

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/151954 A1

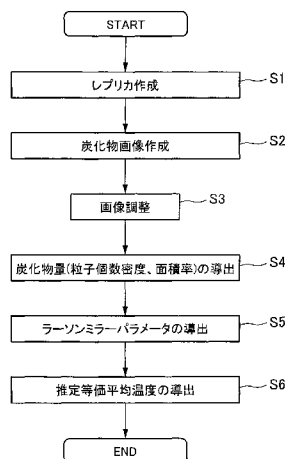
- (51) 国際特許分類:
G01K 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084235
- (22) 国際出願日: 2015年12月7日(07.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-064004 2015年3月26日(26.03.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森岡 真也(MORIOKA, Shinya); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 岩▲崎▼ 修吾(IWASAKI, Shugo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 堤博一(TSUTSUMI, Hirokazu); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 片山 哲司(KATAYAMA, Tetsuji); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 光石 俊郎, 外(MITSUISHI, Toshiro et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂四丁目9番6号 タク・赤坂ビル4階 光石法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR ESTIMATING USE TEMPERATURE OF HEAT RESISTANT MEMBER

(54) 発明の名称: 耐熱部材の使用温度推定方法

[図1]



- S1... CREATE REPLICA
S2... CREATE CARBIDE IMAGE
S3... ADJUST IMAGE
S4... DERIVE CARBIDE AMOUNT
(PARTICLE NUMBER DENSITY, AREA RATIO)
S5... DERIVE LARSON-MILLER PARAMETER
S6... DERIVE ESTIMATED EQUIVALENT AVERAGE TEMPERATURE

(57) Abstract: Provided is a method for estimating the use temperature of a heat resistant member which makes it possible to quickly estimate the use temperature of a heat-resistant member by using a comparatively simple operation. The method has: a replica creation step (S1) for creating a replica obtained by transferring the surface structure of the heat-resistant member; a carbide image creation step (S2) for creating a carbide image on the basis of the replica; a carbide amount derivation step (S4) for deriving a carbide amount on the basis of the carbide image; a Larson-Miller parameter derivation step (S5) for deriving an LMP corresponding to the carbide amount, by using the carbide amount and a master curve, which is a diagram created in advance of the correlation between the carbide amount and the Larson-Miller parameter; and an estimated equivalent average temperature derivation step (S6) for deriving an estimated equivalent average temperature by using a relational expression between the LMP, absolute temperature T (estimated equivalent average temperature), and use time t.

(57) 要約: 比較的簡易な作業で耐熱部材の使用温度を迅速に推定することができる耐熱部材の使用温度推定方法を提供することにある。耐熱部材の表面組織を転写したレプリカを作成するレプリカ作成工程(S1)と、レプリカに基づき炭化物画像を作成する炭化物画像作成工程(S2)と、炭化物画像に基づき炭化物量を導出する炭化物量導出工程(S4)と、炭化物量と、予め作成された炭化物量とラーソンミラーパラメータとの相関線図であるマスターカーブとを用いて、当該炭化物量に相当するLMPを導出するラーソンミラーパラメータ導出工程(S5)と、前記ラーソンミラーパラメータ導出工程で導出したLMPと前記耐熱部材の使用時間とに基づき、LMPと絶対温度T(推定等価平均温度)と使用時間tとの関係式を用いて推定等価平均温度を導出する推定等価平均温度導出工程(S6)とを有する、よ

うにした。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：耐熱部材の使用温度推定方法

技術分野

[0001] 本発明は、耐熱部材の使用温度推定方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、高温および高圧の環境下で使用される各種プラントでは、運転時間の経過に伴いクリープ損傷が進行し、寿命が消費されることが知られている。よって、前記各種プラントにおいて健全な運転を維持するためには、機器の余寿命を正確に推定し、適切な時期に前記機器を交換する必要がある。前記機器の余寿命の評価においては、運転中に曝されていた温度、すなわち、機器の使用温度（例えば、機器が受けた熱履歴）が重要な因子となっている。しかしながら、機器の温度を運転中に実測することは困難であり、機器の使用温度を推定する手法が種々開発されている。

[0003] 例えば、下記特許文献1には、耐熱耐圧部材の表面に、熱時効により硬化するニッケル基合金からなる析出硬化型の材料を肉盛溶接し、設備の運転後に当該材料表面の硬さを測定し、予め運転前に測定した硬さ及び熱時効試験で求めておいた硬化特性のデータと比較し、前記硬さの増加量から当該材料の熱履歴を求め、前記耐熱耐圧部材の温度を推定する熱履歴推定方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-208214号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述の熱履歴推定方法では、対象が金属材料からなる耐熱耐圧部材であり、さらに耐熱耐圧材料の表面にニッケル基合金からなる析出硬化型の材料を肉盛溶接する必要があることから、作業が煩雑であるという

課題があった。例えば、天然ガスを改質する改質器で用いられる触媒管の使用温度を推定する場合、作業が簡易、かつ、迅速であることが望まれていた。

[0006] 以上のことから、本発明は前述した課題を解決するために為されたものであって、比較的簡易な作業で耐熱部材の使用温度を迅速に推定することができる耐熱部材の使用温度推定方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決する第1の発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法は、耐熱部材の使用温度を推定する耐熱部材の使用温度推定方法であって、前記耐熱部材の表面組織を転写したレプリカを作成するレプリカ作成工程と、前記レプリカ作成工程で得られた前記レプリカに基づき炭化物画像を作成する炭化物画像作成工程と、前記炭化物画像作成工程にて得られた炭化物画像に基づき炭化物量を導出する炭化物量導出工程と、前記炭化物量導出工程で得られた炭化物量と、予め作成された炭化物量とラーソンミラーパラメータとの相関線図であるマスターカーブとを用いて、当該炭化物量導出工程で得られた炭化物量に相当するラーソンミラーパラメータを導出するラーソンミラーパラメータ導出工程と、前記ラーソンミラーパラメータ導出工程で導出したラーソンミラーパラメータと前記耐熱部材の使用時間とに基づき、以下の式を用いて推定等価平均温度を導出する推定等価平均温度導出工程とを有する、ことを特徴とする。

$$LMP = T \times (C + \log(t)) / 1000$$

LMPがラーソンミラーパラメータであり、Tが推定等価平均温度（絶対温度（K））であり、Cは前記耐熱部材の材料定数であり、tが前記耐熱部材の使用時間である。

[0008] 上述した課題を解決する第2の発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法は、第1の発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法であって、前記炭化物画像は、一次炭化物の画像、二次炭化物の画像、またはこれら両方の画像であることを特徴とする。

[0009] 上述した課題を解決する第3の発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法は、第1または第2の発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法であって、前記炭化物量は、炭化物の粒子個数密度または炭化物の面積率の少なくとも一方であることを特徴とする。

[0010] 上述した課題を解決する第4の発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法は、第1から第3の何れか一つの発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法であって、前記炭化物画像作成工程にて得られた前記炭化物画像を二値化処理して炭化物二値化画像を作成する画像調整工程を有し、前記炭化物量導出工程は、前記炭化物画像の代わりに、前記画像調整工程にて得られた前記炭化物二値化画像に基づき炭化物量を導出することを特徴とする。

[0011] 上述した課題を解決する第5の発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法は、第1から第4の何れか一つの発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法であって、前記耐熱部材は、天然ガスの改質に用いられる触媒管であることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、比較的簡易な作業で耐熱部材の使用温度を迅速に推定することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の主な実施形態に係る耐熱部材の使用温度推定方法の手順を説明するためのフローチャートである。

[図2]前記耐熱部材の使用温度推定方法で作成された炭化物量とラーソンミラーパラメータとの関係を示すグラフであって、図2(a)に炭化物の粒子密度個数(個/m²)とラーソンミラーパラメータとの関係を示し、図2(b)に炭化物の面積率(%)とラーソンミラーパラメータとの関係を示す。

[図3]前記耐熱部材の使用温度推定方法の評価対象の一例である触媒管の概略図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明に係る耐熱部材の使用温度推定方法の主な実施形態を図面に基づい

て説明するが、本発明は、図面に基づいて説明する以下の実施形態のみに限定されるものではない。

[0015] [主な実施形態]

本発明の主な実施形態に係る耐熱部材の使用温度推定方法について、図 1 から図 3 に基づいて説明する。

本実施形態に係る耐熱部材の使用温度推定方法では、天然ガス改質器に設けられる複数のホットコレクタのそれぞれに連結される、数 100 本から成る複数の触媒管に適用した場合について説明する。

[0016] 前記天然ガス改質器は、例えば、図 3 に示すように、触媒管本体 11、ショートピース 12、ピグテール 13 で構成される触媒管 14 を複数備える。触媒管本体 11 は、軸心が上下方向に延在するように立設配置されている。ショートピース 12 は、触媒管本体 11 の下端部に連結され、軸心が上下方向に延在するように立設配置されている。ピグテール 13 は、ショートピース 12 の下端部に連結され、触媒管本体 11 よりも小径をなし、屈曲配置されている。ピグテール 13 の他端部がホットコレクタ 15 に連結されている。ホットコレクタ 15 は、軸心が水平方向（図示例では紙面表裏方向）に延在するように配置されている。ホットコレクタ 15 には、触媒管 14 と左右対称の位置に図示しない触媒管のピグテールの他端部が連結されている。さらに、ホットコレクタ 15 の軸心方向にて所定の間隔で当該ホットコレクタ 15 に連結される左右一対の触媒管が配置されている。天然ガス改質器には、複数の触媒管 14 が連結されたホットコレクタ 15 を複数配置しても良い。

[0017] 触媒管本体 11、ショートピース 12、ピグテール 13 は、例えば、HP-Nb-Ti (25Cr-35Ni-Nb、Ti) およびアロイ 800H (Fe-32Ni-20Cr) で構成されている。触媒管本体 11 は、導入された混合ガス（メタンガス、水蒸気）21 が反応して生成ガス（水素、水蒸気、一酸化炭素、二酸化炭素）22 を生成している。この生成ガス 22 は、ショートピース 12、ピグテール 13 を介してホットコレクタ 15 に流通し

ている。

[0018] 触媒管本体 11 は、約 900℃以上の炉内に配置される。ショートピース 12 およびピグテール 13 は、炉外に配置されるものの、内部を約 900℃のガスが流通している。

[0019] 本実施形態に係る耐熱部材の使用温度推定方法は、図 1 に示すように、レプリカ作成工程 S1 と、炭化物画像作成工程 S2 と、画像調整工程 S3 と、炭化物量導出工程 S4 と、ラーソンミラーパラメータ導出工程 S5 と、推定等価平均温度導出工程 S6 とを有する。

[0020] レプリカ作成工程 S1 では、従来のレプリカ法によりレプリカを作成する。このレプリカ作成工程 S1 にて、触媒管本体 11 の表面組織を転写したレプリカを作成する。前記レプリカとして、フィルムを用いることが好ましい。なお、触媒管本体 11 の表面組織をレプリカに転写する前に、触媒管本体 11 に対し、研磨およびエッチングにより表面組織を現出させることが好ましい。

[0021] 炭化物画像作成工程 S2 にて、レプリカ作成工程 S1 で得られた触媒管本体 11 の表面組織が転写されたレプリカ（フィルム）から炭化物の画像（炭化物画像）が作成される。炭化物の画像は、一次炭化物の画像（一次炭化物画像）または二次炭化物の画像（二次炭化物画像）であることが好ましく、これら両方の画像であることがより好ましい。これは、詳細につき後述する触媒管本体 11 の使用温度の推定をより確実に行うことができるからである。各画像は、従来の画像編集ソフトウェアにより作成される。一次炭化物とは、凝固時にデンドライト境界に沿って晶出する炭化物である。二次炭化物とは、高温時効に伴って粒内に分散析出する析出物である。

[0022] 画像調整工程 S3 にて、炭化物画像作成工程 S2 で作成された炭化物画像を調整して炭化物の抽出が容易な画像が作成される。炭化物画像が一次炭化物画像である場合には、当該一次炭化物画像を調整して、一次炭化物を抽出が容易な画像が作成される。炭化物画像が二次炭化物画像である場合には、当該二次炭化物画像を調整して、二次炭化物を抽出が容易な画像が作成され

る。炭化物画像（一次炭化物画像、二次炭化物画像）を調整する方法として、二値化処理を用いることが好ましい。前記炭化物画像が一次炭化物画像である場合には、一次炭化物画像を二値化処理して一次炭化物二値化画像が作成される。前記炭化物画像が二次炭化物画像である場合には、二次炭化物画像を二値化処理して二次炭化物二値化画像が作成される。これにより、前記炭化物画像（一次炭化物画像、二次炭化物画像）を二値化処理して得られた炭化物二値化画像（一次炭化物二値化画像、二次炭化物二値化画像）から炭化物（一次炭化物、二次炭化物）の抽出が容易になる。

[0023] 炭化物量導出工程 S 4 は、画像調整工程 S 3 で得られた画像に基づき炭化物量が導出される。画像調整工程 S 3 で得られた画像が一次炭化物二値化画像である場合には、当該一次炭化物二値化画像に基づき一次炭化物量が導出される。画像調整工程 S 3 で得られた画像が二次炭化物二値化画像である場合には、当該二次炭化物二値化画像に基づき二次炭化物量が導出される。画像調整工程 S 3 で得られた画像が一次炭化物二値化画像および二次炭化物二値化画像である場合には、当該一次炭化物二値化画像に基づき一次炭化物量が導出されると共に、当該二次炭化物二値化画像に基づき二次炭化物量が導出される。炭化物量として、画像調整工程 S 3 で得られた画像を画像解析し炭化物の個数を計測し単位面積当たりで換算して得られる炭化物の粒子個数密度や、画像調整工程 S 3 で得られた画像を画像解析し炭化物の面積を計測し単位面積当たりで換算して得られる炭化物の面積率を用いることが好ましく、前記炭化物の粒子個数密度および前記炭化物の面積率の両方を用いることがより好ましい。

[0024] ラーソンミラーパラメータ導出工程 S 5 にて、予め作成された、ラーソンミラーパラメータと炭化物量（炭化物の粒子個数密度、炭化物の面積率）の相関線図（マスターカーブ）を用いて、炭化物量導出工程 S 4 で得られた炭化物量（炭化物の粒子個数密度、炭化物の面積率）に相当するラーソンミラーパラメータを取得する。なお、前記炭化物量として、上述した一次炭化物量や二次炭化物量であることが好ましい。

[0025] 例えば、炭化物量導出工程 S 4 で得られた炭化物量が炭化物の粒子個数密度である場合、予め作成された、ラーソンミラーパラメータと炭化物の粒子個数密度の相関線図（マスターカーブ）を用いて、図 2（a）に示すように、炭化物量導出工程 S 4 で得られた炭化物の粒子個数密度に相当するラーソンミラーパラメータを取得する。炭化物量導出工程 S 4 で得られた炭化物量が炭化物の面積率である場合、予め作成された、ラーソンミラーパラメータと炭化物の面積率の相関線図（マスターカーブ）を用いて、図 2（b）に示すように、炭化物量導出工程 S 4 で得られた炭化物の面積率に相当するラーソンミラーパラメータを取得する。

[0026] ラーソンミラーパラメータ（LMP）は次式の関係を満たしている。

$$LMP = T \times (C + \log(t)) / 1000 \quad (1)$$

T は推定対象である触媒管本体 11 の運転（使用）温度をなす絶対温度（K）であり、C は推定対象である触媒管本体 11 の材料定数であり、t は推定対象である触媒管本体 11 の運転（使用）時間である。

[0027] 推定等価平均温度導出工程 S 6 にて、ラーソンミラーパラメータと絶対温度と運転時間との関係式（1）を用いて、ラーソンミラーパラメータ導出工程 S 5 で得られたラーソンミラーパラメータと既知の運転時間とに基づき運転中（使用中）の推定等価平均温度が導出される。

[0028] したがって、本実施形態によれば、レプリカ作成工程 S 1 で得られたレプリカから炭化物画像を作成し、必要に応じて画像調整（例えば、二値化処理）し、前記画像から炭化物量を導出し、導出した炭化物量と予め作成された、炭化物量とラーソンミラーパラメータとの相関線図であるマスターカーブとを用いてラーソンミラーパラメータを導出し、導出したラーソンミラーパラメータと運転（使用）時間に基づき、ラーソンミラーパラメータと絶対温度（推定等価平均温度）と運転（使用）時間との関係式（1）を用いて、運転中（使用中）の推定等価平均温度を導出することができる。これにより、従来、不明であった運転温度を非破壊で、かつ比較的簡易な作業で、かつ、迅速に推定することができる。また、運転中に温度変動があったとしても、

推定等価平均温度を導出することができることから、この推定等価平均温度に基づき、クリープ変形を考慮した耐熱部材の余寿命を評価することができる。

[0029] 前記炭化物画像が、一次炭化物の画像、二次炭化物の画像、またはこれら両方の画像であることにより、炭化物量を確実に導出することができ、比較的簡易な作業で触媒管本体 11 の使用温度をより確実に推定することができる。

[0030] 前記耐熱部材は、天然ガスの改質に用いられる触媒管であることにより、比較的簡易な作業で触媒管の使用温度を確実に推定することができる。

[0031] [他の実施形態]

なお、上記では、画像調整工程 S3 で得られた画像に基づき炭化物量を導出する場合について説明したが、炭化物画像作成工程 S2 で作成された炭化物画像（例えば、一次炭化物画像、二次炭化物画像）に基づき炭化物量を導出するようにした耐熱部材の使用温度推定方法とすることも可能である。

[0032] なお、前記ラーソンミラーパラメータ導出工程 S5 において、ラーソンミラーパラメータと炭化物の粒子個数密度または炭化物の面積率との相関線図（マスターカーブ）は、1つの炭化物の粒子個数密度または炭化物の面積率が2つ以上のラーソンミラーパラメータを示す場合には、ラーソンミラーパラメータをそれぞれ導出することが好ましい。これは、導出したラーソンミラーパラメータを用いることで、運転中（使用中）の推定等価平均温度の範囲を導出でき、この温度範囲に基づき、クリープ変形を考慮した耐熱部材の余寿命を評価することができるからである。

[0033] 上記では、使用温度の推定対象を触媒管とした場合について説明したが、高温保持すると組織中の一次炭化物および二次炭化物の形態が変化する耐熱部材の等価平均温度推定に適用することも可能である。このような場合であっても、上述の耐熱部材の等価平均温度推定方法と同様な作用効果を奏する。

符号の説明

[0034]	1 1	触媒管本体
	1 2	ショートピース
	1 3	ピグテール
	1 4	触媒管
	1 5	ホットコレクタ
	2 1	混合ガス (H_2O , CH_4)
	2 2	生成ガス (H_2 , H_2O , CO , CO_2)

請求の範囲

- [請求項1] 耐熱部材の使用温度を推定する耐熱部材の使用温度推定方法であって、
- 前記耐熱部材の表面組織を転写したレプリカを作成するレプリカ作成工程と、
- 前記レプリカ作成工程で得られた前記レプリカに基づき炭化物画像を作成する炭化物画像作成工程と、
- 前記炭化物画像作成工程にて得られた炭化物画像に基づき炭化物量を導出する炭化物量導出工程と、
- 前記炭化物量導出工程で得られた炭化物量と、予め作成された炭化物量とラーソンミラーパラメータとの相関線図であるマスターカーブとを用いて、当該炭化物量導出工程で得られた炭化物量に相当するラーソンミラーパラメータを導出するラーソンミラーパラメータ導出工程と、
- 前記ラーソンミラーパラメータ導出工程で導出したラーソンミラーパラメータと前記耐熱部材の使用時間とに基づき、以下の式を用いて推定等価平均温度を導出する推定等価平均温度導出工程と
- を有する、ことを特徴とする耐熱部材の使用温度推定方法。
- $$LMP = T \times (C + \log(t)) / 1000$$
- LMPがラーソンミラーパラメータであり、Tが推定等価平均温度（絶対温度（K））であり、Cは前記耐熱部材の材料定数であり、tが前記耐熱部材の使用時間である。
- [請求項2] 請求項1に記載された耐熱部材の使用温度推定方法であって、
- 前記炭化物画像は、一次炭化物の画像、二次炭化物の画像、またはこれら両方の画像である
- ことを特徴とする耐熱部材の使用温度推定方法。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載された耐熱部材の使用温度推定方法であって、

前記炭化物量は、炭化物の粒子個数密度または炭化物の面積率の少なくとも一方である

ことを特徴とする耐熱部材の使用温度推定方法。

[請求項4] 請求項1から請求項3の何れか一項に記載された耐熱部材の使用温度推定方法であって、

前記炭化物画像作成工程にて得られた前記炭化物画像を二値化処理して炭化物二値化画像を作成する画像調整工程を有し、

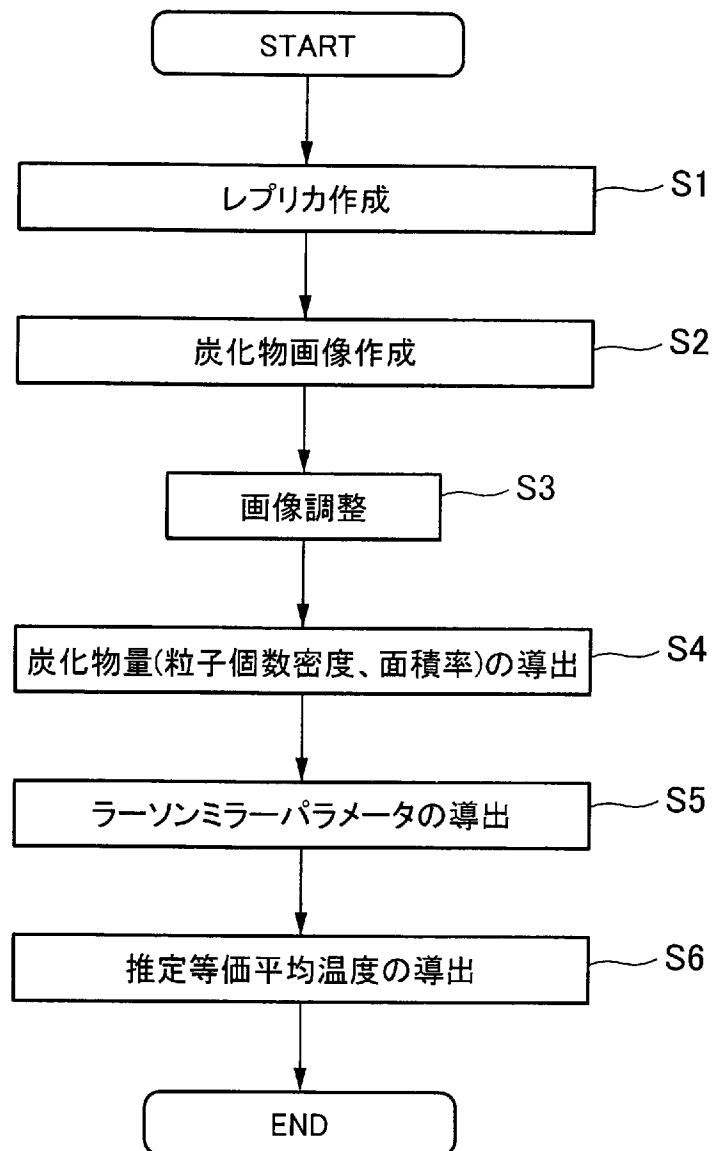
前記炭化物量導出工程は、前記炭化物画像の代わりに、前記画像調整工程にて得られた前記炭化物二値化画像に基づき炭化物量を導出する

ことを特徴とする耐熱部材の使用温度推定方法。

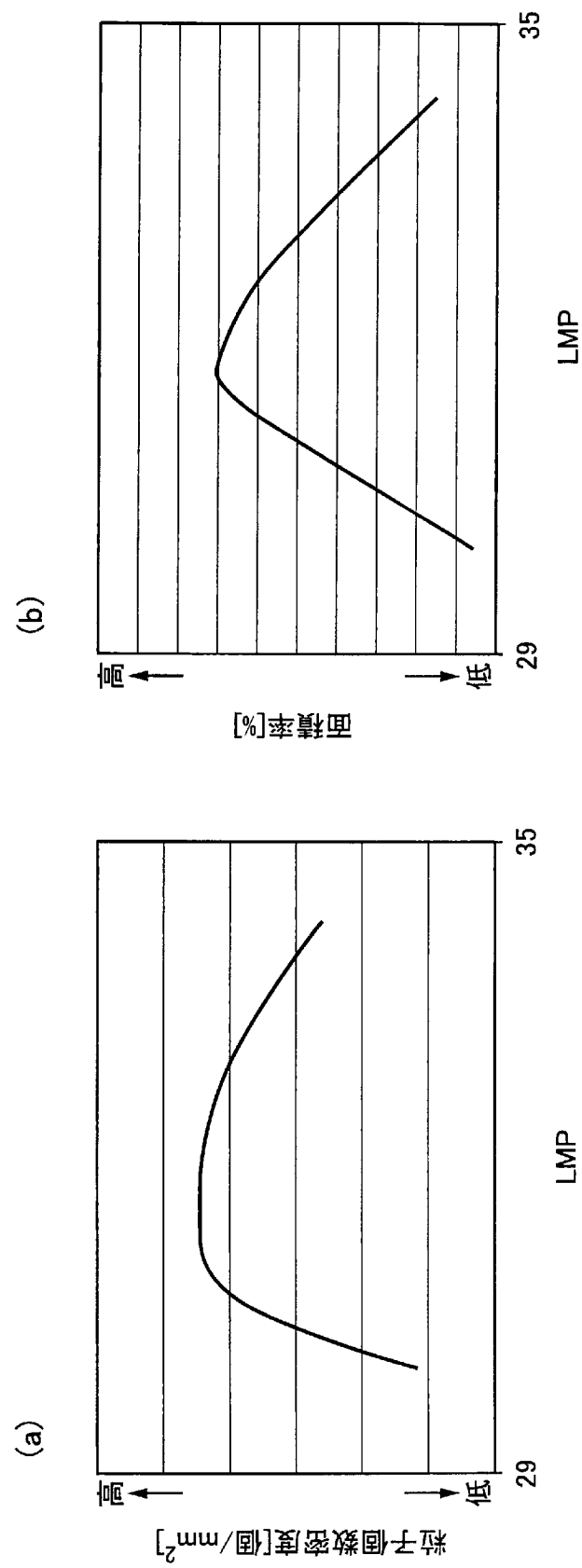
[請求項5] 請求項1から請求項4の何れか一項に記載された耐熱部材の使用温度推定方法であって、

前記耐熱部材は、天然ガスの改質に用いられる触媒管であることを特徴とする耐熱部材の使用温度推定方法。

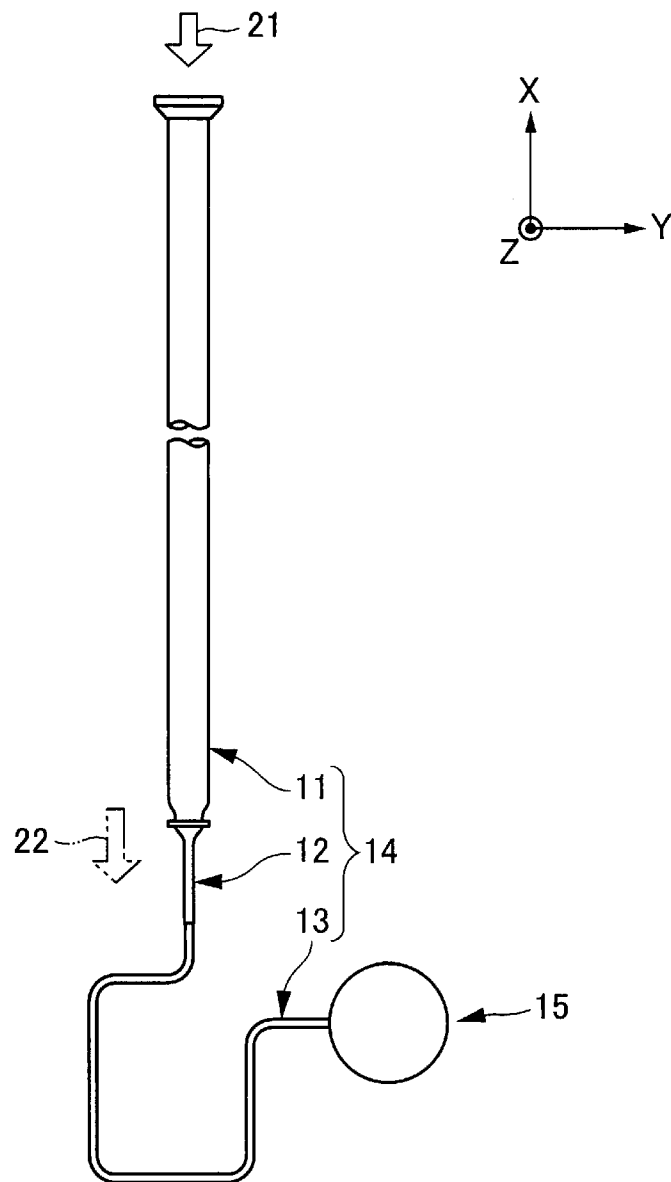
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01K11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01K11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-197515 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 July 1998 (31.07.1998), claims; paragraphs [0001], [0009] to [0016]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-5
Y	JP 62-144069 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 27 June 1987 (27.06.1987), page 1, lower right column, line 17 to page 4, lower left column, line 9; fig. 1 to 3, 7 (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 February 2016 (16.02.16)

Date of mailing of the international search report
23 February 2016 (23.02.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084235

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-109650 A (Toshiba Corp.), 22 April 1994 (22.04.1994), paragraphs [0014] to [0016] (Family: none)	1-5
Y	JP 2013-120183 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 17 June 2013 (17.06.2013), paragraphs [0016] to [0030]; fig. 1 to 6 & WO 2013/084611 A1 & RU 2014122978 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01K11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01K11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 10-197515 A（三菱重工業株式会社）1998.07.31, 特許請求の範囲、段落【0001】、【0009】－【0016】、 第1－6図（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 62-144069 A（バブコック日立株式会社）1987.06.27, 第1頁右下欄第17行－第4頁左下欄第9行、 第1－3, 7図（ファミリーなし）	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.02.2016

国際調査報告の発送日

23.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

藤田 憲二

2 F

3488

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 06-109650 A (株式会社東芝) 1994. 04. 22, 段落【0014】－【0016】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2013-120183 A (三菱重工業株式会社) 2013. 06. 17, 段落【0016】－【0030】、第1－6図 & WO 2013/084611 A1 & RU 2014122978 A	1-5