

(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
2018年2月1日(01.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/021028 A1

(51) 国際特許分類:
C22C 5/04 (2006.01) H01T 13/39 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025398

(22) 国際出願日: 2017年7月12日(12.07.2017)

(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 2016-145168 2016年7月25日(25.07.2016) JP

(71) 出願人: 田中貴金属工業株式会社
(TANAKA KIKINZOKU KOGYO K.K.) [JP/JP];
〒1006422 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 眞野 晋典(MANO Shinsuke); 〒2591146
神奈川県伊勢原市鈴川26番地 田中貴金属
工業株式会社 伊勢原工場内 Kanagawa (JP).
小幡 智和(OBATA Tomokazu); 〒2591146 神奈
川県伊勢原市鈴川26番地 田中貴金属工

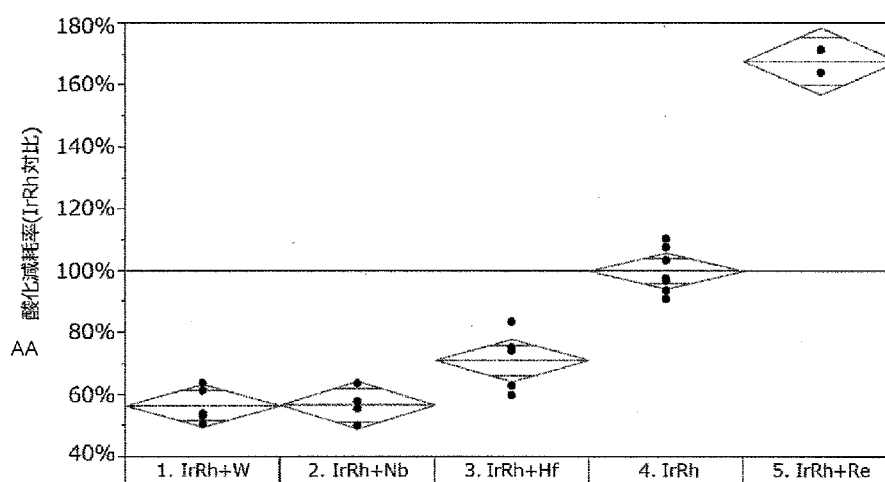
業株式会社 伊勢原工場内 Kanagawa (JP). 嶋
邦弘(SHIMA Kunihiro); 〒2591146 神奈川県伊
勢原市鈴川26番地 田中貴金属工業株式
会社 伊勢原工場内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人田中・岡崎アンドアソシ
エイツ(TANAKA AND OKAZAKI); 〒1130033
東京都文京区本郷3丁目30番10号
本郷K&Kビル 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: SPARK PLUG ELECTRODE MATERIAL

(54) 発明の名称: スパークプラグ電極用の材料



AA Oxidative depletion (compared to IrRh)

(57) **Abstract:** The present invention is a spark plug electrode material made of an Ir-Rh-M alloy in which Rh, which is an essential added element, and a metal M are added to Ir, wherein the plug electrode material comprises 5.5 at% to 45.0 at% of Rh and comprises, as metal M, at least one kind of metal among 0.1 at% to 19.0 at% W, 0.1 at% to 16.0 at% Nb, 0.1 at% to 8.0 at% Hf, 0.1 at% to 8.0 at% Mo, and 0.1 at% to 8.0 at% V, the balance being Ir. Said Ir-Rh-M alloy is a spark plug electrode material capable of exhibiting better high temperature oxidation resistance than prior Ir-Rh alloys.

[続葉有]



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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明は、Irに必須の添加元素であるRhと金属Mを添加したIr-Rh-M合金からなるスパークプラグ電極用材料であって、5.5原子%以上45.0原子%以下のRhを含み、金属Mとして、0.1原子%以上19.0原子%以下のW、0.1原子%以上16.0原子%以下のNb、0.1原子%以上8.0原子%以下のHf、0.1原子%以上8.0原子%以下のMo、0.1原子%以上8.0原子%以下のVのいずれかの金属を少なくとも1種含み、残部Irであるプラグ電極用材料である。このIr-Rh-M合金は、従来のIr-Rh合金に対して優れた高温酸化耐性を発揮できるスパークプラグ電極用の材料となる。

明 細 書

発明の名称：スパークプラグ電極用の材料

技術分野

[0001] 本発明は、スパークプラグの電極を構成する材料に関し、高温特性、耐消耗性、特に、高温酸化耐性に優れるイリジウム合金からなる材料に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関用のスパークプラグは、燃焼室内における過酷な環境においても長期間使用できるよう、耐消耗性に優れることが求められる。そのため、スパークプラグの主要部材である電極（中心電極及び接地電極）の構成材料として、従来から、Pt、Ir等の貴金属材料が用いられている。これらの貴金属材料は、プラグ電極の一部（貴金属チップ）又は全体を構成する材料として知られている。

[0003] ここで、スパークプラグの電極用材料の耐消耗性に関してより詳細に検討すると、高温酸化耐性と火花消耗耐性が重視される。即ち、高酸化雰囲気下でも酸化による消耗が少ない材料や、プラグ使用中に絶えず生じる火花による消耗（火花消耗）の少ない材料の開発が重視される。こうした観点から、スパークプラグ電極用の材料として、Ir（イリジウム）にRh（ロジウム）を添加したIr-Rh合金が好適な特性を有する材料として知られている（特許文献1）。

[0004] Irは、高融点（融点：2454℃）で硬度が高く、スパークプラグの電極用材料として好適な特性を有する。その一方で、揮発性を有する酸化物を生成し、高温酸化耐性においてやや劣る金属でもある。上記したIr-Rh合金からなるスパークプラグの電極用材料は、Irが有する高融点・高硬度というメリットを活かしつつ、酸化揮発の問題を解消するためにRhを合金化したものである。このIr-Rh合金からなるスパークプラグの電極用材料は、高温酸化耐性及び火花消耗耐性に優れており、実用化されてきた材料である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第2 8 7 7 0 3 5号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] I r - R h合金は、上記の通り、スパークプラグの電極用材料として好適な特性を有する。もっとも、この種の材料については、高温特性の更なる改善が絶えず要求されている。特に、近年の自動車用エンジンにおける、燃焼効率の向上や緻密な電子制御化等により、その内部雰囲気はより複雑・苛酷なものとなっている。こうした傾向に対応するため、スパークプラグ電極用材料にも、これまで以上の高温酸化耐性や火花消耗耐性の改善が期待されている。

[0007] そこで本発明は、スパークプラグ電極用の材料において、I r - R h合金を参照しつつ、この貴金属合金に対して高温特性に優れた材料、特に、高温酸化耐性に優れた材料を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本願発明者等は、I r - R h合金からなるスパークプラグ電極用の材料の高温特性の改善の方向性として、高温酸化耐性の向上に注力することとした。

[0009] 上記の通り、スパークプラグ電極用の材料の高温特性としては、高温酸化耐性だけではなく火花消耗耐性も改善項目として挙げられている。この点に関して、本発明者等によれば、火花消耗耐性の改善の指針としては、合金の融点を上昇させることが有用であることが知られている。合金の高融点化の手法として、I r、R hの少なくともいずれかよりも、融点が高い第3の元素を添加・合金化すれば良いので、火花消耗耐性の方が高温酸化耐性よりも容易に改善できる特性と思われる。

[0010] しかしながら、I rも本来は高融点の金属とされているので、第3元素の

添加によってその合金の高融点化を図るとなると、その添加量は相当な量とせざるを得ない。そうすると、火花消耗耐性以外の、 $I-r-R-h$ 合金が本来有するメリットが失われる可能性がある。また、過剰の第3元素の添加は、金属間化合物の形成等の問題をも生じさせる。よって、第3の元素を添加するとしても、その添加量には限界があるので、合金の融点をさほど変化させることはできない。つまり、 $I-r-R-h$ 合金に関しては、融点上昇による火花消耗耐性の大きな改善は望めないと考えられる。

[0011] そこで、本発明者等は、 $I-r-R-h$ 合金の高温特性の改善の方向性として、高温酸化耐性の向上を図ることとした。もっとも、この開発の意図には、火花消耗耐性を軽視することは含まれていない。もともと火花消耗耐性に優れ、その大幅な改善が難しい $I-r-R-h$ 合金に対しては、火花消耗耐性を維持しつつ、高温酸化耐性の改善を図った方が好適な材料を得ることができると考えである。

[0012] また、高温酸化耐性の改善とは、高温酸化雰囲気中で $I-r-R-h$ 合金が酸化しないようにすることを目指すことではない。如何に耐酸化性の高い合金であっても、酸化という化学反応を完全に回避することは不可能だからである。スパークプラグ電極のような高温酸化雰囲気に曝される材料にとって、酸化の完全な抑制はとりわけ不可能なことである。

[0013] ここで、スパークプラグ電極用の材料における高温酸化耐性とは、酸化物を形成しつつも、その酸化物の安定性の高さに関連するといえる。安定性の高い酸化物が形成され合金表面に残存すれば、新たな酸化反応は抑制され、材料消耗はストップするからである。この考察に基づき、本発明者等は、 $I-r-R-h$ 合金の高温酸化耐性改善のため、生成する酸化物の安定性を向上させることのできる添加元素の合金化を検討することとした。

[0014] そして、この検討において、本発明者等は、合金の主成分である $I-r$ の酸化物($I-rO_2$ 、 $I-rO_3$)を基準としつつ、各種金属(M)の酸化物(M_aO_b (a 、 b は任意の整数))について、融点、蒸気圧、生成自由エネルギー等の物性を対比・検討し、高温酸化耐性の向上に寄与できる添加金属(M)と

して、W（タングステン）、Nb（ニオブ）、Hf（ハフニウム）、Mo（モリブデン）、V（バナジウム）を見出し本発明に想到した。

[0015] 即ち、本願発明は、Irに必須の添加元素であるRhと金属Mを添加したIr-Rh-M合金からなるスパークプラグ電極用材料であって、5.5原子%以上45原子%以下のRhを含み、金属Mとして以下のいずれかの金属を少なくとも1種含み、残部Irであるプラグ電極用材料である。

- ・ 0.1原子%以上19.0原子%以下のW
- ・ 0.1原子%以上16.0原子%以下のNb
- ・ 0.1原子%以上8.0原子%以下のHf
- ・ 0.1原子%以上8.0原子%以下のMo
- ・ 0.1原子%以上8.0原子%以下のV

[0016] 上記の通り、本発明に係るスパークプラグ電極用材料は、Irに対する必須の添加元素として、Rhに加えて、W（タングステン）、Nb（ニオブ）、Hf（ハフニウム）、Mo（モリブデン）、V（バナジウム）の少なくともいずれかの金属（M）を添加したIr合金からなるものである。以下、本発明に係るスパークプラグ電極用材料を構成するIr-Rh-M合金について、その成分組成について説明する。

[0017] 本願発明で、Ir-Rh合金をベースとしたのは、上記の通り、Ir-Rh合金は、高温酸化耐性及び火花消耗耐性に優れた材料として、現在においても有用だからである。Irは高融点金属であり、基本的に火花消耗耐性に優れる金属であることから合金の主成分となる。そして、Rhは、Irの弱点であった高温酸化耐性、酸化揮発の問題に対処するために添加される必須の添加元素である。Rhの含有量は、5.5原子%以上45原子%以下Rhとする。好ましくは、9原子%以上32原子%以下とする。

[0018] 本発明では、Rhに加えて必須の添加元素として金属Mを添加する。この金属Mは、W、Nb、Hf、Mo、Vの少なくともいずれかが選択される。これらの5種の金属元素が選択されるのは、Ir-Rh合金の酸化物の安定性を向上させて、高温酸化耐性を改善するためである。つまり、これら5種

の金属元素の酸化物 (WO_2 、 WO_3 、 NbO_2 、 Nb_2O_3 、 HfO_2 、 MoO_3 、 V_2O_5 等)は、Ir-Rh合金の主成分であるIrの酸化物 (IrO_2 、 IrO_3)に対して、高融点で低蒸気圧となる傾向がある。従って、高温環境下において、揮発性のあるIr酸化物よりも安定的に存在することができる。また、W、Nb、Hf、Mo、Vの酸化物は、Ir酸化物よりも標準生成自由エネルギーが低いことから、Ir酸化物に先んじて生成される。従って、Ir-Rh合金にW、Nb、Hf、Mo、Vの少なくともいずれかを添加することで、高温雰囲気における質量減の少ない高温酸化耐性に優れた材料を得ることができる。

[0019] ここで、金属Mの含有量は、添加元素によって多少相違する。添加量設定の指針としては、Ir及びRhに対する固溶限を超えない範囲とする。固溶限を超えた添加により、合金中に金属間化合物等の析出相や分離相が生じる可能性が生じ、それによって高温酸化耐性が却って悪化するおそれがあるからである。そして、W、Nb、Hf、Mo、Vの具体的な添加量は、Wは0.1原子%以上19.0原子%以下、Nbは0.1原子%以上16.0原子%以下、Hfは0.1原子%以上8.0原子%以下とする。

[0020] 金属Mの好ましい添加量は、Wは0.5原子%以上9.0原子%以下、Nbは0.5原子%以上8.0原子%以下、Hfは0.5原子%以上4.0原子%以下、Moは0.5原子%以上4.0原子%以下、Vは0.5原子%以上4.0原子%以下とする。更に好ましくは、W、Nb、Hf、Mo、Vのいずれの金属の添加量も0.5原子%以上5.0原子%以下とする。

[0021] W、Nb、Hf、Mo、Vの金属Mは、いずれか1種又は2種以上5種以下の金属を添加することができる。但し、2種以上の金属を添加する場合、その合計添加量は、1.0原子%以上10.0原子%以下とすることが好ましく、0.5原子%以上5.0原子%以下にするのがより好ましい。過剰添加により、合金の融点が大きく低下し、火花消耗耐性が悪化するおそれがあるからである。

[0022] また、本発明に係るIr-Rh-M合金からなるプラグ電極用材料は、金

属Mに加えて他の更なる添加元素を追加することもできる。この追加的・任意的な添加元素は、合金の加工性や加工組織の高温安定性を改善することを意図するものである。特に、加工性の改善は、インゴットから線材へ、線材からチップ状小片へ加工されるスパークプラグ電極用材料にとって特に重要である。

[0023] 加工性改善のための任意的添加元素は、B（ホウ素）又はC（炭素）のいずれかが適用される。これらは、少なくともいずれかを0.005～0.1原子%添加するのが好ましい。0.005原子%未満では、効果がなく、また、0.1原子%を超えるとホウ化物、炭化物を形成し、加工性を悪化させることとなる。B、C双方を添加する場合、それぞれ0.1原子%以下添加することが好ましい。

[0024] また、加工組織の高温安定性改善のための任意的添加元素として、Zr（ジルコニウム）、Ce（セリウム）を添加しても良い。Zr（ジルコニウム）、Ce（セリウム）は、0.005～0.05原子%添加するのが好ましい。Zr、Ce双方を添加する場合、それぞれ0.05原子%以下添加することが好ましい。

[0025] 以上説明した本発明に係るIr-Rh-M合金からなるスパークプラグ電極用材料は、各構成金属を混合し、溶解・鋳造を行うことで製造することができる。そして、製造された合金インゴットを板材や線材に加工した後、所望の長さに切断すること貴金属チップに加工し、スパークプラグの電極部分に接合して使用される。

発明の効果

[0026] 以上説明した本発明に係るスパークプラグ電極用材料は、Ir-Rh合金をベースとしつつ、金属MとしてW、Nb、Hfの少なくともいずれかを添加したIr合金からなる。本発明は、高温酸化耐性及び火花消耗耐性に優れたIr-Rh合金について、高温酸化耐性の更なる改善を図っている。本発明によれば、従来のIr-Rh合金よりも高温特性に優れたスパークプラグ電極用材料を得ることができ、スパークプラグの高性能化、耐消耗性の向上

を図ることができる。

[0027] 本発明は、I r - R h合金の高温酸化耐性の向上により高温特性の改善を図ったが、本発明に係る合金は、火花消耗耐性について特段劣ることはない。WはI rよりも融点が高く、N bの融点はI rとほぼ同等である。また、H fはI rより低融点ではあるR hよりも高融点である。そして、それらの添加量を考慮すれば、本発明に係る合金は、ベースになるI r - R h合金の融点より低くなることないと考えられる。従って、火花消耗耐性についても差は生じないといえる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]第1実施形態で製造したI r - 14.78原子%R h - 3.0原子%(W、N b、H f、R e)合金の高温酸化試験の結果を示す図。

[図2]第2実施形態で製造したI r - 14.78原子%R h - M (M=W、N b、M o、V)合金の高温酸化試験の結果を示す図。

発明を実施するための形態

[0029] 第1実施形態： 以下、本発明の好適な実施例を説明する。本実施形態では、金属MとなるW、N b、H f、M o、Vの中からW、N b、H fを選択した。そして、I r - 14.78原子%R h合金に、W、N b、H fを3.0原子%それぞれ添加した3元系合金を製造し、その高温酸化耐性を評価した。また、比較のため、I r - 14.78原子%R h合金に、I rより融点の高い金属であるR e（レニウム：融点3182℃）を3.0原子%添加した合金を製造して評価した。

[0030] I r - R h - M合金の製造は、アーク溶解炉により所定の合金組成となるよう調整した合金インゴットを製造した（寸法15mm幅×50mm長さ×10mm高さの棒状、重量100.0g）。本実施形態では、R hが14.78原子%で金属Mが3原子%（残部I r）の合金を製造した。また、本実施形態では、従来例であるI r R h合金（I r - 14.78原子%R h）も製造した。

[0031] そして、製造した合金インゴットから1辺0.8mmのcube状の試料

を切り出して高温酸化耐性を評価した。高温酸化耐性の評価方法は、大気中 1200℃で20時間加熱し、試験前後の重量測定により酸化減耗率を算出した。そして、従来例である Ir-Rh 合金の酸化減耗率に対する各合金の酸化減耗率（Ir-Rh 合金の酸化減耗率を100%としたときの各合金の酸化減耗率）を算出した。

[0032] 図1は、Ir-Rh合金に、3.0原子%のW、Nb、Hf、Reを添加した合金（Ir-14.78原子%Rh-3.0原子%（W、Nb、Hf、Re）合金）の高温酸化試験による酸化減耗率を示す図である。図1から、Ir-Rh合金にW、Nb、Hfを添加した合金の酸化減耗率は約58～70%となっており、従来例であるIr-Rh合金に対して酸化減耗率が大きく低減することが確認された。この高温酸化耐性の改善は、スパークプラグの耐久時間を大きく向上させることができる効果を有する。

[0033] 一方、Ir-Rh合金に、高融点金属であるReを添加した合金（Ir-14.78原子%Rh-3.0原子%Re合金）の酸化減耗率は、約170%であった。この結果から、Reの添加はベースとなるIr-Rh合金の高温酸化耐性を改善することなく、逆に悪化させる傾向があることが分かった。本実施形態でReを選択したのは、その高い融点に着目したからであるが、この試験結果から、単純に融点が高い金属をIr-Rh合金に添加しても、高温酸化耐性の向上には繋がらないことが確認された。

[0034] 第2実施形態：本実施形態では、添加金属Mの添加量を変更してIr-Rh-M合金を製造し、高温酸化耐性を評価した。ここでは、Ir-Rh合金に、1.0原子%のW、Nb、Mo、Vを添加したIr-14.78原子%Rh-1.0原子%M合金と、0.5原子%のW、Nbを添加したIr-14.78原子%Rh-0.5原子%M合金を製造した。

[0035] 第1実施形態と同様に、アーク溶解炉で合金組成を調整しつつ合金インゴットを製造し、cube状の試料を切り出して高温酸化耐性を評価した。高温酸化耐性の評価方法は、第1実施形態と同じく、大気中1200℃で20時間加熱し、試験前後の重量測定により酸化減耗率を算出した。そして、従

来例であるIr-Rh合金（Ir-14.78原子%Rh）の酸化減耗率に対する各合金の酸化減耗率を算出した。

[0036] この試験結果を図2に示す。本実施形態では、Ir-Rh合金への金属Mの添加量について、第1実施形態の添加量（3.0原子%）よりも低減した。この態様においても、Ir-Rh-M合金（M=W、Nb、Mo、V）は、従来技術（Ir-Rh合金）よりも酸化減耗率を大きく低減できることが確認された。そして、Nb、Wに関しては、添加量を0.5原子%と更に低減させても有効であることが確認できた。第1実施形態の結果と併せてみると、Wは特に有効な添加元素であり、いずれの添加量においても高温酸化耐性の改善を図ることができることが確認された。

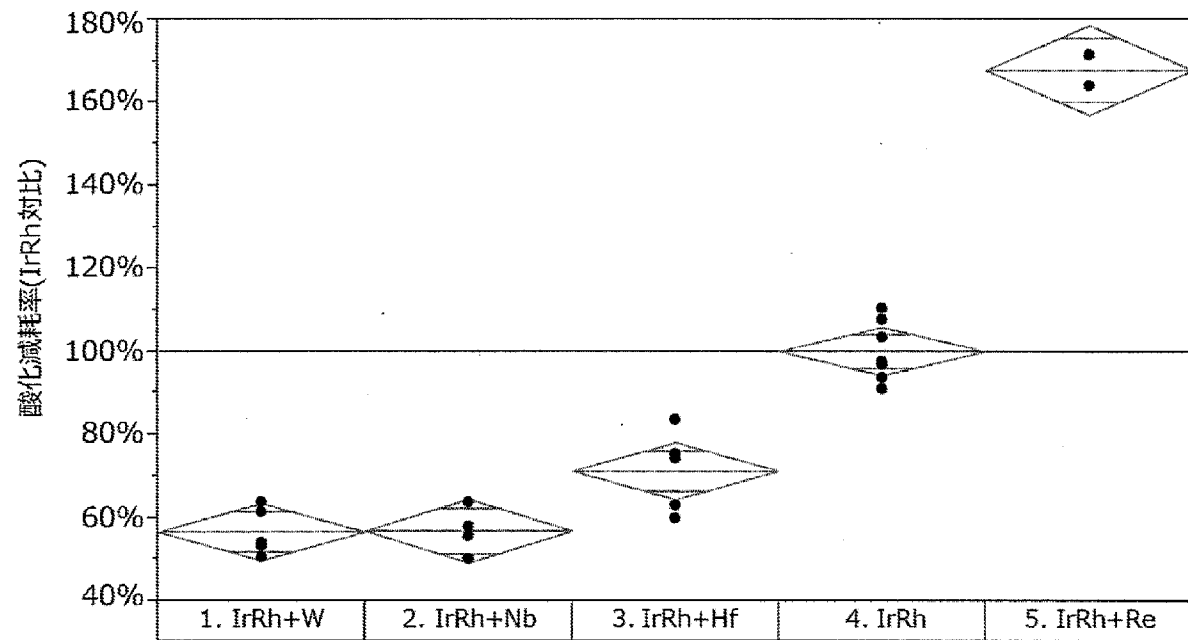
産業上の利用可能性

[0037] 本発明は、高温酸化耐性が高く耐消耗性に優れたスパークプラグ電極用材料である。本発明は、燃費向上等のため過酷な環境となる自動車用エンジンに適用されるスパークプラグへの適用が期待できる。

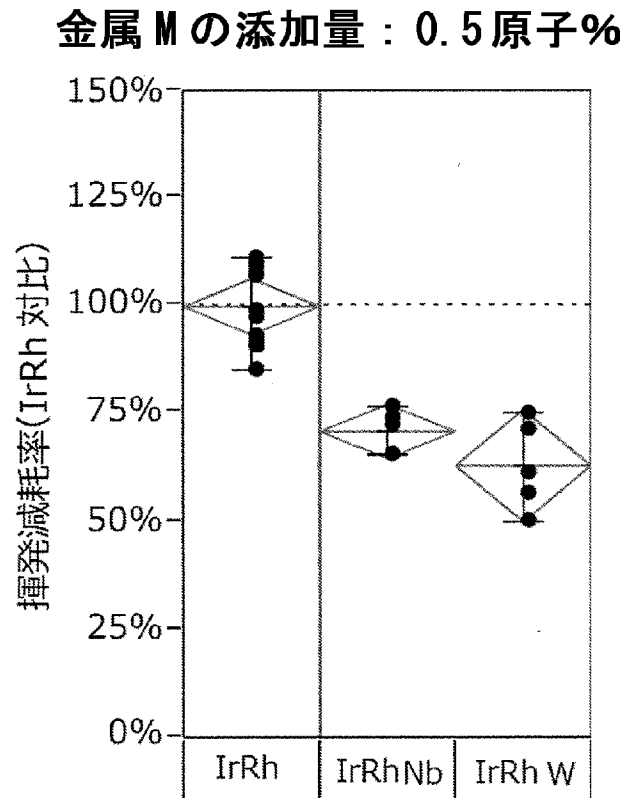
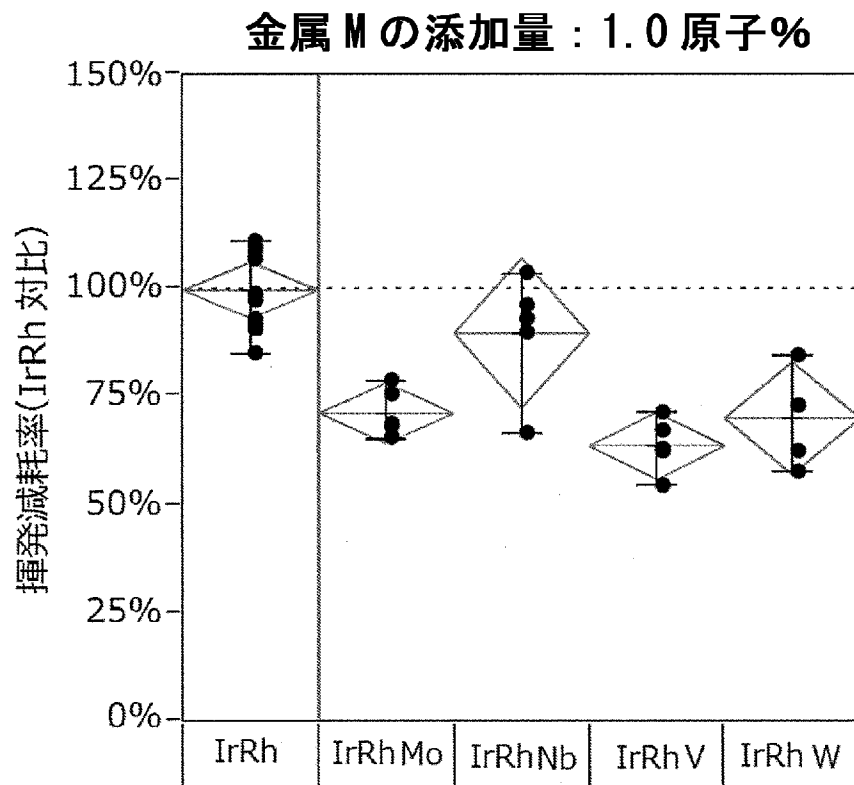
請求の範囲

- [請求項1] I r に必須の添加元素である R h と金属 M を添加した I r - R h - M 合金からなるスパークプラグ電極用材料であって、
5. 5 原子%以上 4 5 原子%以下の R h を含み、
- 金属 M として以下のいずれかの金属を少なくとも 1 種含み、残部 I r であるプラグ電極用材料。
- ・ 0. 1 原子%以上 1 9. 0 原子%以下の W
 - ・ 0. 1 原子%以上 1 6. 0 原子%以下の N b
 - ・ 0. 1 原子%以上 8. 0 原子%以下の H f
 - ・ 0. 1 原子%以上 8. 0 原子%以下の M o
 - ・ 0. 1 原子%以上 8. 0 原子%以下の V
- [請求項2] 9 原子%以上 3 2 原子%以下の R h を含み、金属 M として以下のいずれかの金属を少なくとも 1 種含む請求項 1 記載のスパークプラグ電極用材料。
- ・ 0. 5 原子%以上 9. 0 原子%以下の W
 - ・ 0. 5 原子%以上 8. 0 原子%以下の N b
 - ・ 0. 5 原子%以上 4. 0 原子%以下の H f
 - ・ 0. 5 原子%以上 4. 0 原子%以下の M o
 - ・ 0. 5 原子%以上 4. 0 原子%以下の V
- [請求項3] 添加元素として、B、C の少なくともいずれかを 0. 0 0 5 原子%以上 0. 1 原子%以下含む請求項 1 又は請求項 2 記載のスパークプラグ電極用材料。
- [請求項4] 添加元素として、更に、Z r、C e の少なくともいずれかを 0. 0 0 5 原子%以上 0. 0 5 原子%以下含む請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載のスパークプラグ電極用材料。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C5/04(2006.01)i, H01T13/39(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)

C22C5/04, H01T13/39

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2008-509531 A (Federal-Mogul Corp.), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraphs [0036] to [0059] & WO 2006/017687 A2 & US 2006/0028106 A1 paragraphs [0079] to [0107] & EP 1787367 A2 & CA 2575752 A1 & KR 10-2007-0053725 A & CN 101218721 A & MX 2007001454 A	1-2 3-4
X Y	JP 10-259435 A (Furuya Metal Co., Ltd.), 29 September 1998 (29.09.1998), claims 3 to 4; paragraphs [0019] to [0025]; fig. 4 (Family: none)	1-2 3-4

☒ 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
27 September 2017 (27.09.17)

Date of mailing of the international search report
10 October 2017 (10.10.17)

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/JP2017/025398

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-517248 A (Yura Tech Co., Ltd.), 20 May 2010 (20.05.2010), paragraphs [0001], [0006]; table 2 & US 2010/0026159 A1 paragraphs [0001], [0006]; table 2 & WO 2008/093922 A1 & EP 2122156 A1 & KR 10-2009-0029225 A & CN 101622443 A	1 3-4 2
Y A	JP 2001-203060 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 27 July 2001 (27.07.2001), paragraphs [0009] to [0012], [0019] to [0020], [0073] (Family: none)	3 1-2, 4
Y A	JP 2011-505652 A (Honeywell International Inc.), 24 February 2011 (24.02.2011), paragraphs [0025] to [0026] & US 2009/0127996 A1 paragraphs [0032] to [0033] & WO 2009/065117 A2 & EP 2210320 A2	4 1-3
A	JP 2005-533924 A (Johnson Matthey PLC), 10 November 2005 (10.11.2005), & US 2004/0183418 A1 & WO 2004/007782 A1 & EP 1521857 A1 & CN 1820398 A & KR 10-2005-0019866 A & AT 469451 T & AU 2003256502 A & CA 2574761 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C22C5/04(2006.01)i, H01T13/39(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. C22C5/04, H01T13/39

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y	JP 2008-509531 A（フェデラルーモーグル コーポレイション） 2008.03.27, 段落 0036-0059 & WO 2006/017687 A2 & US 2006/0028106 A1, 段落 0079-0107 & EP 1787367 A2 & CA 2575752 A1 & KR 10-2007-0053725 A & CN 101218721 A & MX 2007001454 A	1-2 3-4
X Y	JP 10-259435 A（株式会社フルヤ金属）1998.09.29, 請求項 3-4, 段 落 0019-0025, 図 4（ファミリーなし）	1-2 3-4

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

27.09.2017

国際調査報告の発送日

10.10.2017

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）

川口 由紀子

4 K

5798

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

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
X Y A	JP 2010-517248 A (ユラ・テック・カンパニー・リミテッド) 2010.05.20, 段落0001, 0006, 表2 & US 2010/0026159 A1, 段落0001, 0006, TABLE 2 & WO 2008/093922 A1 & EP 2122156 A1 & KR 10-2009-0029225 A & CN 101622443 A	1 3-4 2
Y A	JP 2001-203060 A (日本特殊陶業株式会社) 2001.07.27, 段落 0009-0012, 0019-0020, 0073 (ファミリーなし)	3 1-2, 4
Y A	JP 2011-505652 A (ハネウエル・インターナショナル・インコーポ レーテッド) 2011.02.24, 段落 0025-0026 & US 2009/0127996 A1, 段 落 0032-0033 & WO 2009/065117 A2 & EP 2210320 A2	4 1-3
A	JP 2005-533924 A (ジョンソン、マッセイ、パブリック、リミテッ ド、カンパニー) 2005.11.10 & US 2004/0183418 A1 & WO 2004/007782 A1 & EP 1521857 A1 & CN 1820398 A & KR 10-2005-0019866 A & AT 469451 T & AU 2003256502 A & CA 2574761 A1	1-4