



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 323/92

(51) Int.cl.⁵ : E21D 11/08

(22) Anmeldetag: 21. 2.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1993

(45) Ausgabetag: 25. 4.1994

(56) Entgegenhaltungen:

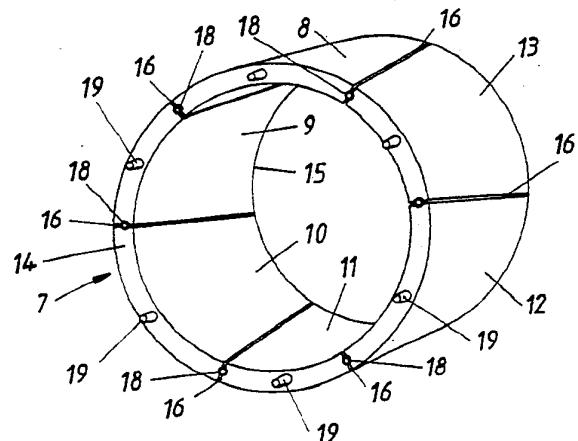
AT-PS 310231 DE-OS1658771 FR-PS2388129
PROSPEKT SIKAPLAN TUNNELDICHTUNGSBAHN; SIIKA CHEMIE
GELSENKIRCHEN; 7 SEITEN; 1988

(73) Patentinhaber:

INGENIEURE MAYREDER, KRAUS & CO. CONSULT
GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) TUNNELAUSBAU IN TÜBBINGBAUWEISE

(57) Ein Tunnelausbau in Tübbingbauweise, besteht aus einander in gerader Anzahl zu je einem Tübbingring (7) ergänzenden, untereinander zumindest ähnlichen, in der Grundform trapez- oder trapezoidförmigen Tübbingsteinen (8 - 13), die an den nach Einbau in die Ringfuge bestimmenden Stirnseiten (14,15) über dübelartige, eine beschränkte Übertragung von Scherkräften zulassende Steckverbindungen (19) und entlang der schrägen Längsfugen (16) über aus durchlaufenden Längsnuten (17) der schrägen Längsseiten und eingelegten Federn (18) bestehende Nut-Federverbindungen zusammengehalten sind. Um eine Nachgiebigkeit des Ausbaues gegenüber dem Gebirgsdruck zu schaffen, sind zusammendrückbar ausgebildete Federn (18) vorgesehen, welche in unbelastetem Zustand die Steine (8 - 13) unter Längsfugenbildung auf Distanz halten und unter dem Gebirgsdruck unter Verringerung der Fugenbreite zusammendrückbar sind, und die Tübbingsteine sind an den Stirnseiten (14,15) über je einen einzigen Mitteldübel (19) mit dem im nächsten Tübbingring (7) benachbarten Tübbingstein verbunden.



B
AT 397 543

Die Erfindung betrifft einen Tunnelausbau in Tübbingbauweise, bestehend aus einander in gerader Anzahl zu je einem Tübbingring ergänzenden, untereinander zumindest ähnlichen, in der Grundform trapez- oder trapezoidförmigen Tübbingsteinen, die an den nach Einbau die Ringfuge bestimmenden Stirnseiten überdübelartige, eine beschränkte Übertragung von Scherkräften zulassende Steckverbindungen und entlang der schrägen Längsfugen über aus einen runden Querschnitt aufweisenden Federn und einen angepaßten Querschnitt aufweisenden, durchlaufenden Längsnuten der schrägen Längsseiten bestehende Nut-Federverbindungen zusammengehalten sind.

Ein derartiger Tunnelausbau ist aus der AT-PS 389 149 bekannt. Der grundsätzliche Vorteil dieser Art des Tunnelausbaus besteht darin, daß Fertigteile Verwendung finden können, die nach einem Baukastensystem zu den Tübbingringen verbindbar sind, wobei die Tübbingringe nach einem Stecksystem zusammengehalten werden, so daß der Einbau der Steine unmittelbar an den Ausbruch anschließend möglichst im Schutze des Schildschwanzes einer Vortriebsmaschine erfolgen kann. Richtungsabweichungen des Tunnelausbaues von der Geraden lassen sich dadurch erzielen, daß man Tübbingsteine verwendet, die einander zu Tübbingringen mit untereinander einen spitzen Winkel einschließenden, durch die Stirnseiten bestimmten Ebenen ergänzen, wobei zwei gegengleich zusammengesetzte Ringe einen Rohrzylinder mit parallelen Stirnseiten ergeben, durch Verdrehung der Ringe aus dieser Lage aber Abweichungen des Ausbaues nach den Seiten und nach oben oder unten möglich werden. Bei der bekannten Ausführung bilden die Federn im wesentlichen Gleitführungen für das Zusammenfügen der Steine und die Steine stoßen an den Schrägrändern nahezu fugenlos aneinander. In diese Fugen können, ebenso wie in die Ringfugen, Dichtungen eingelegt werden.

Bei anderen bekannten Tunnelausbauten wird eine begrenzte radiale Nachgiebigkeit bei Böden und Gebirgen mit schlechter Eigentragfähigkeit bzw. hohem Verformungspotential eingesetzt, um einerseits einen Ausbau aus Fertigteilen in wirtschaftlicher Bauweise zu ermöglichen und anderseits mit Bauelementen, die noch kostengünstig herstellbar sind, das Auslangen zu finden. Durch die radiale Verformbarkeit des Ausbaues wird erreicht, daß zunächst der Erd- bzw. Gebirgsdruck den Ausbau gegen den durch die Stauchelemente definierten Verformungswiderstand im vorgegebenen Maße verformt. Durch ausreichende Bemessung des möglichen Verformungsweges auf Grund der Boden- bzw. Gebirgseigenschaften kann erreicht werden, daß der Boden bzw. Gebirgsdruck mit zunehmender Verformung abnimmt bzw. das Gebirge nach Zurücklegung des definierten Verformungsweges zum Stillstand kommt, so daß der Ausbau einer geringeren Belastung unterliegt als ein starker Ausbau. Als Beispiel für zusätzliche mögliche Anwendungen eines Tunnel- bzw. Schachtausbau der gegenständlichen Art seien Schächte und Stollen mit hohen Überlagerungen bzw. großen Gebirgsdruckerscheinungen bei Alpentransittrouten genannt.

Es ist bisher üblich, bei der Herstellung von Tunnelausbauten im Ausbau einen größeren Spalt vorzusehen. Nach der FR-PS 2 627 802 werden zwischen in der Grundform rechteckigen, gewellten und aus gewelltem Stahlmaterial hergestellten Tübbingen Aufnahmehäuse für Stauchelemente angebracht, die mit den an sie stoßenden Längsrändern der Tübbinge durch Verschraubung, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung von Dichtungen, verbunden werden. Bei anderen bekannten Ausführungen werden im Spalt stabförmige Stauchelemente untergebracht, die sich an den Rändern der beiden dem Spalt benachbarten Ausbauelementen abstützen oder sogar teilweise in diesen Rändern untergebracht sind. Es ist eine Ausführung bekannt, bei der der zur Fuge weisende Rand des einen Elementes Stützplatten trägt, an denen sich Stempel abstützen können, die verformbare Körper bilden, die in vom Rand des anderen Elementes ausgehende, in das Element eingebaute Rohre einschiebbar sind, wobei am Rohrende Klemmkörper oder spanabhebend einkerbend wirkende Körper für die Stempel vorgesehen sind, so daß dem Einschieben der Stempel in die Rohre ein genau definierter Widerstand entgegengesetzt wird. Aus der DE-OS 21 01 092 ist es bekannt, zwischen benachbarten Tübbingen nachgiebige Einlagen aus Holz oder Spanplatten anzubringen. Die SU-PS 823 500 sieht vor, bei Betontübbingen mit geraden parallelen Längsrändern in diesen Längsrändern Vertiefungen anzubringen und diese z. B. V-Nuten bildenden Vertiefungen für die Abstützung von metallischen Stauchkörpern zu verwenden, wobei auch eine nachträgliche Ausfüllung von nicht als Stauchzonen benötigten Spalten mit Beton möglich ist. Mit Ausnahme der Konstruktion nach der genannten FR-PS wird der Gesamtausbau des Tunnels durch die entsprechenden Fugen teilweise unstabil. Eine weitere Beschränkung der Anwendungsmöglichkeit ergibt sich bei allen bekannten Konstruktionen dadurch, daß bei der Anbringung der Stauchelemente an den Rändern von Bauelementen im wesentlichen nur Bauelemente mit zur Tunnellängsachse parallelen Rändern eingesetzt werden können. Ferner ergeben sich bei nur bereichsweise anzubringenden Stauchzonen durch die größeren Fugen für die Unterbringung der Stauchelemente unterschiedliche Abmessungen im Gesamtausbau, die zur Notwendigkeit führen, in stauchzonenfreien Bereichen größere Umfangsabmessungen aufweisende Tübbinge zu verwenden.

Aus der AT-PS 310 231 ist ein Tübbingausbau bekannt, bei dem in der Grundform rechteckige oder trapezförmige Steine zu Tübbingringen zusammengesetzt werden. In den Längsfugen erfolgt die Verbindung über eingelegte Stahlfedern, wogegen die Verbindung an der Ringfuge aufeinanderfolgender Ringe durch zu Ringen gebogene I-Träger erfolgt, die zusätzlich mit Halteschellen an den Steinen befestigt werden. Es ist keine Nachgiebigkeit der Tübbingringe vorhanden.

Nach der FR-PS 2 388 129 werden aus Tübbingsteinen im Schutze des Schildschwanzes einer Vortriebsmaschine zusammengesetzte Tübbingringe hinter dem Schildschwanz auf einen größeren Durchmesser eingestellt, um die Ringfuge zum Ausbruch zu verkleinern. Dabei werden zwei benachbarte, in der Grundform

rechteckige Tübbingsteine über einen hydraulischen Kolbentrieb auseinandergedrückt, wonach in die dadurch gebildete Fuge eine Einlage eingebracht wird. Die Steine greifen an der Längsfuge mit wechselweise konkav und konvex gewölbten Randpartien schwenkbar ineinander. Die Stirnseiten der Steine sind gegengleich abgestuft, um Dichtungsringe einlegen zu können, die beim Aufweiten des Ringes zusammengepreßt werden.

Bei einer Konstruktion nach der DE-OS 16 58 771, bei der ebenfalls keine Nachgiebigkeit der Ringe vorgesehen wird, werden die Tübbingsteine durch Nut-Federverbindungen auf Distanz gehalten. Die Feder ist als einen runden Querschnitt aufweisender Stahlbolzen ausgebildet, der ein Schwenkgelenk für die im Ring benachbarten Tübbingsteine bildet, so daß diese gegeneinander begrenzt verschwenkt werden können, um eine Anpassung an den Tunnelquerschnitt zu erzielen. Nach dem Verlegen müssen die an den Nut-Federverbindungen entstehenden Fugen über eigene Einbringungsöffnungen außen und innen mit Spritzbeton gefüllt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Tunnelausbau der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem mit einfachen Mitteln im Bedarfsfall eine radiale Nachgiebigkeit des Ausbaues erzielt wird, wobei in Problemzonen ebenfalls mit einfachen Mitteln eine einwandfreie und sichere Gas- und Wasserabdichtung der Tunnelröhre ermöglicht werden soll.

Die gestellte Aufgabe wird prinzipiell dadurch gelöst, daß zusammendrückbar ausgebildete Federn vorgesehen sind, welche in unbelastetem Zustand die Steine unter Längsfugenbildung auf Distanz halten und unter dem Gebirgsdruck unter Verringerung der Fugenbreite zusammendrückbar sind, und daß die Tübbingsteine an den Stirnseiten über je einen einzigen Mitteldübel mit dem im nächsten Tübbingring benachbarten Tübbingstein verbunden sind bzw. daß die Längsfugen durch verformbar ausgebildete Dübel zunächst offen gehalten werden.

Bei einem erfindungsgemäßen Tunnelausbau ist es möglich, eine Tunnelbohrmaschine mit nachgiebigem Schildmantel bzw. Schildschwanz einzusetzen und die Tübbingsteine im Schutze dieses Schildschwanzes zusammenzubauen und an die vorher fertiggestellten Tübbingringe anzuschließen, wobei für das Anpressen der Steine an die vorher versetzten Ringe die ohnehin benötigten Vortriebspressen für die Tunnelbohrmaschine einsetzbar sind. Entscheidend ist, daß die Möglichkeit besteht, dem Gebirge kontinuierlich einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen, der zunächst von dem nachgiebigen Schildschwanz und dann von der selbstverständlich nur unter Widerstand zusammendrückbaren Tunnelröhre aufgebracht wird, so daß Auflockerungen des Gebirges weitgehend vermieden werden und das Gebirge seinen neuen Gleichgewichtszustand unter optimal kleinen Verformungswegen erreicht. Die verformbaren Federn stellen wesentlich einfacher verlegbare und herstellbare Stauchelemente dar als die bisher bei Tübbingausbauten anderer Art eingesetzten Stauchelemente und erfüllen diese Funktion zusätzlich zu ihrer Grundfunktion der Verbindung der Schrägsichten der Tübbingsteine. Sie können, gegebenenfalls in Verbindung mit Fugendichtungsbändern, zusätzlich für die Abdichtung der Schrägfugen herangezogen werden. Wesentlich für die Erfindung ist auch, daß jeder Tübbingstein an jeder Stirnseite nur mit einem einzigen, mittleren Dübel mit dem im Folgering benachbarten Stein verbunden wird, so daß bei unterschiedlichen Setzbewegungen an den verschiedenen Fugen eine gewisse Nachgiebigkeit in der Verbindung erzielt wird. Die Steine bei benachbarten Ringen können entweder gleich ausgerichtet sein, wobei bei benachbarten Ringen jeweils an die Basis des einen Steines die schmäleren Parallelseiten des Folgesteines anschließt. Hier entstehen in der Grundform sägezahnförmige Längsfugen über die aufeinanderfolgenden Ringe, wobei die Steilflanke des Sägezahnes durch den Ringspaltanteil gebildet wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, bei den aufeinanderfolgenden Ringen jeweils Basis und Schmalseite der Steine stoßen zu lassen, so daß die gebildeten Längsfugen mit gegengleicher Neigung sich über die gesamte Tunnelröhre fortsetzen.

Nach einer bevorzugten Ausführung weisen die Federn einen rohrförmigen Querschnitt auf. Durch diese Rohrform wird das nachgiebige Zusammendrücken vereinfacht. Die Federn können dabei sowohl hohl ausgeführt sein, als auch mit einer weicheren, gegebenenfalls gegen einen definierten Widerstand auspreßbaren Füllung versehen sein.

Bereits durch den schrägen Verlauf der Steine wird im Zusammenwirken der Nuten mit den Federn eine Schwenkverstellung benachbarter Steine gegeneinander weitgehend verhindert. Es besteht nach einer Weiterbildung auch die zusätzliche Möglichkeit, daß die Tübbingsteine entlang der schrägen Längsränder gegengleiche, einander überlappende Abstufungen aufweisen und daß in gegengleiche Nuten jeder Stufe je eine zusammendrückbare Feder eingelegt ist. Dabei bilden die im Überlappungsbereich aufeinanderliegenden Flächen der Abstufungen zusätzliche, ein Ausknicken einzelner Steine verhindernde Führungen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen

Fig. 1 in stark schematisierter Darstellungsweise einen im Vortrieb befindlichen Tunnel im Längsschnitt durch den Ausbruchsbereich im Bereich des Schildschwanzes und des letzten eben eingebauten Tübbingringes, Fig. 2 einen bei einem erfindungsgemäßen Tunnelausbau verwendbaren Tübbingring im Schaubild, Fig. 3 als Detail zwei miteinander verbundene Tübbingsteine in Vorderansicht und Fig. 4 eine Ausführungsvariante zu Fig. 3.

Mit einer Tunnelbohrmaschine (1), die einen nachgiebigen Schildschwanz (2) aufweist, wird ein dem

Tunnelquerschnitt entsprechender runder Ausbruch (3) hergestellt. Die Tunnelbohrmaschine besitzt Vortriebspressen (4), die auch zum Aneinanderpressen der noch zu beschreibenden Tübbingsteine in aufeinanderfolgenden Tübbingringen eingesetzt werden können.

5 Im Schutz des nachgiebigen Schildschwanzes werden in kritischen Ausbruchsbereichen mit potentiell Wasser- oder Gaszutritt Dichtungsmembranen aus ringförmig geschlossenen Bahn (5) verlegt, die sich im Randbereich (6) mit den Rändern vorher verlegter Bahn überlappen und hier durch Schweißung, Verklebung, Gleitverschlüsse od. dgl. dicht verbunden werden.

10 Ebenfalls im Schutze des Schildschwanzes (3) werden an vorher fertiggestellte Tübbingringe zur Bildung weiterer Tübbingringe (7) Tübbingsteine angesetzt. Jeder Tübbingring besteht aus einer geraden Anzahl, beim Ausführungsbeispiel sechs Tübbingsteinen (9) bis (13), die, wenn keine Abweichung von einem geraden Verlauf der Tunnelachse erforderlich ist, parallele, die Ringfugen bestimmende Stirnseiten (14), (15) aufweisen. Sind Abweichungen von einem geraden Verlauf der Tunnelröhre notwendig, wird man paarweise gleiche Tübbingsteine verwenden, die Tübbingringe mit einander einen spitzen Winkel einschließenden Stirnseiten bestimmen und dadurch Abweichungen erzielen, daß aufeinanderfolgende Tübbingringe unter relativer Verdrehung aus den entsprechenden Steinen zusammengesetzt werden.

15 Die Tübbingsteine (8) bis (13) haben schräge Längsseiten, zwischen denen somit schräg verlaufende Längsfugen (16) gebildet werden. Die Schrägsichten sind mit halbrunden Nuten (17) versehen, in die einen runden Querschnitt aufweisende, nach Fig. 3 rohrförmige Federn (18) aus unter Erzeugung eines entsprechenden Verformungswiderstandes zusammendrückbarem Material eingelegt sind. Unter dem Gebirgsdruck kann sich 20 also bei Verformung der Federn (18) die Breite der Fugen (16) verändern.

25 In der Mitte der Stirnseiten besitzt jeder Stein (8) bis (13) eine Öffnung, in die ein für den Eingriff in die zugeordnete Öffnung des im nächsten Ring anschließenden Steines bestimmter Dübel (19) eingesetzt werden kann. Diese Dübel lassen die Übertragung von Scherkräften zu und sind im wesentlichen hinsichtlich der Formgebung und dem Herstellungsmaterial so ausgebildet, daß sie sich in den zugeordneten, gegebenenfalls mit Gegenhaltern ausgestatteten Einsatzöffnungen der Tübbingsteine verankern.

30 Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 sind die schrägen Längsseiten zweier aufeinanderfolgender Steine (8'), (9') abgestuft, so daß die zueinander gerichteten Flanken (20), (21) Stütz- und Führungsflächen bilden. Die Abstufungen (22), (23) sind wieder mit gegengleichen Nuten (24) zur Aufnahme rohrförmiger Federn (25) versehen.

35 Bei einer nicht dargestellten Ausführungsvariante können die nachgiebigen, über die Seitenlänge der Steine durchlaufenden Federn (18) auch durch verformbar ausgebildete Dübel ersetzt werden. In diesem Fall kann man beispielsweise die Tübbingsteine (8) bis (13) in aufeinander folgenden Tübbingringen (7) um die halbe Steinbreite versetzt anordnen und jeden Einzelstein an jeder Stirnseite mit wenigstens zwei Dübeln mit den beiden im benachbarten Ring vor ihm stehenden Steinen verbinden. Die Anordnung ist hier so getroffen, daß die verformbaren Dübel die angeschlossenen Steine unter Bildung der für die Nachgiebigkeit des Ausbaues wichtigen Fugen festhalten, wobei sich die Fugen wieder gegen die Verformungskräfte schließen können. Auch Kombinationen aus verformbaren Federn und nachgiebigen Dübeln sind möglich.

40

PATENTANSPRÜCHE

45

1. Tunnelausbau in Tübbingbauweise, bestehend aus einander in gerader Anzahl zu je einem Tübbingring ergänzenden, untereinander zumindest ähnlichen, in der Grundform trapez- oder trapezoidförmigen Tübbingsteinen, die an den nach Einbau die Ringfuge bestimmenden Stirnseiten über dübelartige, eine beschränkte Übertragung von Scherkräften zulassende Steckverbindungen und entlang der schrägen Längsfugen über aus einen runden Querschnitt aufweisenden Federn und einen angepaßten Querschnitt aufweisenden, durchlaufenden Längsnuten der schrägen Längsseiten bestehende Nut-Federverbindungen zusammengehalten sind, dadurch gekennzeichnet, daß zusammendrückbar ausgebildete Federn (18) vorgesehen sind, welche in unbelastetem Zustand die Steine (8 bis 13) unter Längsfugenbildung auf Distanz halten und unter dem Gebirgsdruck unter Verringerung der Fugenbreite zusammendrückbar sind, und daß die Tübbingsteine an den Stirnseiten (14, 15) über je einen einzigen Mitteldübel (19) mit dem im nächsten Tübbingring (7) benachbarten Tübbingstein verbunden sind und bzw. oder, daß insbesondere bei in aufeinander folgenden Ringen (7) um die halbe Ringbreite versetzt angebrachten Steinen zwei oder mehrere verformbar angeordnete Dübel pro Stein die Steine unter Längsfugenbildung auf Distanz halten.

60

2. Tunnelausbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Federn (18, 25) einen rohrförmigen Querschnitt aufweisen.

3. Tunnelausbau nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Tübbingsteine (8', 9') entlang der schrägen Längsränder gegengleiche, einander überlappende Abstufungen (21, 22, 23) aufweisen und daß in gegengleiche Nuten (24) jeder Stufe (22, 23) je eine zusammendrückbare Feder (25) eingelegt ist.

Ausgegeben

25.4.1994

Int. Cl.⁵: E21D 11/08

Blatt 1

FIG. 1

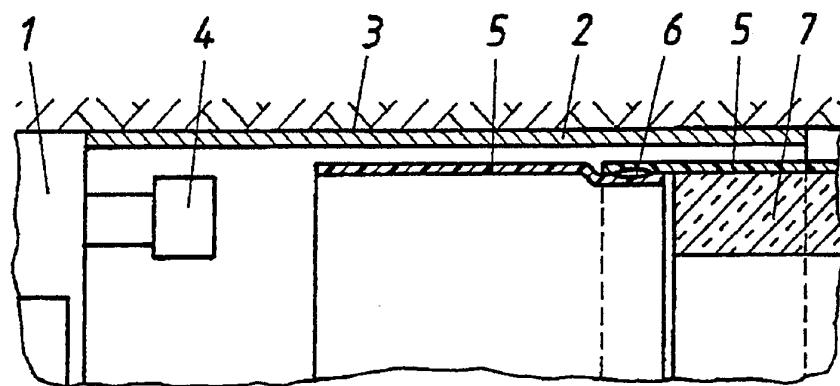


FIG. 2

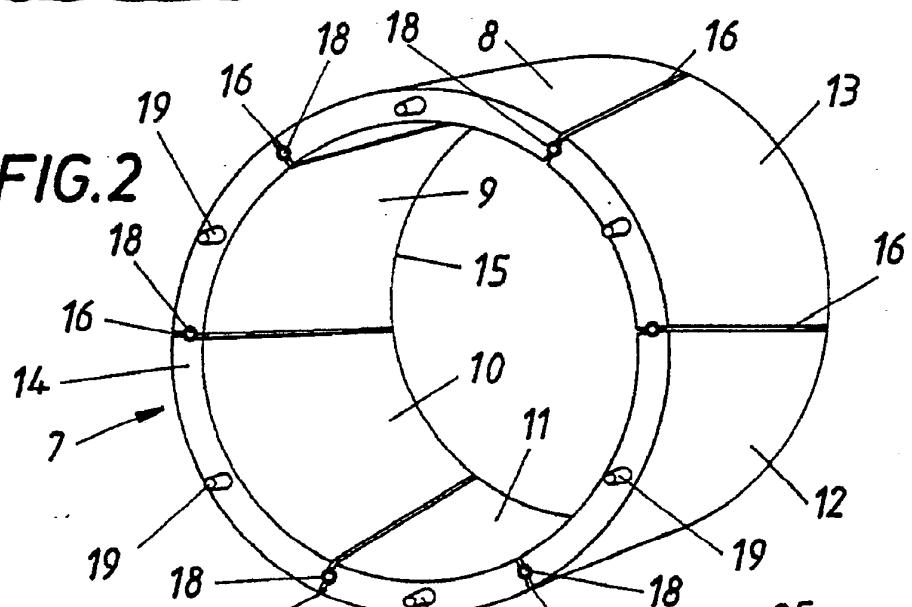


FIG. 3

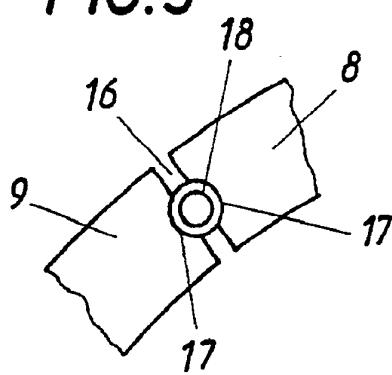


FIG. 4

