



①9



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

①1 **CH 686 198 A5**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>: **E 21 D 011/38**  
**E 21 D 011/15**

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

①2 **PATENTSCHRIFT A5**

②1 Gesuchsnummer: 01379/92

②2 Anmeldungsdatum: 29.04.1992

②4 Patent erteilt: 31.01.1996

④5 Patentschrift veröffentlicht: 31.01.1996

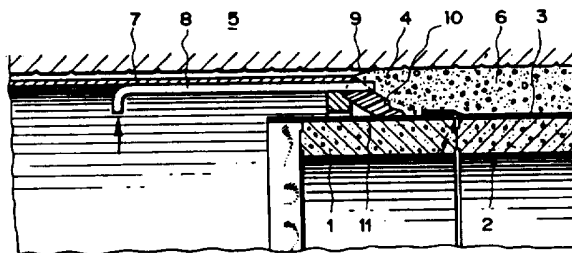
⑦3 Inhaber:  
Marti Holding AG Bern, Freiburgstrasse 133,  
3000 Bern 5 (CH)

⑦2 Erfinder:  
Campana, Emilio, Bern (CH)  
Balmer, Paul, Niederscherli (CH)

⑦4 Vertreter:  
Bovard AG, Optingenstrasse 16, 3000 Bern 25 (CH)

⑤4 **Verfahren zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus mit integrierter Isolation.**

⑤7 Bei einem Verfahren zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus mit integrierter Isolation wird im Schutze eines hinter einem Abbaurad angeordneten rohrförmigen Schildes (7) vor dem Einsetzen von Betonelementen (1), die das Gewölbe (2) bilden, eine folienartige Isolierschicht (3) ausgelegt, welche die danach eingesetzten Betonelemente (1) auf der deml. Gestein und/oder Erdrich (5) zugewandten Seite vollständig einhüllt. In den Ringraum (4) wird beim Vorziehen des Schildes (7) fortlaufend eine mörtelartige Masse (6) eingepresst. Die nach diesem Verfahren ausgebaute Tunnelröhre bietet gegen eindringendes Wasser einen vollständigen Schutz.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus mit integrierter Isolation gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Derartige Verfahren sind bekannt. So wird beim Tunnelbau im wasserführenden Lockergestein der Aushub maschinell im Schutze eines Schildes ausgeführt. Die Stützung der Ortsbrust erfolgt dabei je nach System z.B. über eine Betonit-Stützflüssigkeit, das Abbaurad usw., die Stützung des entstehenden Tunnelraumes erfolgt durch den Schildmantel. Im Schutze dieses Schildmantels wird der Tunnelverbau mit Betonelementen, sogenannten Tübbingen, welche zu einem Ring zusammengebaut werden, der sich an den vorhergehenden Ring aus Betonelementen anschliesst, ausgeführt. Wenn wieder ein derartiger Ring aus Betonelementen erstellt wurde, kann das Abbaurad weiter vorgetrieben werden, der Schild wird zusammen mit dem Abbaurad vorgeschoben, es entsteht wieder Raum, um einen weiteren Ring aus Betonelementen zu erstellen. Der beim Vorschieben des Schildes entstehende Ringraum zwischen dem Erdreich und den Betonelementen wird laufend mit Mörtel verpresst. Der so eingebrachte Tunnelausbau kann den einwirkenden Druckkräften des Gesteins und/oder Erdreiches sowie dem Wasserdruck widerstehen.

Zwischen den gegeneinander gedrückten Betonelementen sind Dichtungselemente eingebracht, die vorzugsweise aus Neoprenprofilen bestehen, wodurch das Tunnelgewölbe gegen eindringendes Wasser abgedichtet ist. Flächenmässig wird die Dichtigkeit durch die Betonelemente übernommen, so dass für gewisse Anwendungsfälle eine genügende Dichtigkeit gegen das Eindringen von Wasser gewährleistet ist.

Bei anspruchsvolleren Bauwerken, beispielsweise bei Autobahntunnels, wird sehr oft eine zusätzliche, vollflächige Abdichtung verlangt. Diese Forderung wird dadurch erfüllt, dass nach dem Erstellen des Gewölbes mit den Betonelementen in einem zusätzlichen Arbeitsvorgang eine zusätzliche Isolierschicht in Form von miteinander verschweissten, folienartigen Bahnen angebracht wird. Diese Folie wird an der Innenseite der Betonelemente im Tunnelumfang ausgelegt und mit einer anschliessend eingebrachten inneren Tunnelschale aus Ortsbeton gestützt. Dieses Innengewölbe muss so dimensioniert sein, dass der Wasserdruck des eventuell durch die Betonelemente durchsickernden Grundwassers aufgenommen werden kann.

Bei diesem Tunnelausbau ist eine praktisch absolute Dichtheit gegenüber eindringendem Grundwasser gegeben. Die Erstellung dieses Tunnelausbaus ist aber durch das erforderliche Einbringen einer zweiten inneren Tunnelschale sehr arbeitsaufwendig und demzufolge teuer.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, ein vereinfachtes Verfahren zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus zu schaffen, mit welchem eine praktisch absolute und vollflächige Dichtigkeit erreicht wird, und das lediglich einen Arbeitsgang erfordert und demzufolge kosten- und zeitsparend ist.

Erfindungsgemäss erfolgt die Lösung durch die in der Kennzeichnung des Anspruches 1 angegebenen Verfahrensschritte.

Durch den Einbau der vollflächigen Abdichtung und der Tübbinge in einem Arbeitsgang ist der anfallende Arbeitsaufwand wesentlich geringer, wodurch entscheidend Kosten und Zeit eingespart werden können.

Die Anforderungen an die Abdichtungen, die zwischen den Betonelementen eingelegt sind, sind wesentlich geringer. Theoretisch kann sogar auf diese Abdichtungen zwischen den Betonelementen verzichtet werden.

Ein zusätzliches Erstellen eines Innengewölbes ist nicht erforderlich.

Bei jedem Schildvortrieb muss der hinter dem Schild beim Vorschieben entstehende Ringraum laufend mit Mörtel verpresst werden, damit die von aussen her wirkenden Kräfte auf die Betonelemente übertragen werden.

In vorteilhafter Weise wird die Stärke und die Qualität dieser Mörtelverpressung so gewählt, dass zusätzlich genügend Freiraum für den Einbau der vollflächigen Isolation entsteht und diese Mörtelschicht eine äussere wirksame Schale bildet.

In vorteilhafter Weise werden die in Bahnform vorliegenden Abdichtfolien derart miteinander verschweisst, dass einzelne Kammern gebildet werden, die in einfacher Weise auf Dichtheit geprüft werden können. Falls undichte Stellen auftreten sollten, können diese nachträglich mit geeigneten Injektionen repariert werden.

Zum Schutz gegen Beschädigung ist die Isolierschicht in vorteilhafter Weise beidseitig mit einer Schutzfolie abgedeckt.

Zusätzliche Vorteile des Verfahrens zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus mit integrierter Isolation ergeben sich aus den weiteren abhängigen Ansprüchen.

Ein erfindungsgemässes Verfahren zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus mit integrierter Isolation wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Querschnittsdarstellung durch einen fertigen Tunnelausbau;

Fig. 2 eine Schnittdarstellung durch die Wandung des tragenden Tunnelausbaus während der Erstellung;

Fig. 3 eine Schnittdarstellung gemäss Fig. 2, in welcher die folienartige Isolierschicht eingebracht wird;

Fig. 4 eine Schnittdarstellung gemäss Fig. 3, wobei ein weiteres Betonelement eingesetzt wurde;

Fig. 5 eine Schnittdarstellung gemäss Fig. 4, bei welcher der Schild vorgezogen und die mörtelartige Masse in den Ringraum eingepresst wird.

Beim fertig erstellten Tunnelausbau, im Schnitt dargestellt in Fig. 1, sind die Betonelemente 1 ersichtlich, die im ausgebrochenen Raum ein rohrförmiges Gewölbe 2 bilden. Aussenseitig auf dem rohrförmigen Gewölbe 2 ist die folienartige Isolierschicht 3 angeordnet, welche das Gewölbe 2 vollständig abdeckt. Der Ringraum 4, der zwischen

dem Gewölbe 2 und dem umgebenden Gestein und/oder Erdreich 5 während des Erstellens entsteht, ist mit einer eingepressten mörtelartigen Masse 6 (Fig. 2) ausgefüllt. Innerhalb des Gewölbes 2 sind die nicht dargestellten zusätzlichen Ausbauten und die erforderlichen Einrichtungen zum Betrieb eines Tunnels untergebracht.

In der in Fig. 2 dargestellten Situation der Erstellungsphase des Tunnelausbaus ist der rohrförmige Schild 7, der sich an das nicht dargestellte Abbaurad anschliesst, vorgezogen worden. Während des Vorziehens des Schildes 7 wird in den zwischen dem eingebrachten Betonelement 1 und dem Gestein oder Erdreich 5 entstandenen Ringraum 4 die mörtelartige Masse 6 eingepresst. Das Einpressen dieser mörtelartigen Masse 6 erfolgt in bekannter Weise über Zuleitungen 8, die über den Umfang des Schildes 7 verteilt angeordnet sind. Um zu vermeiden, dass die eingepresste mörtelartige Masse den Schild 7 umlaufen kann, ist der Schild 7 an seinem Ende aussenseitig mit einem umlaufenden Rückhalteblech 9 ausgerüstet, während die innere Seite des Endes des Schildes 7 eine umlaufende Dichtung 10 aufweist, die aus einem elastischen Material besteht. Die Zuleitungen 8 für das Einbringen der mörtelartigen Masse 6 sind durch Öffnungen, die in dieser umlaufenden Dichtung 10 angebracht sind, hindurchgeführt.

Beim Vorschieben des Schildes 7 gleitet die umlaufende Dichtung 10 auf der folienartigen Isolierschicht 3, welche das Gewölbe 2, bestehend aus Betonelementen 1, vollständig abdeckt. Um zu vermeiden, dass während des Gleitens dieser umlaufenden Dichtung 10 die folienartige Isolierschicht 3 beschädigt wird, kann zwischen die ringförmige Dichtung 10 und die folienartige Isolierschicht 3 eine fettartige Masse 11 eingepresst werden, die einerseits die Reibung vermindert, andererseits die Dichtigkeit zwischen der ringförmigen Dichtung 10 und der folienartigen Isolierschicht 3 gegenüber der mörtelartigen Masse 6 verbessert.

Die Eigenschaften der eingepressten mörtelartigen Masse 6 sind so, dass die Kräfte aus dem Gestein oder Erdreich 5 einwandfrei auf die Betonelemente 1 und demzufolge auf das Gewölbe 2 übertragen werden, d.h. nach dem Erhärten soll die mörtelartige Masse 6 die gewünschte Festigkeit erreichen. Durch die Aushärtung der mörtelartigen Masse 6 entsteht eine äussere Schale, die die folienartige Isolierschicht 3, welche das Gewölbe 2 vollständig abdeckt, schützt, so dass diese in keiner Phase überbeansprucht wird. Des Weiteren kann die mörtelartige Masse 6 mit Zusatzmitteln versehen werden, die als aktiver Schutz gegen chemische Einflüsse, die von aussen auf die folienartige Isolierschicht 3 wirken könnten, auftritt. Des Weiteren kann diese äussere Schale zusätzlich statisch mittragend wirken.

Durch das Vorziehen des Schildes 7 entsteht vor dem zuletzt eingesetzten Betonelement 1 ein freier Arbeitsraum 12, der im Schutz des Schildes 7 Platz schafft, um den Tunnelausbau fortzusetzen, wie in Fig. 3 dargestellt ist. In diesem Arbeitsraum 12 wird nun eine neue Bahn 3' der folienartigen Isolierschicht 3 ausgelegt. Diese Bahn 3' wird mit der be-

stehenden folienartigen Isolierschicht 3 am Rand 13 verschweisst, wonach die Schweissungen überprüft werden. Die Verschweissung der neuen Bahn 3' mit der bestehenden folienartigen Isolierschicht 3 kann dergestalt erfolgen, dass im Randbereich 13 eine Überlappung entsteht, so dass zwei nebeneinander verlaufende Schweissnähte angebracht werden können. Dadurch entsteht eine abgeschlossene Randkammer, die auf Dichtheit überprüft werden kann, so dass die Dichtheit garantiert ist. Die Isolierschicht kann auch mehrlagig aufgebaut sein, wobei diese so miteinander verschweisst werden können, dass mehrere unterteilte Kammern entstehen. Auch diese Kammern lassen sich auf Dichtigkeit prüfen, und erforderlichenfalls mittels geeigneter bekannter Injektionen reparieren.

Nach dem Anbringen und dem Verschweissen der folienartigen Isolierschicht 3 wird an das bestehende Betonelement 1 das nächste Betonelement 1' angesetzt, was wiederum im Schutze des Schildes 7 erfolgen kann. Zwischen den Betonelementen 1 und 1' kann zusätzlich eine Dichtung in Form eines Dichtungsprofils, beispielsweise aus Neopren, angeordnet werden, was aber nicht unbedingt erforderlich ist. Sobald wiederum ein Ring aus Betonelementen 1' erstellt ist, kann der Schild 7 vorgezogen werden, unter gleichzeitigem Einpressen von mörtelartiger Masse 6 in den entstehenden Hohlraum 4, wie es in Fig. 5 dargestellt ist. Danach wiederholt sich der beschriebene Vorgang.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus mit integrierter Isolation lässt sich mit den bekannten Tunnelbaueinrichtungen durchführen. Um mehr Raum für den Einbau und das Verschweissen der Isolierschicht zu schaffen, muss der Schild 7 etwas verlängert und im Durchmesser vergrössert werden.

Trotzdem kann bei gleichem nutzbaren Lichtraumprofil des Tunnels der Durchmesser des Schildes 7 und demzufolge der Durchmesser des Abbaurades verringert werden, da die innere Schale bei diesem Ausbaurverfahren entfällt.

Der Ringraum 4 soll so dimensioniert sein, dass immer und überall eine Schicht aus mörtelartiger Masse 6 mit einer minimalen Stärke entsteht. Dies soll auch bei Steuerbewegungen des Schildes aufrechterhalten werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erstellung eines tragenden Tunnelausbaus mit integrierter Isolation, bestehend aus einem Schild, in welchem eine Tunnelvortriebsmaschine angeordnet ist, welche zum Ausfräsen des Gesteins und/oder Erdreichs mit einem Abbaurad und mit Einrichtungen ausgerüstet ist, welche das vom Abbaurad ausgebrochene Material weg befördern, durch welche die Vortriebsbrust abgestützt wird und wobei im Schutze des rohrförmigen Schildschwanzes genügend Platz vorhanden ist, um die Betonelemente einzusetzen, die das Gewölbe bilden, wobei beim Vorfahren des Abbaurades zusammen mit dem Schild zwischen dem Gestein und dem durch die Betonelemente gebildetem Gewölbe ein Ringraum entsteht, in welchen fortlaufend eine

mörtelartige Masse eingepresst wird, so dass der Ringraum vollständig ausgefüllt wird, dadurch gekennzeichnet, dass im Schutze des Schildes (7) vor dem Einsetzen der Betonelemente (1) eine folienartige Isolierschicht (3) ausgelegt wird, welche die danach eingesetzten Betonelemente (1') auf der dem Gestein und/oder Erdreich (5) zugewandten Seite vollständig einhüllt und gegen in das Gewölbe (2) eindringendes Wasser vollständig abdichtet.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dass der zwischen dem Gewölbe (2), welches durch die eingesetzten Betonelemente (1), die durch die folienartige Isolierschicht (3) abgedeckt sind, gebildet wird, und dem Gestein und/oder Erdreich (5) entstehende Ringraum (4) während des Vorfahrens des Schildes (7) zusammen mit dem Abbaurad mit einer mörtelartigen Masse (6) ausgefüllt wird, die über Zuleitungen (8) in den Ringraum (4) gepresst wird.

10

15

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine an dem den Betonelementen (1) zugewandten Ende des Schildes (7) angebrachte umlaufende Dichtung (10) den mit der mörtelartigen Masse (6) ausgefüllten Ringraum (4) gegen den Schild (7) hin abdichtet, dass zwischen die umlaufende Dichtung (10) und die folienartige Isolierschicht (3) während des Vorfahrens des Schildes (7) eine fettartige Masse (11) eingepresst wird.

20

25

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als folienartige Isolierschicht (3) eine in Bahnform vorliegende Folie verlegt wird, welche Bahnen überlappend miteinander verschweisst werden.

30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als folienartige Isolierschicht (3) mehrere übereinander gelegte, in Bahnform vorliegende Folien verlegt werden und welche mindestens an den Randbereichen (13) miteinander verschweisst werden, wodurch innerhalb der Isolierschicht Kammern gebildet werden.

35

40

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass beim Verschweissen zweier benachbarter Folien in den überlappenden Randbereichen (13) zwei nebeneinander verlaufende Schweissnähte angebracht werden, so dass eine nach aussen abgeschlossene Randkammer entsteht.

45

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die folienartige Isolierschicht (3) mindestens auf einer Seite mit einer Schutzfolie versehen wird, welche Schutzfolie die Isolierschicht vor Beschädigungen schützt.

50

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mörtelartige Masse (6) mit Zusatzmitteln versehen wird, durch welche die folienartige Isolierschicht (3) gegen chemische Einflüsse zusätzlich geschützt wird.

55

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die folienartige Isolierschicht (3) durch die mörtelartige Masse (6) gegen mechanische Einflüsse geschützt wird und dass durch die mörtelartige Masse (6) eine Schale geschaffen wird, die statisch mittragend ist.

60

65

FIG. 1

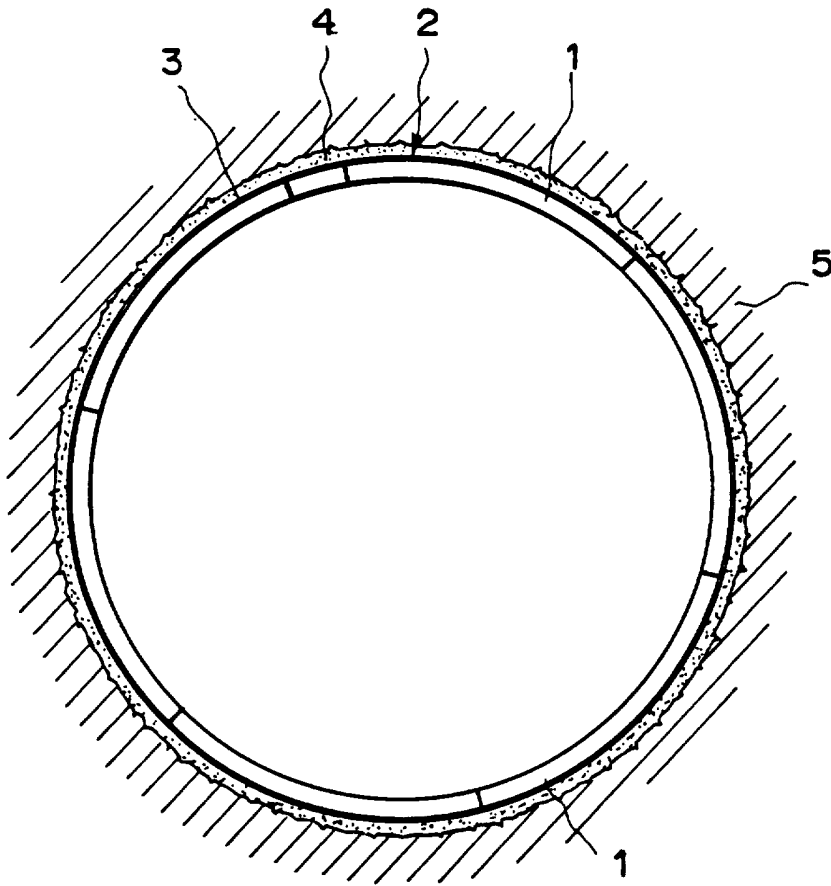


FIG. 2

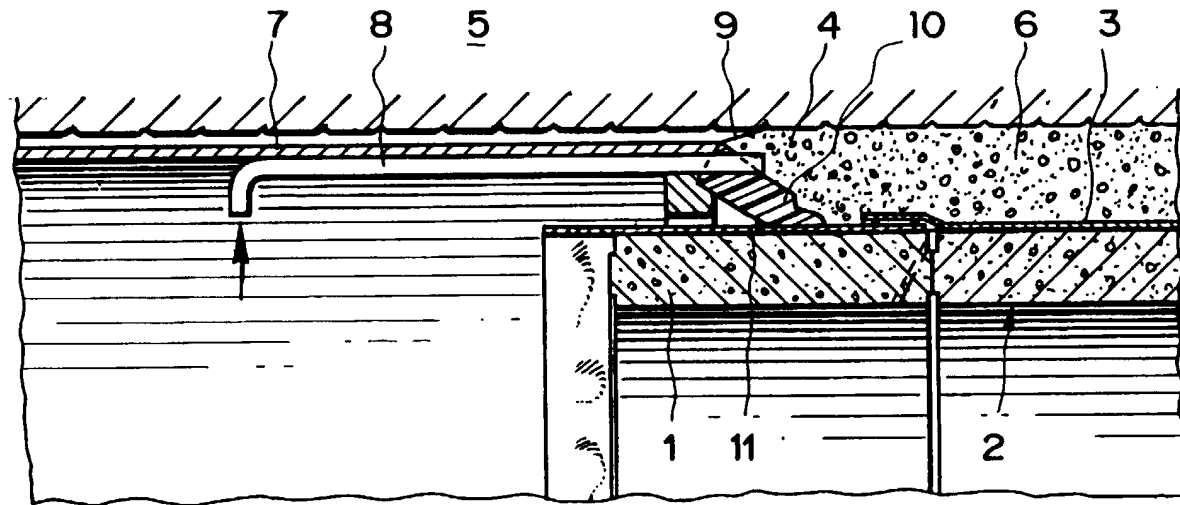


FIG. 3

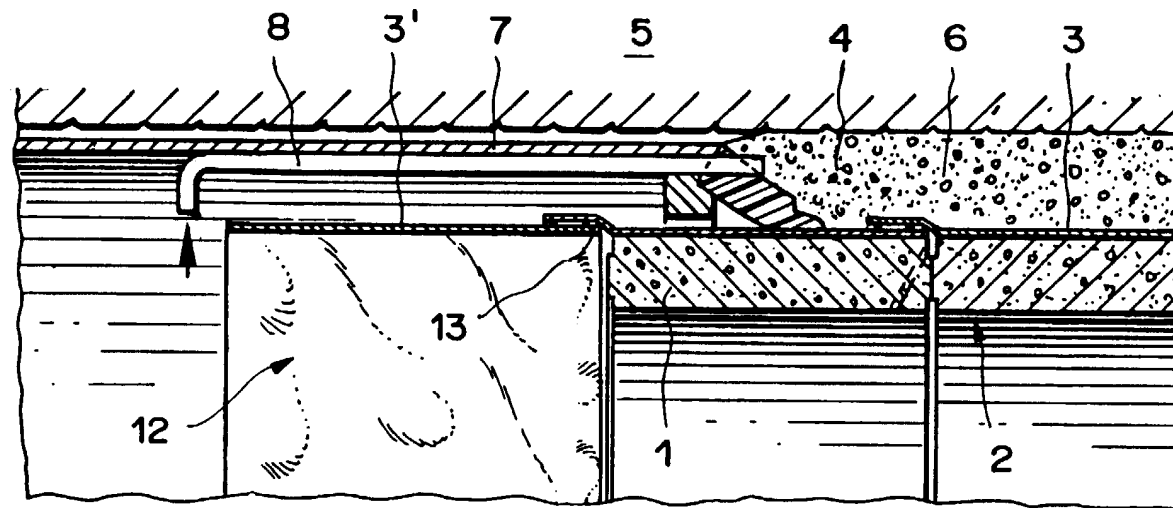


FIG. 4

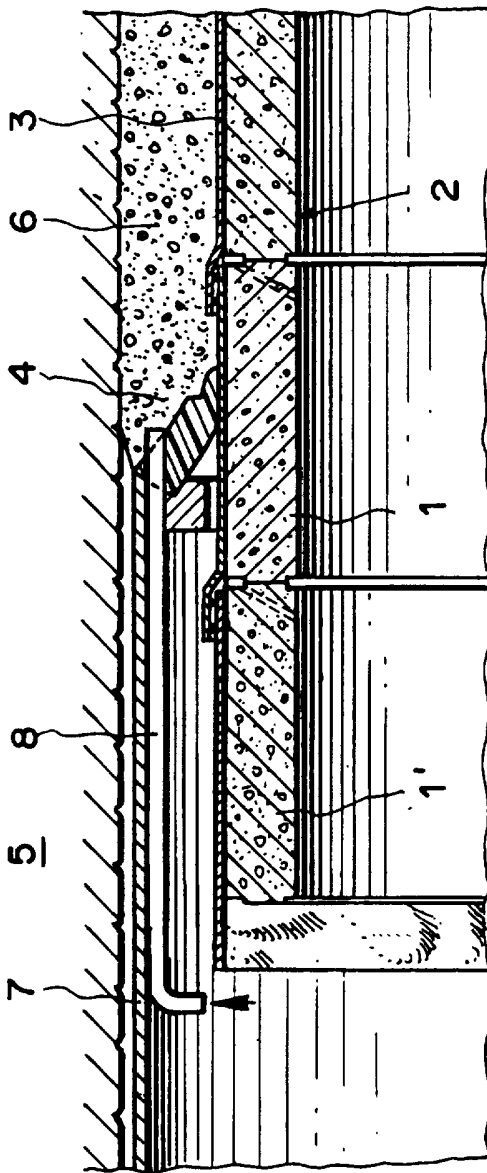


FIG. 5

