



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 045 091 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.07.2006 Bulletin 2006/27

(51) Int Cl.:
E04G 23/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **00401042.7**

(22) Date de dépôt: **14.04.2000**

(54) **Procédé de renforcement d'un élément de construction**

Verstärkungsverfahren für Bauelement

Construction element reinforcement method

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorité: **16.04.1999 FR 9904843**

(43) Date de publication de la demande:
18.10.2000 Bulletin 2000/42

(73) Titulaire: **M. Lefevre S.A.**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Menard, Marc-Henry**
92600 Asnieres (FR)

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel**
Bureau Casalonga & Josse
Bayerstrasse 71/73
80335 München (DE)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 141 782 WO-A-99/09277
FR-A- 2 545 132 FR-A- 2 585 393
FR-A- 2 635 550 GB-A- 2 302 896

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 103, 31 octobre 1997 (1997-10-31) -& JP 09 151612 A (KAJIMA CORP), 10 juin 1997 (1997-06-10)**

EP 1 045 091 B1

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).

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine du renforcement d'éléments de construction tels que des murs, des piliers ou des poteaux.

[0002] De tels éléments de construction sont soumis à des efforts de compression dus à leur masse propre et, éventuellement, à des charges qu'ils doivent supporter, par exemple d'autres éléments de construction du type superstructures, voûtes, murs, piliers, charpentes, etc.

[0003] Pour des raisons telles qu'un accroissement des charges ou un affaiblissement de l'élément de construction, il peut s'avérer nécessaire d'augmenter sa capacité à supporter les efforts de compression. Certaines pierres ou briques constituant de tels éléments de construction peuvent se détériorer au cours du temps et voir diminuer leurs caractéristiques mécaniques en raison d'infiltration d'eau ou de pollutions diverses, notamment par des sels minéraux.

[0004] Dans de tels cas, on peut bien sûr procéder au remplacement de l'élément de construction par un élément neuf réalisé dans le même matériau ou dans un matériau différent tel que le béton armé. Toutefois, pour des raisons historiques ou artistiques, il s'avère nécessaire de renforcer l'élément de construction en conservant le plus possible l'élément d'origine et sans procéder à un démontage complet extrêmement coûteux.

[0005] Le document GB-A-2 302 896 décrit un procédé de renforcement d'une voûte ou d'une portion de voûte en particulier en maçonnerie au moyen d'un réseau de barres allongées. La structure d'origine reprend les forces de compression et maintient le réseau de barres en place, empêchant les barres de se déformer lorsqu'elles sont en compression. Les barres reprennent les forces de traction auxquelles la structure de maçonnerie ne peut pas résister et transfère lesdites forces des zones affaiblies à des zones adjacentes de compression.

[0006] Le document FR-A-2 635 550 décrit un procédé de surélévation d'immeuble dans lequel on fore des trous de l'ordre de 10 à 12 cm de diamètre pour y implanter des barres métalliques épaisses d'un diamètre légèrement inférieur au trou. Dans l'interstice entre les barres et le trou, on injecte du mortier de ciment qui a pour but d'empêcher le flambement des barres dans la hauteur d'un étage. On peut introduire un tirant horizontal à la base d'un mur de refend, qui accrocherait à la barre verticale. La présence de plancher élimine le risque de flambement sur la hauteur totale de la barre en constituant des points relativement immobiles dans l'espace.

[0007] La présente invention a pour objet de permettre un tel renforcement in situ et sans démontage ni remplacement complet.

[0008] Le procédé de renforcement sur site, selon l'invention, est destiné à un élément de construction existant soumis au moins à des efforts de compression, l'élément de construction étant du type pile, poteau ou mur, procédé dans lequel on insère à l'intérieur du dit élément de

construction au moins trois éléments non-coplanaires de reprise des efforts de compression et des entretoises aptes à prévenir le flambement des éléments de reprise des efforts, les éléments de reprise des efforts et les entretoises comprenant une résine synthétique.

[0009] Dans un mode de réalisation de l'invention, les éléments de reprise des efforts sont mis en place par forage de trous longitudinaux dans l'élément de construction.

[0010] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, les éléments de reprise des efforts sont mis en place par creusement de rainures longitudinales dans l'élément de construction, les dites rainures étant rebouchées après la pose des éléments de reprise des efforts, avec un matériau semblable au matériau d'origine de l'élément de construction.

[0011] Dans un mode de réalisation de l'invention, un élément de reprise des efforts est constitué d'une composition de résine synthétique chargée.

[0012] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, un élément de reprise des efforts comprend une tige centrale et une partie périphérique de scellement dans le trou ou la rainure qui le reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.

[0013] Dans un mode de réalisation de l'invention, une couche d'isolation est mise en place entre un élément de reprise des efforts et la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit, pour éviter le scellement de l'élément de reprise des efforts et de la dite paroi.

[0014] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, un élément de reprise des efforts est scellé dans la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit.

[0015] Avantageusement, les entretoises sont mises en place par forage de trous transversaux dans l'élément de construction, une entretoise comprenant une tige centrale et une partie périphérique de scellement dans le trou qui la reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.

[0016] Avantageusement, on dispose quatre éléments de reprise des efforts régulièrement répartis dans l'élément de construction et une pluralité de paires d'entretoises, deux entretoises d'une paire étant parallèles et à la même hauteur, deux paires voisines étant mutuellement perpendiculaires, et soit disposées à la même hauteur, soit décalées.

[0017] L'élément de construction peut être un mur, un poteau ou une pile, de façon générale un élément d'architecture vertical, ou oblique comprimé, construit en pierre, par exemple en partie ou en totalité en pierre de taille, en brique, en bois.

[0018] Lorsqu'on peut avoir accès à une extrémité de l'élément, on peut alors forer les trous longitudinaux par cette extrémité sans intervenir sur ses côtés, ce qui permet de réduire les surfaces modifiées par les travaux de renforcement.

[0019] La présente invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un pilier renforcé par le procédé conforme à l'invention; la figure 2 montre une variante de la figure 1; et la figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'un pilier renforcé conformément à l'invention.

[0020] Comme on peut le voir sur la figure 1, le pilier 1 à section octogonale est percé de quatre trous longitudinaux 2 disposés en carré et centrés par rapport au pilier 1. Chaque trou 2 est équipé d'une tige 3 en résine synthétique, par exemple époxyde armée de fibres par exemple de verre, disposée sensiblement au centre dudit trou 2, et d'un mortier ou d'un béton de résine époxyde 4 entourant la tige 3 et en contact avec les parois du trou 2. La résine 4 est solidaire mécaniquement de la tige 3 et des parois du trou 2 et assure ainsi le scellement de la tige 3 dans le trou 2. On peut prévoir des trous 2 de 100 à 120 mm de diamètre avec des tiges 3 de 30 mm de diamètre. Le mortier comprendra un mélange de résine époxyde et d'une charge telle que du sable. Le béton comprendra un mélange de résine époxyde, et d'une charge telle que du gravier et du sable.

[0021] A titre de variante, dans le cas où le matériau constituant le pilier 1 est trop dégradé, on pourra prévoir d'isoler mécaniquement la résine 4 de la paroi du trou 2. Cette isolation pourra être réalisée au moyen d'une pièce de feutre, de plastique ou d'une couche non adhérente, de cire ou de graisse, non représentée, épousant le contour du trou 2.

[0022] Pour assurer la rigidité et éviter le flambement des renforts formés chacun par une tige 3 et la résine 4, des entretoises 5 sont disposées entre les trous 2. Les entretoises 5 sont également réalisées par forage de trous, pose d'une tige de résine époxy armée de fibres de verre et scellement au mortier de résine époxy.

[0023] Les entretoises 5 seront de préférence légèrement inclinées, d'un angle de 10 à 15°, par rapport au plan transversal de coupe de la figure 1. Cette inclinaison accroît la rigidité de l'ensemble.

[0024] On comprend que les trous 2 sont forés par le dessus du pilier 1 sans intervenir sur sa paroi extérieure 1a. Les trous dans lesquels sont disposées les entretoises 5 sont forés à partir de ladite paroi 1a. Dans ce mode de réalisation, les dommages ou modifications causés à la paroi 1a sont limités au percement des trous pour entretoises qui sont d'un diamètre relativement faible, par exemple de 20 ou 30 mm. Les extrémités de ces trous pour entretoises peuvent ensuite être rebouchés avec une partie du matériau d'origine du pilier 1, ou avec un matériau de rebouchage imitant le plus possible la paroi 1a. La paroi 1a est donc presque intégralement préservée, ce qui est vivement souhaité lorsqu'elle est ouvragée, présente un intérêt historique, artistique.

[0025] Dans un exemple particulier, le pilier 1 est en pierre, admettant une contrainte de compression $\sigma_p = 50$ kg/cm² et présente une section S. Soit S 1 la section des quatre renforts formés de mortier de résine époxy 4 et de tiges 3, admettant une contrainte de compression $\sigma_r = 250$ kg/cm².

[0026] La résistance d'origine R_o du pilier 1 est égale à : $R_o = S \times \sigma_p$.

[0027] Après le renforcement, la résistance R_p du pilier est égale à : $R_p = (S - S1) \times \sigma_p + S1 \times \sigma_r$.

[0028] Dans notre exemple, on a $\sigma_r = 5 \times \sigma_p$, d'où la résistance du pilier renforcé : $R_p = S \times \sigma_p + 4 \times S1 \times \sigma_p$.

[0029] La résistance additionnelle R_a obtenue grâce à l'invention, est donc égale à : $R_a = 4 \times S1 \times \sigma_p$.

[0030] Dans le cas où l'aire de chaque trou 2 est égal à 100 cm², on a $S1 = 400$ cm² d'où $R_a = 80\ 000$ kg.

[0031] On comprend que les quatre renforts longitudinaux disposés dans le pilier 1 permettent de reprendre les efforts dus à une masse de 80 000 kg, que le pilier d'origine n'était pas ou plus capable de reprendre.

[0032] La disposition en carré desdits renforts et la présence des entretoises 5, permettent de former un ensemble en squelette d'échelles associées, de grande rigidité et évitant le flambement des renforts susceptible de provoquer l'éclatement du pilier 1.

[0033] Sur la figure 2, est illustré un mode de réalisation de l'invention, qui diffère de celui de la figure 1 en ce que le pilier 6 n'est pas accessible par l'une de ses extrémités. On doit donc intervenir sur les parois latérales 6a en creusant des saignées ou rainures longitudinales 7 par lesdites parois 6a. Puis on dispose dans lesdites saignées 7 des tiges 3. On remplit ensuite la saignée 7 de mortier de résine 4 en lui conférant une forme voulue, par exemple au moyen d'un coffrage. Cette forme est prévue pour que l'on puisse rapporter ensuite un parement 8 recouvrant le mortier de résine 4. Le parement 8 sera réalisé avec le matériau d'origine du pilier 6 ou avec un matériau présentant des caractéristiques mécaniques et esthétiques compatibles. Pour la simplicité du dessin de la figure 2, on n'a pas représenté les entretoises qui sont néanmoins présentes.

[0034] Dans certains cas, lorsque la charge à reprendre est faible et/ou que la section disponible pour former des trous 2 ou des saignées 7 est importante, on peut former le renfort uniquement en mortier de résine ou en béton de résine 4 sans disposer de tige 3.

[0035] Bien entendu et en fonction de la charge à reprendre et de la forme de la section transversale du pilier, on peut disposer un nombre adapté de renforts avec un minimum de trois disposés en triangle, de façon à résister aux efforts de flambement dans toutes les directions. Le nombre de renforts peut être plus important, par exemple jusqu'à six ou huit. Le nombre de tiges 3 dans un renfort donné est adapté à la charge. On peut prévoir une ou plusieurs tiges 3. Leur diamètre est également adapté à la charge.

[0036] La fonction de la résine 4 est essentiellement de reprendre les efforts de compression, tandis que les

tiges 3 permettent à la fois de reprendre les efforts de compression et d'éviter le flambement. Les entretoises 5 permettent d'éviter le flambement.

[0037] Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, le pilier 9 comprend au moins trois renforts 10 dont seuls deux sont visibles et réalisés par forage d'un trou vertical ou d'une rainure verticale, par pose de tiges armées non représentées et d'un mortier de résine. Les renforts 10 sont pourvus d'entretoises 11 légèrement inclinées par rapport à l'horizontale. Dans le cas où quatre renforts 10 sont prévus, les entretoises peuvent être disposées par paires alternées à une hauteur donnée. En d'autres termes, les entretoises 11 d'une paire sont chacune disposées dans un plan vertical parallèle au plan vertical de l'autre entretoise 11, leur angle d'inclinaison par rapport à l'horizontale étant le même ou de signe inversé. Les entretoises de la paire disposée immédiatement au-dessus, seront dans deux plans verticaux perpendiculaires aux précédents, et ainsi de suite.

[0038] Deux tiges 12 et 13, ou encore deux nappes de tiges, en matériau similaire aux tiges 3, leur extrémité scellée au moyen de mortier de résine dans des trous forés dans le pilier 9. Ces tiges 12 et 13 permettent de reprendre une partie des efforts de compression s'exerçant sur le pilier 9. Cette reprise est effectuée par d'autres éléments de construction adjacents tels que des murs capables de supporter cette charge supplémentaire.

[0039] Les tiges 12 et 13 sont donc obliques et peuvent être soumises à une précontrainte lors de leur pose. On scelle d'abord l'extrémité des tiges 12 et 13 dans le pilier 9, puis à leur autre extrémité, non représentée, on exerce un effort de précontrainte. On scelle ladite autre extrémité des tiges 12 et 13 en maintenant l'effort de précontrainte, puis après prise du mortier de scellement, on relâche l'effort de précontrainte.

[0040] Les différents scellements pourront être effectués d'après le procédé décrit dans le brevet français publié sous le n° 2 545 132, auquel le lecteur est invité à se référer.

[0041] La présente invention est particulièrement adaptée au renforcement de murs, piliers ou poteaux ne devant pas être démontés et dont on souhaite conserver le plus possible du matériau et de la surface d'origine. On renforce ainsi tout ou partie d'un élément dont les caractéristiques mécaniques ont diminué, par exemple en raison d'une migration de sels minéraux ou de toute autre cause de vieillissement.

Revendications

1. Procédé de renforcement sur site d'un élément de construction (1) existant soumis au moins à des efforts de compression et de flambement, *par insertion* à l'intérieur du dit élément de construction d'éléments longitudinaux de reprise des efforts de compression, *les éléments de reprise des efforts de compression comprenant une lige centrale (3) re-*

prenant les efforts de compression et une partie périphérique de scellement, caractérisé par le fait qu'on insère par creusement ou forage à l'intérieur du dit élément de construction au moins trois éléments longitudinaux non-coplanaires et des entretoises (5) aptes à prévenir le flambement des éléments de reprise des efforts, les éléments de reprise des efforts et les entretoises comprenant une résine synthétique, l'élément de construction étant une pile, un poteau ou un mur, ladite tige centrale (3) évitant le flambement et la partie périphérique de scellement ayant essentiellement pour fonction de reprendre les efforts de compression.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les éléments de reprise des efforts sont mis en place par forage de trous longitudinaux (2) dans l'élément de construction.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les éléments de reprise des efforts sont mis en place par creusement de rainures longitudinales (7) dans l'élément de construction, les dites rainures étant rebouchées après la pose des éléments de reprise des efforts, avec un matériau semblable au matériau d'origine de l'élément de construction.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un élément de reprise des efforts est constitué d'une composition de résine synthétique chargée.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un élément de reprise des efforts comprend une tige centrale (3) et une partie périphérique de scellement dans le trou ou la rainure qui le reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une couche d'isolement est mise en place entre un élément de reprise des efforts et la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit, pour éviter le scellement de l'élément de reprise des efforts et de ladite paroi.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel un élément de reprise des efforts est scellé dans la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les entretoises sont mises en place par forage de trous transversaux dans l'élément de construction, une entretoise comprenant une tige centrale et une partie périphérique de scel-

lement dans le trou qui la reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on dispose quatre éléments de reprise des efforts régulièrement répartis dans l'élément de construction et une pluralité de paires d'entretoises, deux entretoises d'une paire étant parallèles et à la même hauteur, deux paires voisines étant mutuellement perpendiculaires, et soit disposées à la même hauteur, soit décalées.

Claims

1. Method for the in situ reinforcement of an existing construction element (1) subjected at least to compressive and buckling forces, by inserting inside the said construction element longitudinal elements which absorb compressive forces, the compressive force-absorbing elements comprising a central rod (3) absorbing the compressive forces and a peripheral bedding portion, **characterized in that** at least three non-coplanar longitudinal elements and spacers (5) which are able to prevent the force-absorbing elements from buckling are inserted by cutting or drilling inside the said construction element, the force-absorbing elements and the spacers comprising a synthetic resin, the construction element being a pier, a post or a wall, the said central rod (3) preventing buckling and the peripheral bedding portion essentially having the function of absorbing the compressive forces.
2. Method according to Claim 1, in which the force-absorbing elements are put in place by drilling longitudinal holes (2) into the construction element.
3. Method according to Claim 1, in which the force-absorbing elements are put in place by cutting longitudinal grooves (7) into the construction element, the said grooves being plugged, after placing the force-absorbing elements, with a material similar to the original material of the construction element.
4. Method according to any one of the preceding claims, in which a force-absorbing element consists of a reinforced synthetic resin composition.
5. Method according to any one of the preceding claims, in which a force-absorbing element comprises a central rod (3) and a peripheral portion for bedding it in the hole or the groove which receives it. The central rod being of the fibre-reinforced synthetic resin type and the peripheral portion being of the reinforced synthetic resin composition type.

6. Method according to any one of the preceding claims, in which an isolation layer is placed between a force-absorbing element and the wall of the hole or of the groove which receives it in order to prevent the force-absorbing element from bedding with the said wall.

7. Method according to any one of claims 1 to 5, in which a force-absorbing element is bedded in the wall of the hole or of the groove which receives it.

8. Method according to any one of the preceding claims, in which the spacers are put in place by drilling transverse holes into the construction element, a spacer comprising a central rod and a peripheral portion for bedding it in the hole which receives it, the central rod being of the fibre-reinforced synthetic resin type and the peripheral portion being of the reinforced synthetic resin composition type.

9. Method according to any one of the preceding claims, in which four force-absorbing elements regularly distributed in the construction element and a plurality of pairs of spacers are arranged, two spacers of a pair being parallel and at the same height, two neighbouring pairs being mutually perpendicular and either arranged at the same height or staggered.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vor-Ort-Versteifung eines vorhandenen Bauelements (1), das mindestens Druck- und Knickbeanspruchungen ausgesetzt ist, durch Einbringen von Längselementen zur Aufnahme der Druckbeanspruchungen in das Innere des Bauelements, wobei die Druckbeanspruchungsaufnahmeelemente einen mittigen Schaft (3), der die Druckbeanspruchungen aufnimmt, und einen peripheren Teil zum Einzementieren umfassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Aushöhlen oder Bohren in das Innere des Bauelements mindestens drei nicht koplanare Längselemente und Verstrebungen (5) eingebracht werden, die fähig sind, das Knicken der Beanspruchungsaufnahmeelemente zu verhindern, wobei die Beanspruchungsaufnahmeelemente und die Verstrebungen ein Kunstharz umfassen, das Bauelement eine Säule, ein Pfeiler oder eine Mauer ist, wobei der mittige Schaft (3) das Knicken verhindert und der periphere Teil zum Einzementieren im Wesentlichen zur Aufgabe hat, die Druckbeanspruchungen aufzunehmen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Beanspruchungsaufnahmeelemente durch Bohren von longitudinalen Löchern (2) in das Bauelement eingebracht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Beanspruchungsaufnahmeelemente durch Aushöhlen von Längsrillen (7) in das Bauelement eingebracht werden, wobei die Rillen nach dem Einbau der Beanspruchungsaufnahmeelemente mit einem Material verschlossen werden, das dem ursprünglichen Material des Bauelements ähnlich ist. 5
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Beanspruchungsaufnahmeelement aus einer Kunstharzzusammensetzung mit Füllstoffen gebildet ist. 10
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Beanspruchungsaufnahmeelement einen mittigen Schaft (3) und einen peripheren Teil zum Einzementieren in dem Loch oder in der Rille, das bzw. die ihn aufnimmt, umfasst, wobei der mittige Schaft vom Typ Kunstharz mit Faserfüllstoffen ist und der periphere Teil vom Typ Kunstharzzusammensetzung mit Füllstoffen ist. 15
20
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen einem Beanspruchungsaufnahmeelement und der Wand des Lochs oder der Rille, das bzw. die es aufnimmt, eine Isolierschicht eingebracht wird, um das Einzementieren des Beanspruchungsaufnahmeelements und der Wand zu verhindern. 25
30
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Beanspruchungsaufnahmeelement in der Wand des Lochs oder der Rille, das bzw. die es aufnimmt, einzementiert ist. 35
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verstrebungen durch Bohren von quer verlaufenden Löchern in das Bauelement eingebracht werden, wobei eine Verstrebung einen mittigen Schaft und einen peripheren Teil zum Einzementieren in dem Loch, das ihn aufnimmt, umfasst, wobei der mittige Schaft vom Typ Kunstharz mit Faserfüllstoffen ist und der periphere Teil vom Typ Kunstharzzusammensetzung mit Füllstoffen ist. 40
45
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vier Beanspruchungsaufnahmeelemente regelmäßig in dem Bauelement verteilt angeordnet werden und mehrere Paare Verstrebungen angeordnet werden, wobei die zwei Verstrebungen eines Paares parallel und auf der gleichen Höhe sind und wobei zwei benachbarte Paare senkrecht zueinander entweder auf der gleichen Höhe oder aber versetzt sind. 50
55

FIG.1

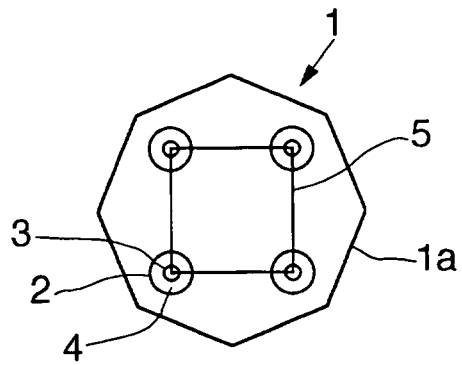


FIG.2

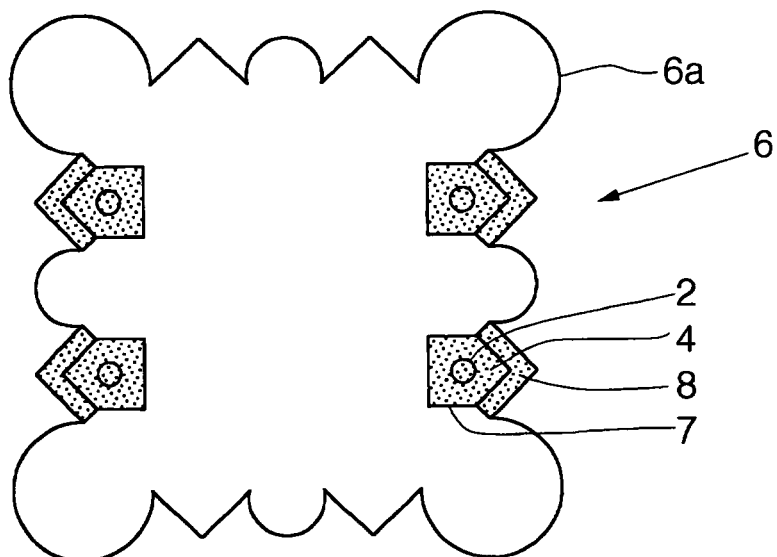


FIG.3

