

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-191471

(P2013-191471A)

(43) 公開日 平成25年9月26日 (2013.9.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05H 1/24 (2006.01)	H05H 1/24	4G075
B01J 19/08 (2006.01)	B01J 19/08 E	
B01J 19/00 (2006.01)	B01J 19/00 321	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2012-58054 (P2012-58054)
 (22) 出願日 平成24年3月15日 (2012.3.15)

(出願人による申告) 平成23年度、文部科学省知的クラスター創成事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

Fターム(参考) 4G075 AA22 AA30 AA39 AA61 AA63
 BA10 BC01 BC06 CA47 DA01
 EB41 EB50 EC25 FA05

(54) 【発明の名称】 シート状反応性プラズマ

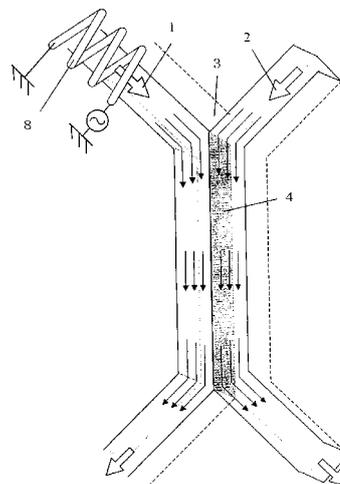
(57) 【要約】

【課題】

従来、大気圧マイクロプラズマの照射領域を小さく絞ることで、処理領域の微細化が試みられてきた。プラズマを照射では、ノズルからガスが流れ出し、気体からの力が働くため、サンプルと密着させることは不可能である。プラズマ活性種は、広い空間に流れ出るため、不可避免的にランダムな現象が混入し、サンプル加工の条件や場所に乱れが混じるためノズルを絞るだけでは、技術的な解決にならない。

【解決手段】

本発明は、マイクロ流路内部において、プラズマ励起された放電ガスと励起されていない反応ガスの少なくとも2流体を合流し、上記流体界面でシート状の反応性プラズマを形成した上でマイクロ流路内部にサンプルの全体またはその一部を配置するマイクロプラズマ源ユニットを実現する。サンプル周辺の流れ場も合わせて安定させ、揺らぎの少ないプラズマ加工が実現できる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マイクロ流路内部において、プラズマ励起された放電ガスと励起されていない反応ガスの少なくとも 2 流体が合流し、上記流体界面で反応性プラズマを形成するマイクロプラズマ源ユニット。

【請求項 2】

請求項 1 に記載されたプラズマ源ユニットにおいて、マイクロ流路内部にサンプルの全体またはその一部を配置することを特徴とするプラズマ加工処理を行うユニット。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載されたプラズマ源ユニットにおいて、流体界面でプラズマエッチング処理を行うユニット。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載されたプラズマ源ユニットにおいて、流体界面で表面処理を行うユニット。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載されたプラズマ源ユニットにおいて、流体界面でプラズマデポジション処理を行うユニット。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 に記載されたプラズマ源ユニットのいずれかにおいて、マイクロ流路内部から外部にサンプルを出す、または外部から内部にサンプルを入れる機構を持つユニット。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 に記載されたプラズマ源ユニットのいずれかにおいて、流体界面とサンプルの位置関係を調節する機構を持つユニット。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 に記載されたプラズマ源ユニットのいずれかにおいて、対象物（サンプルもしくは反応生成物）の温度調整機構を持つユニット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、反応性マイクロプラズマのシート状の局所的な形成と、そのサンプルへの照射応用に関する。

【背景技術】**【0002】**

液体を扱う化学合成や化学分析分野において、反応時間の短縮および高収率の合成を行うために、マイクロ加工技術を用いて製作された、断面寸法が数 mm 以下の流路から構成されるマイクロ流路またはマイクロリアクタが使用されている。マイクロ流路内部では、層流条件が安定して保持される。これは、代表長さが数 mm 以下に小さくなるため、レイノルズ数が小さくなるからである。複数の液体の混合を行うには、層流が保持されることが問題となり、拡散等を用いた様々な混合方法が提案されている。

マイクロ流路内部では流れが層流になることは、ガスにおいても同様に成り立つ。大気圧で動作するマイクロプラズマにも当てはまる。従来からのマイクロプラズマ応用では、ガス系下流の開放された空間にプラズマ活性種を流して、サンプルに照射してきた。プラズマ活性種は大気と混ざることになり、不可避的にランダムな現象が混入する。加工応用では、揺らぎを最小限にすることが求められるのに対して、ランダムな現象が混じることは問題である。

【0003】

10

20

30

40

50

例えば、Y形合流路を製作して2種のガスを導入すると、平行な層流からなる流れ場となり、両者の界面が安定形成される。ガスの一つを大気圧プラズマによって活性化し、もう一つを励起されていない反応ガスとすると、両者が接して、ガスが互いに衝突する界面においてのみ反応性プラズマが形成される。大気圧でのガスの平均自由行程から、界面の厚みはnmレベルである。揺らぎの少ないプラズマの性質を加工に応用すれば、優れた特性のエッチング、表面処理、およびデポジションが得られると期待される。

液体および気体のいずれにおいても、層流が安定して保持されることを応用して得られる流体界面を利用した技術は、例えば特許文献1から4、非特許文献1から3に開示されている。

10

【0004】

特許文献1では、液相反応における粒径1nmから1 μ mをもつナノ粒子の製造方法が開示されている。マイクロ流路を利用すると、反応温度及び反応時間を正確かつ容易に制御できる。具体的には、湯煎など加熱領域にマイクロ流路を配置したり、マイクロ流路自体を加熱したりする。粒子製造用の前駆体を含む溶液を連続的に供給しながら、所定の昇温速度で反応開始温度まで急熱して反応させたのち、所定の冷却速度で急冷し易い。短時間で粒径バラツキの少ないナノ粒子を連続的に製造する方法である。

特許文献2では、マイクロ流路内に、水と有機溶媒、気体と液体等、複数の不混和性流体を流通させた場合、分離して層状に流れ易いことを利用している。流路内壁に流路内部方向に突出し、かつ流路軸方向に延びた少なくとも一対の案内板によって、複数の流体界面を更に安定化(曲がり部を有する場合であっても安定化)できるマイクロ流路を開示している。このマイクロ流路は、流体の体積に対する流体間の界面の面積を大きくできることから、界面反応の効率向上、界面反応後の複数の不混和性流体の分離に有利となる。

20

【0005】

特許文献3では、大気圧プラズマ電極の放電面の汚れを抑えることを目的として、個別に仕切られた流路で導入する放電ガスと原料ガスを、極力混ざらないようにして導入する装置が開示されている。各ガスが合流する箇所において、ガスの対流や渦が無いような滑らかな流路とするガス供給口端部形状を示している。部品はmmサイズであるが、装置構成を工夫するとガスが混ざり難くできることを示している。

30

特許文献4では、大気圧プラズマを利用してデポジション加工する場合に、雰囲気の大気に起因した不純物の膜への混入を極力少なくする(例えばSi薄膜の成膜において、酸素や水分を少なくする)技術が開示されている。プラズマ回りに、反応ガスより供給量が多い不活性ガス(Ar、Heなど)をカーテンガスとして使用し、周辺雰囲気をパージしつつ、基板に向けて吹き出されたカーテンガスを排気ダクトにより吸引して排出する。部品サイズはmmであるが、装置構成を工夫するとガスが混ざり難くできることを示している。

40

【0006】

非特許文献1では、2種の液体をマイクロ流路に導入している。層流が形成される流路を三角形状とし、内部に屈折率の異なる液体を流すことで三角プリズムを形成している。液体の供給速度と排出速度のバランスを取ることで、三角プリズムの形状および角度、すなわち界面の位置や方向が制御できることを示している。

非特許文献2では、2種の薬液による、ナイロン高分子膜を界面に合成する技術を示している。Y形合流路の下流部の幅250 μ mのトレンチ中心に、薄膜が合成されている。

非特許文献3では、先端口径が数 μ mからサブ μ mに細くしたガラス毛细管を利用し、ガラス管内でHeガス大気圧プラズマを点灯し、500nm程度の先端

50

穴からプラズマを照射した内容を述べている。フォトレジストに対して、幅500から700nmのパターン幅を観察したことを述べている。ガラス管を通るガスが、微細な穴から流出する際の、ガス流速はkm/sオーダーである。

【0007】

【特許文献1】「ナノ粒子製造方法」公表番号：特許公開2003-225900公開日：2003年8月12日出願人：独立行政法人産業技術総合研究所

【特許文献2】「マイクロ流路」公表番号：特許公開2006-272231公開日：2006年10月12日出願人：株式会社日立製作所

【特許文献3】「薄膜形成装置」公表番号：特許公開2004-35976公開日：2004年2月5日出願人：コニカミノルタホールディングス株式会社

【特許文献4】「大気圧プラズマ処理装置」公表番号：特許公開2010-103188公開日：2010年5月6日出願人：三菱電機株式会社

【非特許文献1】"An optofluidic prism tuned by twolaminar flows", S. Xiong, A. Q. Liu, L. K. Chin, Y. Yang, Lab on a Chip, Vol. 11(2011) pp.1864-1869.

【非特許文献2】"Chemico-Functional Membrane for Integrated Chemical Processes on a Microchip", H. Hisamoto, Y. Shimizu, K. Uchiyama, M. Tokeshi, Y. Kikutani, A. Hibara, T. Kitamori, Analytical Chemistry, Vol. 75 (2003) pp.350-354.

【非特許文献3】"Production of Ultrafine Atmospheric Pressure Plasma Jet with Nano-capillary", R. Kakei, A. Ogino, F. Iwata, M. Nagatsu, Thin Solid Films Vol. 518 (2010) pp.3457-3460.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

マイクロプラズマ応用においては一般に、ガス系下流の開放された空間に配置されたサンプルにプラズマ活性なガスを流し照射している。従来、大気圧マイクロプラズマの照射領域を小さく絞ることで、処理領域の微細化が試みられてきた。通常は、プラズマ源の一部品であるガラス管など、プラズマ活性種が射出されるノズルを細くすることが試みられる。プラズマを照射する際には、ノズルからガスが流れ出すため、サンプルと密着させることは不可能である。サンプルとノズルは離れて配置することになる。プラズマ活性種は、サンプルが配置される広い空間に流れ出る。このため、プラズマ活性種は大気と混合しながら広がるとともに、不可避免的にランダムな現象が混入する。このため、サンプル加工の条件や場所に乱れが混じる。ノズル射出口を狭めるだけでは、技術的な解決にならない。以上から、加工揺らぎを小さくすることが原理的に難しい。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によれば、マイクロ流路内部において、プラズマ励起された放電ガスと励起されていない反応ガスの少なくとも2流体が合流し、上記流体界面で反応性プラズマを形成するマイクロプラズマ源ユニットが得られる。放電ガスはHeやArなどであり、大気圧プラズマを発生する。マイクロ流路のサイズは100μm程度である。内部気体流れのレイノルズ数を考える。発明者らは、幅2mm、深さ1.2mmの流路において、平均ガス流速Vが3m/sで大気圧プラズマの点火がし易いことを実験的に確認している。この流速のまま、マイクロ流路の代表長さLを100μmまで小さくすると、室温での動粘度が空気では $1.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{ s}$ であることから、レイノルズ数 $Re (= VL / \nu)$ は空気では20となる。低臨界レイノルズ数が2000程度であることから、安定して層流が保持される。流体の界面に対応するシート状の反応性プラズマが得られる。

また本発明によれば、マイクロ流路内部にサンプルの全体またはその一部を配置することを特徴とするプラズマ加工処理を行うユニットが得られる。サンプルの被加工部分がマイクロ流路内部に配置されることで、層流からなる安定な流れ

場の中にサンプルとプラズマを置くことができる。開放された空間に配置されたサンプルの場合とは異なり、プラズマ活性種は大気と混合しないため、ランダムな現象が混入することなく、サンプルに照射する条件や場所が安定する。

また本発明によれば、流体界面でプラズマエッチング処理を行うユニットが得られる。流体界面に形成されるシート状の反応性プラズマを、エッチング加工に応用できる。サンプルとガスの組み合わせによって、様々なエッチング加工ができる。シート状の反応性プラズマが照射する領域で、エッチング反応が進むため、シート状にサンプルがカットされることとなる。

また本発明によれば、流体界面で表面処理を行うユニットが得られる。流体界面に形成されるシート状の反応性プラズマを、表面処理加工に応用できる。サンプルとガスの組み合わせによって、様々な表面処理加工ができる。シート状の反応性プラズマが照射する領域で、表面処理反応が進むため、シート状にサンプルが親水化または疎水化したり、特定の原子や分子が吸着したりすることとなる。また本発明によれば、流体界面でプラズマデポジション処理を行うユニットが得られる。流体界面に形成されるシート状の反応性プラズマを、デポジション加工に応用できる。ガスの組み合わせによって、デポジション加工ができる。シート状の反応性プラズマは揺らぎの少ない反応場であり、高品質な反応生成物が得られる。

また本発明によれば、マイクロ流路内部から外部にサンプルを出す、または外部から内部にサンプルを入れる機構を持つユニットが得られる。デポジションによって得られた材料はマイクロ流路内部に蓄積されるため、これを外部に回収することが、適切な機構を組み込むことで可能となる。また、ユニット外部にあった微小サンプルを、マイクロ流路内部に配置することによって、サンプル周囲の流れを、安定な層流からなる流れ場にできる。エッチングや表面処理加工を行った後に外部に取り出すことが可能となる。

また本発明によれば、流体界面とサンプルの位置関係を調節する機構を持つユニットが得られる。例えば、エッチング加工を1度行うと、サンプルにはシート状の跡ができる。この位置に対して正確に変位させた位置に、別のシート状の跡が形成できる。マイクロ流路内部において、界面が形成される位置を任意に調整できると、位置決め誤差が少ない正確な複数個所の加工が可能となる。

また本発明によれば、内部もしくは外部において、対象物（サンプルもしくは反応生成物）の温度調整機構を持つユニットが得られる。エッチング、表面処理、およびデポジション反応のいずれにおいても、場の温度は反応結果に大きな影響を与える。また、反応を局所的に発生させるには、その場所だけを適切な温度にすることで、不要な反応が発生することを抑制できる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、安定な層流条件を利用することで、ランダムな現象が混入することの無い反応性プラズマ処理ができるマイクロプラズマ源ユニットが得られる。従来からの開放型プラズマ処理装置と比べると、サンプルの全体またはその一部の大きさがマイクロ流路内部に入る程度に小さいことが必要条件になる。その代わりに、揺らぎの少ない安定化した流体の流れ場が得られる。少なくとも2流体を混合することで、両者の界面を安定して得ることができる。大気圧では、反応性プラズマの領域は、平均自由行程程度の厚みのnmレベルである。シート状の反応性プラズマが得られる。これによるエッチング、表面処理、およびデポジション加工が可能である。マイクロ流路の特定位置に制御した形で、揺らぎの少ないプラズマ加工処理が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図は例示であり、プラズマ源ユニットを構成する、ガス流路の形状、配置、材料などは限定されるものではない。

図1は本発明の実施の形態による、プラズマ励起された放電ガスと励起されていない反応ガスの少なくとも2流体が合流し、上記流体界面で反応性プラズマを形成するマイクロプラズマ源ユニットの概略図である。1はプラズマ励起された放電ガス(例えば、He、Ar)である。プラズマ励起用の機構8にはマイクロプラズマ源(例えば、特許公開2011-249289の浮遊電極を持つ誘導結合型マイクロプラズマ源)が利用できる。2は励起されていない反応ガス(例えば、SF₆、CF₄などのC_xF_y(x、yは自然数)、O₂、CH₄、C₂H₄)である。Y形のマイクロ流路3によって、上記ガス1と2が合流する。マイクロ流路内部では流体が層流(非乱流状態)となって流れ、2流体が分離したまま流れる層流とすることができる。両ガスの流量と圧力が同じであれば、対称な流れ場となり、中心位置で2つのガスは接して界面を持つ。界面においては、プラズマ励起されたガス1と、励起されていない反応ガス2との衝突が発生し、ガス2が励起される。従って、界面にて励起された反応ガスにより、シート状の反応性プラズマ4が形成される。シートの位置や形状は、ガス流路の形状、2流体の供給量や圧力や排出量、大気圧プラズマなどの電気的條件、によって制御できる。1つのシートだけでなく複数のシートを形成することも可能である。時間的に条件を切り替えることにより流路断面で形成する、ガス流れと共に移動する、シートを形成することもできる。サンプルを配置する場所は、ガス流路内部で任意である。流体がマイクロ流路内で合流する、界面の安定性の質が重要となる。応用によっては、流路を更に小さくして、レイノルズ数をより下げることができる。例えば幅100μmの流路を、より小さくして10μmにするなどである。他にも、ガス流れの乱れを生じないように、流路の表面粗さを小さくしたり、Y形合流部の角部を先鋭化したりする技術が利用できる。以上を合わせて、揺らぎの抑制が可能である。

【0012】

図2は本発明の実施の形態による、マイクロ流路内部にサンプルの全体またはその一部を配置することを特徴とするプラズマ加工処理を行うユニットの概略図である。サンプル配置位置が流路3の中流の例である(上流、下流でも同様の機構を導入できる)。右側は、マイクロ流路内部にサンプル5を入れる、またはサンプルを出す機構6である。サンプルがマイクロ流路内部に入る大きさであるため、サンプル周囲は層流が保たれる。かつ、2流体の界面のシート状の反応性プラズマ4を、サンプルを横切る面に形成することができる。

ガスとサンプルの組み合わせによって、プラズマエッチング処理を行うことができる。シートにより、サンプルをある断面でカットできる。例えば、放電ガス1をAr、反応ガス2をSF₆、サンプル5をSiとすると、シート状の反応性プラズマ4の位置で、サンプルをエッチングできる。シートにより、サンプルをある断面でカットできる。

また別に、表面処理を行うことができる。シートにより、サンプル表面の性質を変更できる。放電ガス1をAr、反応ガス2をO₂、サンプル5を細胞とすると、シート状の反応性プラズマ4の位置で、細胞膜を表面処理できる。

また別に、ガスの組み合わせによって、プラズマデポジション処理を行うことができる。シートにより、サンプル5のある面に反応生成物を堆積できる。放電ガス1をAr、反応ガス2をCH₄とすると、シート状の反応性プラズマ4の位置で、ダイヤモンドライクカーボンをポジション処理できる。

サンプルを出し入れする機構6は、マイクロアクチュエータ等によって実現できる。マイクロ流路とアクチュエータ側の隙間には、ガス流れが生じない(流量0となる)ように封じ込めることで、シート状の反応性プラズマへの影響を最小

10

20

30

40

50

にできる。シート状の反応性プラズマの位置は、調節することができる。流体 1 および 2 の供給量や圧力や排出量を制御することで、界面位置が変更できる。サンプル位置を変更することでも、シート状の反応性プラズマとの相対位置を変更することができる。マイクロ流路内部にサンプルを入れる、またはサンプルを出すアクチュエータをマイクロ流路内部の範囲で駆動することで位置調節が可能である。

サンプルを出し入れする機構には温度調節機構 7 を組み込むことができる。この機構とサンプルは接触しているため、サンプルの温度を調節できる。これにより、エッチング、表面処理、デポジション反応を適切に行うことができる。

【0013】

図 3 は本発明の実施の形態による、マイクロ流路内部から外部にサンプルを出す機構を持つユニットの概略図である。2 流体が合流し、上記流体界面で反応性プラズマによるデポジションが進む。反応生成物はナノ粒子やシート状の反応物等である。これらのサンプル 5 を、マイクロ流路 3 の下流側にあるマイクロ流路内部から外部にサンプルを出す機構 6 によって連続的に取り出すことができる。プラズマデポジションが進むマイクロ流路、またはユニット全体には温度調節機構 7 を組み込むことができる。これによりデポジション反応を適切な環境を進めることが可能となる。マイクロ流路のように、熱容量の小さな部品の温度制御は、省エネルギーで行えると共に、急峻な温度勾配領域を形成することが可能である。これにより、僅かな反応容積の中で、効率的なデポジション反応を進めることができる。

【0014】

図 4 は本発明の実施の形態による、マイクロ流路内部にサンプルの全体またはその一部を配置することを特徴とするプラズマ加工処理を行うユニットの概略図である。マイクロ流路 3 の下流部において、サンプル 5 が配置されている。サンプルはマイクロ流路よりも大きくても良く、マイクロ流路の出射口に近接配置される。このため、流体およびシート状の反応性プラズマ 4 は僅かな隙間を通してサンプルに照射する。流体にとっての特性長を、マイクロ流路の特性長と同程度に小さくできるため、層流条件を維持することが可能である。これによりシート状の反応性プラズマによる処理をサンプルに施すことが可能である。エッチング、表面処理、デポジションのいずれも可能である。サンプルがユニットと固定される必要が無い場合、サンプルをユニットに対して走査することができる。走査機構は、マイクロ流路内部からサンプルを出したり、内部にサンプルを入れたりする機構 6 としての機能を果たす。これにより連続的にサンプルの加工が可能である。

また、図では隙間があることを示しているが、ユニットのマイクロ流路から離れた部分にサンプル側のステージと密着する部分を用意することも可能である。リング等を介して密着部からガスが四方に漏れ出すことを防ぎ、構造として用意した下流部からガスが流れ出るように流路を用意することも可能である。下流部も含めて、非乱流条件に制御し易く、層流条件を安定して実現できる。この場合にはプラズマ処理の範囲は限定されるが、ランダムな現象が混入することを確実に抑えることができる。加工は、サンプル側のステージにユニットを固定配置し、流れ場を形成し、プラズマ点灯によるシート状の反応性プラズマ形成、プラズマ消灯、サンプルに対するユニット場所の変更という、一連の処理を繰り返すこととなる。シート状の反応性プラズマの位置調節は、流体条件を変更することによっても可能である。

また、サンプル側のステージには、温度調整機構 7 を組み合わせることが可能である。これにより、エッチング、表面処理、およびデポジション反応を適切に行うことができる。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0015】

プラズマ領域の一部もしくは全てがcmを下回る、マイクロプラズマ源には、多くの種類が報告されている。圧力が高くなると、小さなサイズでもプラズマ点灯に有利となる。圧力に応じた、高密度なプラズマが得られる。中でも大気圧プラズマは、低圧プラズマの場合に必須であった真空チャンバーが不要になることから装置が簡単で安価になり、真空引きが要らないことからプロセス時間が短くできる。これまで、開放された空間に置かれた、大きな部品を対象として発展してきた。例えば、プラスチック容器への水性塗料印字を可能にするための表面処理、医療用メスの硬化処理、食物の殺菌などである。

10

対して、細胞のように、小さな空間に配置できるサンプルがある。一般的な細胞のサイズは $10\ \mu\text{m}$ である。細胞壁に反応性プラズマを照射し、特定領域を活性化するなどの処理である。放電ガスに、ArやHeを利用し、反応ガスに O_2 を利用すると、反応性酸素プラズマのシートが、細胞の特定領域の殺菌やクリーニング処理をすることになる。また、微細な部品としては、Si材料を多く使うICやMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)チップがある。反応ガスに SF_6 を利用できる。これらにシート状の反応性プラズマを照射すると、シート状にカットされたSiチップを製作できる。ボールレンズを半分にカットすれば半球レンズが製作できる。デポジションによって得られる材料例としては、カーボンナノチューブ、グラフェン、ダイヤモンドドライカーボンなどがある。反応ガスには CH_4 、 C_2H_6 、 C_2H_2 などが利用できる。粉状で、マイクロ流路内部に溜まる材料を、外部に取り出して利用できる。

20

上記処理のいずれにおいても、ガス流れの性質を利用し、揺らぎを少なくできると優れた特性を得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態による、プラズマ励起された放電ガスと励起されていない反応ガスの少なくとも2流体が合流し、上記流体界面で反応性プラズマを形成するマイクロプラズマ源ユニットの概略図である。

30

【図2】本発明の実施の形態による、マイクロ流路内部にサンプルの全体またはその一部を配置することを特徴とするプラズマ加工処理を行うユニットの概略図である。

【図3】本発明の実施の形態による、マイクロ流路内部から外部にサンプルを出す機構を持つユニットの概略図である。

【図4】本発明の実施の形態による、マイクロ流路内部にサンプルの一部を配置することを特徴とするプラズマ加工処理を行うユニットの概略図である。

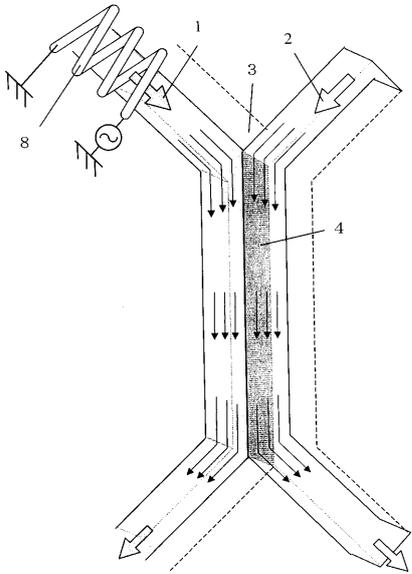
【符号の説明】

【0017】

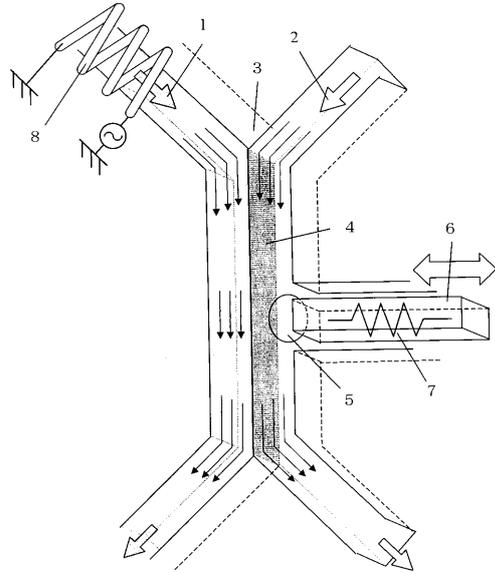
- 1・・・放電ガス
- 2・・・反応ガス
- 3・・・マイクロ流路
- 4・・・シート状の反応性プラズマ
- 5・・・サンプル
- 6・・・マイクロ流路内部にサンプルを入れる、またはサンプルを出す機構、両矢印は移動方向の例
- 7・・・温度調節機構(ヒータやペルチェ素子、および温度センサなど)
- 8・・・プラズマ励起用の機構

40

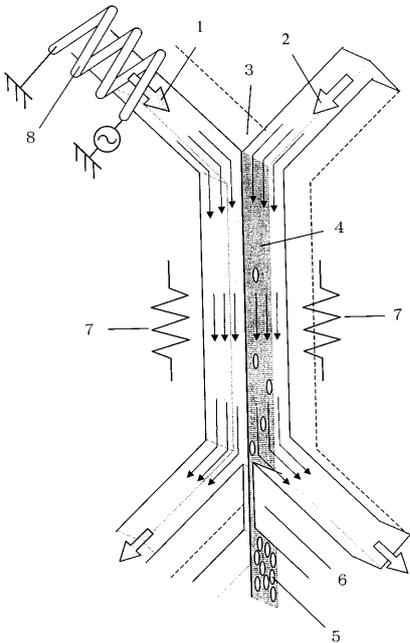
【 図 1 】



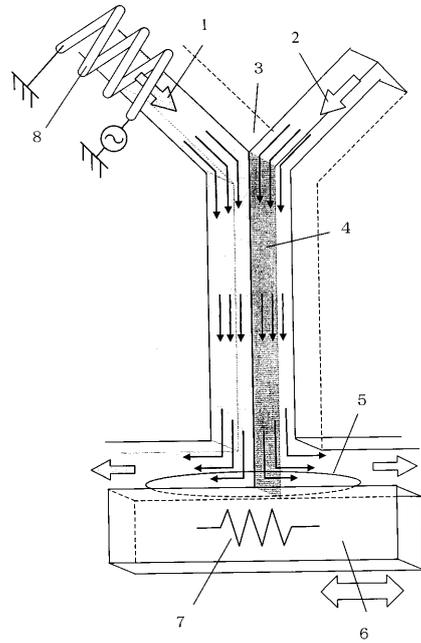
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

【要約の続き】

【選択図】 図1