

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6058586号
(P6058586)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017.1.11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016.12.16)

(51) Int.Cl.

F 1

F 16 K 1/32 (2006.01)
 F 02 M 26/66 (2016.01)
 B 24 C 1/10 (2006.01)
 B 23 K 31/00 (2006.01)

F 16 K 1/32
 F 02 M 26/66
 B 24 C 1/10
 B 23 K 31/00

C
A
A

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-1111187 (P2014-1111187)
 (22) 出願日 平成26年5月29日 (2014.5.29)
 (65) 公開番号 特開2015-224754 (P2015-224754A)
 (43) 公開日 平成27年12月14日 (2015.12.14)
 審査請求日 平成28年9月12日 (2016.9.12)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000116574
 愛三工業株式会社
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1
 (74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスマス特許事務所
 (72) 発明者 羽田野 真
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛
 三工業株式会社内
 (72) 発明者 安江 昭成
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛
 三工業株式会社内
 審査官 加藤 昌人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】エンジン用排気還流弁の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンに使用され、金属製の弁体を金属製の弁軸の先端部に溶接により固定してなる
エンジン用排気還流弁の製造方法において、

前記弁体は中心に軸孔を含み、略円錐台形状をなして下底面を含み、

前記弁体を前記軸孔にて前記弁軸の先端部に嵌め込み、

その後、前記弁軸の軸端面及びその周囲の前記下底面に溶接を施し、

その後、前記溶接が施された溶接部とその溶接部の界面近傍とに、腐食による孔食の想定深さよりも深いところまで圧縮応力を付与するためのショットピーニングを施す
ことを特徴とするエンジン用排気還流弁の製造方法。

【請求項 2】

前記ショットピーニングを施すことにより、前記孔食の想定深さよりも深いところまで
残留引張り応力を残留圧縮応力に変えることを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン用排
気還流弁の製造方法。

【請求項 3】

前記ショットピーニングを施すことによって、前記孔食の想定深さよりも深いところま
で前記残留引張り応力を前記残留圧縮応力に変えることにより、前記孔食からの応力腐食
割れを防止するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のエンジン用排気還流弁の製
造方法。

【請求項 4】

10

20

前記孔食の想定深さは $180 \mu\text{m}$ であり、前記ショットピーニングにより前記圧縮応力を付与する深さは $200 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のエンジン用排気還流弁の製造方法。

【請求項 5】

前記腐食による孔食は、前記エンジンで燃料が使用されることに起因して、前記エンジンから排出される排気ガスの酸性度が強い場合に、前記排気還流弁を流れる排気還流ガスに含まれる水分により発生する酸性の強い凝縮水によって前記溶接部の近傍で前記溶接による引張り応力が残留した部分に発生することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のエンジン用排気還流弁の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、エンジンに使用され、金属製の弁体を金属製の弁軸の先端部に溶接により固定してなるエンジン用排気還流弁の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の技術として、例えば、下記の特許文献 1 に記載されるボベット弁構造の EGR 弁の製造方法が知られている。この EGR 弁は、ハウジングの流路に設けられた弁座と、弁座に着座可能に設けられた金属製の弁体と、弁座に対して弁体を往復動させる金属製の弁軸と、弁軸を駆動させるアクチュエータとを備える。ここで、弁体と弁軸は別々に形成された後、弁体が弁軸の下端部に隙間嵌めにより組み付けられ、位置調整された後、溶接等により固定される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 WO 01/061225

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、特許文献 1 に記載された製造方法では、弁体が弁軸の下端部に溶接された後、溶接部が冷えて凝固するとき、溶接部に引張り応力が発生して残留する。そのため、EGR 弁が腐食環境下で使用されると、引張り応力が残留した部分で弁体に応力腐食割れが生じるおそれがあった。特に、粗悪な燃料を使用するエンジンでは、排気ガスの酸性度が強く、EGR ガスに含まれる水分によって酸性の強い凝縮水が発生することがあり、その凝縮水により溶接部の近傍で応力腐食割れが発生するおそれが強くなる。

30

【0005】

この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、弁体と弁軸との溶接部の近傍における応力腐食割れを防止することを可能としたエンジン用排気還流弁の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、エンジンに使用され、金属製の弁体を金属製の弁軸の先端部に溶接により固定してなるエンジン用排気還流弁の製造方法において、弁体は中心に軸孔を含み、略円錐台形状をなして下底面を含み、弁体を軸孔にて弁軸の先端部に嵌め込み、その後、弁軸の軸端面及びその周囲の下底面に溶接を施し、その後、溶接が施された溶接部とその溶接部の界面近傍とに、腐食による孔食の想定深さよりも深いところまで圧縮応力を付与するためのショットピーニングを施すことを趣旨とする。

【0007】

上記発明の構成によれば、弁軸の軸端面及びその周囲の下底面に溶接が施された後、溶接

50

接部とその溶接部の界面近傍とに、腐食による孔食の想定深さよりも深いところまで圧縮応力を付与するためのショットピーニングが施される。従って、溶接後に引張り応力が残留した溶接部とその溶接部の界面近傍とに、ショットピーニングにより圧縮応力が付与されるので、孔食が想定される深さよりも深いところまで引張り残留応力が緩和される。

【0008】

上記目的を達成するために、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、ショットピーニングを施すことにより、孔食の想定深さよりも深いところまで残留引張り応力を残留圧縮応力に変えることを趣旨とする。

【0009】

上記目的を達成するために、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、ショットピーニングを施すことによって、孔食の想定深さよりも深いところまで残留引張り応力を残留圧縮応力に変えることにより、孔食からの応力腐食割れを防止するようにしたことを趣旨とする。

10

【0010】

上記目的を達成するために、請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3の何れかに記載の発明において、孔食の想定深さは180μmであり、ショットピーニングにより圧縮応力を付与する深さは200μm以上であることを趣旨とする。

【0011】

上記目的を達成するために、請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4の何れかに記載の発明において、腐食による孔食は、エンジンで燃料が使用されることに起因して、エンジンから排出される排気ガスの酸性度が強い場合に、排気還流弁を流れる排気還流ガスに含まれる水分により発生する酸性の強い凝縮水によって溶接部の近傍で溶接による引張り応力が残留した部分に発生することを趣旨とする。

20

【0012】

【0013】

【発明の効果】

【0014】

請求項1乃至5に記載の発明によれば、エンジン用排気還流弁において、弁体と弁軸との溶接部の近傍における応力腐食割れを防止することができる。

【0015】

30

【0016】

【0017】

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】一実施形態に係り、全閉状態のEGR弁を示す正断面図。

【図2】一実施形態に係り、固定方法の一工程（溶接前）に係り、図1の鎖線四角で囲んだ部分を拡大して示す断面図。

【図3】一実施形態に係り、固定方法の一工程（溶接後）に係り、図1の鎖線四角で囲んだ部分を拡大して示す断面図。

【図4】一実施形態に係り、固定方法の一工程（ショットピーニング）に係り、図1の鎖線四角で囲んだ部分を拡大して示す断面図。

40

【図5】一実施形態に係り、溶接後の弁体と弁軸の一部を拡大して示す断面図。

【図6】一実施形態に係り、弁体の表面を更に拡大して示す断面図。

【図7】一実施形態に係り、図4の一部を拡大して示す断面図。

【図8】一実施形態に係り、溶接後の残留応力（引張り応力）を、ショットピーニングを施す前と施した後とで比較して示すグラフ。

【図9】一実施形態に係り、弁体の下底面の表面からの深さと残留応力（引張り応力、圧縮応力）との関係を、ショットピーニングを施していない場合とショットピーニングを施した場合とで比較して示すグラフ。

【図10】一実施形態に係り、弁体の段差の部分を拡大して示す断面図。

50

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明におけるエンジン用排気還流弁（EGR弁）の製造方法を具体化した一実施形態につき図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

図1に、全閉状態のEGR弁1を正断面図により示す。EGR弁1は、エンジンから排出される排気ガスの一部をEGRガスとして吸気通路へ戻すEGR通路に設けられ、EGRガス流量を調節するために使用される。

【0021】

図1に示すように、EGR弁1は、ポペット弁構造をなし、EGRガスの流路2を含む金属製のハウジング3と、流路2の中間に設けられた金属製の弁座4と、弁座4に着座可能に設けられ、弁座4との間でEGRガスの計量部を形成する金属製の弁体5と、弁体5を弁座4に対して往復動させるための金属製の弁軸6と、弁軸6を弁体5と共に駆動するためのアクチュエータ7とを備える。アクチュエータ7は、一例としてステップモータにより構成され、弁軸6を弁体5と共に軸方向へ往復運動（ストローク運動）させるように構成される。このEGR弁1は、アクチュエータ7により弁体5を弁座4に対して移動させて計量部の開口面積を変化させることにより、流路2におけるEGRガス流量を調節するように構成される。この実施形態では、アクチュエータ7の構成の詳しい説明は省略する。流路2の両端は、EGRガスが導入される入口2aと、EGRガスが導出される出口2bとなっている。

10

【0022】

この実施形態において、弁軸6は、図1においてハウジング3を垂直に貫通して配置され、その基端部（上端部）がアクチュエータ7にねじ機構を介して駆動連結される。弁座4は、略円環状をなし、その中心に弁孔4aを含む。弁体5は、その中心に軸孔5aを含み、略円錐形状をなして下底面5bを含む。弁体5は弁軸6の先端部（下端部）に固定される。ハウジング2と弁軸6との間には、弁軸6をストローク運動可能に支持するために直列に配置された第1スラスト軸受8と第2スラスト軸受9が設けられる。各スラスト軸受8, 9は、略筒形をなし、ハウジング3の中心に形成された組付孔3aに嵌合されて固定される。ハウジング3には、ハウジング3と弁軸6との間をシールするための略円筒状をなすリップシール10が、第2スラスト軸受9に隣接して設けられる。ハウジング3には、ハウジング3と弁軸6との間をデポジットからガードするためのデボガードプラグ11が、リップシール10に隣接して設けられる。

20

【0023】

弁体5は軸孔5aにて弁軸6の先端部（下端部）に嵌め込まれ、弁軸6の軸端面及びその周囲の下底面5bに溶接が施される。また、溶接が施された溶接部21とその溶接部21の界面近傍とに、腐食による孔食深さよりも深いところまでショットピーニングにより圧縮応力が付与されている。弁体5の下底面5bの外周部には、他の部分より低い段差5cが形成される。ショットピーニングにより圧縮応力が付与された部分は、段差5cより内側の範囲に設定される。この実施形態で、弁体5は「SUS316L」を材料として形成される。この材質は、耐溶接及び耐応力腐食割れ性を考慮して選定される（例えば、ローカーボンとニッケル增量。）。

30

【0024】

次に、弁体5と弁軸6の固定方法について説明する。この実施形態で、弁体5は、弁軸6がハウジング3に組み付けられた状態で、次のような手順で弁軸6の先端部（下端部）に固定される。図2～図4に、固定方法の工程推移につき、図1の鎖線四角S1で囲んだ部分を拡大して断面図により示す。

40

【0025】

すなわち、先ず最初に、図2に示すように、弁体5をその軸孔5aにて弁軸6の先端部（下端部）に隙間嵌めにより嵌め込む。

【0026】

50

その後、図3に示すように、弁軸6の軸端面6a及びその周囲の下底面5bに溶接を施す。この溶接によれば、溶接が施された溶接部21のみが局部的に加熱されるので、その溶接部21の熱膨張が溶接部21以外の部分によって妨げられ、弁体5の下底面5bの表層に熱応力が生じ、その熱応力によって残留応力が生じる。ここで、弁体5の下底面5bの表層には、加熱途中に圧縮の塑性歪が生じる。その後、冷却されると、この塑性歪のために、溶接部21のみが収縮するが、溶接部21と下底面5bの表層はくっついているので、その表層が引っ張られる。その結果、溶接部21の近傍には引張り応力が残留することになる。すなわち、溶接部21がある温度まで加熱され、その後冷却されるとき、加熱過程で圧縮応力と塑性歪が生じ、冷却過程で引張り応力へと変わり、最終的には、引張り応力が弁体5の下底面5bの表層に残留することになる。

10

【0027】

その後、図4に示すように、弁体5の下底面5bの外周部に略筒状の治具26の上端部をあてがう。この実施形態では、弁体5の下底面5bの外周部に形成された段差5cに治具26の上端部を嵌め込む。そして、治具26の内側において、溶接部21とその溶接部21の界面近傍とに、腐食による孔食深さよりも深いところまで圧縮応力を付与するためのショットピーニングを施す。すなわち、図4に示すように、微細粒状の媒体27をノズル28から高圧で噴射して被加工部へ高速で衝突させる。

【0028】

図5に、溶接後の弁体5と弁軸6の一部を拡大して断面図により示す。弁体5の下底面5bには、図5に2点鎖線で示すように、腐食による孔食41が生じるおそれがある。図6に、弁体5の表面を更に拡大して断面図により示す。詳しく説明すると、弁体5の表面が腐食等により消失すると、図6に破線で囲まれるような孔食41が生じる。この孔食41は、引張り応力が残留した部分の露出を示す。その後、弁体5が使用されると、この孔食41から応力腐食割れ42が発生し、更に応力腐食割れから弁体5に亀裂が生じるおそれがある。そこで、この実施形態では、安全を見込んで、この孔食41の想定深さよりも深いところまでショットピーニングにより圧縮応力を付与するようになっている。この実施形態では、孔食41の想定深さを「180(μm)」とし、図6に示す圧縮応力を付与する深さd1を「約200(μm)以上」に設定している。また、この実施形態では、ショットピーニングの条件として、SUS304よりなる媒体27を使用する。媒体27の粒径は「0.5(500μm)以下」に設定する。より詳しくは「0.3(300μm)」に設定する。ショットの条件として、圧力は「0.4(Mpa)」に、時間は「10秒」にそれぞれ設定する。

20

【0029】

図7に、図4の一部を拡大して断面図により示す。図7に示すように、この実施形態では、弁体5の段差5cは、下底面5bとなす角部5dが円弧状に形成される。また、治具26の上端部は、その内周面26aと、段差5cの外周面5caとの間に若干の隙間g1が設けられる。

【0030】

以上説明したこの実施形態におけるエンジン用排気還流弁の製造方法によれば、弁軸6の軸端面6a及びその周囲の下底面5bに溶接が施された後、弁体5の下底面5bの外周部に略筒状の治具26の上端部があてがわれ、その治具26の内側において、溶接部21とその溶接部21の界面近傍とに、腐食による孔食41の想定深さよりも深いところまで圧縮応力を付与するためのショットピーニングが施される。従って、溶接後に引張り応力が残留した溶接部21とその溶接部21の界面近傍とに、ショットピーニングにより圧縮応力が付与されるので、孔食41が想定される深さよりも深いところまで引張り残留応力が緩和される。このため、弁体5の下底面5bの表層に腐食によって孔食41が生じても、孔食41より深いところまで引張り残留応力が緩和されるので、孔食41からの応力腐食割れを防止することができる。また、ショットピーニングが施される範囲が、治具26の内側に含まれる弁体5の下底面5bの範囲に規制される。このため、弁体5の下底面5bにおいてショットピーニングにより圧縮応力を付与する範囲を容易に設定することができる。

40

50

きる。

【0031】

図8に、溶接後の残留応力（引張り応力）を、ショットピーニングを施す前（ショット前）と施した後（ショット後）とで比較してグラフにより示す。このグラフは、ショットピーニングにより残留応力を低減させるための目標設定を意味する。この実施形態では、図8に示すように、ショット前における「300（MPa）」の残留応力（引張り応力）を、ショット後には、「100（MPa）以下」の残留応力にすることを目標としている。

【0032】

ここで、ショットピーニングによる残留応力の低減効果を確認する。図9に、弁体5の下底面5bの表面からの深さと残留応力（引張り応力、圧縮応力）との関係を、ショットピーニングを施していない場合（ショットなし）とショットピーニングを施した場合（ショット実施後）とで比較してグラフにより示す。このグラフは、残留応力が最も高くなる部位（溶接部21の外周界面付近）での測定結果を示す。図9に示すように、ショットなしの場合は、残留応力は、「0～800（μm）」の深さの範囲で、目標値である「100（MPa）以下」になることはない。これに対し、図9に示すように、ショット実施後には、残留応力は「0～約460（μm）」の深さの範囲で、目標値である「100（MPa）以下」になることがわかる。また、目標値である「200（μm）」の深さでは、ショットなしの場合で「約180（MPa）」の残留応力（引張り応力）であったのに対し、ショット実施後には、「約-200（MPa）」の残留応力（圧縮応力）となることがわかる。このようにショットピーニングを施すことにより、「約180（MPa）」の残留応力（引張り応力）を「約-200（MPa）」の残留応力（圧縮応力）へ低減することができる。

【0033】

この実施形態では、弁体5の段差5cに治具26の上端部が嵌め込まれるので、弁体5と治具26との間でショットピーニングの媒体27に対するシール性がよくなる。このため、弁体5と治具26との間に媒体27が入り込み難くなり、弁体5の下底面5bに対するショットピーニングによる加工効果を向上させることができる。

【0034】

この実施形態では、弁体5の段差5cの角部5dが円弧状に形成されるので、その角部5dに、ショットピーニングの影響によるダレが生じ難くなる。図10に、弁体5の段差5cの部分を拡大して断面図により示す。仮に、段差5cの角部が円弧状ではなく、ピン角状になっていたとすると、ショットピーニングによりその角部には、図10に2点鎖線で示すように、底状のダレ43が生じ、そのダレ43と治具26との間に媒体27が挟まるおそれがある。この実施形態では、段差5cの角部5dにダレ43が生じ難いので、角部5dと治具16との間で媒体27を挟まり難くすることができ、治具27を円滑に操作することができる。

【0035】

この実施形態では、弁軸6に固定された弁体5が流体制御弁であるEGR弁1に組み込まれて使用された場合において、仮に、流路2に残存していた媒体27が、弁体5と弁座4との間に噛み込まれたとしても、媒体27の粒径が「0.5以下」に設定されるので、EGRガスの漏れが少なくなる。この結果、例えば、エンジンの減速運転時に、全閉となつたEGR弁1にて媒体27の噛み込みによるEGRガス漏れを少なくすることができ、EGRガス取り込みによるエンジン失火の発生を抑えることができる。

【0036】

なお、この発明は前記実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱することのない範囲で構成の一部を適宜変更して実施することもできる。

【0037】

【産業上の利用可能性】

【0038】

10

20

30

40

50

この発明は、エンジン用 EGR弁の製造に利用することができる。

【符号の説明】

【0039】

1 EGR弁

5 弁体

5a 軸孔

5b 下底面

5c 段差

5d 角部

6 弁軸

6a 軸端面

21 溶接部

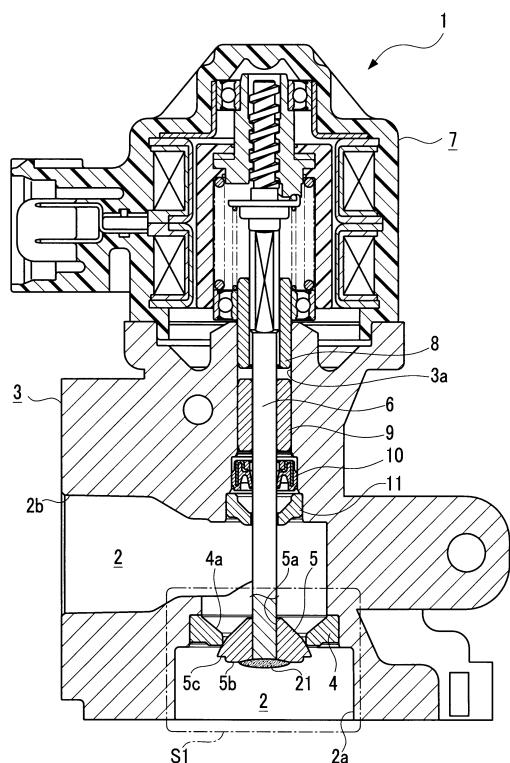
26 治具

26a 内周面

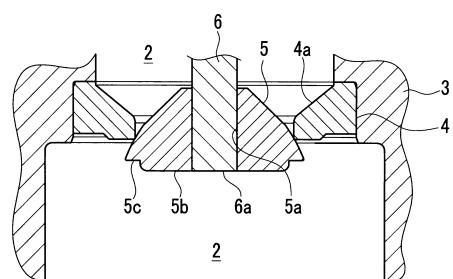
27 媒体

10

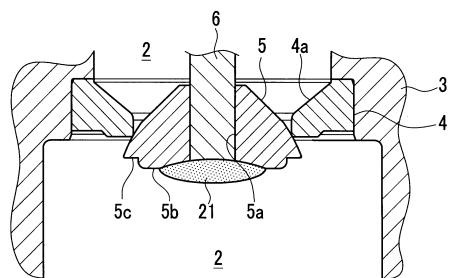
【図1】



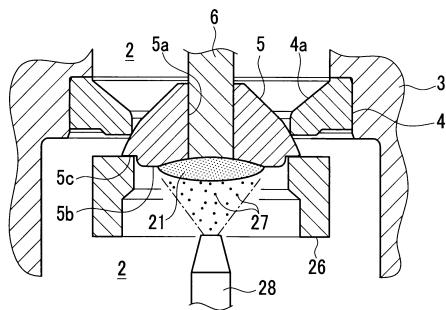
【図2】



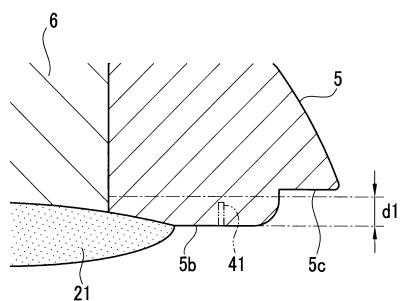
【図3】



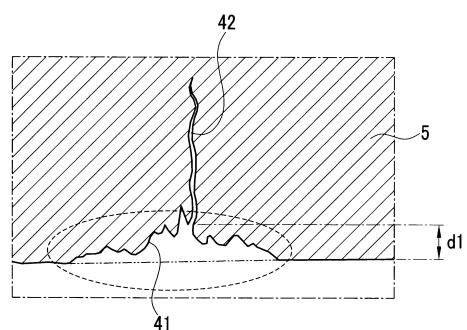
【図4】



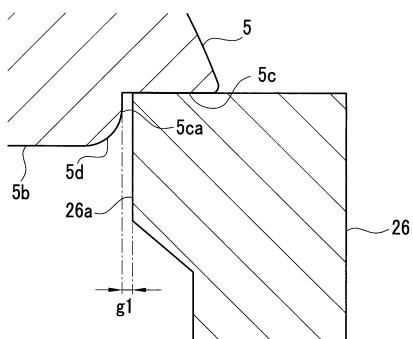
【図5】



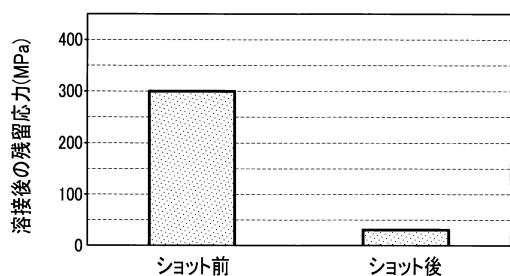
【図6】



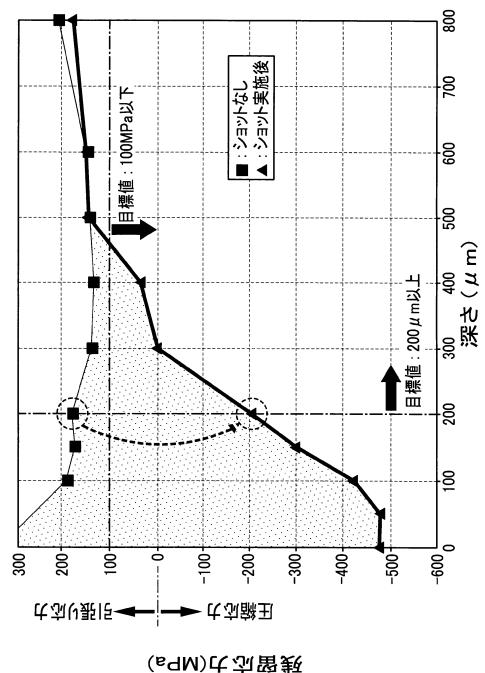
【図7】



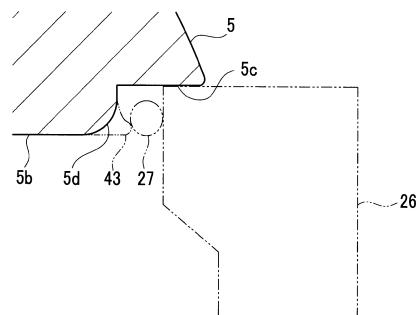
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2010/146898 (WO, A1)
特開2014-181978 (JP, A)
特開2010-142899 (JP, A)
国際公開第01/61225 (WO, A1)
国際公開第2013/179435 (WO, A1)
特開2001-198828 (JP, A)
特開昭62-248574 (JP, A)
植野修一・政野誠二・中村元昭・竹本幹男, 配管内・外面の腐食対策 <溶射とショットピーニングによる局部腐食とSCC防止>, 「配管技術」2009年9月増刊号 腐食・防食・耐食, 日本工業出版株式会社, 2009年 9月15日, 第51巻, 第11号, p.48-54
小畠 稔・須藤 亮, オーステナイトステンレス鋼の応力腐食割れに対するショットピーニング, ステンレス鋼へのショットピーニング, ショットピーニング技術協会, 1995年 2月 1日, p.19-24

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 K 1 / 0 0 - 1 / 5 4
F 0 2 M 2 6 / 6 6
B 2 3 K 3 1 / 0 0
B 2 4 C 1 / 1 0