

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6725500号
(P6725500)

(45) 発行日 令和2年7月22日 (2020.7.22)

(24) 登録日 令和2年6月29日 (2020.6.29)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 9 C 63/34 (2006.01)

B 2 9 C 63/34

H 0 5 B 6/36 (2006.01)

H 0 5 B 6/36

D

F 1 6 L 55/18 (2006.01)

F 1 6 L 55/18

B

F 1 6 L 55/165 (2006.01)

F 1 6 L 55/165

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-520019 (P2017-520019)
 (86) (22) 出願日 平成27年6月30日 (2015.6.30)
 (65) 公表番号 特表2017-530039 (P2017-530039A)
 (43) 公表日 平成29年10月12日 (2017.10.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2015/051917
 (87) 国際公開番号 W02016/001659
 (87) 国際公開日 平成28年1月7日 (2016.1.7)
 審査請求日 平成30年6月6日 (2018.6.6)
 (31) 優先権主張番号 1411889.7
 (32) 優先日 平成26年7月3日 (2014.7.3)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 英国 (GB)

(73) 特許権者 517000092
 クラリー グループ リミテッド
 イギリス国, ジーユー14 8イーエイチ
 ハンプシャー, ファーンボロー, ホーリ
 ー レーン, ホーリー レーン インダス
 トリアル パーク ユニッツ3-5
 (74) 代理人 100091443
 弁理士 西浦 ▲嗣▼晴
 (74) 代理人 100130720
 弁理士 ▲高▼見 良貴
 (74) 代理人 100130432
 弁理士 出山 匡

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パイプ・ライナーの改良、または、パイプ・ライナーに関する改良、及び、これらの施工

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パイプを修理及び/または再生する際に使用するパイプ・ライナーであって、
 前記パイプ・ライナーは、熱可塑性材料からなる積層された複数の層から形成された細
 長いダクトを備えており、

前記パイプ・ライナー内には、加熱手段が備えられており、

前記パイプ・ライナーは、2つの積層された層の間に設けられたケーブル・ダクトを有
 しており、

前記ケーブル・ダクトは、前記積層された複数の層を形成する前記熱可塑性材料よりも
 高い転移温度を有する熱可塑性材料から形成されていることを特徴とするパイプ・ライナ
 ー。

【請求項 2】

前記加熱手段は、前記積層された複数の層の間に配置された1以上の導電性フィラメン
 トを有している請求項1に記載のパイプ・ライナー。

【請求項 3】

前記加熱手段は、電磁サセプタ材料を有している請求項1に記載のパイプ・ライナー。

【請求項 4】

前記電磁サセプタ材料は、熱可塑性材料からなる前記積層された複数の層内に設けられ
 ているか、熱可塑性材料からなる前記積層された複数の層の表面コーティングとして設け
 られているか、または、熱可塑性材料からなる前記積層された複数の層の間に設けられた

接着剤内に設けられている複数のサセプタ粒子を有している請求項3に記載のパイプ・ライナー。

【請求項 5】

前記加熱手段は、前記積層された複数の層の転移温度に対応するキュリー温度を有するように調整された複数の磁性粒子を有している請求項1に記載のパイプ・ライナー。

【請求項 6】

前記複数の磁性粒子は、熱可塑性材料からなる前記積層された複数の層内に設けられているか、熱可塑性材料からなる前記積層された複数の層の表面コーティングとして設けられているか、または、熱可塑性材料からなる前記積層された複数の層の間に設けられた接着剤内に設けられているか請求項5に記載のパイプ・ライナー。

10

【請求項 7】

熱可塑性材料からなる積層された複数の層から形成された細長いダクトを備え、内部に加熱手段を備えたタイプのパイプ・ライナーの施工方法であって、

パイプ内に前記パイプ・ライナーを挿入する挿入ステップと、

前記パイプ・ライナーを加熱する加熱ステップと、

次に、前記パイプの内面に対して、前記パイプ・ライナーを押し付ける押付ステップとを含み、

前記パイプ・ライナーは、ケーブル・ダクトを有するようになっており、

前記ケーブル・ダクトに沿って、ケーブルを敷設するステップを含むことを特徴とするパイプ・ライナーの施工方法。

20

【請求項 8】

前記加熱手段は、複数の導電性フィラメントを有しており、

前記加熱ステップは、前記複数の導電性フィラメントに電流を流して実行される請求項7に記載のパイプ・ライナーの施工方法。

【請求項 9】

前記加熱手段は、サセプタ材料を含み、

前記加熱ステップは、前記パイプ・ライナーに対して、無線周波数（RF）またはマイクロ波（MW）を放射にすることによって実行される請求項7に記載のパイプ・ライナーの施工方法。

【請求項 10】

30

前記加熱手段は、前記積層された複数の層の転移温度に対応するキュリー温度を有するように調整された複数の磁性粒子を含み、

前記加熱ステップは、前記パイプ・ライナーに対して、高周波磁場を印加することによって実行される請求項7に記載のパイプ・ライナーの施工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パイプの修理及び／または再生に関するものである。特に、本発明は、パイプ・ライナー、パイプ・ライナーの施工方法、及び、パイプ・ライナーを施工するための装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

水やガスの供給その他のサービス（排水（drainage）／下水（sewerage）を含む）を、地下のパイプを通じて行うことが一般的に行われている。このことにより、特に密集した市街地で、これらのパイプによって生じる障害を減らすことができる。さらに、パイプを環境暴露（environmental exposure）から保護することができる。

【0003】

これら利点に対して、いくつかの欠点が存在する。特に、地盤の変位（ground movement）、沈下（subsidence）、地上の交通量の増加（increased overhead traffic）、樹木

50

の成長 (tree growth) 等によるパイプの損傷の可能性がある。地下のパイプの他の問題は、パイプを修理するために、パイプを覆っているものを取り除かなければならない、または、パイプにアクセスするのが不便である、ということである。アクセスの不便さ及び修理問題は、パイプ・ライナーを挿入することで対処されている。パイプ・ライナーは、典型的には、硬いポリマー材料から形成されており、地下のパイプの部分に沿って挿入されるものである。パイプ・ライナーは、パイプの付加的な構造支持部 (additional structural support) となり、また、既設のパイプの割れ目 (cracks) や孔 (holes) を塞ぐことができる。典型的には、パイプ・ライナーは、挿入するパイプよりもわずかに小さな直径を有するが、挿入するパイプの形に概ね対応するように予め形成されている。これにより、パイプにパイプ・ライナーを挿入できる。挿入した状態で (in situ)、熱膨張 (heat expansion) を利用してパイプ・ライナーを膨張させ、パイプの内面に対して、パイプ・ライナーを密着させる。スウェッジ・ライニング (swage lining) として知られる他の工法は、パイプ内に挿入する前に、パイプ・ライナーをダイ (die) 内を引っ張って通して、パイプ・ライナーを縮径する。挿入後、パイプ・ライナーは徐々に元の直径に戻り、パイプの内面と密着するようになる。

10

【0004】

さらに他の工法では、吸収性のある布製 (fabric) のパイプ・ライナーを樹脂 (resin) に浸し、このパイプ・ライナーをパイプ内に挿入し、パイプの内面にパイプ・ライナーを押し付け、樹脂を硬化させる。典型的には、そのままにすることで樹脂を徐々に硬化させてもよく、または、熱及び/または紫外線を利用して硬化を早めてもよい。硬化を早める場合、多くのパワー (power) を必要とする。このような現場硬化ポリマー (CIPP) パイプ・ライニング・システム (cured in place polymer (CIPP) pipe lining systems) には様々な変形例が存在するが、各例共に、一般に、樹脂コンポーネントが有害であるという事実が悩まされている。そのため、パイプ・ライナー材料を樹脂に浸す場合には、特別な道具や設備を必要とする。さらに、CIPPライナーは、いったん硬化すると非常に硬くなり、地盤やパイプの動きに対して、最小限の柔軟性しか有さない。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の工法によれば、簡便なパイプの修理/再生を行うことが可能であるが、これらの工法は、様々な場面において、複雑であり、及び/または、費用がかかる場合がある。特に、予め形成してあるパイプ・ライナーは、わずかな柔軟性しかなく、パイプが複数の曲げ部を有していたり、径が変化するような場合に、困難を伴うことがある。(パイプの陥没 (collapse) 等により) パイプ内面に他の凹凸が生じていたり、修理/再生が必要なパイプの部分へのアクセスが制限されているような場合に、さらなる問題が生じることもある。このようなパイプ・ライナーによるさらなる大きな問題は、保管、及び、輸送または取扱いの利便性である。典型的に、パイプ・ライナーは、わずかな柔軟性しかないため、保管及び展開には、比較的大きなスピンドル (spindle) が必要である。さらに、パイプ・ライナーの内容積 (inner volume) はほぼ空であるため、パイプ・ライナーの保管は、容積に関して非効率的である。

30

40

【0006】

したがって、上述の問題を解決する、または、軽減する改良されたパイプ・ライナー、パイプ・ライナーの施工方法、及び、パイプ・ライナーを施工するための装置を提供することが本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様では、パイプを修理及び/または再生する際に使用するパイプ・ライナーを提供する。パイプ・ライナーは、熱可塑性材料 (thermoplastic material) からなる積層された複数の層 (multiple laminated layers) から形成された細長いダクト (elongate duct) を有している。

50

【 0 0 0 8 】

クレームしたタイプのパイプ・ライナーは、優れたパイプ・ライニング・パフォーマンスを発揮し、また、柔軟性がかなり向上する。積層構造により向上した柔軟性によって、予め形成された従来のパイプ・ライナーに比べて、容積に関して効率的にパイプ・ライナーを保管することができ、また、C I P Pシステムに必要な樹脂を取り扱う複雑性もない。同様に、向上した柔軟性によって、C I P Pシステムに必要な樹脂を取り扱う複雑性がなく、パイプへのパイプ・ライナーの挿入が単純になる。

【 0 0 0 9 】

パイプ・ライナーは、保管のために、実質的に平らな形状を有するようになっていることが好ましい。パイプ・ライナーを畳むことでこれが得られることがより好ましい。実質的に平らな形状の場合、パイプ・ライナーの対向面は、互いに押し付け合わされてもよい、または、近接するようになってもよい。これは、パイプ・ライナーの輪郭の対向する側において、軸に沿って畳む (axial folds) ことで容易になる。折り目 (folds) は、永久折り目 (dead folds)、鋭角折り目 (sharp folds)、または湾曲した形状を有していてもよい。折り目の間で、パイプ・ライナーの対向する側は、互いに対して実質的に平行に延びている。パイプ・ライナーは、実質的に平らな形状で形成されてもよく、または、実質的に筒状に形成されてから、平らにされてもよい。

10

【 0 0 1 0 】

積層された複数の層のための適切な熱可塑性材料は、高密度ポリエチレン (H D P E)、中密度ポリエチレン (M D P E)、低密度ポリエチレン (L D P E) (high/medium/low density polyethylene)、ポリ塩化ビニル (polyvinyl chloride) (P V C)、無可塑ポリ塩化ビニル (unplasticised polyvinyl chloride) (P V C u)、ポリプロピレン (P P)、ナイロン 6 6 (Nylon66)、熱可塑性ポリウレタン (T U) (thermoplastic polyurethane) 等を含むが、これらに限られるものではない。

20

【 0 0 1 1 】

好ましい実施の形態では、積層された複数の層は、層の間に設けられた接着剤 (adhesive) によって接合されていてもよい。接着剤は、熱溶融型の接着剤でもよい。他の実施の形態では、積層された複数の層は、熱接着によって接合されていてもよい。

【 0 0 1 2 】

積層された複数の層は、例えば、0 . 5 mm から 2 mm、または 1 mm から 2 mm のように、薄いことが好ましい。少なくとも 2 層からなり、3 層以上であることが好ましい。大型のパイプの場合には、さらに多くの層を有していてもよい。具体的には、径の大きなパイプの場合には、2 層から 1 0 層であってもよく、8 層から 1 0 層であることが好ましい。パイプ・ライナーの全体の厚みは、パイプの径の数パーセント程度であることが好ましい。パイプ・ライナーの全体の厚みは、パイプの径の 2 乃至 1 0 %、または、2 乃至 5 % 程度であることが好ましい。

30

【 0 0 1 3 】

積層された複数の層は、実質的に同心円状のダクトを有していてもよい。積層された複数の層は、長手軸に対して、螺旋状に (helically) 巻かれていることが好ましい。連続的な積層された複数の層は、対向する方向に、螺旋状に巻かれていることが最も好ましい。具体的には、積層された複数の層は、編み込み状 (braided fashion) に巻かれていてもよい。この場合には、交互分子配列 (alternate molecular alignments) によって、積層されたパイプ・ライナーの強度が増す。積層された複数の層は、複数の二重配向ポリマ (D O P) ストリップ (dual-orientated polymer (DOP) strips) から形成されていることが最も好ましい。

40

【 0 0 1 4 】

パイプ・ライナーは、ケーブル・ダクト (cable duct) を有するようになっていてもよい。ケーブル・ダクトは、熱可塑性材料または熱硬化性材料 (thermosetting material) からなっていることもよい。熱可塑性材料からなるケーブル・ダクトの場合、積層された複数の層を形成する熱可塑性材料よりも高い転移温度 (transition temperature) を有するこ

50

とが好ましい。ケーブル・ダクトは、積層された複数の層のうちの2つの層の間に設けられていることが好ましい。ケーブル・ダクトは、積層された層の間のギャップ(interstitial gap)を最小化する外部輪郭を有するように押し出し成形(extruded)されていてもよい。ケーブル・ダクトは、先細りするサイド・ウィング部(tapered side wing sections)を有していてもよい。適切な場合には、ケーブル・ダクトは、マイクロ・ダクト(microduct)を有していてもよい。

【0015】

ケーブル・ダクトを備えることによって、ダクトに沿って、ケーブルを敷設することが可能になる。ケーブルは、電力ケーブル(power cables)であっても、データ・ケーブル(data cables)であってもよい。ケーブルは、導電ケーブル(electrically conductive cables)や光学ケーブル(optical cables)を備えていてもよい。

10

【0016】

パイプ・ライナー内に加熱手段を備えてもよい。適切な場合には、加熱手段は、連続する積層された複数の層の間に備えられていてもよい。加熱手段によって積層された複数の層の転移温度(transition temperature)を超えてパイプ・ライナーを加熱する。このことにより、パイプ・ライナーが軟らかくなり、パイプの内面に対して押し付けることで、密着させることができる。押し付ける間、積層された複数の層の固結(consolidation)も促進する。

【0017】

加熱手段は、積層された複数の層の間に配置された1以上の導電性フィラメント(conductive filaments)を有していてもよい。1以上の導電性フィラメントは、所定の長さのパイプ・ライナー(length of the pipe liner)に沿って延びることが好ましい。1以上の導電性フィラメントに電流を流すと、抵抗加熱(resistive heating)によってパイプ・ライナーが加熱される。電流の大きさは変化させてもよい。さらに、また、代わりに、流す電流はパルス状電流でもよい。この場合には、パルス状電流のデューティー比を変化させてもよい。電流値を変えることで、または、電流のデューティー比を変化させることで、パイプ・ライナーの加熱を制御できる。電流の大きさまたはデューティー比の変更は、監視手段に対する応答として変化することが好ましい。監視手段は、直接的に、または、流した電流/電圧から推測して、導電性フィラメントの抵抗値を監視するように構成されていてもよい。このようにして監視して得られた抵抗値が、1以上の導電性フィラメントの温度を示し、ゆえに、パイプ・ライナーの温度を示すことになる。

20

30

【0018】

好ましい実施の形態では、1以上の導電性フィラメントは螺旋状に巻かれていてもよい。さらに好ましくは、同数の導電性フィラメントが、対向方向に螺旋状に巻かれていてもよい。具体的には、相互編み込み状(inter woven braid)に巻かれていてもよい。このことにより、施工前のパイプ・ライナーを操作している間、フィラメント構造体が好ましい形状を維持することができる。他の実施の形態では、実質的に、軸状(axial)若しくは放射状(radial)であってもよく、または、軸状及び放射状の組み合わせであってもよい。典型的には、導電性フィラメントは、アルミニウム、銅、カーボン・ファイバー等を含むが、これらに限られない、適切な導電性材料から形成されている。

40

【0019】

加熱手段は電磁サセプタ材料(electromagnetic susceptor material)を有していてもよい。所定の長さのパイプ・ライナーに沿って等間隔に、電磁サセプタ材料を配置することが好ましい。電磁サセプタ材料は、積層された複数の層の間の境界面(interface boundaries)に、電磁サセプタ材料を配置することがさらに好ましい。パイプ・ライナーに対して、適切な無線周波数(radio-frequency)(RF)またはマイクロ波(microwave)(MW)を放射すると、サセプタ材料が加熱され、パイプ・ライナーが加熱される。加熱の程度は、放射出力を変えることで制御できる。放射は、10 MHz から 2.5 GHz の範囲の間であることが典型的である。好ましい実施の形態では、放射は、27 MHz または 2.4 GHz のような標準的な周波数帯であってもよい。

50

【 0 0 2 0 】

電磁サセプタ材料は、複数のサセプタ粒子 (susceptor particles) を有していてもよい。サセプタ粒子は、熱可塑性材料からなる積層された複数の層内に設けられていてもよく、熱可塑性材料からなる積層された複数の層の表面コーティングとして設けられていてもよく、または、熱可塑性材料からなる積層された複数の層の間に設けられた接着剤内に設けられていてもよい。

【 0 0 2 1 】

サセプタ粒子は、アルミニウムやこれに類似する物のような金属、導電性セラミックやこれに類似する物、またはカーボン・ファイバーからなっているてもよい。カーボン・ファイバーは、所望のように、または、適切に、チョップド・ストランド (chopped strand) または編み込み状 (woven braids) で提供されていてもよい。

10

【 0 0 2 2 】

加熱手段は、積層された複数の層の転移温度に対応するキュリー温度 (curie temperature) を有するように調整された複数の磁性粒子 (magnetic particles) を有していてもよい。パイプ・ライナーに対して、高周波磁場 (high frequency magnetic field) を印加すると、ヒステリシス損 (hysteresis losses) によって磁性粒子が加熱され、パイプ・ライナーが加熱される。磁性粒子が加熱されてキュリー温度を超えると、磁性粒子は磁性を有さなくなり、印加された高周波磁場による加熱が止まる。積層された複数の層の転移温度に対応するように、磁性粒子のキュリー温度を選択することで、パイプ・ライナーの加熱を制御することができる。磁性粒子の大きさは、各粒子内を循環する電流によって生じるジュール熱効果 (joule heating effects) を最小化するように選択されていることが好ましい。

20

【 0 0 2 3 】

磁性粒子は、どのような適切な材料から形成されていてもよい。好ましい実施の形態では、磁性粒子は、ニッケル / 亜鉛・フェライト (nickel/zinc ferrite) からなっているてもよい。そのような実施の形態では、キュリー温度は、所望のニッケル : 亜鉛比 (Nickel : Zinc ratio) の磁性粒子を選択することで、選択されていてもよい。

【 0 0 2 4 】

磁性粒子は、熱可塑性材料からなる積層された複数の層内に設けられていてもよく、熱可塑性材料からなる積層された複数の層の表面コーティングとして設けられていてもよく、または、熱可塑性材料からなる積層された複数の層の間に設けられた接着剤内に設けられていてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

本発明の第 2 の態様では、パイプを修理及び / または再生する際に使用するパイプ・ライナーであって、熱可塑性材料からなる積層された複数の層から形成された細長いダクトと、積層された複数の層の間に配置された 1 以上の導電性フィラメントを有する加熱手段とを備えたパイプ・ライナーを提供する。

【 0 0 2 6 】

本発明の第 2 の態様のパイプ・ライナーは、所望のように、または、適切に、本発明の第 1 の態様のパイプ・ライナーのいかなる態様、または、全ての態様を取り入れてもよい。

40

【 0 0 2 7 】

本発明の第 3 の態様では、パイプを修理及び / または再生する際に使用するパイプ・ライナーであって、熱可塑性材料からなる積層された複数の層から形成された細長いダクトと、電磁サセプタ材料を有する加熱手段とを備えたパイプ・ライナーを提供する。

【 0 0 2 8 】

本発明の第 2 の態様のパイプ・ライナーは、所望のように、または、適切に、本発明の第 1 の態様のパイプ・ライナーのいかなる態様、または、全ての態様を取り入れてもよい。

【 0 0 2 9 】

50

本発明の第４の態様では、パイプを修理及び／または再生する際に使用するパイプ・ライナーであって、熱可塑性材料からなる積層された複数の層から形成された細長いダクトと、積層された複数の層の転移温度に対応するキュリー温度を有するように調整された複数の磁性粒子を有する加熱手段とを備えたパイプ・ライナーを提供する。

【００３０】

本発明の第４の態様のパイプ・ライナーは、所望のように、または、適切に、本発明の第１の態様のパイプ・ライナーのいかなる態様、または、全ての態様を取り入れてもよい。

【００３１】

本発明の第５の態様では、第１、第２、第３または第４の態様のいずれか１つによるパイプ・ライナーの施工方法を提供する。施工方法は、パイプ内にパイプ・ライナーを挿入する挿入ステップと、パイプ・ライナーを加熱する加熱ステップと、次に、パイプの内面に対して、パイプ・ライナーを押し付ける押付ステップとを含む。

【００３２】

本発明の第５の態様の施工方法は、所望のように、または、適切に、本発明の先の４つの態様のいかなる特徴、または、全ての特徴を取り入れてもよい。

【００３３】

加熱ステップは、加熱手段を用いて実現されてもよく、また、好ましくは、本発明の先の４つの態様に関連して記載した加熱手段を用いて実現されてもよい。

【００３４】

本施工方法は、連続する所定の長さのパイプ・ライナーを挿入するステップを含んでもよい。そのような場合には、所定の長さのパイプ・ライナー同士を融合させる追加ステップを含んでもよい。接着剤または溶接技術を用いて、融合させればよい。

【００３５】

押付ステップは、圧縮空気または他の適切なガスを用いて実現されてもよい。圧縮空気または他の適切なガスを用いて押し付けを行うため、パイプ・ライナーの両端を密閉する（sealing）追加ステップを含んでもよい。押付ステップは、パイプ・ライナー内に挿入される適切な成形ツール（forming tool）を用いて、追加で、または、代わりに、実行されてもよい。成形ツールは、適切に適合されたパイプライン検査計（pipeline inspection gauge）（ピグ（pig））を有していてもよい。成形ツールは、パイプ・ライナー内の加熱手段を作動させるように構成されていてもよい。成形ツールは、外方向に押すように構成された、１以上の弾性プレート（sprung plates）を備えていてもよい。押し付けることで、パイプ・ライナーとパイプの密着を実現するだけでなく、加熱された積層された複数の層の固結を促進する。

【００３６】

本施工方法は、加熱ステップの間、パイプ・ライナーの温度を監視する追加ステップを含んでもよい。加熱手段が１以上の導電性フィラメントを有している場合には、監視ステップは、１以上の導電性フィラメントの電気特性（electrical properties）、特に、１以上の導電性フィラメントの電気抵抗（electrical resistance）を監視することで実現される。加熱手段がサセプタ材料を有している場合には、監視ステップは、パイプ・ライナーから放射される赤外線を監視するように位置決めされた赤外線検知部（infra red detector）によって実現される。

【００３７】

監視ステップは、専用の監視デバイスによって実現されてもよい。押付ステップが成形ツールを使用して実現される場合、監視ステップは、成形ツールに組み込まれた監視デバイスによって実現されてもよい。

【００３８】

本発明の第６の態様によれば、本発明の第２の態様のパイプ・ライナーの施工方法を提供する。施工方法は、パイプ内にパイプ・ライナーを挿入する挿入ステップと、パイプ・ライナーを加熱する加熱ステップと、次に、パイプの内面に対して、パイプ・ライナーを

押し付ける押付ステップとを含み、パイプ・ライナーは、導電性フィラメントに沿って電流を流すことで加熱される。

【0039】

本発明の第6の態様の施工方法は、所望のように、または、適切に、本発明の第1、第2、及び、第5の態様のいかなる特徴、または、全ての特徴を取り入れてもよい。

【0040】

本発明の第7の態様では、本発明の第3の態様のパイプ・ライナーの施工方法を提供する。施工方法は、パイプ内にパイプ・ライナーを挿入する挿入ステップと、パイプ・ライナーを加熱する加熱ステップと、次に、パイプの内面に対して、パイプ・ライナーを押し付ける押付ステップとを含み、パイプ・ライナーは、パイプ・ライナーに対して無線周波数(RF)またはマイクロ波(MW)を放射することによって加熱される。

10

【0041】

本発明の第7の態様の施工方法は、所望のように、または、適切に、本発明の第1、第3、及び、第5の態様のいかなる特徴、または、全ての特徴を取り入れてもよい。

【0042】

本発明の第8の態様では、本発明の第4の態様のパイプ・ライナーの施工方法を提供する。施工方法は、パイプ内にパイプ・ライナーを挿入する挿入ステップと、パイプ・ライナーを加熱する加熱ステップと、次に、パイプの内面に対して、パイプ・ライナーを押し付ける押付ステップとを含み、パイプ・ライナーは、パイプ・ライナーに対して高周波磁場を印加することによって加熱される。

20

【0043】

本発明の第8の態様の施工方法は、所望のように、または、適切に、本発明の第1、第4、及び、第5の態様のいかなる特徴、または、全ての特徴を取り入れてもよい。

【0044】

本発明の第9の態様では、本発明の第2の態様によるパイプ・ライナーを加熱するためのマスター・ユニット、または、本発明の第6の態様による施工方法を実行するマスター・ユニットを提供する。マスター・ユニットは、パイプ・ライナーの1以上の導電性フィラメントと電気的に接続するための1以上のコネクタと、1以上のコネクタに電流を流す電力出力手段(power output means)と、電流の特性を監視し、且つ、特性に対する応答を出力する監視手段(monitors means)と、監視手段の出力に反応して電流を変更する制御ユニット(control unit)とを備えている。

30

【0045】

本発明の第9の態様のマスター・ユニットは、所望のように、または、適切に、本発明の第1、第2、第5、及び、第6の態様のいかなる特徴、または、全ての特徴を取り入れてもよい。

【0046】

電力出力手段は、パルス状電流を出力するように構成されていてもよい。電力出力手段は、制御ユニットの出力に応じてパルス状電流のデューティー比を変化させるように構成されていてもよい。監視ユニットは、電流パルスの間の1以上の導電性フィラメントの電気特性を監視するように構成されていてもよい。

40

【0047】

本発明の第10の態様では、本発明の第3の態様によるパイプ・ライナーを施工するための成形ツール、または、本発明の第7の態様による施工方法を実行する成形ツールを提供する。成形ツールは、パイプ・ライナーに対して、無線周波数(RF)またはマイクロ波(MW)を放射するように構成された放射手段を備えている。

【0048】

本発明の第10の態様の成形ツールは、所望のように、または、適切に、本発明の第1、第3、第5、及び、第7の態様のいかなる特徴、または、全ての特徴を取り入れてもよい。

【0049】

50

放射手段は、RF増幅器(RF amplifier)及び周波数源(frequency source)、マグネトロン(magnetron)、または、アンテナを備えている。アンテナは、四分の一波長アンテナ(quarter wave antenna)、螺旋コイル(helical coil)、または、ホーン・アンテナ(horn antenna)を備えている。アンテナは、パイプの軸と並んでいてもよい。

【0050】

監視手段は、コイルによって放射されるエネルギーを監視するように構成されていてもよい。代わりに、監視手段は、1以上の赤外線検知部を備えていてもよい。

【0051】

本発明の第11の態様では、本発明の第4の態様によるパイプ・ライナーを施工するための成形ツール、または、本発明の第8の態様による施工方法を実行する成形ツールを提供する。成形ツールは、高周波磁場を印加するように構成された磁気的手段(magnetic means)を備えている。

10

【0052】

本発明の第11の態様の成形ツールは、所望のように、または、適切に、本発明の第1、第4、第5、及び、第8の態様のいかなる特徴、または、全ての特徴を取り入れてもよい。

【0053】

磁気的手段は、導電コイル(conductive coil)を備えていてもよい。コイルは、渦巻きコイル(spiral coil)、または、パンケーキ・コイル(pancake coil)を含んでもよい。コイルの具体的な形状は、所望の磁場エネルギー(magnetic energy)の分布(distribution)を実現するようになっていてもよい。いくつかの実施の形態では、磁気的手段は、複数の導電コイル(conductive coils)を備えていてもよい。複数の導電コイルによれば、より良い磁場エネルギーの分布を得られる可能性がある。複数の導電コイルは、異なるサイズのパイプに成形ツールを使えるようになっていてもよい。

20

【0054】

本発明をはっきりと理解するために、本発明の実施の態様を、例として、添付の図を参照して示す：

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明によるパイプ・ライナーの概略横断面図である。

30

【図2】図1に示したパイプ・ライナーの概略斜視図である。

【図3】保管のために畳まれた図1及び図2に示したパイプ・ライナーの概略横断面図である。

【図4】図3の畳まれたパイプ・ライナーの概略斜視図である。

【図5】図1乃至図4に示したパイプ・ライナーの製造の概略図である。

【図6】本発明による他の実施の形態のパイプ・ライナーの概略横断面図であり、パイプ・ライナーは、ケーブル・ダクトを備えている。

【図7】図6に示したパイプ・ライナーの概略斜視図である。

【図8】本発明による、1以上の導電性フィラメントを有するパイプ・ライナーの実施の形態の詳細を示す概略横断面図である。

40

【図9】図8に示したパイプ・ライナーの横断面図である。

【図10】加熱のために、図8及び図9に示したパイプ・ライナーのフィラメントに流す電流を示す概略図である。

【図11】本発明による、図10に示した電流を流すための装置の概略図である。

【図11a】図11に示したマスター電流ユニットの概略ブロック図である。

【図12】本発明による、サセプタ材料または磁性粒子を備えたパイプ・ライナーの実施の形態の詳細を示す概略横断面図である。

【図13】本発明による、図12に示したパイプ・ライナーに対してRF/MW放射を行うことが可能なアンテナを示す概略図である。

【図14】本発明による、図12に示したパイプ・ライナーに対して高周波磁場を印加す

50

るコイル・アレンジメントの概略図である。

【図 1 5】本発明による、図 1 3 の R F / M W 放射を行う、または、図 1 4 の高周波磁場を印加する装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 6 】

図 1 及び図 2 には、本発明による、パイプ・ライナー 1 を示している。パイプ・ライナー 1 は、積層された複数の層 1 1 から形成された細長いダクト 1 0 を有している。積層された複数の層 1 1 の各層は、熱可塑性材料からなっている。積層された複数の層 1 1 は、図示しない接着剤によって相互に接合されていてもよい。

【 0 0 5 7 】

積層された複数の層 1 1 は、全て、相対的に薄い（例えば、1 - 2 mm 厚）。そのため、パイプ・ライナー 1 は、比較的柔軟性を保つことができ、図 3 及び図 4 に示すように、実質的に平らな形状 2 に畳むことができる。形状 2 では、ダクト 1 0 の対向縁部（opposing edges）の曲げ部（folding）4 によって、ダクト 3 の対向する側（opposing sides）は、押し付けられて近接するようになっている。このことによって、パイプ・ライナー 1 は、従来のパイプ・ライナーよりも容積に関して効率的に保管することができる。特に、畳まれたパイプ・ライナー 2 は、輸送及び保管のために、リールまたはスピンドルに容易に巻くことが可能である。

【 0 0 5 8 】

図 1 乃至図 4 に示したパイプ・ライナー 1 は、実質的に同心円状のダクトの形態の複数の層 1 1 を有しているが、図 5 に示した好ましい実施の形態では、パイプ・ライナー 1 は、一連の、反対方向から巻かれたヘリカル・スパイラル（helical spirals）1 2 , 1 3 からなっている。特に、巻きは、編み込み状（woven braid）であってもよい。

【 0 0 5 9 】

使用時には、ライニングを行うパイプ内にパイプ・ライナー 1 を挿入する。典型的には、平らな形状 2 でリールまたはスピンドルからパイプ・ライナー 1 を展開し、パイプの端部まで、または、パイプの適切な区切り点まで、引っ張る／押し込む。続いて、パイプ・ライナー 1 を加熱し、パイプの内面に対して押し付け、パイプの内面に対して密着させる。パイプ・ライナー 1 が冷えると、その位置に固定され、密着したパイプ・ライナーとなる。加熱及び押し付けについては、後ほど詳述する。

【 0 0 6 0 】

図 6 及び図 7 には、パイプ・ライナー 1 のさらなる実施の形態を示している。本実施の形態では、パイプ・ライナー 1 は、積層された複数の層 1 1 のうちの 2 つの層の間に、ケーブル・ダクト 1 3 を備えている。ケーブル・ダクト 1 3 によって、素早くケーブルを敷設できる。典型的には、パイプ・ライナー 1 を所定の位置に固定した後、ケーブル・ダクト 1 3 に沿ってブローする（blown）ことで敷設する。そのため、パイプ・ライナー 1 は、パイプをライニングし、且つ、ケーブルにパイプの流路外の安全な場所を提供する。

【 0 0 6 1 】

施工中に、十分、且つ、均等にパイプ・ライナー 1 を加熱するために、パイプ・ライナー 1 内に加熱手段を備えていてもよい。ある実施の形態では、加熱手段 2 0 は、図 8 に示した複数の導電性フィラメント 2 1 を有している。複数の導電性フィラメント 2 1 は、積層された複数の層の間に配置されており、図 9 に示すように、対向方向（opposing dimensions）に螺旋状に巻かれていてもよい（helically wrapped）。これにより、複数の導電性フィラメント 2 1 に電流を流すと、抵抗損（resistive losses）により積層された複数の層 1 1 が加熱される。好ましい実施の形態では、図 1 0 に示すパルス状電流を流す。パイプ・ライナーの加熱を制御するため、電流パルス 3 0 の間の導電性フィラメントの抵抗値を監視する。抵抗値は温度に応じて予定通りに変動するため、加熱している間、流す電流のデューティー比を変えることで、抵抗値の変動によって、パイプ・ライナー 1 の温度を制御できる。このことは、変化するパルス 3 0 の幅と間隔によって、図 1 0 に概略的に示してある。

【 0 0 6 2 】

図 1 1 及び図 1 1 a に示したマスター・ユニット 3 1 で加熱状態を監視及び制御している。マスター・ユニット 3 1 は、パイプ・ライナー 1 の導電性フィラメント 2 1 と電氣的に接続するためのコネクタ 3 2 を備えている。この例では、コネクタ 3 2 は、パイプ・ライナー 1 の各端部に挿入できるように構成されたドラム部 (drum sections) 3 3 をさらに備えていてもよい。マスター・ユニット 3 1 は、さらに、コネクタ 3 2 に電流を流す電力出力手段 3 4 と、流した電流の特性を監視し、且つ、特性に対する応答を出力する監視手段 3 6 と、監視手段 3 6 の出力に応答して電力出力手段 3 4 が出力する電流を変更する制御ユニット 3 5 をさらに備えている。上述のように、制御ユニット 3 5 は、パルス状電流のデューティー比を変化させるように構成されていてもよい。それにもかかわらず、制御ユニット 3 5 は、さらに、または、代わりに、電流の大きさを変化させてもよい。さらに、本発明が、パルス状電流の代わりに、定常電流 (steady applied current) を流す場合、制御ユニット 3 5 は、定常電流の電流の大きさを変化させるように構成されていてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

加熱している間、パイプの内壁に対してパイプ・ライナー 1 が適切に押し付けられるように、パイプ・ライナー 1 の各端部にドラム部 3 3 を挿入し、実質的な気密シールを形成している。このようにして、ドラム部 3 3 の 1 つに設けられた空気注入口バルブ 3 7 からパイプ・ライナーの気密になった部分に空気を注入することができる。十分な加熱及び押し付けの後、その位置でパイプ・ライナーを冷却する。続いて、空気注入口バルブ 3 7 を開け、及び / または、ドラム部 3 3 を除去する。この方法により、長いパイプ内で、連続する所定の長さのパイプ・ライナー 1 を施工することができる。施工後、適切な方法 (具体的には、プラスチック溶接) を用いて、隣接する所定の長さのパイプ・ライナー 1 同士を密着させればよい。

20

【 0 0 6 4 】

図 8 乃至図 1 1 に示した導電性フィラメントを使用する例の代わりに、図 1 2 に概略的に示すように、加熱手段 2 0 は、電磁サセプタ材料、または、複数の磁性粒子を備えていてもよい。サセプタ材料または磁性粒子は、熱可塑性材料からなる積層された複数の層内に含まれていてもよく、熱可塑性材料からなる積層された複数の層の表面コーティングとして提供されてもよく、または、熱可塑性材料からなる積層された複数の層の間に設けられた接着剤内に含まれていてもよい。

30

【 0 0 6 5 】

加熱手段がサセプタ粒子を含む場合、パイプ・ライナー 1 に対して R F (無線周波数) または M W (マイクロ波) を放射して加熱を行う。サセプタ材料が R F / M W 放射を吸収する。このようにして、サセプタ材料が加熱され、熱伝導によりパイプ・ライナー 1 に熱が移動する。

【 0 0 6 6 】

R F / M W は、パイプ・ライナー 1 内に挿入されるアンテナ 4 0 によって放射されてもよい。アンテナ 4 0 をパイプ・ライナー 1 内に挿入し、パイプ・ライナー 1 に沿って移動させ、押し付けのために / 押し付けている間、連続的にパイプ・ライナー 1 を加熱する。適切なアンテナの形状のいくつかの例を図 1 3 に示す。具体的には、四分の一波長アンテナ (図 1 3 a)、螺旋コイル (図 1 3 b) 及びホーン・アンテナ (図 1 3 c) である。

40

【 0 0 6 7 】

加熱手段が磁性粒子を含む場合、パイプ・ライナー 1 に対して高周波磁場を印加することで加熱を行う。高周波磁場のヒステリシス損 (hysteresis losses) によって磁性粒子が加熱される。そして、熱伝導によりパイプ・ライナー 1 に熱が移動する。磁性粒子が加熱されてキュリー温度を超えると、磁性粒子は磁性を有さなくなり、印加された高周波磁場による加熱が止まる。積層された複数の層の転移温度に対応するように、磁性粒子のキュリー温度を選択することで、パイプ・ライナー 1 の加熱を制御することができる。

【 0 0 6 8 】

50

高周波磁場は、パイプ・ライナー１内に挿入されるアンテナ４０によって印加されてもよい。アンテナ４０をパイプ・ライナー１内に挿入し、パイプ・ライナー１に沿って移動させ、押し付けのために／押し付けている間、連続的にパイプ・ライナー１を加熱する。適切なアンテナの形状の例を図１４に示す。具体的には、渦巻きコイルである。

【００６９】

これらの実施の形態におけるパイプ・ライナー１の加熱及び押し付けは、図１５に示すような、図１１に示した電氣的な実施の形態と似た装置で行ってもよい。この例では、再び、ドラム部３３によって両端部で所定の長さのパイプ・ライナーを密閉する。空気注入口バルブ３７を用いて密閉容積内に空気を注入でき、このことにより、パイプの内壁面にパイプ・ライナー１を押し付けることができる。

10

【００７０】

アンテナ４０は、ピグ（パイプライン検査計）の密閉部４２内に備えられている。ピグ４１は、ドラム部３３の１つのグランド（gland）３８を通る牽引ケーブル（tow cable）４３を用いて、パイプ・ライナー１の一端から引っ張り込み、他端まで引っ張ることができる。電力ケーブル４４は、他のドラム部３３の同等のグランド３８を通っている。

【００７１】

使用時には、パイプ・ライナー１の一部分は密閉され、内部に空気が注入されている。アンテナ４０を作動させ、牽引ケーブル４３でパイプ・ライナー内を引っ張る。このことにより、アンテナ４０と協働する加熱手段２０によってパイプ・ライナー１が加熱され、密閉されたパイプ・ライナー１内の圧力によってパイプに対して押し付けられる。十分な加熱及び押し付けの後、その位置でパイプ・ライナーを冷却する。続いて、空気注入口バルブ３７を開け、及び／または、ドラム部３３を除去する。この方法により、長いパイプ内で、連続する所定の長さのパイプ・ライナー１を施工することができる。施工後、適切な方法（具体的には、プラスチック溶接）を用いて、隣接する所定の長さのパイプ・ライナー１同士を密着させればよい。

20

【００７２】

このような実施の形態においては、ピグ４１は、パイプ・ライナー１を外方向に押すように構成された、１以上の弾性プレート４５をさらに備えていてもよい。このような実施の形態では、ドラム部３３を省いて、加熱されたパイプ・ライナー１の押し付けを弾性プレート４５単体に頼るようにしてもよい。

30

【００７３】

加熱手段２０がサセプタ材料である実施の形態では、ピグは、赤外線センサ（図示せず）をさらに備えていてもよい。赤外線センサは、パイプ・ライナー１の温度を決定するように構成されていてもよく、温度に応じてアンテナ４０の出力を変化させるようにしてもよい。

【００７４】

上記実施の形態は例示としてのみ示されている。添付の請求の範囲に規定されている発明の範囲を逸脱することなく、多くの変形例が可能である。

【図 1】

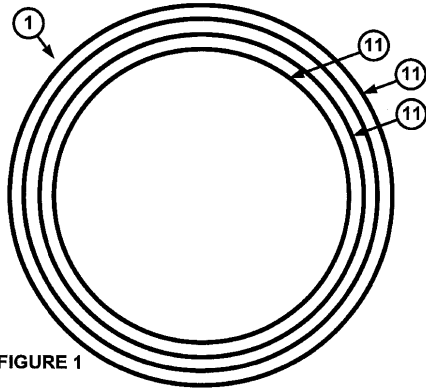


FIGURE 1

【図 2】

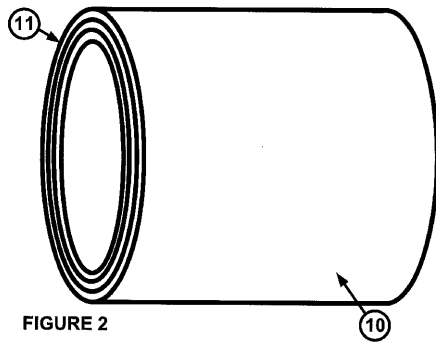


FIGURE 2

【図 3】

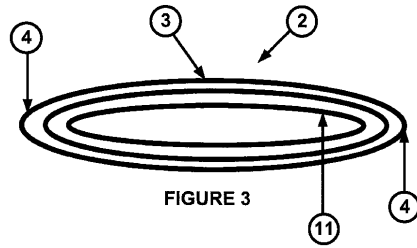


FIGURE 3

【図 4】

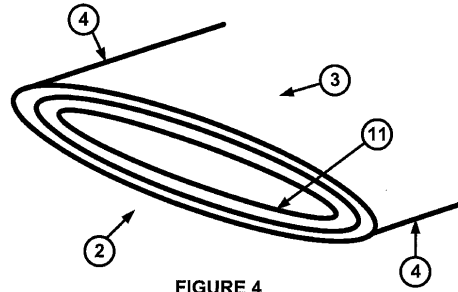


FIGURE 4

【図 5 A】

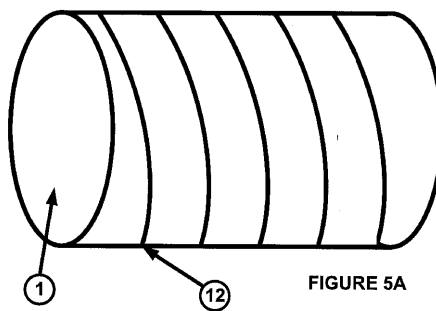


FIGURE 5A

【図 5 B】

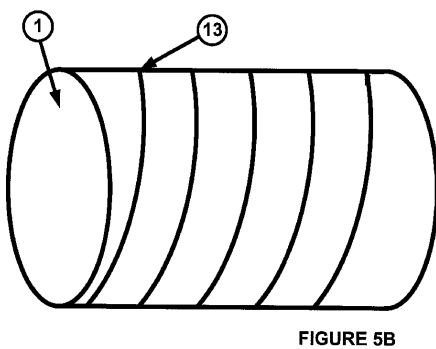


FIGURE 5B

【図 6】

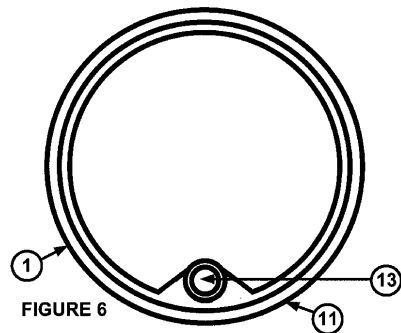


FIGURE 6

【図 7】

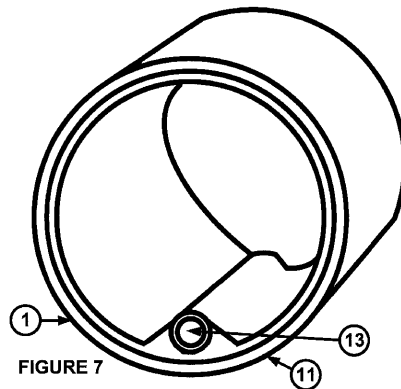
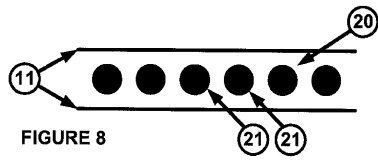
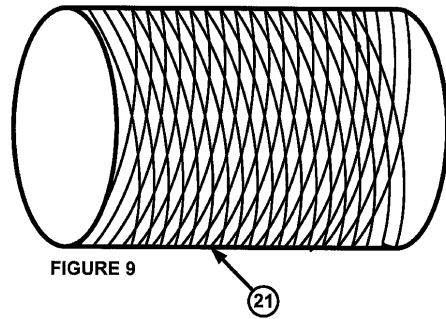


FIGURE 7

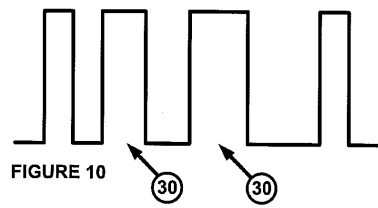
【図 8】



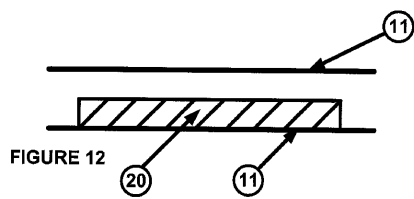
【図 9】



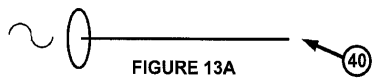
【図 10】



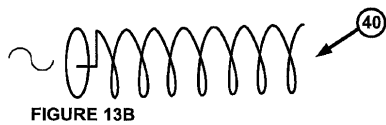
【図 12】



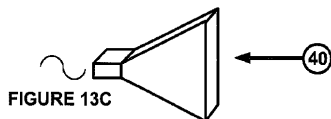
【図 13 A】



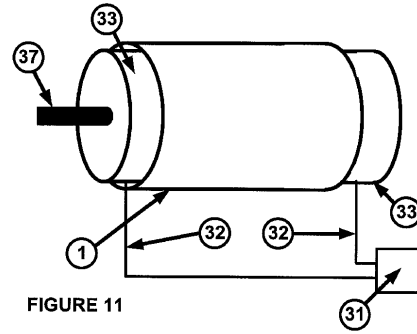
【図 13 B】



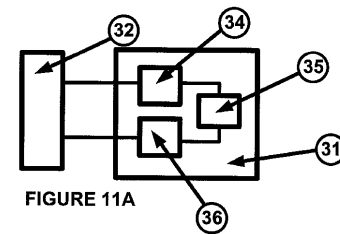
【図 13 C】



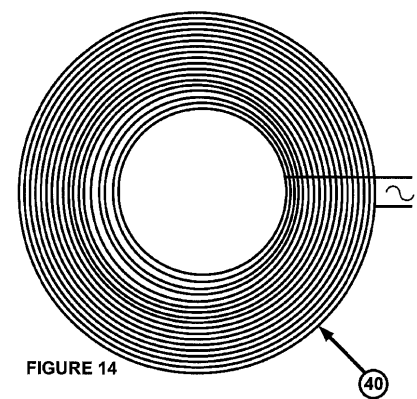
【図 11】



【図 11 A】



【図 14】



【 図 15 】

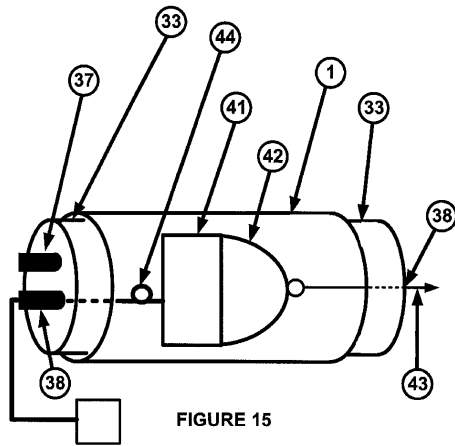


FIGURE 15

フロントページの続き

(72)発明者 パーカー, マイケル ジョン
イギリス国, ダブリューエイ 5 3 エイチワイ チェシャー, ウォリントン, ペンケス, ショアハ
ム ドライブ 6 5

審査官 田代 吉成

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 3 3 9 3 4 (J P , A)
実開平 3 - 1 0 8 4 2 1 (J P , U)
特表平 8 - 5 1 2 2 5 1 (J P , A)
特表 2 0 0 1 - 5 0 7 6 3 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 9 C 6 3 / 3 4
F 1 6 L 5 5 / 1 6 5
F 1 6 L 5 5 / 1 8
H 0 5 B 6 / 3 6