

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. Januar 2013 (24.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/010861 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 31/12 (2006.01) **B23K 9/167** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/063523
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juli 2012 (11.07.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102011079553.7 21. Juli 2011 (21.07.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HANEUTH, Henning** [DE/DE]; Markt Schwabener Str. 25, 85652 Pliening OT Gelting (DE). **WERNER, Christian** [DE/DE]; Walter-Paetzmann-Str. 8, 82008 Unterhaching (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

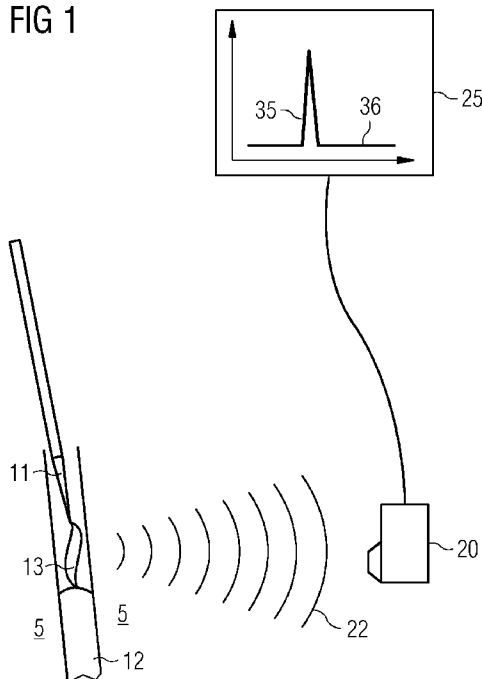
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ASSESSING THE SERVICE LIFE OF TUNGSTEN ELECTRODES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR STANDZEITBEURTEILUNG VON WOLFRAMELEKTRODEN

FIG 1



(57) Abstract: In the method for assessing the service life of a tungsten electrode (11) during welding, during the welding the electromagnetic radiation (22) emitted by an arc (13) which forms during the welding is sensed and at least one radiation property, in particular an intensity, of the sensed radiation (22) is used to assess the service life. In the process for welding using a tungsten electrode (11), the method for assessing the service life is carried out. The welded part is welded by such a process for welding using a tungsten electrode.

(57) Zusammenfassung: Bei dem Verfahren zur Standzeitbeurteilung einer Wolframelektrode (11) beim Schweißen wird während des Schweißens die von einem sich beim Schweißen ausbildenden Lichtbogen (13) emittierte elektromagnetische Strahlung (22) erfasst und zumindest eine Strahlungseigenschaft, insbesondere eine Intensität, der erfassten Strahlung (22) zur Beurteilung der Standzeit herangezogen. Beim Verfahren zum Schweißen mit einer Wolframelektrode (11) wird das Verfahren zur Beurteilung der Standzeit durchgeführt. Das Schweißteil ist mit einem solchen Verfahren zum Schweißen mit einer Wolframelektrode geschweißt.



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Beschreibung

Verfahren zur Standzeitbeurteilung von Wolframelektroden

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung der Standzeit einer Wolframelektrode, ein Verfahren zum Schweißen mit einer Wolframelektrode und ein Schweißteil.

10 Beim WIG-Schweißen (Wolfram-Inertgasschweißen) kommt es häufig zu Wolframelektrodenversagen. Dies ist durch die Verarmung der Wolframelektrode an Dotierungselementen (hier seltenen Erdoxiden) bedingt. Beim Schweißen mit der Wolframelektrode verdampfen die seltenen Erdoxide, die Elektronenaus-

15 trittsarbeit steigt an und der Querschnitt der Wolframelektrode ist infolge sich ausbildender Poren und Kanäle effektiv reduziert. Diese vorgenannten Effekte führen zu einer thermischen Überlastung der Elektrode und damit zu ihrem Versagen in Form von Abschmelzen oder kurzfristiger Erosion der Wol-

20 ramelektroden spitze.

Infolgedessen treten Verunreinigungen der mit der Wolframelektrode geschweißten Schweißnaht mit hartem und sprödem Wolfram auf. Folglich muss das Schweißen unterbrochen werden, da die Schweißnaht aufwändig nachgearbeitet werden muss. Zum

25 anderen verschlechtert sich das Schweißverhalten der Wolframelektrode durch eine nicht geometrisch definierte Verformung der Spitze, worunter das Schweißergebnis und insbesondere die Qualität des geschweißten Schweißteils leiden.

30 Es ist in diesem Zusammenhang bekannt, eine Wolframelektrode während des Schweißens mit einer Kamera zu beobachten. Auf diese Weise kann eine Standzeitbeurteilung anhand des äußeren Erscheinungsbildes der Wolframelektrode erfolgen. Eine solche Standzeitbeurteilung ist jedoch nicht sehr zuverlässig und

35 nicht sehr genau.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zur Beurteilung der Stand-

zeit einer Wolframelektrode bereitzustellen. Insbesondere soll das Verfahren eine Standzeitbeurteilung mit hoher Zuverlässigkeit erlauben. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Schweißen mit einer Wolframelektrode bereitzustellen, mit welchem Schweißteile verbesserter Qualität
5 geschaffen werden können. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung ein Schweißteil mit verbesserter Qualität zu schaffen.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den in Anspruch 1
10 angegebenen Merkmalen, mit einem Verfahren zum Schweißen mit einer Wolframelektrode mit den in Anspruch 11 angegebenen Merkmalen sowie mit einem Schweißteil mit den in Anspruch 13 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den zugehörigen Unteransprüchen, der nach-
15 folgenden Beschreibung und der Zeichnung angegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Beurteilung der Standzeit zumindest einer Wolframelektrode beim Schweißen wird eine während des Schweißens mit der Wolframelektrode von
20 einem sich beim Schweißen ausbildenden Lichtbogen emittierte elektromagnetische Strahlung erfasst. Erfindungsgemäß wird zumindest eine Strahlungseigenschaft der erfassten elektromagnetischen Strahlung zur Beurteilung der Standzeit herangezogen. Zweckmäßig wird zur Erfassung der von der Wolframelektrode emittierten Strahlung zumindest ein Detektor, ins-
25 besondere zumindest ein Lichtsensor, herangezogen. Geeignet ist die elektromagnetische Strahlung Licht und insbesondere sichtbares Licht.

Auf diese Weise ist es möglich, eine Strahlungseigenschaft eines oder mehrerer seltener Erdoxide bei der Erfassung der vom Lichtbogen emittierten Strahlung zur Beurteilung der
30 Standzeit heranzuziehen. Erfindungsgemäß stehen dabei Informationen zu den beim Schweißen beteiligten Stoffen zur Beurteilung der Standzeit zur Verfügung. Insbesondere lässt sich erfindungsgemäß leicht feststellen, ob eine Verarmung der
35 Wolframelektrode an seltenen Erdoxiden und somit ein Ende der Standzeit der Wolframelektrode bevorsteht. Da sich gemäß der

Erfindung nicht allein auf das äußere Erscheinungsbild der Wolframelektrode verlassen werden muss, kann eine erheblich zuverlässigere und genauere Beurteilung der Standzeit der Wolframelektrode erfolgen. Ein frühzeitiges Erkennen eines bevorstehenden Endes der Standzeit der Wolframelektrode vermeidet eine aufwändige Nachbearbeitung einer nach Ende der Standzeit geschweißten und daher typisch fehlerhaften Schweißnaht. Somit können Schweißteile mit höherer Qualität gefertigt werden. Ferner können Nebenzeiten, die durch einen ansonsten erforderlichen Wechsel der Elektrode bedingt sind, minimiert werden und so die Prozesszeit verringert werden. Weiterhin sind für die Dauer des Schweißprozesses die angestrebten Schweiß Eigenschaften der Elektrode gewährleistet, so dass das erfindungsgemäße Verfahren eine große Fertigungssicherheit beim Schweißen sowie eine gute Fertigungsqualität der erfindungsgemäß geschweißten Schweißteile sicherstellt.

Insbesondere ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Intensität, insbesondere bei einer vorbestimmten Wellenlänge oder in einem vorbestimmten Spektralbereich, der elektromagnetischen Strahlung eine Strahlungseigenschaft im Sinne dieser Erfindung.

Zweckmäßig wird die Intensität bei einer vorbestimmten Wellenlänge (oder - dazu äquivalent - bei einer vorbestimmten Energie oder Frequenz) und/oder in einem vorbestimmten Spektralbereich erfasst. Insbesondere liegt die vorbestimmte Wellenlänge oder der vorbestimmte Spektralbereich zumindest teilweise im spektralen Bereich einer Spektrallinie eines seltenen Erdoxids. In weiteren bevorzugten Weiterbildungen wird die Intensität in einem vorbestimmten Spektralbereich erfasst, welcher den spektralen Bereich einer Spektrallinie eines seltenen Erdoxids zumindest teilweise umfasst oder mit diesem spektralen Bereich zusammenfällt.

Insbesondere wird ein Spektralbereich mit einem Spektralfilter vorbestimmt, welcher bei der Erfassung der elektromagnetischen Strahlung herangezogen wird. Besonders vorteilhaft

wird als Detektor ein Spektrometer herangezogen. Alternativ oder zusätzlich wird als Detektor zumindest eine Photodiode herangezogen, welche bei der vorbestimmten Wellenlänge oder in dem vorbestimmten Spektralbereich sensitiv ist.

5

Bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Intensität der elektromagnetischen Strahlung spektral, d.h. in Abhängigkeit von Wellenlänge, Energie oder Frequenz, erfasst. Insbesondere wird die Intensität in einem Spektralbereich erfasst, in welchem ein beim Schweißen verdampfendes seltenes Erdoxid Licht emittiert. Geeigneterweise liegt die Intensität als Funktion der Wellenlänge und/oder der Frequenz und/oder der Energie der elektromagnetischen Strahlung vor. Idealerweise wird die Intensität mittels eines oder mehrerer Spektralfilter und/oder mittels eines Spektrometers erfasst.

15

Zweckmäßigerweise wird die Intensität in einem Spektralbereich integriert und ist die so integrierte Intensität eine oder eine der Strahlungseigenschaften. Besonders bevorzugt liegt dieser Spektralbereich zumindest zum Teil in einem spektralen Bereich einer Spektrallinie eines seltenen Erdoxids und/oder umfasst zumindest einen Teil eines spektralen Bereichs einer Spektrallinie eines seltenen Erdoxids. Insbesondere ist die spektral integrierte Intensität eine zu in anderen Spektralbereichen auftretenden und/oder zu in anderen Spektralbereichen spektral integrierten Intensitäten relative spektral integrierte Intensität. Vorzugsweise sind solche anderen Spektralbereiche solche Spektralbereiche, in welchen das vom Lichtbogen emittierte elektromagnetische Spektrum nicht oder nur gering von verdampfenden seltenen Erdoxiden beeinflusst ist.

20

25

30

Auf diese Weise ist die Strahlungseigenschaft und somit das erfindungsgemäße Verfahren von spektral neutralen Schwankungen der absoluten Lichtintensität, etwa von Schwankungen der elektrischen Energieversorgung des Schweißgeräts, weitgehend unabhängig.

35

Insbesondere wird ein Verhältnis solcher spektral integrier-
ten Intensitäten oder eine Differenz der, zweckmäßig entspre-
chend normierten, integrierten Intensitäten zur Standzeitbe-
urteilung herangezogen.

5

In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen
Verfahrens wird die Strahlungseigenschaft zeitlich kontinu-
ierlich oder wiederholt bestimmt, wobei der zeitliche Verlauf
der Strahlungseigenschaft zur Beurteilung der Standzeit he-
rangezogen wird.

10

Bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine zeit-
liche Änderung der Strahlungsintensität zur Beurteilung der
Standzeit herangezogen. So kann bei negativen Änderungen,
insbesondere bei einem Abfall, der Strahlungsintensität im
Spektralbereich einer Spektrallinie eines seltenen Erdoxids
auf ein bevorstehendes Verarmen der Wolframelektrode an sel-
tenen Erdoxiden geschlossen werden. So kann gefolgert werden,
dass ein Ende der Standzeit der Elektrode bevorsteht oder das
die verbleibende Standzeit eine Mindestzeit unterschreitet.
Besonders bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren
eine zeitliche Änderung der insbesondere spektral aufgelösten
und/oder über einen Spektralbereich integrierten Strahlungs-
intensität zur Beurteilung der Standzeit herangezogen.

15

20

25

Vorteilhaft wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die
Strahlungseigenschaft oder eine der Strahlungseigenschaften,
insbesondere die zeitliche Änderung der Strahlungseigenschaft
oder zumindest einer der Strahlungseigenschaften mit einem
Schwellwert verglichen und abhängig vom Ergebnis dieses Ver-
gleichs auf die verbleibende Standzeit und/oder auf ein na-
hendes Ende der Standzeit geschlossen. Bevorzugt werden dazu
Schwellwerte herangezogen, welche aus zuvor durchgeführten
Vergleichs- und Testmessungen oder Testschweißungen gewonnen
worden sind. Zusätzlich oder alternativ werden Schwellwerte
herangezogen, welche aus einem Modell für eine Standzeit ei-
ner Wolframelektrode ermittelt worden sind.

30

35

Vorteilhafterweise wird das erfindungsgemäße Verfahren beim Engspaltschweißen und/oder beim Wolfram-Inertgasschweißen (WIG-Schweißen) durchgeführt. Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren beim WIG-Engspaltschweißen durchgeführt. Gerade beim WIG-Engspaltschweißen liegen die Schweißnahttiefen etwa zwischen 50 bis 320 mm mit Spaltbreiten zwischen 10 und 14 mm. Insbesondere in diesem Fall ist ein Nacharbeiten fehlerhafter Schweißverbindungen äußerst aufwändig oder sogar ausgeschlossen, da die Schweißverbindung nur eingeschränkt zugänglich ist. Besonders in diesem Fall erweist sich das erfindungsgemäße Verfahren als besonders vorteilhaft.

Zweckmäßig wird das Verfahren beim Schweißen zumindest eines Teils einer Turbine und/oder eines Turbinenläufers und/oder eines Rotors und/oder einer Welle oder eines die vorgenannten Bauteile aufweisenden Werkstücks durchgeführt.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Schweißen mit zumindest einer Wolframelektrode wird eine Beurteilung der Standzeit der Wolframelektrode wie zuvor beschrieben durchgeführt. Geeigneterweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Schweißen dann, wenn ein nahendes Ende der Standzeit festgestellt wird, das Schweißen unterbrochen. Nachfolgend kann dann mit einer neuen Wolframelektrode fortgefahren werden. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Schweißen ermöglicht das Schweißen von Schweißteilen mit besonders guter Qualität. Insbesondere wird dieses Verfahren zum Schweißen zumindest eines Teils einer Turbine und/oder eines Turbinenläufers und/oder eines Rotors und/oder einer Welle oder eines die vorgenannten Bauteile aufweisenden Werkstücks durchgeführt.

Das erfindungsgemäß geschweißte Schweißteil ist mit einem Verfahren zum Schweißen mit zumindest einer Wolframelektrode, wie es vorhergehend beschrieben ist, geschweißt. Insbesondere ist das geschweißte Schweißteil zumindest ein Teil einer Turbine und/oder eines Turbinenläufers und/oder eines Rotors und/oder einer Welle oder das erfindungsgemäße Schweißteil

umfasst eines oder mehrere der vorgenannten Bauteile. Das erfindungsgemäße Schweißteil ist wie zuvor beschreiben mit besonders guter Qualität fertigbar.

- 5 Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen

- 10 Fig. 1 schematisch eine Anordnung zur Beurteilung der Standzeit einer Wolframelektrode beim Schweißen in einer Situation mit verbleibender Standzeit und
- Fig. 2 die Anordnung gem. Fig. 1 in einer Situation mit
15 endender Standzeit.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung dient zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Beurteilung der Standzeit einer Wolframelektrode beim Schweißen und wird bei Ausführung
20 eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Schweißen mit zumindest einer Wolframelektrode durchgeführt. Ferner wird mittels des nachfolgend beschriebenen Verfahrens zum Schweißen mit zumindest einer Wolframelektrode ein erfindungsgemäßes Schweißteil gefertigt.

25 Bei dem Verfahren wird an einem Werkstück 5 mit einer Wolframelektrode 11 eine Schweißnaht 12 mittels Wolfram-Inertgas-Schweißens geschweißt. Dabei bildet sich zwischen der Wolframelektrode 11 und der Schweißnaht 12 in an sich bekannter
30 Weise ein Lichtbogen 13 aus.

Die Wolframelektrode 11 ist mit seltenen Erdoxiden dotiert. Beim Schweißen mit der Wolframelektrode 11 verdampfen diese und werden im Lichtbogen 13 zum Leuchten angeregt.

35 Bei dem Verfahren wird ein Spektrometer 20 herangezogen, auf welches ein Teil des vom Lichtbogen 13 emittierten Lichtes 22 trifft. An das Spektrometer 20 ist eine Auswerteinheit 25 an-

geschlossen, welche das mit dem Spektrometer 20 erfasste Lichtspektrum des vom Lichtbogens 13 emittierten Lichts 22 auswertet. Zur visuellen Inspektion weist die Auswertereinheit 25 wie in Fig. 1 und 2 dargestellt eine Anzeige auf, die das Lichtspektrum anzeigt. Es versteht sich, dass in weiteren nicht gesondert dargestellten Ausführungsbeispielen die Anzeige auch nicht vorhanden sein kann.

In der in Fig. 1 dargestellten Situation befindet sich die Wolframelektrode 11 in einem stabilen Schweißzustand, d.h. die Wolframelektrode 11 deutlich vor Ende der Standzeit. Daher verdampfen die seltenen Erdoxide mit einer zeitlich konstanten Rate. Das Lichtspektrum des Lichtbogens 13 weist daher eine Spektrallinie 35 eines seltenen Erdoxids auf, welche zu spektral breiteren Anteilen 36 des Lichtspektrums hinzutritt. Diese spektral breiteren Anteile 36 des Lichtspektrums sind nicht durch seltene Erdoxide beeinflusst.

Die Intensität der Spektrallinie 35 wird dabei derart bestimmt, dass die Intensität eine Halbwertsbreite um das spektrale Zentrum der Spektrallinie 35 herum integriert wird. Die spektral breiteren Anteile 36 des Lichtspektrums werden danach von der Spektrallinie 35 abgezogen. Die derart ermittelte Intensität wird auf die spektral breiteren Anteile 36 normiert, d.h., es wird ein Intensitätsverhältnis der Intensitäten der Spektrallinie 35 und der spektral breiteren Anteile 36 des Lichtspektrums ermittelt. In weiteren, nicht eigens gezeigten Ausführungsbeispielen wird anstelle eines Verhältnisses eine Differenz von Intensitäten der Spektrallinie 35 und weiteren Teilen des Lichtspektrums herangezogen.

Dieses Verhältnis der Intensitäten wird zeitlich überwacht, indem es kontinuierlich oder in aufeinanderfolgenden zeitlichen Abständen erneut ermittelt wird. Wenn die seltenen Erdoxide der Wolframelektrode 11 bereits zu einem großen Teil verdampft sind, verbleibt lediglich ein verringerter Anteil der seltenen Erdoxide in der Wolframelektrode 11 (Fig. 2). Beim Schweißen mit der Wolframelektrode 11 verdampfen diese

folglich mit verringerter Rate, sodass sich eine erheblich in der Intensität reduzierte Spektrallinie 40 der seltenen Erdoxide ergibt. Entsprechend ist auch das Verhältnis der Intensitäten der Spektrallinie 40 und der spektral breiteren Anteile 36 des Lichtspektrums erheblich herabgesetzt.

Anhand der zeitlichen Entwicklung dieses Verhältnisses kann auf ein nahendes Ende der Standzeit geschlossen werden, beispielsweise durch Extrapolation der zeitlichen Entwicklung der vorgenannten Intensitätsverhältnisse auf spätere Zeiten. In nicht gesondert dargestellten Ausführungsbeispielen wird die zeitliche Änderung mit einem Schwellwert verglichen und bei Unterschreiten des Schwellwertes mittels der Auswerteinheit 25 auf ein bevorstehendes Ende der Standzeit der Wolframelektrode geschlossen.

In weiteren, nicht eigens gezeigten Ausführungsbeispielen kann anstelle eines Spektrometers 20 auch ein Lichtsensor mit einem Spektralfilter zur Erfassung des vom Lichtbogen ausgesandten Lichts herangezogen werden. So kann der Spektralfilter beispielsweise in seinen Filtereigenschaften spektral an eine Spektrallinie eines seltenen Erdoxids angepasst sein. Beispielsweise wird die erfasste Intensität bei einer Wellenlänge oder über einen Wellenlängenbereich integriert und ohne Abzug und Normierung spektral breiterer Anteile für die Extrapolation auf zukünftige Zeiten herangezogen. Alternativ oder zusätzlich wird anstelle eines Spektrometers 20 eine Photodiode eingesetzt, welche im Spektralbereich einer Spektrallinie eines seltenen Erdoxids lichtsensitiv ist.

Wird aufgrund der Auswertung des Lichtspektrums mittels der Auswerteinheit 25 auf ein bevorstehendes Ende der Standzeit geschlossen, so liefert die Auswerteinheit 25 ein akustisches Signal, welches einen Schweißer auf das Ende der Standzeit der Wolframelektrode 11 hinweist. In nicht eigens dargestellten Ausführungsbeispielen wird das Schweißen automatisiert durchgeführt. Dabei wird der Schweißprozess unterbrochen, so-

bald die Auswertereinheit 25 ein auf das Ende der Standzeit hinweisendes elektrisches Signal abgibt.

Das beschriebene Verfahren wird in dem gezeigten Ausführungs-
5 beispiel beim WIG-(Wolfram-Inertgas-)Schweißen durchgeführt.
Alternativ wird es bei einem anderen WIG-Schweißverfahren
oder bei einem Engspaltschweißverfahren durchgeführt.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Werkstück ein
10 Teil einer Turbine. Alternativ oder zusätzlich ist das Werk-
stück ein Teil eines Turbinenläufers, eines Rotors oder einer
Welle oder ein Werkstück, welches einen Turbinenläufer, einen
Rotor oder eine Welle aufweist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Standzeitbeurteilung einer Wolframelektrode
(11) beim Schweißen,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass während des Schweißens eine von einem sich beim Schweißen ausbildenden Lichtbogen (13) emittierte elektromagnetische Strahlung (22) erfasst und zumindest eine Strahlungseigenschaft der erfassten elektromagnetischen Strahlung (22)
10 zur Beurteilung der Standzeit herangezogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Strahlungseigenschaft zumindest eine Intensität der
15 elektromagnetischen Strahlung (22) ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Intensität der elektromagnetischen Strahlung (22)
20 spektral erfasst wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine in einem Spektralbereich spektral integrierte Intensität
25 eine Strahlungseigenschaft oder eine der Strahlungseigenschaften ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 der Spektralbereich den spektrale Bereich einer Spektrallinie (35, 40) eines seltenen Erdoxids umfasst und/oder, zumindest teilweise, in diesem spektralen Bereich gelegen ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
35 dadurch gekennzeichnet,
dass die Strahlungseigenschaft zeitlich kontinuierlich oder wiederholt bestimmt wird und dass der zeitliche Verlauf der

Strahlungseigenschaft zur Beurteilung der Standzeit herangezogen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass eine zeitliche Änderung der Strahlungsintensität zur Beurteilung der Standzeit herangezogen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die oder eine der Strahlungseigenschaften, insbesondere die zeitliche Änderung der oder einer der Strahlungseigenschaften, mit einem Schwellwert verglichen wird und abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs auf die verbleibende Standzeit
15 und/oder auf ein nahendes Ende der Standzeit geschlossen wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass es beim Engspaltschweißen und/oder beim Wolfram-Inertgas-Schweißen durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass es beim Schweißen einer Turbine und/oder eines Turbinenläufers und/oder eines Rotors und/oder einer Welle oder eines die vorgenannten Bauteile aufweisenden Werkstücks durchgeführt wird.

30 11. Verfahren zum Schweißen, insbesondere zum Wolfram-Inertgas-Schweißen, eines Werkstücks (5) mit zumindest einer Wolframelektrode (11),
dadurch gekennzeichnet, dass
das Werkstück (5) geschweißt wird und dabei zugleich eine Beurteilung der Standzeit der Wolframelektrode (11) nach einem
35 der vorhergehenden Ansprüche durchgeführt wird.

12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Werkstück zumindest ein Teil einer Turbine und/oder
eines Turbinenläufers und/oder eines Rotors und/oder einer
Welle ist.

5

13. Schweißteil, dadurch gekennzeichnet, dass
es mit einem Verfahren zum Schweißen nach einem der vorherge-
henden Ansprüche geschweißt ist.

10

14. Schweißteil nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass es zumindest ein Teil einer Turbine und/oder eines Tur-
binenläufers und/oder eines Rotors und/oder einer Welle ist
oder eine Turbine und/oder einen Turbinenläufer und/oder ei-
nen Rotor und/oder eine Welle umfasst.

15

FIG 1

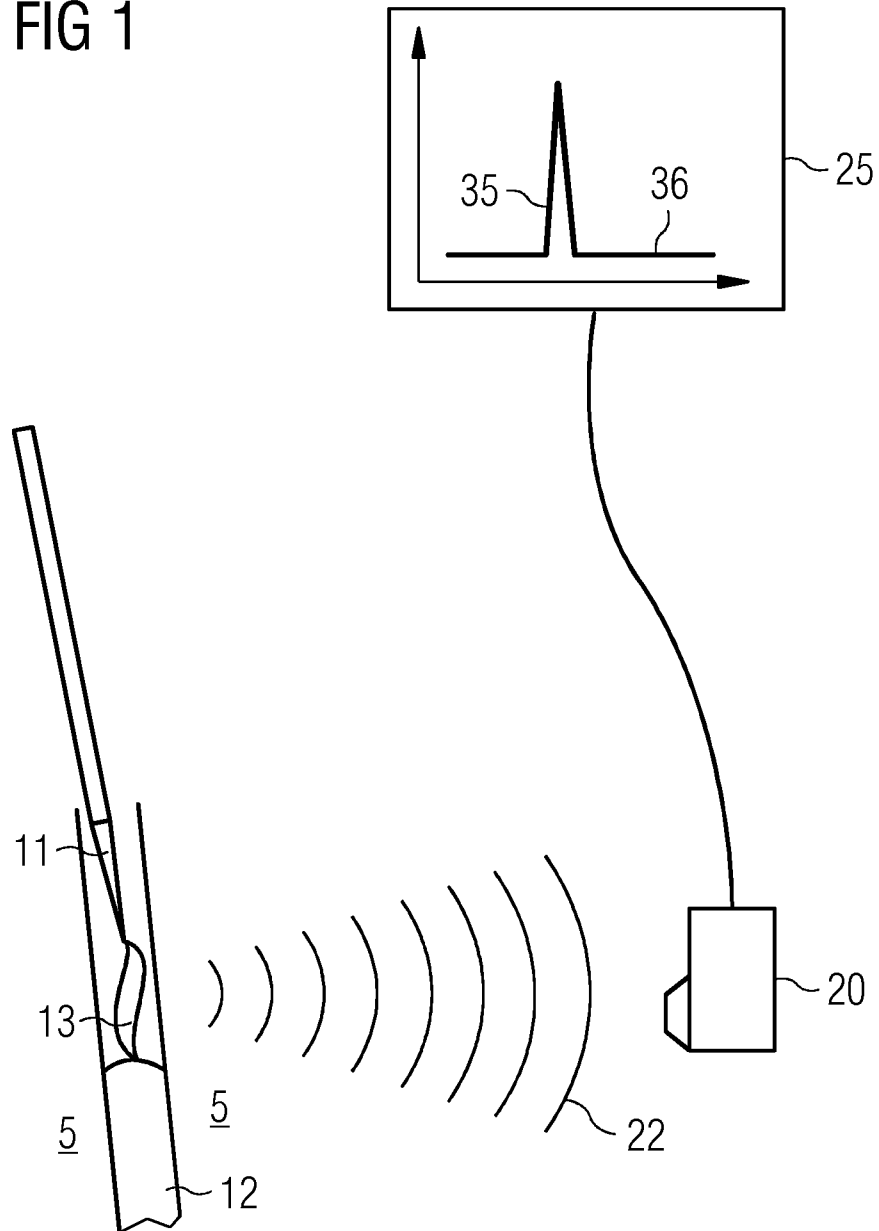
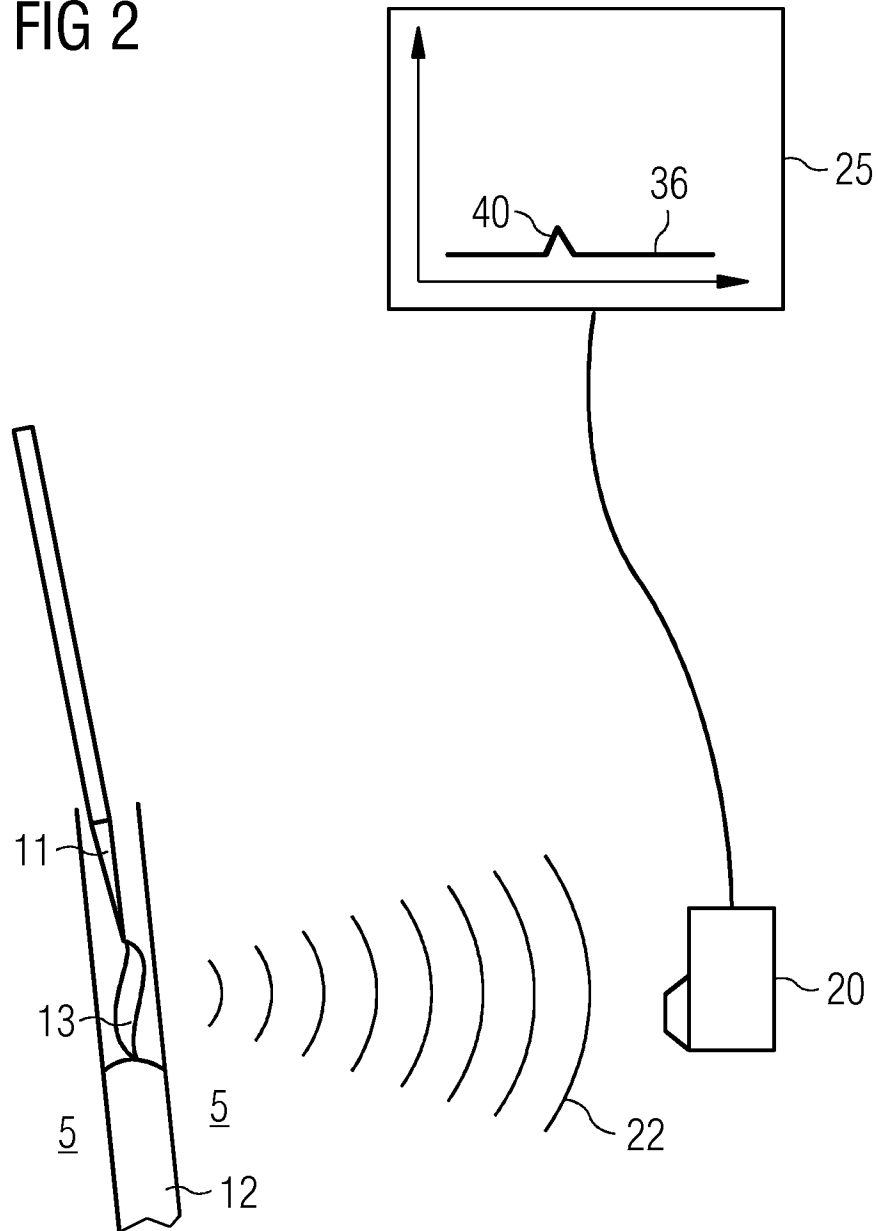


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/063523

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K31/12 B23K9/167
ADD.

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)
B23K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Week 199409 Thomson Scientific, London, GB; AN 1994-073589 XP002685574, & SU 1 218 576 A1 (BUKAROV V A) 30 November 1993 (1993-11-30)	1-8,13
Y	abstract	9,10,12

X	DATABASE WPI Week 199415 Thomson Scientific, London, GB; AN 1994-125270 XP002685575, & SU 1 633 625 A1 (ANISIMOV V V) 30 December 1993 (1993-12-30)	1-8,13
Y	abstract	9,10,12

	-/--	



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

19 October 2012

Date of mailing of the international search report

13/11/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Backer, Tom

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/063523

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/142731 A1 (SIEMENS AG [DE]; GUNZELMANN KARL-HEINZ [DE]) 16 December 2010 (2010-12-16)	14
Y	the whole document -----	9,10,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/063523

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
SU 1218576	A1	30-11-1993	NONE

SU 1633625	A1	30-12-1993	NONE

WO 2010142731	A1	16-12-2010	CN 102458746 A 16-05-2012
			DE 102009024580 A1 23-12-2010
			EP 2440359 A1 18-04-2012
			US 2012083346 A1 05-04-2012
			WO 2010142731 A1 16-12-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23K31/12 B23K9/167
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DATABASE WPI Week 199409 Thomson Scientific, London, GB; AN 1994-073589 XP002685574, & SU 1 218 576 A1 (BUKAROV V A) 30. November 1993 (1993-11-30)	1-8,13
Y	Zusammenfassung -----	9,10,12
X	DATABASE WPI Week 199415 Thomson Scientific, London, GB; AN 1994-125270 XP002685575, & SU 1 633 625 A1 (ANISIMOV V V) 30. Dezember 1993 (1993-12-30)	1-8,13
Y	Zusammenfassung ----- -/-	9,10,12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Oktober 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/11/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Backer, Tom

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2010/142731 A1 (SIEMENS AG [DE]; GUNZELMANN KARL-HEINZ [DE])	14
Y	16. Dezember 2010 (2010-12-16) das ganze Dokument -----	9,10,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/063523

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
SU 1218576	A1	30-11-1993	KEINE
SU 1633625	A1	30-12-1993	KEINE
WO 2010142731	A1	16-12-2010	CN 102458746 A 16-05-2012
			DE 102009024580 A1 23-12-2010
			EP 2440359 A1 18-04-2012
			US 2012083346 A1 05-04-2012
			WO 2010142731 A1 16-12-2010