(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-243257
(P2009-243257A)
(43)公開日　平成21年10月22日(2009.10.22)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
E03F 7/00	(2006.01)	E03F 7/00		2D063
B29C 63/34	(2006.01)	B29C 63/34		3H025
F16L 55/16	(2006.01)	F16L 55/16		4F211
F16L 1/00	(2006.01)	F16L 1/00	J	
B29C 65/74	(2006.01)	B29C 65/74		

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　（全 15 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2009-52782(P2009-52782)
(22)出願日　平成21年3月6日(2009.3.6)
(31)優先権主張番号　特願2008-59236(P2008-59236)
(32)優先日　平成20年3月10日(2008.3.10)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

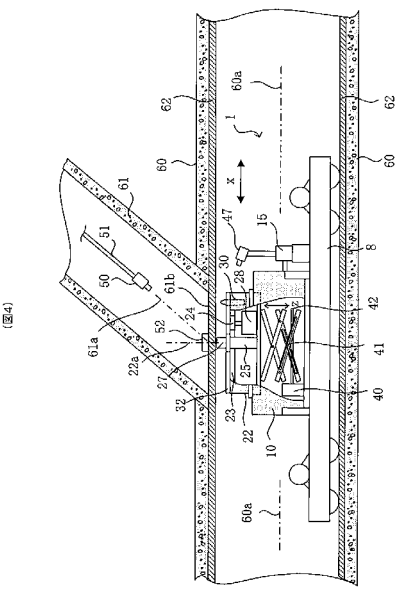
(71)出願人　592057385
株式会社湘南合成樹脂製作所
神奈川県平塚市代官町３１番２７号
(74)代理人　100075292
弁理士　加藤　卓
(72)発明者　辻澤　隆彦
栃木県足利市大前町２６８－１　足利工業大学内
(72)発明者　神山　隆夫
神奈川県平塚市代官町３１番２７号　株式会社湘南合成樹脂製作所内
(72)発明者　上野　雅央
栃木県小山市下国府塚７３４－３

Ｆターム(参考)　2D063 FA14
3H025 EA01　EB23　EC04　ED02　EE05

最終頁に続く

(54)【発明の名称】管内作業ロボット

(57)【要約】
【課題】枝管開口部を塞いでいる管ライニング材を切削して本管から枝管への開口部を形成する。
【解決手段】本管６０の管ライニング材６２に加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して該管ライニング材を切削する切削ノズル３０を設け、その切削ノズルを、垂直軸（ｚ）を中心に回転させる回転機構２３に取り付ける。切削ノズルの回転中心を位置決めし、該位置決めされた位置を中心として切削ノズルを回転させながら、切削ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により枝管６１の開口部６１ｂを塞いでいる管ライニング材６２を切削し、本管から枝管に連通する開口部を形成する。
【選択図】図４



(図4)

【特許請求の範囲】
【請求項１】
第２の管と交差する第１の管内で管工事をするための管内作業ロボットであって、
第１の管の内壁面に加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して第１の管から第２の管に至る部分を切削する切削ノズルと、
前記切削ノズルを第１の管内で第１の管の中心軸に沿って移動させる移動機構と、
前記切削ノズルを垂直軸を中心に回転させる回転機構と、
前記切削ノズルを第１の管の中心軸に垂直な面内で揺動させる揺動機構と、を備え、
前記切削ノズルの回転中心を位置決めし、該位置決めされた位置を中心として前記切削ノズルを回転させながら、切削ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により第１の管から第２の管に至る部分を切削し、第１の管から第２の管に連通する開口部を形成することを特徴とする管内作業ロボット。
【請求項２】
前記第１の管が管ライニング材でライニングされており、第２の管の開口部を塞いでいる管ライニング材部分が切削されることを特徴とする請求項１に記載の管内作業ロボット。
【請求項３】
前記揺動機構が移動機構に搭載されることを特徴とする請求項１又は２に記載の管内作業ロボット。
【請求項４】
前記回転機構が揺動機構に搭載されることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項５】
前記切削ノズルを昇降させる昇降機構を備えることを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項６】
前記昇降機構が揺動機構に搭載されることを特徴とする請求項５に記載の管内作業ロボット。
【請求項７】
前記切削ノズルは、形成される開口部の中心が第２の管の中心軸に一致するように、位置決めされることを特徴とする請求項１から６のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項８】
前記形成される開口部が、第２の管の第１の管側端部の開口にほぼ一致することを特徴とする請求項１から７のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項９】
前記位置決めが、切削ノズルの回転中心に設けられた磁石を第１の管内において移動させ、該磁石に引き付けられる第２の管側に設けられた金属体又は磁性体を前記形成される開口部の中心に移動させることにより行われることを特徴とする請求項７又は８に記載の管内作業ロボット。
【請求項１０】
前記位置決めが、切削ノズルの回転中心に設けられた金属体又は磁性体を第１の管内において移動させ、該金属体又は磁性体を引き付ける第２の管側に設けられた磁石を前記形成される開口部の中心に移動させることにより行われることを特徴とする請求項７又は８に記載の管内作業ロボット。
【請求項１１】
前記切削ノズルの回転速度を、切削ノズルが１回転したとき枝管開口部を塞いでいる管ライニング材が円形に穿孔されるように、少なくとも流体又は粒状物の噴射圧と、穿孔する管ライニング材の厚さ及びその材質とに応じて決めるようにすることを特徴とする請求項２から１０のいずれか１項に記載の管内ロボット。

【請求項１２】
第２の管と交差する第１の管内で管工事をするための管内作業ロボットであって、
第１の管の内壁面に加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して第１の管から第２の管に至る部分を切削する切削ノズルと、
前記切削ノズルを第１の管内で第１の管の中心軸に沿ったｘ軸方向と該ｘ軸に水平方向に直交するｙ軸方向に沿って移動させるＸＹロボットと、
前記切削ノズルのｘ軸方向とｙ軸方向の位置を制御する制御手段と、を備え、
前記位置制御に基づいて切削ノズルを順次所定の位置に移動させ、切削ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により第１の管から第２の管に至る部分を切削して第１の管から第２の管に連通する開口部を形成することを特徴とする管内作業ロボット。
【請求項１３】
前記第１の管が管ライニング材でライニングされており、第２の管の開口部を塞いでいる管ライニング材部分が切削されることを特徴とする請求項１２に記載の管内作業ロボット。
【請求項１４】
前記ＸＹロボットが昇降機構によりｘ軸及びｙ軸に直交するｚ軸方向に上下されることを特徴とする請求項１２又は１３に記載の管内作業ロボット。
【請求項１５】
前記ＸＹロボットを水平に調整できることを特徴とする請求項１２から１４のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項１６】
磁石を第１の管内において移動させ、該磁石に引き付けられる第２の管側の金属体又は磁性体の移動に基づいて切削ノズルを移動させる位置を求めることを特徴とする請求項１２から１５のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項１７】
金属体又は磁性体を第１の管内において移動させ、該金属体又は磁性体を引き付ける第２の管側の磁石の移動に基づいて切削ノズルを移動させる位置を求めることを特徴とする請求項１２から１５のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項１８】
前記切削ノズルの回転速度を、切削ノズルが１回転したとき枝管開口部を塞いでいる管ライニング材が円形に穿孔されるように、少なくとも流体又は粒状物の噴射圧と、穿孔する管ライニング材の厚さ及びその材質とに応じて決めるようにすることを特徴とする請求項１２から１７のいずれか１項に記載の管内ロボット。
【請求項１９】
前記切削ノズルは、ＸＹロボットの駆動機構より所定距離離れた位置においてＸＹロボットに取り付けられることを特徴とする請求項１２から１８のいずれか１項に記載の管内作業ロボット。
【請求項２０】
管内で管工事をするための管内作業ロボットであって、
処理物に加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して該処理物を処理する処理ノズルと、
前記処理ノズルを管内で該管の中心軸に垂直な面内で移動させる移動機構と、
前記処理ノズルの移動を制御する制御手段と、を備え、
前記処理ノズルを所定位置に移動させ、処理ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により処理ノズルの噴射前方にある処理物を処理することを特徴とする管内作業ロボット。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、管内作業ロボット、更に詳細には、第２の管（枝管）と交差する第１の管（下水道本管）内で管工事をするための管内作業ロボットに関する。

【背景技術】
【０００２】
従来より、地中に埋設された下水道管などの既設管が老朽化した場合に、既設管を掘り出すことなく更生するために、既設管を管ライニング材でライニングするライニング工法が知られている。管ライニング材は、既設管の形状に対応した管状の柔軟な不織布からなる樹脂吸収材に未硬化の液状硬化性樹脂（一般的には熱硬化性樹脂）を含浸させたものである。樹脂吸収材の外周面には気密性の高いプラスチックフィルムが貼り付けられている。
【０００３】
ライニング工事では、管ライニング材を流体圧により既設管内に表裏を反転させて、あるいは引き込んで挿入し、既設管の内周面に押し付けた状態で、管ライニング材に含浸された液状硬化性樹脂を加熱などの方法で硬化させることにより、ライニングを行っている。
【０００４】
下水管などの本管には枝管が合流しており、管ライニング材で本管をライニングした場合には、管ライニング材が枝管の合流部分の端部の開口を塞いでしまう。このため、穿孔機とＴＶカメラを搭載した管内作業ロボットを本管に入れて地上から遠隔操作し、穿孔機のカッター（回転刃）を回転駆動して枝管の端部を塞いでいる管ライニング材の部分を本管側から穿孔して除去する作業を行っている（特許文献１）。
【０００５】
しかし、この作業では、穿孔前に、穿孔機のカッターの位置決めを本管の管長方向と周方向及び上下方向のそれぞれについて行う必要がある。これはＴＶカメラで本管内をモニタしながら行うが、本管内が暗くて見え難いので、位置決めを誤る、すなわち穿孔位置を誤る場合がある。
【０００６】
これに対して、上記の穿孔前に、モータの回転動力を伝達するフレキシブルシャフトに連結されたホルソーを枝管に挿入して、枝管の端部の開口を塞いでいる管ライニング材の部分に枝管側から小径の仮孔を空ける方法が採用されている。仮孔を形成した後、枝管にＴＶカメラを挿入し、枝管内をモニタしながら、上記の本管側からの穿孔を行う。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２０００－１５５０９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
しかしながら、枝管側から仮孔を形成する方法では、ホルソーは、フレキシブルシャフトにより枝管の管長方向に直交する方向に可動に支持されている。このため、ホルソーを枝管内でその方向に所望の穿孔位置（例えば枝管端部の開口の中心位置など）に位置決めすることが困難であり、穿孔位置が所望の位置からずれてしまう場合がある。
【０００９】
また、特に枝管端部を塞いでいる管ライニング材の表面が固い場合、ホルソーが滑って回転の反動で枝管の管長方向に直交する方向に動いて枝管の内周面に衝突してしまう場合がある。この場合、ホルソーを破損してしまう、或いは枝管がライニングされている場合は、その管ライニング材を傷付けてしまうというような問題が発生する。
【００１０】
また、従来では、金属性のカッターやホルソーを用いて管ライニング材を切断しているので、枝管側から、あるいは本管側から管ライニング材に穴をあける場合、意図しない穿孔部分の周りを破損したり傷つけてしまう、という問題があった。
【００１１】

本発明の課題は、このような問題点を解決するためになされたもので、第１の管と第２の管が合流する部分で、第１の管あるいは第１の管に施された管ライニング材が第２の管の合流部分の端部を塞いでいる場合に、その塞いでいる部分を正確に切削し、第１の管から第２の管への開口部を形成することが可能な管内作業ロボットを提供することである。

【００１２】

また、本発明の課題は、上記開口部を形成するときに、障害物があるときに、その障害物を粉砕ないし破断することが可能な管内作業ロボットを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明（請求項１）は、

第２の管と交差する第１の管内で管工事をするための管内作業ロボットであって、

第１の管の内壁面に加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して第１の管から第２の管に至る部分を切削する切削ノズルと、

前記切削ノズルを第１の管内で第１の管の中心軸に沿って移動させる移動機構と、

前記切削ノズルを垂直軸を中心に回転させる回転機構と、

前記切削ノズルを第１の管の中心軸に垂直な面内で揺動させる揺動機構と、を備え、

前記切削ノズルの回転中心を位置決めし、該位置決めされた位置を中心として前記切削ノズルを回転させながら、切削ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により第１の管から第２の管に至る部分を切削し、第１の管から第２の管に連通する開口部を形成することを特徴とする。

【００１４】

また、本発明（請求項１２）は、

第２の管と交差する第１の管内で管工事をするための管内作業ロボットであって、

第１の管の内壁面に加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して第１の管から第２の管に至る部分を切削する切削ノズルと、

前記切削ノズルを第１の管内で第１の管の中心軸に沿ったｘ軸方向と該ｘ軸に水平方向に直交するｙ軸方向に沿って移動させるＸＹロボットと、

前記切削ノズルのｘ軸方向とｙ軸方向の位置を制御する制御手段と、を備え、

前記位置制御に基づいて切削ノズルを順次所定の位置に移動させ、切削ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により第１の管から第２の管に至る部分を切削して第１の管から第２の管に連通する開口部を形成することを特徴とする。

【００１５】

また、本発明（請求項２０）は、

管内で管工事をするための管内作業ロボットであって、

処理物に加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して該処理物を処理する処理ノズルと、

前記処理ノズルを管内で該管の中心軸に垂直な面内で移動させる移動機構と、

前記処理ノズルの移動を制御する制御手段と、を備え、

前記処理ノズルを所定位置に移動させ、処理ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により処理ノズルの噴射前方にある処理物を処理することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１６】

本発明では、切削ノズルから噴射される加圧流体あるいは加圧粒状物により第１の管から第２の管に連通する開口部を形成するようにしているので、金属性のカッターなどを用いて穿孔するのに比較して穿孔部分の周りを破損したり傷つけることなく穿孔を行うことができる。

【００１７】

また、本発明では、切削ノズルを中心軸に沿って移動させたり、あるいは該中心軸に垂直な面内で揺動させることができるので、また、切削ノズルをＸＹロボットに搭載して移動させているので、切削ノズルを所望の位置に位置決めすることができ、正確な穿孔を行うことができる。

【図面の簡単な説明】
【００１８】
【図１】管内作業ロボットの概略外観を示した斜視図である。
【図２】管内作業ロボットの一部を破断して示した正面図である。
【図３】管内作業ロボットの回転機構を示した上面図である。
【図４】管内作業ロボットを本管内に設置したときの状態を示す正面図である。
【図５】（ａ）は金属ボールホルダの上面図、（ｂ）はその側面図である。
【図６】金属ボールホルダの枝管側からの観察画像を示す説明図である。
【図７】（ａ）はＸＹロボットの上面図、（ｂ）はその側面図である。
【図８】ＸＹロボットを装備した実施例を示す管内作業ロボットの正面図である。
【図９】切削ノズルの位置制御を行うための構成を示した構成図である。
【図１０】切削輪郭形状を取得する方法を説明した説明図である。
【図１１】ＸＹロボットを垂直に立てて配置し障害物を粉砕する例を示した正面図である。

【発明を実施するための形態】
【００１９】
以下、図面に示す実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。各実施例では、第１の管として下水道などの本管が、また第２の管として、本管から地上に向けて枝分かれする枝管が例示されるが、本発明は、このような実施例に限定されるものでなく、第１と第２の管が交差し、その交差部で第２の管に通じる開口部を形成するための穿孔工事に適用されるものである。また、第１の管が管ライニング材によりライニングされていて、ライニングされた第１の管に穴をあけ、開口部を形成する例を説明するが、ライニングが施されていない管にも適用できるものである。また、本発明は、枝管が先にライニングされて本管が後でライニングされる場合、あるいは本管が先にライニングされて、枝管が後でライニングされる場合の両方の場合で枝管の開放端部を塞いでいる本管の管ライニング材部分に穴をあける場合に適用できるものである。

【実施例１】
【００２０】
図１、図２に示したように、管内作業ロボット１は台車８を有し、この台車８の前方には、プーリ３に掛け渡されたベルト６を介してモータ２により回転する車輪４、５が取り付けられる。同様に、プーリ３’に掛け渡されたベルト６’を介してモータ２’により回転する車輪４’、５’が台車８の後方にも取り付けられ、いずれかのモータ２、２’を駆動することにより、あるいは両モータを同期駆動することにより、台車８はｘ軸方向に移動される。ｘ軸方向は、図４に示したように、管内作業ロボット１が設置される本管６０が延びる長さ方向であり、本管６０の中心軸６０ａに沿った方向である。
【００２１】
台車８上には、ボールベアリングを備えた軸受け板１１、１２を介して揺動機構を構成する円筒形状の揺動シリンダ１０が取り付けられ、この後方端部の内周面には内歯１０ａが形成される。この内歯１０ａは、取付台１６に固定されたモータ１５によりモータ軸１５ａを中心に回転するギア１３が噛み合っており、モータ１５が回転すると、ギア１３、内歯１０ａの噛合により揺動シリンダ１０がその中心軸を中心に揺動（ローリング）する。管内作業ロボット１が本管６０に設置されたとき、揺動シリンダ１０の揺動軸が本管６０の中心軸６０ａとほぼ一致するように構成されている。
【００２２】
揺動シリンダ１０の上方中央部には、昇降機構を構成する昇降シリンダ２２が揺動シリンダ１０に対して上下するようにガイドリング２１を介して取り付けられる。昇降シリンダ２２の上部は開放しており、図３からわかるように、昇降シリンダの上部にボールベアリング２０を介して回転機構を構成する回転リング２３が軸受けされ、この回転リング２３の内周面には内歯２３ａが形成されている。昇降シリンダ２２の底部２２ｂには、回転リング２３の内歯２３ａと噛み合うギア２４を回転させるモータ２８が固定されており、

モータ２８を回転させると、そのトルクがギア２４を介して回転リング２３に伝達され、回転リング２３は、昇降シリンダ２２の中心軸２２ａ（図４）を中心に回転する。

【００２３】

回転リング２３には、垂直方向（ｚ軸方向）に延びる切削ノズル３０が固定されており、切削ノズル３０の噴射口３０ａからは、後述するように、水などの加圧流体あるいは砂などの加圧粒状物が本管６０の内壁面に向けて噴射される。

【００２４】

昇降シリンダ２２の底部２２ｂでその中心部には、支柱２５が立設されており、この支柱２５の上部には円盤２６を介して円柱状の磁石（永久磁石又は電磁石）２７が固定されている。昇降シリンダ２２は、開口部３２ａ、３２ｂが形成されたカバー３２でその上部が密閉される。図１では、内部の構造を見せるために、カバー３２は昇降シリンダ２２から分離して図示されているが、昇降シリンダ２２がカバー３２により密閉されるときは、図２に示したように、支柱２５に固定された円盤２６と切削ノズル３０が、それぞれカバー３２の開口部３２ａと３２ｂに挿入され、磁石２７と切削ノズル３０の噴射口３０ａがカバー３２の表面から突出するようになっている。また、カバー３２は、回転リング２３並びにそれに取り付けられた切削ノズル３０とともに、モータ２８により軸心２２ａを中心に回転できるように、回転リング２３に取り付けられる。

【００２５】

揺動シリンダ１０の底部には、昇降装置４０が設けられており、この昇降装置４０はロッド４２を介してパンタグラフ４１を上下させ、パンタグラフ４１上に載置されている昇降シリンダ２２を昇降させる。

【００２６】

台車８の後方部には、支持台４５に固定された支柱４６を介してカメラ４７が取り付けられており、このカメラ４７で撮像された画像を見て本管６０内の管工事を観察できるようになっている。

【００２７】

なお、上述した実施例で、モータ２、２’、１５、２８、昇降装置４０などへの電源ライン、あるいは切削ノズル３０への流体あるいは粒状物を供給するラインは、図が煩雑になるので省略されている。

【００２８】

本管６０は、図４に示したように、公知の方法でその内周面が管ライニング材６２を用いてライニングされる。このとき、管ライニング材６２は、本管６０と交差する枝管６１の本管側開口部６１ｂを塞いでしまうので、その部分の管ライニング材６２を穿孔する必要がある。

【００２９】

管内作業ロボット１は、このような管ライニング材６２に穴をあけ、本管６０と枝管６１を連通させるために用いられる。以下に、管ライニング材６２の穿孔作業を説明する。

【００３０】

管内作業ロボット１は、本管６０内に搬送され、モータ２、２’を駆動することにより本管６０内を本管６０の中心軸６０ａに沿ったｘ軸方向に移動される。枝管６１の内部は、ランプ（不図示）により照明されるので、枝管６１の開口部６１ｂを塞いでいる管ライニング材６２の部分は明るくなっており、カメラ４７でその部分を地上あるいはマンホール内で観察できるので、台車８をその部分まで前進させる。

【００３１】

枝管６１内には、図５（ａ）、（ｂ）に図示したような金属ボール５２ａ、５２ｂ、５２ｃを内蔵した金属ボールホルダ（金属体）５２が前もって挿入されており、金属ボールホルダ５２は、自重により管ライニング材６２上に載っている。この金属ボールホルダ５２は、昇降シリンダ２２に取り付けられた磁石２７により引き付けられるので、台車８の前進あるいは後進に応じて管ライニング材６２上をｘ軸方向に移動する。磁石２７による引き付けを確実にするために、昇降装置４０を駆動して、磁石２７が管ライニング材６２

の内側に接触するような高さに、昇降シリンダ２２を上昇させる。
【００３２】
また、モータ１５を駆動すると、揺動シリンダ１０は本管６０の中心軸６０ａを中心に揺動（ローリング）し、磁石２７も中心軸６０ａを中心にその中心軸６０ａに垂直な面（ｙｚ面）内を揺動する。この磁石２７の揺動に応じて金属ボールホルダ５２は管ライニング材６２上をｙ軸方向に移動する。
【００３３】
このように、台車８を前後させ、また揺動シリンダ１０をローリングさせることにより、金属ボールホルダ５２は、管ライニング材６２上をｘｙ方向に移動するので、この金属ボールホルダ５２の移動を、フレキシブルシャフト５１に取り付けられたカメラ５０により地上より観察する。図６は、枝管６１の開口部６１ｂ部分の管ライニング材６２上に位置する金属ボールホルダ５２の画像を示したもので、金属ボールホルダ５２が枝管開口部６１ｂのほぼ中心に移動するまで、台車８を前後させるとともに、揺動シリンダ１０を揺動させる。
【００３４】
図６に示したように、目視により金属ボールホルダ５２が枝管開口部６１ｂのほぼ中心位置に移動したことを確認したら、台車８の移動並びに揺動シリンダ１０の揺動を停止する。この状態では、図４に示したように、昇降シリンダ２２の中心軸２２ａは枝管開口部６１ｂの中心において枝管６１の中心軸６１ａと交差する。
【００３５】
このように、切削ノズルの切削により形成される開口部の中心が枝管の中心軸に一致するように、位置決めが行われたら、水や砂などの加圧流体あるいは加圧粒状物を切削ノズル３０に供給するとともに、モータ２８を作動させて、回転リング２３ならびにこれに取り付けられた切削ノズル３０を、例えば４ｍｍ／ｓｅｃ～１０ｍｍ／ｓｅｃの周速度で回転させる。切削ノズル３０の噴射口から噴射される流体あるいは粒状物は、１５０～２５０メガパスカルぐらいの噴射圧で０．５ｍｍ～１．５ｍｍΦの噴射径で本管６０の管ライニング材６２（厚さは６．５ｍｍ～１０ｍｍ）の内周面に吹き付けられ、管ライニング材６２を切削する。回転リング２３が１回転すると、枝管開口部６１ｂを塞いでいる管ライニング材６２が円形に穿孔され、枝管６１の開口部６１ｂにほぼ相当する開口部が形成される。
【００３６】
なお、切削ノズルの回転速度（周速度）を、切削ノズル３０が１回転したとき枝管開口部６１ｂを塞いでいる管ライニング材６２が円形に穿孔されるように、少なくとも流体（又は粒状物）の噴射圧と、穿孔する管ライニング材の厚さ及びその材質とに応じて決めるようにする。
【００３７】
また、粒状物を噴射する場合には、粒状物としては、例えば、ガーネット、珪素系（二酸化珪素）などの砂（粒径０．１ｍｍ～０．５ｍｍ）を用いるようにする。
【実施例２】
【００３８】
上述した実施例では、切削ノズル３０は中心軸２２ａを中心にして回転するので、切削される管ライニング材６２の形状は円形となる。しかし、枝管６１の本管６０に対する取り付けによっては枝管６１の開放端部６１ｂの形状は楕円形となり、開放端部６１ｂの形状に合わせた穿孔は保証できなくなる。
【００３９】
そこで、ＸＹロボット（ＸＹテーブル）を用いて、任意の形状の穿孔を行う実施例を説明する。
【００４０】
図７（ａ）、（ｂ）は、穿孔に使用されるＸＹロボット７０の構成の詳細を示している。ＸＹロボット７０の基台７１には、平行に配置されたＹ軸レール７２、７３が固定され

ており、このＹ軸レール７２、７３にまたがってＸ軸レール７４が配置される。Ｘ軸レール７４の一端７４ａは、Ｙ軸モータ７５により駆動されるプーリ７６と従動プーリ７７に掛け渡されたベルト７８に固定されており、Ｙ軸モータ７５を駆動すると、Ｘ軸レール７４はＹ軸レール７２、７３に沿ってｙ軸方向に往復動する。

【００４１】

Ｘ軸レール７４には、Ｘ軸ヘッド８０と、Ｘ軸モータ８１、並びにＸ軸モータ８１により駆動されるプーリ８２、従動プーリ８３が搭載される。Ｘ軸ヘッド８０の一端８０ａは、プーリ８２、８３に掛け渡されたベルト８４に固定されており、Ｘ軸モータ８１が駆動されると、Ｘ軸ヘッド８０はＸ軸レール７４に案内されてｘ軸方向に往復動する。

【００４２】

Ｘ軸ヘッド８０には、Ｘ軸レール７４上に載置されたＸ軸ロッド８５の一端が固定されており、このＸ軸ロッド８５の他端には、取付台８６を介して実施例１と同様な磁石２７と切削ノズル３０が取り付けられている。Ｘ軸モータ８１が駆動されると、Ｘ軸ヘッド８０がｘ軸方向に移動するので、この移動に応じて磁石２７と切削ノズル３０もｘ軸方向に移動する。また、Ｙ軸モータ７５が駆動されると、Ｘ軸ヘッド８０がｙ軸方向に移動するので、磁石２７と切削ノズル３０もｙ軸方向に移動する。このように、Ｘ軸モータ８１とＹ軸モータ７５を作動させることにより、磁石２７と切削ノズル３０をＸ軸ヘッド８０のｘｙ方向の移動範囲に応じた範囲内でｘｙ方向に移動させることができる。

【００４３】

なお、切削ノズル３０がＹ軸レール７２から所定距離離れてＸＹロボット７０に取り付けられるのは、後述するように、切削ノズルから噴射される流体や粒状物、あるいは切削屑などがＸＹロボットのＸ軸レール７４、Ｙ軸レール７２、７３、Ｘ軸モータ８１、Ｙ軸モータ７５などのＸＹ駆動機構上に落下して駆動機構に障害を及ぼすのを防止するためである。

【００４４】

ＸＹロボット７０は、図８に示したように、管内作業ロボットに取り付けられ本管６０内に移動される。ＸＹロボット７０は、取付台４８を介して台車８に固定された昇降装置４０によりパンタグラフ４１を介して垂直方向（ｚ軸方向）に上下動できるように、載置台４９上に載置される。また、ＸＹロボット７０は、Ｘ軸レール７４が本管６０の中心軸６０ａに沿ったｘ軸方向に沿い、Ｙ軸レール７２、７３がｘ軸、ｚ軸に垂直なｙ軸方向に沿い、かつＸ軸レール（ｘ軸）とＹ軸レール（ｙ軸）で定まる平面が水平面となるように、取り付けられる。ＸＹロボット７０が水平になるようにするために、取付台４８をｙ軸４８ａあるいはｘ軸４８ｂを中心に揺動させるようにする。あるいは、載置台４９と基台７１の四隅にアジャスタを設け、水平度を調節してＸ軸レールとＹ軸レールで定まる平面が水平面となるようにする。

【００４５】

続いて、ＸＹロボット７０に取り付けられた磁石２７を本管６０内においてｘ軸、ｙ軸方向に移動させ、この磁石２７により引き付けられる金属ボールホルダ５２の移動をカメラ５０により観察する。

【００４６】

磁石２７の移動は、図９に示したように、コントローラ（制御手段）９０によりＸ軸モータ８１、Ｙ軸モータ７５を駆動し、Ｘ軸ヘッド８０並びにこれに固定されたＸ軸ロッド８５をｘ軸、ｙ軸方向に移動させることにより行われる。Ｘ軸モータ８１、Ｙ軸モータ７５には、それぞれロータリーエンコーダ８１ａ、７５ａが装着されており、このロータリーエンコーダ８１ａ、７５ａからの情報をコントローラ９０に入力することにより、磁石２７の現在位置のｘ、ｙ座標を知ることができる。

【００４７】

磁石２７を、その円柱の中心がほぼ枝管６１の中心軸６１ａに一致する位置に移動させ、この位置を原点（ｘ０、ｙ０）とする。そして、図１０に示したように、磁石２７を、例えばｒ１方向に移動させ、磁石２７の移動に応じてｒ１方向に移動する金属ボールホル

ダ５２の移動をカメラ５０により観察する。金属ボールホルダ５２が枝管６１の側壁６１ｃに当たると、金属ボールホルダ５２が停止するので、その停止が観察されたときに、Ｘ軸モータ８１、Ｙ軸モータ７５の駆動を停止し、ロータリーエンコーダ８１ａ、７５ａからの位置情報に基づいて磁石２７の位置を計算する。この磁石の位置と金属ボールホルダ５２の直径ｄにより、金属ボールホルダ５２の枝管側壁６１ｃへの当接位置の座標（ｘ１、ｙ１）を演算することができる。

【００４８】

このように、磁石２７を中心軸６１ａから径方向に種々に移動させ、金属ボールホルダ５２の枝管側壁６１ｃへの当接位置の座標（ｘｎ、ｙｎ）（ｎ＝１、２、３、．．．．．）を求めると、枝管６１の本管６０への開口部６１ｂの輪郭の位置座標を求めることができる。一般に該開口部６１ｂの輪郭は、楕円形となるので、当接位置が少ないときは、楕円補間を行うことにより輪郭座標の精度を高めることができる。

【００４９】

このようにして求めた枝管６１の開口部６１ｂの輪郭の位置座標は、メモリ９１に格納される。実際の穿孔の際には、図８に示したように、Ｘ軸ヘッド８０がＸＹロボット７０のほぼ中心に位置した状態で、切削ノズル３０がほぼ枝管６１の開口部６１ｂの中心に位置するように、台車８を移動させておく。そして、メモリ９１から開口部６１ｂの輪郭位置の座標を読み出し、Ｘ軸モータ８１、Ｙ軸モータ７５を駆動して切削ノズル３０を最初の読み出し位置に移動させ、切削ノズルから加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して管ライニング材６２を切削する。

【００５０】

切削ノズルから加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射しながら、切削ノズル３０をメモリ９１に格納されている座標位置に順次移動させると、切削ノズル３０は、枝管開口部６１ｂの輪郭に相当する軌跡で移動するので、切削ノズル３０の噴射パラメータ（移動速度、噴射圧、噴射径など）を実施例１と同様な値に設定しておくことで、切削ノズル３０が一巡するときには、枝管開口部６１ｂを塞いでいる管ライニング材６２を切削して、該開口部６１ｂに相当する穴をあけることが可能になる。

【００５１】

なお、上述したように、切削ノズル３０は、ＸＹロボット７０の駆動機構から離れたところに取り付けられるので、切削ノズルから噴射される流体や粒状物、あるいは切削屑などがＸＹ駆動機構上に落下して駆動機構に障害を及ぼすのを防止することができる。

【００５２】

実施例２の構成では、上述しような楕円形状だけでなく、円形やその他矩形、あるいは任意の形状の穴をあけることが可能となる。

【実施例３】

【００５３】

図１１には、上述したようなＸＹロボット７０と同様な構成のＸＹロボット１００を垂直に立て、台車８の前方に取り付けた実施例を示している。ＸＹロボット１００は、Ｘ軸レール１０１、Ｙ軸レール１０２、１０３を有し、Ｘ軸レール１０１には、Ｘ軸ヘッド１０４が取り付けられる。Ｘ軸ヘッド１０４には、噴射方向を前方（本管６０の中心軸６０ａに沿った方向）に向けた処理ノズル１０５が搭載される。

【００５４】

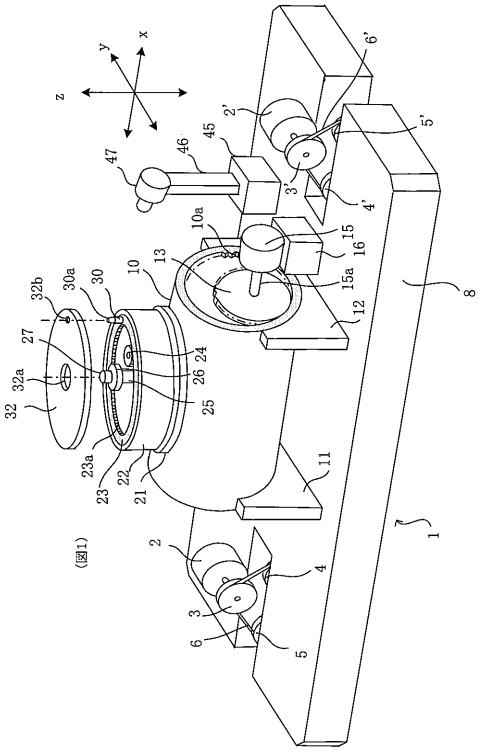
処理ノズル１０５は、切削ノズル３０と同様に、加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して、管内作業ロボットが前進するとき、その前方に石や材木など前進の障害物（処理物）となるようなものを粉砕したり破断したりする処理に用いられる。

【００５５】

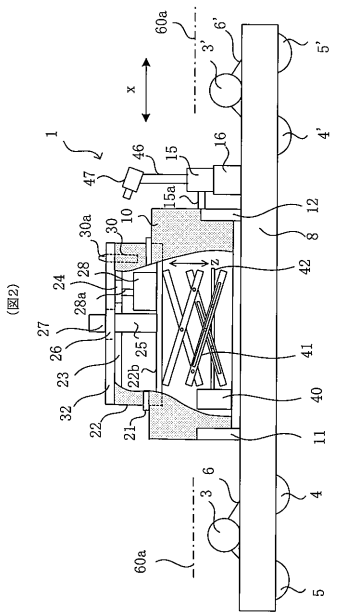
処理ノズル１０５は、中心軸６０ａに垂直な面（ｙｚ面）内を移動できるので、前方に設置されたカメラ（不図示）により障害物が観察されたら、処理ノズル１０５を障害物に対向する位置に位置決めして、処理ノズル１０５から加圧流体あるいは加圧粒状物を噴射して該障害物を粉砕ないし破断する。

【００５６】
このような構成では、管内の障害物を確実に粉砕処理することができ、管内工事を効率よく実施することが可能となる。
【００５７】
なお、加圧流体あるいは加圧粒状物を切削ノズル３０と処理ノズル１０５に切り替えて供給する切替弁１１０を設け、管ライニング材６２を切削するときは、切削ノズル３０に加圧流体あるいは加圧粒状物を供給し、前方の障害物を処理するときには、処理ノズル１０５に加圧流体あるいは加圧粒状物を供給するようにする。
【００５８】
また、上述した各実施例において、ボールホルダ５２及びそれに内蔵されたボール５２ａ、５２ｂ、５２ｃは、磁石２７により吸引される金属から作製されるが、酸化鉄、酸化クロム、コバルト、フェライトなどの固体あるいは液体の磁性体から作製するようにしてもよい。また、上述した各実施例では、磁石２７を支柱２５あるいはＸＹロボット７０に取り付け、ボール５２ａ、５２ｂ、５２ｃを内蔵したボールホルダ５２を枝管６１の開口部６１ｂにおいて管ライニング材６２上で移動させたが、該ボールホルダ５２を支柱２５あるいはＸＹロボット７０に取り付け、磁石２７を枝管６１の開口部６１ｂにおいて管ライニング材６２上で移動させるようにしてもよい。
【符号の説明】
【００５９】
１　管内作業ロボット
８　台車
１０　揺動シリンダ
１５　モータ
２２　昇降シリンダ
２３　回転リング
２７　磁石
３０　切削ノズル
３２　カバー
４０　昇降装置
４７　カメラ
５０　カメラ
５１　フレキシブルシャフト
５２　金属ボールホルダ
６０　本管
６０ａ　本管の中心軸
６１　枝管
６１ａ　枝管の中心軸
６１ｂ　枝管開口部
６２　管ライニング材
７０　ＸＹロボット
７２、７３　Ｙ軸レール
７４　Ｘ軸レール
７５　Ｙ軸モータ
８０　Ｘ軸ヘッド
８１　Ｘ軸モータ
８５　Ｘ軸ロッド
１００　ＸＹロボット
１０５　処理ノズル
１１０　切替弁

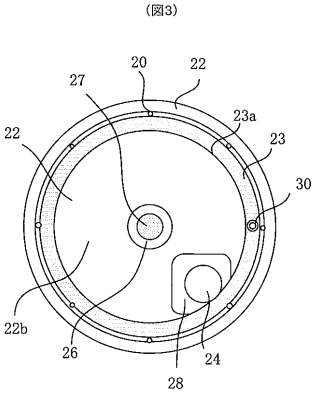
【図１】



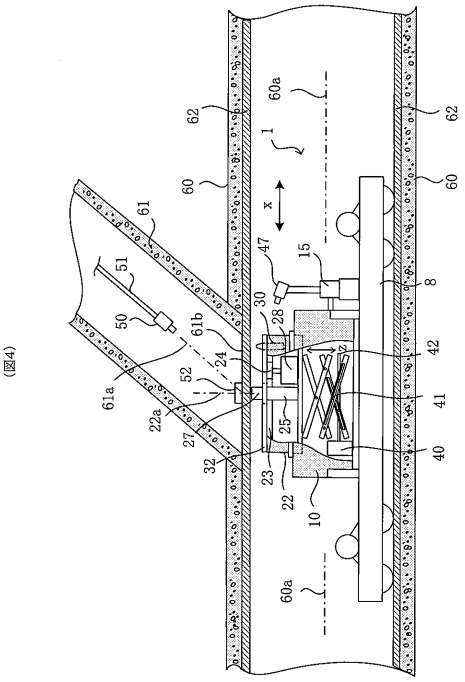
【図２】



【図３】

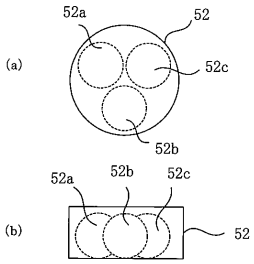


【図４】



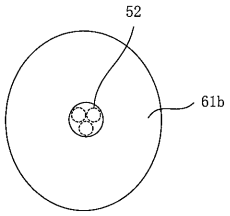
【図５】

(図5)



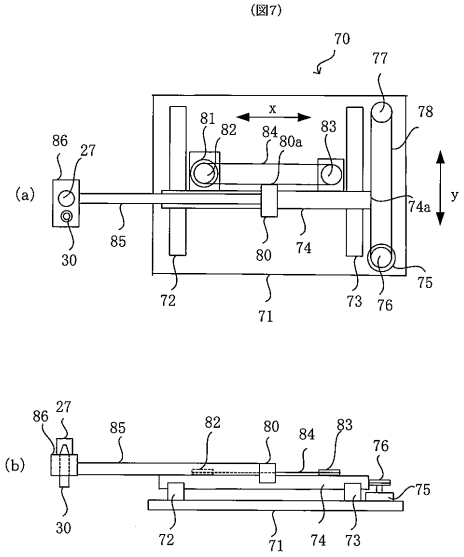
【図６】

(図6)



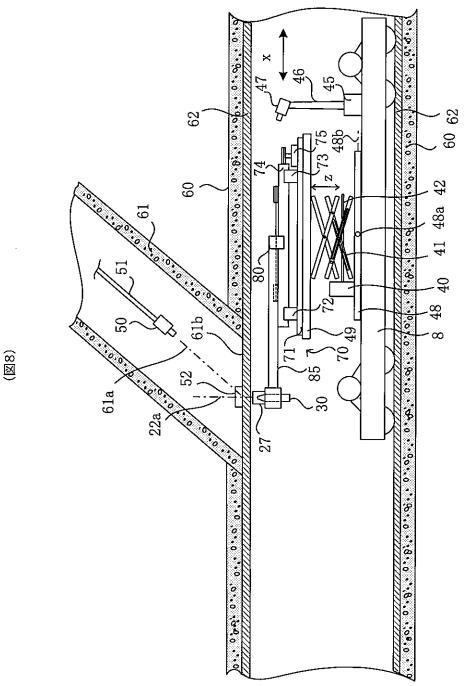
【図７】

(図7)



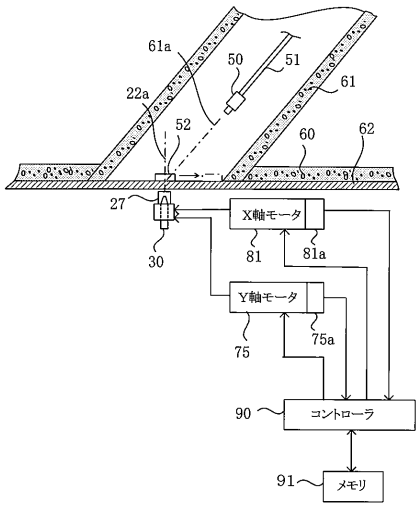
【図８】

(図8)



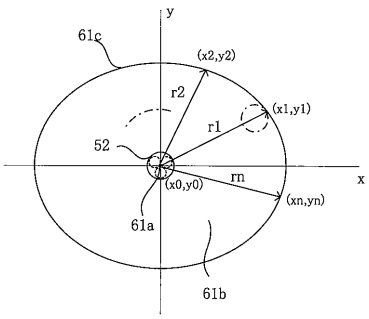
【図９】

(図9)



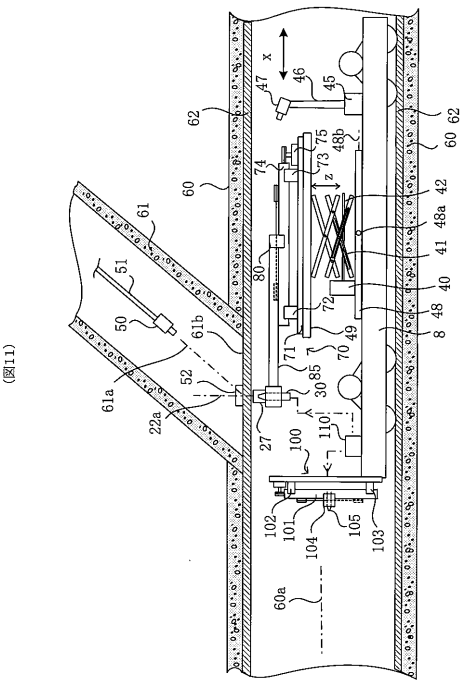
【図１０】

(図10)



【図１１】

(図11)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
Ｂ２９Ｌ 23/00	*(2006.01)*	Ｂ２９Ｌ 23:00		

Ｆターム(参考) 4F211 AP06 AR07 SC03 SD04 SD18 SJ22 SJ29 SK02 TA02 TC07
TC11 TD07 TH19 TJ22 TJ29