



(10) **DE 11 2023 002 571 T5** 2025.03.20

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/238699**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 002 571.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/019619**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.05.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.12.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.03.2025**

(51) Int Cl.: **C22C 27/04 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2022-091886 06.06.2022 JP
(71) Anmelder:
**Panasonic Intellectual Property Management Co.,
Ltd., Kadoma-shi, Osaka, JP**
(74) Vertreter:
**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,
80639 München, DE**

(72) Erfinder:
**Takeda, Kenshiro, Takatsuki-shi, Osaka, JP;
Maekawa, Katsuhiko, Takatsuki-shi, Osaka, JP;
Kasahara, Akitoshi, Takatsuki-shi, Osaka, JP;
Taniwaki, Tatsuya, Takatsuki-shi, Osaka, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **WOLFRAMLEGIERUNGSDRAHT UND METALLPRODUKTE**

(57) Zusammenfassung: Ein Wolframlegierungsdraht (1) soll in einer Umgebung verwendet werden, in welcher der Wolframlegierungsdraht mindestens einmal einem thermischen Effekt bei einer Temperatur von mindestens 1100 Grad Celsius unterliegt. Der Wolframlegierungsdraht (1) umfasst Rhenium mit einem Gehalt von mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-%.

	Durchmesser [mm]	Zusammensetzung	1100 °C	1300 °C	1500 °C	1700 °C	2000 °C
Arbeitsbeispiel 1	1.00	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 2	0.50	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 3	0.10	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 4	0.04	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 5	0.02	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 6	0.50	W: 91 Gew.-% + Re: 9 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 7	0.04	W: 91 Gew.-% + Re: 9 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 8	0.50	W: 91 Gew.-% + Re: 9 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	OK	OK	OK
Vergleichsbeispiel 1	0.50	W: 99 Gew.-% + Re: 1 Gew.-% + Verunreinigungen	NG	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 2	0.50	W: 97 Gew.-% + Re: 3 Gew.-% + Verunreinigungen	NG	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 3	0.10	W: 97 Gew.-% + Re: 3 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 4	0.50	W: 99.98 Gew.-% + K: 0.007 Gew.-% + Verunreinigungen	NG	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 5	0.10	W: 99.98 Gew.-% + K: 0.007 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 6	0.04	W: 99.98 Gew.-% + K: 0.007 Gew.-% + Verunreinigungen	OK	OK	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 7	0.10	W: 99.99 Gew.-% + Verunreinigungen	NG	NG	NG	NG	NG

Beschreibung

[Technisches Gebiet]

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wolframlegierungsdraht und Metallprodukte.

[Stand der Technik]

[0002] Das Patentdokument (PTL) 1 offenbart einen Wolframdraht mit einer Zugfestigkeit von mindestens 3900 MPa.

[Dokumentenliste]

[Patentdokumente]

[0003] [PTL 1] Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2022-001660

[Zusammenfassung der Erfindung]

[Technisches Problem]

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Wolframlegierungsdrahts, der eine hervorragende Biegebeständigkeit aufweist, und von Metallprodukten, die den Wolframlegierungsdraht umfassen.

[Lösung des Problems]

[0005] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung soll ein Wolframlegierungsdraht in einer Umgebung verwendet werden, in welcher der Wolframlegierungsdraht mindestens einmal einem thermischen Effekt bei einer Temperatur von mindestens 1100 Grad Celsius unterliegt, und der Wolframlegierungsdraht umfasst Rhenium mit einem Gehalt von mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-%.

[0006] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Metallprodukt den vorstehend beschriebenen Wolframlegierungsdraht.

[Vorteilhafte Effekte der Erfindung]

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung können ein Wolframlegierungsdraht mit hervorragender Biegebeständigkeit und Metallprodukte, die den Wolframlegierungsdraht umfassen, bereitgestellt werden.

[Kurze Beschreibung der Zeichnungen]

[Fig. 1] Fig. 1 ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Wolframlegierungsdrahts gemäß einer Ausführungsform.

[Fig. 2A] Fig. 2A ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Stabs, der den Wolfram-

legierungsdraht gemäß der Ausführungsform umfasst.

[Fig. 2B] Fig. 2B ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Elektrode, die den Wolframlegierungsdraht gemäß der Ausführungsform umfasst.

[Fig. 2C] Fig. 2C ist eine schematische perspektivische Ansicht eines verdrehten Drahts, der den Wolframlegierungsdraht gemäß der Ausführungsform umfasst.

[Fig. 3] Fig. 3 ist eine Tabelle, welche die Biegebeständigkeiten von Wolframlegierungsdrähten gemäß der Ausführungsform zeigt, nachdem sie einem thermischen Effekt unterzogen worden sind.

[Fig. 4] Fig. 4 ist ein Diagramm, das einen Überblick über eine Aufwickelprüfung mit dem Wolframlegierungsdraht gemäß der Ausführungsform zeigt.

[Beschreibung von Ausführungsformen]

[0008] Nachstehend werden ein Wolframdraht und ein Metallnetz gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. Es sollte beachtet werden, dass jede der nachstehend beschriebenen Ausführungsformen ein spezifisches Beispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Daher sind die Zahlenwerte, Formen, Materialien, Strukturkomponenten, die Anordnung und Verbindung der Strukturkomponenten, Schritte, die Verarbeitungsreihenfolge der Schritte, usw., die in den nachstehenden Ausführungsformen angegeben sind, lediglich Beispiele und beschränken daher die vorliegende Erfindung nicht. Von den Strukturkomponenten in den nachstehend beschriebenen Ausführungsformen werden diejenigen, die nicht in den unabhängigen Ansprüchen genannt sind, als optionale Strukturkomponenten beschrieben.

[0009] Darüber hinaus ist jedes Diagramm ein schematisches Diagramm und nicht notwendigerweise genau dargestellt. Demgemäß sind beispielsweise Maßstabsgrößen, usw., nicht notwendigerweise genau dargestellt. In jedem der Diagramme sind im Wesentlichen den gleichen Strukturkomponenten die gleichen Bezugszeichen zugeordnet und überflüssige Beschreibungen sind weggelassen oder vereinfacht.

[0010] Darüber hinaus werden ein Begriff, der eine Form einer Komponente darstellt, wie z.B. „zylindrisch“ oder „kreisförmig“, und ein Zahlenbereich in der vorliegenden Beschreibung verwendet. Solche Begriffe und ein solcher Bereich stellen jeweils nicht nur die strenge Bedeutung des Begriffs oder Bereichs dar, sondern implizieren, dass im Wesent-

lichen der gleiche Bereich, z.B. selbst ein Bereich, der eine geringe Differenz von wenigen Prozent umfasst, von dem Begriff oder Bereich umfasst ist.

(Ausführungsform)

[Aufbau]

[0011] Zuerst wird ein Wolframlegierungsdraht gemäß der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** beschrieben. Die **Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Ansicht des Wolframlegierungsdrahts 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform.

[0012] Wie es in der **Fig. 1** gezeigt ist, ist der Wolframlegierungsdraht 1 um einen Wickelrahmen 2 gewickelt und gelagert. Der Wickelrahmen 2 kann in manchen Fällen als Spulenkörper, Rolle, Spule, Trommel oder dergleichen bezeichnet werden. Der Wolframlegierungsdraht 1 weist beispielsweise, ist jedoch nicht speziell beschränkt auf, eine Gesamtlänge im Bereich einer Größenordnung von Metern (m), wie z.B. etwa 100 m, bis zur Größenordnung von Kilometern (km) auf.

[0013] Der Wolframlegierungsdraht 1, der in der **Fig. 1** gezeigt ist, wird bei der Herstellung von Metallprodukten verwendet. **Fig. 2A** bis **Fig. 2C** sind jeweils eine schematische perspektivische Ansicht, die ein Beispiel eines Metallprodukts zeigt, das einen Wolframlegierungsdraht 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst.

[0014] Der Stab 11, der in der **Fig. 2A** gezeigt ist, ist ein Beispiel für das Metallprodukt und umfasst den Wolframlegierungsdraht 1. Insbesondere ist der Stab 11 ein Wolframlegierungsdraht 1 mit einer vorgegebenen Länge. Die Länge des Stabs 11 ist nicht auf eine bestimmte Länge beschränkt und kann so hergestellt werden, dass er eine Länge aufweist, die für die Anwendung des Stabs 11 geeignet ist. Der Stab 11 wird als Abschnitte verschiedener Metallprodukte, die den Wolframlegierungsdraht 1 umfassen, oder Zwischenwerkstücke der Metallprodukte verwendet. Die Anwendung des Stabs 11 ist jedoch nicht auf eine bestimmte Anwendung beschränkt. Es sollte beachtet werden, dass der Stab als Stift bezeichnet werden kann.

[0015] Die Elektrode 12, die in der **Fig. 2B** gezeigt ist, ist ein Beispiel für das Metallprodukt und umfasst den Wolframlegierungsdraht 1. Insbesondere ist die Elektrode 12 ein Wolframlegierungsdraht 1 mit einer vorgegebenen Länge, und der Spitzenabschnitt des Wolframlegierungsdrahts 1 wird so verarbeitet, dass er dünn ist. Die Form der Spitze der Elektrode 12 ist beispielsweise, jedoch nicht speziell beschränkt auf, eine Kegelform. Die Form der Spitze der Elektrode 12 kann eine Kegelform mit einer runden Spitze oder

eine Kegelstumpfform, eine Pyramiden- oder Pyramidenstumpfform oder dergleichen sein. Die Elektrode 12 wird beispielsweise in einer elektrischen Entladungsbearbeitung verwendet. Die Anwendung der Elektrode 12 ist jedoch nicht auf eine bestimmte Anwendung beschränkt.

[0016] Der verdrehte Draht 13, der in der **Fig. 2C** gezeigt ist, ist ein Beispiel für das Metallprodukt und umfasst eine Mehrzahl von Wolframlegierungsdrähten 1. Insbesondere ist der verdrehte Draht 13 ein Zwirn, der durch eine Zwirn- und Verdrehverarbeitung der Mehrzahl von Wolframlegierungsdrähten 1 mit einer vorgegebenen Länge hergestellt wird. Es sollte beachtet werden, dass der verdrehte Draht 13 ein bedeckter Faden sein kann, der den Wolframlegierungsdraht 1 als Kernfaden oder Hüllfaden umfasst. Einer des Kernfadens und des Hüllfadens kann ein Metalldraht, der von dem Wolframlegierungsdraht 1 verschieden ist, sein oder kann eine chemische Faser, eine Naturfaser, eine recycelte Faser oder dergleichen sein. Ferner können die verdrehten Drähte 13 zur Verwendung als Seil, Schnur oder dergleichen gebündelt werden. Die Anwendung des verdrehten Drahts 13 ist nicht auf eine spezielle Anwendung beschränkt.

[0017] Es sollte beachtet werden, dass die Beispiele der Metallprodukte, die den Wolframlegierungsdraht 1 umfassen, nicht auf diejenigen beschränkt sind, die in **Fig. 2A** bis **Fig. 2C** gezeigt sind. Beispielsweise kann es sich bei den Metallprodukten um einen Sägedraht, ein Netz, einen Katheter, ein Faserprodukt und dergleichen handeln. Die Metallprodukte können den Wolframlegierungsdraht 1 und ein Element umfassen, das aus einem Material ausgebildet ist, das von einem Metall verschieden ist (z.B. einem Harz).

[0018] Der Wolframlegierungsdraht 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird in einer Umgebung verwendet, in welcher der Wolframlegierungsdraht 1 mindestens einmal einem thermischen Effekt bei einer Temperatur von mindestens 1100 Grad Celsius unterliegt. Insbesondere unterliegt der Wolframlegierungsdraht 1 mindestens einmal dem thermischen Effekt während der Verarbeitung zur Herstellung des Metallprodukts oder wenn der Wolframlegierungsdraht 1 als das Metallprodukt verwendet wird. Ein spezifisches Beispiel des thermischen Effekts ist beispielsweise, jedoch nicht speziell beschränkt darauf, der Fall, bei dem der Wolframlegierungsdraht 1 an ein anderes Metallelement, wie z.B. eines aus Eisen, geschweißt wird, oder der Fall, bei dem der Wolframlegierungsdraht 1 als Entladungselektrode verwendet wird.

[0019] Selbst nachdem er dem thermischen Effekt bei einer Temperatur von mindestens 1100 Grad Celsius unterzogen worden ist, ist der Wolframlegie-

rungsdraht 1 biegebeständig. D.h., der Wolframlegierungsdraht 1 weist eine hervorragende Biegebeständigkeit auf. Selbst wenn der Wolframlegierungsdraht 1 mit einer vorgegebenen Krümmung gebogen wird, findet ein Bruch, eine Oberflächendelaminierung oder dergleichen in dem Wolframlegierungsdraht 1 nicht statt. Es sollte beachtet werden, dass 1100 Grad Celsius ein Beispiel für eine Temperatur ist, bei der Wolfram einer primären Rekristallisation unterliegt.

[0020] Im Allgemeinen weist Wolfram die Eigenschaft auf, dass es einer hohen Temperatur widersteht. Wolfram weist jedoch ein Problem dahingehend auf, dass dessen Korngrenzen brüchig sind, d.h., es ist wahrscheinlich, dass eine Rissbildung auftritt, die an dessen Korngrenze ihren Ursprung hat. Insbesondere wenn Wolfram einem thermischen Effekt in einem Ausmaß unterliegt, dass sich Größen von Körnern ändern (insbesondere mindestens bei einer Temperatur, bei der Wolfram einer primären Rekristallisation unterliegt (1100 Grad Celsius)), wachsen Körner aus Wolfram, so dass Korngrenzen vermindert werden, und zusätzlich dringt Sauerstoff in die Korngrenzen ein. Da die Korngrenzen vermindert werden, nimmt die Menge von Sauerstoff, die in die Korngrenzen eindringt, relativ zu, was die Festigkeit von Wolfram vermindert. Als Ergebnis ist es, wenn ein Falten, Biegen oder dergleichen eine Belastung in Wolfram nach dem thermischen Effekt aufbaut, wahrscheinlich, dass eine Rissbildung auftritt, die an dessen Korngrenze ihren Ursprung hat, was eine Verschlechterung der Biegebeständigkeit verursacht.

[0021] Im Gegensatz dazu enthält der Wolframlegierungsdraht 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform Wolfram und Rhenium (Re), und Wolfram und Rhenium sind legiert und bilden eine feste Lösung. Der Rhenium-Gehalt des Wolframlegierungsdrahts 1 beträgt beispielsweise mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-%. Alternativ kann der Rhenium-Gehalt des Wolframlegierungsdrahts 1 mindestens 6 Gew.-%, mindestens 7 Gew.-%, mindestens 8 Gew.-%, mindestens 9 Gew.-%, mindestens 10 Gew.-%, mindestens 12 Gew.-%, mindestens 15 Gew.-% oder mindestens 20 Gew.-% betragen. Darüber hinaus kann der Rhenium-Gehalt des Wolframlegierungsdrahts 1 höchstens 25 Gew.-%, höchstens 20 Gew.-%, höchstens 15 Gew.-%, höchstens 12 Gew.-%, höchstens 10 Gew.-%, höchstens 9 Gew.-%, höchstens 8 Gew.-%, höchstens 7 Gew.-% oder höchstens 6 Gew.-% betragen.

[0022] In dem Wolframlegierungsdraht 1 kann, wenn der Rhenium-Gehalt mindestens 5 Gew.-% beträgt, Rhenium, das in den Körnern vorliegt, den Sauerstoff einfangen, der eindringt, wenn der Wolframlegierungsdraht 1 dem thermischen Effekt unterliegt. Auf diese Weise kann die Menge von Sauer-

stoff, die in den Korngrenzen vorliegt, vermindert werden, wodurch das Auftreten einer Rissbildung unwahrscheinlich wird, und die Verschlechterung der Biegebeständigkeit kann eingeschränkt werden.

[0023] Ferner kann in dem Wolframlegierungsdraht 1, wenn der Rhenium-Gehalt höchstens 26 Gew.-% beträgt, die feste Lösung aus Rhenium und Wolfram gebildet werden. Ein Rhenium-Gehalt von mehr als 26 Gew.-% kann die feste Lösung nicht bilden und die Festigkeit des Wolframlegierungsdrahts 1 kann abnehmen, so dass er spröde wird.

[Biegebeständigkeit]

[0024] Als nächstes wird die Biegebeständigkeit des Wolframlegierungsdrahts 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben.

[0025] Die **Fig. 3** ist eine Tabelle, welche die Biegebeständigkeiten von Wolframlegierungsdrähten gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt, nachdem sie dem thermischen Effekt unterzogen worden sind. Die in der **Fig. 3** gezeigten Arbeitsbeispiele 1 bis 8 sind Wolframlegierungsdrähte, die sich bezüglich mindestens einem von Durchmesser und Zusammensetzung unterscheiden. Die Durchmesser von Wolframlegierungsdrähten 1 gemäß den Arbeitsbeispielen liegen innerhalb des Bereichs von mindestens 0,02 mm und höchstens 1,00 mm. Die Rhenium-Gehalte der Wolframlegierungsdrähte 1 gemäß den Arbeitsbeispielen liegen innerhalb des Bereichs von mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-%. Die Wolfram-Gehalte der Wolframlegierungsdrähte 1 gemäß den Arbeitsbeispielen betragen mindestens 74 Gew.-% und höchstens 95 Gew.-%.

[0026] Die **Fig. 3** zeigt auch die Biegebeständigkeiten von Wolframdrähten gemäß den Vergleichsbeispielen 1 bis 7. Die Vergleichsbeispiele 1 bis 3 sind Wolframlegierungsdrähte, die Rhenium enthalten. Die Rhenium-Gehalte der Wolframlegierungsdrähte gemäß den Vergleichsbeispielen 1 bis 3 betragen 1 Gew.-% oder höchstens 3 Gew.-%. Die Durchmesser der Wolframlegierungsdrähte gemäß den Vergleichsbeispielen 1 bis 3 betragen 0,10 mm oder 0,50 mm. Die Vergleichsbeispiele 4 bis 6 sind Wolframdrähte, die Kalium enthalten (Kaliumdotierte Wolframdrähte). Die Kalium-Gehalte der Kaliumdotierten Wolframdrähte gemäß den Vergleichsbeispielen 4 bis 6 betragen 0,007 Gew.-%. Die Durchmesser der Kalium-dotierten Wolframdrähte gemäß den Vergleichsbeispielen 4 bis 6 betragen 0,04 mm, 0,10 mm oder 0,50 mm. Das Vergleichsbeispiel 7 ist ein reiner Wolframdraht, der keinen Zusatz enthält. Es sollte beachtet werden, dass in jedem der Arbeitsbeispiele und Vergleichsbeispiele Spuren Mengen von unvermeidbaren Verunreinigungen enthalten

sind, die bei der Herstellung unvermeidbar einge-
mischt werden.

[0027] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben mit den Wolframlegierungsdrähten gemäß den Arbeitsbeispielen 1 bis 8 und den Wolframlegierungsdrähten, den Kalium-dotierten Wolframdrähte und dem reinen Wolframdraht gemäß den Vergleichsbeispielen 1 bis 7 eine Wärmebehandlung bei vorgegebenen Temperaturen durchgeführt. Für jedes der Arbeitsbeispiele und Vergleichsbeispiele wurden fünf Proben hergestellt und die Proben wurden der Wärmebehandlung bei verschiedenen Temperaturen (1100 Grad Celsius, 1300 Grad Celsius, 1500 Grad Celsius, 1700 Grad Celsius und 2000 Grad Celsius) unterzogen. Die Dauer der Wärmebehandlung hat keinen besonderen Effekt. Beispielsweise ist die Dauer der Wärmebehandlung etwa eine Minute.

[0028] Nach der Wärmebehandlung wurden die Proben in den Arbeitsbeispielen und Vergleichsbeispielen einer Aufwickelprüfung unterzogen. Die **Fig. 4** ist ein Diagramm, das einen Überblick über die Aufwickelprüfung des Wolframlegierungsdrahts 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt.

[0029] In der Aufwickelprüfung wurde der Wolframlegierungsdraht 1 um ein Kernmaterial 20 gewickelt, das stabförmig war, eine kreisförmige Querschnittsform aufwies und einen einheitlichen Durchmesser aufwies, und es wurde geprüft, ob in dem Wolframlegierungsdraht 1 ein Bruch oder eine Oberflächendelaminierung auftrat. Der Durchmesser R eines Querschnitts des Kernmaterials 20, das in der Aufwickelprüfung verwendet wurde, wurde entsprechend dem Durchmesser ϕ des zu prüfenden Wolframlegierungsdrahts 1 eingestellt. D.h., die Aufwickelprüfung ist so gestaltet, dass das Biegen (Aufwickeln) für den Wolframlegierungsdraht 1 mit einem kleineren Durchmesser mit einem kleineren Krümmungsradius (einer größeren Krümmung) durchgeführt wird. Beispielsweise wurde in dem Fall des Wolframlegierungsdrahts 1 gemäß dem Arbeitsbeispiel 1, der einen Durchmesser von 1,00 mm aufweist, ein Kernmaterial 20 verwendet, das eine Säulenform und einen Durchmesser von 1,00 mm aufwies. In dem Fall des Wolframlegierungsdrahts 1 gemäß dem Arbeitsbeispiel 7, der einen Durchmesser von 0,04 mm aufweist, wurde ein Kernmaterial 20 verwendet, das eine Säulenform und einen Durchmesser von 0,04 mm aufwies. Dies gilt für die Wolframlegierungsdrähte, die Kalium-dotierten Wolframdrähte und den reinen Wolframdraht gemäß den Vergleichsbeispielen 1 bis 7.

[0030] Bei den Wolframlegierungsdrähten 1 gemäß den Arbeitsbeispielen 1 bis 8 in der **Fig. 3** traten bei jedweder der Temperaturen weder ein Bruch noch eine Oberflächendelaminierung auf (in der Tabelle

als „OK“ bezeichnet). D.h., innerhalb des Bereichs, bei dem der Rhenium-Gehalt mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-% betrug, können Wolframlegierungsdrähte 1 hergestellt werden, die selbst nachdem sie dem thermischen Effekt bei einer Temperatur von mindestens 1100 Grad Celsius unterzogen worden sind, ungeachtet von deren Durchmessern biegebeständig sind (eine hervorragende Biegebeständigkeit aufweisen).

[0031] Im Gegensatz dazu zeigten die Vergleichsbeispiele 1 bis 3, dass in allen Wolframlegierungsdrähten mit Rhenium-Gehalten von 1 Gew.-% oder 3 Gew.-%, ausgenommen der Wolframlegierungsdraht gemäß dem Vergleichsbeispiel 3, der dem thermischen Effekt bei 1100 Grad Celsius unterzogen wurde, ein Bruch oder eine Oberflächendelaminierung auftrat (in der Tabelle als „NG“ bezeichnet). Im Vergleichsbeispiel 3 war der Durchmesser klein und betrug 0,10 mm. Daher wird davon ausgegangen, dass bei der niedrigen Temperatur (1100 Grad Celsius) die Menge von Sauerstoff, die in Korngrenzen einbezogen ist, gering war, was keinen Bruch verursachte.

[0032] Darüber hinaus zeigten die Vergleichsbeispiele 4 bis 6, dass in allen Kalium-dotierten Wolframdrähten, ausgenommen die Kalium-dotierten Wolframdrähte, die kleine Durchmesser aufwiesen und der Wärmebehandlung bei niedrigen Temperaturen (1100 Grad Celsius im Vergleichsbeispiel 5 und 1100 Grad Celsius und 1300 Grad Celsius im Vergleichsbeispiel 6) unterzogen worden sind, ein Bruch oder eine Oberflächendelaminierung auftrat. Es sollte beachtet werden, dass anders als Rhenium Kalium an Korngrenzen vorliegt und keinen Effekt des Einfangens von Sauerstoff aufweist.

[0033] Das Vergleichsbeispiel 7 zeigte, dass ein Bruch oder eine Oberflächendelaminierung in dem reinen Wolframdraht auftrat, da der thermische Effekt bewirkt, dass Sauerstoff in Korngrenzen eindringt.

[Effekte, usw.]

[0034] Wie es vorstehend beschrieben ist, soll der Wolframlegierungsdraht 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform in einer Umgebung verwendet werden, in welcher der Wolframlegierungsdraht mindestens einmal einem thermischen Effekt bei einer Temperatur von mindestens 1100 Grad Celsius unterliegt, und der Wolframlegierungsdraht umfasst Rhenium mit einem Gehalt von mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-%.

[0035] Mit diesem Aufbau des Wolframlegierungsdrahts 1 kann, wenn mindestens 5 Gew.-% Rhenium enthalten sind, Rhenium Sauerstoff einfangen, der in Korngrenzen eindringt, wenn der Wolframlegierungsdraht 1 dem thermischen Effekt unterliegt, und

folglich kann das Auftreten einer Rissbildung, die von einer Korngrenze stammt, beschränkt werden. Daher ist es selbst dann, nachdem der Wolframlegierungsdraht 1 dem thermischen Effekt unterzogen worden ist, unwahrscheinlich, dass ein Bruch oder dergleichen in dem Wolframlegierungsdraht 1 auftritt, und folglich kann ein Wolframlegierungsdraht 1 hergestellt werden, der eine hervorragende Biegebeständigkeit aufweist. Ferner kann, wenn der Rhenium-Gehalt höchstens 26 Gew.-% beträgt, die Legierung (feste Lösung) von Rhenium und Wolfram gebildet werden, und folglich kann die Festigkeit des Wolframlegierungsdrahts 1 erhöht werden.

[0036] Das Metallprodukt gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst den Wolframlegierungsdraht 1. Beispielsweise ist das Metallprodukt ein Stab 11, eine Elektrode 12 oder ein verdrahter Draht 13.

[0037] Mit diesem Aufbau ist der Wolframlegierungsdraht 1 selbst dann biegebeständig, nachdem er dem thermischen Effekt während der Herstellung oder der Verwendung des Metallprodukts unterzogen worden ist. Demgemäß kann eine Verschlechterung der Qualität des Metallprodukts verhindert werden.

[Herstellungsverfahren]

[0038] Der Wolframlegierungsdraht 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann beispielsweise mit dem folgenden Verfahren hergestellt werden.

[0039] Zuerst werden ein Wolframpulver und ein Rheniumpulver miteinander gemischt und einem Formpressen und Sintern unterzogen, so dass sie als Block ausgebildet werden. Durch Einstellen des Mischungsverhältnisses zwischen dem Wolframpulver und dem Rheniumpulver kann der Rhenium-Gehalt auf mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-% eingestellt werden.

[0040] Als nächstes wird ein Wolframblock, der zu dem Block ausgebildet worden ist, durch Durchführen einer Gesenkschmiedeverarbeitung, in welcher der Wolframblock zum Verlängern rundum geschmiedet und komprimiert wird, zu einer Drahtform ausgebildet. Dann wird ein Ziehen (Drahtziehen) unter Verwendung von Drahtzieheisen (Drahtziehmatrizen) durchgeführt. Das Ziehen wird unter Verwendung einer Mehrzahl von Drahtzieheisen mit verschiedenen Lochdurchmessern in absteigender Reihenfolge des Lochdurchmessers durchgeführt.

[0041] Durch geeignetes Einstellen der Lochdurchmesser der Drahtzieheisen können Wolframlegierungsdrähte 1 mit Durchmessern innerhalb des Bereichs von 0,02 mm bis 1,00 mm hergestellt werden, wie es in der **Fig. 3** gezeigt ist. Es sollte beach-

tet werden, dass das Ziehen ein Erwärmen bei einer vorgegebenen Temperatur umfassen kann. Ferner kann der Wolframlegierungsdraht 1 nach dem Ziehen einer Oberflächenbehandlung, wie z.B. einem elektrolytischen Polieren, unterzogen werden.

(Sonstiges)

[0042] Obwohl der Wolframlegierungsdraht und Metallprodukte gemäß der vorliegenden Erfindung bisher auf der Basis der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschrieben worden sind, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt.

[0043] Beispielsweise kann der Wolframlegierungsdraht Ruthenium (Ru) oder Kobalt (Co) anstatt Rhenium enthalten. Beispielsweise kann der Wolframlegierungsdraht einen Wolfram-Gehalt von 99,8 Gew.-% und einen Ruthenium-Gehalt von 0,2 Gew.-% aufweisen und Spuren Mengen von Verunreinigungen enthalten. Der Wolframlegierungsdraht wurde der Wärmebehandlung und dann der Aufwickelprüfung unterzogen. Als Ergebnis wurde keine Verschlechterung der Biegebeständigkeit des Wolframlegierungsdrahts in jedem der Fälle festgestellt, bei denen die Wärmebehandlung bei Temperaturen von 1100 Grad Celsius, 1300 Grad Celsius, 1500 Grad Celsius, 1700 Grad Celsius und 2000 Grad Celsius durchgeführt wurde.

[0044] Es sollte beachtet werden, dass die vorliegende Erfindung auch andere Formen, in denen verschiedene, für einen Fachmann ersichtliche Modifizierungen auf die Ausführungsformen angewandt werden, oder Formen, bei denen Strukturkomponenten und Funktionen in den Ausführungsformen beliebig kombiniert werden, von dem Umfang der vorliegenden Offenbarung umfasst sind.

[Bezugszeichenliste]

1	Wolframlegierungsdraht
11	Stab
12	Elektrode
13	Verdrahter Draht

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2022-001660 [0003]

Patentansprüche

1. Wolframlegierungsdraht,
wobei der Wolframlegierungsdraht in einer Umgebung verwendet wird, in welcher der Wolframlegierungsdraht mindestens einmal einem thermischen Effekt bei einer Temperatur von mindestens 1100 Grad Celsius unterliegt, wobei der Wolframlegierungsdraht
Rhenium mit einem Gehalt von mindestens 5 Gew.-% und höchstens 26 Gew.-% umfasst.
2. Metallprodukt, das den Wolframlegierungsdraht nach Anspruch 1 umfasst.
3. Metallprodukt nach Anspruch 2, wobei das Metallprodukt ein Stab, eine Elektrode oder ein verdrehter Draht ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

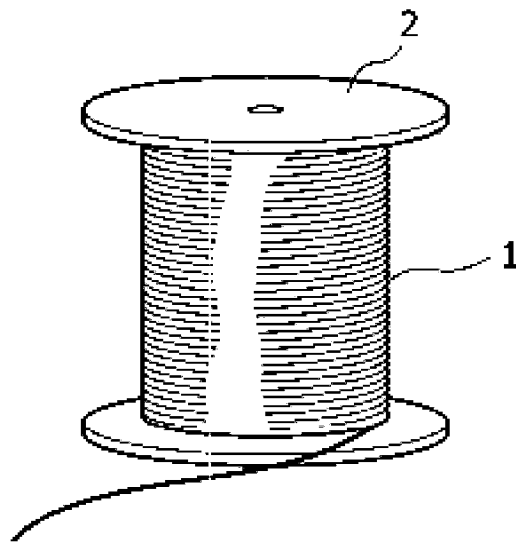


FIG. 2A

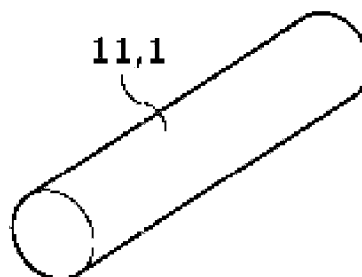


FIG. 2B

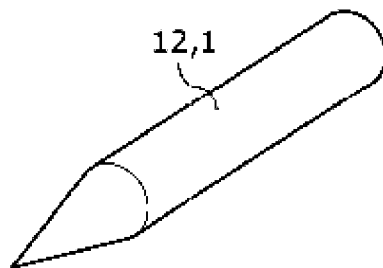


FIG. 2C

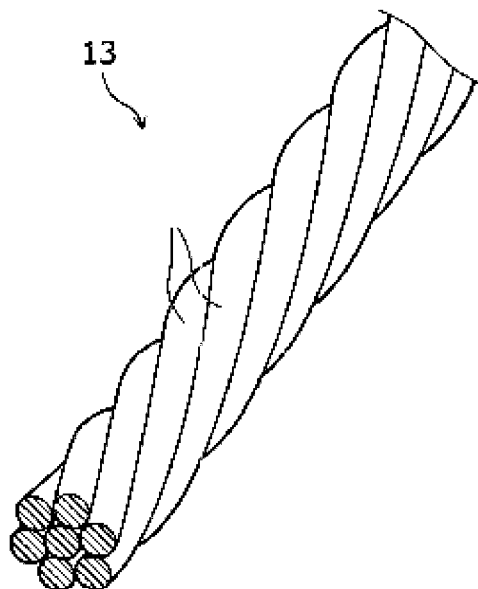


FIG. 3

	Durchmesser [mm]	Zusammensetzung	1100 °C	1300 °C	1500 °C	1700 °C	2000 °C
Arbeitsbeispiel 1	1,00	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 2	0,50	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 3	0,10	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 4	0,04	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 5	0,02	W: 95 Gew.-% + Re: 5 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 6	0,50	W: 91 Gew.-% + Re: 9 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 7	0,04	W: 91 Gew.-% + Re: 9 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Arbeitsbeispiel 8	0,50	W: 74 Gew.-% + Re: 26 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	OK	OK	OK
Vergleichsbeispiel 1	0,50	W: 99 Gew.-% + Re: 1 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	NG	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 2	0,50	W: 97 Gew.-% + Re: 3 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	NG	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 3	0,10	W: 97 Gew.-% + Re: 3 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 4	0,50	W: $\geq 99,98$ Gew.-% + K: 0,007 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	NG	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 5	0,10	W: $\geq 99,98$ Gew.-% + K: 0,007 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	NG	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 6	0,04	W: $\geq 99,98$ Gew.-% + K: 0,007 Gew.-% + Verunreinigungsspuren	OK	OK	NG	NG	NG
Vergleichsbeispiel 7	0,10	W: $\geq 99,99$ Gew.-% + Verunreinigungsspuren	NG	NG	NG	NG	NG

FIG. 4

