

(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  
2011 年 8 月 25 日(25.08.2011)

(10) 国際公開番号  
**WO 2011/102094 A1**

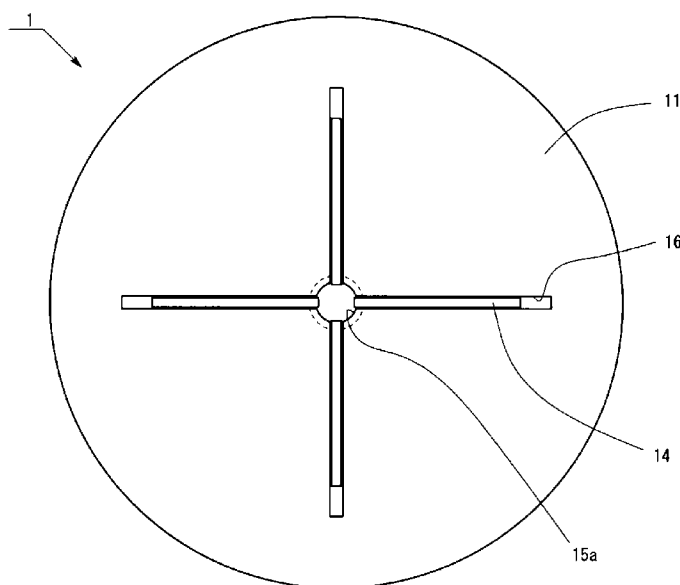
- (51) 国際特許分類:  
*H01J 61/68* (2006.01) *H05H 1/24* (2006.01)  
*G01N 21/31* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/000685
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 8 日(08.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-036315 2010 年 2 月 22 日(22.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人名古屋大学(National University Corporation Nagoya University) [JP/JP]; 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 Aichi (JP). 学校法人名城大学(Meijo University) [JP/JP]; 〒4688502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501 Aichi (JP). NUエコ・エンジニアリング株式会社(NU Eco Engineering Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒4700201 愛知県みよし市黒笹町馬堤 1 2 3 7-8 7 Aichi (JP). 株式会社片桐エンジニアリング(KATAGIRI Engineering Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒2300003 神奈川県横浜市鶴見区尻手 3-5-3 4 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 堀 勝 (HORI, Masaru) [JP/JP]; 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP). 伊藤 昌文(ITO, Masafumi) [JP/JP]; 〒4688502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501 学校法人名城大学内 Aichi (JP). 太田 貴之(OHTA, Takayuki) [JP/JP]; 〒6408510 和歌山県和歌山市栄谷 9 3 0 番地国立大学法人和歌山大学内 Wakayama (JP). 加納 浩之(KANO, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒4700201 愛知県みよし市黒笹町馬堤 1 2 3 7-8 7 NUエコ・エンジニアリング株式会社内 Aichi (JP). 山川 晃司(YAMAKAWA, Koji) [JP/JP]; 〒2300003 神奈川県横浜市鶴見区尻手 3-5-3 4 株式会社片桐エンジニアリング内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 藤谷 修(FUJITANI, Osamu); 〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内 2 丁目 1 8 番 2 5 号 丸の内 K S ビル 1 6 階 Aichi (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, 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, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: MULTI-MICRO HOLLOW CATHODE LIGHT SOURCE AND ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETER

(54) 発明の名称: マルチマイクロホローカソード光源および原子吸光分析装置

[図3]



(57) Abstract: Disclosed is a multi-micro hollow cathode light source that is a single point light source. The multi-micro hollow cathode light source is provided with a cathode plate (11), an insulation plate (12), an anode plate (13), and metal pieces (14). The insulation plate (12) is arranged so as to be sandwiched between the cathode plate (11) and the anode plate (13). The cathode plate (11) is made of copper. Holes (15a, 15b, and 15c) are formed at the centers of the cathode plate (11), the insulation plate (12), and the anode plate (13), respectively, and form a continuous penetrating hole (15). As indicated in Fig. 3, four linear slots (16) are formed on the cathode plate (11) extending continuously from the hole (15a) in cross-shape, with the hole (15a) as the center thereof. These slots (16) penetrate the cathode plate (11). Four metal pieces (14) made of different materials from each other are inserted into the four slots (16), and embedded therein.

(57) 要約:

[続葉有]



MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

(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).

- (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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】 1ヶ所の点光源であるマルチマイクロホローカソード光源を実現すること。 【解決手段】 マルチマイクロホローカソード光源は、カソード板 (11) と、絶縁板 (12) と、アノード板 (13) と、金属片 (14) と、を備えている。絶縁板 (12) は、カソード板 (11) とアノード板 (13) との間に挟まれるように配置されている。カソード板 (11) は銅からなる。カソード板 (11)、絶縁板 (12)、アノード板 (13) の中心にはそれぞれ孔 (15 a、15 b、15 c) が設けられており、一続きに貫通した孔 (15) を構成している。図3のように、カソード板 (11) には、孔 (15 a) を中心とし、その孔 (15 a) に連続して十字型に伸びた4本の直線状の溝 (16) が設けられている。この溝 (16) は、カソード板 (11) を貫通している。4つの溝 (16) には、互いに材料の異なる4つの金属片 (14) がそれぞれ挿入され、埋め込まれている。

## 明 細 書

### 発明の名称：

### マルチマイクロホローカソード光源および原子吸光分析装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、多元素同時吸光分析に用いることができる多元同時発光可能なマルチマイクロホローカソード光源および原子吸光分析装置に関する。

### 背景技術

[0002] 試料中に含まれる微量金属の量を高精度に測定する方法として、原子吸光分析法が知られている。これは、試料を高温で原子化させ、その雰囲気中に光を照射して吸収スペクトルを測定することで、試料中に含まれる微量金属の量を分析する方法である。この分析方法に用いる光源には、測定対象の元素の輝線スペクトルを発光する光源が必要となり、複数の元素を同時に測定するためには、それらの複数の元素の輝線スペクトルを有する光を発光する光源が必要となる。

[0003] そのような複数元素の輝線スペクトルを有する光を発光する光源として、特許文献1にマルチマイクロホローカソード光源が記載されている。特許文献1では、陽極板、絶縁板、銅製または銅合金製のカソード板とを積層し、これを貫通する直径1 cm以下の貫通孔を複数設け、カソード板の貫通孔の開口部に、所望の輝線スペクトルが得られる金属板をそれぞれ配設することで、複数の金属元素の輝線スペクトルを発光する光源を実現している。つまり、所望の金属元素毎の複数のホローカソード放電による点光源で構成された光源である。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-257900

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献1のマルチマイクロホローカソード光源では、ホローカソード放電による複数の点光源で構成されるため、各放電の制御が困難であった。また、特許文献1のマルチマイクロホローカソード光源の光を利用するとき、点光源ごとに光路を構築する必要があるため、光路の構築が複雑でコストがかかるという問題もあった。

[0006] そこで本発明の目的は、ホローカソード放電による1つの点光源でありながら、複数の元素の輝線スペクトルを有した光源を実現することである。

### 課題を解決するための手段

[0007] 第1の発明は、雰囲気ガス中において、マイクロホロープラズマを生成して光源とするマルチマイクロホローカソード光源において、2次電子放出係数の高い金属からなるカソード板と、絶縁板と、カソード板に対して絶縁板を介在させて配設されたアノード板と、カソード板、絶縁板、アノード板を貫通する直径1cm以下の1つの孔と、得るべき複数の輝線スペクトルに対応した、それぞれ異なる元素を含む複数の金属片と、雰囲気ガスとを有し、カソード板は、孔を中心とし、その孔に連続して放射状に伸びた複数の溝を有し、複数の金属片は、各溝に埋め込まれている、ことを特徴とするマルチマイクロホローカソード光源である。

[0008] 金属片の量は、材料ごとに変えてもよい。金属片の量は、厚さや枚数などによって容易に変更でき、厚さや枚数はカソード板の溝の幅を変えることで容易に調整可能である。溝には複数枚の金属片を埋め込んでもよく、それらの金属片は材料が異なってもよい。また、複数の溝のうちいくつかに、同一材料の金属片を埋め込んでもよい。各金属片の量によって、各金属元素のスペクトル強度を制御することができる。

[0009] 複数の溝のパターンは、孔を中心に放射状に伸びるパターンであれば任意であり、たとえば十字型に4本の溝がのびるパターンなどである。カソード板の溝は、そのカソード板の主面に垂直な方向に貫通していることが望ましい。溝に埋め込まれる金属片の孔の軸方向の長さが増し、孔の側面に露出する各金属片の面積を増やすことができるため、金属片がスパッタされる効率

が向上し、金属元素のスペクトル強度が増大するからである。また、カソード板の溝を貫通させた方が作製上も容易である。また、溝の数が多すぎたり、溝の幅が広すぎると、カソード板の孔の側壁に露出する2次電子放出係数の高い金属の面積が減少するため、金属片をスパッタする効率が低下して望ましくない。そのため、溝の数は2～8本程度、溝の幅は孔の直径の0.1～0.9倍程度とすることが望ましい。

[0010] 孔の直径は、1 mm以下であることがより望ましい。孔内に高密度でプラズマを閉じ込めることができるためである。また、点光源を得る意味でも望ましい。また、本発明の光源は、雰囲気ガスの圧力を大気圧か、これよりも少し低い圧力で使用を想定しているが、エキシマなどのブロードな発光をさせることを考えれば、加圧下で使用することも考えられる。一般に雰囲気ガスの圧力が高いほど孔の直径を小さくすることができ、上記のように使用する圧力を考慮すれば、孔の直径は10  $\mu\text{m}$ 以上とすることが望ましい。絶縁板の孔の直径は、カソード板、アノード板の孔の直径よりも少し大きくすることが望ましい。具体的には、カソード板、アノード板の孔の直径よりも100～1000  $\mu\text{m}$ 大きくするのがよい。放電時に絶縁板が溶解してしまうのを防止するためである。

[0011] 雰囲気ガスには、He、Ne、Ar、Kr、Xeなどの不活性ガスを用いることが望ましい。特にHe、Neを用いるのが望ましい。金属からの2次電子放出効率が高くなるためである。

[0012] カソード板の材料である2次電子放出係数の高い金属は、たとえば銅、銅合金、銀、銀合金、モリブデン、モリブデン合金、タングステン、タングステン合金などである。2次電子放出係数が0.2以上の金属がより望ましく、1.0以上の金属がさらに望ましい。特に、銅または銅合金が望ましい。安価で入手が容易であり、2次電子放出係数や熱伝導性が高いからである。アノード板もまた、銅または銅合金であることが望ましい。

[0013] 第2の発明は、第1の発明において、2次電子放出係数の高い金属は、銅または銅合金であることを特徴とするマルチマイクロホローカソード光源で

ある。

[0014] 第3の発明は、第1の発明または第2の発明において、雰囲気ガスは、ヘリウムからなることを特徴とするマルチマイクロホローカソード光源である。

[0015] 第4の発明は、第1の発明から第3の発明において、孔の直径は、1 mm 以下であることを特徴とするマルチマイクロホローカソード光源である。

[0016] 第5の発明は、多元素を同時に測定する原子吸光分析装置において、第1の発明から第4の発明のマルチマイクロホローカソード光源を有することを特徴とする原子吸光分析装置である。

### 発明の効果

[0017] 本発明によると、カソード板の孔の側壁に露出した複数の金属片を同時に効率的にスパッタすることができ、複数の金属元素による高密度プラズマを生成することができる。これにより、複数の所望の金属元素に対応した輝線スペクトルの光を得ることができる。また、孔が1ヶ所であるから本発明の光源は1ヶ所の点光源である。そのため、光を利用するための光路構築が非常に簡便となり、本発明の光源を用いて原子吸光分析装置などを構成すれば、装置の低コスト化を図ることができる。一ヶ所の孔での放電であるから、放電制御も容易である。また、埋め込む金属片の枚数等によって、容易に輝線スペクトルの強度を制御することができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施例1のマルチマイクロホローカソード光源の構成を示した図。

[図2]電極板1の構成を示した断面図。

[図3]電極板1をカソード板11側から見た平面図。

[図4]発光スペクトルを示したグラフ。

[図5]実施例2の原子吸光分析装置の構成を示した図。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の具体的な実施例について図を参照に説明するが、本発明は実施例に限定されるものではない。

## 実施例 1

- [0020] 図1は、実施例1のマルチマイクロホローカソード光源の構成を示した図である。このマルチマイクロホローカソード光源は、電極板1、筐体2、レンズ3、電極板固定部4、を備えている。筐体2はガラス製であり、内部は密閉された円筒状の空洞となっている。筐体2の内部には、電極板固定部4が設けられている。電極板固定部4は、筐体2の内部において、電極板1をその面方向が円筒の軸方向となるように固定する。筐体2内部にはヘリウムガスが封入されている。筐体2の円筒の軸方向の一方側には、筐体2の内部で発光した光を集光して外部に出力するレンズ3を備えている。
- [0021] なお、筐体2に配管を設けることで、筐体2内部のヘリウムガスを還流できるようにしたり、内圧を調整できるようにしてもよい。発光強度を高めるためには内圧は0.01～0.1 atmとすることが望ましい。
- [0022] 図2は、電極板1の構成を拡大して示した断面図である。電極板1は、図2に示すように、カソード板11と、絶縁板12と、アノード板13と、金属片14と、によって構成されている。絶縁板12は、カソード板11とアノード板13との間に挟まれるように配置されている。カソード板11およびアノード板13は銅、絶縁板12はセラミックからなる。カソード板11、アノード板13には配線が接続されており、電源装置に接続されている。そして、電源装置によってカソード板11はアース電位に、アノード板13には正電圧が印加されるよう構成されている。もちろん、逆にアノード板13をアースし、カソード板11に負電圧を印加する構成としてもよい。
- [0023] カソード板11の厚さは1 mm、絶縁板12、アノード板13の厚さは0.3 mmである。また、カソード板11、絶縁板12、アノード板13は円形であり、その直径は2 cmである。カソード板11、絶縁板12、アノード板13の中心にはそれぞれ円形の孔15a、15b、15cが設けられており、これらの孔15a～15cの中心を一致させ、一続きに貫通した孔15を構成している。カソード板11の孔15aとアノード板13の孔15cは、直径1 mmであり、絶縁板12の孔15bは、直径1.2 mmである。

絶縁板 12 の孔 15 b を、カソード板 11 の孔 15 a、アノード板 13 の孔 15 c よりも若干大きな径としているのは、放電時に絶縁板 12 が溶解しないようにするためである。

[0024] 図 3 は、電極板 1 をカソード板 11 側から見た平面図である。図 3 に示されているように、カソード板 11 には、孔 15 a を中心とし、その孔 15 a に連続して十字型に伸びた 4 本の直線状の溝 16 が設けられている。この溝 16 は、カソード板 11 を貫通している。溝 16 の幅は 0.2 mm、長さは 6 mm である。4 つの溝 16 には、互いに材料の異なる 4 つの金属片 14 がそれぞれ挿入され、埋め込まれている。4 つの金属片 14 は、それぞれ Zn、Cd、Pb、Cr からなる。また、金属片 14 は、1 mm × 5 mm の長方形の板状で、厚さは 0.2 mm である。

[0025] 次に、実施例 1 のマルチマイクロホローカソード光源の発光原理について説明する。

[0026] カソード板 11 とアノード板 13 との間に電圧を印加すると、筐体 2 に封入されているヘリウムガスが電離して、孔 15 内部および開口部付近にプラズマが発生する。このプラズマ中のイオンは電界によってカソード板 11 に引きつけられて衝突し、このイオン衝撃によりカソード板 11 を構成する Cu や電子がはじき出される。このはじき出された電子は 2 次電子と呼ばれ、プラズマ中で新たな原子の電離を促す作用を持っており、効率よくプラズマを生成することができる。

[0027] ここで、カソード板 11 に 2 次電子放出係数が高い銅を用いているため、孔 15 の内部および開口部付近に高密度にプラズマが発生させることができる。そして、孔 15 内に発生した高密度プラズマが、孔 15 a の側壁に露出する 4 つの金属片 14 を効率的にスパッタする。これにより、各金属片 14 を構成する金属元素である Zn、Cd、Pb、Cr と、カソード板 11 の材料である Cu との 5 つの金属元素のプラズマを高密度で発生させることができる。その結果、マイクロホローカソード放電による発光スペクトルは、Zn、Cd、Pb、Cr、Cu の 5 つの金属元素の輝線スペクトルを有してい

る。

[0028] 以上のように、実施例 1 のマルチマイクロホローカソード光源によると、マイクロホローカソード放電による 1 ヶ所の点光源でありながら、複数の金属元素の輝線スペクトルを有した光を得ることができる。

[0029] 図 4 は、発光スペクトルの測定結果を示したグラフである。電流値は 25 mA、内圧は 0.05 atm とした。このグラフから、波長 213 nm の Zn、波長 357 nm の Cr、波長 283.3 nm の Pb、波長 324 nm の Cu、波長 228 nm の Cd、の輝線スペクトルをそれぞれ確認することができ、これら 5 つの金属元素の輝線スペクトルを有する光をマルチマイクロホローカソード光源から得られたことがわかる。Pb、Cr からの発光強度が弱く、Zn、Cu、Cd に比べて明瞭な輝線が得られていないが、溝 16 の幅を広げて Pb および Cr からなる金属片 14 の枚数を増やす、もしくは金属片 14 をより厚くすることによって、Pb、Cr の発光強度を高め、より明瞭な輝線が得られるように制御することは可能である。

## 実施例 2

[0030] 実施例 2 は、実施例 1 のマルチマイクロホローカソード光源を用いた原子吸光分析装置の例である。原子吸光分析装置は、図 5 に示すように、実施例 1 のマルチマイクロホローカソード光源 100 と、コリメートレンズ 101 と、スパッタ装置 102 と、集光レンズ 103 と、受光素子アレイ 104 と、によって構成されている。マルチマイクロホローカソード光源 100 は、測定対象とする複数の金属元素の輝線スペクトルを有した光を発光する光源である。スパッタ装置 102 は、試料をプラズマ化させる装置である。マルチマイクロホローカソード光源 100 からの複数の金属元素の輝線スペクトルを有した光は、コリメートレンズ 101 によって平行光にされたのち、スパッタ装置 102 内のプラズマ 105 に照射される。プラズマ 105 を透過した平行光は、集光レンズ 103 によって集光されて受光素子アレイ 104 に到達する。これにより、プラズマ 105 中の測定対象とする複数の金属元素を同定することができ、元素の吸収率を測定することによって複数の金属

元素の密度を同時に定量することができる。

[0031] この原子吸光分析装置は、光源として実施例 1 のマルチマイクロホローカソード光源 100 を用いているため、光軸は 1 つであり、光源から受光素子アレイ 104 に至る光路の構築が非常に簡便である。そのため、原子吸光分析装置を小型で低コストとすることができる。

[0032] なお、実施例 2 では、試料を高温で原子化する方法として、スパッタによりプラズマを発生させる方法を用いたが、レーザーアブレーション、火炎、電気加熱など、従来より原子吸光分析で用いられている方法でもよい。

### 産業上の利用可能性

[0033] 本発明のマルチマイクロホローカソード光源は、原子吸光分析法などに用いることができる。

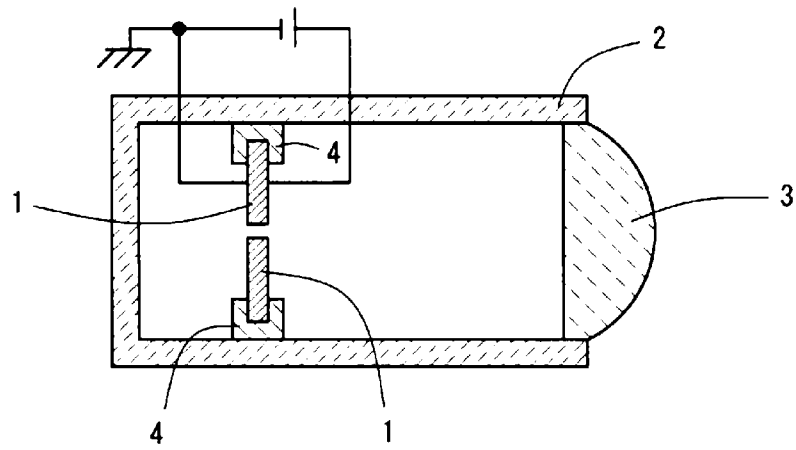
### 符号の説明

[0034] 1 : 電極板  
2 : 筐体  
3 : レンズ  
4 : 電極板固定部  
11 : カソード板  
12 : 絶縁板  
13 : アノード板  
14 : 金属片  
15 : 孔  
16 : 溝  
100 : マルチマイクロホローカソード光源  
101 : コリメートレンズ  
102 : スパッタ装置  
103 : 集光レンズ  
104 : 受光素子アレイ

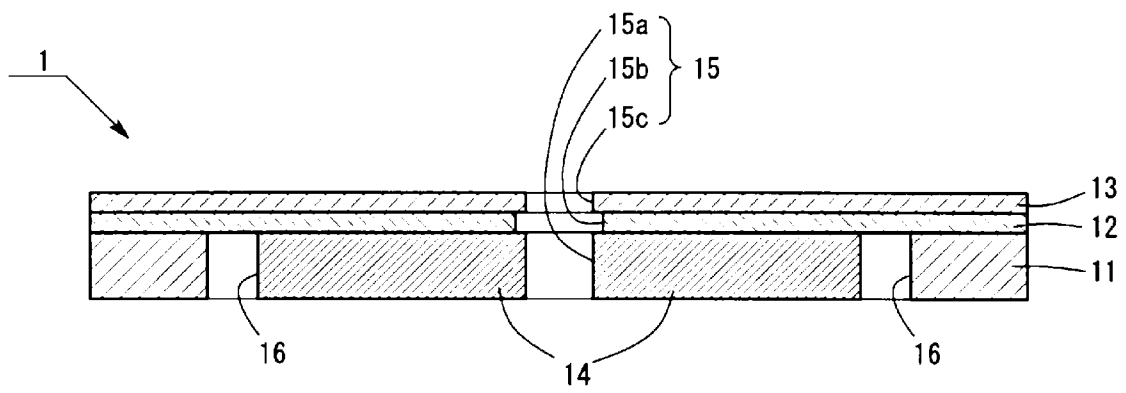
## 請求の範囲

- [請求項1] 雰囲気ガス中において、マイクロホロープラズマを生成して光源とするマルチマイクロホローカソード光源において、
- 2次電子放出係数の高い金属からなるカソード板と、
- 絶縁板と、
- 前記カソード板に対して前記絶縁板を介在させて配設されたアノード板と、
- 前記カソード板、前記絶縁板、前記アノード板を貫通する直径1 mm以下の1つの孔と、
- 得べき複数の輝線スペクトルに対応した、それぞれ異なる元素からなる複数の金属片と、
- 雰囲気ガスと、
- を有し、
- 前記カソード板は、前記孔を中心とし、その孔に連続して放射状に伸びた複数の溝を有し、
- 複数の前記金属片は、各前記溝に埋め込まれている、
- ことを特徴とするマルチマイクロホローカソード光源。
- [請求項2] 前記2次電子放出係数の高い金属は、銅または銅合金であることを特徴とする請求項1に記載のマルチマイクロホローカソード光源。
- [請求項3] 前記雰囲気ガスは、ヘリウムからなることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のマルチマイクロホローカソード光源。
- [請求項4] 前記孔の直径は、1 mm以下であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載のマルチマイクロホローカソード光源。
- [請求項5] 多元素を同時に測定する原子吸光分析装置において、
- 請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載のマルチマイクロホローカソード光源を有することを特徴とする原子吸光分析装置。

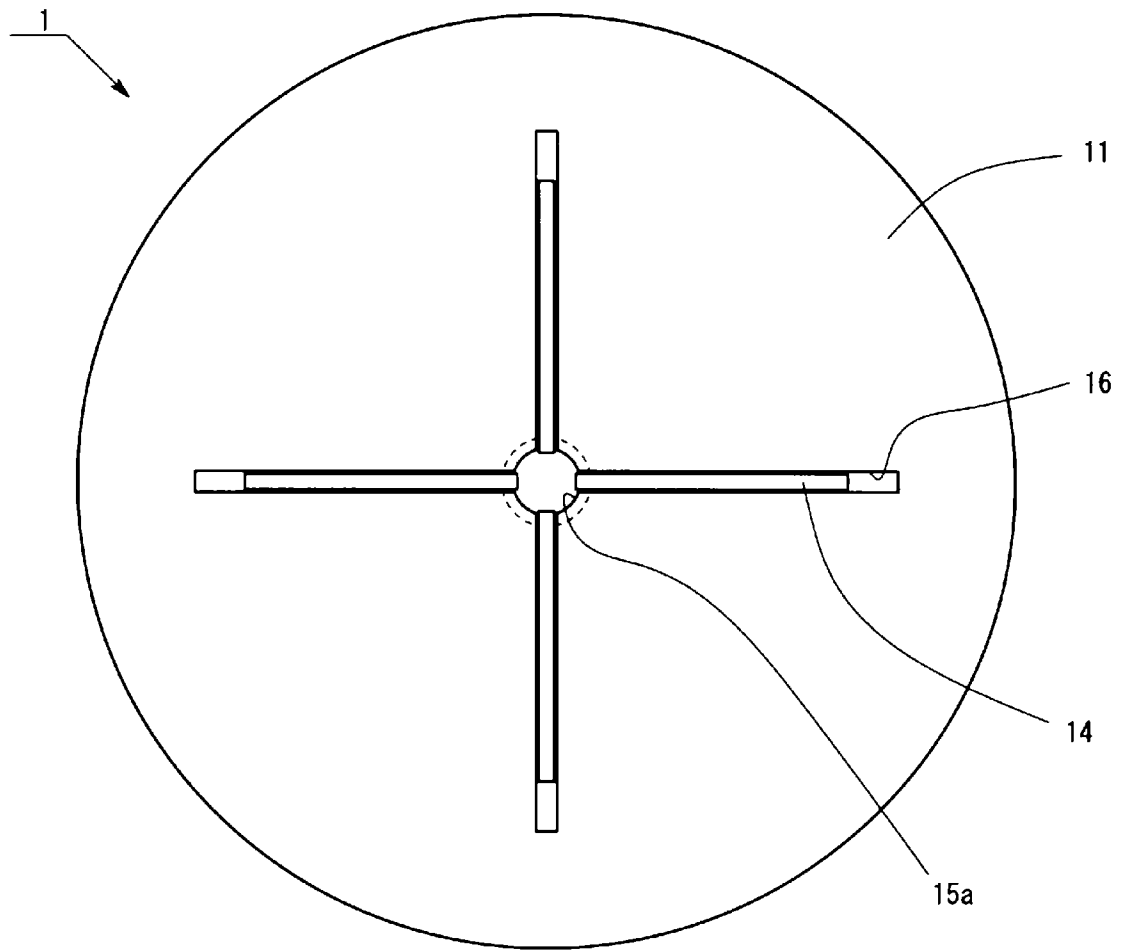
[図1]



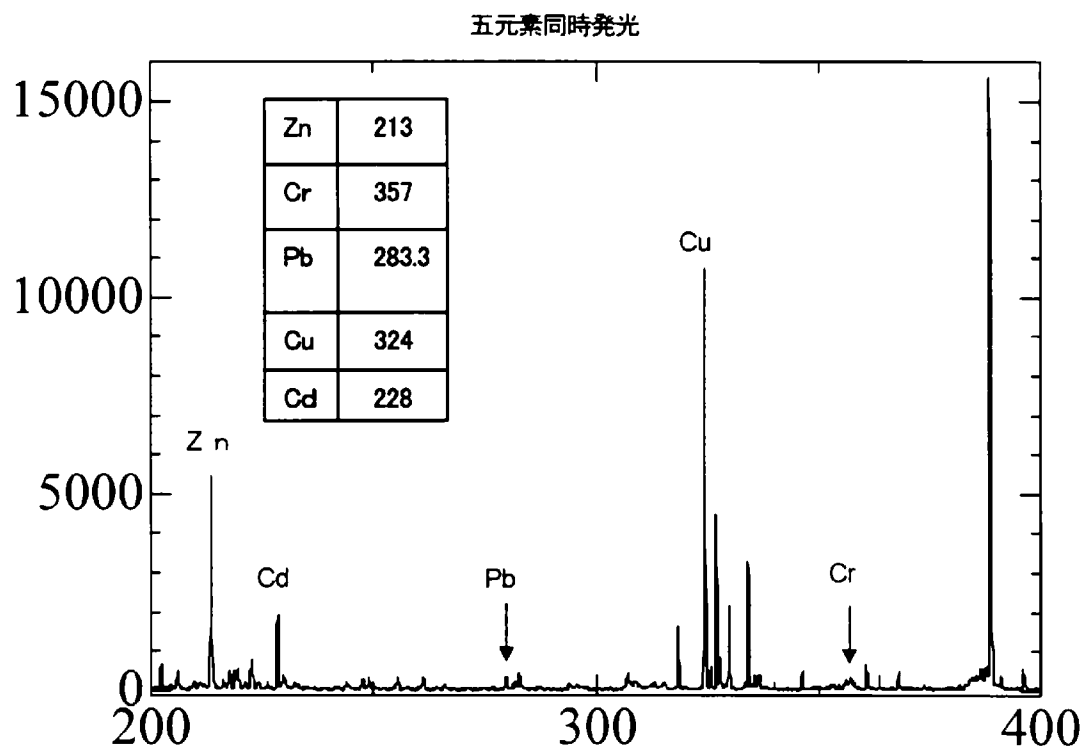
[図2]



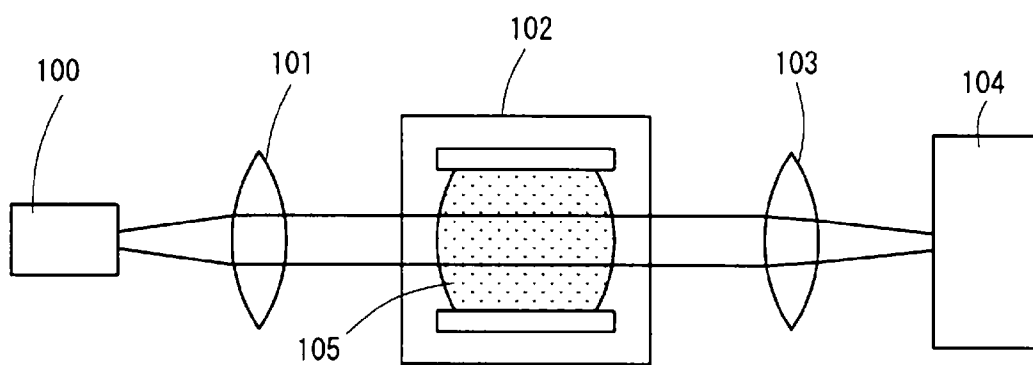
[図3]



[図4]



[図5]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000685

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J61/68 (2006.01) i, G01N21/31 (2006.01) i, H05H1/24 (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)

H01J61/68, G01N21/31, H05H1/24

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 | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

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. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2007-257900 A (Nagoya University),<br>04 October 2007 (04.10.2007),<br>paragraphs [0044] to [0048]; fig. 18 to 20<br>& US 2009/0310134 A1 & WO 2007/108159 A1                      | 1-5                   |
| A         | JP 2005-285679 A (Toshio GOTO),<br>13 October 2005 (13.10.2005),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                       | 1-5                   |
| A         | WO 2004/107825 A1 (Tokyo Electron Ltd.,<br>Katagiri Engineering Co., Ltd.),<br>09 December 2004 (09.12.2004),<br>entire text; all drawings<br>& JP 2004-352599 A & US 2007/0017636 A1 | 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  
09 May, 2011 (09.05.11)

Date of mailing of the international search report  
17 May, 2011 (17.05.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01J61/68 (2006.01)i, G01N21/31 (2006.01)i, H05H1/24 (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 (I P C))

Int.Cl. H01J61/68, G01N21/31, H05H1/24

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 1 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2007-257900 A (国立大学法人名古屋大学) 2007. 10. 04,<br>[0044]-[0048] [図 18]-[図 20]<br>& US 2009/0310134 A1 & WO 2007/108159 A1 | 1-5            |
| A               | JP 2005-285679 A (後藤俊夫) 2005. 10. 13,<br>全文、全図 (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

0 9 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

村井 友和

2 G

3 2 0 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 2 6

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                |                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | WO 2004/107825 A1 (東京エレクトロン株式会社、株式会社片桐エンジニアリング) 2004. 12. 09, 全文、全図<br>& JP 2004-352599 A & US 2007/0017636 A1 | 1-5            |