



<sup>(10)</sup> **DE 10 2012 203 342 A1** 2012.09.06

## Offenlegungsschrift

**F17D 1/00** (2012.01)

**Burke, Raymond N., Cypress, Tex., US; Venero, Nicholas J., Clinton, N.Y., US**

(54) Bezeichnung: **VOR-ORT-HERSTELLUNG EINER VERBUNDPIPELINE**

Fig. 1 is a perspective view of a device 4 for processing a workpiece 110. The device 4 includes a housing 120 with a top cover 121, a processing unit 101, a support structure 111, a base 130, and a clamping mechanism 131. The processing unit 101 is mounted on the support structure 111 and is configured to process the workpiece 110. The base 130 is positioned below the support structure 111 and is configured to support the workpiece 110. The clamping mechanism 131 is used to secure the workpiece 110 to the base 130.

**Beschreibung****HINTERGRUND**

**[0001]** Für die Beförderung von Gas oder Flüssigkeiten unter Druck über lange Distanzen hinweg wurden umfassende Pipelinesysteme entwickelt. Die Pipelinekonstruktion ist ein kostspieliger und arbeitsaufwendiger Prozess, der im Allgemeinen das Aufreihen der Rohrverbindungen entlang des Wegerechts, an dem die Pipeline bereitzustellen ist, das Verschweißen der Rohrverbindungen und das Beschichten der Rohrverbindungen oder zumindest der Schweißnähten zum Korrosionsschutz umfasst.

**[0002]** Ein Verbundrohr bietet gegenüber Stahlrohren, die im Allgemeinen zur Konstruktion von Öl- und Gaspipelines verwendet werden, zahlreiche Vorteile. Eine Verbundrohrlänge kann im Wesentlichen leichter als das äquivalente Stahlrohr sein, wodurch die Handhabungskosten verringert und die Sicherheit erhöht werden. Ein Verbund kann auch kostengünstiger sein und eine höhere Korrosionsbeständigkeit und Berstfestigkeit als ein äquivalentes Stahlrohr aufweisen. Aus diesem Grund sind verbesserte Verfahren zum Konstruieren von Pipelines mithilfe von Verbundrohren wünschenswert.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER OFFENBARTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0003]** Es werden eine Verbundpipeline und Systeme sowie Verfahren zur Herstellung einer Verbundpipeline an einer Pipelineinstallationsstelle offenbart. Bei einer Ausführungsform enthält ein Verfahren zum Konstruieren einer Pipeline das Anordnen von Rohrabschnitten nahe einer Stelle, an der die Pipeline letztendlich zu installieren ist. Ein Ende von einem ersten der Rohrabschnitte grenzt axial an ein Ende von einem zweiten der Rohrabschnitte an. Die angrenzenden Enden des ersten und zweiten der Rohrabschnitte sind verbunden. Ein durchgehender Materialstreifen ist spiralförmig über die Länge der verbundenen ersten und zweiten der Rohrabschnitte gewickelt, um ein Pipelinesegment zu bilden.

**[0004]** Bei einer weiteren Ausführungsform enthält ein System zum Konstruieren einer Pipeline Auskleiderohrabschnitte, eine Positionierungsvorrichtung, eine Verbindungsvorrichtung und eine Umwicklungsvorrichtung. Die Positionierungsvorrichtung ist eingerichtet, um die Auskleiderohrabschnitte Ende an Ende nahe einer Stelle anzuordnen, an der die Pipeline letztendlich zu installieren ist. Die Verbindungsanordnung ist eingerichtet, um die Auskleiderohrabschnitte axial in ein Rohrsegment zu verbinden. Die Umwicklungsvorrichtung ist eingerichtet, um einen Materialstreifen spiralförmig um die verbundenen Rohrabschnitte zu wickeln, um ein Pipelinesegment zu bilden. Die Umwicklungsvorrichtung ist eingerichtet, um

die Wand des Pipelinesegments auf eine gewünschte Dicke zu bilden, während sie sich längswärts entlang des Pipelinesegments bewegt.

**[0005]** Bei einer noch weiteren Ausführungsform enthält ein Verfahren zur Vor-Ort-Herstellung einer Verbundpipeline das axiale Ausrichten von mehreren Metallrohren nahe einer Stelle, an der die Pipeline letztendlich installiert wird. Die Verrohrungen werden miteinander verschweißt, um ein Verrohrungssegment zu bilden. Ein Spulenmechanismus wird längswärts entlang des Rohrsegments angetrieben. Ein Metallstreifen wird von einer Spule abgewickelt und in einer Spirale über die Länge des Rohrsegments gewickelt, während sich der Spulenmechanismus längswärts entlang des Rohrsegments bewegt.

**[0006]** Bei einer weiteren Ausführungsform enthält eine vor Ort hergestellte Verbundpipeline Auskleiderohre und durchgehende Materialstreifen. Die Auskleiderohre sind Ende an Ende miteinander verschweißt, um ein Rohrsegment zu bilden. Die Materialstreifen sind jeweils spiralförmig um die Mehrzahl von Auskleiderohren gewickelt. Die Materialstreifen erhöhen die Berstfestigkeit einer Umfangswand des Rohrsegments.

**[0007]** Bei einer noch weiteren Ausführungsform wird eine Pipeline mithilfe eines Verfahrens konstruiert, welches das Bereitstellen von Auskleiderohren nahe einer endgültigen Installationsstelle der Pipeline umfasst. Die Auskleiderohre sind angeordnet, um längswärts coaxial vorzuliegen. Die Auskleiderohre sind der Länge nach verbunden. Die verbundenen Auskleiderohre werden durch das spiralförmige Wickeln eines Streifenmaterials um den Umfang der verbundenen Auskleiderohre über die Länge der verbundenen Auskleiderohren verstärkt.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0008]** Für eine detailliertere Beschreibung der Ausführungsformen wird nun auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen:

**[0009]** [Fig. 1](#) ist eine isometrische Ansicht einer Pipelineumwicklungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform;

**[0010]** [Fig. 2](#) ist eine isometrische Ansicht der Pipelineumwicklungsvorrichtung von [Fig. 1](#), nachdem diese auf einer Pipeline platziert wurde, gemäß einer Ausführungsform;

**[0011]** [Fig. 3](#) ist eine Endansicht einer Pipelineumwicklungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform;

**[0012]** [Fig. 4](#) ist eine isometrische Ansicht der Pipelineumwicklungsvorrichtung von [Fig. 3](#);

[0013] **Fig. 5A** ist eine Bodenansicht einer Bewegungsanordnung für die Pipelineumwicklungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform;

[0014] **Fig. 5B** ist eine Seitenansicht der Bewegungsanordnung von **Fig. 5A**;

[0015] **Fig. 5C** und **Fig. 5D** sind ausführliche Ansichten von Abschnitten der in **Fig. 5A** gezeigten Bewegungsanordnung;

[0016] **Fig. 6** ist eine Seitenansicht eines umwickelten Abschnitts einer Pipeline gemäß einer Ausführungsform;

[0017] **Fig. 7** ist ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Herstellung einer Verbundpipeline nahe der endgültigen Installationsstelle der Pipeline gemäß diverser Ausführungsformen;

[0018] **Fig. 8** ist eine Ansicht der Aufreihung von Auskleiderohren im Rahmen eines Verbundpipelineherstellungsvorgangs gemäß diverser Ausführungsformen;

[0019] **Fig. 9** ist eine Ansicht der Verschweißung von Auskleiderohren im Rahmen eines Verbundpipelineherstellungsvorgangs gemäß diversen Ausführungsformen;

[0020] **Fig. 10A** ist eine Ansicht des Umwickelns des Auskleiderohrsegments im Rahmen eines Verbundmaterialherstellungsvorgangs gemäß diversen Ausführungsformen;

[0021] **Fig. 10B** zeigt einen Verbundpipelineherstellungsvorgang unter Verwendung einer Pipelineumwicklungsvorrichtung, die von einem Schienensystem getragen wird, gemäß diversen Ausführungsformen;

[0022] **Fig. 11** ist eine Ansicht des Beschichtens eines Verbundpipelinesegments im Rahmen eines Verbundpipelineherstellungsvorgangs gemäß diversen Ausführungsformen;

[0023] **Fig. 12** ist eine Ansicht eines zu einem Verbundpipelinesegment hinzugefügten verjüngten Endes im Rahmen eines Verbundpipelineherstellungsvorgangs gemäß diversen Ausführungsformen;

[0024] **Fig. 13** ist eine Ansicht eines Verbundpipelinesegments, das an einem Bereitstellungsort positioniert wird, gemäß diversen Ausführungsformen;

[0025] **Fig. 14** ist eine Ansicht eines Längsschnitts eines Verbundrohrsegments, das gemäß diversen Ausführungsformen konstruiert ist.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER OFFENBARTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0026] In den Zeichnungen und der folgenden Beschreibung sind ähnliche Teile in der gesamten Schrift und den Zeichnungen mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren in den Zeichnungen sind nicht unbedingt maßstabsgetreu. Gewisse Merkmale der Erfindung können in übertriebenem Maßstab oder in schematischer Form dargestellt sein, und einige Details von herkömmlichen Elementen können der Klarheit und Präzision wegen nicht gezeigt sein. Die Erfindung unterliegt unterschiedlichen Ausführungsformen. Einige spezifische Ausführungsformen sind ausführlich beschrieben und in den Zeichnungen gezeigt, wobei die Offenbarung als beispielhafte Darstellung der Prinzipien der Erfindung auszulegen ist und die Erfindung nicht auf die gezeigten- und beschriebenen Ausführungsformen begrenzt sein soll. Die unterschiedlichen Lehren der im Folgenden besprochenen Ausführungsformen können einzeln oder in einer beliebigen geeigneten Kombination verwendet werden, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen. Die Ausdrücke "verbinden", "eingreifen", "koppeln", "befestigen" und andere Ausdrücke, die eine Interaktion zwischen Elementen beschreiben, sollen die Interaktion nicht auf die direkte Interaktion zwischen den Elementen begrenzen und können auch die indirekte Interaktion zwischen den beschriebenen Elementen umfassen. Die diversen oben genannten Charakteristika sowie andere, im Folgenden ausführlicher beschriebenen Merkmale und Charakteristika, gehen für den Fachmann aus der folgenden ausführlichen Beschreibung der Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen leicht hervor.

[0027] Obwohl Verbundrohre gegenüber herkömmlichen Stahlrohren zahlreiche Vorteile bieten, greift man bei der Konstruktion von Pipelines mithilfe eines Verbundrohrs im Allgemeinen auf die gleichen Verfahren wie bei Stahlrohren zurück. Die vorliegende Offenbarung stellt Verfahren und Systeme zum Konstruieren einer Pipeline mithilfe eines Verbundrohrs bereit, wobei das Verbundrohr in Form eines Pipelinesegments unbestimmter Länge an oder nahe der Stelle, an der die Pipeline letztendlich installiert wird, hergestellt wird. Die offenbarte Vorrichtung und die offenbarten Verfahren können für diverse Rohrdurchmesser herangezogen werden und bieten verringerte Konstruktionskosten sowie eine Pipeline, die leichter und stärker als eine mit herkömmlichen Verfahren hergestellte ist. Bei zumindest einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird eine Pipelineumwicklungsvorrichtung an der Installationsstelle der Pipeline verwendet, um eine Verbundpipeline herzustellen.

[0028] In **Fig. 1** wird eine Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** gemäß hier geoffenbarten Ausführungsformen

rungsformen gezeigt. Die Umwicklungsvorrichtung **101** ist für die Vor-Ort-Herstellung einer Verbundpipeline eingerichtet. Die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** kann auf einem Anhänger **110** an eine Stelle transportiert werden, an der die Pipeline herzustellen und bereitzustellen ist. Der Anhänger **110** kann einen Kran **111** umfassen, um die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** an ausgewählten Positionen entlang eines Pipelinesegments zu platzieren. Um den Betrieb der Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** an fern gelegenen Positionen zu ermöglichen, kann der Anhänger **110** darüber hinaus einen Generator **120** für die Stromversorgung der Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** und eine Steuereinheit **121** enthalten. Eine oder mehrere Spulen **130** eines Streifenmaterials **133** können am Anhänger vorgesehen sein. Ein Zuführarm **131** zum Zuführen des Streifens von der Spule **130** zur Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** kann ebenfalls umfasst sein. Das Streifenmaterial **133** kann beispielsweise ein durchgängiger Streifen aus martensitischem Stahl oder kohlenstoffarmem Stahl mit einer Korrosionsschutzbeschichtung sein.

**[0029]** Für das Streifenmaterial **133** können auch verschiedene nicht-metallische Materialien verwendet werden. Beispielsweise kann das Streifenmaterial **133** ein Thermoplast wie Polybutylenterephthalat oder Propylen oder ein wärmeaushärtbares Harz wie Polyester, Polyurethan, Vinylester oder Epoxid sein. Das nicht-metallische Material kann mit Glas oder anderen Fasern verstärkt sein. Thermoplasten und wärmeaushärtbare Harze können mithilfe von Pultrusion hergestellt werden, wodurch ein kontinuierlicher Prozess zur Herstellung eines im Wesentlichen konstanten Querschnitts vorgesehen wird. Im Rahmen des Pultrusionsprozesses kann das nicht-metallische Material während der Bildung zum Streifenmaterial **133** mit Fasern verstärkt werden. Das entstehende Streifenmaterial **133** kann zur Verwendung bei Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung auf eine Spule gewickelt sein.

**[0030]** Die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) zeigen die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** nach Platzierung auf das Pipelinesegment **4**. Das Pipelinesegment **4** kann aus nicht-umwickelten oder umwickelten Rohren zusammengesetzt sein. Die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** wird mithilfe des Krans **111** am Pipelinesegment **4** platziert. Ein Ralmen **300** der Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** weist eine Öffnung **340** auf, die ausreichend breit ist, um das Pipelinesegment **4** aufzunehmen. Ein Wickelkopf **301**, der das Streifenmaterial um das Pipelinesegment **4** wickelt, enthält einen entfernbaren Abschnitt **341**, der ausreichend breit ist, um das Pipelinesegment **4** aufzunehmen. Nach Platzierung auf dem Pipelinesegment **4** wird der entfernbare Abschnitt **341** wieder auf den Wickelkopf **301** aufgesetzt, um die Pipeline **4** vollständig zu umgeben.

**[0031]** Bezugnehmend auf die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) kann der Vorgang des Verstärkens der Wand eines zu konstruierenden Pipelinesegments durch das Zuführen des Streifenmaterials **133** von der Spule **130** zur Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** erfolgen. Der Streifen **133** wird von einer Rolle **305** abwärts auf eine Tragrolle **302** zugeführt. In der in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigten Ausrichtung gegen den Uhrzeigersinn um die Tragrolle **302** verlaufend, wird der Streifen **133** durch eine Umwälzrolle **303** und eine Vorformungsanordnung **304** geführt, die eingerichtet ist, um den Streifen **133** in einen Durchmesser zu biegen, nahe dem Durchmesser des Pipelinesegments **4**. Das Ende **320** des Streifens **133** kann dann an der Außenseite des Pipelinesegments **4** befestigt werden, beispielsweise mithilfe eines schnell aushärtenden Klebstoffs, einer mechanischer Klemmung oder einer Verschweißung.

**[0032]** Nach Befestigung des Endes **320** des Streifens **133** wird der Streifen **133** vom Wickelkopf **301** um das Pipelinesegment **4** gewickelt. Während der Wickelkopf **301** den Streifen um das Pipelinesegment **4** wickelt, wird ein weiterer Streifen **133** um die Tragrolle **302** gewickelt. Jede Rotation des Wickelkopfs **301** fügt eine weitere Schicht aus Streifen **133** zur Tragrolle **302** hinzu, die den Streifen **133** aufgrund des größeren Durchmessers schneller aufnimmt, als dieser auf die Pipeline **4** gewickelt wird. Das Fassungsvermögen (durch den Kreis **310** angezeigt) der Tragrolle **302** kann derart gewählt werden, dass, nachdem die Hälfte des Streifens **133** von der Spule **130** auf die Pipeline **4** gewickelt wurde, die restliche Hälfte des Streifens **133** von der Tragrolle **302** getragen wird.

**[0033]** Der Wickelkopf **301** bewegt sich während der Rotation axial in Bezug auf das Pipelinesegment **4**, um den Streifen **133** spiralförmig um das Pipelinesegment **4** zu wickeln. Die gesamte Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** kann in Bezug auf das Pipelinesegment **4** bewegbar sein, indem eine oder mehrere Bahnanordnungen am Pipelinesegment **4** befestigt werden. Bei einer in [Fig. 4](#) gezeigten Ausführungsform wird eine Bewegungsanordnung **402** verwendet, um die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** während der Rotation des Wickelkopfes **301** axial in Bezug auf die Pipeline **4** zu bewegen.

**[0034]** Die in den [Fig. 5A–Fig. 5D](#) ausführlicher gezeigte Bewegungsanordnung **402** enthält eine Bahn **404**, die auf ähnliche Weise wie Laufflächen an einem Panzer oder einem anderen Kettenfahrzeug agiert. Darüber hinaus enthält die Bewegungsanordnung **402** Zylinder **403** an gegenüberliegenden Enden der Bahn **404**, die pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch betätigbar sind. Die Zylinder **403** drücken die Enden der Bahn **404** gegen das Pipelinesegment **4**, um ausreichend Reibungskraft bereitzustellen, so dass die Bewegung der Bahn **404** bewirkt, dass sich



die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** axial in Bezug auf das Pipelinesegment **4** bewegt. Eine weitere Bahn **404** und weitere Zylinder **403** können auf der gegenüberliegenden Seite des Pipelinesegments **4** vorgesehen sein, um die Bahn **404** und die Zylinder **403**, die in [Fig. 4](#) ersichtlich sind, auszubalancieren. Jede Bahn **404** kann auf einer Schwenkverankerung **501** befestigt sein, die ermöglicht, dass die Bahnen **404** entlang der Achse des Pipelinesegments **4** geneigt werden, um die radiale Position der Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** um die Pipeline **4** zu steuern. Die Schwenkverankerung **501** kann über einen Drehzapfen **502** an den Bahnen **404** und über einen Drehzapfen **503** am Rahmen **300** befestigt sein, wie aus den [Fig. 5C](#) und [Fig. 5D](#) am besten ersichtlich. Die Zylinder **403** können indirekt über die Schwenkverankerung **501** an den Bahnen **404** befestigt sein.

**[0035]** Die in den [Fig. 5A–Fig. 5D](#) ausführlich dargestellte Bewegungsanordnung **402** ermöglicht, dass ein Drehmoment auf das Pipelinesegment **4** angelegt wird, das dem Drehmoment des Wickelkopfs **301** entgegenwirkt, wenn dieser das Pipelinesegment **4** umwickelt. Die Ausrichtung der Bahnen **404** in Bezug auf die Achse der Pipeline **4** kann eingestellt werden, um die Orientierung der Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** während des Wickelprozesses auf der Pipeline zu halten. Durch Vergrößern des Winkels der Bahnen **404** in Bezug auf die Achse des Pipelinesegments **4** wird die Höhe des Drehmoments gesteigert, das von den Bahnen **404** auf die Pipeline **4** angelegt wird. Der gewünschte Winkel der Bahnen **404** variiert teilweise gemäß den Bedingungen des Äußeren des Pipelinesegments **4**.

**[0036]** Die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** kann ferner eine oszillierende Klebeanordnung **401** enthalten, die Klebstoff auf das Pipelinesegment **4** aufträgt, bevor der Streifen **133** auf das Pipelinesegment **4** gewickelt wird. Der Klebstoff kann in Behältern (nicht gezeigt) für eine Dosierpumpe (nicht gezeigt) bereitgestellt werden, die eine ausgewählte Klebstoffmenge auf das Pipelinesegment **4** aufträgt. Die Rotationsrate des Wickelkopfs **301** kann die Volumendurchflussrate des Klebstoffs von der Dosierpumpe regeln, um eine genauere Klebstoffmenge zum Pipelinesegment **4** zuzuführen. Beispiele für Klebstoffe, die zum Kleben des Streifen **133** auf die Pipeline **4** verwendet werden können, umfassen flüssige Epoxide, pastenförmige Epoxide (ein- oder mehrteilig), Acryle (z. B. Methacrylat), Polyharnstoff-, Phenol- sowie anaerobe und Polyurethanklebstoffe.

**[0037]** Ein Beispiel für ein Pipelinesegment **4** mit Wänden, die gemäß hier geoffenbarten Ausführungsformen verstärkt sind, ist in [Fig. 6](#) gezeigt. Bei dieser Ausführungsform ist das Pipelinesegment **4** spiralförmig mit zwei aufeinanderfolgenden Schichten **2, 3** aus Streifenmaterial **133** umwickelt. Die in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigte Pipelineumwicklungsvorrichtung

**101** kann verwendet werden, um beide Schichten **2, 3** aufzutragen. Die von der Bewegungsanordnung **402** bereitgestellte axiale Bewegung kann mit der Rotationsrate des Wickelkopfs **301** zeitlich abgestimmt sein, so dass der Winkel der Schichten **2, 3** und eine Lücke **5** zwischen der aufeinanderfolgenden Wicklung des Streifens gesteuert werden können. Um eine erste Schicht **3** aufzutragen, wird die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** axial entlang des Pipelinesegments **4** bewegt, während sich der Wickelkopf dreht. Die koordinierte axiale Bewegung und Wicklung wird für eine ausgewählte Länge des Pipelinesegments **4** fortgesetzt, die gemäß der Länge des auf der Spule **130** gelagerten Streifens **133** gewählt werden kann. Nach Wicklung der ersten Schicht **3** gelangt die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** zurück in die Ausgangsposition am Pipelinesegment **4** und die zweite Schicht **2** wird auf ähnliche Weise wie die erste Schicht **3** aufgetragen. Die spiralförmige Wicklung der zweiten Schicht **2** kann um einen halben Wickelschritt der spiralförmigen Wicklung der ersten Schicht **3** versetzt sein. Zusätzliche Schichten können hinzugefügt werden, um die Wanddicke des Pipelinesegments **4** nach Wunsch noch weiter zu steigern. Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** einen zweiten Wickelkopf enthalten, um die zweite Schicht nach der ersten Schicht bereitzustellen, wenn die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** axial entlang des Pipelinesegments **4** bewegt wird.

**[0038]** Nachdem die eine oder mehreren Schichten zum Pipelinesegment **4** hinzugefügt wurden, kann die Pipelineumwicklungsvorrichtung **101** wieder zurück auf den Anhänger gehoben werden, um an einem anderen Ort bereitgestellt zu werden. Wenn die zu verstärkende Länge des Pipelinesegments **4** die Länge des von der Spule vorgesehenen Streifens übersteigt, kann die Pipelineumwicklungsvorrichtung am Endpunkt der vorherigen Wicklungsposition platziert werden, um den Wickelprozess erneut zu beginnen. Der Anhänger kann nach Bedarf neu positioniert werden, um den Wickelprozess fortzusetzen.

**[0039]** Bei einer weiteren Ausführungsform kann eine Außenschutzschicht auf die Pipeline nach den oben beschriebenen Wicklungsschichten aufgetragen werden. Die Außenschutzschicht kann beispielsweise flüssiges Epoxid oder Urethan sein. Die Außenschutzschicht kann mithilfe einer separaten Pipelinebeschichtungseinheit oder durch Hinzufügung eines Pipelinebeschichtungsmoduls zur Pipelineumwicklungsvorrichtung, das die oben beschriebene oszillierende Klebstoffanordnung **401** darstellt, aufgetragen werden. Das Pipelinebeschichtungsmodul kann auf der gegenüberliegenden Seite des Wickelkopfs **301** von der oszillierenden Klebstoffanordnung **401** an der Pipelineumwicklungsvorrichtung befestigt werden, so dass das Pipelinebeschichtungsmodul über das Pipelinesegment **4** passiert, nachdem

der Wickelkopf **301** die Schicht(en) **2, 3** aufgetragen hat, um das Pipelinesegment **4** zu verstärken. Das Material für die Außenschutzschicht kann mithilfe eines Behälters auf der Pipelineumwicklungsvorrichtung oder mithilfe eines separaten Behälters, der über einen Schlauch mit dem Pipelinebeschichtungsmodul verbunden ist, vorgesehen werden. Der separate Behälter kann auf dem Anhänger platziert werden. Der Behälter und der Schlauch können erhitzt werden, um zu verhindern, dass sich das Material vor dem Auftragen verfestigt, oder um die Vernetzung zu fördern.

**[0040]** [Fig. 7](#) zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren **700** zur Herstellung einer Verbundpipeline nahe der endgültigen Installationsstelle der Pipeline gemäß diversen Ausführungsformen. In Block **702** werden Abschnitte von Auskleiderohren **802** an einen Stelle an oder nahe der Stelle, an der die Pipeline letztendlich zu installieren ist, transportiert. Die Rohrlängen sind Ende an Ende angeordnet und können auf Stützplattformen **804** positioniert werden, wie beispielsweise in [Fig. 8](#) gezeigt. Eine Positionierungsvorrichtung, beispielsweise ein Kran, kann verwendet werden, um die Rohre anzuordnen. Die Stützplattformen **804** können benachbart eines Grabens **806** angeordnet werden, in dem die Pipeline letztendlich zu installieren ist. Die Stützplattformen **804** können Rollen enthalten, die ermöglichen, dass die Auskleiderohre **802** axial bewegt werden, nachdem sie auf diesen platziert wurden. Bei einigen Ausführungsformen können die Abschnitte von Auskleiderohren **802** und die zugehörigen Stützplattformen **804** im Graben **806** positioniert werden, wodurch eine Verbundrohrkonstruktion im Graben **806** ermöglicht wird und die Repositionierung der Pipeline im Graben nach der Konstruktion nicht länger erforderlich ist.

**[0041]** Die Auskleiderohren **802** können im Wesentlichen dünnere Wände aufweisen und somit im Wesentlichen leichter als herkömmliche Stahlrohre sein. Beispielsweise kann ein 42-Zoll-Auskleiderohr statt mit einer viel dickeren Wand eines herkömmlichen Stahlrohrs mit einer 3 mm dicken Edelstahl- oder Kohlenstoffstahlwand konstruiert werden. Abschnitte der Auskleiderohre **802** können eine Wanddicke aufweisen, die ein Bruchteil jener Wanddicke ist, die für eine bestimmte Anwendung konfigurierte Pipeline notwendig ist. Beispielsweise kann der American Petroleum Institute 5L-Standard erfordern, dass ein Leitungsrohr mit einem 42-Zoll-Außendurchmesser eine nominale Wanddicke von bis zu 1,25 Zoll aufweist, während die Auskleiderohre **802** eine Wanddicke von nur wenigen Millimeter haben kann. Somit agieren einige Ausführungsformen der Auskleiderohre **802** als Flüssigkeitsbarriere und nicht als Druckbarriere. Verschiedene Ausführungsformen der Auskleiderohre **802** sind ausreichend stark, um der Kraft der Bahnen **404** der Umwicklungsvorrichtung Stand zu halten, und zumindest einige Ausführungsformen

sind ausreichend stark, um das Gewicht der Umwicklungsvorrichtung während des Pipelineherstellungsvorgangs zu tragen.

**[0042]** In Block **704** sind die Auskleiderohre **802** Ende an Ende positioniert und die Rohre **802** werden axial miteinander verbunden. Die Rollen der Stützplattformen ermöglichen, dass die Rohre **802** längswärts repositioniert werden, um die Verbindung zu erleichtern. Bei verschiedenen Ausführungsformen können die Rohre **802** mithilfe einer Verbindungsvorrichtung, beispielsweise einem Schweißgerät, verbunden werden. Bei einigen Ausführungsformen kann ein Orbitalschweißgerät **902** verwendet werden, um die Rohre in einem einzigen Durchlauf zu verbinden. Auf diese Weise kann ein Auskleiderohr unbestimmter Länge gebildet werden. [Fig. 9](#) zeigt eine Schweißcrew, die die Auskleiderohre **802** quert und die Rohre **802** mithilfe eines Orbitalschweißgeräts **902** in ein Rohrsegment verbindet. Die Schweißnähte können mittels Ultraschall getestet werden, und das fertig gestellte Rohrsegment kann als Einheit unter pneumatischer und/oder hydraulischer Druckbeaufschlagung in Block **706** getestet werden.

**[0043]** In Block **708** ist das Rohrsegment **1002** fertig hergestellt und bereit, um Material zur Verstärkung der Wand des Pipelinesegments zu empfangen. Eine Pipelineumwicklungsvorrichtung **1004** (in [Fig. 10A](#) gezeigt) ist um das Rohrsegment **1002** an einem ersten Ende des Rohrsegments **1002** positioniert. Ein Seitenausleger oder eine andere Kranvorrichtung **1008** kann verwendet werden, um einen Teil des Rohrsegments zu heben, wenn die Umwicklungsvorrichtung **1004** um das Rohrsegment **1002** positioniert wird und dieses längswärts quert. Wie oben ausführlicher beschrieben, kann die Umwicklungsvorrichtung **1004** einen entfernbaren Abschnitt enthalten, der von der Umwicklungsvorrichtung **1004** separat angeordnet ist, um die Positionierung der Umwicklungsvorrichtung **1004** um den Umfang des Rohrsegments **1002** zu ermöglichen.

**[0044]** Nachdem die Umwicklungsvorrichtung **1004** um das Rohrsegment **1002** positioniert wurde, wird der entfernbare Abschnitt wieder mit der Umwicklungsvorrichtung **1002** verbunden, um zu ermöglichen, dass die Umwicklungsvorrichtung **1002** das Rohrsegment **1004** vollständig umgibt.

**[0045]** In Block **710** treibt sich die Umwicklungsvorrichtung **1004** selbst entlang des Rohrsegments **1002** vom ersten Ende zu einem zweiten Ende und wickelt Streifenmaterial **1008** spiralförmig um den Umfang des Rohrsegments **1002**. Somit handelt es sich bei der Umwicklungsvorrichtung um einen Spulenmechanismus, der das Streifenmaterial in einer dreidimensionalen Spirale um das Rohrsegment **1002** wickelt. Das Streifenmaterial **1008** kann von einer Spule zugeführt werden, die auf der Umwicklungs-

vorrichtung und/oder auf einem Fahrzeug positioniert ist, das sich zusammen mit der Umwicklungsvorrichtung **1004** entlang des Rohrsegments **1002** bewegt. Das Streifenmaterial kann Edelstahl oder ein anderes Material sein, wie oben erklärt. Die Umwicklungsvorrichtung **1004** kann vor dem Streifenmaterial **1008** auch ein Haftmaterial auftragen. Einige Ausführungsformen der Umwicklungsvorrichtung **1004** können mehrere Schichten aus Streifenmaterial in einem einzelnen Durchlauf entlang des Rohrsegments **1002** wickeln. [Fig. 10A](#) zeigt die Umwicklungsvorrichtung **1004**, die auf dem Rohrsegment **1002** positioniert ist und das Streifenmaterial **1008** spiralförmig um das Rohrsegment **1002** wickelt, während sich die Umwicklungsvorrichtung **1004** weiterbewegt, um ein Verbundpipeline-segment herzustellen.

**[0046]** Bei einigen Ausführungsformen kann das Rohrsegment **1002** das Gewicht der Umwicklungsvorrichtung **1004** tragen, wenn die Umwicklungsvorrichtung **1004** das Rohrsegment **1002** quert. Bei anderen Ausführungsformen stützt ein Ausleger oder eine andere Kranvorrichtung **1006** die Umwicklungsvorrichtung **1004**, während sich die Umwicklungsvorrichtung **1004** entlang des Rohrsegments **1002** bewegt, wodurch das Rohrsegment **1002** diese Trageanforderung nicht mehr erfüllen muss. Wie in [Fig. 10B](#) gezeigt, enthalten noch weitere Ausführungsformen ein Schienensystem **1010**, das die Umwicklungsvorrichtung **1006** während der Verbundpipelineherstellungsprozesse trägt. Das Schienensystem **1010** kann eine Vielzahl von Schienensegmenten **1012** enthalten. Die Schienensegmente **1012** sind beweglich, wodurch ermöglicht wird, dass ein Segment **1012**, das die Umwicklungsvorrichtung **1004** passiert hat, vor der Umwicklungsvorrichtung **1004** repositioniert wird. Verschiedene Ausführungsformen des Schienensystems können unterschiedliche Anzahlen und/oder Positionen von Schienen in Bezug auf die Umwicklungsvorrichtung **1004** enthalten. Beispielsweise kann eine Ausführungsform Schienen enthalten, die an jeder Seite der Umwicklungsvorrichtung **1004** angeordnet sind.

**[0047]** Die Umwicklungsvorrichtung **1004** kann positioniert werden, um das Rohrsegment **1002** so oft zu queren, wie nötig ist, um die Wand des Verbundpipeline-segments auf eine gewünschte Dicke zu bringen. In Block **712** wird bestimmt, ob die Wand mithilfe der Wicklung **1008** auf die gewünschte Dicke gebracht wurde. Wenn die Wand dünner als gewünscht ist, wird die Umwicklungsvorrichtung **1004**, in Block **708**, positioniert, um einen weiteren Durchlauf entlang des Pipeline-segments zu machen und um einen überlappenden Materialstreifen um das Pipeline-segment zu wickeln. Streifenmaterialien unterschiedlicher Zusammensetzung können im Rahmen unterschiedlicher Durchläufe und/oder des gleichen Durchlaufs auf das Pipeline-segment gewickelt werden. Wenn festgestellt wird, dass die Wand zumindest die ge-

wünschte Dicke aufweist, dann wird die Umwicklungsvorrichtung **1004** bei einigen Ausführungsformen positioniert, um das Pipeline-segment zu queren und den äußersten, FBE-beschichteten Streifen um das Pipeline-segment zu wickeln. Bei einigen Ausführungsformen ist die Anzahl der Durchläufe, die zur Bildung der Pipeline-segmentwand auf eine gewünschte Dicke erforderlich ist, vorab definiert.

**[0048]** In Block **714** wurden die Wände des Pipeline-segments **1102** auf die gewünschte Dicke gebracht, und eine Schutzbeschichtung **1104** (z. B. eine Versiegelungsschicht) wird als Fels- und/oder Feuchtigkeitsbarriere auf das Pipeline-segment **1102** aufgetragen. Die Schutzbeschichtung **1102** kann beispielsweise eine Epoxid- oder Urethanbeschichtung sein. Bei einigen Ausführungsformen kann eine Beschichtungsvorrichtung **1106** am Pipeline-segment **1102** positioniert werden, um die Schutzbeschichtung **1104** in einem einzelnen Durchlauf auf das gesamte Pipeline-segment **1102** aufzutragen, wenn die Beschichtungsvorrichtung **1106** das Pipeline-segment **1102** quert, wie in [Fig. 11](#) gezeigt.

**[0049]** In Block **716** wurde das Pipeline-segments **1102** vollständig beschichtet und verjüngte korrosionsbeständige Legierungs- oder Edelstahllenden **1202** werden mit einem Abschnitt des Pipeline-segments **1102**, der nicht umwickelt wird, verbunden. Die Verbindung kann mittels Verschweißen erfolgen. Das verjüngte Ende **1202** ist mit den gleichen Streifenmaterialien **1008** wie die Wand des Pipeline-segments **1102** umhüllt. [Fig. 12](#) zeigt eine Ansicht eines verjüngten Endes **1202**, das mit dem Pipeline-segment **1102** verbunden ist.

**[0050]** In Block **718** ist das vor Ort hergestellte Verbundpipeline-segment **1102** an der Stelle **806** positioniert, an der die Pipeline bereitzustellen ist. Beispielsweise kann ein Seitenausleger **1008** das Verbundpipeline-segment **1102** in den Graben **806** senken, wie in [Fig. 13](#) gezeigt.

**[0051]** Ein Verbundpipeline-segment **1102** kann gemäß dem Verfahren **700** auf eine beliebige Länge konstruiert werden, indem Auskleiderohre **802** hinzugefügt und wie oben beschrieben umwickelt werden. Folglich werden Verbindungen nur an der Verbindungsstelle an Standorten hinzugefügt, für Kreuzungen, Maschinenanschlüsse etc.

**[0052]** [Fig. 14](#) zeigt einen Längsquerschnitt eines Verbundrohrsegments **1102**, das gemäß verschiedenen Ausführungsformen konstruiert ist. Das Rohrsegment **1102** enthält Auskleiderohre **802**, die an einem Verbindungsstück **1402** miteinander verbunden sind. Die Auskleiderohre **802** sind gegenüber herkömmlichen Stahlrohren leichtgewichtig (z. B. Wanddicke von 3 mm), wodurch der Transport und die Handhabung vereinfacht werden. Auch wenn nur zwei Aus-

kleiderohre **802** gezeigt sind, kann das Rohrsegment **1102** in der Praxis zwei oder mehr Auskleiderohre **802** aufweisen. Materialstreifen (z. B. aus ultrahochfestem Stahl) **1008** werden spiralförmig um die verbundenen Auskleiderohre **802** gewickelt. Jeder der Materialstreifen **1008** umfasst ein einzelnes Materialstück, das von einem Ende zum anderen um das Rohrsegment **1102** gewickelt wird. Ein Klebstoff **1404** kann zwischen der Wand **1406** der Auskleiderohre **802** und dem Materialstreifen **1008** und zwischen jeweils zwei Materialstreifen (z. B. zwischen Streifen **1008** und zwischen Streifen **1008** und **1408**) aufgetragen werden. Materialstreifen **1008** werden um die Auskleiderohre **802** gewickelt, bis eine gewünschte Wanddicke erreicht ist. Ein äußerster Materialstreifen **1408**, der um das Pipelinesegment **1102** gewickelt ist, kann eine FBE-Beschichtung aufweisen. Eine Schutzbeschichtung **1410** (z. B. flüssiges Epoxid, Urethan etc.) kann auf den äußersten Streifen **1408** als Fels- oder Flüssigkeitsbarriere aufgetragen werden.

**[0053]** Obwohl spezifische Ausführungsformen gezeigt und beschrieben wurden, kann ein Fachmann Modifikationen vornehmen, ohne sich vom Geist oder von der Lehre dieser Erfindung zu entfernen. Die Ausführungsformen sind wie beschrieben nur beispielhaft und nicht einschränkend. Viele Variationen und Modifikationen sind möglich und fallen innerhalb des Umfangs der Erfindung. Demgemäß ist der Schutzbereich nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern lediglich durch die folgenden Ansprüche eingeschränkt, deren Umfang alle Äquivalente des Gegenstands der Ansprüche umfasst.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Konstruieren einer Pipeline, umfassend:  
Anordnen einer Mehrzahl von Rohrabschnitten nahe einer Stelle, an der die Pipeline eingesetzt wird, wobei ein Ende eines ersten der Rohrabschnitte axial an ein Ende eines zweiten der Rohrabschnitte angrenzt; Verbinden der angrenzenden Enden des ersten und des zweiten der Rohrabschnitte;  
Spiralförmiges Wickeln eines durchgehenden Materialstreifens über die Länge des verbundenen ersten und zweiten der Rohrabschnitte, um ein Pipelinesegment zu bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend: Positionieren einer Pipelineumwicklungsvorrichtung an den verbundenen ersten und zweiten der Rohrabschnitte;  
wobei das Wickeln das Wickeln des Materialstreifens um die Rohrabschnitte umfasst, während die Umwicklungsvorrichtung die verbundenen ersten und zweiten der Rohrabschnitte in Längsrichtung überfährt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Umwicklungsvorrichtung sich selbst längswärts entlang der verbundenen ersten und zweiten der Rohrabschnitte antreibt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Mehrzahl von Verrohrungsabschnitten mehr als zwei Rohrabschnitte umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend: Bereitstellen eines Schienensystems entlang der Rohrabschnitte; und Tragen einer Pipelineumwicklungsvorrichtung durch das Schienensystem, die am Umfang um die Rohrabschnitte angeordnet ist, um die Wicklung durchzuführen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, ferner umfassend das Repositionieren eines Teils des Schienensystems an einer Stelle entlang der Rohrabschnitte, die der Pipelineumwicklungsvorrichtung vorgeschaltet ist, nachdem die Pipelineumwicklungsvorrichtung den Teil des Schienensystems überfahren hat.

7. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Verbinden eines verjüngten Endes mit einem Ende des Pipelinesegments, und das spiralförmige Umwickeln des verjüngten Endes mit einem Materialstreifen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Ausrichten von Bahnen einer Pipelineumwicklungsvorrichtung in einem Winkel schräg zur Achse der Rohrabschnitte, wodurch dem Drehmoment entgegengewirkt wird, das durch das Wickeln des Materialstreifens um die Rohrabschnitte in der Umwicklungsvorrichtung induziert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Anordnen das Positionieren der Rohrabschnitte in einem Graben umfasst, in dem die Pipeline bereitzustellen ist.

10. System zum Konstruieren einer Pipeline, umfassend:  
eine Positionierungsvorrichtung, die eingerichtet ist, um eine Mehrzahl von Auskleiderohrabschnitten Ende an Ende nahe einer Stelle, an der die Pipeline eingesetzt wird, anzuordnen;  
eine Verbindungsvorrichtung, die eingerichtet ist, um die Auskleiderohrabschnitte axial zu einem Rohrsegment zu verbinden;  
eine Umwicklungsvorrichtung, die eingerichtet ist, um einen Materialstreifen spiralförmig um die verbundenen Rohrabschnitte zu wickeln, so dass ein Pipelinesegment gebildet wird;  
wobei die Umwicklungsvorrichtung eingerichtet ist, um die Dicke einer Umfangswand des Pipelinesegments zu erhöhen, während sie sich längswärts entlang des Pipelinesegments bewegt.



11. Pipelinekonstruktionssystem nach Anspruch 10, ferner umfassend ein Schienensystem, das entlang des Pipelinesegments angeordnet ist, wobei das Schienensystem eingerichtet ist, um das Gewicht der Umwicklungsvorrichtung zu tragen, wenn sich die Umwicklungsvorrichtung entlang des Pipelinesegments bewegt.

12. Pipelinekonstruktionssystem nach Anspruch 11, wobei das Schienensystem eine Mehrzahl von Schienenabschnitten umfasst, wobei jeder Abschnitt eingerichtet ist, um hinter der Umwicklungsvorrichtung vom Schienensystem entfernt zu werden und vor der Umwicklungsvorrichtung zum Schienensystem hinzugefügt zu werden.

13. Pipelinekonstruktionssystem nach Anspruch 10, wobei die Umwicklungsvorrichtung eingerichtet ist, um gleichzeitig einen Stahlstreifen und einen FBE-(Fusion-bonded Epoxy)-beschichteten Materialstreifen um das Pipelinesegment zu wickeln.

14. Pipelinekonstruktionssystem nach Anspruch 10, wobei die Umwicklungsvorrichtung eingerichtet ist, um sich selbst entlang des Rohrsegments anzutreiben und dadurch einen Umwicklungswinkel zu steuern.

15. Pipelinekonstruktionssystem nach Anspruch 10, wobei die Umwicklungsvorrichtung eingerichtet ist, um eine Rotationsposition am Rohrsegment zu halten, indem den durch die Umwicklung erzeugten Rotationskräften auf der Vorrichtung entgegengewirkt wird.

16. Pipelinekonstruktionssystem nach Anspruch 10, ferner umfassend eine Mehrzahl von Stützelementen, die eingerichtet sind, um die Auskleiderohrabschnitte zu heben und eine axiale Bewegung der Auskleiderohrabschnitte zu ermöglichen, während diese auf den Stützelementen gelagert sind.

17. Vor Ort hergestellte Verbundpipeline, umfassend:  
eine Mehrzahl von Auskleiderohren, die Ende an Ende miteinander verschweißt sind, um ein Rohrsegment zu bilden; und  
einen ersten durchgehenden Materialstreifen, der spiralförmig um die Mehrzahl von Auskleiderohre gewickelt ist, wobei der erste Materialstreifen die Berstfestigkeit des Rohrsegments erhöht.

18. Pipeline nach Anspruch 17, wobei eine Wand der Auskleiderohre eine Dicke von weniger als 4 mm aufweist.

19. Pipeline nach Anspruch 17, wobei ein erster Materialstreifen "angrenzend zu den" Auskleiderohre gewickelt ist und ein zweiter Materialstreifen den ersten Materialstreifen überlagert.

20. Pipeline nach Anspruch 17, ferner umfassend ein verjüngtes Ende, das an ein Ende des Rohrsegments geschweißt ist, und wobei das verjüngte Ende spiralförmig mit einem oder mehreren Materialstreifen umwickelt ist, die in Bezug auf Typ und Anzahl den um die Mehrzahl von Auskleiderohren gewickelten Materialstreifen entsprechen.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

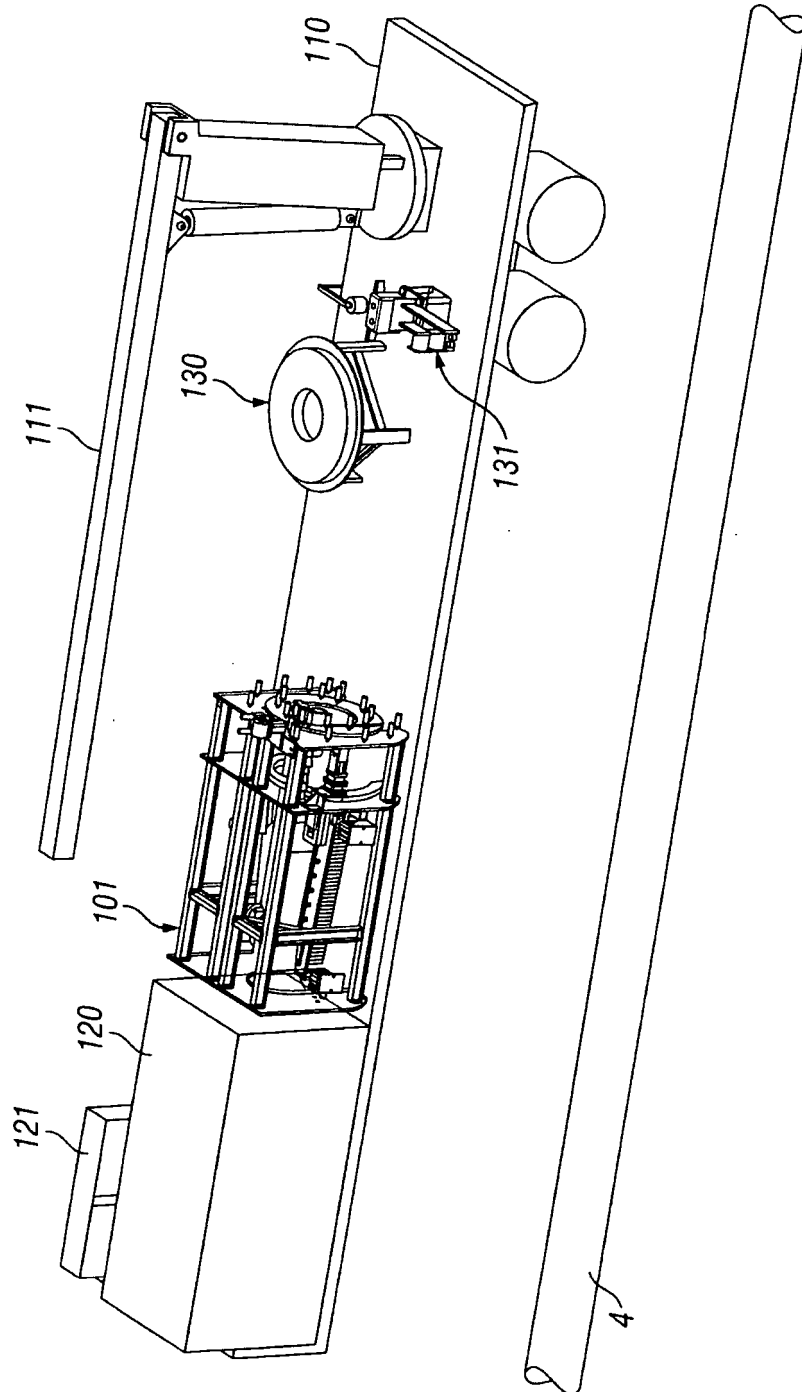


FIG. 1

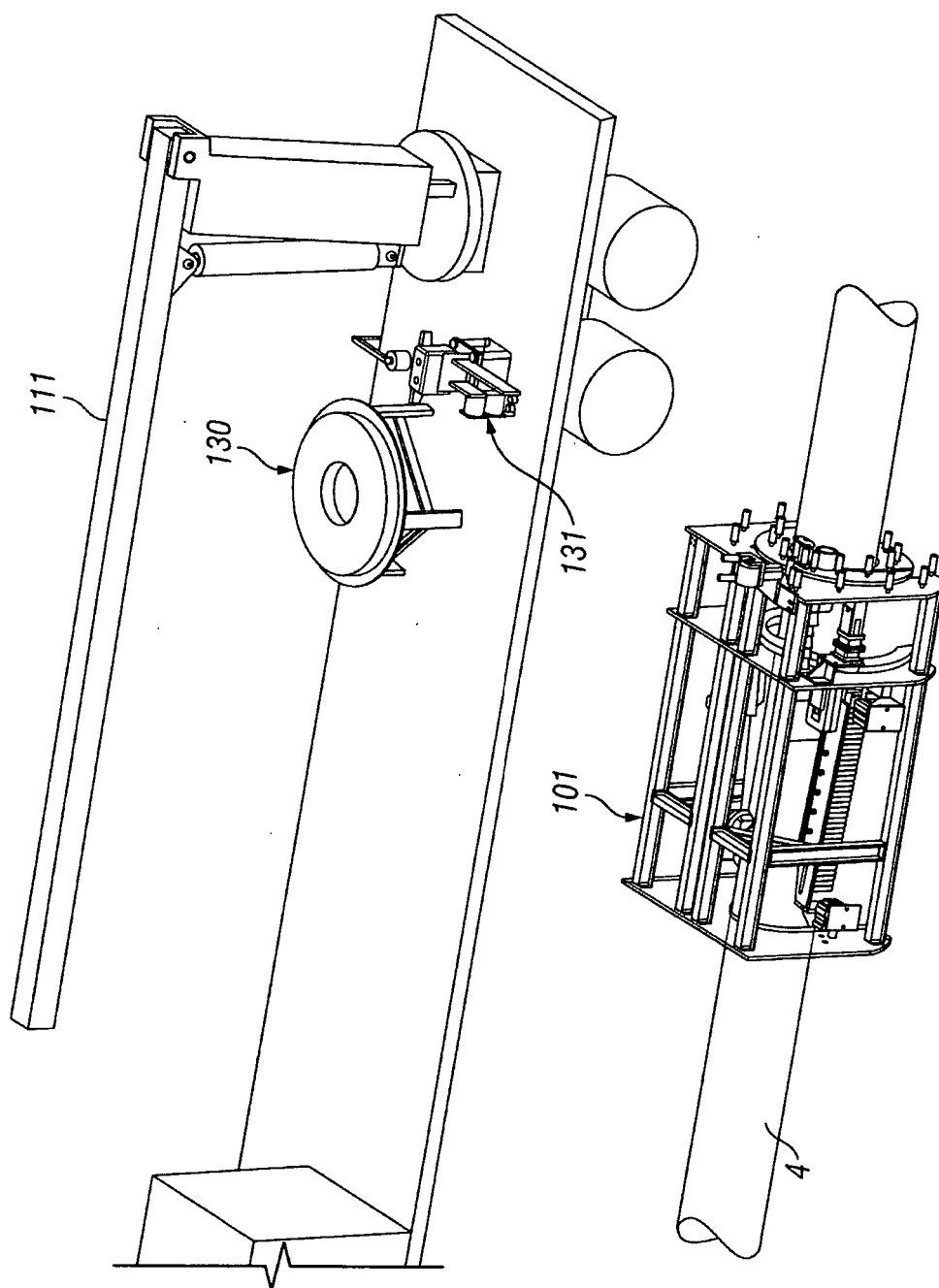
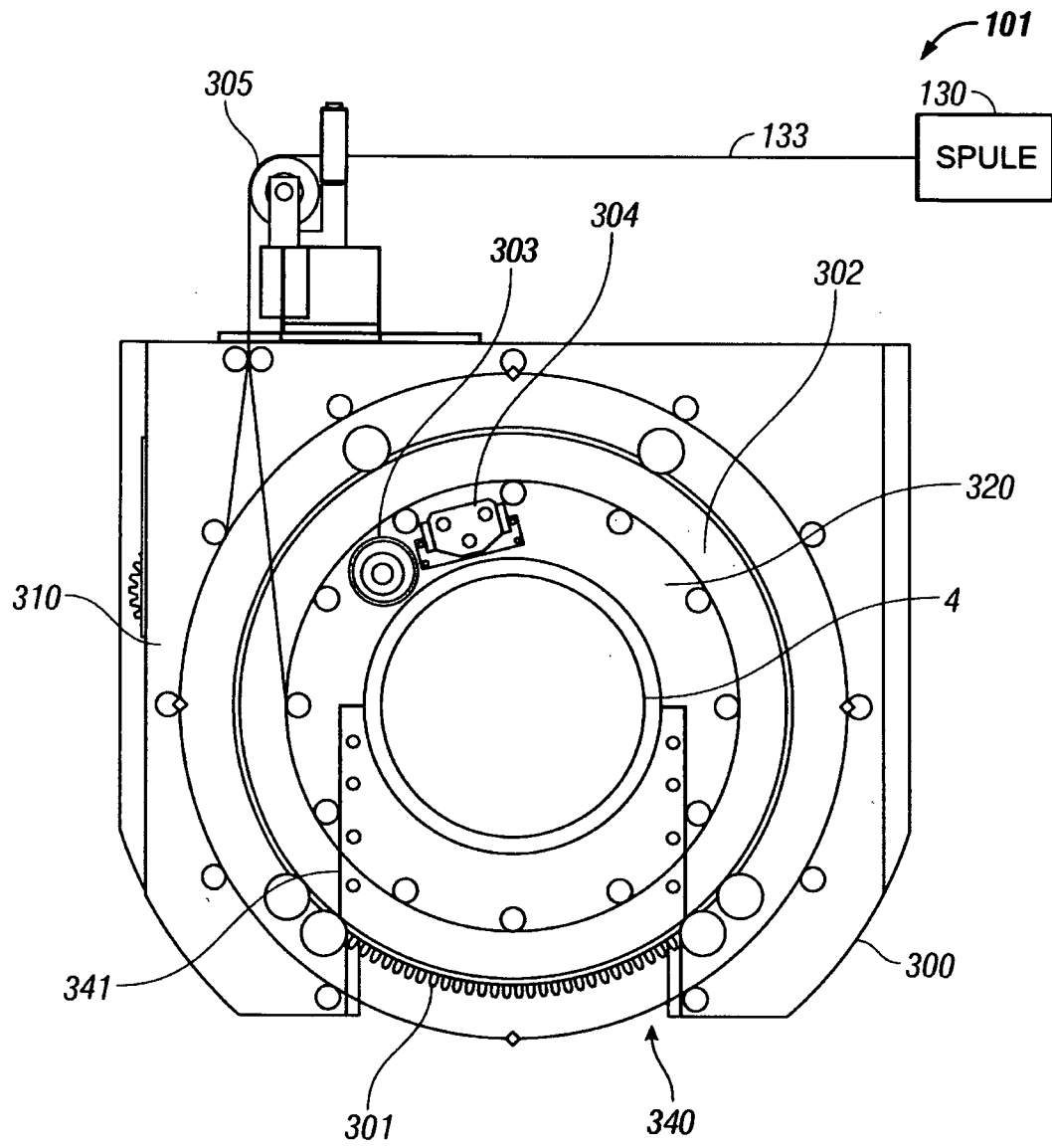
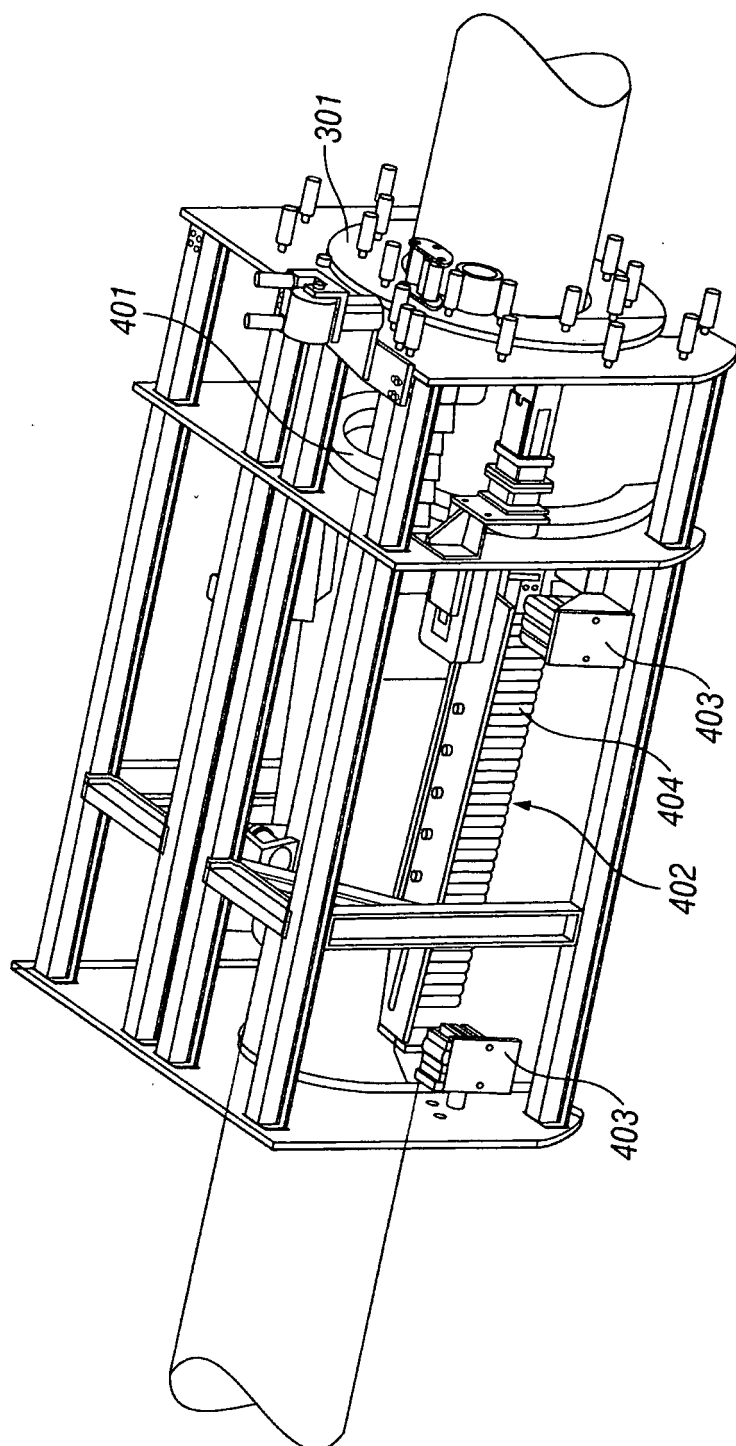


FIG. 2



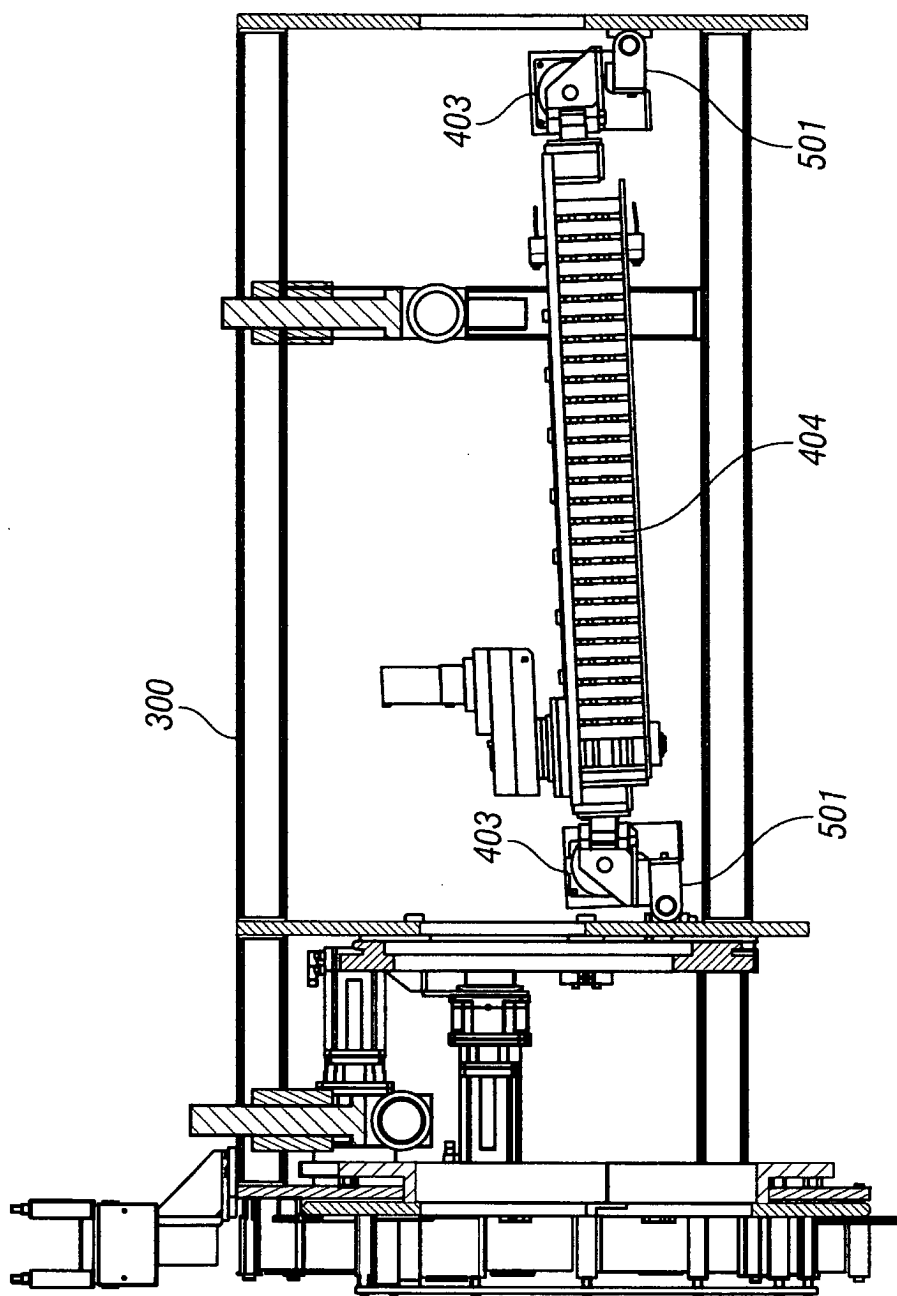
**FIG. 3**

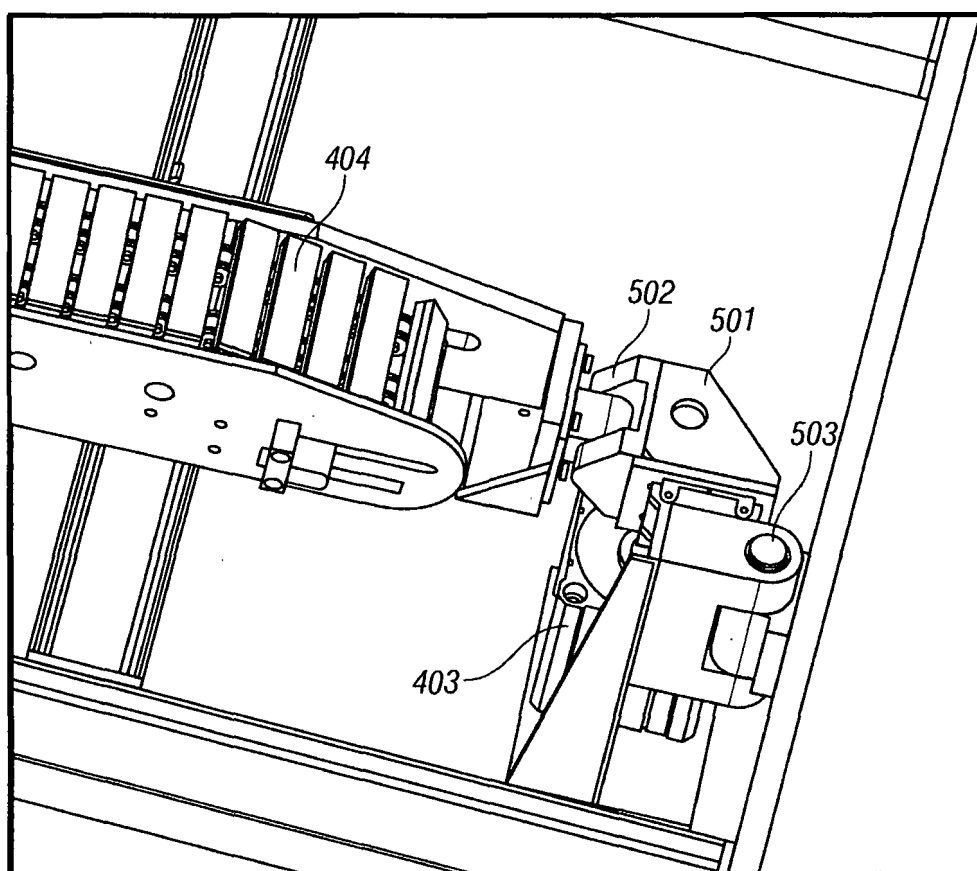


**FIG. 4**

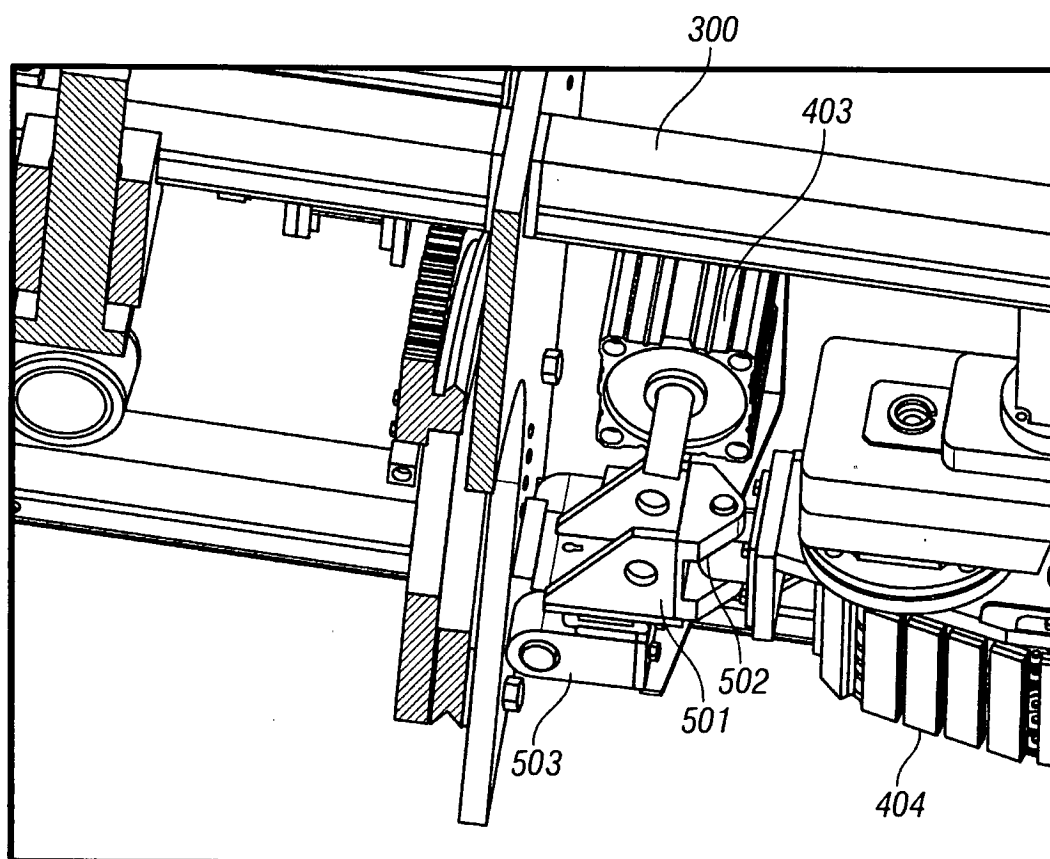




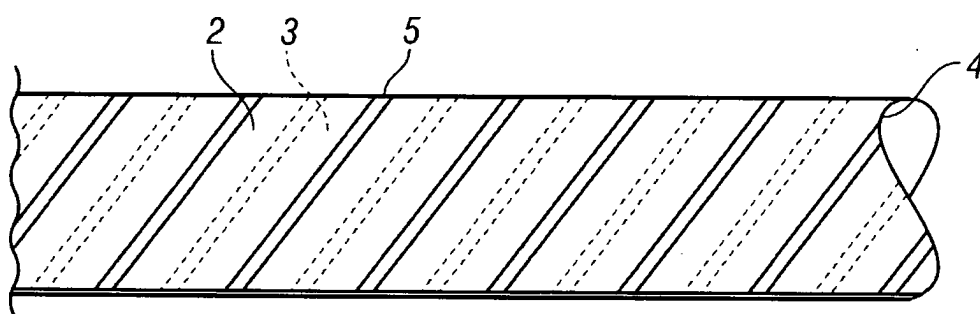




**FIG. 5C**



**FIG. 5D**



**FIG. 6**



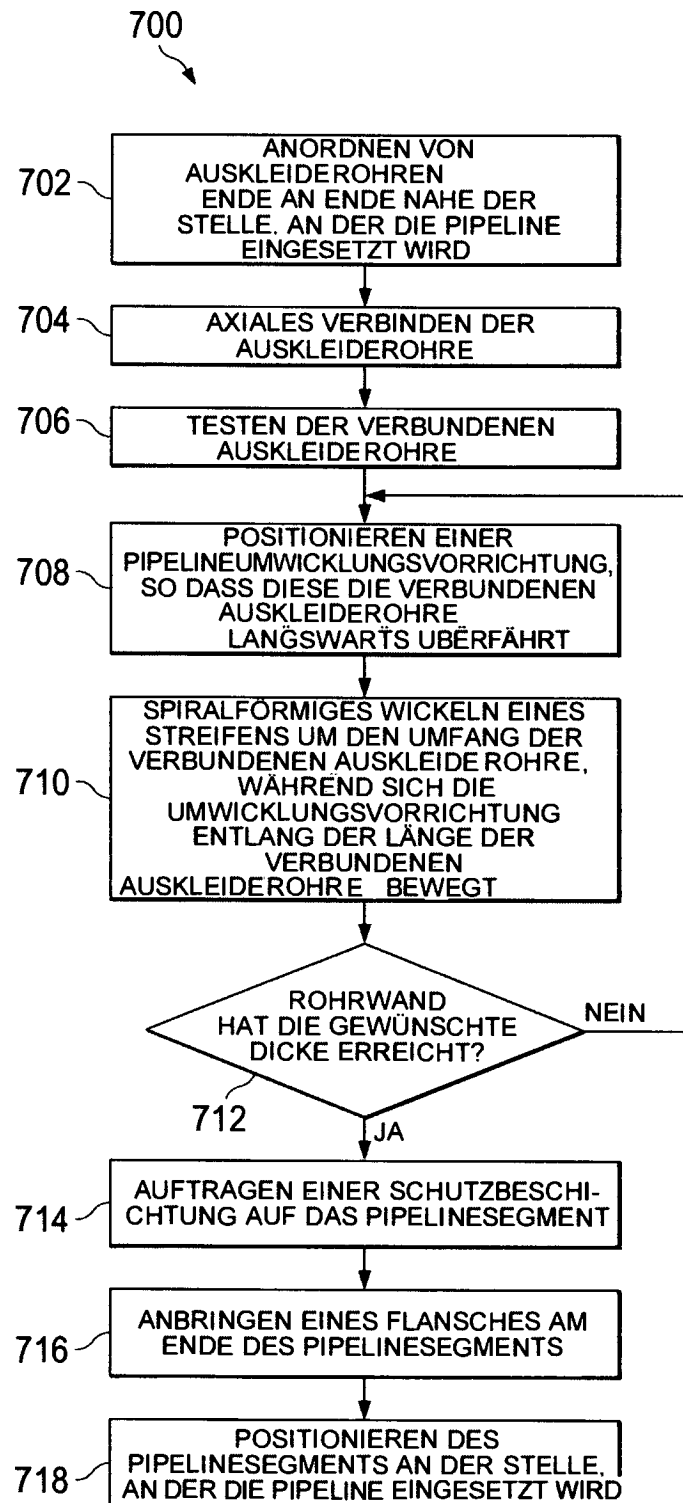
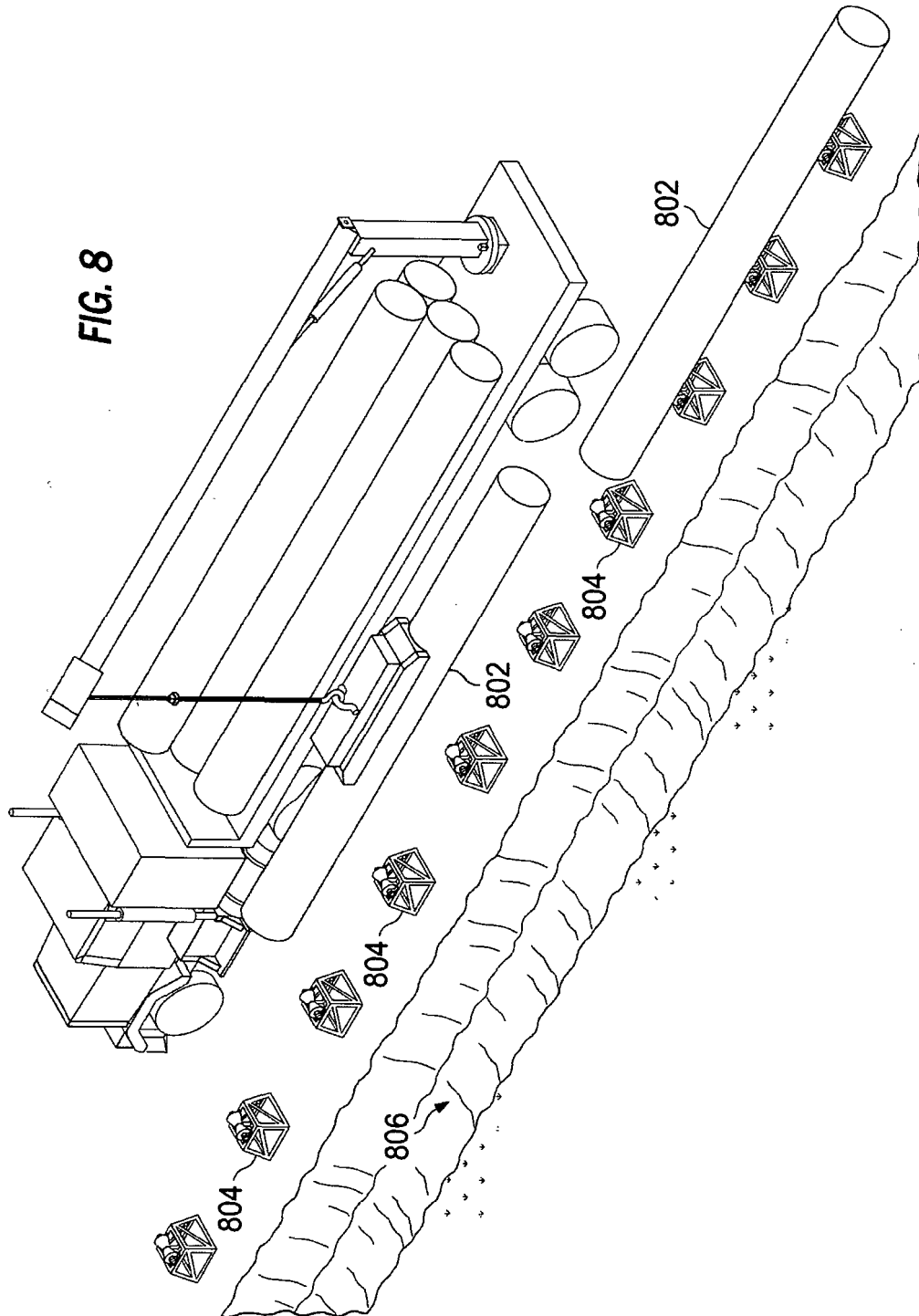
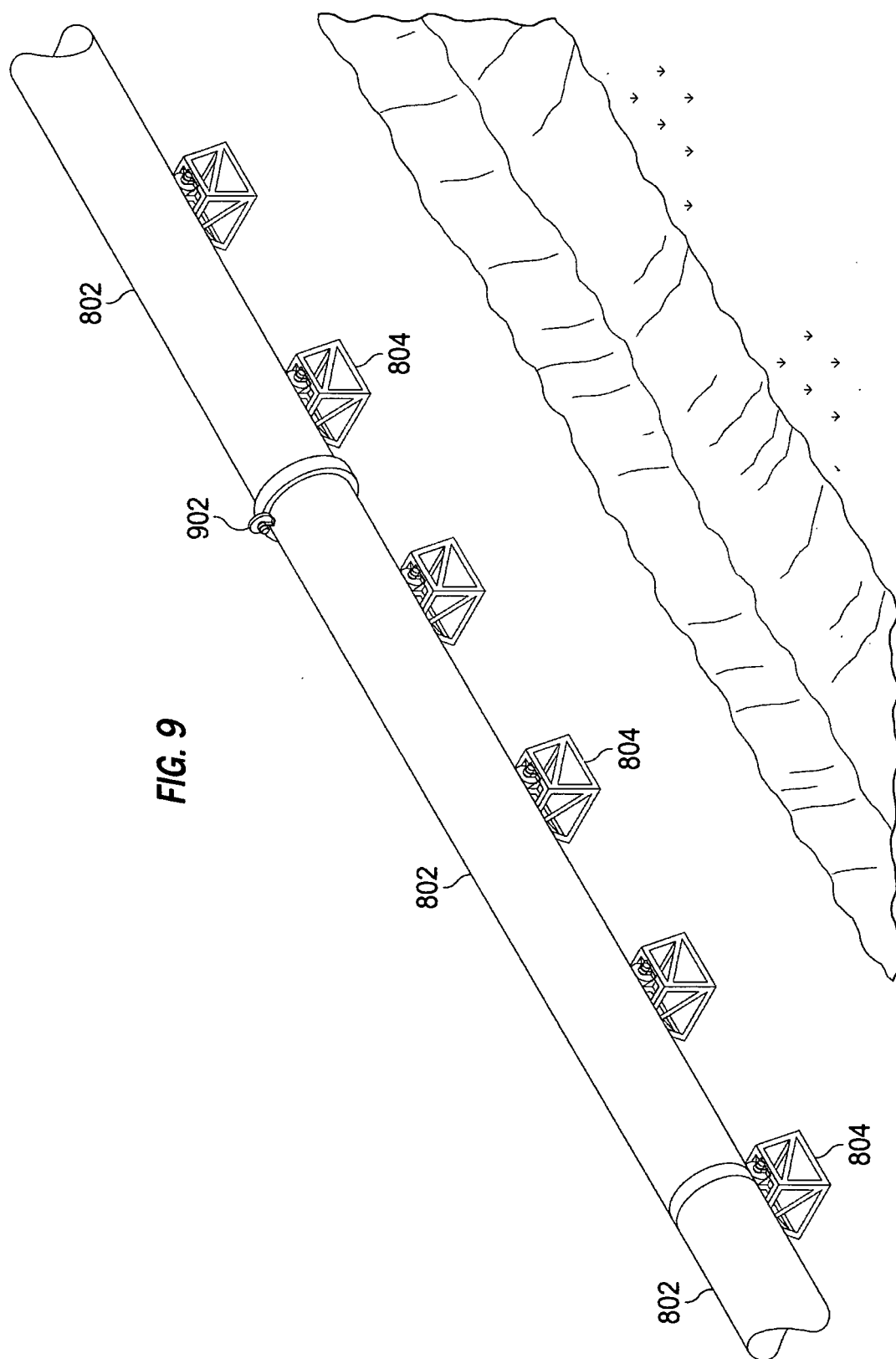
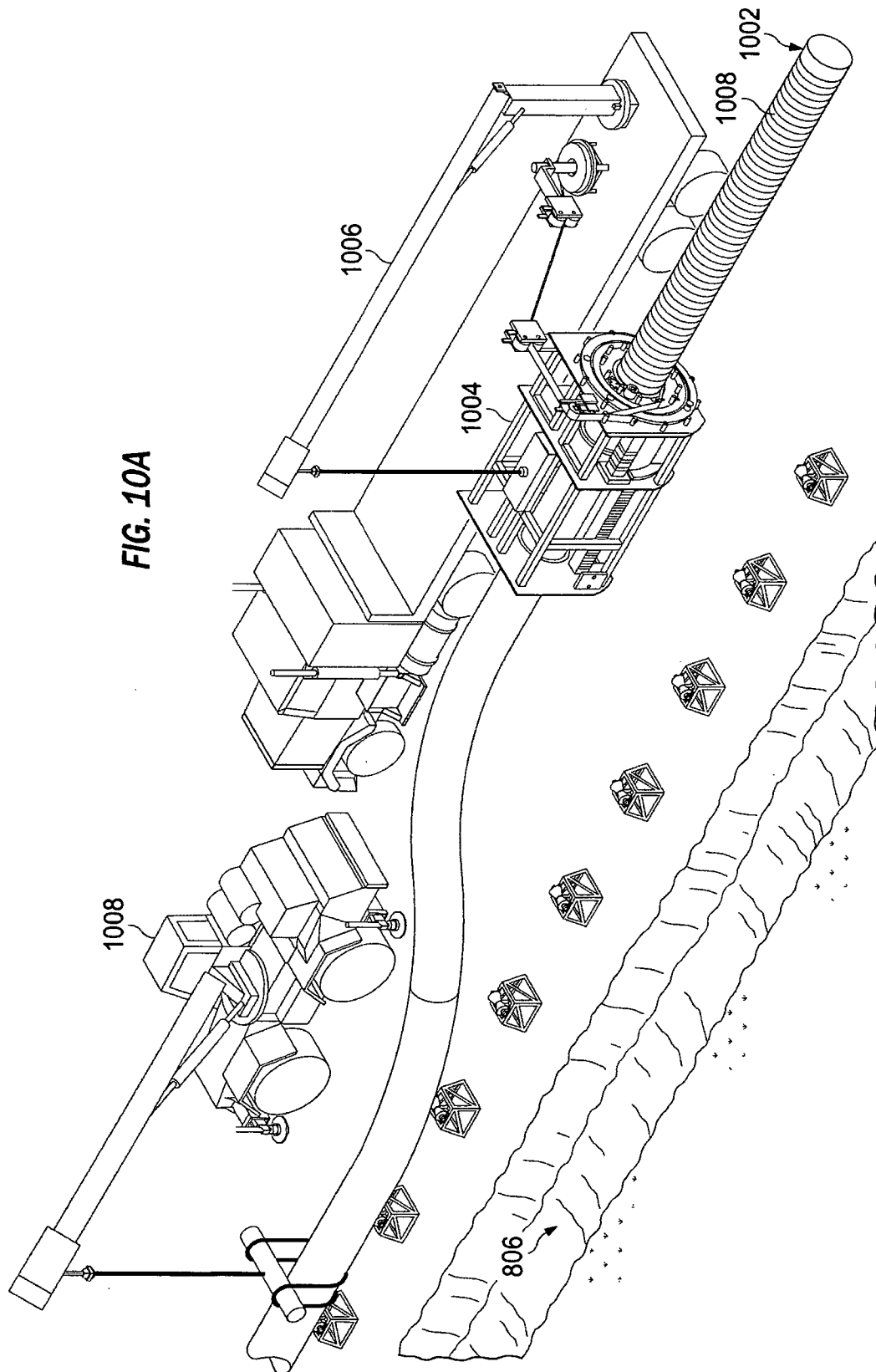
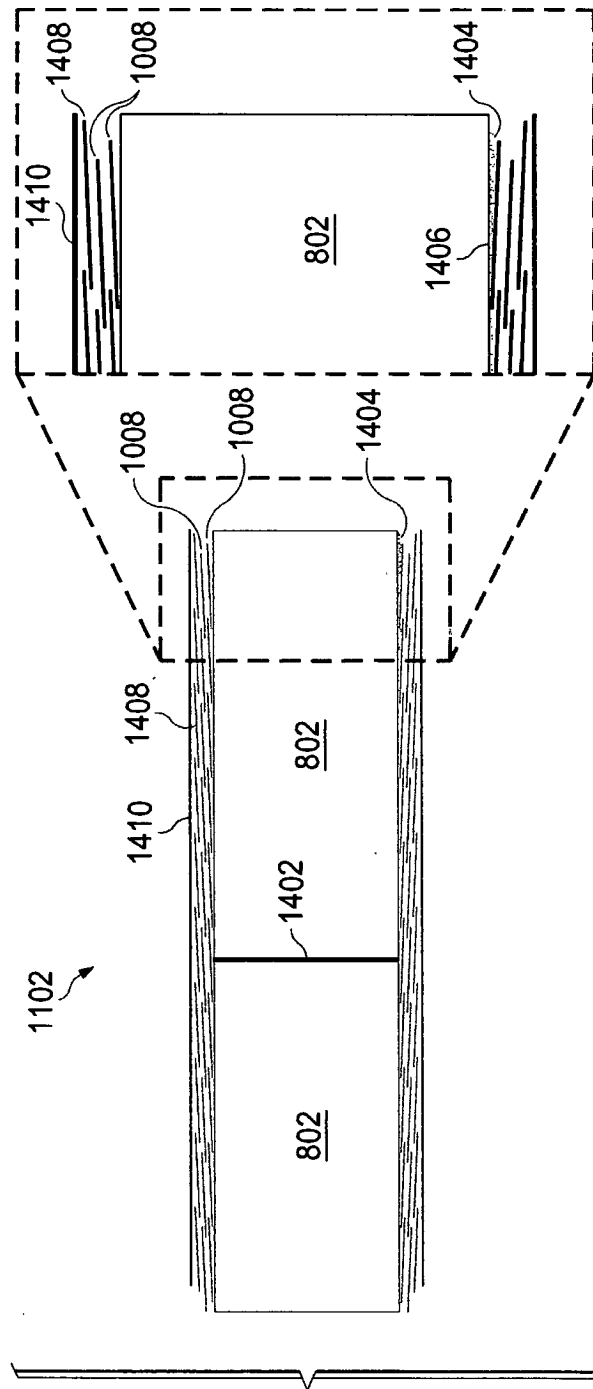
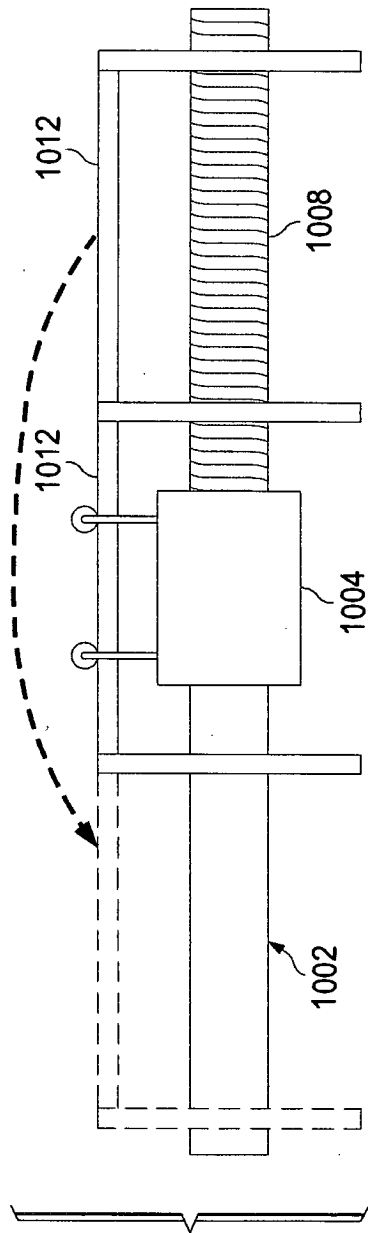


FIG. 7

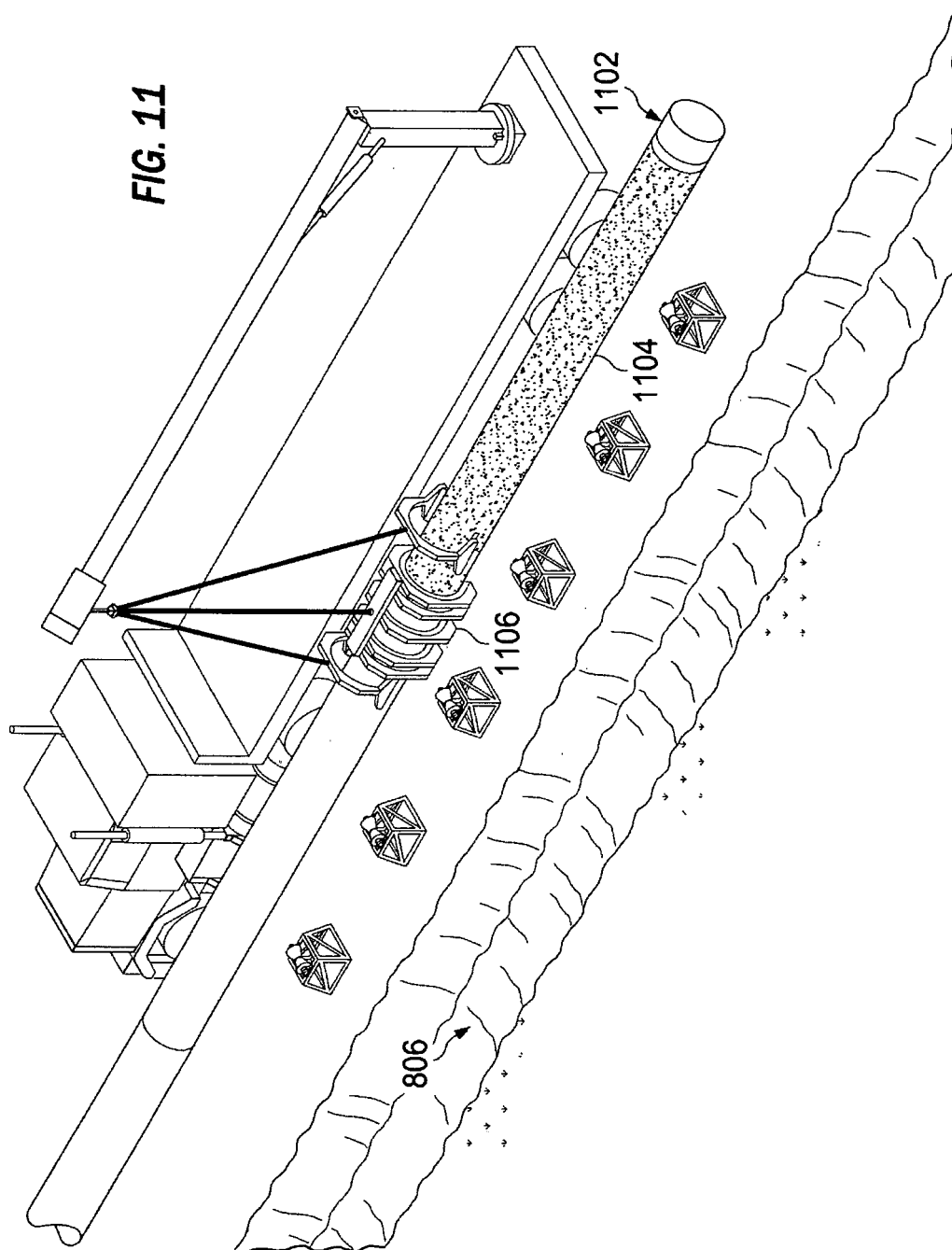












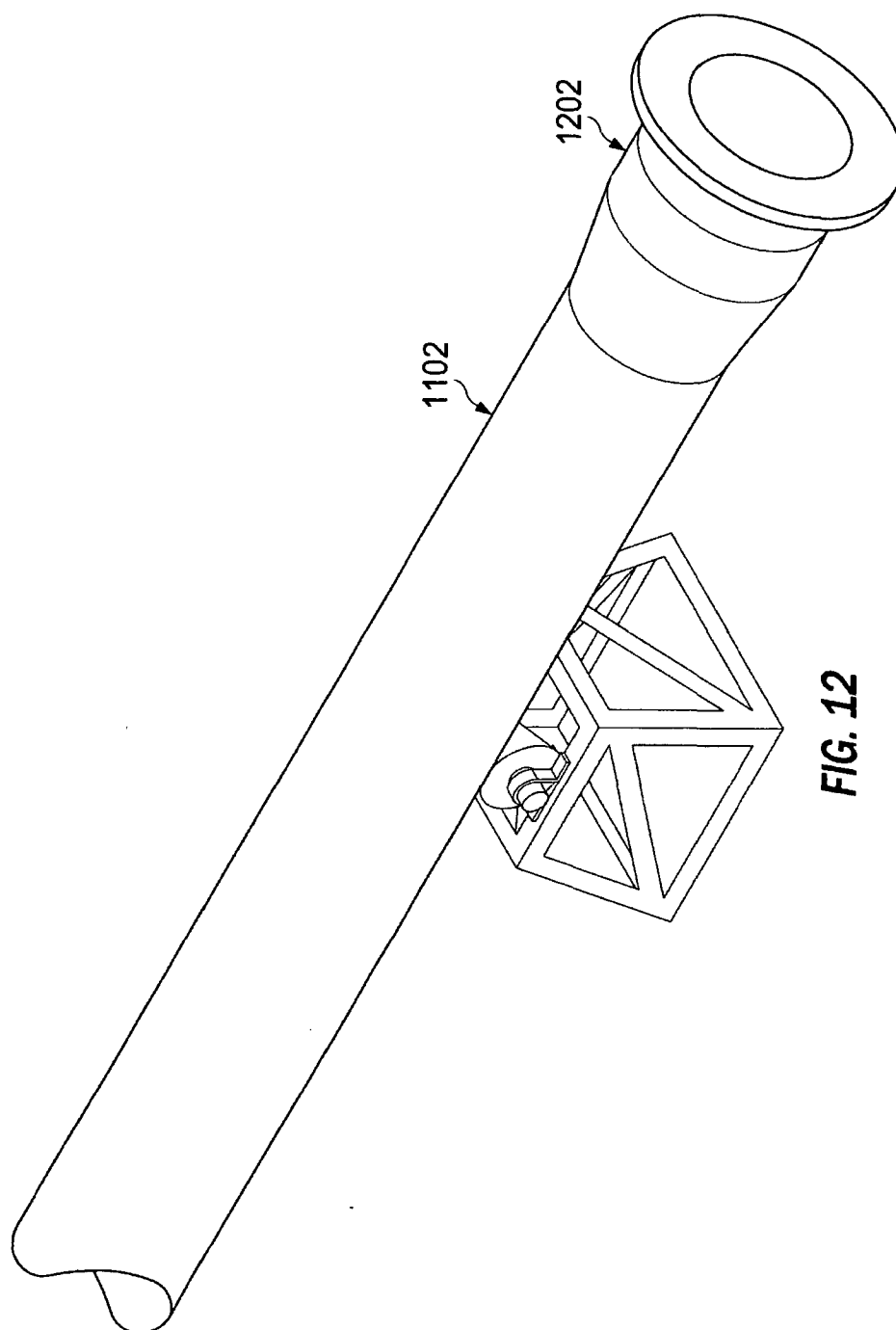


FIG. 13

