenant particulièrement bien pour réaliser des fûts ou des enceintes devant contenir des déchets industriels dangereux, solides ou liquides, et en particulier des déchets radioactifs ou des déchets chimiques très toxiques. Elle s'applique aussi à tout ouvrage de génie civil.

### ART ANTERIEUR

Les bétons traditionnels sont généralement constitués d'un mélange de ciment, d'agrégats minéraux naturels ou artificiels tels que des graviers, de sable, d'adjuvants éventuels et d'un liant hydraulique comme l'eau.

Le procédé traditionnel de fabrication d'un produit en béton coulé est le suivant.

1°) Le mélange est effectué à l'aide d'un malaxeur pour obtenir un mélange intime des différents composants.

2°) Le béton ainsi obtenu est transféré dans le coffrage dont la forme correspond au produit à obtenir.

3°) Le béton est coulé dans le coffrage, avec éventuellement l'apport d'une vibration au cours du remplissage.

4°) Le produit moulé est démoulé par ablation du coffrage.

5°) Le béton est durci au cours d'une "cure" qui peut durer de un jour à un mois, suivant le type de béton utilisé et du produit fabriqué.

La qualité du produit fabriqué avec ce béton dépend beaucoup des conditions de cure du béton. En effet, des microfissures peuvent apparaître et altérer les propriétés mécaniques finales du produit. Ces microfissures entrainent alors le début d'un phénomène de "ruine" de la structure du produit. Ce phénomène de ruine peut se prolonger par l'apparition de macrofissures entraînées par des contraintes mécaniques atteignant les limites de résistance du béton.

On sait renforcer des bétons par l'introduction de fibres dans le mélange pour améliorer la résistance mécanique et diminuer fortement l'apparition des microfissures avant l'apparition de fissures visibles. Par contre, elle ne permet pas de retarder l'apparition des macrofissures dans la structure du produit lorsque des efforts en compression ou en traction sont appliqués à ce dernier.

Comme le décrit la demande de brevet français, publiée sous le numéro 2 640 410, un tel béton est utilisé pour fabriquer des conteneurs de stockage de déchets radioactifs. Ce conteneur comprend un fût ppurvu d'une ouverture pour l'introduction des déchets et un couvercle d'obturation étanche. Le conteneur est entièrement réalisé en béton renforcé par des fibres métalliques.

Or, on éprouve le besoin d'améliorer les performances de ce type de béton pour fabriquer des conteneurs dont les caractéristiques de solidité et de durabilité seraient plus performantes que les précédentes. On se propose donc de fournir un béton précontraint qui puisse avoir des caractéristiques mécaniques supérieures à des bétons précontraints actuellement fabriqués. Or, le principal procédé de mise en précontrainte d'un bloc de béton consiste actuellement à noyer dans le bloc une ou plusieurs gaines à l'intérieur desquelles se trouvent des câbles métalliques qui sont mis sous tension une fois que le durcissement du béton est obtenu, de manière à précontraindre en compression le bloc de béton.

Le but de l'invention est de fournir un béton qui puisse répondre aux exigences actuelles imposées pour la production de conteneurs de déchets radioactifs, tout en évitant d'utiliser le type de précontrainte du béton décrit dans le paragraphe précédent.

### RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, un premier objet de l'invention est un procédé de mise en précontrainte d'un béton fabriqué à partir d'un mélange déterminé, consistant à :

- introduire de façon aléatoire dans le mélange des fibres dont les formes ou les dimensions peuvent évoluer dans le temps sous l'action d'un transfert d'énergie ;
- couler le béton dans un coffrage ;
- démouler le béton coulé ;
- durcir le béton durant une période de cure ;

- procéder à un traitement thermique pour que les dimensions ou la forme des fibres évoluent, de manière à imposer des contraintes mécaniques de compression dans le béton.

On peut ainsi à chaque endroit du produit de béton obtenu imposer une contrainte de compression qui peut avoir les mêmes effets que les contraintes de compression imposées par les câbles métalliques en traction utilisés dans les blocs de béton précontraint traditionnellement.

Un deuxième objet principal de l'invention est donc un béton à fibres constitué :

- d'un agglomérat de sable, de gravier et de ciment réunis au moyen d'un liant hydraulique ;
- de fibres artificielles noyées dans l'agglomérat dans des positions diverses et aléatoires.

Selon l'invention, les fibres utilisées sont du type de celles dont les formes ou les dimensions peuvent évoluer dans le temps sous l'action d'un transfert d'énergie, pour créer une contrainte de compression dans le béton.

Deux sortes de fibres peuvent être utilisées :

- des fibres en alliage métallique à mémoire de forme ;
- des fibres thermorétractables.

La forme préférentielle de ces fibres est une lamelle très plate dont la longueur est comprise entre un et dix centimètres.

Le troisième objet principal de l'invention est un conteneur de stockage pour déchets radioactifs, comprenant un fût pourvu d'une ouverture d'introduction des déchets et d'un couvercle d'obturation étanche de cette ouverture. Selon l'invention, le conteneur est réalisé totalement avec un béton, tel qu'il vient d'être résumé dans les paragraphes précédents.

## DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

L'invention et ses caractéristiques techniques seront mieux comprises à ta lecture de la description suivante, illustrée par l'unique figure représentant un conteneur selon l'invention.

Pour élaborer le béton selon l'invention, on utilise les matériaux de base nécessaires à l'élaboration d'un béton traditionnel. Ces matériaux sont constitués d'agrégats minéraux, c'est-à-dire des graviers naturels ou artificiels, du sable et du ciment. A ce mélange de produits solides en poudre sont ajoutées les fibres en vrac, c'est-à-dire que celles-ci peuvent prendre n'importe quelle position. Une fois ce mélange effectué, le liant hydraulique, de préférence de l'eau, est alors ajouté. L'ensemble est malaxé dans une machine de manière à obtenir un mélange intime de ces différents composants.

La deuxième phase du procédé selon l'invention consiste bien entendu à couler le béton frais dans le coffrage dont la forme interne correspond à la forme externe du produit à obtenir. Pour faciliter cette opération, le coffrage ou te moule est généralement posé sur une table vibrante en fonctionnement. Les vibrations permettent de réaliser un béton très compact et d'obtenir un produit possédant une très faible porosité. Un bel aspect de surface et une bonne résistance mécanique peuvent être également obtenus en utilisant cette table vibrante. Des moyens de vibration interne peuvent être utilisés pour les pièces de grandes dimensions. On note que la position des fibres est quelconque.

Certains produits nécessitent l'utilisation d'une armature interne, telle qu'un ferraillage métallique, dans le but de renforcer les propriétés mécaniques du produit obtenu. Le ferraillage est alors introduit dans le moule avant la coulée du béton.

Après une première période de séchage, le béton est d'émoulé, c'est-à-dire que le coffrage est démonté et enlevé du béton coulé.

On procède alors à une phase de séchage du produit obtenu pour durcir le béton. Cette phase est une cure qui peut avoir une durée d'un jour à un mois.

La durée de la cure varie suivant le type de ciment utilisé et du type de produit fabriqué. Pendant cette cure du béton, se produit une réaction d'hydratation du ciment, appelée également "prise du béton".

Selon l'invention, on procède alors à un traitement thermique permettant un transfert d'énergie par une variation de la température des fibres, pour que leurs formes ou leurs dimensions évoluent. En effet, sous l'action d'une légère augmentation, ou d'une diminution, de température, un tel type de fibres prend une forme rétractée ou retrouve une forme initiale.

Une premiére catégorie de fibres utilisées à cet effet est constituée par des fibres métalliques, dites "à mémoire de forme". En effet, lorsqu'un métal ou un alliage ordinaire est soumis à une sollicitation mécanique supérieure à sa limite d'élasticité, il subit une déformation plastique qui persiste après la cessation de la contrainte. Sa forme et sa dimension n'évoluent pratiquement plus si l'on soumet de nouveau l'alliage ou le mètal à un traitement thermique quelconque. Par contre, les alliages à mémoire de forme n'ont pas ce comportement, car dans une certaine gamme de températures, un échantillon d'un tel matériau peut subir une déformation apparemment plastique de plusieurs pour-cent et retrouver intégrale-

ment sa forme initiale par simple chauffage ultérieur. Ce phénoméne appelé mémoire de forme est associé à une transformation structurale réversible du type "martensitique thermo-élastique", se produisant entre une première température $T_1$, à laquelle on avait formé l'échantillon, et une deuxième température $T_2$ supérieure ou inférieure à $T_1$, à laquelle l'échantillon doit être chauffé ou refroidi pour qu'il retrouve sa forme.

Dans le procédé selon l'invention, on utilise des fibres dont la forme initiale était celle que l'on désire les voir prendre pour que le béton soit comprimé, c'est-à-dire précontraint. Cette forme est de préférence une forme rétractée, recourbée, plus ou moins recroquevillée, par rapport à une forme intermédiaire qui serait plutôt linéaire ou complètement droite.

Parmi les matériaux utilisés, on peut citer les alliages du type NiTi (nickel, titane et dopants) et le CuZnAl (laiton, aluminium et dopants). Pour ce type d'alliages, la variation de température peut être une élévation qui peut être comprise entre 50 et 70 °C. C'est-à-dire que, pour un produit en béton se trouvant à 20 °C, un traitement thermique à une température comprise entre 70 et 90 °C peut permettre d'obtenir le retour à la forme initiale des fibres métalliques coulées dans le béton.

Le même résultat peut être obtenu également en procédant, non pas à un échauffement, mais à un refroidissement à une température comprise entre -10 et -30 °C.

La durée de l'application du traitement thermique est fonction de la forme du produit fabriqué avec le béton. De manière générale, il faut que l'ensemble du produit, c'est-à-dire, même le coeur du produit, atteigne ta température de transformation de phase.

Si le produit fabriqué est transportable, le traitement thermique peut être appliqué en étuve. Par contre, si te produit est moulé sur place, donc non transportabte de par son poids et ses dimensions, le procédé d'application du traitement thermique peut se faire au moyen de hautes fréquences, de micro-ondes, en utilisant des manteaux et des gaines chauffantes.

Des essais en traction par flexion en trois points ont été éffectués sur des éprouvettes 4 x 4 x 16 cm. Le béton utitisé avait ta constitution suivante :

| | |
|---|---|
| - ciment CLC 45 | 890 g |
| - sable de Bayeux | 2 660 g |
| - eau | 450 g |
| - fluidifiant | 8 g |

L'incorporation de fibres à mémoire de forme est effectuée après le mélange des quatre composants. Le traitement thermique a été effectué de la manière suivante :

- pendant 24 heures à 80 % dans un emballage étanche pour éviter la dessication ;
- puis 24 heures à température ambiante pour refroidissement avant essais mécaniques.

Les essais ont été réalisés au laboratoire béton de COGEMA la Hague dans un malaxeur de 1,5 litre.

Le tableau ci-dessous résume les valeurs obtenues :

| AGE | 14 jours | | | 28 jours | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FIBRES ($kg/m^3$) | 0 | 50 | 90 | 0 | 50 | 105 |
| Sans traitement thermique | 6,17 | 6,89 | 7,65 | 6,98 | 7,68 | 7,21 |
| Avec traitement thermique | 7,37 | 7,89 | 7,43 | 7,75 | 8,00 | 7,84 |

Pour les éprouvettes sans fibre, le traitement thermique améliore la résistance à la flexion du béton ou mortier de référence (amélioration du processus de "prise" du ciment) d'environ 1 MPa.

Pour les éprouvettes avec fibres, les essais réalisés avec le béton fibres au dosage de 50 kg et 100 kg de fibres par $m^3$ de béton fini montre que les résultats sont plus concluants (hors erreurs expérimentales) avec des fibres que sans fibres et avec traitement thermique que sans traitement thermique.

Une deuxième catégorie de fibres utilisées est les fibres thermorétractables. Ce type de fibres subit, avec une légère élévation ou diminution de température, une réduction de ses dimensions. Si la forme n'est pas rectiligne, et de préférence bien recourbée, les fibres thermorétractables, en se rétractant, impriment une contrainte de compression au béton dans lequel elles ont été noyées.

La forme des fibres utilisées est de préférence celle de lamelles plates dont la longueur peut être comprise de un à dix centimètres. L'épaisseur peut être inférieure à un dixième de millimètre.

N'importe quel produit peut être fabriqué à l'aide d'un tel béton. L'invention prévoit cependant une application spéciale pour la production de conteneur de stockage des déchets radioactifs. En effet, en référence à l'unique figure, le conteneur, objet de l'invention, comprend principalement un fût 10 dont l'ouverture supérieure est obturée par un couvercle 12. L'obturation est étanche pour pouvoir permettre de stocker des déchets radioactifs de faible ou moyenne activité, enrobés dans un matériau de remplissage. Dans l'exemple représenté sur cette figure, le conteneur est de forme parallélépipédique, de fond plat et de paroi latérale de section carrée. L'extrémité supérieure de cette dernière délimite l'ouverture permettant la fermeture à l'aide du couvercle 12.

Conformément à l'invention, l'ensemble du conteneur, c'est-à-dire le fût 10 et le couvercle 12, est réalisé en un béton renforcé par des fibres 20 soit à mémoire de forme, soit thermorétractables.

Le fût 10, comme le couvercle 12, sont fabriqués par moulage. En particulier, l'extrémité supérieure de la paroi latérale du fût 10 présente une forme en gradin définissant successivement, en allant de l'extérieur vers l'intérieur du fût 10, une face plane d'extrémité 13 et une face plane d'appui 7 parallèle à la première face plane 13, mais située en retrait par rapport à celle-ci. La surface d'appui 7 est reliée à la surface supérieure 13 par un bord périphérique intérieur incliné 6 formant un Z en section avec ses deux premières surfaces 7 et 13. Le diamètre du bord incliné 6 augmente en se rapprochant de la surface d'appui 7, de sorte que ce bord incliné 6 fait avec l'axe du fût 10 un angle d'au moins 10°.

Le couvercle 12 présente également une zone périphérique en gradin comportant, en partant de sa surface supérieure, un bord périphérique extérieur incliné 11 et un bord vertical 15 situé en retrait par rapport au bord incliné 11. Ces bords 11 et 15 sont reliés par une deuxième surface plane d'appui 5 parallèle aux faces supérieure et inférieure du couvercle 12. Le diamètre du bord incliné 11 augmente en se rapprochant de la deuxième surface d'appui 5, de sorte que ce bord incliné 6 fait avec l'axe du couvercle 12 un angle d'au moins 10°.

Lorsque le couvercle 12 est placé sur le fût 10, la partie inférieure du couvercle 12 délimitée par le bord 15 vient s'emboîter dans l'ouverture formée en haut du fût 10, jusqu'à ce que la surface horizontale d'appui 5 du couvercle 12 vienne en appui sur la surface horizontale d'appui 7 du fût 10. Comme on le voit sur cette figure, les bords inclinés 6 et 11, qui ont la même hauteur, sont alors vis-à-vis l'un de l'autre et délimitent entre eux un espace annulaire 14 de forme en queue d'aronde dont la largeur est sensiblement constante depuis la face supérieure 13 du conteneur 10 jusqu'à la surface d'appui 7. Cet espace annulaire 14 constitue une rainure de clavage.

Afin de fixer de façon étanche ce couvercle 12 sur le fût 10, on coule dans l'espace annulaire 14 précité un joint de clavage réalisé dans le même matéiau que le reste du conteneur, c'est-à-dire en béton renforcé par des fibres 20 thermo-rétractables ou à mémoire de forme.

Cette réalisation du joint de clavage dans l'espace annulaire 14 ouvert vers le haut permet d'assurer la fermeture étanche du conteneur, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un coffrage. De plus, la forme du joint de clavage permet d'éviter tout risque d'envol du couvercle, lorsque ce joint est réalisé.

Avantageusement, le couvercle 12 présente en son centre une ouverture 8 de grande dimension dans laquelle est formée une rainure de clavage 9. De la sorte, le remplissage du conteneur 10 peut être effectué après scellement de son couvercle 12. Lorsque les déchets ont été introduits par l'ouverture 8, le matériau de remplissage est introduit à son tour jusqu'à ce que l'ouverture 8 soit totalement obturée. En utilisant comme matériau de remplissage le béton renforcé de fibres 20 à mémoire de forme ou thermo-rétractables identique à celui qui forme le conteneur proprement dit, on réalise ainsi un ensemble homogène dans lequel les risques de fissurations et de cassures sont supprimés.

Enfin, pour permettre la manutention du conteneur, différents moyens peuvent être prévus. Parmi ces moyens, on peut citer à titre d'exemple des tiges ou des anneaux 4 scellés sur la face plane d'extrémité supérieure 13 du fût 10. Une gorge ou une rainure de manutention 3 peut être formée par moulage sur ta surface périphérique extérieure du fût 10, à proximité de la face d'extrémité supérieure 13.

Cette description d'un conteneur n'est qu'un exempte de réalisation d'objets pouvant être fabriqués à l'aide du béton selon l'invention. On comprend qu'il est possible ainsi de précontraindre n'importe quel objet réalisé de manière générale avec un béton ordinaire en introduisant simplement ce type de fibres dans le mélange avant la réalisation du béton. Un traitement thermique appliqué ultérieurement après te séchage de l'objet, permet d'obtenir à l'intérieur du béton des contraintes de compression équivalentes aux précontraintes imposées par les méthodes traditionnelles utilisées pour le béton précontraint.

## Revendications

**1.** Procédé de mise en précontrainte d'un béton fabriqué à partir d'un mélange déterminé, consistant à :
- introduire de façon aléatoire dans le mélange des fibres (20) du type dont les dimensions ou la forme peuvent évoluer dans le temps sous l'action d'un transfert d'énergie ;
- couler le béton dans le coffrage ;
- d'émouler le béton coulé ;
- durcir le béton pendant une période de cure ;
- procéder à un traitement thermique pour que les dimensions ou la forme des fibres (20) évoluent de manière à imposer des contraintes mécaniques de compression dans le béton.

**2.** Béton à fibres, constitué :
- d'un agglomérat de sable, de gravier et de ciment réunis au moyen d'un liant hydraulique ;
- de fibres (20) artificielles, noyées dans l'agglomérat dans des positions diverses et aléatoires,

caractérisé en ce que les fibres (20) sont du type dont les dimensions ou la forme peuvent évoluer dans le temps sous l'action d'un transfert d'énergie, pour créer une contrainte en compression dans le béton.

**3.** Béton selon la revendication 2, caractérisé en ce que les fibres (20) sont en un alliage métallique à mémoire de forme.

**4.** Béton selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'alliage métallique à mémoire de forme est un alliage de titane et de nickel.

**5.** Béton selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'alliage à mémoire de forme est un alliage de laiton et d'aluminium.

**6.** Béton selon la revendication 2, caractérisé en ce que les fibres (20) sont thermorétractables.

**7.** Béton selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que les fibres (20) sont des lamelles très plates dont la longueur est comprise entre un et dix centimétres.

**8.** Conteneur de stockage pour déchets radioactifs, comprenant un fût (10) pourvu d'une ouverture d'introduction (8) des déchets, et un couvercle (12) d'obturation étanche de l'ouverture (8), caractérisé en ce qu'il est réalisé avec un béton selon l'une quelconque des revendications 2 à 7.

## Claims

**1.** Process for prestressing a concrete produced from a given mixture consisting of introducing in a random manner into the mixture fibres (20), whose shapes or sizes can evolve in time under the action of an energy transfer, pouring the concrete into a form, demoulding the cast concrete, hardening the concrete during a curing period and then carrying out a heat treatment in such a way that the dimensions or shape of the fibres (20) evolve, so as to impose mechanical compressive stresses within the concrete.

**2.** Fibre concrete constituted by an agglomerate of sand, gravel and cement joined by means of a hydraulic binder, artificial fibres (20) embedded in the agglomerate at various, random positions, characterized in that the fibres (20) are of the type whose dimensions or shape can evolve in time under the action of an energy transfer in order to create a compressive stress in the concrete.

3. Concrete according to claim 2, characterized in that the fibres (20) are made from a shape memory metal alloy.

4. Concrete according to claim 3, characterized in that the shape memory metal alloy is an alloy of titanium and nickel.

5. Concrete according to claim 3, characterized in that the shape memory alloy is an alloy of brass and aluminium.

6. Concrete according to claim 2, characterized in that the fibres (20) are thermoretractable.

7. Concrete according to any one of the claims 2 to 6, characterized in that the fibres (20) are very flat lamellas, whose length is between 1 and 10 centimetres.

8. Radioactive waste storage container, incorporating a drum (10) provided with a waste introduction opening (8) and a cover (12) for tightly sealing the opening (8), characterized in that it is made from a concrete according to any one of the claims 2 to 7.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Vorspannen eines aus einer festgelegten Mischung hergestellten Betons, folgende Schritte umfassend:
   - regelloses Einführen in die Mischung von Fasern (20) des Typs, bei dem sich die Dimensionen oder die Form mit der Zeit entwickeln können unter der Wirkung einer Energieübertragung;
   - Gießen des Betons in die Schalung;
   - Ausformen des gegossenen Betons;
   - Aushärten des Betons während einer Nachbehandlungsperiode;
   - Durchführen einer Wärmebehandlung, damit die Dimensionen oder die Form der Fasern (20) sich so entwickeln, daß sie in dem Beton mechanische Druckspannungen erzeugen.

2. Faserbeton, bestehend:
   - aus einem Agglomerat aus Sand, Kies und Zement, verbunden durch ein hydraulisches Bindemittel;
   - Kunst- bzw. Chemiefasern (20), eingebettet in das Agglomerat in unterschiedlichen und zufälligen Positionen,

   dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (20) von der Art sind, bei der die Dimensionen oder die Form sich zeitlich entwickeln können unter der Wirkung einer Energieübertragung, um eine Druckvorspannung in dem Beton zu erzeugen.

3. Beton nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (20) aus einer metallische Legierung mit Formerinnerungsvermögen sind.

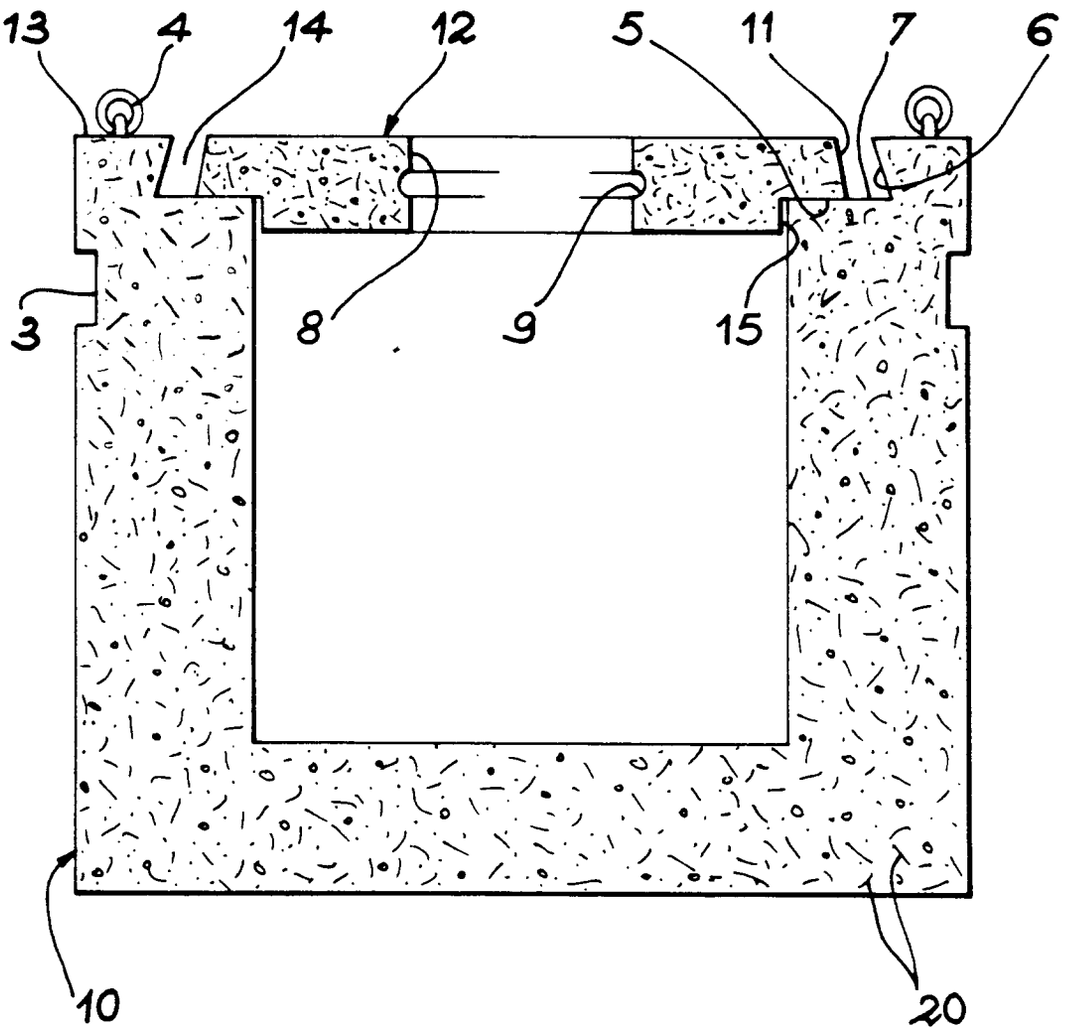
4. Beton nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die metallische Legierung mit Formerinnerungsvermögen eine Legierung aus Titan und Nickel ist.

5. Beton nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung mit Formerinnerungsvermögen eine Legierung aus Messing und Aluminium ist.

6. Beton nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (20) wärmeschrumpfbar sind.

7. Beton nach einem der Ansprüche 2 bis 6, gekennzeichnet, daß die Fasern (20) sehr flache Lamellen sind, deren Länge enthalten ist zwischen einem und zehn Zentimetern.

8. Lagerbehälter für radioaktive Abfälle, umfassend ein Faß (10), versehen mit einer Einführungsöffnung (8) der Abfälle und einem dichten Verschlußdeckel (12) der Öffnung (8), dadurch gekennzeichnet, daß er hergestellt ist aus einem Beton nach einem der Ansprüche 2 bis 7.


13
4
14
12
5
11
7
6
3
8
9
15
10
20