

(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2012-38469
(P2012-38469A)

(43) 公開日 平成24年2月23日(2012.2.23)

(51) Int.Cl.
H05H 1/24 (2006.01)

F I
H05H 1/24

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-175611 (P2010-175611) (22) 出願日 平成22年8月4日 (2010.8.4)</p> <p>特許法第30条第1項適用申請有り 平成22年3月7日 財団法人科学技術交流財団発行の「I S P I a s m a 2 0 1 0」に発表</p>	<p>(71) 出願人 592032636 学校法人トヨタ学園 愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1</p> <p>(71) 出願人</p> <p>(74) 代理人 110000578 名古屋国際特許業務法人</p> <p>(72) 発明者 原 民夫 愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1 学校法人トヨタ学園内</p> <p>(72) 発明者 大嶋 伸明 愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1 学校法人トヨタ学園内</p>
---	---

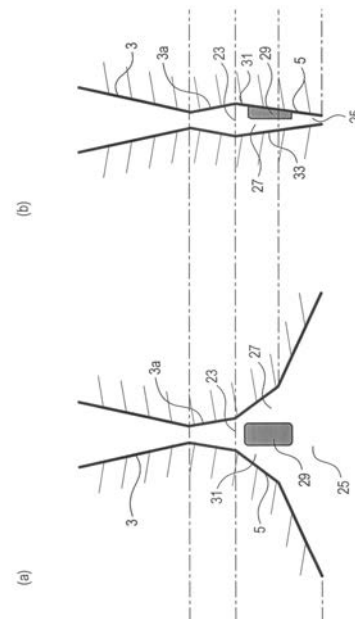
(54) 【発明の名称】 大気圧プラズマジェット装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 横幅が大きい材料を短時間且つ低コストで処理できる大気圧プラズマジェット装置を提供する。

【解決手段】 単1のガス種、又はプラズマ中において相互に化学反応しにくい2以上のガス種から成る原料ガスを用いて大気圧プラズマジェットを発生させる大気圧プラズマジェット発生手段3と、大気圧プラズマジェットのプラズマプルームを噴出するノズル5と、を備え、ノズル5は、出口側開口部25の断面形状が細長いスリット形状であるとともに、その内部に、プラズマプルームをスリット形状の長手方向に広げる拡散部材29を有する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

単1のガス種、又はプラズマ中において相互に化学反応しにくい2以上のガス種から成る原料ガスを用いて大気圧プラズマジェットを発生させる大気圧プラズマジェット発生手段と、

前記大気圧プラズマジェットのプラズマプルームを噴出するノズルと、

を備え、

前記ノズルは、出口側開口部の断面形状が細長いスリット形状であるとともに、その内部に、前記プラズマプルームを前記スリット形状の長手方向に広げる拡散部材を有することを特徴とする大気圧プラズマジェット装置。

10

【請求項2】

前記拡散部材は、前記ノズル内部の側壁に設けられた凸部であることを特徴とする請求項1記載の大気圧プラズマジェット装置。

【請求項3】

前記拡散部材は、前記ノズル内部に設けられたルーバー状部材であることを特徴とする請求項1記載の大気圧プラズマジェット装置。

【請求項4】

前記単1のガス種は、窒素、又は酸素であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の大気圧プラズマジェット装置。

【請求項5】

前記2以上のガス種から成る原料ガスは、窒素又は酸素である第1のガスと、希ガスである第2のガスとの混合ガスであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の大気圧プラズマジェット装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、各種材料表面のクリーニングや親水性改善のために用いられる大気圧プラズマジェット装置に関する。

【背景技術】

【0002】

これまで産業界では、各種材料表面のクリーニングや親水性改善のために低圧プラズマが用いられてきたが、最近、低圧プラズマに代わり、大気圧プラズマジェット（特許文献1参照）を用いる場合が増加してきている。その理由は、大気圧プラズマジェットを用いれば処理速度が速いことに加え、真空容器や真空排気装置を必要としないため、装置のコストが格段に安価であること、さらに、原料ガスとして、空気や窒素のような安価なガスが使用できるので、運転コストが安いこと等である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特表2002-542586号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

産業界で大気圧プラズマジェットが使用されることが増えるに従い、横幅が大きい材料を短時間且つ低コストで処理することが望まれるようになった。しかしながら、大気中にプラズマを噴出するプラズマジェット装置では、従来、プラズマプルームの直径は1cm程度であり、材料の表面改質を行う場合に1回の掃引動作で処理できる横幅は1cm程度に限られる。そのため、横幅が大きい材料の表面処理には、掃引動作を何度も繰り返すか、多数のプラズマジェットノズルを横に並べて処理する必要があった。その結果、横幅が大きい材料を短時間且つ低コストで処理することは困難であった。

50

【0005】

本発明は以上の点に鑑みなされたものであり、横幅が大きい材料を短時間且つ低コストで処理できる大気圧プラズマジェット装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の大気圧プラズマジェット装置は、

単1のガス種、又はプラズマ中において相互に化学反応しにくい2以上のガス種から成る原料ガスを用いて大気圧プラズマジェットを発生させる大気圧プラズマジェット発生手段と、前記大気圧プラズマジェットのプラズマプルームを噴出するノズルと、を備え、前記ノズルは、出口側開口部の断面形状が細長いスリット形状であるとともに、その内部に、前記プラズマプルームを前記スリット形状の長手方向に広げる拡散部材を有することを特徴とする。

10

【0007】

本発明の大気圧プラズマジェット装置によれば、プラズマプルームが、ノズルの出口側開口部から十分遠距離まで到達し、しかも、プラズマプルームが幅広く形成される。そのため、本発明の大気圧プラズマジェット装置を用いれば、一度の掃引で幅広くプラズマプルームを照射することができ、結果として、横幅が大きい材料を効率よく均一に表面改質できる。また、多数のプラズマジェットノズルを横に並べて処理する必要が無いため、低コストでの処理が可能になる。

【0008】

これは、単1のガス種、又はプラズマ中において相互に化学反応しにくい2以上のガス種から成る原料ガスを用いることで、プラズマがノズル内で減衰しにくいこと、及び拡散部材がプラズマプルームを出口側開口部の長手方向にそって幅広く均一に分布させたためであると推測できる。

20

【0009】

前記拡散部材としては、例えば、ノズル内部の側壁に設けられた凸部、ノズル内部に設けられたルーバー状部材等が挙げられる。

前記単1のガス種としては、例えば、窒素、又は酸素が挙げられる。前記2以上のガス種から成る原料ガスとしては、例えば、窒素又は酸素である第1のガスと、希ガス（例えば、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドンから成る群から選ばれた1種以上）である第2のガスとの混合ガスが挙げられる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】大気圧プラズマジェット装置の全体構成を表す説明図である。

【図2】(a)はスリットの長手方向を含む断面におけるスリットノズル5の側断面図であり、(b)はスリットの長手方向に直交する断面におけるスリットノズル5の側断面図である。

【図3】スリットの長手方向を含む断面におけるスリットノズル5の側断面を表す写真である。

【図4】(a)はスリットの長手方向を含む断面におけるスリットノズル5の側断面図であり、(b)はスリットの長手方向に直交する断面におけるスリットノズル5の側断面図である。

40

【図5】表面処理後の材料の表面における接触角の測定結果を表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の実施形態を説明する。

<実施形態>

1. 大気圧プラズマジェット装置1の全体構成

大気圧プラズマジェット装置1の全体構成を図1に基づいて説明する。大気圧プラズマジェット装置1は、大気圧プラズマジェット発生手段3と、スリットノズル5とから成る

50

。

【0012】

上記大気圧プラズマジェット発生手段3は、周知の構造を有し、具体的には、プラズマジェット筒7、パルス電源9、内部電極11、外部電極13、及びプラズマジェットノズル15を備える。この大気圧プラズマジェット発生手段3は、以下のようにして大気圧プラズマジェットを発生させる。すなわち、原料ガス17は、プラズマジェット筒7内で原料ガスが渦巻き18を生じるように、プラズマジェット筒7の上端より、中心軸を外して斜めに吹き込まれる。パルス電源9を用いて、パルス幅約20マイクロ秒の高電圧パルスが、内部電極11と外部電極13の間に、繰返し周波数16kHzにて印加される。このときの平均入力電力は0.7~1kWである。最初の放電はプラズマジェット筒7上部の電極間距離の小さなおとこで開始する。1つのパルス放電から次のパルス放電までの時間間隔が短いので、前の放電で生じたプラズマは次のパルス放電までアフターグロープラズマとして残留する。このため、次の放電はこのアフターグロープラズマを通して容易に行われる。しかし、原料ガス17は絶えず流れているため、プラズマも原料ガス17と共に下流のプラズマジェットノズル15先端付近へと移動する。そして、内部電極11の先端とプラズマジェットノズル15の内部先端との安定な放電プラズマ19として維持される。このとき、放電はパルス放電であるため、放電電流の経路はプラズマジェット筒7内部にとどまる。そして、アフターグロープラズマは、プラズマジェットノズル15及びスリットノズル5を通り、プラズマブルーム21として噴出する。このプラズマブルーム21は、処理物22の処理に用いることができる。

10

20

【0013】

2. スリットノズル5の構成

スリットノズル5の構成を、図2、及び図3を用いて説明する。図2(a)は、スリットノズル5が備えるスリット(後述する出口側開口部25)の長手方向を含む断面におけるスリットノズル5の側断面図であり、図2(b)は、スリットの長手方向に直交する断面におけるスリットノズル5の側断面図である。図3は、図2(a)と同じ方向から見た、スリットノズル5の側断面を表す写真である。

【0014】

スリットノズル5は、大気圧プラズマジェット発生手段3に接続する入口側開口部23から、出口側開口部25に至る、プラズマブルーム21の通路27を備える。スリットノズル5と大気圧プラズマジェット発生手段3との接続部は密閉されており、そこから空気が混入することはない。入口側開口部23の断面形状は円形であり、その内径は10mmである。出口側開口部25の断面形状は、長辺7cm、短辺1.5mmの細長いスリット形状であり、図2(a)における左右方向がスリットの長手方向(長辺に平行な方向)となる。通路27の長さは4cmである。図2(a)の方向から見た通路27の幅は、出口側開口部25に近づくにつれて、徐々に広がる。一方、図2(b)の方向から見た通路27の幅は、出口側開口部25に近づくにつれて、徐々に狭くなる。

30

【0015】

スリットノズル5において、通路27を囲む側壁には、凸部29が設けられている。より詳しい凸部29の位置は、通路27を囲む側壁のうち、出口側開口部25の長手方向と平行な側壁31上である。凸部29の上下方向における位置は、入口側開口部23と出口側開口部25との間である。また、図2(a)の方向から見た凸部29の左右方向における位置は、通路27の左右方向における中心と一致し、また、出口側開口部25の左右方向における中心と一致する。凸部29と、反対側の側壁33との間には、図2(b)に示すように、隙間が存在する。

40

【0016】

なお、大気圧プラズマジェット発生手段3のうち、スリットノズル5を接する部分は、絶縁体からなる絶縁部3aとなっている。

3. 大気圧プラズマジェット装置1の使用法

原料ガスの種類を窒素とし、原料ガスの流量を30L/minとして、大気圧プラズマ

50

ジェット発生手段3にてプラズマプルーム21を発生させた。このとき、プラズマプルーム21は、スリットノズル5の出口側開口部25から1cm先まで噴出した。また、プラズマプルーム21は、図1に示すように、出口側開口部25の長手方向において、幅広く均一に噴出した。

【0017】

これは、単一のガス種(窒素)を用いることで、プラズマがスリットノズル5内でほとんど減衰しなかったこと、及び凸部29がプラズマの流れを制御し(スリットの長手方向における中心部でのプラズマ流の抵抗を高めてスリットの両端部へプラズマを再配分し)、プラズマプルーム21を出口側開口部25の長手方向にそって幅広く均一に分布させたためであると推測できる。また、スリットノズル5は、空気中の酸素がプラズマに混入することを防いでいるため、プラズマの減衰が一層抑制されたと推測できる。また、図2(b)に示すように、凸部29と、反対側の側壁33との間に隙間が存在することにより、スリットの長手方向における中心部でのプラズマ流の抵抗が過度に大きくならず、中心部にもプラズマプルーム21が配分される。

10

【0018】

4. 大気圧プラズマジェット装置1の作用効果

大気圧プラズマジェット装置1によれば、上述したように、プラズマプルーム21は、スリットノズル5の出口側開口部25から十分遠距離まで到達し、しかも、プラズマプルーム21が幅広く形成される。そのため、大気圧プラズマジェット装置1を用いれば、一度の掃引で幅広くプラズマプルームを照射することができ、結果として、横幅が大きい材料を効率よく均一に表面改質できる。

20

【0019】

このことを以下の試験により確かめた。大気圧プラズマジェット装置1を用いて、横幅が大きい材料の表面を一度の掃引で処理した。そして、処理後の材料の表面における水の接触角を測定した。その結果を図5に示す。図5における横軸は、掃引方向に直交する方向の位置座標であり、0の位置がプラズマプルーム21の中心位置である。また、図5における縦軸は、処理後の材料の表面における水の接触角である。図5に示すように、1回の掃引のみで、非常に幅広い範囲が効果的に処理され、その部分では水の接触角が大幅に低下していた。

30

【0020】

5. 変形例

スリットノズル5は、図2に示すものの代わりに、図4に示すものであってもよい。図4(a)は、スリットノズル5が備えるスリットの長手方向を含む断面におけるスリットノズル5の側断面図であり、図4(b)は、スリットの長手方向に直交する断面におけるスリットノズル5の側断面図である。

【0021】

このスリットノズル5の構成は、基本的には、図2に示すものと同様であるが、凸部29の代わりに、ルーバー部材35を備えている。ルーバー部材35は、複数の板状部材37から構成される。板状部材37はそれぞれ、出口側開口部25の長手方向と直交する向きに取り付けられる。また、板状部材37は、図4(a)における左右方向に沿って並べて配列され、左右方向における中央に位置するものは、鉛直に立ち、左右両端に近づくにつれて、鉛直方向に対して傾斜している。傾斜の向きは、板状部材37の下端が外側となる向きである。また、板状部材37は、図4(b)に示すように、一方の側壁31から反対側の側壁33にまで到達している。

40

【0022】

この変形例でも、プラズマプルーム21は、スリットノズル5の出口側開口部25から十分遠距離まで到達し、しかも、プラズマプルーム21が幅広く形成される。そのため、大気圧プラズマジェット装置1を用いれば、一度の掃引で幅広くプラズマプルームを照射することができ、結果として、横幅が大きい材料を効率よく均一に表面改質できる。

【0023】

50

この変形例では、ルーバー部材 3 5 が、プラズマの流れを制御し（スリットの長手方向における中心部でのプラズマをスリットの両端部へ再配分し）、プラズマプルーム 2 1 を出口側開口部 2 5 の長手方向にそって幅広く均一に分布させていると推測できる。

<比較例 1 >

前記実施形態と基本的には同様の構成を有するが、原料ガスとして空気（窒素と酸素との混合ガス）を用いる大気圧プラズマジェット装置についてプラズマプルームの形成を試みた。その結果、スリットノズル 5 からプラズマの噴出が観測できなかった。また、表面改質の効果も得られなかった。これは、プラズマ中において窒素と酸素が相互に化学反応し、プラズマが減衰してしまったためであると推測できる。

<比較例 2 >

前記実施形態と基本的には同様の構成を有するが、スリットノズル 5 の内部に、凸部 2 9 及びルーバー部材 3 5 のいずれも備えられていない大気圧プラズマジェット装置についてプラズマプルームの形成を試みた。その結果、プラズマプルームは、極く狭い範囲のみ形成された。これは、スリットノズル 5 の内部に凸部 2 9 及びルーバー部材 3 5 のいずれも備えられていないため、プラズマの流れが制御されなかったためである。

【0024】

尚、本発明は前記実施の形態になんら限定されるものではなく、本発明を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

例えば、プラズマプルームを出口側開口部 2 5 の長手方向に広げるためにスリットノズル 5 の内部に設ける部材は、凸部 2 9 及びルーバー部材 3 5 には限定されず、上記の目的を達する形状のものを広く用いることができる。

【0025】

また、原料ガスは、酸素であってもよい。また、原料ガスは、希ガスと窒素との混合ガスであってもよいし、希ガスと酸素との混合ガスであってもよい。

【符号の説明】

【0026】

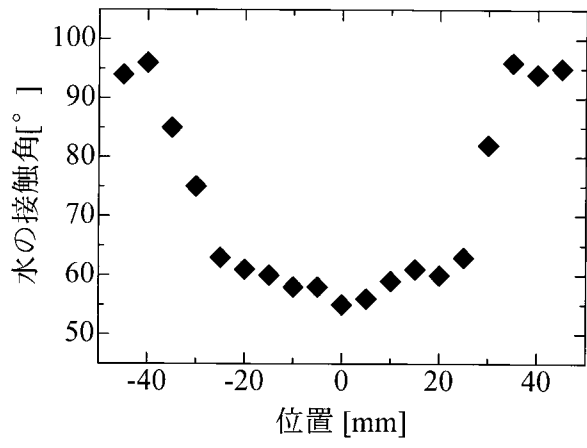
1・・・大気圧プラズマジェット装置、3・・・大気圧プラズマジェット発生手段、
3a・・・絶縁部、5・・・スリットノズル、7・・・プラズマジェット筒、9・・・パルス電源、
11・・・内部電極、13・・・外部電極、15・・・プラズマジェットノズル、
17・・・原料ガス、18・・・渦巻き、19・・・放電プラズマ、21・・・プラズマプルーム、
22・・・処理物、23・・・入口側開口部、25・・・出口側開口部、27・・・通路、
29・・・凸部、31、33・・・側壁、35・・・ルーバー部材、37・・・板状部材

10

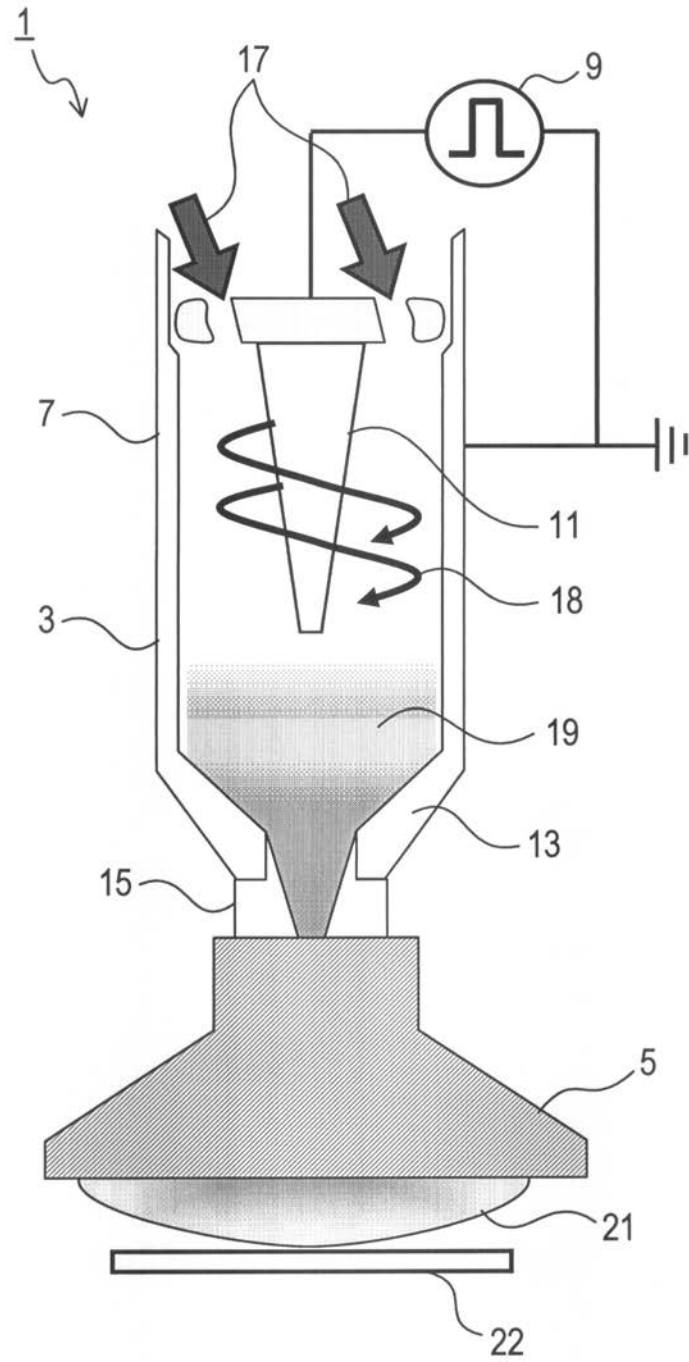
20

30

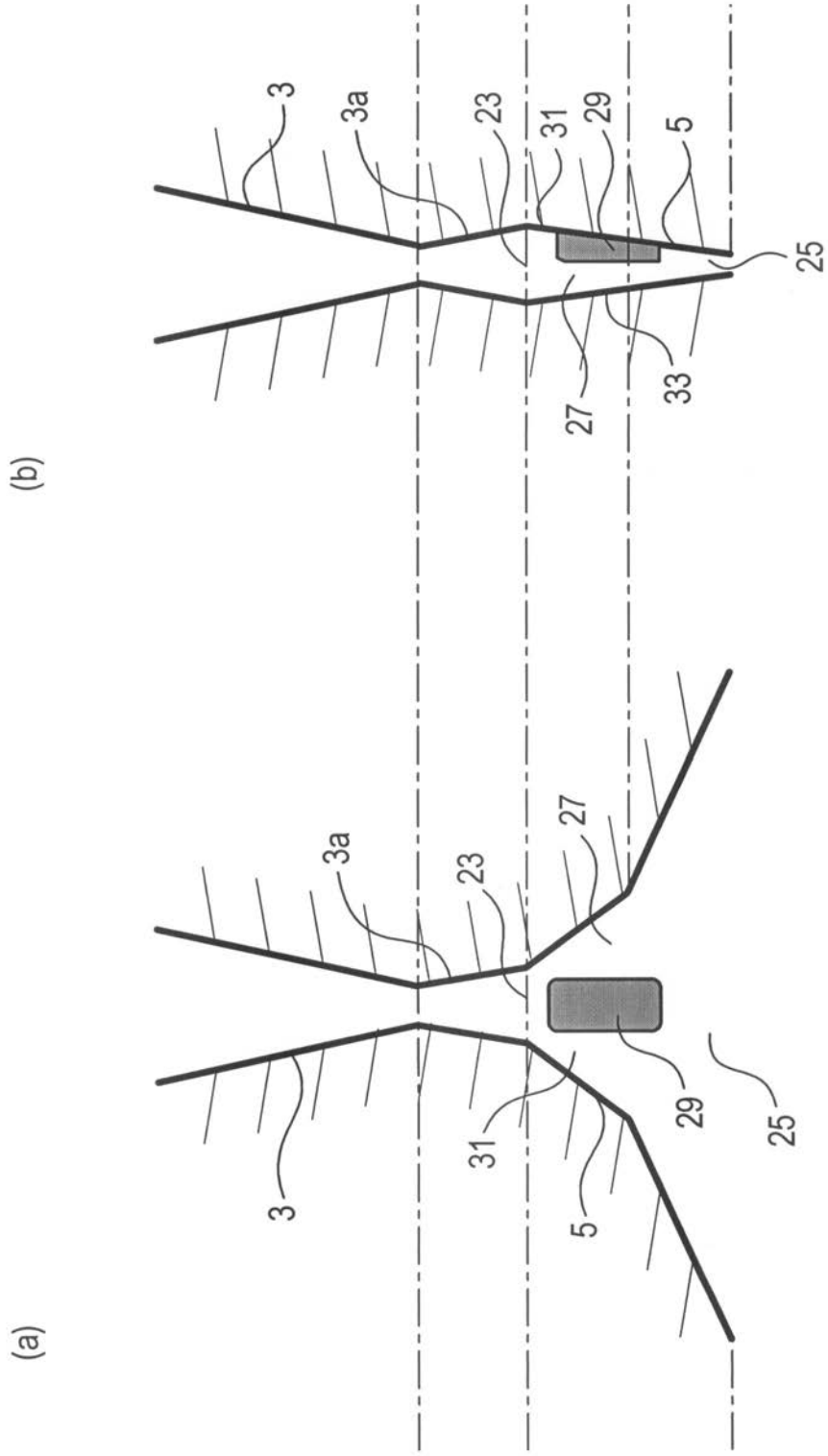
【図5】



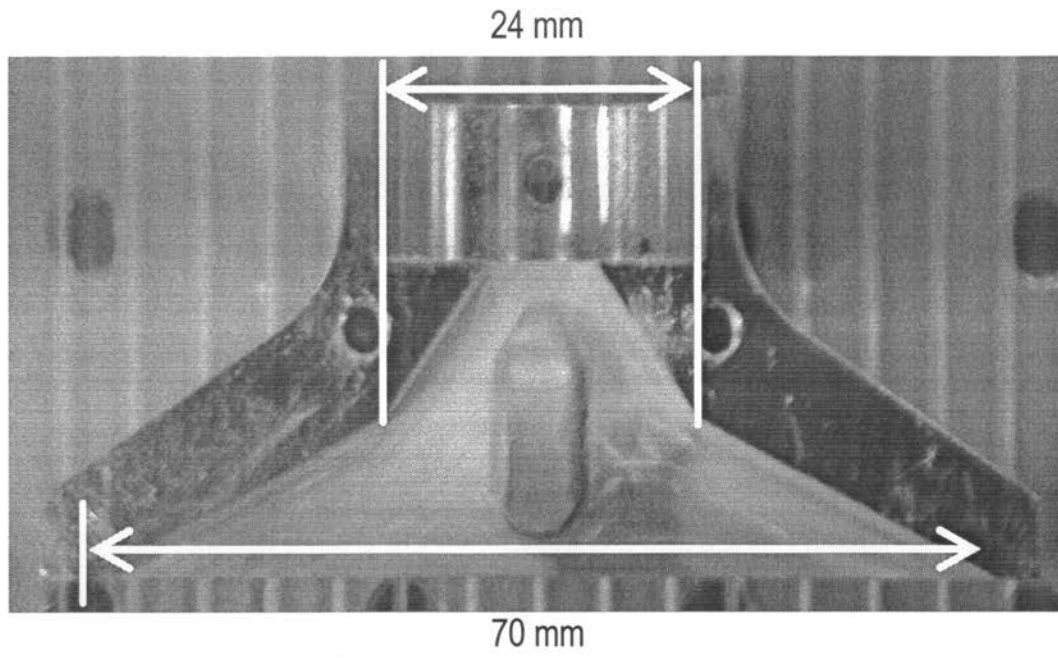
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

