



(11) **EP 1 362 981 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.04.2008 Patentblatt 2008/18

(51) Int Cl.:
E21D 11/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03010782.5**

(22) Anmeldetag: **14.05.2003**

(54) **Verfahren zur Verbindung von Betonformteilen**

Method of connecting concrete elements

Méthode pour connecter des éléments en béton

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **17.05.2002 DE 10222565**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(73) Patentinhaber:
• **DYWIDAG Bau GmbH**
81379 München (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
AT DE NL
• **Bilfinger Berger AG**
68165 Mannheim (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
**BE BG CH CY CZ DK EE ES FI FR GB GR HU IE
IT LI LU MC PT RO SE SI SK TR**

(72) Erfinder: **Behnen, Gereon, Dipl.-Ing.**
85604 Zorneding (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Möll und Bitterich**
Westring 17
76829 Landau/Pfalz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 340 659 EP-A- 0 553 723
US-A- 5 489 164

EP 1 362 981 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer kraft- und/oder formschlüssigen und/oder abdichtenden Verbindung zwischen in einer Fuge zusammenstoßenden vorgefertigten Bauwerkteilen von Bauwerken aus Stahl, Stahl- oder Spannbeton, insbesondere zwischen Tübbingungen zur Herstellung von Tunneln, Stollen oder dergleichen.

Stand der Technik

[0002] Zur Auskleidung eines mittels einer Tunnelbohrmaschine aufgefahrenen Tunnels verwendet man üblicherweise eine Vielzahl von in Ringfugen aneinanderstoßenden Tübbingringen, die jeweils aus einzelnen, in Längsfugen aneinanderstoßenden Tübbingungen zusammengesetzt sind. Die Tübbinge können aus Stahl oder Stahlbeton bestehen; sie können auch im Sinne von Spannbeton vorgespannt sein.

[0003] Die einzelnen Tübbinge stützen sich in den Ring- und Längsfugen gegeneinander ab; in beiden Fugen müssen in der Regel Druckkräfte, in geringerem Umfang, nämlich in Abhängigkeit von der konstruktiv ausgebildeten Steifigkeit, auch Biegemomente und Querkkräfte übertragen werden. Die Druckkräfte folgen in den Ringfugen vor allem aus den beim Vortrieb entstehenden Vortriebskräften, in den Längsfugen aus der Belastung aus dem Gebirgsdruck bzw. einer Hinterpressung und dem Grundwasser. Die Übertragung von Querkkräften in den Fugen ist nur in sehr weichen Böden statisch erforderlich, zur Erhöhung der Steifigkeit der Tunnelauskleidung und einer damit verbundenen Reduzierung von Verformungen aber konstruktiv erwünscht.

[0004] Die Übertragung von Querkkräften in den Ringfugen erfolgt üblicherweise durch "Nut-Feder-", "Topf-Nocke-" oder Dübelverbindungen. Als Dübel gelangen Hartholzdübel oder Kunststoffdübel, gegebenenfalls mit Stahlkern, zur Anwendung; sie werden einseitig an den Tübbingungen angebracht und bei der Montage in Dübellöcher in den gegenüberliegenden Tübbingungen eingefädelt (DE 101 19 988 A1). Je nach Kopplungssystem ist eine linien- oder punktförmige Querkraftübertragung zwischen benachbarten Tübbingringen möglich.

[0005] In den Längsfugen wird üblicherweise auf eine konstruktive Querkraftverbindung verzichtet; hierfür wird die vorhandene Reibungskomponente als ausreichend angesehen.

[0006] Bei den üblichen einschaligen Tübbingauskleidungen müssen die Tübbinge darüber hinaus auch die dauerhafte Wasserdichtigkeit der Tunnelröhre gewährleisten. Hierzu werden in den Ringfugen üblicherweise in umlaufenden Nuten Profile aus elastischen Werkstoffen wie Gummi, Kunststoff oder dergleichen als Zwischenelemente angeordnet, zum Beispiel eingeklebt oder einbetoniert. Jeweils einander gegenüberliegende

Profile können bei dem Einbau der Tübbingringe auch als zusätzliche Sicherung mittels temporärer Verschraubung vorgespannt werden.

[0007] Ein Beispiel ist auch im Dokument EP 0340659 dargestellt.

[0008] Die Montage der Tübbingringe erfolgt regelmäßig im Schutz des Schildschwanzes der Tunnelbohrmaschine. Hierbei wirken auf den Tübbingring keine äußeren Lasten, so dass dieser im Idealfall exakt die theoretische Kreisform annimmt. Nach dem Zusammenbau jeweils eines Tübbingringes gerät dieser im Zuge des weiteren Vortriebs aus dem Bereich des Schildschwanzes heraus; der dadurch entstehende Ringspalt zum Gebirge hin wird mit einem geeigneten Verpressmittel hinterpresst. Diese Ringspaltverpressung stellt eine primäre Belastung des Tübbingrings dar, die im Endzustand noch durch Boden- und Wasserdrücke überlagert wird.

[0009] Durch diese äußeren Belastungen kommt es zu Verformungen, überwiegend einer "Ovalisierung" des geschlossenen Tübbingringes. Diese Verformungen haben zur Folge, dass der bereits belastete vorletzte Tübbingring "n", der gerade den Schildschwanz verlassen hat, und der gerade montierte Ring "n+1", der sich noch im Schutze des Schildschwanzes befindet, nicht dieselbe Achslinie, sondern einen gegenseitigen Versatz aufweisen. Ein zusätzlicher Versatz resultiert aus unvermeidlichen Herstelltoleranzen bei der Montage der Tübbingringe.

[0010] Diesem Versatz ("Offset") wird bei der üblichen konstruktiven Kopplung von Tübbingringen meist dadurch Rechnung getragen, dass die Konstruktion ein ausreichendes "Spiel" (Schlupf) aufweisen muss; andernfalls kommt es zu unzulässigen Zwängungen zwischen den Ringen und hierdurch bedingten Schäden, beispielsweise Abplatzungen.

[0011] Richtet man sich, wie allgemein üblich, bei der Montage des Ringes "n+1" am vorhergehenden Ring "n" aus, was "zwangsweise" durch eine Nut-Feder-Verbindung oder ähnliches geschehen kann, so wird diesem Ring "n+1" schon im unbelasteten Zustand eine gewisse Ovalisierung aufgezwungen. Wenn dieser Fehler auch bei der Schlusssteinmontage teilweise ausgeglichen werden kann, resultieren weitere Abweichungen von der Solllage aus unvermeidlichen Montagetoleranzen. Jedenfalls erfährt dieser von der Ideallinie in unbestimmter Form abweichende Ring "n+1" beim Verlassen des Schildschwanzes und Aufbringen der äußeren Lasten zusätzliche Verformungen, die zu einem insgesamt undefinierten Verformungs- und Zwangsspannungszustand führen; insbesondere sind die in der Ringfuge wirkenden Koppelkräfte undefiniert.

[0012] Diese Koppelkräfte werden in den Ringfugen üblicherweise über Reibung, oft in Verbindung mit Nut-Feder- oder Topf-Nocke-Verbindungen übertragen. Dabei erfolgt bis zum Anliegen der einander gegenüberliegenden Koppelflächen noch keine Kraftübertragung, allenfalls durch Reibung; nach Anliegen erfolgt dagegen ein nahezu diskontinuierlicher Sprung zu einer weitge-

hend starren Verbindung, zumindest für eine Vorzeichenrichtung der Koppelkräfte.

[0013] Auch bei einer theoretisch möglichen Ausrichtung des Tübbingringes "n+1" an der Ideallinie, d. h. unabhängig vom vorherigen Tübbingring "n", führt der planmäßige Versatz bei der Ringmontage in Kombination mit unvermeidlichen Montagetoleranzen und vor allem den auftretenden Verformungen bei Belastung zu einem undefinierten Zustand bezüglich der Koppelkräfte in der Ringfuge. Jedenfalls ist es nicht möglich, die Geometrie der Koppellemente ("Nut-Feder"- oder "Topf-Nocke"-Verbindung) auf alle möglichen Verformungs- und gegenseitigen Verdrehungszustände auszulegen und somit in der Ringfuge exakt definierte Koppelkräfte zu erzeugen.

[0014] Bei Dübelverbindungen kann der infolge des Versatzes erforderliche Schlupf zwischen benachbarten Tübbingring durch Dübel-Langlöcher erzeugt werden (DE 101 19 988 A1). Dennoch wirkt sich dieser systembedingt erforderliche Schlupf konstruktiv sehr nachteilig aus, da es zu einer Kraftübertragung erst nach dem Anliegen der jeweils gegenüberliegenden Krafteintragungsflächen kommt, das heißt erst nach dem Auftreten von dem Schlupf entsprechenden, aber grundsätzlich unerwünschten Verformungen des Tübbingringes. Da diese Verformungen zudem ungleichmäßig über den Ringumfang verteilt sind, ist das resultierende statische System hochgradig unbestimmt, rechnerisch nicht erfassbar und mit unzulänglichen Steifigkeiten ausgestattet.

[0015] Als Resultat dieser Problematik können verschiedene Schadensbilder auftreten, insbesondere:

- Undichtigkeiten durch unzulässigen Versatz der elastischen Profile,
- unzulässige Beanspruchungen der Nutflanken, die zu Abplatzungen und damit Undichtigkeiten und reduzierten Steifigkeiten führen,
- ungenügende Ringsteifigkeit durch mangelnde Kopplung der Tübbinge in der Ringfuge, die zu Ringverformungen und Setzungen führen kann.

Aufgabe der Erfindung

[0016] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu schaffen, um die vorbeschriebenen, bei der Herstellung von Tübbingauskleidungen auftretenden Probleme zu beherrschen.

Darstellung der Erfindung

[0017] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren gelöst.

[0018] Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0019] Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, die Kopplung zwischen in einer Fuge zusammenstoßenden Bauwerksteilen, insbesondere zwischen den

Tübbing einer Tunnel- oder Stollenauskleidung grundsätzlich erst nach dem Zusammenbau der Bauwerksteile, also der Tübbingringe, zweckmäßig erst nach etwa aufgetretenen Primärverformungen infolge Lastaufbringung nach Verlassen des Schildschwanzes herzustellen und zwar dadurch, dass in den Koppelflächen gebildete Hohlräume mit Materialien verfüllt werden, die zum Einbringen flüssig bis zähflüssig sind und erst nach dem Verfüllen ein elastisches oder elastoplastisches Verhalten annehmen.

[0020] Infolge seiner Fließeigenschaften passt sich ein solches Material beliebigen Formen der Hohlräume an und füllt diese vollständig aus. Nach Erhärten bzw. Abkühlen in den Betriebszustand bildet dieses Material ein Kraftübertragungs- und/oder Dichtelement in der Bauwerksfuge.

[0021] Bei der Herstellung einer Tübbingfuge hat das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, dass die Montage des Tübbingringes "n+1" ohne Berücksichtigung etwa aufgetretener Verformungen am Tübbingring "n" erfolgen kann, d. h. dass eine Ausrichtung der Tübbinge in "absolut richtiger" Lage möglich ist. Eine Ermittlung der Verformungen des Tübbingringes "n" zur Positionierung ist nicht erforderlich. Nach Verfestigung des in die Hohlräume eingepressten Materials sind über dessen Eigenschaften exakt definierte und berechenbare Koppelkräfte übertragbar.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren hat damit den Vorteil, dass eine schlupffreie, verformungsarme, exakt definierte und rechnerisch erfassbare Ringkopplung von Tübbingringen erzielt werden kann.

[0023] Dabei handelt es sich um einen besonders verformungsarmen Tunnelausbau, der höchsten Anforderungen an Steifigkeit und geringen zulässigen Setzungen bei anspruchsvollen Verhältnisse zum Beispiel in stark besiedelten Gebieten und weichem Boden gerecht wird.

[0024] Durch eine einfache Fugenausbildung wird auch die Konstruktion der Schalungen zur Herstellung der Tübbinge vereinfacht; es ergeben sich nur geringe Anforderungen an die Toleranzen bei Herstellung und Montage der Tübbinge.

[0025] Schließlich wird auch die Tübbingmontage vereinfacht. So ist ein exaktes Ausrichten und Einpassen der Tübbinge an den vorhergehenden, bereits verformten Tübbingring nicht mehr erforderlich; vielmehr kann der Einbau der einzelnen Tübbinge zu einem Ring völlig unabhängig von dem vorhergehenden Tübbingring erfolgen. Da bei der erfindungsgemäßen nachträglichen Verpressung keine Rückstellkräfte auftreten, kann die sonst oft übliche Tübbingverschraubung entfallen. Diese Vorteile werden noch verstärkt, wenn die Kopplungselemente in Form von Verpressdübeln auf Zugkräfte ausgelegt werden.

[0026] Zur Herstellung von Fugendichtungen ist das erfindungsgemäße Verfahren

- unabhängig voneinander und auch einzeln - sowohl

für die Ringfugen als auch für die Längsfugen eines Tübbingausbaus anwendbar. Nach der Montage eines - vollständigen Tübbingrings können auch die Längsfugen, diese allerdings zweckmäßig noch vor Verlassen des Schildschwanzes, verfüllt werden. Hierdurch treten insbesondere bei der Montage der Schlussteine keine Relativverschiebungen der Dichtungen mehr auf. Durch Dichtsotte können die Fugenhohlräume der Längs- und Ringfugen gegeneinander abgetrennt werden, so dass eine unabhängig voneinander erfolgende Verfüllung (zum Beispiel Längsfugen noch im Schildschwanz, Ringfugen bei oder unmittelbar nach Verlassen des Schildschwanzes) möglich ist.

[0027] Über die Aufbringung eines Druckes auf das verflüssigte Material bis zum Erhärten/Erkalten kann auch eine Vorspannung aufgebracht werden. Hierdurch kann bei Bedarf auch eine geringfügige Spreizung eines Tübbingrings erzeugt werden, beispielsweise um eine Kraftübertragung in den Längsfugen über das Fugenmaterial und nicht wie sonst über Betonkontakt zu erzielen.

[0028] Als Materialien für diesen Zweck sind grundsätzlich alle Materialien geeignet, die die statischen Anforderungen erfüllen; dies können neben Zement- oder Kunstharzmörtel alle anderen geeigneten Kunststoffe sein wie z. B. Thermoplaste, insbesondere TPV, aber auch Duoplaste, insbesondere PV-Elastomere. Als besonders zweckmäßig haben sich thermoplastische Elastomere (TPE) erwiesen, bei denen es sich um mehrphasige Polymere (z. B. Polypropylenmatrix) mit Einbettung hochvernetzter synthetischer Elastomere nach DIN 7724 handelt.

[0029] Thermoplastische Elastomere verhalten sich im Gebrauchstemperaturbereich entropieelastisch (gummielastisch), entsprechen also den üblicherweise werkmäßig eingebauten Elastomeren, gehen mit zunehmender Temperatur aber in einen flüssigen (thermoplastischen) Zustand über. Diese Zustandsänderung ist reversibel. Die Fließtemperatur liegt beispielsweise bei thermoplastischen PUR-Elastomeren in der Größenordnung von etwa 180° C.

Beschreibung der Zeichnung

[0030] Weitere Merkmale und vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele. Es zeigt

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Ringfuge eines Tübbingausbaus mit Dübelverbindung im Einbauzustand,

Fig. 2 den entsprechenden Querschnitt im Endzustand,

Fig. 3 in entsprechender Weise einen Querschnitt

durch eine Ringfuge mit Fugendichtung im Einbauzustand und

Fig. 4 den entsprechenden Querschnitt im Endzustand,

Fig. 5 einen Querschnitt durch eine Längsfuge eines Tübbingausbaus mit Fugendichtung,

10 Fig. 6 eine teilweise geschnittene Ansicht einer Längsfuge und schließlich

Fig. 7 eine Möglichkeit zur Ausgestaltung einer in einer Fugenfläche vorzusehenden Ausnehmung zur Aufnahme von Zugkräften.

[0031] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung in Anwendung auf eine Tunnelauskleidung aus Stahlbetontübbingungen erläutert. Wenn dies auch das Hauptanwendungsgebiet der Erfindung darstellt, so ist eine Ausweitung der Anwendung auch auf andere Baustoffe, wie z. B. Stahl und andere Fugenkonstruktionen im Bauwesen mit Kraftübertragungs- und Dichtigkeitsanforderungen z. B. im Behälterbau, Silobau oder dergleichen selbstverständlich möglich.

[0032] In den Fig. 1 und 2 sind jeweils Ausschnitte aus Längsschnitten durch eine Tübbingauskleidung eines Tunnels mit Querschnitt durch eine Ringfuge und Möglichkeit zur Kraftübertragung in dieser in unterschiedlichen Bauphasen dargestellt, nämlich in Fig. 1 im Einbauzustand und in Fig. 2 im Endzustand.

[0033] Die Tübbingauskleidung, die insgesamt mit 1 bezeichnet ist, besteht aus einzelnen Tübbingungen 2 und 3, die jeweils zu einem Ring zusammengesetzt sind. Die Tübbingringe, die jeweils nach ihrem Einbauzustand als Ring "n" und "n+1" bezeichnet sind, stoßen in einer Ringfuge 4 zusammen, in der die Kraftübertragung zwischen den benachbarten Tübbingringen sicherzustellen ist.

[0034] Der Einbau der Tübbinge 2 und 3 und deren Montage zu Tübbingringen erfolgt in an sich bekannter Weise im Schutze des Schildschwanzes 5 einer - nicht dargestellten - Tunnelbohrmaschine, der sich in eine Schildschwanzdichtung 6 fortsetzt. Der Ringspalt 7 zwischen dem Schildschwanz 5 bzw. der Auskleidung 1 und dem Gebirge 8 ist mit einem Verpressmaterial 9 verpresst.

[0035] In dem in Fig. 1 dargestellten Einbauzustand hat der Tübbingring n gerade den Schildschwanz 5 verlassen; auf ihn wirken bereits die äußeren Lasten, unter deren Wirkung er sich verformt ("ovalisiert") hat. Der Tübbingring n+1 wurde gerade montiert; er hat noch die "absolut richtige" Lage mit der Längsachse S_{n+1} . Dabei ist deutlich ein Versatz V zwischen der Achse S_n des Tübbingrings n und der Achse S_{n+1} des Tübbingrings n+1 zu erkennen.

[0036] Die die Ringfuge 4 bildenden Stirnflächen der Tübbinge 2 und 3 weisen Ausnehmungen 10 und 11 auf, die jeweils in der Achse S_n bzw. S_{n+1} liegen. Die Aus-

nehmungen 10 und 11 liegen so bezüglich der Ringfuge 4 einander gegenüber und bilden einen Hohlraum. In die Ausnehmung 10 mündet ein Einpresskanal 12 und in die Ausnehmung 11 ein Entlüftungskanal 13 oder umgekehrt. Die Stirnseiten der Tübbingringe n bzw. $n+1$ berühren sich in der Ringfuge 4 unmittelbar; die Ringfuge 4 ist zur Erdseite hin durch eine Fugendichtung 14 abgeschlossen; eine entsprechende Fugendichtung kann zur Luftseite hin angebracht werden.

[0037] Während Fig. 1 den Einbauzustand der beiden die Ringfuge 4 bildenden Tübbingringe n bzw. $n+1$ zeigt, in der der Fugenversatz V der Ringachsen S_n bzw. S_{n+1} auftritt, zeigt Fig. 2 den Endzustand, in dem sich auch der Tübbingring $n+1$ durch die inzwischen auf ihn wirkende äußere Belastung der ovalisierten Form des Tübbingrings n angepasst hat. In diesem Zustand wird der aus den Ausnehmungen 10 und 11 gebildete Hohlraum durch den Einpresskanal 12 in erfindungsgemäßer Weise verpresst; das Verpressmaterial ist bei 15 angedeutet. Wenn in dieser Phase noch ein Restversatz "V" verblieben sein sollte, ist das im Rahmen der Erfindung unschädlich.

[0038] Als Verpressmaterial 15 dient vorzugsweise ein thermoplastisches Elastomer (TPE), das in einem - nicht dargestellten - Heizwerkzeug plastifiziert und mittels eines entsprechenden Press-Pump-Werkzeugs, das ebenfalls nicht Gegenstand der Erfindung ist, durch die Einpresskanäle 12 in die aus den Ausnehmungen 10 und 11 gebildeten Hohlräume der Ringfugen 4 eingespritzt wird. Je nach Zusammensetzung des Materials sind für die Plastifizierung Temperaturen bis etwa 200 °C erforderlich, die für als Fertigbetonteile ausgebildete Tübbinge unschädlich sind. Nach Erkalten des Materials stellt sich ein elastischer bzw. elastoplastischer Zustand ein, der die Übertragung von Kräften in der Ringfuge 4 gewährleistet.

[0039] Die Verpressung der Hohlräume zur Erzeugung von Dübeln kann vor, während oder nach dem weiteren Vortrieb der Tunnelbohrmaschine und dem damit verbundenen Vorschub des Schildschwanzes erfolgen; sie sollte jedenfalls dann erfolgen, wenn die durch den Bauzustand bedingten Verformungen der Tübbingringe eingetreten sind.

[0040] Die Durchleitung von Normalkräften durch die Ringfuge 4 kann in an sich bekannter Weise durch Beton-Beton-Kontakt oder durch Einlegen von Fugenplättchen erfolgen. Werden diese Fugenplättchen mit einer zentrischen Durchbrechung versehen, deren Durchmesser demjenigen der Ausnehmungen 10, 12 entspricht und werden sie an der Stelle der Ausnehmungen befestigt, dann gelingt so zugleich eine Abdichtung gegen ein Eindringen des Verpressmaterials in den Fugenspalt.

[0041] In entsprechender Weise können auch Dübelverbindungen an den Längsfugen der Tübbingringe hergestellt werden. Die in Ringrichtung wirkenden Normalkräfte werden üblicherweise durch Betonkontakt der Stirnflächen übertragen.

[0042] Nach Erkalten in dem durch die Ausnehmungen

gen 10, 11 gebildeten Hohlraum verhalten sich die angegebenen Kunststoffe entsprechend ihrem Materialgesetz, in der Regel "stahlelastisch" nach DIN 7724 in genau definierter Form und sind somit in der Lage, die ihnen zugewiesenen Querkkräfte in Abhängigkeit von den ermittelten Verformungen zu übertragen. In der Kunststofftechnik stehen in ausreichendem Maße thermoplastische Materialien zur Verfügung, um für jeden Einzelfall das optimale Material auswählen zu können. Das Material muss eine ausreichende Schubfestigkeit bei gleichzeitiger Elastizität gegen Scherverformungen aufweisen.

[0043] Es ist weiterhin möglich, in die Ausnehmungen 10 bzw. 11 vor oder während der Montage Stahlstäbe oder ähnliches geringeren Durchmessers einzulegen, die nach dem Verpressen eine "Bewehrung" und Verstärkung der Dübelverbindung bilden. Die fertiggestellte Dübelverbindung weist dann eine ähnliche Wirkungsweise auf wie herkömmliche Kunststoffdübel mit Stahlkern ohne den Nachteil des beschriebenen Schlupfes und der Nachgiebigkeit.

[0044] In entsprechender Weise ist es auch möglich, den Ausnehmungen eine besondere Form zu geben, um gegebenenfalls auch Zugkräfte in der Ringfuge 4 aufnehmen zu können. Ein Schnitt durch eine solche Ausnehmung 10a ist in Fig. 7 dargestellt. Die Ausnehmung 10a, in die wieder ein Einpresskanal 12a mündet, hat hier beispielsweise am Ende eine Aufweitung 16 in Form eines Ankerkopfes; weiterhin ist eine Aufweitung 17 angedeutet, die beispielsweise auch eine gewindeartige Profilierung darstellen kann. In diesem Fall können einer erfindungsgemäßen Dübelverbindung durch außermittige Anordnung auch Biegemomente zugewiesen werden oder es können durch eine derartige Dübelverbindung die üblichen Verschraubungen zur Gewährleistung der Vorspannkräfte für Dichtprofile entfallen.

[0045] Während die Erfindung anhand der Fig. 1 und 2 am Beispiel einer Dübelverbindung zwischen benachbarten, in einer Ringfuge zusammenstoßenden Tübbingringen erläutert wurde, zeigen die Fig. 3 und 4 die Anwendung der Erfindung auf die Herstellung einer Ringfugendichtung. Auch hier zeigen die Fig. 3 und 4 jeweils Ausschnitte aus Längsschnitten durch eine Tübbingauskleidung mit Querschnitt durch eine Ringfuge in unterschiedlichen Bauphasen, nämlich in Fig. 3 im Einbauzustand und in Fig. 4 im Endzustand.

[0046] In dem in Fig. 3 dargestellten Einbauzustand hat der Tübbingring n wieder gerade den Schildschwanz 5 verlassen; auf ihn wirken bereits die äußeren Lasten, unter deren Wirkung er sich ovalisiert hat. Der Tübbingring $n+1$ wurde gerade montiert; er hat noch die "absolut richtige" Lage mit der Längsachse S_{n+1} . Der Versatz zwischen der Achse S_n des Tübbingrings n und der Achse S_{n+1} des Tübbingrings $n+1$ ist wieder mit V bezeichnet.

[0047] Die die Ringfuge 4 bildenden Stirnflächen der Tübbinge 2a und 3a umfassen hier eine Art Nut-Feder-Verbindung. In der Stirnfläche des - linken - Tübbings 3a befindet sich eine Ausnehmung 20 in Form einer Ringnut, während die gegenüberliegende Stirnfläche des - rech-

ten - Tübbings 2a eine ringförmige Leiste 21 als Feder aufweist (Fig. 4). Die Ringnut 20 hat eine größere Breite als die Ringleiste 21, so dass im fertig montierten Zustand ein zweikammeriger Hohlraum verbleibt, in den ein von der Innenseite der Auskleidung 1a her zugänglicher Einpresskanal 22 mündet. Die Stirnseiten der Tübbingringe n bzw. n+1 können sich in der Ringfuge 4 unmittelbar berühren oder zur Luft- bzw. Erdseite hin durch Dichtungen 23 abgeschlossen sein. Ebenso kann an der Stirnfläche der Ringleiste 21 gegebenenfalls eine Gleitmöglichkeit 24 vorgesehen sein.

[0048] Während Fig. 3 den Einbauzustand zeigt, in der zwischen den Tübbingringen n bzw. n+1 noch der Fugenversatz V der Ringachsen S_n bzw. S_{n+1} auftritt, zeigt Fig. 4 den Endzustand, in dem sich auch der Tübbingring n+1 durch die inzwischen auf ihn wirkende äußere Belastung der ovalisierten Form des Tübbingrings n angepasst hat. In diesem Zustand wird die Ringfuge 4 einschließlich der Hohlräume zwischen Ringnut 20 und Ringleiste 21 in erfindungsgemäßer Weise verpresst; das Verpressmaterial ist bei 25 angedeutet.

[0049] Während die Fig. 3 und 4 sich auf die Dichtung der Ringfugen zwischen Tübbingringen einer Tübbingauskleidung eines Tunnels beziehen, zeigen die Fig. 5 und 6 eine Möglichkeit für die Dichtung der Längsfugen. So zeigt Fig. 5 einen Ausschnitt aus einem Querschnitt durch eine Tunnelauskleidung 1b, in der die zu einem Tübbingring zusammengesetzten Tübbinge 2b, 2bb eine Längsfuge 30 bilden. Diese Längsfuge 30 kann grundsätzlich in gleicher Weise ausgebildet sein wie die Ringfugen, d. h. in den Stirnflächen der einzelnen Tübbinge können einander entsprechende Vertiefungen angeordnet sein, die nach dem Zusammenfügen zweier benachbarter Tübbinge einen ein- oder mehrkammerigen Hohlraum bilden. In Fig. 6, die in der linken Hälfte einen Schnitt durch die Längsfuge entlang der Linie VI-VI in Fig. 5 mit Ansicht der Fugenfläche eines Tübbings und in der rechten Hälfte einen Schnitt durch den Tübbing zeigt, sind Vertiefungen 31 in der Fugenfläche des Tübbings 2bb angedeutet, die durch eine Längsrippe 32 voneinander getrennt sind. Auch hier führt ein Einpresskanal 33 von der Luftseite der Tunnelauskleidung 1 her in die Hohlräume zum Einpressen des erfindungsgemäßen Materials.

[0050] Die Längsfugen werden nach Montage eines vollständigen Tübbingrings, zweckmäßig noch vor Verlassen des Schildschwanzes, in erfindungsgemäßer Weise verfüllt. Hierdurch treten insbesondere bei der Montage des Schlusssteins keine Relativverschiebungen der Dichtungen auf. Durch eine Abschottung 34 in Verbindung mit provisorischen Dichtungen 35 können die Fugen Hohlräume der Längs- und Ringfugen 30 bzw. 4 gegeneinander abgegrenzt werden, so dass die Hohlräume unabhängig voneinander verpresst werden können. Durch Bildung von einzelnen Kammern kann eine Mehrfachdichtung erzeugt werden.

[0051] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung und Einbringung der Dichtung von Ring- und Längsfugen

können alle wesentlichen Probleme des konventionellen Tübbingausbaus behoben werden. Folglich wird eine deutlich verbesserte Qualität des Tübbingausbaus erzielt und der Nachbesserungsaufwand deutlich verringert. Durch die vereinfachte Montage der Tübbingringe ergeben sich auch Kosten- und Zeitvorteile im Tübbingausbau.

[0052] Durch weitgehend mittige Anordnung des Zwischenelements, das sowohl der Dichtung als auch der Kraftübertragung dienen kann, ist eine günstigere Krafteinleitung in den Tübbingbeton gegeben, so dass grundsätzlich auch eine Reduzierung der Tübbingdicke gegenüber herkömmlichen Fugenkonstruktionen realisiert werden kann.

[0053] Wenn als Fugenverpressmaterial thermoplastische Elastomere verwendet werden, kann infolge des reversiblen Verhaltens solcher Materialien eine undicht gewordene Fuge durch Erwärmen, ausfließen lassen des Materials und erneutes Einspritzgießen, bei Bedarf sogar mehrfach, erneuert werden. Auch nach Havarie-situationen, zum Beispiel Brandbelastung, ist eine Erneuerung des Fugenmaterials ohne weiteres möglich.

25 Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer kraft- und/oder form-schlüssigen und/oder abdichtenden Verbindung zwischen in einer Fuge zusammenstoßenden vorgefertigten Bauwerksteilen von Bauwerken aus Stahl, Stahl- oder Spannbeton, insbesondere zwischen Tübbing zur Herstellung von Tunneln, Stollen oder dergleichen,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch Ausnehmungen (10, 11, 31) in den die Fuge (4, 30) bildenden Flächen der Bauwerksteil (2, 3) gebildete Hohlräume nach dem Zusammenfügen der Bauwerksteile durch Materialien ausgepresst werden, die zum Zeitpunkt ihres Einbringens flüssig bis zähflüssig sind und die danach in ein elastisches oder elastoplastisches Verhalten übergehen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume durch einander gegenüberliegende Ausnehmungen in den die Fuge bildenden Flächen der Bauwerksteile gebildet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume erst nach etwa aufgetretenen Primärverformungen der Bauwerksteile ausgepresst werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Hohlräume bildenden Ausnehmungen so gestaltet werden und/oder das Verpressmaterial so gewählt wird, dass außer parallel zur Fuge wirkenden Koppelkräften auch

rechtwinklig zur Fuge wirkende Zugkräfte und/oder Biegemomente übertragbar sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Hohlräume bildenden Ausnehmungen so gestaltet werden und/oder das Verpressmaterial so gewählt wird, dass zwischen den die Fuge bildenden Bauwerksteilen eine Abdichtung des Fugenzwischenraumes erzielt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Ausnehmungen vor dem Zusammenfügen der Bauwerksteile Bewehrungselemente eingelegt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume vor dem Einbringen des Verpressmaterials zu den Außenflächen der Bauwerksteile hin zumindest vorläufig abgedichtet werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Druckbeaufschlagung des Verpressmaterials beim Einbringen in die Hohlräume eine Vorspannung auf die Bauwerksteile erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Auspressen der Hohlräume Kunststoffe, insbesondere thermoplastische Elastomere (TPE) verwendet werden, die zum Einbringen durch Zufuhr von Wärme verflüssigt werden.
10. Einheit aus mindestens zwei in einer Fuge zusammenstoßenden, vorgefertigten Bauwerksteilen aus Stahl, Stahl- oder Spannbeton, insbesondere Tübbinge zur Herstellung von Tunneln, Stollen oder dergleichen, **dadurch gekennzeichnet, dass** in mindestens einer der die Fuge (4, 30) bildenden Flächen der Bauwerksteile (2, 3) Ausnehmungen (10, 11, 31) vorgesehen sind, die nach dem Zusammenfügen jeweils einen Hohlraum bilden, der durch Materialien ausgepresst werden kann, die zum Zeitpunkt ihres Einbringens flüssig bis zähflüssig sind und die danach in ein elastisches oder elastoplastisches Verhalten übergehen.
11. Einheit nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den die Fuge bildenden Flächen der Bauwerksteile (2, 3) einander entsprechende Ausnehmungen (10, 11) vorgesehen sind.
12. Einheit nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem der Bauwerksteile Bewehrungselemente angeordnet sind, die über die jeweilige Außenfläche vorstehen und in die entspre-

chende Ausnehmung des gegenüberliegenden Bauwerksteils hineinragen.

5 Claims

1. A method of producing a force-locking and/or form-locking and/or sealing connection between butt-jointed prefabricated structural elements of structures made of steel, reinforced concrete or prestressed concrete, in particular between tubbing rings for the production of tunnels, galleries or the like,
characterised in that cavities formed by recesses (10,11,31) in the surfaces of the structural elements (2,3) forming the joint (4,30) are pressure-grouted with materials which at the time of their application are fluid to viscous and subsequently pass into an elastic or elastoplastic state.
2. A method according to Claim 1, **characterised in that** the cavities are formed by mutually opposed recesses in the faces of the structural elements forming the joint.
3. A method according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the cavities are pressured-grouted only after any primary deformation of the structural elements has taken place.
4. A method according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the recesses forming the cavities are so configured and/or the pressure-grouting material is so chosen that, in addition to coupling forces acting parallel to the joint, also tensile forces at right angles to the joint and/or bending moments acting can be transmitted.
5. A method according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the recesses forming the cavities are so configured and/or the pressure-grouting material is so chosen that sealing of the joint interstice is effected between the structural elements forming the joint.
6. A method according to Claim 4, **characterised in that** reinforcing elements are inserted into the recesses before the joining-together of the structural elements.
7. A method according to any one of Claims 1 to 6, **characterised in that**, before the application of the pressure-grouting material, the cavities are at least provisionally sealed towards the outer surfaces of the structural elements.
8. A method according to any one of Claims 1 to 7,

characterised in that preloading is exerted on the structural elements by the application of pressure from the pressure-grouting material as it is introduced into the cavities.

9. A method according to any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** synthetic materials are used for the pressure-grouting of the cavities, in particular thermoplastic elastomers (TPE) which, for application, are liquefied by heat input.
10. A unit comprising at least two butt-jointed prefabricated structural elements made of steel, reinforced concrete or prestressed concrete, in particular tubing rings for the production of tunnels, galleries or the like, **characterised in that** in at least one of the faces of the structural elements (2,3) forming the joint (4,30) there are provided recesses (10,11,31) which after the joining-together each form a cavity which can be pressure-grouted with materials which at the time of their application are fluid to viscous and which subsequently pass into an elastic or elasto-plastic state.
11. A unit according to Claim 10, **characterised in that** corresponding recesses (10,11) are provided in the faces of the structural elements (2,3) forming the joint.
12. A unit according to Claim 10 or 11, **characterised in that** reinforcing elements are disposed in one of the structural elements, which protrude over the respective outer surface and project into the corresponding recess of the opposing structural element.

Revendications

1. Procédé pour réaliser un raccordement par adhérence et/ou par complémentarité de forme et/ou hermétique entre des composants de construction préfabriqués se rencontrant dans un joint, appartenant à des constructions en acier, béton armé ou béton précontraint, en particulier entre des segments de cuvelage pour la fabrication de tunnels, de galeries ou similaires, **caractérisé en ce que** des cavités formées par des évidements (10, 11, 31) dans les surfaces des composants de construction (2, 3) constituant le joint sont après l'assemblage des composants de construction comblées par injection avec des matériaux qui sont liquides à semi-liquides au moment de leur introduction et qui passent ensuite à un comportement élastique ou élastoplastique.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les cavités sont formées par des évidements

opposés dans les surfaces constituant le joint des composants de construction.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les cavités sont comblées par injection seulement suite à des déformations primaires des composants de construction qui se seraient produites éventuellement.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les évidements formant les cavités sont conformés et le matériau de compactage est choisi de telle sorte qu'il est possible de transmettre en dehors des forces de couplage agissant en parallèle au joint également des forces de traction agissant perpendiculairement au joint et/ou des moments de flexion.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les évidements formant les cavités sont conformés et/ou le matériau de compactage est choisi de telle sorte qu'entre les composants de construction constituant le joint, l'étanchéité de l'espace de joint est obtenue.
6. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** des éléments d'armature sont insérés dans les évidements avant l'assemblage des composants de construction.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** avant l'introduction du matériau de compactage, les cavités sont scellées, au moins de façon provisoire, vers les surfaces extérieures des composants de construction.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la mise sous pression du matériau de compactage lors de l'introduction dans les cavités produit une précontrainte sur les composants de construction.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** pour combler les cavités par injection, on utilise des matières plastiques, en particulier des élastomères thermoplastiques (TPE), qui sont liquéfiées pour l'introduction par un apport de chaleur.
10. Unité composée d'au moins deux composants de construction préfabriqués se rencontrant dans un joint, en acier, béton armé ou béton précontraint, en particulier des segments de cuvelage pour la fabrication de tunnels, de galeries ou similaires, **caractérisée en ce que** dans au moins l'une des surfaces des composants de construction (2, 3) constituant le joint (4, 30), des évidements (10, 11, 31) sont prévus qui forment après assemblage respectivement

une cavité qui peut être comblée par injection de matériaux qui sont liquides à semi-liquides au moment de leur introduction et qui passent ensuite à un comportement élastique ou élastoplastique.

5

11. Unité selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** dans les surfaces des composants de construction (2, 3) constituant le joint, des évidements (10, 11) correspondants sont prévus.

10

12. Unité selon la revendication 10 ou 11, **caractérisée en ce que** dans l'un des composants de construction, des éléments d'armature sont disposés qui dépassent de la surface extérieure respective et font saillie dans l'évidement correspondant du composant de construction opposé.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

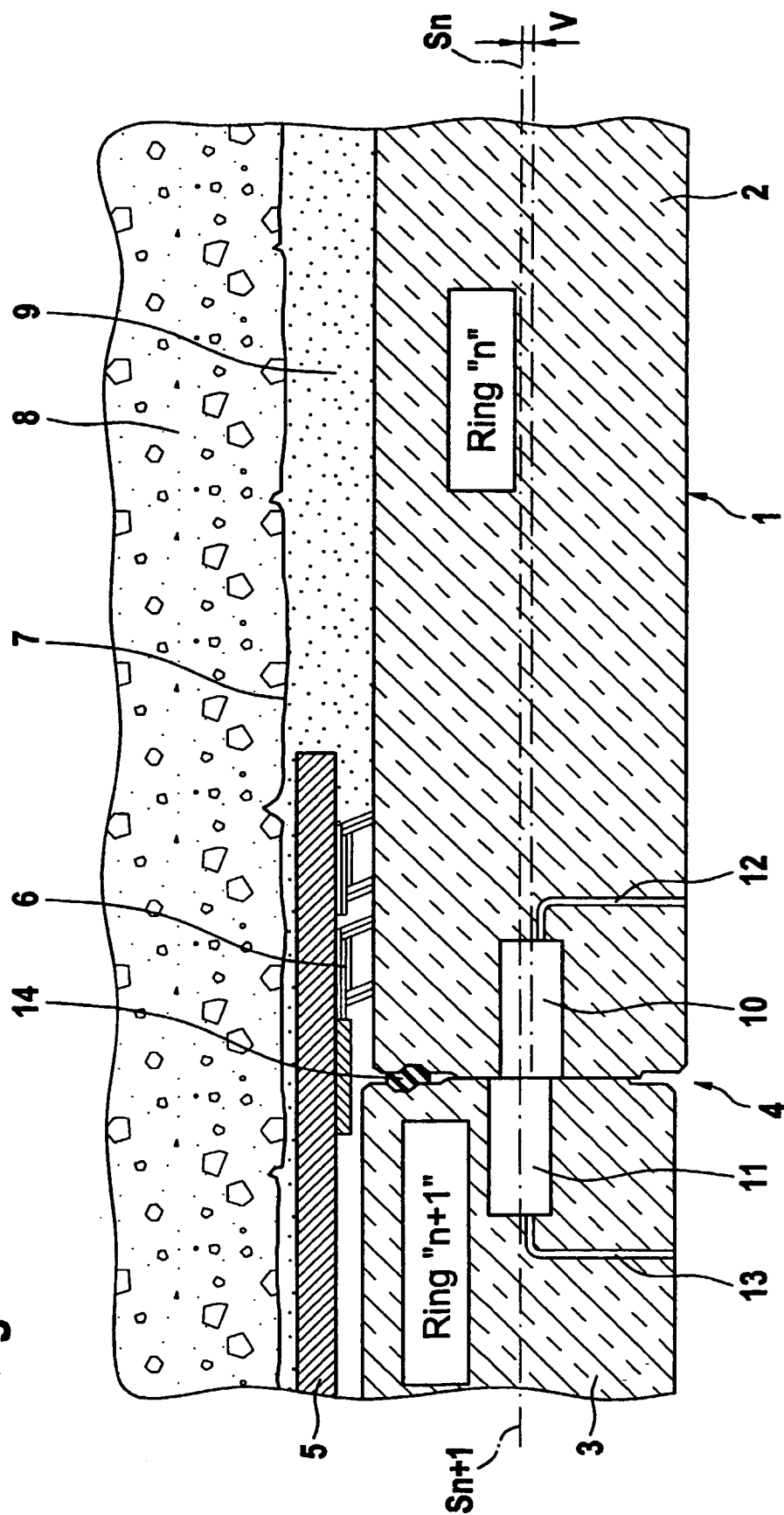


Fig. 2

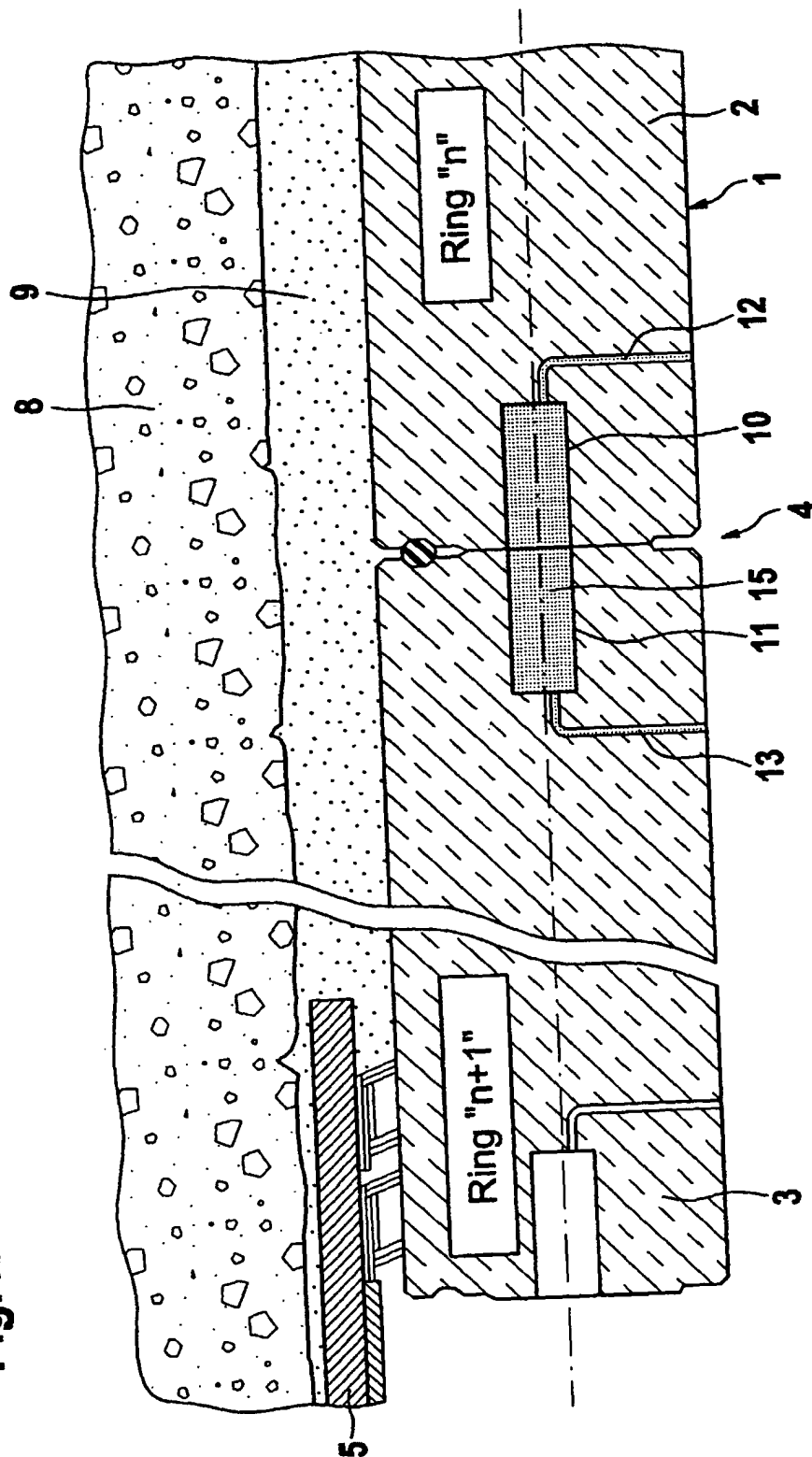


Fig. 3

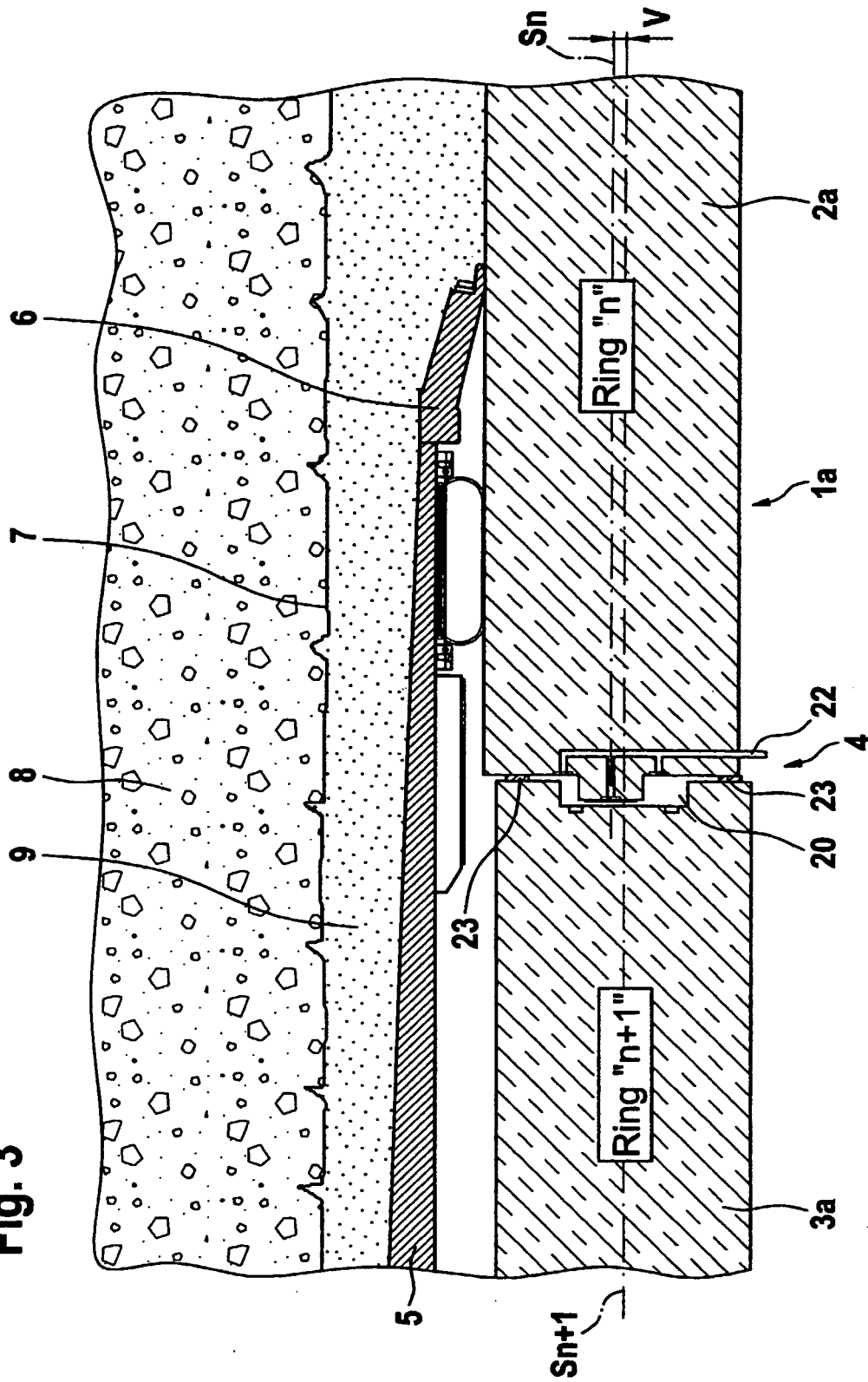
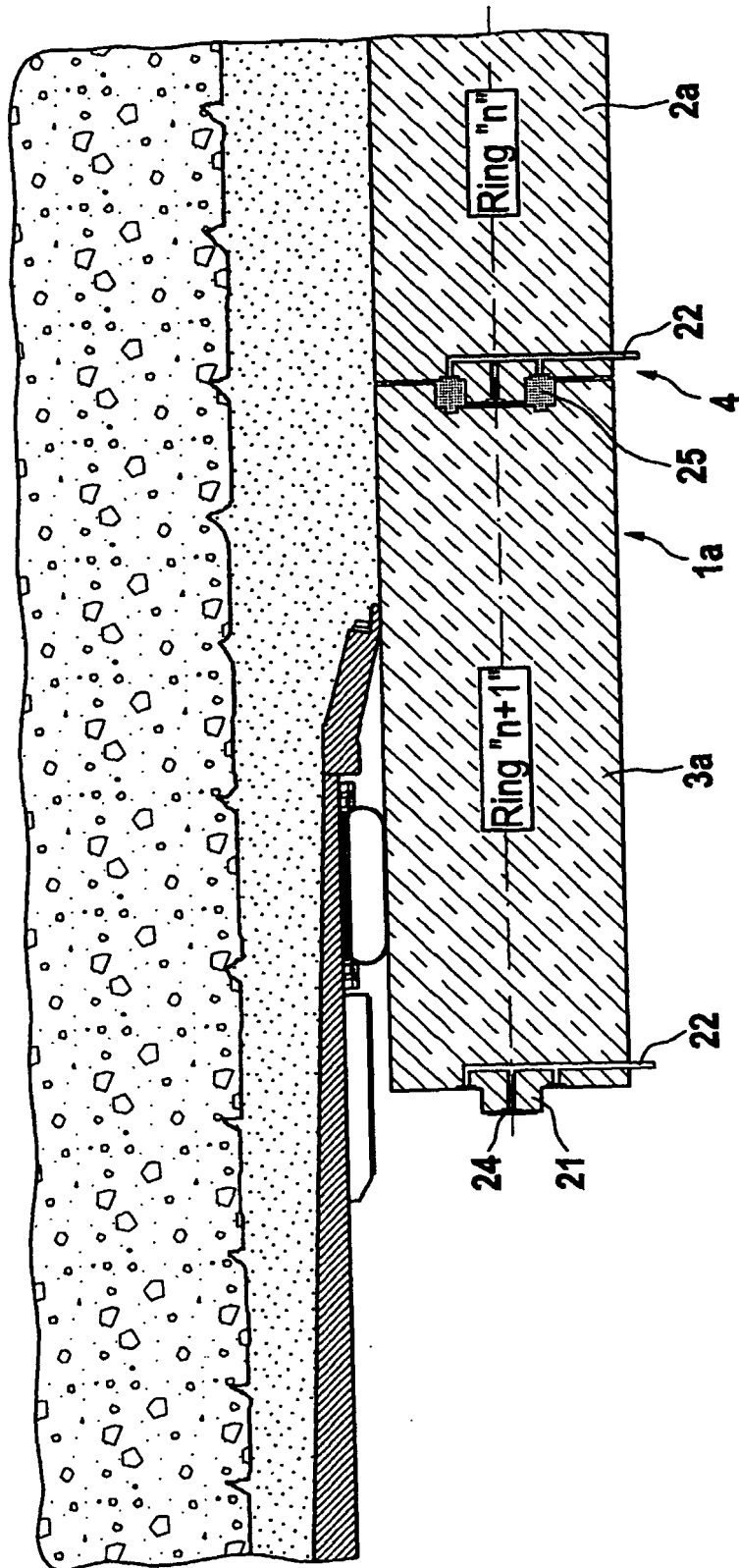
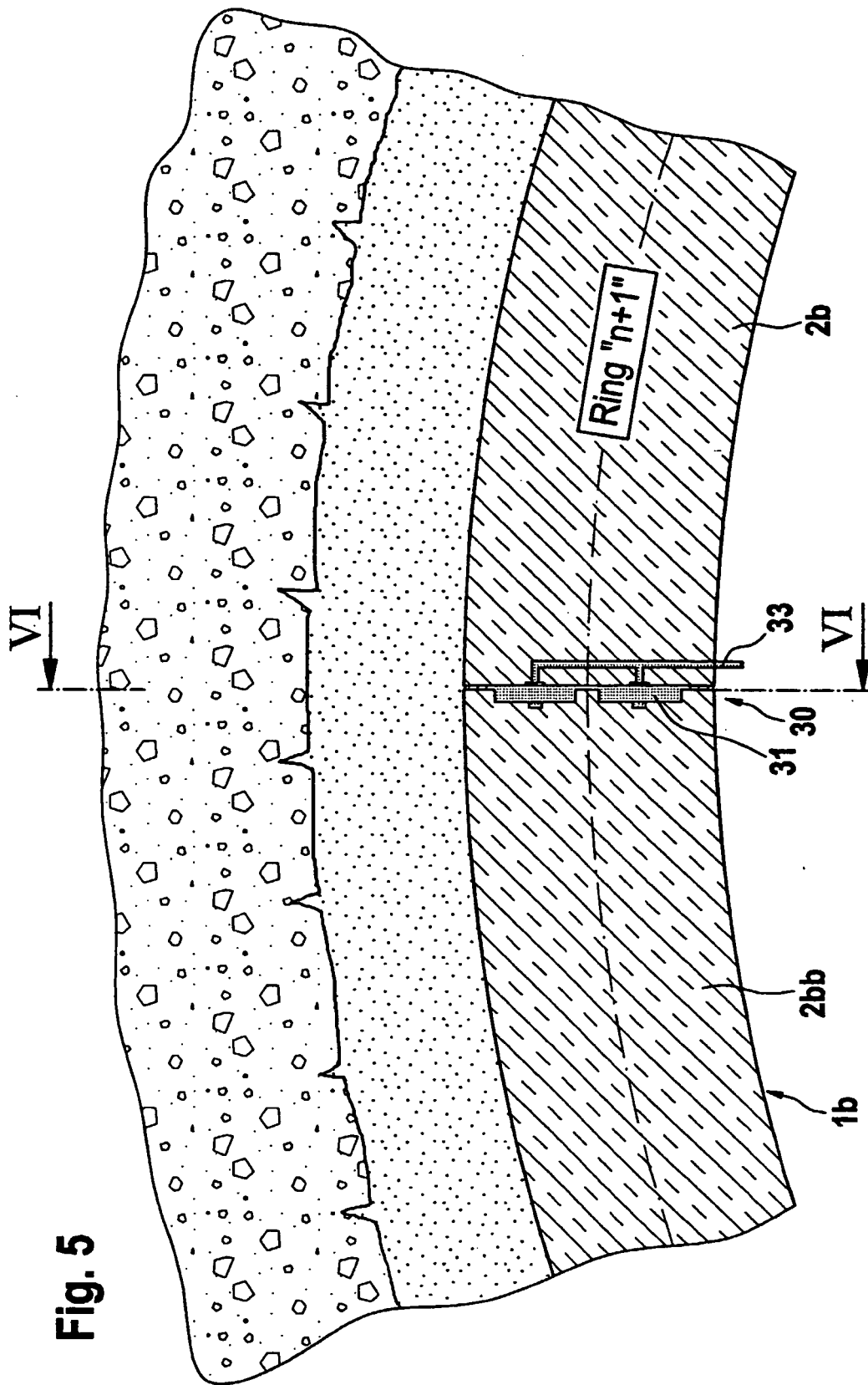


Fig. 4





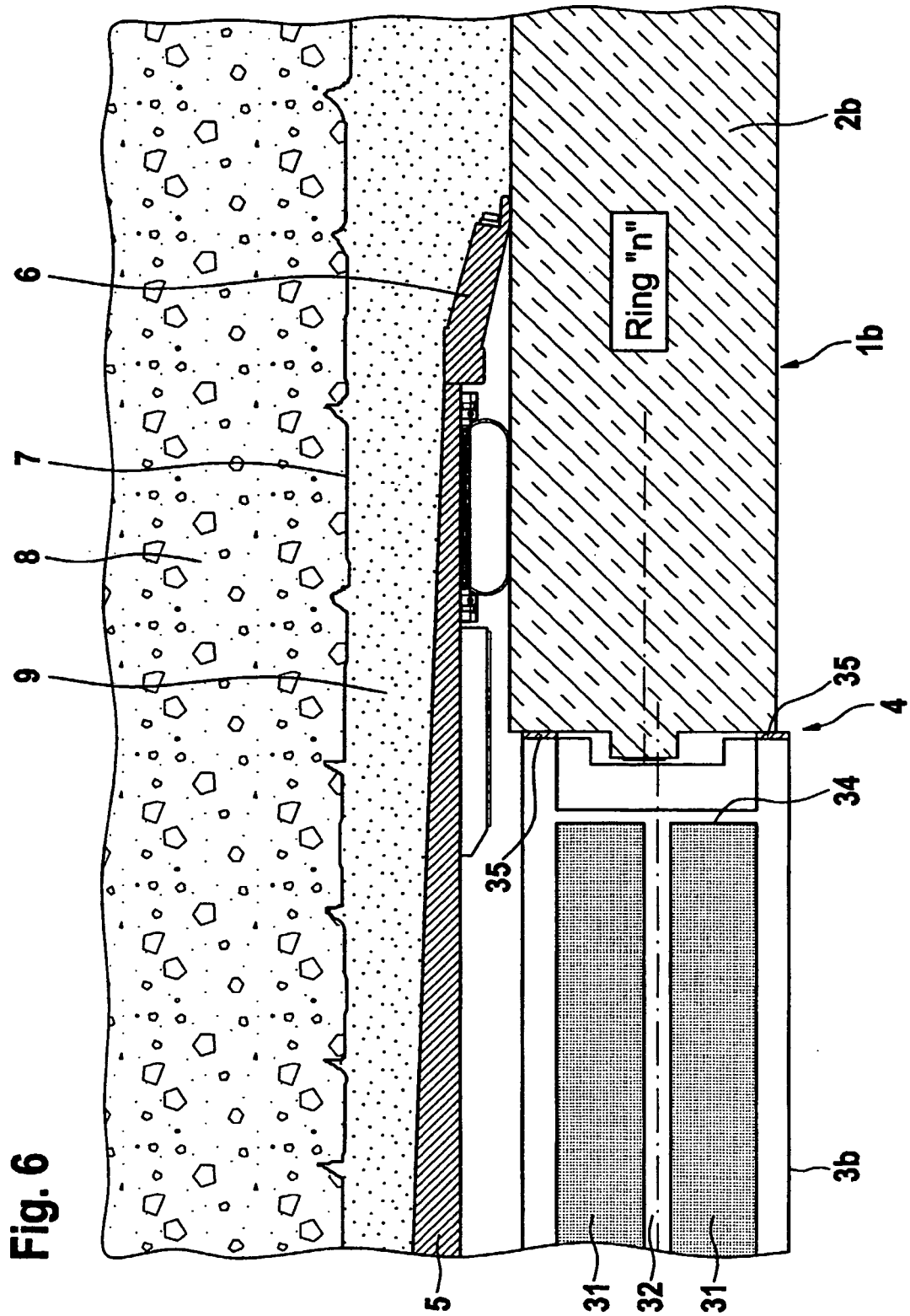
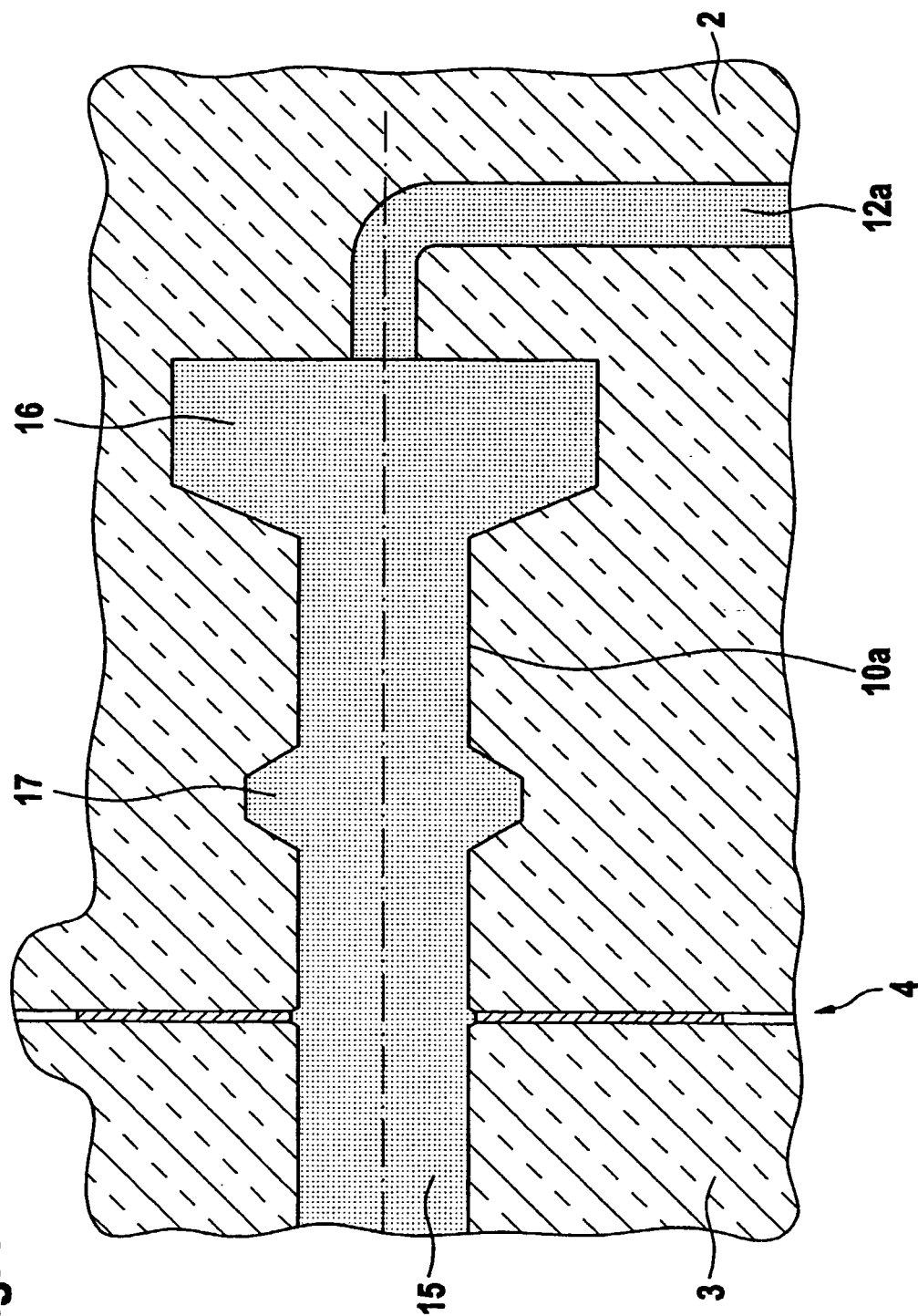


Fig. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10119988 A1 [0004] [0014]
- EP 0340659 A [0007]