

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6389681号
(P6389681)

(45) 発行日 平成30年9月12日(2018.9.12)

(24) 登録日 平成30年8月24日(2018.8.24)

(51) Int.Cl.

F 1

E 2 1 D 9/04 (2006.01)

E 2 1 D 9/04

A

E 2 1 D 9/04

F

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2014-152507 (P2014-152507)
 (22) 出願日 平成26年7月28日(2014.7.28)
 (65) 公開番号 特開2016-30906 (P2016-30906A)
 (43) 公開日 平成28年3月7日(2016.3.7)
 審査請求日 平成29年7月6日(2017.7.6)

(73) 特許権者 302060926
 株式会社フジタ
 東京都新宿区西新宿四丁目3番2号
 (74) 代理人 100089875
 弁理士 野田 茂
 (72) 発明者 野間 達也
 東京都渋谷区千駄ヶ谷四丁目2番2号
 株式会社フジタ内

審査官 苗村 康造

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル掘削工事における切羽前方の地盤改良方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トンネル掘削時、切羽の前方の地盤にグラウトを浸透させて地盤改良する方法であって、

ドリルジャンボのドリル装着部に、ロッドの先端にビットが取着された削孔ドリルを装着し、前記ロッドを継ぎ足しつつ切羽の前方に複数の長尺孔を削孔する削孔工程と、

前記複数の長尺孔の削孔後、前記複数の長尺孔から前記削孔ドリルを抜き出す工程と、

前記ドリルジャンボのドリル装着部に、注入孔が外周面に形成されたパイプ材を装着し、前記複数の長尺孔に、前記パイプ材を継ぎ足しつつ挿入するパイプ材挿入工程と、

前記長尺孔に前記パイプ材を挿入後、前記パイプ材を通して前記注入孔からグラウトを前記地盤に浸透させるグラウト注入工程とを備え、

前記ドリル装着部は装着部側雄ねじ部を有し、前記ロッドの基部は、ドリル側雄ねじ部を有し、

前記削孔ドリルの前記ドリル装着部への装着に、長手方向の両端に前記装着部側雄ねじ部と前記ドリル側雄ねじ部に螺合するカップリング側雌ねじ部が形成されたドリル装着用カップリングが用いられ、

前記削孔ドリルの前記ドリル装着部への装着は、前記装着部側雄ねじ部と前記ドリル側雄ねじ部に前記カップリング側雌ねじ部を螺合させることでなされ、

前記パイプ材の外周面で長手方向の両端に前記ドリル側雄ねじ部と同一構造のパイプ材側雄ねじ部が形成され、

10

20

前記パイプ材の基部の前記ドリル装着部への装着は、前記ドリル装着用カップリングが
用いられ、

前記パイプ材の基部の前記ドリル装着部への装着は、前記装着部側雄ねじ部と前記パイ
プ材側雄ねじ部に前記ドリル装着用カップリングのカップリング側雌ねじ部を螺合させる
こととされる、

ことを特徴とするトンネル掘削工事における切羽前方の地盤改良方法。

【請求項 2】

前記パイプ材の先端に、先端に至るにつれて断面積が小さくなる先部を有するキャップ
を取着し、

前記パイプ材挿入工程において、前記パイプ材を前記ドリル装着部に装着し、前記ドリ
ル装着部により前記パイプ材を回転させつつ前記長尺孔に挿入する、

ことを特徴とする請求項 1 項記載のトンネル掘削工事における切羽前方の地盤改良方法
。

【請求項 3】

前記パイプ材の継ぎ足しに、継ぎ足し用カップリングが用いられ、

前記パイプ材の継ぎ足しは、双方のパイプ材の長手方向の端部のパイプ材側雄ねじ部に
、前記継ぎ足し用カップリングのカップリング側雌ねじ部を螺合させることとされる、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のトンネル掘削工事における切羽前方の地盤改
良方法。

【請求項 4】

前記パイプ材は F R P 製で、前記パイプ材側雄ねじ部は、前記パイプ材の長手方向の全
長にわたって形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項記載のトンネル掘削工事における切羽前方
の地盤改良方法。

【請求項 5】

前記長尺孔の深さおよび該長尺孔に継ぎ足して挿入される前記パイプ材の全長は、20
~ 24 m である、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項記載のトンネル掘削工事における切羽前方
の地盤改良方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネル掘削工事において、トンネル掘削に先立って行われる切羽前方の地
盤改良に関する。

【背景技術】

【0002】

トンネル掘削工事では、地盤が軟弱な場合、トンネル掘削に先立ってトンネルの上側や
周囲の地盤改良に加え、切羽前方の地盤改良もなされる。

切羽前方の地盤の改良には、従来、切羽の掘削時に折損され除去し易いように、F R P
(ガラス繊維強化プラスチック)製や、特殊構造の鋼管製のパイプ材が用いられている。

このパイプ材の相互は継ぎ足し可能で、パイプ材の外周面には複数の注入孔が設けられ
ている。

このパイプ材に、先端にビットアダプターを介してビットが着脱可能に取り付けられた
ロッドを通しておき、このロッドをトンネル掘削に使用されるドリルジャンボのドリル装
着部に装着する。そして、パイプ材に挿通されたロッドを介してビットを回転させながら
切羽を削孔すると共に、ビットで削孔された孔にパイプ材を挿入していき、ロッドとパイ
プ材を継ぎ足しながら切羽にパイプ材を打ち込む。

切羽にパイプ材を打ち込んだならば、ロッドを逆転させてビットをビットアダプターか
ら取り外し、パイプ材の先端にビットを残し、パイプ材からビットアダプターと共にロッ
ドを引き抜く。

10

20

30

40

50

このようにして切羽の複数箇所にパイプ材を打ち込む。

そして、各パイプ材の基部からグラウトを供給し、グラウトをパイプ材の外周面の孔から地盤に浸み込ませ、地盤の改良を行なう。この場合、ビットは切羽に埋め殺しとしている。

そして、地盤改良後、例えば、自由断面掘削機や岩盤掘削用ブレーカなどにより切羽を掘削する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-162256号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の従来の切羽前方の地盤の改良工事では次の不具合があった。

ビットを回転させるロッドをパイプ材の内部に通す関係上、外径の小さいロッドを使用せざるを得ず、切羽を削孔する深さに限界があり、切羽の前方に最大で13.5m前後の長さの範囲でしか地盤改良を行なえない。そのため切羽の掘削が9m程度しか行なえず、トンネル掘削工事における切羽前方の地盤改良の工数が増加せざるを得ない。例えば、トンネル長が5kmの場合、13.5mの深さの地盤改良では掘削が9mとなるため、地盤改良の工数が555回前後となる。この地盤改良の工数は、トンネル長が長くなるにつれて増大し、トンネル工事の工期の短縮化、コストダウンを図る上で不利がある。

20

また、パイプ材の先端に取着されたビットは、パイプ材に比べ比較的高価であり、このビットがパイプ材と共に切羽に埋め殺しとなる。例えば、一つの切羽に打ち込むパイプ材の箇所の数が20とすると、トンネル長が5kmの場合、地盤改良の工数が555回前後となり、 20×555 で11100個のビットが無駄となる。この無駄となるビットの個数は、トンネル長が長くなるにつれて増大し、トンネル工事のコストダウンを図る上で不利がある。

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、本発明の目的は、トンネル工事の工期短縮化、コストダウンを図る上で有利な切羽前方の地盤の改良方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0005】

本発明は、トンネル掘削時、切羽の前方の地盤にグラウトを浸透させて地盤改良する方法であって、ドリルジャンボのドリル装着部に、ロッドの先端にビットが取着された削孔ドリルを装着し、前記ロッドを継ぎ足しつつ切羽の前方に複数の長尺孔を削孔する削孔工程と、前記複数の長尺孔の削孔後、前記複数の長尺孔から前記削孔ドリルを抜き出す工程と、前記ドリルジャンボのドリル装着部に、注入孔が外周面に形成されたパイプ材を装着し、前記複数の長尺孔に、前記パイプ材を継ぎ足しつつ挿入するパイプ材挿入工程と、前記長尺孔に前記パイプ材を挿入後、前記パイプ材を通して前記注入孔からグラウトを前記地盤に浸透させるグラウト注入工程とを備え、前記ドリル装着部は装着部側雄ねじ部を有し、前記ロッドの基部は、ドリル側雄ねじ部を有し、前記削孔ドリルの前記ドリル装着部への装着に、長手方向の両端に前記装着部側雄ねじ部と前記ドリル側雄ねじ部に螺合するカップリング側雌ねじ部が形成されたドリル装着用カップリングが用いられ、前記削孔ドリルの前記ドリル装着部への装着は、前記装着部側雄ねじ部と前記ドリル側雄ねじ部に前記カップリング側雌ねじ部を螺合させることでなされ、前記パイプ材の外周面で長手方向の両端に前記ドリル側雄ねじ部と同一構造のパイプ材側雄ねじ部が形成され、前記パイプ材の基部の前記ドリル装着部への装着は、前記ドリル装着用カップリングが用いられ、前記パイプ材の基部の前記ドリル装着部への装着は、前記装着部側雄ねじ部と前記パイプ材側雄ねじ部に前記ドリル装着用カップリングのカップリング側雌ねじ部を螺合させることでなされることを特徴とする。

40

【発明の効果】

50

【 0 0 0 6 】

本発明によれば、従来のようにパイプ材の内部に挿通する細いロッドを使用することなく、ビットが太いロッドの先端に取着された削孔ドリルを用いるため、ロッドを継ぎ足しつつ従来に比べ約 2 倍程度の深さの長尺孔を削孔できる。

そして、削孔された長尺孔に、パイプ材を継ぎ足しつつ挿入することで、従来に比べ、切羽の前方に、約 2 倍程度の長さの範囲の地盤改良を一度に行なえ、切羽の掘削も約 2 倍程度の長さで行なうことが可能となる。

したがって、トンネル工事における切羽前方の地盤改良の工数を大幅に削減できる。

例えば、本発明によれば、長尺孔を 2 4 m の深さで削孔でき、長さが 2 4 m のパイプ材を長尺孔に挿入でき、切羽の前方に 2 4 m 前後の長さの範囲で地盤改良を行なえ、切羽の掘削が 2 0 m 程度行なえるようになる。したがって、トンネル長が 5 k m の場合、切羽前方の地盤改良の工数を従来の 5 5 5 回から 2 5 0 回に減らすことができ、トンネル工事の工期の短縮化、コストダウンを図る上で有利となる。

また、トンネル長が 5 k m の場合、従来、切羽に埋め殺しとなる 1 1 1 0 0 個のビットも不要となるため、トンネル工事のコストダウンを図る上で有利となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 トンネル掘削時における地盤改良の説明図で、(A) は切羽に対向させたドリルジャンボのドリル装着部に削孔ドリルを装着した説明図、(B) は削孔ドリルにより切羽の前方に長尺孔を削孔する説明図、(C) はドリルジャンボのドリル装着部にパイプ材を装着した説明図、(D) は削孔孔にパイプ材を継ぎ足しつつ挿入する説明図、(E) はパイプ材からグラウトを地盤に浸透させた説明図である。

【 図 2 】 削孔ドリルとドリル装着用カップリングとドリル装着部との関係図である。

【 図 3 】 パイプ材とパイプ装着用カップリングとドリル装着部との関係図である。

【 図 4 】 パイプ材と継ぎ足し用カップリングとの関係図である。

【 図 5 】 キャップとパイプ材との関係図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 8 】

以下本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。

図 1 (A)、(B) に示すように、トンネル掘削時、切羽 1 0 の前方の地盤 1 2 にグラウト G を浸透させて地盤改良するに際して、ドリルジャンボ 1 4 の複数のドリル装着部 1 6 にそれぞれ削孔ドリル 1 8 を装着し、削孔ドリル 1 8 のロッド 1 8 A を継ぎ足しつつ切羽 1 0 の前方に複数の長尺孔 2 0 を削孔する削孔工程を行なう。

長尺孔 2 0 の深さは、例えば、2 0 ~ 2 4 m であり、本実施の形態では 2 4 m としている。

なお、本発明において削孔ドリル 1 8 とは、図 2 に示すように、ロッド 1 8 A の先端にビット 1 8 B が取着されたものをいう。ロッド 1 8 A は、従来のようにパイプ材の内部に挿通する必要がないため、太いロッドが使用可能であり、ビット 1 8 B を太いロッド 1 8 A で支持することが可能となる。

本実施の形態では、ドリル装着部 1 6 は、回転可能かつ往復直線移動可能に支持されたシャンクロッド 1 6 A で構成され、シャンクロッド 1 6 A の先部に装着部側雄ねじ部 1 6 0 2 が形成されている。また、削孔ドリル 1 8 の基部に (すなわちロッド 1 8 A の基部に)、ドリル側雄ねじ部 1 8 0 2 が形成されている。

シャンクロッド 1 6 A と削孔ドリル 1 8 の基部との連結は、装着部側雄ねじ部 1 6 0 2 とドリル側雄ねじ部 1 8 0 2 に螺合可能なカップリング側雌ねじ部 2 2 0 2 が長手方向の両端に形成された筒状のドリル装着用カップリング 2 2 が用いられる。

すなわち、削孔ドリル 1 8 のドリル装着部 1 6 への装着は、装着部側雄ねじ部 1 6 0 2 とドリル側雄ねじ部 1 8 0 2 にドリル装着用カップリング 2 2 のカップリング側雌ねじ部 2 2 0 2 を螺合させ、削孔ドリル 1 8 とドリル装着部 1 6 とをドリル装着用カップリング 2 2 で連結することで行なわれる。

また、ロッド１８Ａどうしの連結には、従来と同様にロッド連結用カップリングが使用される。

【０００９】

次に、図３に示すように、継ぎ足し可能なパイプ材２４を複数用意する。

パイプ材２４は、本実施の形態ではＦＲＰ製であるが、パイプ材２４には、切羽１０の掘削時に折損され除去し易い特殊構造の鋼管など従来公知の様々な材料が使用可能である。

パイプ材２４の長手方向に間隔をおいた複数箇所に、グラウト注入用の注入孔２６が形成されている。

長尺孔２０に挿入されるパイプ材２４の先部は閉塞され、長尺孔２０への挿入時における土砂のパイプ材２４への侵入を阻止し、注入孔２６からのグラウトＧの地盤１２への注入が円滑になされるように図られている。

10

パイプ材２４の長さは、取扱い性を考慮し、例えば、６ｍ～８ｍが好ましく、本実施の形態では、後述するように、ひとつの長尺孔２０に８ｍのパイプ材２４が３本継ぎ足されて挿入される。

【００１０】

パイプ材２４は、長手方向の全長にわたって外周面に、ドリル側雄ねじ部１８０２と同一構造のパイプ材側雄ねじ部２６０２が形成されている。

パイプ材２４の基部のドリル装着部１６への装着は、ドリル装着用カップリング２２と同一構造のパイプ装着用カップリング２８が用いられる。

20

パイプ材２４の基部のドリル装着部１６への装着は、装着部側雄ねじ部１６０２とパイプ材側雄ねじ部２６０２にパイプ装着用カップリング２８のカップリング側雌ねじ部２８０２を螺合させることでなされる。

【００１１】

パイプ材２４の継ぎ足しに、図４に示すように、継ぎ足し用カップリング３０が用いられる。

パイプ材２４の継ぎ足しは、双方のパイプ材２４の端部のパイプ材側雄ねじ部２６０２に、継ぎ足し用カップリング３０のカップリング側雌ねじ部３００２を螺合させることでなされる。

なお、パイプ材側雄ねじ部２６０２は、継ぎ足し用カップリング３０を用いて継ぎ足す上で、パイプ材２４の長手方向の両端のみに形成しておくことで足りるが、本実施の形態のように、パイプ材側雄ねじ部２６０２をパイプ材２４の長手方向の全長にわたって形成しておくこと、パイプ材２４を適宜長さで切断した場合でも、継ぎ足し用カップリング３０を用いて簡単に継ぎ足す上で有利となる。

30

また、パイプ材２４のパイプ材側雄ねじ部２６０２をドリル側雄ねじ部１８０２と異なったねじ構造としてもよいが、本実施の形態のように、パイプ材側雄ねじ部２６０２をドリル側雄ねじ部１８０２と同一構造のものとしておくこと、パイプ装着用カップリング２８としてドリル装着用カップリング２２を使用でき、パイプ装着用カップリング２８を新たに製作する必要がなくなり、コストダウンを図る上で有利となる。

【００１２】

40

次に、複数の長尺孔２０の削孔後、長尺孔２０から削孔ドリル１８を抜き出し、作業員の手作業により、継ぎ足し用カップリング３０により長さが８ｍの３本のパイプ材２４を継ぎ足しつつ複数の長尺孔２０に挿入し、パイプ材２４の先部が長尺孔２０の奥部に至るまで挿入するパイプ材挿入工程を行なう。

継ぎ足されたパイプ材２４の全長は、長尺孔２０の深さとほぼ同一で、例えば、２４ｍである。

【００１３】

なお、長尺孔２０が、その内壁が崩れない自立孔の場合には、パイプ材２４の長尺孔２０への挿入を手作業で行なえるが、長尺孔２０が自立孔でない場合には、次のようにしてパイプ材２４の長尺孔２０への挿入が行なわれる。

50

すなわち、図 5 に示すように、パイプ材 2 4 の先端に、先端に至るにつれて断面積が小さくなる先部を有する鋼製や F R P 製のキャップ 3 2 を取着する。この場合の取着は、キャップ 3 2 の雌ねじ 3 2 0 2 を、先端が開放されたパイプ材 2 4 のパイプ材側雄ねじ部 2 6 0 2 に螺合することとされる。

次に、図 1 (C)、図 3 に示すように、ドリル装着部 1 6 にパイプ装着用カップリング 2 8 を介してパイプ材 2 4 の基部を装着する。

そして、図 1 (D) に示すように、ドリル装着部 1 6 によりパイプ材 2 4 を回転させつつ長尺孔 2 0 に挿入し、継ぎ足し用カップリング 3 0 によりパイプ材 2 4 を継ぎ足しつつ、パイプ材 2 4 の先部が長尺孔 2 0 の奥部に至るまで挿入する。

このように、長尺孔 2 0 に、ドリルジャンボ 1 4 のドリル装着部 1 6 によりパイプ材 2 4 を回転させつつ挿入すると、キャップ 3 2 により土砂を掻き分け、パイプ材 2 4 を長尺孔 2 0 に円滑に挿入する上で有利となる。この場合、長尺孔 2 0 は既に削孔されているため、パイプ材 2 4 にはキャップ 3 2 により土砂を掻き分ける力しか作用せず、パイプ材 2 4 を破損させることなく、パイプ材 2 4 を長尺孔 2 0 へ円滑に挿入できる。

【 0 0 1 4 】

長尺孔 2 0 にパイプ材 2 4 を挿入後、図 1 (E) に示すように、パイプ材 2 4 の基部からパイプ材 2 4 の内部を通して注入孔 2 6 からグラウト G を地盤 1 2 に浸透させるグラウト注入工程を行ない、これにより地盤改良を行なう。

【 0 0 1 5 】

地盤改良がなされたならば、例えば、自由断面掘削機や岩盤掘削用ブレイカなどにより切羽 1 0 を掘削する。

【 0 0 1 6 】

本実施の形態によれば、従来のようにロッドをパイプ材の内部に挿通する必要がないため、ビット 1 8 B が太いロッド 1 8 A で支持された削孔ドリル 1 8 を用いることができ、ロッド 1 8 A を継ぎ足しつつ従来に比べ約 2 倍程度の深さの長尺孔 2 0 を削孔できる。

そして、長尺孔 2 0 に、パイプ材 2 4 を継ぎ足しつつ挿入することで、従来に比べ、切羽 1 0 の前方において、約 2 倍程度の長さの範囲の地盤改良を一度に行なうことが可能となる。

これにより、地盤改良後の切羽 1 0 の掘削も従来に比べて約 2 倍程度の長さで行なうことが可能となる。

例えば、本実施の形態によれば、長尺孔 2 0 を 2 4 m の深さで削孔でき、長さが 2 4 m のパイプ材 2 4 を長尺孔 3 0 に挿入でき、切羽 1 0 の前方に 2 4 m 前後の長さの範囲で地盤改良を行なえ、切羽 1 0 の前方の掘削を 2 0 m 程度行なえるようになる。したがって、トンネル長が 5 k m の場合、切羽前方の地盤改良の工数を従来の 5 5 5 回から 2 5 0 回に減らすことができ、トンネル工事の工期の短縮化、コストダウンを図る上で有利となる。

また、トンネル長が 5 k m の場合、従来、切羽に埋め殺しとなる 1 1 1 0 0 個のビットも不要となるため、トンネル工事のコストダウンを図る上で有利となる。

【 符号の説明 】

【 0 0 1 7 】

- 1 0 ……切羽
- 1 2 ……切羽前方の地盤
- 1 4 ……ドリルジャンボ
- 1 6 ……ドリル装着部
- 1 6 A ……シャンクロッド
- 1 6 0 2 ……装着部側雄ねじ部
- 1 8 ……削孔ドリル
- 1 8 A ……ロッド
- 1 8 B ……ビット
- 1 8 0 2 ……ドリル側雄ねじ部
- 2 0 ……長尺孔

10

20

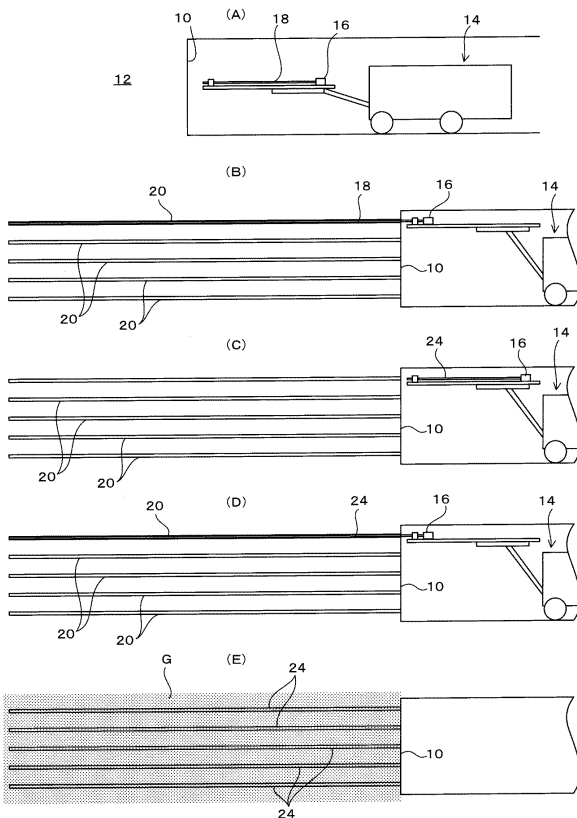
30

40

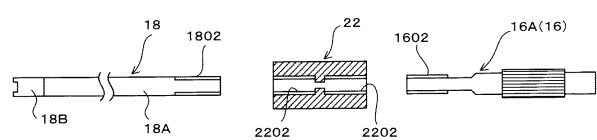
50

- 2 2 ... ドリル装着用カップリング
- 2 2 0 2 ... カップリング側雌ねじ部
- 2 4 ... パイプ材
- 2 6 ... 注入孔
- 2 6 0 2 ... パイプ材側雄ねじ部
- 2 8 ... パイプ装着用カップリング
- 2 8 0 2 ... カップリング側雌ねじ部
- 3 0 ... 継ぎ足し用カップリング
- 3 0 0 2 ... カップリング側雌ねじ部
- 3 2 ... キャップ
- G ... グラウト

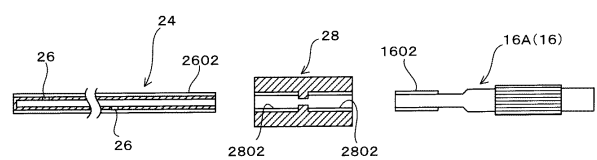
【図 1】



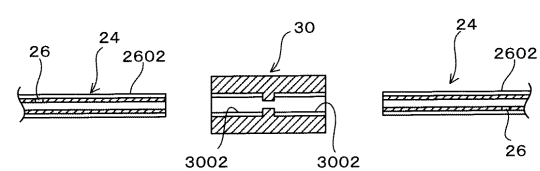
【図 2】



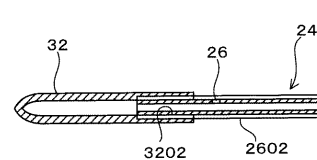
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-035913(JP,A)
特開2000-034882(JP,A)
特開平09-004365(JP,A)
特開昭55-148894(JP,A)
特開2013-160029(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 1/00～ 9/14