

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6628639号

(P6628639)

(45) 発行日 令和2年1月15日 (2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月13日 (2019.12.13)

(51) Int. Cl.		F I	
H05H	1/26	(2006.01)	H05H 1/26
H05H	1/24	(2006.01)	H05H 1/24
B01J	19/08	(2006.01)	B01J 19/08 E

請求項の数 2 (全 95 頁)

(21) 出願番号	特願2016-38575 (P2016-38575)	(73) 特許権者	509025876
(22) 出願日	平成28年3月1日 (2016.3.1)		アルファ株式会社
(62) 分割の表示	特願2015-201545 (P2015-201545)		愛知県春日井市白山町六丁目6番地8
原出願日	平成27年10月9日 (2015.10.9)	(73) 特許権者	302055139
(65) 公開番号	特開2017-73375 (P2017-73375A)		堀 富士夫
(43) 公開日	平成29年4月13日 (2017.4.13)		愛知県春日井市白山町2丁目6番地7 サ
審査請求日	平成30年9月12日 (2018.9.12)		ンライズ白山301号
		(74) 代理人	100112472
			弁理士 松浦 弘
		(74) 代理人	100202223
			弁理士 軸見 可奈子
		(72) 発明者	堀 富士夫
			愛知県春日井市白山町六丁目6番地8 ア
			ルファ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水平方向又は水平方向に対する斜め方向に中心軸が延びる筒状をなし、処理対象である粉粒体が収容されるか又は通過する処理空間を内側に有する中空絶縁部材と、

前記処理空間内にプラズマを発生させるための電圧が印加される第1プラズマ生成電極及び第2プラズマ生成電極と、を備えるプラズマ処理装置において、

前記第1プラズマ生成電極は、前記中空絶縁部材の周方向のうち下側に配され、

前記第2プラズマ生成電極は、螺旋羽根形状をなして、前記中空絶縁部材の内部で回転可能に備えられているプラズマ処理装置。

【請求項2】

水平方向又は水平方向に対する斜め方向に中心軸が延びる筒状をなし、処理対象である粉粒体が収容されるか又は通過する処理空間を内側に有する中空絶縁部材と、

前記処理空間内にプラズマを発生させるための電圧が印加される第1プラズマ生成電極及び第2プラズマ生成電極と、を備えるプラズマ処理装置において、

前記第2プラズマ生成電極が前記中空絶縁部材の内部に配される一方、前記第1プラズマ生成電極が前記中空絶縁部材の周方向のうち下側に配されるか、又は、前記第2プラズマ生成電極と前記第1プラズマ生成電極とが共に前記中空絶縁部材の周方向のうち下側に配され、

前記中空絶縁部材は、外部から動力を受けて前記中心軸回りに回転駆動される筒形回転容器であるプラズマ処理装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、処理対象をプラズマによって処理するプラズマ処理装置及び処理対象にプラズマを照射するためのプラズマトーチに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、プラズマ処理装置として、先端が処理対象としての粒子群の表面に位置するようにプラズマフレームを照射するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-083510号公報（段落[0007]、第11図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のプラズマ処理装置又はプラズマトーチにおいては、処理対象へのプラズマ照射の効率の向上が求められていた。

【0005】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、処理対象へのプラズマ照射の効率の向上が可能なプラズマ処理装置及びプラズマトーチの提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するためになされた請求項1の発明は、水平方向又は水平方向に対する斜め方向に中心軸が延びる筒状をなし、処理対象である粉粒体が収容されるか又は通過する処理空間を内側に有する中空絶縁部材と、前記処理空間内にプラズマを発生させるための電圧が印加される第1プラズマ生成電極及び第2プラズマ生成電極と、を備えるプラズマ処理装置において、前記第1プラズマ生成電極は、前記中空絶縁部材の周方向のうち下側に配され、前記第2プラズマ生成電極は、螺旋羽根形状をなして、前記中空絶縁部材の内部で回転可能に備えられているプラズマ処理装置である。

30

【0010】

請求項2の発明は、水平方向又は水平方向に対する斜め方向に中心軸が延びる筒状をなし、処理対象である粉粒体が収容されるか又は通過する処理空間を内側に有する中空絶縁部材と、前記処理空間内にプラズマを発生させるための電圧が印加される第1プラズマ生成電極及び第2プラズマ生成電極と、を備えるプラズマ処理装置において、前記第2プラズマ生成電極が前記中空絶縁部材の内部に配される一方、前記第1プラズマ生成電極が前記中空絶縁部材の周方向のうち下側に配されるか、又は、前記第2プラズマ生成電極と前記第1プラズマ生成電極とが共に前記中空絶縁部材の周方向のうち下側に配され、前記中空絶縁部材は、外部から動力を受けて前記中心軸回りに回転駆動される筒形回転容器であるプラズマ処理装置である。

40

【発明の効果】

【0046】

〔請求項1の発明〕

請求項1の発明によれば、第1及び第2のプラズマ生成電極との間に電圧が印加されると、処理空間のうち第1及び第2のプラズマ生成電極の間に位置する処理対象にプラズマが照射されるため、処理対象へのプラズマ照射の確実性を向上することができ、処理対象へのプラズマ照射の効率を向上することが可能となる。

【0047】

なお、本発明のプラズマ処理装置及びプラズマトーチを用いて、以下に列挙した処理、及び実施例で示した処理を効率よく行うことができる。

50

A. 廃棄物処理・環境浄化：(1) 有害ガス・液体・固体および粉粒体処理物の分解処理。
(2) ガス・液体・固体および粉粒体処理物の脱臭処理。

B. 酸化、還元処理：(1) 水素を添加し、活性化をして水素ラジカルを生成する事で、
酸化処理物の還元処理。(2) 酸素を添加し、活性化をして酸素ラジカルまたはオゾン
を生成する事で、対象処理物の酸化処理。

C. 表面処理：(1) クリーニング効果では、物質表面の吸着した空気中に含まれる水分、
空気中に浮遊しているカビ菌、ウィルス、雑菌、チリ、ホコリ、花粉、ダニの死がい・
フンなどが有機物として付着し汚れの原因とて、また、原子間引力、静電気も汚れが付着
する原因となっている。これらに対して分子レベルでの分解・気化除去する事で、物質表
面がクリーニング処理される。さらに、清浄な物質表面は親水性化し、濡れ性、接着性、
溶解性の向上が得られる。(2) コーティング効果では、処理下でCVDをはじめとした
コーティング処理、撥水化処理、表面硬化処理、表面改質処理等が行える。

D. 官能基付与：各種処理物表面への、水酸基やアミノ基等の官能基の付与。

E. 滅菌、殺菌、洗浄処理：(1) 食品、医薬品、衛生用品、医療用品等に対しては、プ
ラズマ生成粒子がカビ菌、ウィルス、雑菌、細菌、カビ胞子に衝突することで、細胞壁を
破壊させての滅菌および、殺菌。および、プラズマ生成オゾンによる、滅菌、殺菌。(2)
チリ、ホコリ、花粉、ダニの死がい・フンなどの有機物等に対しては、プラズマ生成粒
子がこれらに対して分子レベルでの分解・気化除去する事での洗浄。

F. 物質分解：ラジカルや励起原子などの高エネルギー粒子の衝突による、化学結合切断
物質分解。または、高エネルギー粒子の衝突による、微粒子の熱分解。

G. 新物質創造：物質創造工学で研究されている、有機、無機から生体分子に至る幅広い
物質を対象とした、新しい機能性有機物質の開発。原子・分子レベルからの高機能セラミ
ックスの製作。従来にない高度な機能を持つ触媒や光・電子機能分子材料の製作。ナノレ
ベルにおける分子の集合化と微粒子の製作。膜材料であるナノ薄膜等の製作。

H. プラズマ洗浄：4のプラズマ処理部を気密チャンバ(図示しない)とし、チャンバ内
部にロボットを据え、ロボットアームにプラズマトーチを持たせて構成し、チャンバ内に
置かれた処理物を、プラズマジェットで洗浄処理を行ってもよい。プラズマ洗浄はドライ
処理の為、廃液が出ず、乾燥工程も不要で大幅なコスト削減が可能な処理である。

I. 焼成、焼結処理：焼成、焼結処理が可能な機器構成とし、焼成、焼結処理を行っても
よい。

(参考：樹脂業界では、220度で焼成、ガラス転移温度帯を焼結としている。)

また、一般的な粉粒体処理装置での、粉粒体に、ファンデルワールス力、静電気力、液
架橋力等が働き、粉粒体同士が付着、凝集し、凝集物が形成されてしまうことが考えられ
る。これに対して本実施形態のプラズマ処理によって、粉粒体がプラズマ処理されること
で、粉粒体の表面が修飾され、上記現象の解消または軽減が行える。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の第1実施形態に係るジェットミルの側断面図

【図2】ジェットミルの平断面図

【図3】(A)プラズマトーチ25の断面図、(B)プラズマトーチ25の断面図

【図4】プラズマトーチ23の断面図

【図5】(A)プラズマトーチ23の拡大断面図、(B)プラズマトーチ23の拡大断面
図

【図6】変形例に係るプラズマトーチ26の断面図

【図7】変形例に係るプラズマトーチ27の断面図

【図8】変形例に係るプラズマトーチ28の断面図

【図9】変形例に係るプラズマトーチ29の断面図

【図10】変形例に係るプラズマトーチ30の断面図

【図11】変形例に係るプラズマトーチ21の断面図

【図12】変形例に係るプラズマトーチ24の断面図

【図 1 3】	変形例に係るジェットミルの側断面図	
【図 1 4】	変形例に係るプラズマトーチ 2 2 の断面図	
【図 1 5】	第 2 実施形態に係るジェットミルの側断面図	
【図 1 6】	第 3 実施形態に係る粉碎装置の斜視図	
【図 1 7】	第 4 実施形態に係る分散装置の側断面図	
【図 1 8】	第 5 実施形態に係る分散装置の拡大側断面図	
【図 1 9】	第 6 実施形態に係る混合装置の斜視図	
【図 2 0】	混合装置におけるプラズマトーチ周辺の拡大図	
【図 2 1】	第 7 実施形態に係る垂直回転混合機の正面図	
【図 2 2】	回転している垂直回転混合機の概念図	10
【図 2 3】	第 8 実施形態に係るリボン羽根混合機の斜視図	
【図 2 4】	リボン羽根の平面図	
【図 2 5】	第 9 実施形態に係る振動ふるい機の正面図	
【図 2 6】	振動ふるい機上部の正断面図	
【図 2 7】	上排出通路周辺の拡大断面図	
【図 2 8】	第 1 0 実施形態に係る振動ふるい機の上排出通路周辺の拡大断面図	
【図 2 9】	第 1 1 実施形態に係る集塵装置の正面図	
【図 3 0】	第 1 2 実施形態に係るガス輸送装置の正面図	
【図 3 1】	(A) 変形例に係る輸送配管に取り付けられたプラズマトーチ 2 4 の断面図、 (B) 変形例に係る輸送配管に取り付けられたプラズマトーチ 2 7 の断面図	20
【図 3 2】	プラズマトーチ 2 4 が複数取り付けられた輸送配管の概念図	
【図 3 3】	(A) 変形例に係る輸送配管に取り付けられたプラズマトーチ 2 2 の断面図、 (B) 変形例に係る輸送配管に取り付けられたプラズマトーチ 2 6 の断面図	
【図 3 4】	変形例に係る輸送配管の側断面図	
【図 3 5】	変形例に係る輸送配管の断面図	
【図 3 6】	変形例に係る輸送配管の断面図	
【図 3 7】	第 1 3 実施形態に係る輸送配管のループ部の平面図	
【図 3 8】	ループ部の断面図	
【図 3 9】	ループ部の側面図	
【図 4 0】	変形例に係るループ部の断面図	30
【図 4 1】	変形例に係るループ部の断面図	
【図 4 2】	変形例に係るループ部の断面図	
【図 4 3】	変形例に係るループ部の側断面図	
【図 4 4】	変形例に係るループ部の平断面図	
【図 4 5】	第 1 4 実施形態に係る流路ケースの平断面図	
【図 4 6】	流路ケースの正断面図	
【図 4 7】	変形例に係る流路ケースの側断面図	
【図 4 8】	変形例に係る流路ケースの側断面図	
【図 4 9】	変形例に係る流路ケースの側断面図	
【図 5 0】	第 1 5 実施形態に係る格子流路の斜視図	40
【図 5 1】	格子流路の正断面図	
【図 5 2】	格子流路の側断面図	
【図 5 3】	第 1 6 実施形態に係るプラズマトーチの側断面図	
【図 5 4】	変形例に係るプラズマトーチの側断面図	
【図 5 5】	第 1 7 実施形態に係るチューブ処理装置の側断面図	
【図 5 6】	(A) 変形例に係る輸送配管の側断面図、(B) A - B - C - D 線組合せ断面図	
【図 5 7】	第 1 8 実施形態に係るプラズマ処理室の概念図	
【図 5 8】	プラズマ処理室の側断面図	
【図 5 9】	変形例に係るプラズマ処理室の側断面図	50

【図 6 0】 第 1 9 実施形態に係る振動コンベアの斜視図	
【図 6 1】 振動コンベアの正断面図	
【図 6 2】 ベルトコンベアの側断面図	
【図 6 3】 回転テーブルコンベアの斜視図	
【図 6 4】 (A) 第 2 0 実施形態に係るスクリーコンベアの側断面図、(B) スクリューコンベアの正断面図	
【図 6 5】 (A) 第 2 1 実施形態に係るスクリーコンベアの側断面図、(B) スクリューコンベアの正断面図	
【図 6 6】 変形例に係るスクリーコンベアの側面図	
【図 6 7】 変形例に係るスクリーコンベアの拡大断面図	10
【図 6 8】 変形例に係るスクリーコンベアの概念図	
【図 6 9】 変形例に係る羽根の概念図	
【図 7 0】 第 2 2 実施形態に係るプラズマトーチ 2 9 を用いた流路の側断面図	
【図 7 1】 プラズマトーチ 2 9 を用いた流路の拡大断面図	
【図 7 2】 プラズマトーチ 2 9 を用いた流路の拡大断面図	
【図 7 3】 プラズマトーチ 2 9 を用いた流路の拡大断面図	
【図 7 4】 変形例に係る流路の側断面図	
【図 7 5】 第 2 3 実施形態に係るプラズマ移動装置の側断面図	
【図 7 6】 第 2 4 実施形態に係るプラズマ処理システムの概念図	
【図 7 7】 処理対象供給部の断面図	20
【図 7 8】 パイプの拡大図	
【図 7 9】 第 1 処理対象回収部及び第 2 処理対象回収部の概念図	
【図 8 0】 ガス清浄部の概念図	
【図 8 1】 ガスバッファータンク部の概念図	
【図 8 2】 プラズマ処理部における温度制御の概念図	
【図 8 3】 第 2 5 実施形態に係る無放電を用いたプラズマ処理機構の概念図	
【図 8 4】 粉粒体の大きさ比較の概念図	
【図 8 5】 粉粒体の大きさ比較の概念図	
【図 8 6】 第 2 7 実施形態に係る始動電極を有さない大口径配管の側断面図	
【図 8 7】 始動電極を有する大口径配管の側断面図	30
【図 8 8】 始動電極を有する大口径配管の側断面図	
【図 8 9】 変形例に係る始動電極を有する大口径配管の側断面図	
【図 9 0】 変形例に係る大口径配管の側断面図	
【図 9 1】 第 2 8 実施形態に係る面処理プラズマトーチの斜視図	
【図 9 2】 面処理プラズマトーチの側断面図	
【図 9 3】 細孔板の平面図	
【図 9 4】 面処理プラズマトーチの正面図	
【図 9 5】 (A) 可動電極が下端に位置するときの面処理プラズマトーチの正断面図、(B) 可動電極が上端に位置するときの面処理プラズマトーチの正断面図	
【図 9 6】 第 2 9 実施形態に係る筒形回転処理装置の側断面図	40
【図 9 7】 筒形回転処理装置の正断面図	
【図 9 8】 筒形回転処理装置における流路の説明図	
【図 9 9】 (A) 内部電極の側面図 (B) 粉砕メディアの断面図	
【図 1 0 0】 筒形回転処理装置におけるプラズマ処理の説明図	
【図 1 0 1】 内部電極及び外部電極間におけるプラズマ処理の拡大説明図	
【図 1 0 2】 (A) 変形例に係る筒形回転容器の拡大図 (B) 内部電極の拡大断面図	
【図 1 0 3】 変形例に係る筒形回転処理装置の正断面図	
【図 1 0 4】 変形例に係る導体ローラー電極の斜視図	
【図 1 0 5】 (A) 変形例に係る導体ローラー電極の断面図 (B) 支持軸の断面図	
【図 1 0 6】 変形例に係る筒形回転処理装置の側断面図	50

【図 1 0 7】	変形例に係る筒形回転処理装置の正断面図	
【図 1 0 8】	変形例に係る筒形回転処理装置の側断面図	
【図 1 0 9】	変形例に係る筒形回転処理装置の正断面図	
【図 1 1 0】	(A) 変形例に係る分割電極の拡大断面図 (B) 分割電極及び導体ローラー電極の説明図	
【図 1 1 1】	(A) 変形例に係る筒形回転処理装置の正断面図 (B) 分割電極の説明図	
【図 1 1 2】	(A) 変形例に係る導体ローラー電極の説明図 (B) 導体ローラー電極の正面図	
【図 1 1 3】	変形例に係る導体ローラー電極の断面図	
【図 1 1 4】	変形例に係る導体ローラー電極の断面図	10
【図 1 1 5】	変形例に係る導体ローラー電極の断面図	
【図 1 1 6】	変形例に係る導体ローラー電極の断面図	
【図 1 1 7】	変形例に係る導体ローラー電極及び外部電極の説明図	
【図 1 1 8】	変形例に係る導体ローラー電極の断面拡大図	
【図 1 1 9】	変形例に係る分割電極の説明図	
【図 1 2 0】	変形例に係る筒形回転処理装置の側面図	
【図 1 2 1】	変形例に係る筒形回転処理装置の側面図	
【図 1 2 2】	第 3 0 実施形態に係る縦形回転処理装置の側断面図	
【図 1 2 3】	変形例に係る縦形回転処理装置の側断面図	
【図 1 2 4】	変形例に係る縦形回転処理装置の側断面図	20
【図 1 2 5】	変形例に係る縦形回転処理装置の側断面図	
【図 1 2 6】	第 3 1 実施形態に係る攪拌処理装置の正断面図	
【図 1 2 7】	攪拌処理装置の上面図	
【図 1 2 8】	第 1 及び第 2 プラズマ生成電極の断面図	
【図 1 2 9】	変形例に係る攪拌処理装置の正断面図	
【図 1 3 0】	(A) 変形例に係る第 1 プラズマ生成電極の断面図 (B) 第 2 プラズマ生成電極の断面図	
【図 1 3 1】	変形例に係る攪拌処理装置の正断面図	
【図 1 3 2】	変形例に係る攪拌処理装置の正断面図	
【図 1 3 3】	変形例に係る容器の配置における説明図	30
【図 1 3 4】	変形例に係る攪拌処理装置における渦流の説明図	
【図 1 3 5】	第 3 2 実施形態に係る同芯平行平板電極の側面図	
【図 1 3 6】	同芯平行平板電極の斜視図	
【図 1 3 7】	変形例に係る同芯平行平板電極の斜視図	
【図 1 3 8】	変形例に係る同芯平行平板電極の斜視図	
【発明を実施するための形態】		
【0 0 4 9】		
[第 1 実施形態]		
以下、図 1 ～図 5 に基づいて、本発明の「プラズマ処理装置」に相当するジェットミル 1 0 について説明する。図 1 及び図 2 に示すように、ジェットミル 1 0 は、内側に処理室 1 1 を有する中空円盤状の筐体 1 0 A と、筐体 1 0 A の外側部に連結して外方に延び、処理室 1 1 の円周部に開口したベンチュリーノズル 1 2 と、を備えている。また、図 1 に示すように、筐体 1 0 A には、平面中央に、上壁 1 0 J を貫通して処理室 1 1 と外部とを連通する排出用筒 1 4 と、下壁 1 0 U から排出用筒 1 4 の下端部付近まで突出したセンターポール 1 3 と、が設けられている。	40	
【0 0 5 0】		
図 2 に示すように、ベンチュリーノズル 1 2 は、その中心軸 1 2 J が、ベンチュリーノズル 1 2 の開口中心と処理室 1 1 の中央部とを通る直線 P 1 に対して、2 0 ～7 0 ° 傾くように固定されている (図 2 における θ が 2 0 ～7 0 ° である)。		
【0 0 5 1】		50

ベンチュリーノズル12には、プラズマトーチ25が取り付けられている。図3に示すように、プラズマトーチ25は、円筒状をなしかつ絶縁部材からなる絶縁パイプ25P（本発明の「中空絶縁部材」に相当する）に、絶縁パイプ25Pを挟んで対向する第1及び第2のプラズマ生成電極25A、25Bが取り付けられてなる。これら第1及び第2のプラズマ生成電極25A、25Bは、プラズマ電源部15の異極にそれぞれ接続されている。

【0052】

絶縁パイプ25Pの一端の開口は、例えばアルゴン等のプラズマ生成ガスと粉粒体である処理対象Wとが供給される供給口25Sとなっていて、他端の開口は、供給口25Sから取り込まれたプラズマ生成ガスと処理対象Wとが噴出される噴出口25Fとなっている。

10

【0053】

そして、プラズマ生成ガスが供給されている状態で第1及び第2のプラズマ生成電極25A、25Bに電圧が印加されると、第1及び第2のプラズマ生成電極25A、25B間にプラズマが発生し、絶縁パイプ25P内を通過する処理対象Wにプラズマが照射される。また、プラズマ生成ガスの流速によっては、第1及び第2のプラズマ生成電極25A、25B間に発生したプラズマがプラズマ生成ガスの流圧によって噴出口25Fから外方へ飛び出し、プラズマフレームとなる。なお、絶縁パイプ25Pの内部が本発明の「処理空間」、「ガス通路」及び「対象流路」に相当する。

20

【0054】

図2に示すように、筐体10Aの外側部には、処理室11と外部とを連通する貫通孔10Bが複数形成されていて、各貫通孔10Bには、プラズマトーチ23がそれぞれ取り付けられている。本実施形態のジェットミル10では、7つのプラズマトーチ23と上述したベンチュリーノズル12とが、45°間隔で配置されている。また、各プラズマトーチ23は、ベンチュリーノズル12と同様に、その中心線23Jがプラズマトーチ23の噴出口23Fの開口中心と処理室11の中央部とを通る直線P2に対して、20〜70°傾くように固定されている。

【0055】

30

図4に示すように、プラズマトーチ23は、円筒状をなしかつ絶縁部材からなる絶縁パイプ23Pと、絶縁パイプ23Pの一端に接続された絶縁部材からなる基端ブロック23K（本発明の「閉塞部材」に相当する）と、を備えている。絶縁パイプ23Pには、基端ブロック23Kと反対側の端部寄り位置に、絶縁パイプ23Pの外面を覆う円筒状の第1プラズマ生成電極23A（本発明の「筒形電極」に相当する）が備えられている。

【0056】

基端ブロック23Kは、絶縁パイプ23Pと同一径の円柱の中心に貫通孔23Lが形成されてなる。この貫通孔23Lには、第2プラズマ生成電極23Bが取り付けられている。第2プラズマ生成電極23Bは、断面円形の金属棒23Cが絶縁性の内側パイプ23Dにより被覆されてなり（以下、適宜「棒状被覆電極」という）、一端が貫通孔23Lに嵌着され、他端が第1プラズマ生成電極23Aと重なり合う位置まで延びている。第1プラズマ生成電極23Aと第2プラズマ生成電極23Bとは、プラズマ電源部15の異極にそれぞれ接続されている。なお、金属棒23Cのうち基端ブロック23Kに覆われている部分には、基端ブロック23Kの外部まで突出した電極突出部23Eが形成されていて、この電極突出部23Eがプラズマ電源部15に接続されている。なお、絶縁パイプ23Pと内側パイプ23Dとが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、絶縁パイプ23Pと内側パイプ23Dとの間の空間が本発明の「ガス通路」に相当する。

40

【0057】

また、第2プラズマ生成電極23Bには、基端ブロック23Kの貫通孔23L内と絶縁パイプ23Pの内部とを連通するガス流路23Tが形成されている。詳細には、ガス流路

50

23Tは、金属棒23Cの一端から他端側に向かって金属棒23Cの中心軸上に延びた第1通路23Vと、第1通路23Vの先端から側方に延びた第2通路23Uとからなる。さらに、基端ブロック23Kの貫通孔23Lのうち絶縁パイプ23Pと反対側の端部には、ガス供給管23Gが装着されていて、プラズマ生成ガスは、このガス供給管23Gから供給され、貫通孔23L、ガス流路23Tを通過して、絶縁パイプ23P内に流入する。そして、プラズマ生成ガスが供給されている際に、第1プラズマ生成電極23Aと第2プラズマ生成電極23Bとに電圧が印加されると、第1プラズマ生成電極23Aと第2プラズマ生成電極23Bとの間にプラズマが発生し、そのプラズマがプラズマ生成ガスの流圧によって噴出口23Fからプラズマフレームとして噴出される。

【0058】

10

本実施形態のジェットミル10の構成は以上である。次に、ジェットミル10の作用効果について説明する。本実施形態のジェットミル10では、プラズマトーチ25から放出された処理対象Wが処理室11の外周部に沿って移動すると共に、プラズマトーチ23からのプラズマ生成ガスによるジェット流によって旋回し、処理対象W同士が衝突して粉碎される。そして、大きい粗粉は、遠心力により処理室11の外周部に留まり、粉碎が続けられる一方、十分小さくなった微粉は、排出用筒14から排出される。

【0059】

ここで、本実施形態のジェットミル10では、処理対象Wは、プラズマ生成ガスと共にプラズマトーチ25に供給され、第1及び第2のプラズマ生成電極25A、25B間を通過してプラズマフレームと共にベンチュリーノズル12へ噴出されるので、処理対象Wへのプラズマ照射の確実性が向上され、処理対象Wへのプラズマ照射の効率が向上される。

20

【0060】

また、プラズマトーチ23は、処理対象Wの流路に向けてプラズマフレームを噴射するので、これによっても処理対象Wへのプラズマ照射の確実性が向上され、処理対象Wへのプラズマ照射の効率が向上される。

【0061】

さらに、プラズマトーチ23は、第2プラズマ生成電極23Bにプラズマ生成ガスを流入するための流路が形成されているので、例えば、絶縁パイプ23Pに分岐管を設け、そこからプラズマ生成ガスを流入する構成とするよりも、プラズマトーチ23をコンパクトにすることができる。なお、このプラズマトーチ23を単体で手に持って使用する場合には、コンパクトであるため、ハンドリングが容易になり、処理対象Wへのプラズマ照射の効率が向上される。

30

【0062】

また、本実施形態によれば、高速気流粉碎を行うのと同時に、プラズマ気相化学反応処理が行える。プラズマ気相化学反応処理を施せば、微粉および、近年での粒子のナノ化により凝集粉体として供された処理対象であっても、高速気流粉碎機的能力を下げ、解砕機能の性能範囲で使用し、高速気流粉碎機内を循環させ、所望するプラズマ気相化学反応処理を施した粒子を得ることができる。

【0063】

本実施形態のジェットミル10は、以下のように変更してもよい。

40

【0064】

(1) ベンチュリーノズル12に取り付けるプラズマトーチとして、プラズマトーチ25に代えて、図6～10に示されるプラズマトーチ26～30を用いてもよい。図6に示すように、プラズマトーチ26は、絶縁パイプ26Pに、帯状の金属シートからなる第1及び第2のプラズマ生成電極26A、26Bを平行に、かつ、螺旋状に巻き付けてなる。なお、絶縁パイプ26Pが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、絶縁パイプ26Pの内部が本発明の「処理空間」、「ガス通路」及び「対象流路」に相当する。

【0065】

なお、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極26A、26B間には、凸状の螺旋誘電体具26R（絶縁パイプ26Pと一体とする、または接着等で取り付け）が設けられて

50

いて、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極26A、26B間での短絡が防止される。これにより、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極26A、26B間の距離を短くでき、放電に使用する電力容量の省エネルギー化が図れる。また、同一電源、同一流路であれば、プラズマを生成できる範囲を長くすることができる。

【0066】

図7に示されるプラズマトーチ27は、直線状に延びた直線パイプ27Tと、その一端寄り位置からその一端側に向かって斜め側方に延びた分岐パイプ27Uと、を有する枝付きパイプ27Pを備えている。第1プラズマ生成電極27Aは、リング状をなし、枝付きパイプ27Pにおける直線パイプ27Tに複数巻付けられていて、第2プラズマ生成電極27Bは、棒状被覆電極からなり直線パイプ27Tの内側に收容されている。なお、第2プラズマ生成電極27Bの一端は、直線パイプ27Tの一端を閉塞する閉塞部材27Hに固定されている。また、直線パイプ27Tの一端部には、プラズマ生成ガスが供給されるガス供給口27Gが備えられている。また、分岐パイプ27Uの先端部は処理対象Wを供給する供給口27Sとなっている。なお、枝付きパイプ27Pが本発明の「絶縁パイプ」に相当し、枝付きパイプ27Pと棒状被覆電極の内側パイプとが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、枝付きパイプ27Pの内部が本発明の「処理空間」、「ガス通路」、「対象流路」に相当する。

10

【0067】

図8に示されるプラズマトーチ28は、第1プラズマ生成電極28Aの構成が上述したプラズマトーチ27と異なる。即ち、プラズマトーチ28では、第1プラズマ生成電極28Aが、枝付きパイプ28Pにおける直線パイプ28Tの略全体に巻かれた金属シートにより構成されている。なお、枝付きパイプ28Pが本発明の「絶縁パイプ」に相当し、枝付きパイプ28Pと棒状被覆電極の内側パイプとが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、枝付きパイプ28Pの内部が本発明の「処理空間」、「ガス通路」、「対象流路」に相当する。

20

【0068】

図9に示されるプラズマトーチ29は、第1プラズマ生成電極29Aの構成が上述したプラズマトーチ27と異なる。即ち、プラズマトーチ29では、第1プラズマ生成電極29Aが、2本の帯状の金属シートが枝付きパイプ29Pにおける直線パイプ28Tに平行にかつ螺旋状に巻かれた構成となっている。なお、枝付きパイプ29Pが本発明の「絶縁パイプ」に相当し、枝付きパイプ29Pと棒状被覆電極の内側パイプとが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、枝付きパイプ29Pの内部が本発明の「処理空間」、「ガス通路」、「対象流路」に相当する。

30

【0069】

図10に示されるプラズマトーチ30は、円筒状の絶縁パイプ30Pに、プラズマ電源部15の一方の電極に接続されるリング状の第1プラズマ生成電極30Aと、他方の電極に接続されるリング状の第2プラズマ生成電極30Bとを、交互に巻かれてなる。

【0070】

また、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極30A、30B間には、凸状の誘電体具30R（絶縁パイプ30Pと一体とする、または接着等で取り付け）が設けられ、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極30A、30B間での短絡が防止される。これにより、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極30A、30B間の距離を短くでき、放電に使用する電力容量の省エネルギー化が図れる。または、同一電源、同一流路であれば、プラズマを生成できる範囲を長くすることができる。

40

【0071】

なお、プラズマトーチ30に設けられる第1及び第2のプラズマ生成電極30A、30Bは、複数ずつであってもよいし、1つずつであってもよい。なお、絶縁パイプ30Pが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、絶縁パイプ30Pの内部が本発明の「処理空間」、「ガス通路」及び「対象流路」に相当する。

【0072】

50

(2) ベンチュリーノズル 12 に取り付けるプラズマトーチとして、プラズマトーチ 25 に代えて、図 11、12 に示されるプラズマトーチ 21、24 を用いてもよい。図 11 に示すように、プラズマトーチ 21 は、枝付きパイプ 21P における分岐パイプ 21U に、互いに対向する第 1 及び第 2 のプラズマ生成電極 21A、21B を備え、分岐パイプ 21U の先端部が、プラズマ生成ガスが供給されるガス供給口 21G となっている。そして、第 1 及び第 2 のプラズマ生成電極 21A、21B に電圧が印加された状態で、プラズマ生成ガスが供給されると、プラズマフレイムが発生し、このプラズマフレイムは、分岐パイプ 21U の基端部まで延びた後、直線パイプ 21T の他端部側へ進行する。枝付きパイプ 21P における直線パイプ 21T の一端部は処理対象 W が供給される供給口 21S となっていて、ここから供給された処理対象 W は、他端部側へ向かう途中でプラズマフレイムを通過し、プラズマ処理される。なお、枝付きパイプ 21P が本発明の「絶縁パイプ」、「中空絶縁部材」に相当し、直線パイプ 21T の内部が本発明の「対象流路」に相当し、分岐パイプ 21U 及び直線パイプ 21T の内部が本発明の「ガス通路」に相当する。

10

【0073】

図 12 に示されるプラズマトーチ 24 は、第 1 及び第 2 のプラズマ生成電極 24A、24B の構成が上述したプラズマトーチ 21 と異なる。即ち、プラズマトーチ 24 では、第 1 プラズマ生成電極 24A が枝付きパイプ 24P における分岐パイプ 24U の外面を覆う円筒状となっていて、第 2 プラズマ生成電極 24B が、棒状被覆電極となっている。また、分岐パイプ 24U の先端部には、貫通孔 24L が形成された閉塞ブロック 24K が備えられていて、第 2 プラズマ生成電極 24B はこの閉塞ブロック 24K の貫通孔 24L に嵌着されている。また、第 2 プラズマ生成電極 24B には、枝付きパイプ 24P 内と貫通孔 24L とを連通するガス通路 24T が形成されると共に、電極突出部 24E が設けられている。なお、枝付きパイプ 24P が本発明の「絶縁パイプ」に相当し、枝付きパイプ 24P と棒状被覆電極の内側パイプとが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、直線パイプ 24T の内部が本発明の「対象流路」に相当し、分岐パイプ 24U 及び直線パイプ 24T の内部が本発明の「ガス通路」に相当する。

20

【0074】

(3) 図 13 に示すように、ベンチュリーノズル 12 に処理対象 W を投入するための投入口 16 を備えると共に、ベンチュリーノズル 12 に取り付けるプラズマトーチとして、上述したプラズマトーチ 23 や、図 14 に示されるプラズマトーチ 22 を用い、ベンチュリーノズル 12 にプラズマフレイムを照射する構成であってもよい。この構成であっても、投入口 16 から投入された処理対象 W がベンチュリーノズル 12 を通過する際に、プラズマトーチ 23 又はプラズマトーチ 22 によりプラズマフレイムを照射され、プラズマ処理が行われる。

30

【0075】

図 14 に示されるプラズマトーチ 22 は、金属シートが枝付きパイプ 22P における直線パイプ 22T の少なくとも一部に巻かれてなる第 1 プラズマ生成電極 22A と、直線パイプ 22T に収容された棒状被覆電極からなる第 2 プラズマ生成電極 22B と、を有していて、枝付きパイプ 22P の分岐パイプ 22U の先端部がプラズマ生成ガスが供給されるガス供給口 22G となっている。この構成によれば、プラズマ生成ガスの流量を多くできるので、プラズマ生成ガスが直線パイプ 22 に流れ込んだときの流圧が大きくなり、プラズマフレイムを大きくすることができる。なお、枝付きパイプ 22P と棒状被覆電極の内側パイプとが本発明の「中空絶縁部材」に相当し、第 1 プラズマ生成電極 22A が本発明の「筒形電極」に相当し、分岐パイプ 22U 及び直線パイプ 22T の内部が本発明の「ガス通路」に相当する。

40

【0076】

(4) 貫通孔 10B に取り付けるプラズマトーチとして、プラズマトーチ 23 に代えて、プラズマトーチ 22 を用いてもよい。

【0077】

(5) 貫通孔 10B に取り付けるプラズマトーチとして、プラズマトーチ 23 に代えて、

50

プラズマトーチ26～30を用いてもよい。この場合、各供給口26S～30Sから各種添加剤を投入してもよく、各種添加剤を投入すると、プラズマ雰囲気中に処理対象Wに対し、添加剤を長時間にわたり滞留させ、添加剤による処理効果を向上させることができる。

【0078】

(6) 本実施形態のジェットミル10は、処理対象Wが水平方向で旋回する構成であったが、縦型旋回高速気流粉碎機や、すべての粒子を衝突板ないしは衝突ブロックに衝突させ、その大きな衝撃力で粉碎を行う水平衝突板方式高速気流粉碎機、縦型衝突板方式高速気流粉碎機に本発明を適用してもよい。衝突板方式高速気流粉碎機を、粉碎ノズルに図5～図11のプラズマトーチのいずれかを配置して、処理対象Wをプラズマトーチ内を通過させ、衝突ブロックに処理対象Wを衝突させて粉碎をする。または、粉碎ノズル（またはガス噴出ノズルを含む）先端にリング電極を設け、衝突ブロックが電極となる構成にして、両方を絶縁体被覆、ないしは片方を絶縁体被覆して、粉碎ノズル先端電極と衝突ブロック電極（図示しない）をプラズマ電源部15に接続して、プラズマが生成できる機構を設け、粉碎ノズル先端電極と衝突ブロック電極間でプラズマを生成して、処理対象Wを粉碎ノズル電極から噴出させ、衝突ブロック電極に処理対象Wを衝突させて粉碎に用いてもよい。また、回転する回転羽根車で粉碎物を分級する機構を持つ装置では、回転羽根と静止しているカバーに上述の機構を設けて用いてもよい（特開平5-337394の、図1、図2参照）。または、経路の一部を狭窄し全ての粒子が通過する機構を設け、その部分にプラズマを生成し、プラズマ処理を行う構成にしてもよい。また、処理対象Wが水平方向で旋回する経路に、図14の第1及び第2のプラズマ生成電極22A、22Bを、上下方向で対向するように配置し、対向する第1及び第2のプラズマ生成電極22A、22B間でプラズマを生成し、ないしは線状電極、面状電極を用いてプラズマ処理を行う構成にしてもよい。また、本機構を湿式の縦型、横型の衝突板方式高速気流粉碎機に用いてもよい。

【0079】

(7) 各種プラズマトーチ5～10は、プラズマ生成ガスの流速が大きい場合、プラズマジェットを発生させるプラズマトーチとして用いることが可能である。また、プラズマ生成ガスの流速が小さい場合であっても、各種プラズマトーチ5～10内に処理対象を通過させ、通過する処理対象にプラズマ処理を行うプラズマ処理通路として用いることが可能である。

【0080】

(8) 各種プラズマトーチ22、23、27、28、29を、プラズマ生成ガスと共に、加熱装置、超音波霧化装置、ミスト生成装置で発生させた蒸気または霧を導入し、プラズマトーチ22、23、27、28、29内でプラズマ化させ、水蒸気プラズマトーチ、水プラズマトーチとして用いてもよい。また、これらをハンディガンの中に組み込み、ハンディガンタイププラズマトーチとし、使用または、ロボットアーム等に取り付け、自動プラズマ処理ロボット、として用いてもよい。

【0081】

なお、プラズマトーチ25～30は、それら自体が本発明の「プラズマ処理装置」としても機能する。

【0082】

[第2実施形態]

図15に基づいて本発明の第2実施形態を説明する。本実施形態のジェットミル40（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）は、特開2013-163162号公報に記載されているジェットミルに、プラズマを発生させる構成を取り込んだものとなっている。詳細には、ジェットミル40は、絶縁部材からなる本体ケース40Kと、本体ケース40Kに取り付けられて水平方向で対向配置された1対のジェット装置41、41と、を有している。また、本体ケース40Kには、1対のジェット装置41、41間の処理通路42と、処理通路42から下側方に延びた排出通路43と、が形成されている。

【0083】

各ジェット装置４１は、処理対象Ｗを含むスラリーを高速噴射する噴射部（図示せず）と、オリフィスが形成された金属ブロック４４を３つ有する３連オリフィスノズル４５と、からなり、噴射したスラリーを３連オリフィスノズル４５を介して処理通路４２へ送り出す。また、１対の３連オリフィスノズル４５、４５には、上流側の金属ブロック４４、４４に、プラズマ電源部１５の１対の電極１５Ａ、１５Ｂから延びた電線４０Ａ、４０Ｂがそれぞれ接続されている。

【００８４】

本実施形態の構成は以上である。次に本実施形態の動作を説明する。本実施形態のジェットミル４０では、噴射部から噴射されたスラリーが３連オリフィスノズル４５を通過して処理通路４２へ高速噴射される。そして、対向する３連オリフィスノズル４５、４５からそれぞれ高速噴射されたスラリー同士が衝突して、処理対象Ｗが粉碎され、排出通路４３から排出される。

10

【００８５】

ここで、３連オリフィスノズル４５、４５はプラズマ電源部１５と接続されていて３連オリフィスノズル４５、４５が「第１プラズマ生成電極」及び「第２プラズマ生成電極」として作用し、１対の３連オリフィスノズル４５、４５間、つまり、処理通路４２（本発明の「処理空間」に相当する）内にプラズマが発生し、オリフィスから噴射されるスラリーがプラズマ処理される。このように、本実施形態によれば、粉碎が通過する処理通路４２を挟むように「第１プラズマ生成電極」及び「第２プラズマ生成電極」が配置されることにより、処理対象物Ｗへのプラズマ照射の確実性が向上され、処理対象物Ｗへのプラズマ照射の効率が向上される。また、あらかじめスラリーに各種添加剤を投入すれば、プラズマ照射によるプラズマ生成反応で、プラズマ反応がなされた添加剤を付与した粉碎処理物が得られる。

20

【００８６】

なお、図１５に示されるジェットミル４０では、ジェット装置４１が１対であったが、複数のジェット装置が１点に向いている構成であってもよい。この場合であっても、液流衝突粉碎点は１点であるので、取り付ける電極は一組でもよいし、複数であってもよい。また気流衝突粉碎を行い、処理対象Ｗ、Ｌを処理してもよい。

【００８７】

〔第３実施形態〕

30

図１６に基づいて本発明の第２実施形態の「プラズマ処理装置」である粉碎装置５０について説明する。本実施形態の粉碎装置５０は、特開２００４－３５１３２５号公報に記載されている粉碎装置に、プラズマトーチ２３及びプラズマトーチ２５を取り付けた構成となっている。

【００８８】

粉碎装置５０は、円筒状のスクリーン５１を収容する本体ケース５０Ａの上部にホッパー５０Ｂを有すると共に、下部に排出口５０Ｃを有する構成となっていて、ホッパー５０Ｂから供給された粉粒体である処理対象Ｗが粉碎されて、スクリーン５１を通過して排出口５０Ｃから排出される構成になっている。

【００８９】

40

そして、本体ケース５０Ａにおける下端部のうちスクリーン５１の外周面に対向する位置に設けられた貫通孔５０Ｄに上述したプラズマトーチ２３が設けられると共に、排出口５０Ｃにプラズマトーチ２５が設けられている。

【００９０】

上述した構成によれば、処理対象Ｗが粉碎される処理空間にプラズマトーチ２３によりプラズマフレームが照射されると共に、排出口５０Ｃから排出された処理対象Ｗがプラズマトーチ２５内を通過する際にプラズマ処理される。

【００９１】

本実施形態の粉碎装置５０は、以下のように変更してもよい。

【００９２】

50

(1) 貫通孔50Dに取り付けられるプラズマトーチとして、プラズマトーチ23の代わりに、プラズマトーチ22を用いてもよい。

【0093】

(2) 排出口50Cに取り付けられるプラズマトーチとして、プラズマトーチ25の代わりに、プラズマトーチ26～30を用いてもよい。

【0094】

(3) 粉碎装置50の本体ケース50A内に円筒状のスクリーン51と回転軸51Jに軸着されたローター（回転体）51Rが回転可能に備えられている。ローター51Rの最外周部の衝撃片51Sは円筒状のスクリーン51とクリアランスを保持した形で、本体ケース50A内で回転している。ローター51R、衝撃片51Sと円筒状のスクリーン51に誘電体処理を施し、回転軸51Rのプーリ51P側終端にロータリーコネクタを設けた構成で、ロータリーコネクタとスクリーン51をプラズマ電源部15に接続して、粉碎装置50にプラズマ生成機構を具備（図示しない）した機構とし、ロータリーコネクタ・回転軸51J・ローター51Rを介した衝撃片51Sとスクリーン51間にプラズマを発生させプラズマ処理を行ってもよい。また、スクリーン51に固定粉碎突起を設けた円筒を配置した装置では、固定粉碎突起円筒を電極として用いてもよい。

10

【0095】

(4) また、粉碎手段が違う粉碎装置として、架砕方式があり、これは対峙する2本の特殊な溝付きロール歯を回転させ、その隙間を原料が通過する際に放射状に砕かれて次段に流れるしくみで、原料は回転する2本のロール表面に設けられた山と山が力点となり亀裂を伴って碎かれる（日本グラニューター株式会社参照）。砕かれた原料は、さらに次のロールに移り、順次細かく整粒される。目的粒度はロールのピッチ、段数、間隙により調整する。この架砕方式の粉碎装置にプラズマ生成機構を組み込んでもよい。詳細には、ロール歯同士の接触は全く無いため、各ロール歯を、外側から金属、絶縁体、電極により構成し、その回転軸終端に、プラズマ電源部15に接続されたロータリーコネクタを設け、隣り合うロール歯をプラズマ電源部15の異極にそれぞれ接続する。これにより、対峙する2本の溝付きロール歯間にプラズマを発生させプラズマ処理を行うことができる。

20

【0096】

〔第4実施形態〕

図17に基づいて本発明の第4実施形態の「プラズマ処理装置」である分散装置60について説明する。本実施形態の分散装置60は、特開平8-99046号公報に記載されている分散装置に、プラズマトーチ24を取り付けた構成となっている。また、本実施形態では、粉粒体である処理対象Wや、泥漿やスラリー等の液体である処理対象Lが処理される。

30

【0097】

詳細には、分散装置60は、円筒状の本体ケース60Aと、本体ケース60Aを挿通すると共に、側方へ張り出した張出部61Aを有する攪拌棒61と、本体ケース60A内に収容される粉碎メディア62と、を有して、本体ケース60Aの一端の始端壁60Bの上端部と、他端の終端壁60Cの下端部と、に、プラズマトーチ24、24が取り付けられている。

40

【0098】

そして、処理対象W、Lは、始端壁60Bに取り付けられたプラズマトーチ24を通過して本体ケース60A内に取り込まれ、攪拌棒61の回転により攪拌される粉碎メディア62によって粉碎され、その後、終端壁60Cに取り付けられたプラズマトーチ24を通過して排出される。

【0099】

本実施形態の分散装置60は、以下のように変更してもよい。

【0100】

(1) プラズマトーチとして、プラズマトーチ24の代わりに、プラズマトーチ25を用いてもよい。また、極小（1mm以下）の粉碎メディア62を使用して微粉碎を行っても

50

よい。

【0101】

[第5実施形態]

図18に基づいて第5実施形態の分散装置60W（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）について説明する。本実施形態の分散装置60Wは、プラズマトーチ24が取り付けられていない点と、本体ケース60Aに本発明の第1プラズマ生成電極63Aが組み込まれている点、攪拌棒61Wに本発明の第2プラズマ生成電極63Bが組み込まれている点において、第4実施形態の分散装置60と異なっている。

【0102】

詳細には、本実施形態の分散装置60Wでは、攪拌棒61Wが、その中心に挿入された金属棒61Kと、金属棒61Kに一定の間隔で取り付けられた複数の金属円板61Lと、を有している。これら金属棒61K及び金属円板61Lは、絶縁部材63Zにより覆われている。また、金属円板61Lの外縁部が上述した張出部61Aとなっている。

10

【0103】

本体ケース60Aのうち、金属円板61Lの外周面と対向する部分には、絶縁部材60Zにより被覆された金属リング60Rが固定されている。また、本体ケース60Aのうち、始端壁60Bの上端部に供給口（図示せず）が形成されると共に、終端壁60Cの下端部に排出口（図示せず）が形成されている。

【0104】

この構成によれば、供給口から供給された処理対象Wが粉碎メディアにより粉碎されると共に、金属円板61Lの外周面と金属リング60Rの内周面との間を通過する際にプラズマ処理される。

20

【0105】

[第6実施形態]

図19及び図20に基づいて本発明の第6実施形態の「プラズマ処理装置」である混合機70について説明する。本実施形態の混合機70は、特開2005-28283号公報に記載されている混合機に、プラズマトーチ23を取り付けた構成となっている。また、本実施形態では、粉粒体である処理対象Wや、泥漿やスラリー等の液体である処理対象Lが処理される。

【0106】

混合機70は、処理対象W、Lが収容される円筒容器71と、円筒容器71の中心軸上に延びた回転シャフト72と、回転シャフト72の上端部から延びた1対の水平アーム73、73と、水平アーム73、73の端部に取り付けられた混合板74、74と、を有していて、回転シャフト72が例えば反時計回りに回転することで、処理対象Wが混合板74、74に誘導されて反時計回りに移動しながら攪拌される。なお、回転シャフト72の回転方向は時計回りでもよい。

30

【0107】

円筒容器71の周壁71Aにおける回転シャフト72を挟んで対向する一対の対向部71B、71Bのうち一方の対向部71Bの上端寄り位置と、他方の対向部71Bの下端寄り位置と、には、貫通孔71K、71Kが形成されていて、これら貫通孔71K、71Kに、プラズマトーチ23、23が取り付けられている。各プラズマトーチ23は、後端から先端に向かうにつれて、回転シャフト72の回転方向における後方から前方へ向かうように斜めに固定されている。なお、プラズマトーチ23の代わりに、プラズマトーチ22を用いてもよい。

40

【0108】

この構成によれば、処理対象W、Lの移動方向、即ち、処理対象W、Lの流路に対して、プラズマフレームが斜め後ろから照射される。下端寄り位置の貫通孔71Kに取り付けられたプラズマトーチ23は、処理対象物に埋没した状態でプラズマフレームを照射し、上端寄り位置の貫通孔71Kに取り付けられたプラズマトーチ23は、処理対象W、Lの上空でプラズマフレームを照射し、プラズマ処理を行っている。また、円筒容器71の下

50

端寄り位置の貫通孔 71 K にプラズマトーチ 25、プラズマトーチ 26、プラズマトーチ 30 を具備したバイパス流路（以降バイパス流路と称す）を設け（図示せず）、攪拌で移動する力で処理対象物をバイパス流路に導きプラズマ処理を行ってもよい。また、プラズマトーチ 21 を設け、プラズマ生成ガスの流速で処理対象物を導入し、押し出す方式で用いてもよい。

【0109】

なお、混合機 70 の混合板 74 は、円筒容器 71 の周壁 71 A 内壁とクリアランスを保持した形で、円筒容器 71 内の垂直軸回転シャフト 72 で回転している。円筒容器 71 を誘電体とし、または円筒容器 71 の周壁 71 A 内壁に誘電体処理を施し、円筒容器 71 の底と周壁 71 A 下端間を絶縁体処理（絶縁体パッキンの挿入）した構造と、回転シャフト 72 にロータリーコネクタを設けた構成で、ロータリーコネクタと周壁 71 A をプラズマ電源部 15 に接続して、混合機 70 にプラズマ生成機構を具備した機構とし、ロータリーコネクタ・回転シャフト 72 ・水平アーム 73 を介した混合板 74 と周壁 71 A 内壁間にプラズマを発生させプラズマ処理を行ってもよい。円筒容器 71 の周壁 71 A 内壁に誘電体処理を施した場合は、周壁 71 A は外部電極として機能する。

【0110】

[第7実施形態]

図 21 及び図 22 に基づいて本発明の第 7 実施形態の「プラズマ処理装置」である垂直回転混合機 85 について説明する。図 21 及び図 22 に示すように、垂直回転混合機 85 は、上下方向に延び、かつ、下端部が窄まった円筒状のタンブラー 86 と、タンブラー 86 の軸方向の中間位置を貫通し、タンブラー 86 内にプラズマフレームを照射するプラズマトーチ 22 と一体になった回転軸 87 と、を有している。また、本実施形態では、粉粒体である処理対象 W や、泥漿やスラリー等の液体である処理対象 L が処理される。また、垂直回転混合機 85 の処理対象が重力で流下通過する側面外側中央寄り位置に、第 6 実施形態のバイパス流路を設け用いてもよい。この時、重力で流下通過するときだけプラズマを生成して用いてもよい。なお、垂直回転混合機としては、他に、V 型混合機、C V 型混合機、W 型混合機、無限ミキサー（株式会社徳寿工作所参照）等があるが、これらに本実施形態の構成を適用してもよい。

【0111】

この垂直回転混合機 85 によれば、タンブラー 86 に回転軸 87 が隠れる程度（タンブラー 86 の容量の 70 % 程度）の処理対象 W, L を投入して、タンブラー 86 を回転させることで処理対象 W, L が混合されると共に、プラズマ処理が行われる。

【0112】

また、プラズマトーチ 22 に支援ガスとして空気を添加したり、支援薬品を添加すれば、プラズマにより生成されたオゾンやプラズマ化した薬品が、プラズマフレームと共に放出されて、処理対象 W, L と混合されて付着するので、処理対象 W, L の量がタンブラー 86 における回転軸 87 以下の量であっても対応可能となる。

【0113】

なお、処理対象 W, L の量を回転軸 87 以下の量にして使用する場合、タンブラー 86 内にタンブラー 86 の回転に合わせて処理対象 W, L を掬い上げ、回転軸上に向けて落とすようなリフターを設けてもよい。また、タンブラー 86 のうち窄まった下端部にプラズマトーチ 25 を取り付けてもよい。

【0114】

また、図 21 及び図 22 に示される垂直回転混合機 85 は、回転のみ行われる構成であるが、回転・ねじり・反転の異なる 3 つの動作を連続的に行う容器回転三次元運動攪拌機であってもよい。

【0115】

[第8実施形態]

図 23 及び図 24 に基づいて本発明の第 8 実施形態の「プラズマ処理装置」であるリボン羽根混合機 90 について説明する。リボン羽根混合機 90 は、図 23 に示すように、断

面形状が四角形の下方に半円を合わせた形状をなす箱形の容器 90A（円筒形であってもよい）の内部に、図 24 に示されるリボン羽根 91 を備え、容器 90A の側壁 90B に上下に並べて設けられた貫通孔 90C、90C にプラズマトーチ 23、23 が固定された構成となっている。この構成によれば、リボン羽根 91 の回転により混合される処理対象 W、L にプラズマトーチ 23 からのプラズマフレームが照射される。また、上記第 6 実施形態と同様に、他のプラズマトーチを用いてもよい。さらには、リボン羽根混合機 90 のうち、処理対象がリボン羽根 91 の回転により移動する側面底面外側中央寄り位置または、底面外側中央寄り位置に、第 6 実施形態のバイパス流路を設けて用いてもよい。

【0116】

なお、リボン羽根混合機 90 のリボン羽根 91 は、容器 90A の側壁 90B の内壁とのクリアランスを保持した形で、容器 90A 内でリボン羽根軸 92 により水平回転している。容器 90A を誘電体として、または容器 90A の側壁 90B 内壁に誘電体処理を施し、容器 90A の側壁 90B との間を絶縁体処理（絶縁体パッキンの挿入）した構造と、リボン羽根 91 の軸端にロータリーコネクタを設けた構成で、ロータリーコネクタと側壁 90B をプラズマ電源部 15 に接続して、プラズマ生成機構を具備した機構とし、ロータリーコネクタ・リボン羽根軸 92 を介し、リボン羽根 91 と 90B 側面底面壁間にプラズマを発生させプラズマ処理を行ってもよい。側壁 90B 内壁に誘電体処理を施した場合は、側壁 90B は外部電極として機能する。

【0117】

[第 9 実施形態]

図 25～27 に基づいて本発明の第 9 実施形態の「プラズマ処理装置」である振動ふるい機 75 について説明する。本実施形態の振動ふるい機 75 は、特開 2002-355611 号公報に記載されている振動ふるい機に、プラズマトーチ 22 を取り付けした構成となっている。

【0118】

図 26 に示すように、振動ふるい機 75 は、網体 76 に仕切られた上室 77 と下室 78 とを有していて、振動ふるい機 75 を振動体 75S により振動させることで、上室 77 に供給された粉粒体である処理対象 W を、網体 76 を通過した比較的小径の処理対象 W と網体 76 を通過しない比較的大径の処理対象 W とに分級する。網体 76 を通過しなかった処理対象 W は、上室 77 に接続した上排出通路 77A を通過して排出される一方、網体 76 を通過した処理対象 W は、下室 78 に接続した下排出通路 78A を通過して排出される。

【0119】

そして、それら上排出通路 77A と下排出通路 78A とに、それぞれプラズマトーチ 22 が取り付けられている。これにより、分級されて上排出通路 77A 又は下排出通路 78A から排出される処理対象 W にプラズマ処理が行われる（図 27 参照）。なお、プラズマトーチ 22 の代わりに、プラズマトーチ 23 を用いてもよい。

【0120】

なお、粉粒体の分級装置としては、風力の力で重い粒子と軽い粒子とに分けて粉粒体の分級を行うサイクロン式分級装置、気流を作り気流中の風力で分級を行う気流分級装置（超微粉気流分級機）、風の流れの中に粉粒体を分散させ、静止した網を通過させる構造の、網と風力を併用して用いる分級機装置等もある。これらの分級装置にプラズマトーチ等を取り付けプラズマ処理を行ってもよい。また、処理対象 W ではなく、泥漿やスラリー等の液体である処理対象 L を処理する構成であってもよい。

【0121】

[第 10 実施形態]

第 10 実施形態の振動ふるい機 75W（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）は、上排出通路 77A と下排出通路 78A とに、プラズマトーチ 22、22 の代わりに板状をなす 1 対のプラズマ生成電極 75A、75B を備える点で第 9 実施形態の振動ふるい機 75 と異なる。以下、図 28 に示す上排出通路 77A を例に説明する。同図に示すように、上排出通路 77A のうち、基端部寄り位置の下壁には絶縁部材からなる絶縁板 75L と

、板状の第1プラズマ生成電極75Aとが重ねて配置され、その上方には、第1プラズマ生成電極75Aと対向する板状の第2プラズマ生成電極75Bが埋め込まれた絶縁性ブロック75Mが設けられている。また、絶縁性ブロック75Mには貫通孔75Gが形成されていて、ここからプラズマ生成ガスが供給される。これにより、上排出通路77Aを通過する処理対象Wが1対のプラズマ生成電極75A、75B間に発生するプラズマにより処理される。また、処理対象Wではなく、泥漿やスラリー等の液体である処理対象Lを処理する構成であってもよい。

【0122】

[第11実施形態]

図29に基づいて本発明の第11実施形態の「プラズマ処理装置」である集塵装置80について説明する。集塵装置80は、ホッパー81Aに排風機(図示せず)を取り付けた集塵機81と、集塵機81(ホッパー81A)の下端から延びたプラズマ処理通路82と、プラズマ処理通路82の下端部の下方に位置する回収容器84と、を有すると共に、集塵機81とプラズマ処理通路82との間及びプラズマ処理通路82の下端部に、気密性を保持するためのバルブ83、83を備えている。ここで、プラズマ処理通路82としては、上述したプラズマトーチ25が用いられる。

【0123】

この構成によれば、集塵機81により集められた回収物(本発明の「処理対象」に相当する)は回収容器84に排出される途中で必ずプラズマ処理される。

【0124】

なお、プラズマ処理通路82として、プラズマトーチ25ではなく、上述したプラズマトーチ21、22、24、26~30の何れかをを用いてもよい。また、集塵機81に、例えば、プラズマトーチ22、23等を取り付けて、プラズマ処理を行う構成であってもよい。また、後述する非接地電極103を埋設した配管(図35、36参照)を用いてもよい。

【0125】

[第12実施形態]

図30に基づいて、本実施形態のガス輸送装置100について説明する。ガス輸送装置100は、鉛直方向に並ぶ第1室100A、第2室100B、第3室100Cを有している。第1室100Aには、粉粒体である処理対象Wを貯留・供給する処理対象供給部102から処理対象Wを供給される供給口(図示せず)が設けられていて、第3室100Cには、側方に、輸送ガスの供給口100Gが設けられると共に、下端部に、処理対象Wが輸送される輸送配管101(本発明の「プラズマ処理装置」に相当する)が接続されている。また、第1室100Aと第2室100Bとの間、第2室100Bと第3室100Cとの間及び第3室100Cと輸送配管101の間にはそれぞれバルブ100Vが設けられている。

【0126】

図30に示すように、輸送配管101は、第3室100Cの下端部から鉛直下方に延びた鉛直部101Aと、鉛直部101Aの下方に位置し、90°屈曲した屈曲部101Bと、屈曲部101Bから水平方向に延びた水平部101Cとを有している。そして、屈曲部101Kには、プラズマトーチ23が取り付けられている。プラズマトーチ23は、屈曲部101Kのうち、水平部101Cが伸びている側の反対側から水平部101Cと同軸上に挿入され、屈曲部101Bのうち水平部101Cと同軸上に延びた部分と水平部101Cの基端部とに、プラズマフレームを照射する構成となっている。

【0127】

本実施形態の構成は以上である。次に本実施形態の動作を説明する。本実施形態のガス輸送装置100では、第1室100Aに供給された処理対象Wが、バルブ100Vにより輸送量を調整されながら第3室100Cに送られ、そこから供給口100Gから供給される輸送ガスの流圧により輸送配管101内を輸送される。このとき、輸送配管101を通過する処理対象Wは、屈曲部101Bを通過する際にプラズマフレームが照射される。

【0128】

本実施形態のガス輸送装置100は、以下のように変更してもよい。

【0129】

(1) 輸送配管101の一部に各種プラズマトーチ21, 24, 27, 28, 29を取り付ける構成であってもよい。図31(A)には、プラズマトーチ24を取り付けた例が示され、図31(B)には、プラズマトーチ27を取り付けた例が示されている。なお、この場合、屈曲部101Bにプラズマトーチ23を設けていてもよいし、設けていなくてもよい。また、各種プラズマトーチ21, 24, 27, 28, 29は、輸送配管101に1つだけ取り付けられていてもよいし、図32に示すように複数取り付けられていてもよい。

10

【0130】

(2) 輸送配管101の一部に各種プラズマトーチ22, 25, 26, 30を取り付けると共に、供給口100Gから供給される輸送ガスとしてプラズマ生成ガスを使用する構成であってもよい。図33(A)には、プラズマトーチ22を取り付けた例が示され、図33(B)には、プラズマトーチ25を取り付けた例が示されている。なお、この場合、屈曲部101Bにプラズマトーチ23を設けていてもよいし、設けていなくてもよい。また、各種プラズマトーチ22, 25, 26, 30は、輸送配管101に1つだけ取り付けられていてもよいし、複数取り付けられていてもよい。

【0131】

(3) 図34に示すように、輸送配管101を絶縁部材により構成して、輸送配管101に互いに対向する第1及び第2のプラズマ生成電極101A, 101Bを備えると共に、供給口100Gから供給される輸送ガスとしてプラズマ生成ガスを使用する構成であってもよい。

20

【0132】

この場合、図35に示すように、第1及び第2のプラズマ生成電極101A, 101B間の距離を大きくすると共に、輸送配管101を構成する絶縁部材に導体からなる棒状非接地電極103(本発明の「中継電極」に相当する)を複数埋設すると、第1及び第2のプラズマ生成電極101A, 101B間を最短距離で(直線状に)つながるプラズマが発生せず、輸送配管101の内面に沿ってプラズマバリアが発生し、プラズマ処理を行いながらも、処理対象Wが輸送配管101の内面に触れることなく通過させることができる。なお、輸送配管101を断面正形状とした場合であっても図36のように非接地電極103を埋設することで同様の効果を得ることができる。

30

【0133】

また、図56のように、輸送配管101を構成する絶縁部材に、プラズマ電源部15の一方の電極に接続されるリング状の第1プラズマ生成電極101Aと、他方の電極に接続されるリング状の第2プラズマ生成電極101Bとを、交互に巻くと共に、輸送配管101を構成する絶縁部材にリング状の非接地電極103を埋設した構成であっても、同様の効果を得ることができる。なお、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極101A, 101B間には、凸状の誘電体具101R(輸送配管101を構成する絶縁部材に一体形成されている)が設けられ、隣り合う第1及び第2のプラズマ生成電極101A, 101B間での短絡が防止される。

40

【0134】

[第13実施形態]

第13実施形態のガス輸送装置105は、輸送配管の構成が第12実施形態のガス輸送装置100と異なっている。図37及び図38に示すように、本実施形態のガス輸送装置105では、輸送配管106(本発明の「プラズマ処理装置」に相当する)に、同一平面内で外側から内側へ向かうように渦巻き状に巻かれたループ部106Lが設けられている。この輸送配管106のループ部106Lは絶縁部材により構成されていて、その上下に、ループ部106Lに沿ってループした第1及び第2のプラズマ生成電極106A, 106Bが備えられている。なお、図39に示すように、輸送配管106におけるループ部1

50

06Lの下流側は、下方へ屈曲して延びている。この構成であっても、通過する処理対象Wにプラズマを照射することができる。また、輸送配管106におけるプラズマ処理機能を有する部分がループしているので、直線上に延びている場合よりもコンパクトにすることができる。なお、輸送配管106の配管本体が本発明の「中空絶縁部材」に相当し、ループ部106Lの内部が本発明の「処理空間」、「対象流路」に相当する。

【0135】

本実施形態のガス輸送装置105は、以下のように変更してもよい。

【0136】

(1) 上記第13実施形態では、第1及び第2のプラズマ生成電極106A、106Bが輸送配管106のループ部106Lに沿って巻かれた構成であったが、図40に示すように、第1及び第2のプラズマ生成電極106A、106Bが、ループ部106L略全体を覆い、上下方向で対向する2枚の金属板からなる構成であってもよい。この場合、ループ部106Lにおける輸送配管106間の隙間は図40に示すように絶縁部材により充填されていてもよいし、空洞でもよい。なお、2枚の金属板の間が本発明の「扁平空間」に相当する。

10

【0137】

なお、板状の第1及び第2のプラズマ生成電極106A、106Bの放電側にエッチングを施し、表面に微細な凹凸を形成して表面積を大きくし、誘電体（例えば、チタン酸バリウム）を充填したものをを用い、プラズマ生成効率を高めてもよい。

【0138】

(2) 上記第13実施形態では、第1及び第2のプラズマ生成電極106A、106Bがループ部106Lを上下方向から挟む構成であったが、図41に示すように、第1プラズマ生成電極106Aが、ループ部106Lの内部の上方に固定され、第2プラズマ生成電極106Bがループ部106Lの外面上半分を覆う構成であってもよいし、図42に示すように、外部電極導電線入り誘電体ホース（市販品：アース線入りホース）を第2プラズマ生成電極106Bが内蔵された輸送配管106として用い、その内部に第1プラズマ生成電極106Aとしてコイルスプリングに支持された電極を挿入した構成であってもよい。第1プラズマ生成電極106Aをコイルスプリングに支持された電極とすることで、外部電極導電線入り誘電体ホースの曲がりに対して追随することができる。

20

【0139】

なお、第1プラズマ生成電極106Aを輸送配管106の中心から下方にオフセットさせることで、外部電極導電線入り誘電体ホースの下部のみでプラズマ生成が行える。

30

【0140】

(3) 上記第13実施形態では、輸送配管106のループ部106Lが同一平面内でループした構成であったが、図43及び図44に示すように、同軸上でループされた構成であってもよい。この場合、第1及び第2のプラズマ生成電極106A、106Bを、ループ部106Lの内側に接する円筒電極と、外側に接する円筒電極とから構成すれば、構成を簡素化することができる。

【0141】

(4) 輸送配管106にループ部106Lを複数段設ける構成であってもよい。この場合、省スペース化を図ることができる。また、複数段のループ部106Lの構成を1段毎に異ならせ、それぞれで処理目的が異なるプラズマ処理を行ってもよい。なお、複数段のループ部106Lを有する多段ループ流路装置から排出される時点では、処理物の化合が行われた化合物が取り出せる構成とシステムを構築してもよいし、必要により機器および、ガス構成を選択して、重合処理が行えるようにし、用いてもよい。またガス輸送装置100に替え、後述する第18実施形態の液体・ガス供給部149（図58参照）を輸送配管106に接続し、処理対象Lないしは処理対象Gを単独で、または処理対象Lと処理対象Gの混成、さらには処理対象Wと処理対象L・処理対象Gの混成処理を目的として用いてもよい。

40

【0142】

50

[第14実施形態]

第14実施形態は、第13実施形態のガス輸送装置105における輸送配管106にルーブ部106Lが設けられておらず、代わりに、輸送配管106が、図45及び図46に示される流路ケース110（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）に接続されている構成となっている。

【0143】

図45及び図46に示すように、流路ケース110は、第1主面110Aと第2主面110Bとを有する偏平な直方体状をなし、その内部は、第1主面110Aと第2主面110Bとの間に差し渡されて長手方向に延びた複数の仕切り壁110Cにより、複数の直線流路110Tに区画されている。これら複数の直線流路110T同士は、長手方向の一端又は他端で順に接続され、流路ケース110の内部に、全体として一本の流路110Rが形成されている（流路110Rが蛇行している）。この流路110Rの一端には、上方に突出し、輸送配管106に接続される流入部110Dが形成され、他端には、下方に突出し、内容物を排出する排出部110Eが形成されている。

10

【0144】

さて、流路ケース110には、第1主面110Aと第2主面110Bとの外面に、第1平行電極110X、第2平行電極110Y（本発明の「第1プラズマ生成電極」及び「第2プラズマ生成電極」に相当する）がそれぞれ設けられている。これにより、流路110Rを通過する処理対象Wが、第1平行電極110Xと第2平行電極110Yとの間に発生するプラズマによりプラズマ処理される。なお、流路ケース110のケース本体が本発明の「中空絶縁部材」に相当し、その内部が本発明の「処理空間」、「対象流路」に相当する。

20

【0145】

本実施形態は、以下のように変更してもよい。

【0146】

（1）上記実施形態では、流路ケース110が粉体である処理対象Wをガスにて輸送するガス輸送装置105に組み込まれていたが、これに限られるものではなく、例えば、液体である処理対象Lや気体である処理対象Gを移動させる流路として用いてもよい。

【0147】

（2）図47に示すように、直線流路110T内に複数の堰部110Sを設けてもよい。これにより、堰部110Sで処理対象Wの移動に乱流ができ、流路の移動に要する時間が長くなるので、プラズマ処理される時間が長くなる。

30

【0148】

（3）また、図48に示すように、流路ケース110に第1及び第2の平行電極110X、110Yを取り付けずに、直線流路110T内に突出した1対の突出電極110V、110Wを備えた構成であってもよい。この構成であっても、処理対象Wが、1対の突出電極110V、110W間を通過する際にプラズマ処理される。また、この構成によれば、1対の突出電極110V、110Wが、上述した堰部としての役割も果たす。

【0149】

（4）図49に示すように、添加剤を投入する投入部110Hを設けてもよい。この投入部110Hは上下動可能になっている。また、投入部110Hより液体およびガス・粉粒体を供給し、プラズマ生成中に粉粒体およびガス、液体のプラズマ処理または、化合物の生成を行うことも可能である。

40

【0150】

（5）図45及び図46に示される流路ケース110では、本発明の「第1プラズマ生成電極」及び「第2プラズマ生成電極」が、流路ケース110の第1主面110Aと第2主面110Bとの外面に設けられた第1平行電極110Xと第2平行電極110Yとから構成されていたが、流路ケース110の側壁及び複数の仕切り壁110Cに、「第1プラズマ生成電極」と「第2プラズマ生成電極」とを交互に設ける構成であってもよい。

【0151】

50

(6) 流路ケース１１０を複数つなげた構成であってもよい。この場合、省スペース化を図ることができる。また、複数の流路ケース１１０の構成を１段毎に異ならせ、それぞれで処理目的が異なるプラズマ処理を行ってもよい。なお、複数の流路ケース１１０を有する流路装置から排出される時点では、処理物の化合が行われた化合物が取り出せる構成とシステムを構築してもよいし、必要により機器および、ガス構成を選択して、重合処理等の処理が行えるようにし、用いてもよい。

【０１５２】

[第１５実施形態]

第１５実施形態は、第１３実施形態のガス輸送装置１０５における輸送配管１０６にループ部１０６Ｌが設けられておらず、輸送配管１０６の一部が図５０～５２に示される格子流路１２０（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）となった構成をしている。

10

【０１５３】

図５０に示すように、格子流路１２０は、断面正形状の角筒１２１内を縦壁１２２Ａ及び横壁１２２Ｂにより格子状に並んだ複数の直線流路１２０Ｒ（本発明の「処理空間」、「対象流路」に相当する）に分割してなる。これら角筒１２１、縦壁１２２Ａ及び横壁１２２Ｂは絶縁部材からなる。そして、図５１及び図５２に示すように、角筒１２１における上壁１２１Ａ及び下壁１２１Ｂと、横壁１２２Ｂと、には、プラズマ電源部１５に接続された導体板１２３が埋設されている。これら導体板１２３のうち、プラズマ電源部１５の一極に接続されたものが本発明の第１プラズマ生成電極１２３Ａに相当し、他極に接続されたものが本発明の第２プラズマ生成電極１２３Ｂに相当する。第１プラズマ生成電極１２３Ａと第２プラズマ生成電極１２３Ｂとは、交互に並んで配置されている。

20

【０１５４】

この構成によれば、各直線流路１２０Ｒに、例えば、気体である処理対象Ｇを通過させ、第１プラズマ生成電極１２３Ａと第２プラズマ生成電極１２３Ｂとに電圧を印加すると、交互に積層された第１プラズマ生成電極１２３Ａと第２プラズマ生成電極１２３Ｂとの間にプラズマが発生し、処理対象Ｇがプラズマ処理される。なお、処理対象としては、塵、ミストを含んだガスおよび、煙状ガス、有機ガス、有害ガス等であってもよい。また、所望する効果に合わせ、格子流路１２０の長さ（図５２における符号Ｌ）を変えて用いてもよい。

【０１５５】

[第１６実施形態]

第１６実施形態は、第１５実施形態の格子流路１２０の構成を用いたプラズマトーチ１３０である。プラズマトーチ１３０は、図５３に示すように、第１プラズマ生成電極１３３Ａと第２プラズマ生成電極１３３Ｂとが交互に積層された角筒１３１の流入側を延長し、その端部にプラズマ生成ガスの注入口１３１Ｇを有する閉塞壁１３１Ｈを設けた角筒ケース１３１Ｃを備えている。そして、注入口１３１Ｇからプラズマ生成ガスが注入され、第１プラズマ生成電極１３３Ａと第２プラズマ生成電極１３３Ｂとに電圧が印加されると、角筒１３１の断面全体からプラズマジェットが放出され、プラズマ処理を広範囲で行うことができる。

30

【０１５６】

本実施形態のプラズマトーチ１３０は、以下のように変更してもよい。

40

【０１５７】

(1) 図５４に示すように、角筒１３１、縦壁１３２Ａ及び横壁１３２Ｂの全体に埋設された格子状の第１プラズマ生成電極１３３Ａと、角筒１３１の端面と対向し、導体板を絶縁部材により被覆してなる第２プラズマ生成電極１３３Ｂとを有する構成であってもよい。この構成の場合、角筒１３１の端面と第２プラズマ生成電極１３３Ｂとの間に処理対象を挿入又は通過させることでプラズマ処理が行える。また、図５４に示されるプラズマトーチ１３０を２つ対向配置し、それぞれ異極に接続した構成であってもよい。これにより処理対象の表裏を同時にプラズマ処理できる。また、第１プラズマ生成電極と第２プラズマ生成電極とで異なるガス種を用い、又は異なる添加剤を使用して、異なるプラズマを表

50

裏から照射する構成としてもよい。

【0158】

なお、処理対象が絶縁性の固体、プレート、フィルム等の場合は、第2プラズマ生成電極133Bを絶縁部材に被覆されていない導体板から構成してもよい。また、処理対象が導電性の固体、プレート、フィルム等の場合は、その導電性の処理対象をプラズマ電源部15に直接接続してプラズマ処理を行ってもよい。例えば、メートル級の金属板、立方体の金型等を処理する場合、角筒131の端面と第2プラズマ生成電極133Bとの間までそれら処理対象を移動させるよりも、それら処理対象をプラズマ電源部15に直接接続してプラズマトーチ130を移動させる方が、作業が容易になると考えられる。また、導体板を絶縁部材により被覆してなる第2プラズマ生成電極133Bを用いて処理を行うよりも、絶縁部材が無い分、放電電流が大きくなり、強いプラズマ放電となるため、より強力なプラズマ処理を行うことができる。

10

【0159】

[第17実施形態]

本実施形態は、上述したプラズマトーチ30を用い、処理対象としてチューブTを処理するチューブ処理装置140（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）である。図55に示すように、チューブ処理装置140では、プラズマトーチ30内部にチューブTが挿入される。そして、プラズマトーチ30とチューブTの間と、チューブTの内部との両方にプラズマ生成ガスを注入し、第1及び第2のプラズマ生成電極30A、30Bを印加すると、チューブTの外側と内側とを同時にプラズマ処理することができる。なお、チューブTの外側のみを処理する場合は、プラズマトーチ30とチューブTとの間のみにプラズマ生成ガスを流せばよく、チューブTの内側のみを処理する場合は、チューブTの内側のみにプラズマ生成ガスを流せばよい。

20

【0160】

また、チューブTは製造時にフープ状に巻かれるが、巻き取り側と送り側との間にチューブ処理装置140を配置することで、チューブTのプラズマ処理をロールtoロール方式で行える。なお、チューブTとしては、カテーテルチューブ、透析用チューブ、点滴用チューブ、血液回路チューブ、気管用チューブ等の医療で使用されるチューブが想定される。

【0161】

なお、チューブTの内外面の2次加工を行うためのエッチング処理、表面硬化処理、親水性化処理をし、濡れ性、接着性、印刷性、塗装性の向上を図ってもよい。また、チューブTの内外面の撥水化処理、DLC膜処理、難燃性処理等による対候性、耐久性、対バリア性の向上を図ってもよい。

30

【0162】

また、チューブTに代わり、繊維のプラズマ処理を行ってもよい。例えば、繊維の毛焼処理による縮み防止、手触りの向上、親水化処理による吸収性、染色性の向上を行ってもよいし、撥水化処理、抗菌性処理、難燃性処理、DLC処理等を行って用いてもよい。これら処理は、薬品を使用しないため、環境に及ぼす影響を減らすことができる。

【0163】

[第18実施形態]

第18実施形態は、図57に示すように、例えば、5つのプラズマ処理室145A～145E（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）が縦に連なった構成となっている。これらプラズマ処理室145A～145Eは、略同じ構成となっているため、図58に示されるプラズマ処理室145Aを例にして説明する。同図に示すように、プラズマ処理室145Aは、上下方向に延びた筒状の絶縁パイプ145P（本発明の「中空絶縁部材」に相当する）の外側と内側とに第1プラズマ生成電極147Aと第2プラズマ生成電極147Bとを設けた構成となっている。

40

【0164】

また、プラズマ処理室145Aの上端部と下端部とには、供給室146A、146Bが

50

接続されている。供給室146A、146Bは、箱形をなし、その下壁146Uは、プラズマ処理室145A、145Bの絶縁パイプ145Pに挿通されている。供給室146Aには、処理対象供給部148と、液体・ガス供給部149とが接続されている。なお、供給室146B及び、プラズマ処理室145C～145Eの上端部に接続される供給室146C～Eには、処理対象供給部148は接続されているが、液体・ガス供給部149は接続されていない。

【0165】

本実施形態では、供給室146Aの液体・ガス供給部149から、例えば水が注入され、図58に示すように、各供給室146A～146E内に水が浸入する。各供給室146A～146Eにおいては、上の供給室（例えば供給室146A）で絶縁パイプ145Pの上端部の高さまで水が充満すると、プラズマ処理室（例えばプラズマ処理室145A）の内面を滴り下の供給室（例えば供給室146B）に水が流出する。この状態で、供給室146Aの処理対象供給部148からカーボン微粉、カーボンナノチューブなどの炭素粉体Cが供給されると、炭素粉体Cが水面を漂いプラズマ処理室145Aに到達し、プラズマ処理室145A中をプラズマ処理されながら通過し、供給室146Bへ落下する。このとき、プラズマ処理室145Aの内面は水に覆われているため、炭素粉体Cがプラズマ処理室145Aの内面に付着することが防がれる。

【0166】

なお、処理対象供給部148からは、炭素粉体C等の処理対象の他、処理支援添加剤等を供給してもよい。また、各供給室146A～146E毎に異なる処理支援添加剤を供給する等して、各供給室146A～146Eで、それぞれで処理目的が異なるプラズマ処理を行ってもよい。

【0167】

本実施形態は、図59に示すような構成としてもよい。また、プラズマ処理室145Aに替え、図35または図36の非接地電極103を埋設したプラズマ処理室145Aとすることで、第2プラズマ生成電極147Bを除いて用いても、同様の効果を得ることができる。

【0168】

[第19実施形態]

図60及び図61には、粉粒体である処理対象Wをプラズマ処理を行いながら移動させる振動コンベア150（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）が示されている。振動コンベア150は、平坦面を有し、その平坦面の上方に載置された処理対象Wを振動により移動させる移送路151（本発明の「処理空間」に相当する）と、その移送路151を上下方向から挟むように配された第1及び第2のプラズマ生成電極150A、150Bと、を有している。なお、第1及び第2のプラズマ生成電極150A、150Bは絶縁部材により覆われていて、第1及び第2のプラズマ生成電極150A、150Bのうち下方の第2プラズマ生成電極150Bを覆う絶縁部材の上面に移送路151が形成されている。

【0169】

本実施形態の振動コンベア150では、処理対象供給部152から供給され、移送路151の一端に落下した処理対象Wが、第1及び第2のプラズマ生成電極150A、150Bの間でプラズマ処理されながら移送路151の他端側へ移動し、移送路151の他端に位置する処理対象回収部153に到達する。

【0170】

本実施形態の構成は、図62に示すようなベルトコンベア150V（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）に適用してもよいし、図63に示すような回転テーブルコンベア150W（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）に適用してもよい。

【0171】

図62のベルトコンベア150Vでは、絶縁ベルト（ポリウレタン、ゴム、プラスチックチェーン等）154が用いられ、プーリ154Pの回転（駆動部は図示しない）により

移動する。そして、絶縁ベルト154を上下で挟み込んだ、第1プラズマ生成電極150A（上部電極）の下方の絶縁体と第2プラズマ生成電極150B（下部電極）の上方の絶縁体との間（本発明の「処理空間」に相当する）でプラズマが生成される。絶縁ベルト154を使用した場合は、第2プラズマ生成電極150Bの上方の絶縁体をなくして用いてもよい。絶縁ベルト154に代え導電性ベルト（ステンレス等）を使用した場合は、第2プラズマ生成電極150Bの代わりに導電性ベルトに、導電性のプーリと軸に設けたロータリーコネクタから給電して、導電性ベルトの上面と第1プラズマ生成電極150Aの下方の絶縁体との間でプラズマが生成される構成としてもよい。処理対象供給部152から供給された処理対象Wは、プラズマが生成された範囲を通過してプラズマ処理され、処理対象回収部153に回収される。プラズマ生成処理部にガス供給部を設けて用いてもよい。

10

【0172】

図63の回転テーブルコンベア150Wでは、絶縁円盤（ポリウレタン、ゴム、プラスチック等）155が用いられ、中心軸の回転（中心軸と駆動部は図示しない）により軸を中心に回転移動する。そして、絶縁円盤155を上下で挟み込んだ、第1プラズマ生成電極150A（上部略半円電極）の下方の絶縁体と第2プラズマ生成電極150B（下部略半円電極）の上方の絶縁体との間（本発明の「処理空間」に相当する）でプラズマが生成される。絶縁円盤155を使用した場合は、第2プラズマ生成電極150Bの上方の絶縁体をなくして用いてもよい。絶縁円盤155に代え導電性円盤（ステンレス等）を使用した場合は、第2プラズマ生成電極150Bの代わりに導電性円盤に固定ブラシ、または集電電極から直接、ないしは軸に設けたロータリーコネクタから給電して、導電性円盤の上面と第1プラズマ生成電極150Aの下方の絶縁体との間でプラズマが生成される構成としてもよい。処理対象供給部152から供給された処理対象Wは、プラズマが生成された範囲を通過してプラズマ処理され、処理対象回収部153に回収される。プラズマ生成処理部にガス供給部を設けて用いてもよい。

20

【0173】

〔第20実施形態〕

本実施形態は、粉粒体である処理対象Wをプラズマ処理可能なスクリーコンベア160（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）である。図64に示すように、スクリーコンベア160は、円筒状の絶縁パイプ160Pの内部に、シャフト160Dに螺旋状の羽根160E（本発明の「螺旋羽根」に相当する）が巻き付けられたスクリー160Bを有している。スクリー160Bは導電性部材からなると共に、図示しないモータにより回転駆動される。なお、スクリー160Bにおける羽根160Eの先端面と絶縁パイプ160Pの内面との間には隙間160Kが設けられている。また、シャフト160Dはなくてもよい。

30

【0174】

また、図64（B）に示すように、絶縁パイプ160Pのうち下側外面には、スクリー160Bの回転方向の前方寄り位置に、外部電極160Aが設けられている。これら外部電極160Aとスクリー160Bとが、本発明の「第1プラズマ生成電極」と「第2プラズマ生成電極」とに相当し、プラズマ電源部15に接続されている。

40

【0175】

また、図64（A）に示すように、スクリーコンベア160の絶縁パイプ160Pには、処理対象供給部162、処理対象回収部163、添加剤投入部164及びプラズマトーチ22が備えられている。

【0176】

本実施形態によれば、隙間160K以上の高さまで供給された処理対象Wが、スクリー160Bの回転に合わせて処理対象供給部162側から処理対象回収部163側へ移動する。スクリーコンベア160では、処理対象Wが、螺旋状の羽根160Eの処理対象回収部163側の面で押されて移動する。そして、螺旋状の羽根160Eの処理対象供給部162側の面は空隙があり、処理対象Wは、この空隙内のスクリー160Bと外部電

50

極１６０Ａとの間に発生するプラズマによりプラズマ処理される。なお、本実施形態では、粉体処理対象Ｗを移動させるスクリー１６０Ｂが電極の役割を担っているため、スクリー１６０Ｂと電極とを別個に設ける構成よりも部品数を減らすことができる。

【０１７７】

また螺旋状の羽根１６０Ｅを、図２４に示されるリボン羽根混合機９０のリボン羽根９１の軸から延びた保持具で保持された内外リボン羽根のうち外側のみのリボン羽根、ないしはリボン羽根に格子網、エキスパンドメタル、パンチングメタル、スリット等（図示しない）を施して、これらを使用すれば、処理対象は、リボン羽根９１ではリボン羽根の送り面で送られる処理対象と、リボン羽根９１の軸側羽端を乗り越える処理対象とに分かれ、乗り越えた処理対象は次のリボン羽根９１で送られる。このリボン羽根混合機９０が持つ分割、反転、転換の作用により処理対象は効率良く攪拌がなされ、プラズマ処理された処理対象とプラズマ処理が未処理の処理対象が均一化され、プラズマとの接触回数が増大でき、プラズマ処理の均一化向上が得られる。格子網、エキスパンドメタル、パンチングメタル、スリット等を施したものでも同様の効果が得られる（以降この内部電極を、リボン羽根電極１６０Ｅと呼ぶ）。このリボン羽根電極１６０Ｅを、内部電極を配置したプラズマトーチ、および輸送配管、ないし流路、または、第２９実施形態の筒形回転処理装置３００に用いてもよい。プラズマトーチでは棒状より放電点が多くなり、輸送配管、ないし流路、では攪拌効果によるプラズマとの接触回数増大、筒形回転処理装置３００では放電点の増加と攪拌の効率化が得られる。

【０１７８】

〔第２１実施形態〕

本実施形態は、第２０実施形態のスクリーコンベア１６０を用いて、外部電極１６０Ａとスクリー１６０Ｂとの間に発生するプラズマにより処理対象Ｗを移送する構成である。詳細には、スクリーコンベア１６０に、処理対象Ｗを隙間１６０Ｋに収まる量供給すると（図６５参照）、その処理対象Ｗが、スクリー１６０Ｂにおける羽根１６０Ｅの先端から発生するプラズマの放電エネルギーにより生じる荷電粒子又は衝撃波（発生する放電の温度は１，０００℃前後になり、プラズマ化したガスは一気に膨張する）に弾かれ、移動する。そして、スクリー１６０Ｂが回転すると、それら処理対象Ｗが、プラズマに押されながら処理対象回収部１６３側へ移動することとなる。なお、プラズマの放電は一樣でなく、弾かれ方も一樣でないため、上述した移送は、攪拌作用を持った移送となる。

【０１７９】

本実施形態のスクリーコンベア１６０は、以下のように変更してもよい。

【０１８０】

（１）添加剤投入部１６４から添加剤を投入し、混合または、反応等を行いつつ移送してもよい。また、必要によりプラズマトーチ２２から違う活性種を供給してもよい。例えば、プラズマトーチ２２内に水（蒸気または霧状フォグ）を添加してＯＨラジカルを発生させ、このＯＨラジカルによる表面殺菌処理を併せて行ってもよい。

【０１８１】

（２）スクリーコンベア１６０内に支援部材としてメディア（本発明の「処理媒体」に相当する）を投入し、処理対象Ｗのプラズマ処理と併せて解砕処理を行う構成であってもよい。この場合、メディアは、処理対象回収部で処理対象Ｗと分離し、再投入して用いる構成とすることが好ましい。

【０１８２】

例えば、図６６に示すように、スクリーコンベア１６０Ｖを、処理対象回収部１６３側端部が処理対象供給部１６２側端部よりも上方に位置するように傾斜させて配置すると共に、処理対象回収部１６３にメディア１６７が通過不可能な網体１６６（スリット体でもよい）を設け、その側方に、スクリーコンベア１６０Ｖの処理対象供給部１６２側端部付近まで延びたメディア戻しシュート１６５（本発明の「媒体戻しシュート」に相当する）を備える。このメディア戻しシュート１６５は、処理対象供給部１６２側が低くなる

ように僅かに傾斜していて、網体166に弾かれたメディア167をスクリュコンベア160Vの処理対象供給部162側端部に再投入する。これにより、メディア167がスクリュコンベア160V内を自動循環する。なお、メディア戻しシュート165の出口にゲートを設け、そこでメディア167を一旦蓄え、スクリュ160Bの回転のタイミングに合わせてゲートを開き、メディア167の再投入を行う構成であってもよい。

【0183】

(3) 図66に示すスクリュコンベア160Vにおいて、メディア戻しシュート165に複数のゲートを設けると共に、戻りメディア数を把握できる機構を設けてスクリュコンベア160V内に再投入を行う構成とすれば、スクリュコンベア160V内の螺旋の1ピッチ毎のメディア167数を均等にすることができ、スクリュコンベア160Vの機長を長くすることで発生するメディア戻りの遅延を防ぐことができる。

10

【0184】

(4) また、スクリュコンベア160を水平のまま用い、その横に傾斜させたサイドスクリュコンベアを別個設け、メディア167をサイドスクリュコンベアで戻し、スクリュコンベア160内に再投入できる機構を具備して用いてもよい。

【0185】

(5) 解碎に用いるメディア167を誘電体により構成し、先行するメディア167で解碎がなされた後に、外部電極160Aとスクリュ160Bにおける羽根160Eの先端との間で発生するプラズマにより処理物を移動させ、メディア解碎とプラズマ処理と移動が同時に行える方式を用いてもよい。

20

【0186】

また、解碎に用いるメディア167に、誘電体被覆導体メディア又は導体メディアを用いることで、外部電極160Aと、誘電体被覆メディア又は導体メディアと、スクリュ160Bにおける羽根160Eの先端との間でプラズマが生成される。これにより、メディア解碎と、メディア同士間におけるプラズマ処理と、スクリュ160Bと外部電極160Aとの間でのプラズマ処理と、移動が同時に行える。

【0187】

さらに、誘電体メディア、誘電体被覆導体メディア、導体メディアを、それぞれ適量用いプラズマ処理することで、メディア解碎とメディア同士間におけるプラズマ処理を効率よく行うことができる。複合させる、誘電体メディア、誘電体被覆導体メディア、導体メディアそれぞれの割合は、所望するプラズマ処理効果と、生成されるプラズマ範囲と生成量、解碎効果等を見定め、それぞれの割合を決め用いてよい。

30

【0188】

(6) スクリューコンベア160が長くなる場合は、スクリュコンベア160を電源容量毎で区切り、図67に示すように、スクリュ160Bにおける羽根160Eの上方にローラー電極161を設け、区切り毎でプラズマが生成される機構とする。またはスクリュコンベア160を電源容量毎で区切り、スクリュコンベア160を複数段設け、処理対象回収部163に処理対象供給部162を合致させ、直線的に配置、または180°折り返して配置、ないしは多角形状に配置することで、プラズマ処理部の機長制限がなくなり、所望するだけのプラズマ処理が行える。

40

【0189】

スクリュ160Bの羽根160Eとシャフト160D、外部電極160Aは、電源容量毎で1ユニットとなるように構成し、隣り合う電源間で短絡が発生しないように、シャフト160Dは誘電体または軸端で誘電体を使用し、羽根160Eは1ユニット毎に90°程、誘電体からなる螺旋羽根を挟み込み、外部電極160Aは隣り合うユニットの羽根160Eとの間で放電しない長さとしてもよい。なお、この場合、挟み込まれる誘電体の螺旋羽根の先端部に弾性材(ゴム等)を用い、絶縁パイプ160Pの内面に接触させ、処理対象Wを移動させる構造にしてもよい。

【0190】

また、図68に示すように、隣り合う外部電極160Aに、周囲を誘電体で挟み込んだ

50

、円周方向で分割された外部電極を具備し、ポイント電極として用いてもよい。ポイント電極上を通過する隣り合う螺旋羽根は、1ピッチの螺旋羽根を有する電極であるため、ポイント電極上を通過した後は、次にポイント電極上を通過するためには1周する必要がある。円周方向で分割された外部電極を、回転速度に合わせ順次、前側電源、後側電源と切り替えることで、連続した放電となる。

【0191】

分割されたポイント電極を、隣り合う螺旋羽根間で放電しない長さにし、隣り合う螺旋羽根が通過する分割ポイント電極は、前側電源、後側電源のどちらにも接続されていない回路を組み用いればよい。前側電源からの前側電極と前側螺旋羽根間、後側電源からの後側電極と後側螺旋羽根間での印加が行われ、プラズマ処理が行える。

10

【0192】

(7) 上記実施形態では、スクリー160Bの螺旋状の羽根160Eが1条であったが、複数条であってもよい。

【0193】

(8) また、羽根160Eを導電性部材が絶縁性部材により被膜された構成とし、1ユニットまたは、1リード毎、1リード内で、先端部の絶縁部材被覆を一部除去した構成、あるいは、羽根160Eを主に導電性部材から構成し、先端部の一部に絶縁性部材を被覆した構成にし、プラズマ種の違い、強弱を伴うプラズマを生成し用いてもよい。

【0194】

(9) 上記実施形態では円筒状の絶縁パイプ160Pが用いられていたが、断面U字状のU字絶縁容器を用いてもよい。

20

【0195】

(10) 羽根160Eを2条設けると共に、図69に示すように、その先端を凹凸形状にしてもよい。この構成によれば、羽根160Eを2条設けることで放電領域を2倍にでき、さらに、羽根160Eの先端をウェーブ状の凹凸形状、または歯車のような細かいモジュール歯状、または櫛状の切込みを軸近傍まで延長した円状櫛刃状の凹凸形状にすれば、同径の羽根160Eに対し羽根160E先端の周長を増大することができ、さらに放電領域を大きくすることができる。これにより、羽根160Eが1周する間での放電回数が増大し、プラズマによる処理対象Wの移動量とプラズマ処理能力（処理対象Wとプラズマの接触回数）とが増大でき、プラズマ処理能力の向上が得られる。

30

【0196】

また、スクリーとして、シャフト160Dの無い軸無し駆動螺旋羽根を用い、上記の形状を具備して利用してもよい。また、液体である処理対象Lや気体である処理対象Gを処理してもよい。

【0197】

[第22実施形態]

本実施形態は、プラズマトーチ29を用いて、粉粒体である処理対象Wをプラズマにより移動させる構成となっている。図70に示すように、本実施形態では、第1プラズマ生成電極29Aを構成する2本の帯状の金属シートが第1螺旋電極170A、第2螺旋電極170Bとなっていて、これら第1及び第2の螺旋電極170A、170Bには、プラズマ電源部15の一極からの電圧が交互に印加される。これにより、処理対象Wは、第1螺旋電極170Aと第2プラズマ生成電極29Bとの間に発生するプラズマと、第2螺旋電極170Bと第2プラズマ生成電極29Bとの間に発生するプラズマとに、交互に押され、プラズマ処理されながら移動する（図71～73参照）。なお、プラズマトーチ29に代えてプラズマトーチ27を用いてもよい。

40

【0198】

また、図74に示すように、螺旋電極を3本備え、中心の第2プラズマ生成電極29Bを除去した構成であってもよい。この場合、第1及び第2の螺旋電極170A、170Bに電圧を印加する第1印加と、第2及び第3の螺旋電極170B、170Cに電圧を印加する第2印加と、を繰り返すことで、第1及び第2の螺旋電極170A、170B間に発

50

生するプラズマと、第2及び第3の螺旋電極170B、170C間に発生するプラズマと、により、処理対象Wをプラズマ処理しながら移動させることができる。なお、この場合、第1及び第3の螺旋電極170A、170Cが本発明の「第1プラズマ生成電極」に相当し、第2螺旋電極170Bが本発明の「第2プラズマ生成電極」に相当する。

【0199】

また、プラズマトーチ26のように、隣り合う螺旋電極間に、凸状の螺旋誘電体具を具備して用いてもよい。さらに、誘電体チューブまたは誘電体パイプ等で構成された流路を、回転させる為の回転駆動機構を具備し、上記第21実施形態のスクリュコンベア160のように、プラズマ放電が螺旋羽根の機能を持ち、螺旋羽根を不要とした、スクリュコンベアとして、用いてもよい。回転駆動機構を設けた場合は、平行螺旋電極を2条具備し使用しても、同様のプラズマ処理物移動処理が行える。

10

【0200】

[第23実施形態]

図75に基づいて本発明の第23実施形態のプラズマ移動装置180（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）について説明する。図75に示すように、プラズマ移動装置180は、円筒状の絶縁パイプ180Pに、シャフト部181Sに複数の突出部181Tが設けられた電極シャフト181が収容されている。電極シャフト181は、導電性部材に絶縁部材を被覆した構成をなし、軸方向に直動可能となっている。また、絶縁パイプ180Pには、電極シャフト181における突出部181Tの配置間隔と同間隔で、半円状の電極シート180Dが複数設けられている。これら、電極シート180Dと、電極シャフト181とが、プラズマ電源部15の異極にそれぞれ接続されていて、本発明の「第1プラズマ生成電極」と「第2プラズマ生成電極」に相当している。

20

【0201】

電極シート180Dと電極シャフト181とは、電極シャフト181を軸方向の一方（図75における右方）へ直動させる際には電圧が印加される一方、他方（図75における左方）へ直動させる際には電圧が印加されない。これにより、電極シャフト181を軸方向の一方（図75における右方）へ直動させて、処理対象Wをプラズマにより前方に移動させ、処理対象Wの位置を保ったまま、電極シャフト181を軸方向の他方（図75における左方）へ戻すことができるので、電極シャフト181の往復動により、処理対象Wをプラズマ処理しながら前方へ移動させることができる。なお、プラズマの放電は一様でなく、弾かれ方も一様でないため、この処理対象Wの移送は攪拌作用を持った移送となる。また、添加剤供給口184（図75参照）から添加物を投入し、混合を行いつつ移送してもよい。また、所望によりプラズマトーチ22から異なる活性種のプラズマガスを供給してもよい。

30

【0202】

[第24実施形態]

第24実施形態のように、上記実施形態及び下記実施形態の構成を、図76に示されるプラズマ処理システム200に組み込んだ構成としてもよい。図76におけるプラズマ処理部201が上記実施形態及び下記実施形態に記載された本発明の「プラズマ処理装置」に相当し、容器内、装置内に収容された、または、流路内を移動するガス、液体、固体、粉粒体の処理物に対して、プラズマ中で生成されるラジカル等の高活性粒子により、または、オゾンの強力な酸化作用で、さらには、プラズマ中に各種の気体や液体、固体および粉粒体を混合、または、添加して、これらを活性化させた、プラズマ処理が容易に行える。

40

処理対象物を直接処理、間接処理することで、所望するプラズマ処理効果が得られるまで、滞留させてのプラズマ処理が行える。また、このプラズマ処理システム200は、プラズマ生成ガスを気密閉回路内（図76における破線内）で巡回させ、プラズマ生成ガスの消費量を抑えつつ、各種プラズマ処理を行うことが可能となるシステムである。

【0203】

図76に示すように、プラズマ処理システム200には、処理対象投入部202、液体

50

投入部 203、ガス供給源 204、処理支援添加剤投入部 205 が備えられている。

【0204】

処理対象投入部 202 から投入された処理対象は、処理対象供給部 206 に貯留され、適宜、プラズマ処理部 201 に供給される。図 77 に示すように、処理対象投入部 202 と処理対象供給部 206 との間を接続するパイプ 207 には、第 1 バルブ 208、ガス接続口 209、第 2 バルブ 210 が順に設けられている。処理対象供給部 206 は、容器 206A の下壁に排出パイプ 206B を有すると共に、この排出パイプ 206B の入口を覆う供給プレート 206P を有し、この供給プレート 206P が回転駆動されることにより処理対象をプラズマ処理部 201 に供給する。なお、図 77 では、処理対象として、粉粒体を模しているが、固体、液体、ガスも処理対象となり得る。

10

【0205】

また、液体投入部 203 から投入された液体も、同様に、液体供給部 220 に貯留され、適宜、プラズマ処理部 201 に供給される。液体投入部 203 と液体供給部 220 との間にも、処理対象投入部 202 と処理対象供給部 206 との間と同様にバルブが 2 つ設けられている。そして、上下のバルブ（第 1 バルブ 208 及び第 2 バルブ 210 等）を交互に開閉することで、閉回路内のガスを閉回路中から放出することなく、閉回路中に処理対象や液体を供給することができる。なお、液体供給部 220 の場合、ポンプを用い、閉回路内で液体を循環または、ワンパスで回収し使用してよい。

【0206】

ガス供給源 204 から供給されたガスは、ガスバッファータンク部 230 に貯留されたのちガス供給部 231 に送られ、その後、処理対象供給部 206、液体供給部 220、プラズマ処理部 201 等に送られる。なお、ガス供給の装置としては、ファン、コンプレッサー等から、プラズマ処理部 201 でのプラズマ処理の目的、効果、量、時間、流路距離等に応じて選択してもよい。なお、閉回路中に供給される物質の主な組み合わせとしては、（1）粉粒体（固体）と粉粒体（固体）、（2）液体と液体、（3）ガスとガス、（4）粉粒体（固体）と液体、（5）粉粒体（固体）とガス、（6）粉粒体（固体）と液体・ガス、（7）液体と液体・粉粒体（固体）、（8）液体と液体・ガス、（8）ガスとガス・粉粒体（固体）、（9）ガスとガス・液体、等がある。またこれら、粉粒体（固体）、液体、ガスの組成を変えれば、その組み合わせは無限になるが、所望する目的に合わせ選択し用いてよい。

20

30

【0207】

また、ガス供給源 204 からは、主に、プラズマ生成ガスとして、ヘリウムガスやアルゴンガス等の希ガスが供給されるが、プラズマ処理部 201 におけるプラズマ処理の目的、効果、量、時間、流路距離等の機器構成に合わせ、空気、酸素、窒素、二酸化炭素等からガス種を選択して供給してもよい。

【0208】

プラズマ処理部 201 にてプラズマ処理が行われた処理対象は、図 79 に示される第 1 処理対象回収部 240、第 2 処理対象回収部 241 にて回収される。第 1 処理対象回収部 240 はサイクロンであり、その下端部にはロータリーバルブ等からなる気密保持排出手段 242 が設けられている。第 1 処理対象回収部 240 にて捕集された処理対象は、その下方の回収容器 243 に受容される。なお、回収容器は、処理対象に合わせて適時選定して用いられる。

40

【0209】

なお、ガスと粉粒体、ガスとガスの組み合わせの場合は上記構成でよいが、ガスと液体、液体と液体・ガス、固体・粉粒体とガス・液体の組み合わせの場合は、第 1 処理対象回収部 240 を液体サイクロンに置き換え、液体供給部 220 を経て閉回路内で液体を循環、または、ワンパスで回収容器に回収して使用してもよい。

【0210】

第 2 処理対象回収部 241 は電気集塵機であり、第 1 処理対象回収部 240 で捕集できなかった微粉を捕集し、第 1 処理対象回収部 240 を介して回収容器 243 へ送られる。

50

【0211】

なお、ガスと粉粒体、ガスとガスの組み合わせの場合は上記構成でよいが、ガスと液体、液体と液体・ガス、固体・粉粒体とガス・液体の組み合わせの場合は、第2処理対象回収部241を精密液体サイクロンまたは、フィルター、シックナーに置き換えてもよく、特にガスの捕集の場合はスクラバーに置き換えて使用してもよい。スクラバーへの置き換えでは、スクラバー内部でプラズマを生成し、スクラバー内部に発生した飛沫粒子を帯電させ、帯電水滴によりガス中の微細粒子を高効率で捕集する機構を設け使用してもよい。

【0212】

また、プラズマ処理部201から排出されたガスは、第1処理対象回収部240、第2処理対象回収部241を通過した後、ガス清浄部250により精製され、ガスバッファータンク部230に再度貯留される。これにより、プラズマ生成ガスを閉回路内で循環させることができる。なお、処理対象により、それぞれの部位で対応できる機器を置き換えて使用してよい。

10

【0213】

図80には、ガス清浄部250の概念図が示されている。ガス清浄部250は、酸素吸着剤・触媒250A、窒素吸着剤・触媒250B、水素吸着剤・触媒250Cや、図示されていない、炭化水素、一酸化炭素、二酸化炭素、水分などの不純物を除去するための吸着剤又は触媒を備えていて、通過するガスから水分などの不純物を除去する。なお、ガス清浄部250は加熱ヒータで加熱される反応筒（図示せず）により構成され、その反応筒に上記吸着剤又は触媒が組み込まれている。また、ガス清浄部250は、ガスセンサ250L、250M、250N等により管理され、高純度精製ガスが得られるように構成されている。

20

【0214】

図81には、ガスバッファータンク部230が示されている。ガスバッファータンク部230は、金属又は樹脂からなる定形状部230Aと、その下方の弾性形状部230Bとを有していて、閉回路を保持するために50～75%ガスが充填されている。弾性形状部230Bは、ゴム、シリコンゴム、ビニール等の弾性部材からなり、ガスの量に応じて伸縮し、これにより、ガス供給部231で用いられる、ポンプ、ファン、コンプレッサー等を運転した時の、閉回路内のガスバランスが保持される。

【0215】

また、ガスバッファータンク230内は、下部の弾性形状部230Bの自重により常時負圧状態に保たれている。これにより、プラズマ処理部201も負圧となり、ガス供給部231で用いる、ポンプ、ファン、コンプレッサー等は、それぞれが元々持つ負荷以上に負荷が掛かることなく常時運転される。

30

【0216】

図76におけるプラズマ電源部15は、プラズマ処理部201で、プラズマを生成するための電源であり、本発明の「第1プラズマ生成電極」と「第2プラズマ生成電極」とに接続される。プラズマ電源部15は、誘電体バリア放電に必要な、LFを用いた周波数が数Hz程度からMHz帯域の、電圧が数kV程度から20kV程度の交流高電圧プラズマ電源が好ましい。または、RFを用いた13.56MHzの高周波プラズマ電源であってもよいし、誘導結合方式（コイル方式）電源、マイクロ波電源、パルスグロー方式電源、直流高電圧電源、VHF/UHF電界励起電源、パルスパワー電源、レーザー、電子線等の、所望する箇所、部分でプラズマが生成できる電源方式であってもよい。なお、プラズマ処理部201でのプラズマ処理の目的、効果、量、時間、流路距離等の機器構成に合わせ選択してもよい。なお、電源にグロー用と放電柱用とを用い、交互に動作させてもよい。その他のプラズマ生成電源を組み合わせ、生成プラズマ種の複合化を図って処理を行ってもよい。なお、電源の種類によっては負極側を電源に接続し共にグラウンドに接地、または電源に接続せず直接グラウンドに接地してプラズマ生成に用いてもよい。

40

【0217】

図76における処理支援添加剤部205は、プラズマを広い空間に安定して生成するた

50

めの支援ガスや、プラズマ処理部201で行うプラズマ処理に応じてプラズマの物理的・化学的特性を顕在化させるための、ガス、液体、固体、粉粒体を、支援添加剤として供給する。これにより、プラズマ処理部201で所望するプラズマ処理が行える。

【0218】

支援添加剤として用いるガス、液体、固体、粉粒体の種類は、プラズマ処理部201でのプラズマ処理に応じて選択される。また、所望するプラズマ処理を行い、処理対象の表面処理とコーティング、処理対象に対しての化学的・反応および、化学的・反応物の付与、さらには、超微粒子の生成、薄膜材料の生成、エアロゾル固体生成等が行え、効果が得られるためのものであれば、ミストプラズマジェット（プラズマ中に液体を添加し生成されたプラズマジェット）等も含め、入手可能な物質であればそれら全てを、支援添加剤として用いることができる。また、必要であれば本システムで、所望の化合物を製作し用いてもよい。

10

【0219】

なお、ガス供給源204が、空気、窒素、二酸化炭素等の希ガス以外のガスを供給する場合は、処理支援添加剤部205は、ヘリウムガスやアルゴンガス等の希ガスを供給してもよい。

【0220】

図76における処理支援装置部255は、所望するプラズマの生成に必要な手段を指す。所望するプラズマの生成に必要な手段とは、例えば、プラズマを広い空間に安定して生成する手段や、化学反応装置として環境を形成する手段、等である。具体的には、1) プラズマ発生部又はプラズマ処理部201全体の冷却、加熱による温度の管理手段および機器、2) プラズマ生成ガスの冷却、加熱による温度の管理手段および機器、3) 空気を用いた場合の湿度の管理手段および機器、4) プラズマ処理部201および、プラズマ発生部の圧力（減圧度、高圧度）の管理手段および機器、5) プラズマ処理部201および、プラズマ発生部の温度の管理手段および機器、6) プラズマ処理部201および、プラズマ発生部のプラズマ（電極間印加電圧、空間電圧、回路電流波形、プラズマ発光（紫外線光等）、プラズマ電子密度計測等、計測手段による適正プラズマの維持、保持）の管理手段および機器、7) プラズマ生成部へ磁場を付与する機器、8) プラズマ生成部へレーザーを付与する機器、9) プラズマ生成部へ電子線を付与する機器、10) 処理支援添加剤部205の、常温で液体の支援添加剤を蒸気化、揮発化させるための、減圧装置または、加熱装置、超音波霧化装置、ミスト生成装置、11) 処理支援添加剤部205のガスの、冷却、加熱による温度の管理手段および機器、等が挙げられる。これらを担持することで、所望するプラズマを効率よく生成できる。

20

30

【0221】

なお、上述したプラズマ処理システム200を、図76における制御部260により制御してプラズマ処理を自動運転してもよいし、手動運転してもよい。

【0222】

また、図82に示すように、プラズマ生成ガスや、処理支援装置部255から供給されるプラズマ処理支援ガス、プラズマ処理部201の温度制御を行う構成とすれば、プラズマ処理能力を向上させ、プラズマ処理の高精度化を図ることができる。プラズマ生成ガスのコストをいとわない場合はガスバッファータンク部230を設けることなく大気開放、ないしは、含有有害ガス処理を行い大気開放としてもよい。

40

【0223】

〔第25実施形態〕

図83には、無放電を用いたプラズマ処理を行う装置（本発明の「プラズマ処理装置」に相当する）の構成が示されている。本構成は、上記実施形態及び下記実施形態に適用することができる。

【0224】

一般的にプラズマ放電は、電圧の印加で放電開始電圧に達すると、気体の絶縁破壊と共に電離が起こり放電が起こる。プラズマ放電では、電荷の影響により数kHz程度の高電

50

圧を印加したときの立ち上がり時に数 μs 以下の鋭い電流波形が観測される。

【0225】

また、プラズマ放電では、その時々の使用状況により、放電開始時の電極間印加電圧と空間電圧、回路電流の波形に固有の特性が発現する。そして、その使用環境下であらかじめ、プラズマ放電開始時の電極間印加電圧と空間電圧、回路電流波形を、モニター265でモニターすることにより放電開始が把握できる。

【0226】

本実施形態の使用例は以下の通りである。即ち、(1) モニターしたデータから、波形に使用状況による固有の特性が発現したときに、プラズマ電源部15の電源を切る、(2) 放電時に放出される、電子-イオン再結合での強い紫外線光を検知して、一発目のパルス放電でプラズマ電源部15の電源を切る、(3) 放電の制御に、数 ns ~ 数 μs の立ち上がりパルスで印加し、放電がスパーク開始電圧まで上昇しない、短パルス制御で放電を抑える。これは、立ち上がり電圧が数 ns から $1\mu\text{s}$ と、イオン周波数より速く、電子周波数より遅いので、重いイオンを加速することがなく、温度が上昇しない軽い電子のみを有効に移動させた放電となる。これにより、プラズマの生成による処理対象の損傷の発生を抑えたプラズマ処理が行える。

【0227】

[第26実施形態]

本実施形態は、上記実施形態及び下記実施形態の「プラズマ処理装置」の構成に、プラズマ分級処理を行う分級手段を組み込んだものである。なお、分級構成は、上述した第6実施形態、第8実施形態、第9実施形態、第11実施形態、第12実施形態、第19実施形態、第20実施形態、第21実施形態、第22実施形態、第23実施形態、第29実施形態、第32実施形態、に組み込むことが特に好ましい。

【0228】

本実施形態の分級手段では、プラズマ生成中で粉粒体粒子から微粒子の昇華又は燃焼を行い、所望の大きさの粉粒体粒子を得る。なお、図84、85には、大きさの異なる粉粒体粒子を比較した図が示されている。例えば、比較的低温の温度Aでは、 $\Phi 1\text{nm}$ の粒子と $\Phi 10\text{nm}$ の粒子とが昇華又は燃焼し、比較的高温の温度Bでは、 $\Phi 100\text{nm}$ の粒子が昇華又は燃焼し、 $\Phi 1\mu\text{m}$ の粒子は昇華又は燃焼しないように、温度A、Bを設定することで、所望の大きさ（ここでは、 $\Phi 1\mu\text{m}$ ）の粒子を得ることができる。

【0229】

なお、この分級は、第25実施形態の無放電を用いたプラズマ処理の構成の制御システムを用い、プラズマ処理部201およびプラズマ発生部の温度の管理手段および機器、プラズマ処理部201およびプラズマ発生部のプラズマ（電極間印加電圧、空間電圧、回路電流波形、プラズマ発光（紫外線光等）、プラズマ電子密度計測等、計測手段による適正プラズマの維持、保持）の管理手段および機器、を用いて、プラズマ発生部の温度と、電圧印加時間と、プラズマ生成ガス温度とを制御し、プラズマ生成部の管理が行われた微粒子昇華プラズマ処理を行うことで、行うことができる。

【0230】

[第27実施形態]

上述したプラズマトーチ22~24、27~29、第12実施形態、第22実施形態、第23実施形態等において、流路を大口径化すれば、プラズマ処理量が増大し、処理能力が向上すると考えられる。しかしながら、単に大口径化を図るだけでは、プラズマが生成されなくなることが考えられる（図86参照）。これに対して、図87に例示されるプラズマトーチ23Yのように、棒状の第2プラズマ生成電極23Bの先端をT字状として、円筒状の第1プラズマ生成電極23Aに向けて張り出させることで、T字状の先端部が始動電極270として働き、同一のプラズマ電源部15を用いて大口径の流路中にプラズマを生成することができる。なお、プラズマが生成された後は、始動電極270は必要でないため、始動電極270に回転手段または引き抜き手段を設け、電極の消耗の軽減を行ってもよい。

【0231】

また、上述したプラズマトーチ21、25、26、30、第12実施形態等においても、流路を大口径化し、処理能力を向上することも考えられる。この場合、図88に例示されるプラズマトーチ21のように、プラズマ電源部15に接続されておらず、電極の導電によりバイパス効果で始動電極として機能する始動電極271を設けることが考えられる。

【0232】

また、始動電極271は、図89に示すように設けられてもよい。詳細には、始動電極271は、短冊状の導体を誘電体で被覆してなり、プラズマ電源部15には接続されていない。流路の上下に配された第1及び第2のプラズマ生成電極間に印加された電流は、始動電極271の短冊状の導体内を導通し、誘電体バリア放電により、プラズマが発生する。

10

【0233】

なお、始動電極270、270を用いることによりプラズマが発生する原理は以下のとおりである。即ち、生成されたプラズマガスは、「放電電流により絶縁破壊で生じた、プラズマ化したガスは、導体として振る舞う」の現象により、流路内ガスはプラズマガスが伝播され、流路内ガスも導体として振る舞う。そして、始動電極270、271によりプラズマ化したガスが流路内に伝播することで、大口径配管の流路全体で、外部の電極間にプラズマが発生することになる。

20

【0234】

また、これらの始動電極を具備することにより、電源（電力）を同一とすれば、プラズマを生成させる流路の断面積を大きくすることができ、効率化を図れ、プラズマを生成させる流路の断面積を同一とすれば、必要な電力を小さくすることができ、低コスト化が図れる。

【0235】

また、図35、36は、輸送配管101の絶縁部材に非接地電極103を埋設し、輸送配管101の内面に沿ってプラズマバリアを発生させる構成であったが、図90に示すように、第1及び第2のプラズマ生成電極276A、276Bを有する大口径配管276の中間位置又は端部に、この非接地電極103が埋設された始動用配管275を備え、始動用配管275で発生した放電を大口径配管276内に伝播させる構成として用いてもよい。この構成では、抵抗になるものが何も無い形状での使用ができる。なお、始動用配管275の長さは、図35、36中のY1の長さと同程度あるいは倍程度であることが好ましい。

30

【0236】

なお、粉碎メディア（導電体を誘電体により被覆したもの、又は表面が導電体からなるもの）を始動電極として、用いた構成であってもよい。または、被処理体Sに、放電による金属コンタミを含有してよい場合は、流路内に導電体（針金または板）をくの字状に曲げ導電体の弾性で流路内に保持させて、これを始動電極として用いた構成であってもよい。なお、導電体に誘電体被覆した構成としても始動電極となる。

【0237】

〔第28実施形態〕

本実施形態は、プラズマジェットの幅を任意の幅にすることができる面処理プラズマトーチ280（本発明の「プラズマトーチ」に相当する）である。図91及び図92に示すように、面処理プラズマトーチ280は、下面開放箱形の本体ケース280K（本発明の「箱形ケース」に相当する）に、ガス注入口280G、ガス注入口280Gから注入されたプラズマ生成ガスを分散させるバッフル281、本体ケース280Kの上壁と平行に配置された平板に細孔がマトリクス状に形成された細孔板282（図93参照）を上から順に備えている。本体ケース280Kの内部は、細孔板282により、上方のガス等圧室283と下方の電極室284とに区画されている。

40

【0238】

50

電極室 284 には、2 本の固定電極 280A, 280A (本発明の「第 1 プラズマ生成電極」に相当する) と、1 本の可動電極 280B (本発明の「第 2 プラズマ生成電極」に相当する) と、が備えられている。図 91、図 94 及び図 95 に示すように、固定電極 280A は、円柱状をなす導電性棒 285 (本発明の「金属棒」に相当する) が絶縁性部材 286 (本発明の「内側パイプ」に相当する) により被膜された構成をなし、その両端部が本体ケース 280K の幅方向の両端部寄り位置に固定されている。また、可動電極 280B は、2 本の固定電極 280A, 280A の間に配され、固定電極 280A と同様に導電性棒 285 が絶縁性部材 286 により被膜された構成をなすと共に、その両端部が本体ケース 280K に形成された長孔 280N に挿通されていて、上下動可能となっている。これら固定電極 280A, 280A と可動電極 280B とは、プラズマ電源部 15 の異極にそれぞれ接続されている。なお、長孔 280N は、可動電極 280B の端部に備えられた電極蓋 280F により内側から覆われ、空洞が防がれる。また、可動電極 280B は図示しないねじにより固定可能となっている。なお、図 94 及び図 95 に示すように、固定電極 280A, 280A の上方には、ガスの流路を中央部へ向ける規制板 287 が設けられている。なお、本体ケース 280K と絶縁性部材 286 とが、本発明の「中空絶縁部材」、「絶縁ケース」に相当する。

【0239】

本実施形態の面処理プラズマトーチ 280 の構成は以上である。次に、面処理プラズマトーチ 280 の作用効果を説明する。まず、ガス注入口 280G から注入されたプラズマ生成ガスは、バッフル 281 により側方へ分散してガス等圧室 283 に流れ、ガス等圧室 283 では、ガス圧とガス量は均一化される。ガス等圧室で均一化されたプラズマ生成ガスは、細孔板 282 の細孔から電極室 284 へ一様に噴出され、固定電極 280A, 280A と可動電極 280B との間を通り、電極室 284 の下端部から噴出される。このとき、固定電極 280A, 280A と可動電極 280B との間のプラズマ放電により、プラズマ生成ガスはプラズマ状態のプラズマジェットとなる。プラズマジェットは、固定電極 280A, 280A 及び可動電極 280B の長さ分噴出されるため、広範囲を一度にプラズマ処理することが可能となる。または、面処理プラズマトーチ 280 を固定電極 280A 及び可動電極 280B の軸方向に移動すれば、移動始点上の部位を固定電極 280A 及び可動電極 280B の長さ分、重複してプラズマ処理が行える。

【0240】

ここで、図 95 (A) に示すように、可動電極 280B を長孔 280N の下端部に配すると、固定電極 280A, 280A と可動電極 280B との間を通過したプラズマジェットは、可動電極 280B の形状と、可動電極 280B と固定電極 280A, 280A との位置関係により可動電極 280B の下方で発生する円柱双子渦により、面処理プラズマトーチ 280 の中央部に集中する。これにより、細く長い線状のプラズマジェットによる面状処理が行える。

【0241】

また、図 95 (B) に示すように、可動電極 280B を長孔 280N の上端部に配すると、固定電極 280A, 280A と可動電極 280B との間を通過したプラズマジェットは、固定電極 280A, 280A の形状と、固定電極 280A, 280A と可動電極 280B との位置関係により固定電極 280A, 280A の下方で発生する片円柱双子渦により、面処理プラズマトーチ 280 の外周部に拡散する。これにより、面処理プラズマトーチ 280 の幅以上の幅のプラズマジェットによる面状処理が行える。

【0242】

このように、本実施形態によれば、可動電極 280B を上下にスライドさせることで、細く長い線状のプラズマジェットの生成から、幅が広く長い面状のプラズマジェットの生成が行え、プラズマジェットの幅を任意の幅にすることができ、プラズマジェットの生成面積の調整が行える。

【0243】

[第 29 実施形態]

以下、図96～101に基づいて、本発明の「プラズマ処理装置」に相当する筒形回転処理装置300について説明する。図96に示す、筒形回転容器310は、粉粒体である処理対象Wや、泥漿やスラリー等の液体である処理対象Lや、その他流動性を有する処理対象からなる被処理体Sを内側に収容可能な円筒形をなすと共に中心軸J1が、概ね水平（本図では接続管334側に対して仰角約2°で傾斜）になるように配置されており、その中心軸J1回りに回転駆動される。なお、図96に示す、筒形回転容器310は任意の角度に調整可能な傾動機構（図示しない）を有する。

【0244】

筒形回転容器310は軸方向の一端部（図96における右端。以下、「終端部」という）が開放した筒壁311を有して、その筒壁311の他端部（図96における左端。以下、「始端部」という）が第1始端壁312にて閉塞されている。また、筒壁311の内周面における軸方向の中間部から円板形の第1終端壁314が張り出しており、その第1終端壁314によって、筒形回転容器310の内部が軸方向で隣り合った第1回転室315（本発明の「処理空間」に相当する）と第2回転室316とに区画されている。即ち、第1終端壁314と第1始端壁312との間に第1回転室315が形成され、第1終端壁314より終端部側に第2回転室316が形成されている。また、第1終端壁314の中心部には通気孔314Aが貫通形成されていて、その通気孔314Aによって第1回転室315と第2回転室316とが連通している。

【0245】

図96及び図97で示すように、筒形回転容器310は、複数の誘電体ローラー330によって回転可能に支持されている。また、筒形回転容器310は、終端部側の誘電体ローラー330に連結されたモータ331によって、予め定められた正回転方向X1とその逆の逆回転方向X2とに回転駆動される。

【0246】

図96に示すように、筒形回転容器310の外側には、筒壁311の外面に宛わられて筒形回転容器310を加熱又は冷却する温度調整装置333が設けられている。この温度調整装置333によって、第1回転室315に収容された被処理体Sを加熱又は冷却処理することができる。

【0247】

筒形回転容器310における第1始端壁312の中心には、センター孔312Aが貫通形成され、このセンター孔312Aは、固定フランジ312Fによって外方から覆われている。固定フランジ312Fと第1始端壁312との間には摺動シール312Sが備えられていて、気密性が保たれると共に、固定フランジ312Fが筒形回転容器310の回転に連動せず一定となる。固定フランジ312Fには、接続管334、配管パイプ337、吸引管338が接続されている。

【0248】

接続管334には処理物供給管335を介して、被処理体Sを供給するためのフィーダー339が接続されている。配管パイプ337にはガス、液体、その他の処理雰囲気生成する雰囲気生成装置が接続されている。吸引管338は、粉碎処理によって第1回転室315内に発生した浮遊粉塵を、浮遊微粒子物質として吸引回収する。なお、配管パイプ337及び吸引管338を有しない構成としてもよい。

【0249】

第2回転室316内には、筒形回転容器310と一体に回転する分級機構部340が備えられている。図96に示すように、分級機構部340は、アウターコーン341と、その内側に配置されたترونメル342と、その内側に配置された中心筒部343とを備えている。

【0250】

詳細には、アウターコーン341は、第2回転室316の中心軸に沿って延びた円錐台形状をなして、その小径側端部が第1終端壁314に固定されて第1終端壁314と一体に回転すると共に、大径側端部の開口が被処理体Sを第2回転室316外に排出するため

10

20

30

40

50

の排出大開口 3 4 1 A になっている。

【0 2 5 1】

トロンメル 3 4 2 は、第 2 回転室 3 1 6 の中心軸に沿って延びた円錐台形状をなして、アウターコーン 3 4 1 と同軸に配置され、大径側端部が第 1 終端壁 3 1 4 に固定されて筒形回転容器 3 1 0 と一体に回転可能となっている。トロンメル 3 4 2 は両端部が開放しており、その大径側端部が、第 1 終端壁 3 1 4 に形成された通気孔 3 1 4 A の開口縁に接続されて、トロンメル 3 4 2 の内部と第 1 回転室 3 1 5 とが連通している。

【0 2 5 2】

中心筒部 3 4 3 は、第 2 回転室 3 1 6 の中心軸に沿って延びた円筒状をなして、アウターコーン 3 4 1 及びトロンメル 3 4 2 と同軸に配置され、一端部が後述するサブ移送ダクト 3 6 7 に連結されて第 1 終端壁 3 1 4 と一体に回転可能となっている。中心筒部 3 4 3 の内側には中心螺旋ガイド 3 4 4 が設けられている。中心螺旋ガイド 3 4 4 は、中心筒部 3 4 3 の内周面から張り出しており、筒形回転容器 3 1 0 を正回転させた場合に、中心筒部 3 4 3 内の被処理体 S を第 1 終端壁 3 1 4 から離れる側（筒形回転容器 3 1 0 の終端口 3 1 3 側）へと送給するように旋回している。なお、アウターコーン 3 4 1 とトロンメル 3 4 2 及び、トロンメル 3 4 2 と中心筒部 3 4 3 は、それぞれ連結棒 3 4 5 にて連結されている。

【0 2 5 3】

中心筒部 3 4 3 の内部は、後述するサブ移送ダクト 3 6 7 と連通していて、筒形回転容器 3 1 0 を正回転させると、第 1 回転室 3 1 5 の下部に堆積した被処理体 S の一部がサブ移送ダクト 3 6 7 内を移動して中心筒部 3 4 3 内へと送給される。中心筒部 3 4 3 内に送給された被処理体 S は、中心螺旋ガイド 3 4 4 によって筒形回転容器 3 1 0 の終端口 3 1 3 側に送給され、中心筒部 3 4 3 からトロンメル 3 4 2 の小径側端部に落下する。（図 9 8 参照）

【0 2 5 4】

被処理体 S は、トロンメル 3 4 2 の内側を第 1 終端壁 3 1 4 に向かって移動する過程で分級される。即ち、比較的細かく粉砕された被処理体 S は、トロンメル 3 4 2 の篩目を通過してアウターコーン 3 4 1 内に落下する。一方、粉砕が不十分な被処理体 S は、トロンメル 3 4 2 の篩目を通過することなく大径側端部に到達して、通気孔 3 1 4 A から第 1 回転室 3 1 5 内に戻される。

【0 2 5 5】

トロンメル 3 4 2 の篩目を通過してアウターコーン 3 4 1 内に落下した比較的細かい被処理体 S は、アウターコーン 3 4 1 内を排出大開口 3 3 1 A に向かって移動して、第 2 回転室 3 1 6 外に排出される。つまり、被処理体 S の粉砕を行いながら、同時に分級を行って、細かく粉砕された被処理体 S だけを、筒形回転容器 3 1 0 から排出させることができる。

【0 2 5 6】

図 9 6 及び図 9 8 に示すように、第 1 終端壁 3 1 4 における第 2 回転室 3 1 6 側の面の外縁部には、移送ダクト 3 2 3 が円弧状に延びている。移送ダクト 3 2 3 は、全体が溝形構造で、正回転方向 X 1 の後端部が閉塞された閉塞端をなす一方、正回転方向 X 1 の前端部には開口した開放端口 3 2 3 A をなしている。これにより、筒形回転容器 3 1 0 を停止及び正回転させた場合に、第 1 回転室 3 1 5 から第 2 回転室 3 1 6 への被処理体 S の移動を禁止する一方、筒形回転容器 3 1 0 を逆回転させた場合に、第 1 回転室 3 1 5 から第 2 回転室 3 1 6 へと被処理体 S 及び粉砕メディア 3 3 6 を移送することができる。

【0 2 5 7】

第 1 終端壁 3 1 4 には、第 1 回転室 3 1 5 と第 2 回転室 3 1 6 との間を連絡した移送ダクト 3 2 3 に加えて、第 1 回転室 3 1 5 と中心筒部 3 4 3 の内部とを連絡したサブ移送ダクト 3 6 7 が備えられている。サブ移送ダクト 3 6 7 は、第 1 終端壁 3 1 4 を貫通して第 1 回転室 3 1 5 内に開口した第 1 終端サブ開口 3 6 8 と、サブ移送ダクト 3 6 7 のうち第 1 終端サブ開口 3 6 7 A の反対側の端部に設けられて、中心筒部 3 4 3 に連通した第 2 始

10

20

30

40

50

端サブ開口 3 6 7 B とを備えている。これにより、第 1 終端サブ開口 3 6 7 A からサブ移送路 3 6 7 R に進入した被処理体 S は、筒形回転容器 3 1 0 の正回転に伴ってサブ移送路 3 6 7 R 内を移動して、第 2 始端サブ開口 3 6 7 B から中心筒部 3 4 3 内に送給される。なお、第 1 終端サブ開口 3 6 7 A には後述する粉碎メディア 3 3 6 よりも細かい網またはスリットが固定されている。

【0258】

このように、筒形回転容器 3 1 0 を正回転させている間は、粉碎が未完全な被処理体 S を第 1 回転室 3 1 5 内に留めて後述する処理を行うことができると共に、十分に粉碎された被処理体 S を排出させることができる。また、筒形回転容器 3 1 0 を逆回転させることで、第 1 終端壁 3 1 4 の網目又はスリットよりも大きい粉碎メディア 3 3 6 及び粉碎が未完全な被処理体 S を第 1 回転室 3 1 5 から排出させることができるので、筒形回転容器 3 1 0 の内容物の取り出しを機械的操作で行うことができ、従来よりも容易に行うことができる。

10

【0259】

ここで、図 9 6 又は図 9 7 に示すように、筒形回転処理装置 3 0 0 では、プラズマ電源部 1 5 に接続された外部電極 3 5 0 (本発明の「第 1 プラズマ生成電極」に相当する。)が、第 1 回転室 3 1 5 に下方から当接している。外部電極 3 5 0 は、第 1 回転室 3 1 5 の中心軸 J 1 と平行に延び、1 対の誘電体ローラー 3 3 0 の中間位置に固定配置されている。なお、外部電極 3 5 0 の上面は筒形回転容器 3 1 0 の下面に沿うように円弧上に窪んでいる。なお、外部電極 3 5 0 は、ブラシ電極であってもよいし、集電電極であってもよい。

20

【0260】

また、図 9 6 に示すように、第 1 回転室 3 1 5 には、内部電極 3 5 5 (本発明の「第 2 プラズマ生成電極」に相当する。)が備えられている。内部電極 3 5 5 は筒形回転容器 3 1 0 の中心軸 J 1 上に延びる支持棒 3 5 5 S と、支持棒 3 5 5 S から側方に張り出した複数の電極円板 3 5 5 D とを備えている。支持棒 3 5 5 S は、第 2 回転室 3 1 6 の中心筒部 3 4 3 内に備えられた誘電体パイプ 3 4 6 の内側を貫通し、プラズマ電源部 1 5 に接続されている。図 1 0 0 に示すように、誘電体パイプ 3 4 6 の両端に備えられたフランジ 3 4 6 F によって誘電体パイプ 3 4 6 が中心筒部 3 4 3 に固定されると共に、支持棒 3 5 5 S が誘電体パイプ 3 4 6 に固定されている。なお、内部電極 3 5 5 は、被処理体 S が誘電体の場合は、図 9 9 (A) に示すように、導体金属素地で形成される。

30

【0261】

さらに、筒形回転容器 3 1 0 の筒壁 3 1 1 は、例えば金属やカーボンといった導電性部材、または誘電体で形成されると共に、第 1 回転室 3 1 5 には、図 9 9 (B) に示すボール状に形成された導体ボール 3 3 6 B を誘電体 3 3 6 M で被膜した球状の粉碎メディア 3 3 6 (本発明の「処理媒体」に相当する。)が充填されている。

【0262】

これにより、図 1 0 0 で示すように、外部電極 3 5 0 と内部電極 3 5 5 にプラズマ電源部 1 5 を通じて一定以上の電力が印加されると、内部電極 3 5 5 と外部電極 3 5 0 との間に、粉碎メディア 3 3 6 を経由してプラズマが発生する。また、配管パイプ 3 3 7 からヘリウムガスやアルゴンガス等の希ガス、または、他のプラズマ生成ガスを注入して、第 1 回転室 3 1 5 内をそれらのプラズマ生成ガスで充填しておくことで、より安定してプラズマを生成することができる。また、配管パイプ 3 3 7 からプラズマ生成ガスを導入すれば、目的とするプラズマ処理が行える。

40

【0263】

このように本実施形態のプラズマ処理装置 3 0 0 は、接続管 3 3 4 によって第 1 回転室 3 1 5 に供給された被処理体 S を、図 1 0 1 に示すように、複数の粉碎メディア 3 3 6 によって粉碎すると共に、内部電極 3 5 5 と外部電極 3 5 0 との間で粉碎メディア 3 3 6 を経由して発生しているプラズマに照射することができる。即ち、被処理体 S の粉碎をしながらプラズマ照射することができ、被処理体 S へのプラズマ照射の効率の向上を図ること

50

ができる。なお、導体ボール 336B を誘電体 336M で被膜した粉碎メディア 336 と誘電体のみからなる粉碎メディアとを複合して充填することで、発生するプラズマの質を選択することができる。具体的には、導体ボール 336B を誘電体 336M で被膜した粉碎メディア 336 では、内部電極との間でやわらかい面状放電プラズマが、誘電体からなる粉碎メディアは、内部電極から太い線状の放電プラズマが発生するので、所望するプラズマ効果に合わせ、これらの割合を選択して用いてよい。

【0264】

また、筒形回転容器 310 を正回転させると、図 98 で示すように、プラズマ処理された被処理体 S は、第 1 終端サブ開口 367A がすくい取り、筒形回転容器 310 の正回転に伴ってサブ移送路 67R 内を移動して、第 2 始端サブ開口 367B から中心筒部 343 内に送給される。そして、所定の大きさ以下に粉碎された被処理体 S のみが、筒形回転容器 310 から排出され、所定の大きさ以上の被処理体 S は、第 1 回転室 315 へと戻され、再度粉碎・プラズマ処理が施される。

【0265】

そして、その排出された被処理体 S の量を計測し、その分の被処理体 S をフィーダー 339 から順次供給することで、被処理体 S の粉碎及びプラズマ照射の連続処理を行うことができる。

【0266】

また、筒形回転容器 310 を逆回転させると、粉碎メディア 336 を筒形回転容器 310 から排出することができる。これにより、筒形回転容器 310 内の水洗い洗浄、または、第 1 終端壁 314 を分割して筒形回転容器 310 の内部をエアブローで拭き上げる等の内部洗浄が用意に行うことができる。

【0267】

本実施形態の筒形回転処理装置 300 は、以下のように変更してもよい。

【0268】

(1) 被処理体 S が金属、カーボン、短カーボンファイバーといった導体である場合は、図 102 に示すように、筒形回転容器 310Z の内側、即ち筒壁 311Z の内側、及び第 1 始端壁 312 の内側、及び第 1 終端壁 314 を絶縁体層 311Z、312Z で被膜し、被膜のない誘電体ボールの粉碎メディア 336Z を充填しても、同様の効果を得ることができる。このとき図 102 (B) で示すように、内部電極 355Z の電極円板 355DZ は導体 355DX を誘電体 355DY で被覆する構成となっている。

【0269】

(2) 上記実施形態では、外部電極 350 として固定ブラシ電極又は集電電極のみを用いたが、図 103 に示すように、外部電極 350 に加え導体ローラー電極 351 (本発明の「導電性ローラ」に相当する) を用いてもよい。導体ローラー電極 351 はパンタグラフ 351P やコンタクトプローブ (図示しない) といった伸縮可能な保持具の上端位置に配置する、または、ヒンジ支持体集電機構を利用することで、筒形回転容器 310 の回転に伴う表面の芯振れに追従して通電を保持することができる。これにより、筒形回転容器 310 の加工精度を求めることなく筒形回転容器 310 を製作でき、低コストで筒形回転処理装置 300 の製作ができる。また、導体ローラー電極 351 を所望するプラズマ生成位置に合わせて、長さ及び直径を選択することができる。なお、外部電極 350 に替えて導体ローラー電極 351 を用いる構成としてもよい。

【0270】

このとき、図 104 及び図 105 (A) に示すように、導体ローラー電極 351 を、一対の円板状の導体電極板 351A、351A を両端部に備える支持円柱 351C の中間位置をボールジョイント 351B によって固定する構成とすれば、導体電極板 351A、351A は水平可動だけでなく、垂直可動、傾斜可動といった X、Y、Z 方向の動きにも追従することができる。これにより、導体ローラー電極 351 は、筒形回転容器 310 に密着した状態で追従することができるので、筒形回転容器 310 の側面に電極に安定して給電することが可能となる。また、一対の導体ローラー電極 351、351 を支持する固定

支持部 352, 352 に、ボールジョイント 351B, 351B から垂下する電極保持部 351D, 351D を固定し、固定支持部 352 の中央下方に設けられた接続部 352A を上述したパンタグラフ 351P 等に接続すれば、上下の動きにも追従することができる。

【0271】

さらに、図 105 (B) に示すように、接続部 352A に、一部が外方に向けて R 状に膨出した支持シャフト 353 を挿通してパンタグラフ 351P 等と固定すれば、導体ローラー電極 351 が支持シャフト 353 の R 膨出部を支点として動くことができる。これにより、導体ローラー電極 351 の可動域をより大きくすることができ、筒形回転容器 310 の側面に電極に与圧を持って密着させることができる。

10

【0272】

なお、図 104 では一対の導体ローラー電極 351, 351 を固定支持部 352 に固定したが、導体ローラー電極 351 は線接触給電となり、1 つの導体ローラー電極 351 で給電できる電気容量は固定されるため、必要な電気容量分の導体ローラー電極 351 を増設することで、プラズマを発生させるために必要とする電気容量の給電を行うことができる。

【0273】

また、導体ローラー電極 351 は、外部電極 350 を介してプラズマ電源部 15 に電氣的に接続してもよいし、導体ローラー電極 351 を直接プラズマ電源部 15 に接続してもよい。また、誘電体ローラー 330 を導体ローラー電極 351 として機能する構成としてもよい。

20

【0274】

(3) 図 106 及び図 107 で示すように、内部電極 355Z (本発明の「第 2 プラズマ生成電極」に相当する) は、可撓支持棒 355S と、可撓支持棒 355S に電氣的に接続され、かつ筒形回転容器 310 に合わせて供回り可能な円筒電極 355E とを備えた構成となっている。円筒電極 355E は重力方向及び回転方向に近づくように偏心し、円筒電極 355E と、外部電極 350 との距離が近いところ、即ち被処理体 S 及び粉碎メディア 336 が滞留されやすい重力方向及び回転方向で、外部電極 350 との間にプラズマを発生させることができる。このとき、図 107 に示すように、外部電極 350Z を、絶縁体からなる筒壁に埋設された円筒状の導体から構成としてもよいし、上述した固定ブラシ電極または、可撓電極等を用いてもよい。また、筒形回転容器 310 に替え、絶縁体からなる筒壁 311 に埋設された導体で構成された円筒状のホースの径違いを、上記のように構成し、内部電極 355 側は両端を閉じ用いることで、長さに制約のないホース間でのプラズマ発生ができる。なお、本実施形態では筒形回転容器 310 は円筒を模して述べているが、筒形回転容器 310 を多角形の形状にして第 1 始端壁 312、及び第 1 終端壁 314 を円状フランジにして、フランジ周囲で誘電体ローラー 330 により回転させて用いてもよい。また、円筒電極 355E の両端または片端を、変芯度を許容できる弾性材料で筒形回転容器 310 に接続することで、筒形回転容器 310 と円筒電極 355E の回転を同調させてもよい。ないし、内部電極 355Z を第 1 終端壁 314 に筒形回転容器 310 と同芯となるように固定して用いてもよい。

30

40

【0275】

なお、筒形回転容器 310 を被処理体 S の投入側から排出側に対し傾斜をもたせ、被処理体 S のみで、または、被処理体 S と粉碎メディア 336 を混在させて用いてもよい。また、アウターコーン 341 と通気孔 314A を含むトロンメル 342 部をなくす、または円弧状の移送ダクト 323 を具備し、図 96 における第 1 回転室 315 内に配置された内部電極 355 に代えて図 24 に示された内外逆向き螺旋リボン羽根 91 を内部電極として具備させた構成とし、第 1 回転室 315 内の内部電極としての内外逆向き螺旋リボン羽根 91 で被処理体 S を攪拌しプラズマ処理を行う混合機として用いてもよい。このとき、筒壁 311 の内壁に対して内外逆向き螺旋リボン羽根 91 は、隙間を保持して設けられているので、この筒壁 311 の内壁と内外逆向き螺旋リボン羽根 91 との間でプラズマを生成す

50

ることができる。なお、筒形回転処理装置 300 の仰角約 2° 傾斜されているので、第 1 回転室 315 内の被処理体 S を全量排出することができる。

【0276】

(4) 図 108 及び図 109 に示すように、第 1 プラズマ生成電極及び第 2 プラズマ生成電極として筒形回転容器 310 の外側に一对の分割用電極 359, 359 (本発明の「給電装置」に相当する) が配置されている。具体的には、図 109 で示すように、一对の分割用電極 359, 359 は、1 対のブラシ電極又は集電電極からなり、筒形回転容器 310 を覆い且つ導体部 358A (本発明の「金属板」に相当する) と誘電体部 358B とを交互に配置してなる円筒状の分割円筒電極 358 に当接するように配置されている。また、一对の分割用電極 359, 359 は、筒形回転容器 310 の下端部を挟んで筒形回転容器 310 の中心軸 J1 を中心に約 90 度離れた位置に配置されている。分割用電極 359, 359 に印加すると、分割円筒電極 358 のうち、一方の分割用電極 359 と当接している導体部 358A と、他方の分割用電極 359 と当接している導体部 358A との間で、粉砕メディア 336 を介してプラズマが発生して、筒形回転容器 310 内の被処理体 S がプラズマ処理される。なお、図 109 では分割円筒電極 358 は 8 分割にされているが、分割円筒電極 358 の分割数及びブラシ電極または集電電極の配置を変更することで、所望のプラズマ生成範囲に調整することができる。なお、一方の分割用電極 359 と当接している導体部 358A と、他方の分割用電極 359 と当接している導体部 358A とが、本発明の「第 1 プラズマ生成電極」、「第 2 プラズマ生成電極」として機能する。

【0277】

このとき、図 110 (A) に示すように、分割円筒電極 358 のうち、導体部 358A の両端部に凸部 358T を設け、隣り合う導体部 358A, 358A の凸部 358T が互い違いになるように配置した構成としてもよい。この構成によれば、分割用電極 359 が誘電体部 358B を通過するときであっても、隣り合う導体部 358A, 358A の少なくとも一方の凸部 358T と接触することとなるので、切れ目のない連続したプラズマを発生させることができ、被処理体 S に安定したプラズマ処理を行うことができる。さらに、分割用電極 359 として変形例 (2) で記した導体ローラー電極 351 を使用した場合であっても、図 110 (B) で示すように、常に導体ローラー電極 351 を何れかの導体部 358A に接触させることが可能となる。

【0278】

また、図 111 で示すように、分割円筒電極 358Z として、筒形回転容器 310 の周方向に延びるローラー接触部 358ZD と、ローラー接触部 358ZD から筒形回転容器 310 の中心軸に対して平行に延びる複数の棧部 358ZE と、から形成される導体からなる第 1 分割電極 358ZA と、第 1 分割電極 358ZA と同形同大で第 1 分割電極 358ZA と対向配置された第 2 分割電極 358ZB とで構成してもよい。このとき、支持軸 351J を中心として T 字状に延びるシーソー部 351S の先端に備えられた導体ローラー 351Z (図 112 参照) をローラー接触部 358ZD の下方に配置することで、筒形回転容器 310 の動きに連動し、支持軸 351J を中心に両端に備えられた 1 対の導体ローラー 351Z が上下して、第 1 分割電極 358ZA と第 2 分割電極 358ZB のうち一方または両方と接触する。これにより、分割円筒電極 358Z に印加を行うと、隣り合う第 1 分割電極 358ZA と第 2 分割電極 358ZB との間で放電が発生し、プラズマの生成を行うことができる。即ち、分割円筒電極 358Z のみで、筒形回転容器 310 内にプラズマを生成することができるのでプラズマ生成における構造を簡素化することができ、清掃性、洗浄性の向上が図られる。なお、隣り合う、第 1 分割電極 358ZA と第 2 分割電極 358ZB との間に、短絡防止のための凸状の誘電体具 (回転容器と一体、または接着等に取り付け) を設けてもよい。

【0279】

また、図 113 及び図 114 で示すように、導体ローラー電極 351 に替えて、ロータリーコネクタの受電部を分割した第 1 分割電極 357A と第 2 分割電極 357B と、それらに給電可能な 2 極の誘電体で被覆された固定電極 357C, 357D を備えたロータリ

ーコネクタ 357 を設けてもよい。また、固定電極 357C と第 1 分割電極 357A 及び固定電極 357D と第 2 分割電極 357B との間には、放電室 357E が設けられ、放電室 357E にはプラズマ生成ガスを封入又はガス供給機によりプラズマ生成ガスで充填されている。そして、固定電極 357C、357D に印加を行うと、固定電極 357C と第 1 分割電極 357A 及び固定電極 357D と第 2 分割電極 357B との間で、誘電体バリア放電が生成され、固定電極 357C、357D と第 1 及び第 2 分割電極 357A、357B との間で非接触による給電が行える。これにより、所望する位置でのプラズマ生成が行える。なお、所望するプラズマの生成部位の選択は、固定給電電極端子を回転可能な機構と固定可能な機構を具備した構造（図示しない）にし、所望するプラズマ生成部位端子位置に合わせ固定し、これを用いて所望する位置でプラズマを生成し、プラズマ処理が行える。図 114 では、第 1 分割電極 357A における断面を示しているが、第 2 分割電極 357B は、図 114 で示した第 1 分割電極 357A よりも内側に配置される。

10

【0280】

また、固定電極 357D は第 1 分割電極 357A の固定電極 357C よりも小さく、固定電極 357C とほぼ反対向きに突出した構成となっている。また、第 2 分割電極 357B に給電可能な固定電極 357D を全周に配置した形状にし、筒形回転容器 310 内の内部電極 355 の全周でプラズマを生成可能となるようにしてもよい。また、固定電極 357C、357D をブラシ電極に替えて、第 1 及び第 2 分割電極 357A、357B に直接接触する構造（図示しない）にしてもよい。また、図 113 及び図 114 では中央に固定電極 357C、357D を配置しているが、ロータリーコネクタ外周に固定電極を配置して用いてもよい。なお、筒形回転容器 310 の分割円筒電極 358 は、ロータリーコネクタ 357 の受電分割電極端子と、ロータリーコネクタ 357 の回転給電軸の内部導体とで、回転容器分割外電極とを相対させた導電体で、回転容器内部で接続されている。なお、ロータリーコネクタ 357 は導体ローラー電極 351 の代わりだけでなく、ロータリーコネクタを内部電極 355 用（導体ローラー電極 351 と、ロータリーコネクタが単独のみでは給電容量不足の場合）とし、導体ローラー電極 351 と共に用いてもよい。第 2 分割電極 357B 中心部に流路を 1 つないしは複数設け、終端でロータリージョイントに接続（図示しない）して、第 1 回転室 315 内に外部からガスまたは液体・粉粒体を導入して所望する反応に用いてもよい。

20

【0281】

30

上述したロータリーコネクタ 357 の誘電体バリア放電給電機構に替え、図 115 に示すように、液状（またはゲル状）導電体（水銀、銀粉含有、銅粉含有、イオン液体等）ないしペースト状導電体（銀粉含有、銅粉含有、イオン液体等）の、導電性流体を具備した第 1 及び第 2 分割電極 357AZ、357BZ で構成してもよい。

【0282】

なお、図 114 では、下側の固定電極 2 極に給電されているが、固定電極 357C を分割電極 357A と同数の極（図 114 では 8 極）にして、給電または、センサー等の信号伝達に用いてもよい。また、極数は用途に合わせ所望の数で用いてもよい。

【0283】

また、導電性流体に替え、図 116 に示すように、ブラシ電極を具備して給電を行う構成としてもよい。この構成では、固定給電電極端子と受電電極端子間で、非接触による誘電体バリア放電により放電が生成され、受電電極端子 2 極への給電が行える方式を用いてもよい。なお、ロータリーコネクタ 357 の代わりにブラシ電極、集電電極等を用いてもよい。

40

【0284】

なお、図 117 で示すように、分割円筒電極 358Y として、筒形回転容器 310 の周方向に延びるローラー接触部 358YD と、ローラー接触部 358YD から筒形回転容器 310 の中心軸に対して斜め、例えば 45 度下方に傾斜して延びる複数の栈部 358YE と、から形成される導体からなる第 1 分割電極 358YA と、第 1 分割電極 358YA と同形同大で第 1 分割電極 358YA と対向配置された第 2 分割電極 358YB とで構成し

50

てもよい。このように、棧部 358YE を筒形回転容器 310 の中心軸に対して傾斜した構成とすれば、第 1 分割電極 358YA と第 2 分割電極 358YB との間で発生するプラズマも筒形回転容器 310 の中心軸 J1 に対して角度をもったプラズマが生成される。このとき、被処理体 S は生成されたプラズマの衝撃により、生成されたプラズマの前方へと移動する。即ち、筒形回転容器 310 の回転と、角度を持ったプラズマにより、螺旋状のプラズマが連続生成される。この螺旋状のプラズマの作用により被処理体 S は筒形回転容器 310 の前方へと移動し、ある程度前方に滞留すると、被処理体 S の持つ安息角により筒形回転容器 310 内で平均化の力が働き後方へと移動して、第 1 回転室 315 内を循環する。これにより、第 1 回転室 315 内に攪拌螺旋羽根のような構成部を設けることなく、被処理体 S を螺旋プラズマで攪拌し、同時にプラズマも処理を行うことができ、構造の簡素化、清掃性、洗浄性の向上とコストの低減を図ることができる。なお、隣り合う、第 1 分割電極 358YA と第 2 分割電極 358YB との間に、短絡防止のための凸状の誘電体具（回転容器と一体、または接着等で取り付け）を設けてもよい。なお、本構成を上述したプラズマトーチ 26、プラズマトーチ 29 及び第 2 実施形態の構成に適用してもよい。

10

【0285】

また、図 118 で示すように、導体ローラー電極 351 の外縁部を低弾性の誘電体で被覆した低弾性被覆層 351M を備えた構成としてもよい。導体ローラー電極 351 を低弾性被覆層 351M で覆ったことで、低弾性被覆層 351M が誘電体として機能して誘電体バリア放電路を形成することができる。また、導体ローラー電極 351 を低弾性被覆層 351M で覆ったことで、図 120 のように、筒形回転容器 310 の筒壁 311 の外側面に合わせて低弾性被覆層 351M が弾性変形し、筒形回転容器 310 の外側面を被覆する誘電体層に密着して接する。これにより、導体ローラー電極 351 と、筒形回転容器 310 の外側面を被覆する誘電体層との接触により発生する誘電体バリア放電が、扁平状態で密着した部分の大气のみの誘電体バリア放電となるので、誘電体バリア放電によって発生するオゾンの生成量を抑制しつつ、筒形回転容器 310 に給電を行うことができる。なお、給電の経路は、導体ローラー電極 351 から低弾性被覆層 351M を介し筒形回転容器 310 の外側面に設けられた分割円筒電極 358 に誘電体バリア放電で給電される。筒形回転容器 310 の分割円筒電極 358 からは、筒形回転容器 310 内の粉碎メディア 336 を介し、内部電極 355 との間で誘電体バリア放電により給電される。この給電経路により、筒形回転容器 310 内でプラズマが生成され、プラズマ処理が行える。

20

30

【0286】

低弾性被覆層 351M は、図 119 (A) で示すように、低弾性材を単泡低弾性材であってもよいし、図 119 (B) で示すように、導体を含有した低弾性材であってもよい。低弾性被覆層 351M を単泡低弾性材で構成すれば、単泡低弾性材の単泡の製作において、希ガス（ネオンガス、アルゴンガス等）を充填することで、単泡低弾性材の単泡内で放電が生成され、隣り合う単泡間で誘電体バリア放電放電路が形成される。これにより、導体ローラー電極 351 から単泡低弾性材の被覆を介し、筒形回転容器 310 内の分割円筒電極 358 に給電して、分割円筒電極 358 と内部電極 355 との間で粉碎メディア 336 を介して誘電体バリア放電がされて、筒形回転容器 310 内にプラズマを生成することができる。また、低弾性被覆層 351M を導体を含有した低弾性材で構成すれば、導体ローラー外電極から導体含有低弾性材被覆の含有導体を介し、筒形回転容器 310 内の分割円筒電極 358 に給電して、分割円筒電極 358 と内部電極 355 との間で粉碎メディア 336 を介して誘電体バリア放電がされて、筒形回転容器 310 内にプラズマを生成することができる。

40

【0287】

また、図 111 で示すシーソー部 351S の両側に取り付けられた導体ローラ 351Z を、支持軸 351J に梯子形状（図示しない）の保持具を設け、梯子の棧を軸とし、支持軸 351J の前後に導体ローラ 351Z を具備した可動ベースに取り付け、支持軸 351J を中心に、シーソー状態で筒形回転容器 310 の外部電極と接触させてもよい。これに

50

より、分割円筒電極 358Y に凸部を設けることなく、周方向で前後ローラー芯間長さより長い、隣り合う四角形の外部分割電極として使用することができる。

【0288】

(5) 上記実施形態では、粉碎メディア 336 は球状であったが、円柱状、四角形、三角形、多角形の立方体としてもよい。また、同一径のメディアだけで使用してもよいし、複数径のメディアを混在、または、球状と円柱状のメディアを混在させ使用してもよい。複数径のメディアを混在させることで、メディア間の隙間が小さくなり、粉碎効率が高くなる。また、球状と円柱状のメディアを混在させることで、流動方向に対し円柱状メディアが中心軸方向で 90 度向くものもあるため、一定流動に対し抵抗となり乱流層ができるので、粉碎効率が高くなる。

10

【0289】

(6) 図 120 で示すように、誘電体ローラー 330 を保持する躯体 370 に、筒形回転容器 310 の中心軸 J1 に対し上下方向に揺動可能な揺動機 372 を設け、揺動軸 371 を基点にして上下方向に揺動を行い、筒形回転容器 310 の回転と揺動とを複合させ、容器回転揺動方式で三次元対流を行える構造を具備して、処理を行ってもよい。(愛知電機株式会社 容器回転揺動型粉体混合機 ロッキングミキサー 参照)

【0290】

(7) 図 121 で示すように、筒形回転容器 310 のうち、第 1 始端壁 312 を封じ、回転シャフト 375 を設けた構成としてもよい。このとき、被処理体 S の供給部を第 2 回転室 316 に接続すれば、第 2 回転室 316 に設けられた中心螺旋ガイド 344 (図 96 参照) により、正回転させると被処理体 S を、第 1 回転室 315 に導入することができる。なお、回転シャフト 375 はモーターを備えた回転保持具 376 に回転駆動する。また、回転保持具 376 は回転シャフト 375 を介して筒形回転容器 310 を片持ち梁状に保持可能な構成としてもよい。または、回転保持具 376 モータ下に支点ヒンジと上下に傾動可能な機構を設け、第 2 回転室 316 内の螺旋をなくした形状 (図示しない) にして、被処理体 S の供給時は上向きで供給を行い、被処理体 S の排出時は下向きで排出を行い用いてもよい。

20

【0291】

(8) 筒形回転容器 310 に回転・ねじり・反転の異なる 3 つの動作を連続的に行う容器回転三次元運動攪拌を行える構造を具備させてもよい。

30

【0292】

(9) 上記実施形態の筒形回転処理装置 300 では、粉碎メディア 336 中に内部電極 355 を埋没させた状態としているが、内部電極 355 を小さくまたは、粉碎メディア 336 の量を減らし、内部電極 355 と粉碎メディア 336 との間に距離 (プラズマが生成する距離) を持たせた構成としてもよい。これにより、内部電極 355 と粉碎メディア 336 が接触することなく被処理体 S を粉碎又は攪拌処理が行えるので、粉碎メディア 336 による内部電極 355 を摩滅を抑制することができる。また、誘電体からなる粉碎メディア 336 を使用する場合に、導電体を誘電体で被覆した誘電体被覆粉碎メディア又は導体で形成された導電体粉碎メディアを適量導入することで、誘電体被覆粉碎メディア又は導体粉碎メディアが始動電極の働きをするので、内部電極 355 を小さく、又は筒形回転容器 310 の直径の大きくすることができ、筒形回転容器 310 でプラズマ照射できる被処理体 S の量を増やすことができる。

40

【0293】

(10) 筒形回転処理装置 300 として特開 2014-083510 の段落 [0070] に記載されている容器回転装置のように、第 1 回転室の内側に、第 1 螺旋ガイド及び第 1 サブ螺旋ガイドを設けた構成とし、その筒形回転処理装置に上記実施形態の外部電極 350 及び内部電極 355 を設けて、誘電体バリア放電プラズマを生成しプラズマ処理を行う構成としてもよい。なお、特開 2014-083510 に記載された機器、装置、機構等に、本考案のプラズマトーチまたは、プラズマ生成機構を具備し設け、ないしは、これらを応用発展させた形で組み込み用いてもよい。

50

【0294】

〔第30実施形態〕

以下、図122に基づいて、本発明の「プラズマ処理装置」に相当する縦形回転処理装置380について説明する。図122に示す縦形回転容器381は、粉粒体である処理対象Wと粉碎メディア336とを内側に収容可能な両端が閉塞された円筒形をなすと共に中心軸J3が、略鉛直になるように配置されており、その中心軸J3回りに回転駆動される。

【0295】

縦形回転容器381は上端が開放した筒形の縦形回転容器部382と、その縦形回転容器部382の上部を閉塞する蓋部383とを備えている。縦形回転容器部382は導体または誘電体で被覆された導体からなる外部電極382A（本発明の「第1プラズマ生成電極」に相当する）で少なくとも側壁の一部が構成されている。蓋部383は、外蓋部383Aと内蓋部383Bとを備え、外蓋部383Aの下端部が縦形回転容器部382の上縁部を覆うように固定されている。また蓋部383の中央部にはガス及び液体を縦形回転容器部382の内部へ注入可能な出入機構部383Tが設けられている。また、縦形回転容器381の下面には下方に向けて円筒状の外部電極筒384が備えられ、外部電極筒384が一方のブラシ電極又は集電電極391が接続されている。

【0296】

縦形回転容器381の略中央部には内部電極390（本発明の「第2プラズマ生成電極」に相当する）は、円板状に形成された円板部390Aと、円板部390Aから上方に向けて窄まる円錐状の突出部390Bと、円板部390Aから垂下して縦形回転容器381の底部を貫通するシャフト部390Cとが備えられている。シャフト部390Cは縦形回転容器381の底部に螺合して固定され、外部電極筒384を貫通している。また、シャフト部390Cは他方のブラシ電極又は集電電極391が接続されている。なお、一对のブラシ電極又は集電電極391はプラズマ電源部15の異極にそれぞれ電氣的に接続されている。

【0297】

外部電極382Aと内部電極390にプラズマ電源部15を通じて一定以上の電力が印加されると、内部電極390と外部電極382Aとの間に、粉碎メディア336を経由してプラズマが発生する。なお、縦形回転容器381内にヘリウムガスやアルゴンガス等の希ガス、または、他のプラズマ生成ガスを充填しておくことで、より安定してプラズマを生成することができる。

【0298】

また、縦形回転容器381の下方には、縦形回転容器381を回転可能に支持する回転駆動機構386が設けられている。回転駆動機構386は、駆動部386Bと支持シャフト386Aとを備え、円筒状の形状をなした軸受支持部385によって外部電極筒384を外側から回転可能に支持している。なお、支持シャフト386A、外部電極筒384、シャフト部390Cはそれぞれ円筒状に形成され、外側から支持シャフト386A、外部電極筒384、シャフト部390Cの順に同軸上に配置されている。

【0299】

ここで、本実施形態の縦形回転容器381では、縦形回転容器381の回転に伴い、粉碎メディア336が遠心力により上方に持ち上げられ内蓋部383Bに衝突する。その後縦形回転容器381の回転を急停止すると、遠心力の惰性で粉碎メディア336は縦形回転容器381の底に戻る。これにより、処理対象Wにプラズマ照射すると共に、被処理体Sの解砕または、粉碎を行うことができる。

【0300】

また、縦形回転容器381の回転数高速立ち上げ時間、急停止のタイミングと、回転と停止のタクト時間を、添加物の供給、添加ガスの供給を、所望するプログラムで制御することで、所望する、被処理体Sの粉碎及びプラズマ処理を行うことができる。なお、一定の速度と、一定の時間で処理を行うようにプログラムを制御してもよい。

【0301】

本実施形態の縦形回転処理装置380は、以下のように変更してもよい。

【0302】

(1) 縦形回転処理装置380では、被処理体Sとして、粉粒体からなる処理対象Wだけでなく、気体、液体、固体、又はこれらの混合物であってもよい。処理する目的の攪拌は上記粉碎以外の、数種類の材料を均一にする混合、分散媒体に分散質を均一にする分散、ペーストまたは高粘度の材料を均一にする混練、材料の気体を除去する脱気、溶液中の気泡を除去する脱泡、互いに混ざり合わない性質をもった液体（水と油等）同士を均一に分散させる乳化等に用いてもよい。

【0303】

(2) 内部電極390の位置は所望するプラズマ処理に合わせて用いてもよい。プラズマ生成ガスを置換後に停止し、被処理体Sにプラズマ照射及び粉碎処理行ってもよい。また、本発明の技術範囲には属さないが、粉碎メディア336を用いないで縦形回転容器381内で、被処理体Sのプラズマ処理を行ってもよい。さらに、装置チャンバー内を真空減圧または高圧加圧、容器内のみを真空減圧または高圧加圧し、真空減圧下または高圧加圧で被処理体Sのプラズマ処理を行ってもよい。ロータリージョイントは1系統を模しているが、内部電極ガス供給を2重円筒構造（図示しない）とし、ガス供給口と排気口とを設け、2系統ロータリージョイントを具備し、処理を行ってもよい。

【0304】

(3) 図123に示すように、縦形回転容器381Zとして、上方にむけて広がる円錐台状の筒形の縦形回転容器部382Zと、その縦形回転容器部382Zの上部を閉塞すると共に、内蓋部383BZの内面がアール形状をなした蓋部383Zとを備えた縦形回転容器381Zで構成してもよい。上方にむけて広がる円錐台状の縦形回転容器部382Zにしたことで、縦形回転容器部382Z底部に堆積した粉碎メディア336は、回転容器の回転数を加速することで、図123に示すAの位置に達する。Aの位置下部における回転数を「回転数Xrpm+α0」とした場合、この回転数を増速すると「回転数Xrpm+α1」の位置に、さらに回転数を増速すると「回転数Xrpm+α2」の位置に達し、メディアは容器内壁に張り付いてと容器と共に回転する。回転数を「回転数Xrpm+α0」から増速し、「回転数Xrpm+α2」まで増速された時、メディアは容器内壁をメディア自身が転がり上方に移動する。回転数を「回転数Xrpm+α2」から減速し、「回転数Xrpm+α0」まで減速された時、粉碎メディア336は縦形回転容器部382Zの内壁を粉碎メディア336自身が転がり下方へ移動する。この時の、粉碎メディア336自身が転がり、上下方へ移動するメディアは、メディアAの位置に達する時点で、粉碎メディア336には遠心力×gが与えられており、容器内壁とメディアとの間にある被処理体Sは、粉碎メディア336の遠心力×gの力で踏まれていることになり、より高効率で粉碎処理が行える。

【0305】

また、縦形回転容器381Zの回転数を、被処理体Sと粉碎メディア336が縦形回転容器381Zの内蓋部383BZのアール頂点でまで移動できる回転数にすることで、粉碎メディア336は内蓋部383BZのアール頂点で衝突する。粉碎メディア336と共に移動した被処理体Sは粉碎メディア336の衝突で粉碎される。図123で示す内蓋部383BZのアール頂点に衝突したメディアBは、衝突による「メディアの遠心力×gの力」の減衰と、衝突により下方にしか移動できない構造と、容器内蓋アールの頂点では遠心力が得られないことから、図123で示す衝突後落下メディアCの挙動を取り下方に堆積される。これにより、被処理体Sと粉碎メディア336が内蓋部383BZのアール頂点まで移動できる回転数で運転することで、縦形回転容器381Z内では被処理体Sと粉碎メディア336の循環が形成され、被処理体Sの高効率粉碎処理とプラズマ生成によるプラズマ処理の併用が行える。

【0306】

(4) 図124に示すように、縦形回転容器381Xは、縦形回転容器部382Xと蓋部

383Xとで内部形状が球状となるように構成されている。変形例(3)で上述したように、粉碎メディア336の遠心力 $\times g$ の力で踏まれることになり、より高効率で粉碎処理が行える。なお、図124における粉碎メディア336のDの位置は、図123における粉碎メディア336のAの位置に相当し、粉碎メディア336のEの位置は、粉碎メディア336のBの位置に相当し、粉碎メディア336のFの位置は、粉碎メディア336のCの位置に相当する。

【0307】

また、縦形回転容器381Xは、断面形状が円形であるため、粉碎メディア336の縦形回転容器381Xの内壁移動における負荷が接触抵抗のみで済み、他の形状の縦形回転容器に比べ、粉碎メディア336の縦形回転容器381Xの内壁移動が円滑になり、容器内循環の効率がよい。また、回転数に対する、粉碎メディア336の移動の応答性がよい。なお、内部電極390Xの側面は、外部電極382Xと極力平行になるように構成されている。なお、図では縦形回転容器部382Xにおける半球の締結部がフランジねじ接合を模しているが、螺合可能なねじでもよい。また、集電電極391として、ブラシ電極、集電電極ではなくロータリーコネクタ等を用いてもよい。

【0308】

(5) 図125に示すように、縦形回転処理装置380Yは、縦形回転容器381は傾き θ (概ね 45°)に傾斜させた状態で、上述したように中心軸J3を中心として回転可能となっている。また、縦形回転容器381を傾き θ に保った状態で、別の軸、例えば旋回軸J4を中心として旋回させる旋回構造を具備した機構としてもよい。これにより、縦形回転処理装置380Yは、中心軸J3を中心とした回転により発生する遠心力により縦形回転容器381の上部に持ち上げられ、旋回軸J4を中心とした旋回により発生する遠心力により強制落下と惰性落下をする。このように、上述した縦形回転容器381の中心軸J3を中心とした回転に加え、旋回軸J4を中心とした旋回により生じる強制落下及び惰性落下の衝突エネルギーにより粉碎メディア336が被処理体Sを粉碎し、粒子を微粒子化することができるので、粉碎処理の高効率化が図れる。また、プラズマ生成によるプラズマ処理の併用が行える。なお、J3を中心とした回転構造及び旋回構造を用いた方式は周知の技術であり、駆動機構は種々なものが考えられるので、ここでは図示しない。

【0309】

なお、本発明の技術範囲には含まれないが、縦形回転処理装置380、380X、380Y、380Zは、強力な遠心力を有するので、粉碎メディア336を使用せずに処理を行ってもよい。

【0310】

[第31実施形態]

以下、図126及び図127に基づいて、本発明の第31実施形態に係る攪拌処理装置400について説明する。図126に示す、攪拌処理装置400は、粉粒体である処理対象Wや、泥漿やスラリー等の液体である処理対象Lや、その他流動性を有する処理対象からなる被処理体S及び攪拌子412を収容する一端有底の筒形状をなした容器410(本発明の「筒形容器」に相当する)と、その容器410の下方に配されたマグネチックスターラ420とを備え、マグネチックスターラ420の駆動に伴い、攪拌子412が回転して被処理体Sを攪拌する。

【0311】

容器410の上端開口には蓋体430が取り付けられ、容器410内を密閉している。蓋体430は、容器410の上端開口よりも大径で誘電体で形成された板状の電極ベース板431Bと、電極ベース板431Bの下側に固定された容器410の上端開口に受容される内固定板431Aとを備えている。

【0312】

図126及び図127に示すように、蓋体430には、処理対象供給口432、ガス供給口433、ガス排気口434が接続されている。処理対象供給口432には図示しないパイプを通じて被処理体Sを供給するための処理対象供給部440が接続されている。ガ

ス供給口433からは希ガスやその他のプラズマ生成ガスが供給される。ガス排気口434は、容器410内のガスを外部に排出可能としている。なお、ガス排気口434から排出されたガスを、図示しないガス吸気処理部といった濾過装置を通してガス供給口433へと循環可能としてもよい。

【0313】

図126で示すように、電極ベース板431Bに設けられた一対の電極配管部435、436には、1対の第1プラズマ生成電極450と第2プラズマ生成電極460とが容器410に向けて挿通されている。なお、第1プラズマ生成電極450及び第2プラズマ生成電極460は、各電極配管部435、436に設けられたネジ437、437によって固定されている。なお、第1プラズマ生成電極450と第2プラズマ生成電極460とは

10

【0314】

一対の電極配管部435、436のうち電極ベース板431Bの略中央に設けられた第1電極配管部435に挿通された第1プラズマ生成電極450は、図126で示すように、円柱状の直線ポール部450Aと、ポール部の下端に設けられた円板状の円板電極450Bとを備えている。円板電極450Bは、円板電極450Bの下面と被処理体Sの粉面又は液面と略平行で、円板電極450Bは被処理体Sの粉面又は液面よりもやや上方になるように配置されている。なお、第1プラズマ生成電極450は導体を誘電体で被覆した構成となっている。

【0315】

20

一対の電極配管部435、436のうち電極ベース板431Bの外縁寄り位置に設けられた第2電極配管部436に挿通された第2プラズマ生成電極460は、図126で示すように下端がL字状に屈折したL字ポール部460Aと、L字ポール460Aの先端に設けられた円筒状の円筒電極460Bとを備えている。円筒電極460Bは円筒電極460Bの中心軸J2が円板電極450Bに対して略垂直で、円筒電極460Bの上面が被処理体Sの粉面又は液面よりもやや下方になるように配置されている。即ち、第2プラズマ生成電極460は、第1プラズマ生成電極450との間で、被処理体Sの粉面又は液面を挟むように配置されている。なお、第2プラズマ生成電極460も、第1プラズマ生成電極450と同様に導体を誘電体で被覆した構成となっている。

【0316】

30

これにより、図126で示すように、第1プラズマ生成電極450と第2プラズマ生成電極460にプラズマ電源部15を通じて一定以上の電力が印加されると、第1プラズマ生成電極450と第2プラズマ生成電極460との間、即ち被処理体Sの粉面又は液面に円周状にプラズマが発生する。また、ガス供給口433からヘリウムガスやアルゴンガス等の希ガスやその他のプラズマ生成ガスを注入し容器410内をそれらのプラズマ生成ガスで充填しておくことで、より安定してプラズマを生成することができる。

【0317】

本実施形態の攪拌処理装置400では、図126に示すように、マグネチックスターラ420の駆動に伴い攪拌子412が回転すると、攪拌子412の上方に渦流が発生して容器410内で被処理体Sが上下対流（図126矢印参照）をおこす。そして被処理体Sは第1プラズマ生成電極450と第2プラズマ生成電極460との間に発生したプラズマの間を通過しながら攪拌される。即ち、被処理体Sを攪拌しながらプラズマ照射することができるので、被処理体Sへのプラズマ照射の効率の向上を図ることができる。

40

【0318】

本実施形態の攪拌処理装置400は、以下のように変更してもよい。

【0319】

(1) 図128で示すように、第1プラズマ生成電極450Zを、ポール部450Aと円板電極450Bと、円板電極450Bの中央から垂下した円錐状の円錐電極450Cとで構成し、第2プラズマ生成電極460Zを、円錐電極450よりも大径な円錐台筒状の円錐台電極460Dで構成してもよい。これにより、図129に示すように、円錐電極45

50

0 Cと円錐台電極460 Dとの間にもプラズマを発生させることができるので、攪拌子412によって被処理体Sが円錐電極450 Cと円錐台電極460 Dとの間を通過しながら攪拌される。即ち、被処理体Sがプラズマ照射される時間又は距離が長くなるので、より効率的に被処理体Sにプラズマを照射することができる。円錐電極450 C及び円錐台電極460 Dは図130に示すような大きさの関係となる。なお、第1プラズマ生成電極450 Zは、図130(A)に示すように、円錐電極450 Cをポール部450 Aの先端部に設けた構成とし、中央部に開孔を備えた円板電極450 Bを挿通可能な構成としてもよい。また、第2プラズマ生成電極460 Zは、図130(B)に示すように、L字ポール部460 Aの先端部にホルダー460 Cを設け、L字ポール部460 Aと円錐台電極60 Dとが別体となるように構成してもよい。

10

【0320】

(2) 図131に示す攪拌処理装置400 Xでは、第2プラズマ生成電極460 Xの構成が上記実施形態と異なる。マグネチックスター420と誘電体からなる容器410 Xとの間に挟まれた導体板461 Xが備えられている。また、第2プラズマ生成電極460 Xは、円筒状の円筒電極460 B Xと、円筒電極460 B Xから垂下する導体からなる複数本の脚部460 E Xとを備えている。これにより、導体板461 Xに電力が印加されると、脚部460 E Xを介して円筒電極460 B Xも印加され、円筒電極460 B Xと、円板電極450 Bとの間に円周状にプラズマを発生させることができる。このとき、図131に示すように、円筒電極460 B Xは弾性部材からなる固定片460 G Xで固定している。また、脚部460 E Xの下面に台座460 F Xを備えれば、導体板460 Xからより広面積で給電することができる。なお、本変形例では容器410 Xは、誘電体で構成されるが、容器410 Xを導体で構成し、導体板461 Xを誘電体で構成してもよい。

20

【0321】

(3) 図132に示す攪拌処理装置400 Yでは、攪拌子412 Xをモータ412 Mで回転駆動させる構成となっている。具体的には、攪拌子412 Xに攪拌支持軸412 Jを設け、その攪拌支持軸412 Jが第1プラズマ生成電極450に固定されている。第1プラズマ生成電極450は、モータ412 Mに接続されていて、モータ412 Mが駆動されると、第1プラズマ生成電極450と共に第1プラズマ生成電極450に固定された攪拌子412 Xが回転する。なお、本変形例では、第1プラズマ生成電極450に攪拌支持軸412 Jを固定したが、攪拌支持軸412 Jを蓋体430から突出させ、攪拌支持軸412 Jをモータ412 Mに接続する構成とする場合、第1プラズマ生成電極450のポール部の位置を中央からずらすと共に、円板電極450 Bの中央部に攪拌支持軸412 Jが挿通可能な開孔を設ければよい。なお、攪拌子412 X及び攪拌支持軸412 Jは導体のままでもよいし、誘電体の被覆を施して用いてもよい。また、第2プラズマ生成電極460 Xを用いず、攪拌支持軸412 J内に導体部を設けこれを延長し、攪拌子412 Xを、一端有底の筒形状をなした容器410の底近傍に設けた構成にし、攪拌子412 Xを導体のままにし、誘電体の被覆を施して、攪拌子412 Xと導体板461 Xとの間でプラズマを生成してもよい。さらには、攪拌子412 Xのモータ412 Mを軸貫通中空モータモータに替え、軸中に攪拌子412 X下端までの流路を設け、プラズマ生成ガスを送気して、攪拌子412 Xと導体板461 Xとの間にプラズマを生成してもよい。

30

40

【0322】

(4) 上述した攪拌処理装置400、400 X、00 Yでは被処理体Sの液面又は粉面の上方に円板電極450 B、450 B Xを配置していたが、第1プラズマ生成電極450の円板電極450 B、450 B Xを被処理体Sの液面または粉面よりも下方に配置してもよい。これにより、被処理体Sの液中または粉体の中でプラズマを発生させることができる。なお、このときプラズマを生成するためのプラズマ生成ガスとして液中または粉中にプラズマ生成ガスを導入してもよい。

【0323】

(5) また、図133で示すように、容器410を傾斜させると、容器410内の被処理体Sの液面又は粉面が傾き、被処理体Sは容器410の中心線410 Jに対し、形状が非

50

対称となり容積が異なる。被処理体 S の容積が異なることで、容器 410 内の被処理体 S の流れが均一な渦にならず、攪拌効率を向上させることができる。なお、傾斜角度は液体の粘度により 2 から 5 ° 前後で適時変更するのが好ましい。また、攪拌子 412 は容器 410 に対して平行に配置してもよいし、容器 410 に対して傾斜させて配置してもよい。

【0324】

(6) 図 134 で示すように、一端有底の円筒ではなく、一端有底の多角形（図 133 は正方形）の容器 410 Z を用いてもよい。これにより、図 134 で示すように、攪拌子 412 の回転に伴い、中央部と、角部とに渦流 R が発生するので、角部に発生した渦流 R の回転方向が中央部に発生した渦流 R と逆になることで抵抗となり、容器内流体の流れが変則的になるため、攪拌効率を向上させることができる。

10

【0325】

(7) また、容器 410、410 X、410 Y に粉碎メディア 336 を収容し、被処理体 S のプラズマ照射及び粉碎・攪拌を支援する構成としてもよい。

【0326】

[第32実施形態]

図 135 及び図 136 に基づいて本発明の第 32 実施形態の「プラズマ処理装置」に相当する同芯平行平板電極 470 について説明する。図 135 に示すように、同芯平行平板電極 470 は、導体金属素地、または誘電体で被膜された導体金属素地から形成された第 1 プラズマ生成電極 471 と第 2 プラズマ生成電極 472 とが上下に対向配置されている。それら第 1 プラズマ生成電極 471 と第 2 プラズマ生成電極 472 との間に、粉粒体である処理対象 W や、泥漿やスラリー等の液体である処理対象 L や、その他処理対象からなる被処理体 S を収容する絶縁部材からなる一対のスライドガラス 473 A、473 B（本発明の「中空絶縁部材」に相当する。）を側方から挿抜可能な構成となっている。なお、図 135 に示すように、プラズマ照射時にスライドガラス 473 A、473 B を戴置可能な支持台 475 が備えられている。

20

【0327】

図 136 に示すように、一対のスライドガラス 473 A、473 B は、長方形の平板状をなし、下側に配置されるスライドガラス 473 B（本発明の「第 1 平板」に相当する）には平坦面の一部に被処理体 S を戴置する窪み 473 C が設けられている。そして上方から平坦なスライドガラス 473 A（本発明の「第 2 平板」に相当する）を重ねて窪み 473 C を閉塞する構成となっている。

30

【0328】

第 1 プラズマ生成電極 471 は円柱部 471 A と、円柱部 471 A の下端から側方にむけて張り出した円板部 471 B とを備え、その円板部 471 B の下面における外縁部 471 G はアールに形成されている。第 2 プラズマ生成電極 472 は第 1 プラズマ生成電極 471 と同様に円柱部 472 A と、円柱部 471 A の上端から側方にむけて張り出した円板部 472 B とを備えている。なお、第 1 プラズマ生成電極 471 と第 2 プラズマ生成電極 472 とはプラズマ電源部 15 の異極にそれぞれ接続されている。

【0329】

本実施形態の構成は以上である。次に本実施形態の動作を説明する。第 1 プラズマ生成電極 471 及び第 2 プラズマ生成電極 472 に電圧が印加されると、第 1 プラズマ生成電極 471 と第 2 プラズマ生成電極 472 との間にプラズマが発生する。そのプラズマが発生した空間にスライドガラス 473、473 に挟持された被処理体 S を配置することで被処理体 S にプラズマが照射される。

40

【0330】

このように、本実施形態の同芯平行平板電極 470 を使用すれば、第 1 プラズマ生成電極 471 と第 2 プラズマ生成電極 472 とに挟まれた空間に確実にプラズマを発生させることができる。そして、そのプラズマが発生した空間に被処理体 S が挟持された複数のスライドガラス 473 A、473 B を挿抜できるので、複数種類の被処理体 S がある場合であっても効率的に被処理体 S にプラズマを照射することができる。

50

【0331】

また、本実施形態の同芯平行平板電極470を使用すれば、少量の試料でプラズマ生成流路の長さ、プラズマ処理手段を確認できる。プラズマ処理試験結果とそれぞれの実際のプラズマ処理手段との効果を比較し、データ化することで、プラズマ処理試験結果から実処理でのプラズマ処理手段が把握できる。

【0332】

さらに、同芯平行平板電極470の放電側が平面の場合、円周上のエッジに電位が集中し、エッジ間で放電が発生するが、円周上のエッジ471Gにアールを付けることで、電位が集中せず均一な面放電が行うことができる。

【0333】

本実施形態の同芯平行平板電極470は、以下のように変更してもよい。

【0334】

(1) 上記実施形態では「中空絶縁部材」として、長方形のガラス板に窪み473Cを有したスライドガラス473A、473Bを用いているが、粉粒体である処理対象Wをプラズマ照射する場合は、図137で示すように、下側に配置されるスライドガラス473Eの先端部に粘着部473Fが設けられた構成のものであってもよい。下側のスライドガラス473Eの粘着部473Fに粉粒体である処理対象Wをのせ、上方から平坦なスライドガラス473Dをかぶせて固定することができる。

【0335】

(2) また、板状の処理対象Bをプラズマ照射する場合は、図138に示すように平坦な長方形のガラス板473H、473Jを用いてもよい。スライドガラス473Hと、スライドガラス473Jとで板状の処理対象Bを挟んで固定することができる。

【0336】

(3) 「中空絶縁部材」として円形板、正方形板、円形容器（丸型シャーレ）角型容器（角型シャーレ、マイクロプレート）を用いてもよい。なお、このとき、プラズマ処理平行平板電極は、各中空絶縁部材の大きさに合わせて、第1プラズマ生成電極450と第2プラズマ生成電極460との離間距離及び大きさ及び印加する電圧の大きさを調整すればよい。さらに、平行平板電極間に所望のガスを導入、円形板、正方形板、円形容器、角型容器に添加物を塗布し、同様の処理を行い所望するプラズマ処理効果を得てもよい。

【0337】

(4) また、上側の第1プラズマ生成電極471に誘電体の被覆を施し、下側の第2プラズマ生成電極472を導体平板に代えた構成とし、導体平板上に「中空絶縁部材」を1つ、ないし複数並べ上側の誘電体が被覆された第1プラズマ生成電極471を順次移動させる機構、ないしは下側の導体平板からなる第2プラズマ生成電極472を順次移動させる機構を設け、プラズマ処理の高率化を図ってもよい。平行平板電極は水平、または斜めに保持して用いてもよい。

【0338】

(5) また、同芯平行平板電極470に、図14に記載された第2プラズマ生成電極22Bを丸棒電極として用い、軸端で対向させて点のプラズマを生成、あるいは丸棒電極を平行に配置して平行丸棒電極間で線状のプラズマを生成してもよい。また、丸棒電極以外にも長さを持った角状（多角形を含む）の角棒電極を用い、面と面を平行に配置して、平行に配置された角棒電極間で幅のある線状のプラズマを生成してもよい。角棒電極では幅を任意で選択することで線状の幅を変えられ、また角棒電極先端を尖らせ端と端で対向させて点のプラズマを生成、長さ方向の角（かど）と角を平行に配置して線状のプラズマを生成でき、1組で数通りのプラズマを生成できる。

【0339】

[他の実施形態]

本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下に説明するような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。

【0340】

(1) 第8実施形態のリボン羽根混合機90は水平軸混合機であり、第20実施形態のスクリーコンベア160は水平輸送機であるが、どちらも容器内面とリボン羽根、円筒状パイプ内面とスクリーの間には隙間が設けられている。これに対しケーシング（容器）内で垂直軸シングルリボンで混合する混合機がある（株式会社大川原製作所 逆円錐型シングルリボン混合/乾燥装置参照）。また、傾斜軸スクリーでケーシング（容器）の内壁面に沿って自転、公転で混合する混合機がある（ホソカワミクロン株式会社 逆円錐型スクリー混合装置参照）。いずれも攪拌機構部は、ケーシング（容器）の内壁面と隙間を保持した形で容器内を回転している。攪拌および混合等を目的とする機器、装置において、ケーシング（容器）を誘電体として、または、ケーシング（容器）の内壁に誘電体処理を施すと共に、攪拌を行う機材部（螺旋羽根、スクレップ等）に誘電体処理を施し、または、誘電体処理を施さずにそのまま使用すると共に、容器側壁と攪拌を行う機材部から他に短絡しない絶縁処理を施した構成として、ケーシング（容器）外壁を外部電極として、攪拌を行う機材部を内部電極として用い、攪拌を行う機材部の軸端にロータリーコネクタを設けた構成で、ロータリーコネクタと外部電極はプラズマ電源部15に接続されていて、プラズマが生成できる機構を設け、ロータリーコネクタ・攪拌を行う機材部と、ケーシング（容器）の内壁間にプラズマを発生させてプラズマ処理を行ってもよい。他の混合機にこれを用いてもよい。

10

【0341】

また、外部電極に格子網、エキスパンドメタル、パンチングメタルを使用して放電密度を上げ用いてもよい。

20

【0342】

(2) 各種プラズマトーチの内部の棒電極に、リボン羽根電極160E、コイル形状、および、格子網、エキスパンドメタル、パンチングメタルを使用してプラズマの密度を上げ用いてもよい。

【0343】

(3) 上記実施形態では、主に処理対象を固体および粉粒体、液体で記述しているが、使用できる範囲であれば、主処理対象を気体として用いてもよい。他の成分ガスを添加または、液体を添加しないしは、粉粒体を添加または、これらの配合物を導入し、固形物、溶液、ガスを生成し成長させる、またはこれらに順次違う添加物を添加する処理を繰り返して生成物を得る方式を用いてもよい。

30

【0344】

(4) 第20実施形態のスクリーコンベア160は水平輸送機であるが、円筒状パイプ内面とスクリーの間には隙間が設けられている。同様にケーシング（容器）内でケーシングに装着された、無端の走行するチェーンフライント（羽根、バー、スクレップ等）により、輸送物を搬送するフローコンベア（（株）杉原エンジニアリングのフローコンベア等）がある。このフローコンベアにおいても、ケーシングとチェーンフライントの間に隙間が設けられている。輸送を目的とする機器、装置において、ケーシング（容器）を誘電体として、または、ケーシング（容器）の内壁に誘電体処理を施すと共に、搬送を行う走行するチェーンフライント機材部に誘電体処理を施し、または、誘電体処理を施さずにそのまま使用すると共に、容器側壁と搬送を行う機材部から他に短絡しない絶縁処理を施した構成として、ケーシング底面と側面外側を外部電極として用いると共に、チェーンフライントを内部電極として用い、輸送を行う機材部の軸端にロータリーコネクタを設けた構成で、ロータリーコネクタと外部電極はプラズマ電源部15に接続されていて、プラズマが生成できる機構を設け、ロータリーコネクタ・搬送を行う機材部チェーンフライントと、ケーシング（容器）の内壁間にプラズマを発生させてプラズマ処理を行ってもよい。他の輸送装置にこれを用いてもよい。

40

【0345】

(5) さらには、特開2014-083510に開示されている機器、装置、機構等に、本発明のプラズマトーチまたは、プラズマ生成機構を具備し設け、ないしは、これらを応

50

用発展させた形で組み込み用いてもよい。

【0346】

(6) 本発明のプラズマ処理装置において、上記実施形態の機器および装置を、研究分野、工業分野のいずれであっても、外部を絶縁物である誘電体カバーで覆い、安全性を高めた構成で用いるものとする。誘電体カバーの材質および形状等は機器および装置構成に合わせ、本実施例を使用するオペレーター側の安全性を鑑み用いてよい。また、外部を絶縁物である誘電体カバーで覆い、安全性を高めた構成にするために、機械加工成型ないしは、射出成型等を用いて一体化を図ってもよい。

【0347】

(7) 上記実施形態の構成によれば、既存の装置（すでに製品化され販売されているものを指す）に、本発明のプラズマトーチやプラズマを生成する構成を取り入れることで、容易に、各装置の処理にプラズマ処理を加えることができる（特に、第1～13実施形態、第19～22実施形態参照）。つまり、従来からある産業機器および産業装置等を、プラズマ処理機器およびプラズマ処理装置に転用して使用することができる。また、既存の装置とプラズマ処理のみを行う装置とを別個に設ける構成よりも、コストを低くすることができ、また、効率よくプラズマ処理を行うことができる。また、所望するプラズマ処理によってプラズマ生成電源を選択することで、低温プラズマから高温プラズマまで幅広く生成して、処理対象に所望のプラズマ処理効果を付与することができる。また、本発明のプラズマ生成手段と機構および機能、ないしはそれらを応用したプラズマ生成手段と機構を使用できる産業機器および産業装置等であれば、上記実施形態以外の産業機器および産業装置等に、本発明のプラズマ処理手段と機構および機能を組み込み、液体、固体、気体、粉粒体等の処理にプラズマ処理を加えて用いてもよい。

【0348】

また、特許庁の標準技術集（農薬製剤技術）データベースにおける、「混合、混練技術」に記載の混合装置、「粉碎技術」に記載の粉碎装置、「造粒、成形技術」に記載の造粒装置、「被覆技術」に記載の被覆装置、「乾燥技術」に記載の乾燥装置、「篩い分け技術」に記載の篩い分け装置、及び、粉体工学便覧（1998年、粉体工学会編、日刊工業新聞社発行）に記載されている粉粒体操作に使用する各装置、並びに、以下の処理を目的とする、「システム（混合、攪拌、分散、解砕、破砕、粗砕、粉碎、微粉碎、ふるい分け、整粒、乾式分級、湿式分級、乾燥、冷却、加湿、調湿、固液分離、ろ過、脱水、濃縮、滅菌、殺菌）機器、装置（混合、攪拌、分散、混練、捏和、造粒、成形、打錠、焼成、貯留、架橋対策、供給、排出、集じん、空気輸送、ガス輸送、機械式輸送、定量供給、充填、計量、開袋、包装、異物除去、表面改質、コーティング、晶析、乳化、溶解、フィルター処理、付着対策、洗浄、分析、化学反応等）」の、液体、固体、気体、粉粒体等の処理装置、ならびに化学装置に、本発明の機能及び機構、また、それらを応用したプラズマ処理手段を具備させて用いてもよい。

【0349】

(8) 誘電体バリア放電は、1対の電極の両方ないし片方に誘電体を具備した形で行ってもよい。電極の誘電体被覆は、誘電体の貼り付け、誘電体内への電極の挿入、セラミックス溶射、フッ素樹脂塗装、ガラスライニング、乾燥により石英ガラス被覆が行える塗装（液状化した石英ガラスを生活温度でガラス塗膜化、熱のいらないガラス塗料（例えば、(有)タートル製、FLUID GLASS 液体ガラス））等を誘電体として用いる。さらに、誘電体の材質は、入手可能なものを選定して用いてよい。

【0350】

(9) 傾転排出機構により、原料とメディアを密閉タンク内で分離するボールミル（（株）セイワ技研製自動排出ボールミルAXB-100）、または、3次元複合の振動による分散、混合、粉碎機（（株）セイワ技研製ロッキングミルRM-10）、または、容器回転型メディア粉碎機ポットミル（日陶科学（株）製 AZN-51S）等を用いて、本発明のメディア粉碎と、プラズマ生成によるプラズマ処理併用の処理物処理を行ってもよい。

。

10

20

30

40

50

【0351】

(10) 上述した装置内および、容器内、流路内、チャンバー内は大気圧を基準としているが、これらを真空減圧または高圧加圧できる構造にし、真空減圧下または高圧加圧で、プラズマを生成し、処理物のプラズマ処理を行ってもよい。

【0352】

(11) 流路内でプラズマを生成しプラズマ処理を行う構成において、プラズマを生成できる電源を1ユニットとし、隣り合う電源間での短絡防止構造を設け、これを直列に配置してプラズマを生成し、プラズマ処理を行ってもよい。

【0353】

なお、プラズマ生成ガスを構成する原子あるいは原子団を結合させる工程では、反応性ガスに、プラズマ処理を施した粉粒体をさらすことで、反応性ガスを構成する原子あるいは原子団を結合できるため、多量の粉粒体を一度に処理することが可能となる。さらに、粉粒体粒子表面を修飾する原子あるいは原子団の密度は、プラズマ生成ガスとの反応時間や、プラズマ生成ガスの濃度を所望する効果が発現するまで制御することでコントロールできる。以上より、本発明によれば、表面を修飾する原子あるいは原子団の密度を制御することができ、かつ、生産性に優れた粉粒体粒子製造が行える。

【0354】

また、各実施形態の説明において記載された図中に回転方向の矢印は一形態として示されているものであり、例えば逆向きの回転方向で作用するように構成してもよい。

【0355】

本発明は、産業分野を主としているが、これらを家電製品等の民生用品分野、漁業・農業等の分野、航空・宇宙等の分野など、他の分野に用いてもよい。

なお、本実施形態を概念化すると、以下の[1]～[40]の発明となる。

[1]

処理対象が収容されるか又は通過する処理空間を内側に有する中空絶縁部材と、
前記中空絶縁部材の外側に配置された第1プラズマ生成電極と、
前記処理空間の外部又は内部に、前記処理空間の少なくとも一部を挟んで前記第1プラズマ生成電極と対向配置され、前記処理空間内にプラズマを発生させるための電圧が前記第1プラズマ生成電極との間に印加される第2プラズマ生成電極と、を備えたプラズマ処理装置。

[2]

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプを備え、
前記第1及び第2のプラズマ生成電極は、ともに帯状をなし、前記絶縁パイプの外面に、互いに平行した螺旋状に巻き付けられている[1]に記載のプラズマ処理装置。

[3]

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプを備え、
前記第1プラズマ生成電極は、帯状をなし、前記絶縁パイプの外面に螺旋状に巻き付けられ、
前記第2プラズマ生成電極は、棒状をなし、前記絶縁パイプの内部に収容されている[1]に記載のプラズマ処理装置。

[4]

前記第1プラズマ生成電極は、2つの帯状の金属シートを互いに平行に巻き付けた第1螺旋電極と第2螺旋電極とを有し、
前記第1及び第2の螺旋電極には、前記第2プラズマ生成電極との間に電圧が交互に印加される[3]に記載のプラズマ処理装置。

[5]

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプを備え、
前記第1及び第2のプラズマ生成電極は、ともにリング状をなし、前記絶縁パイプの外面に、複数ずつ交互に巻き付けられている[1]に記載のプラズマ処理装置。

[6]

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプを備え、
前記第1プラズマ生成電極は、リング状をなし、前記絶縁パイプの外面に複数巻き付けられ、

前記第2プラズマ生成電極は、棒状をなし、前記絶縁パイプの内部に収容されている [1] に記載のプラズマ処理装置。

[7]

前記第1プラズマ生成電極と前記第2プラズマ生成電極とは、互いに対向する平板状をなし、

前記処理空間は、前記第1プラズマ生成電極と前記第2プラズマ生成電極との間の扁平空間内で、渦巻き状に巻かれるか又は蛇行している [1] に記載のプラズマ処理装置。

[8]

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプを備え、
前記第2プラズマ生成電極は、前記絶縁パイプの内部に収容されて回転駆動される螺旋羽根を有している [1] に記載のプラズマ処理装置。

[9]

前記絶縁パイプは、水平方向又は水平方向に対する斜め方向に延び、
前記第1プラズマ生成電極は、前記絶縁パイプの周方向のうち下側に偏在している [8] に記載のプラズマ処理装置。

[10]

前記絶縁パイプは、水平方向又は水平方向に対する斜め方向に延び、
前記第2プラズマ生成電極の前記螺旋羽根の外端面と前記絶縁パイプの内面との間に隙間を有し、

前記隙間に収容される粉粒体である前記処理対象を、プラズマ発生時の衝撃によって移動させる [8] 又は [9] に記載のプラズマ処理装置。

[11]

前記絶縁パイプは、水平方向に対する斜め方向に延び、
前記螺旋羽根は、前記処理対象を下から上へ送給するように回転し、
前記絶縁パイプの内部に収容されて前記処理対象と共に移動し、前記処理対象を粉砕する処理媒体と、

前記絶縁パイプの上端部から排出される前記処理対象と前記処理媒体とを分別する分別部と、

前記絶縁パイプの側方に設けられ、前記分別部により分別された前記処理媒体を前記絶縁パイプの下端部に送る媒体戻しシュートと、を備える [10] に記載のプラズマ処理装置。

[12]

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプと、
前記絶縁パイプの内部に配され、前記絶縁パイプの軸方向に直動可能な前記第2プラズマ生成電極と、を備え、

前記第1及び第2のプラズマ生成電極は、前記第2プラズマ生成電極が前記絶縁パイプの軸方向の一方に移動するときには電圧が印加される一方、前記第2プラズマ生成電極が前記絶縁パイプの軸方向の他方に移動するときには電圧が印加されない [1] に記載のプラズマ処理装置。

[13]

前記第1プラズマ生成電極は、前記中空絶縁部材の外面の少なくとも一部を覆い、
前記第2プラズマ生成電極は、前記中空絶縁部材の内部に収容され、前記中空絶縁部材のうち前記第1プラズマ生成電極に覆われている部分の内面に向けて突出した突出部を有している [1] に記載のプラズマ処理装置。

[14]

前記第1及び第2のプラズマ生成電極と絶縁された状態で前記第1プラズマ生成電極と前記第2プラズマ生成電極との間に配置され、前記第1プラズマ生成電極と前記第2プラ

10

20

30

40

50

プラズマ生成電極との間のプラズマ発生を誘発する始動電極を有する〔１〕に記載のプラズマ処理装置。

〔１５〕

前記始動電極は、粉粒体である前記処理対象を粉碎する処理媒体である〔１４〕に記載のプラズマ処理装置。

〔１６〕

前記第１及び第２のプラズマ生成電極と絶縁された状態で前記第１プラズマ生成電極と前記第２プラズマ生成電極との間に配置された中継電極を有し、

前記第１プラズマ生成電極と前記第２プラズマ生成電極との間に前記中継電極を介したプラズマを発生させる〔１〕に記載のプラズマ処理装置。

10

〔１７〕

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプと、

前記絶縁パイプを挟んで互いに対向する前記第１及び第２のプラズマ生成電極と、

前記絶縁パイプに複数埋設された前記中継電極と、を備え、

前記中継電極を介して前記絶縁パイプの内面に沿ってプラズマを発生させる〔１７〕に記載のプラズマ処理装置。

〔１８〕

前記第１及び第２のプラズマ生成電極は、平行な状態で対向し、

前記中空絶縁部材は、平坦面の一部に窪みを有する第１平板に、前記窪みを閉塞するように第２平板を重ねてなりかつ全体が、前記第１プラズマ生成電極と前記第２プラズマ生成電極との間に側方から挿抜される板状をなすと共に、前記窪みが閉塞されて前記処理空間になっている〔１〕に記載のプラズマ処理装置。

20

〔１９〕

前記中空絶縁部材として、筒形をなして中心軸回りに回転駆動される筒形回転容器を有する〔１〕に記載のプラズマ処理装置。

〔２０〕

前記筒形回転容器の外周面に接触して前記筒形回転容器を回転可能に支持する導電性ローラーを備え、

前記導電性ローラーが、前記第１プラズマ生成電極となっている〔１９〕に記載のプラズマ処理装置。

30

〔２１〕

前記筒形回転容器の外周面に固定され、前記筒形回転容器の軸方向に沿って延び、かつ、前記筒形回転容器の周方向に並んだ複数の金属板と、

複数の前記金属板のうち異なる前記金属板にそれぞれ接触可能に配された少なくとも２つの給電装置と、を有し、

前記給電装置に接触している前記金属板が、前記第１又は第２のプラズマ生成電極として機能する〔１９〕に記載のプラズマ処理装置。

〔２２〕

処理対象が収容されるか又は通過する処理空間を内側に有する第１プラズマ生成電極と、

40

前記第１プラズマ生成電極の内部に、前記処理空間の少なくとも一部を挟んで前記第１プラズマ生成電極と対向配置され、前記処理空間内にプラズマを発生させるための電圧が前記第１プラズマ生成電極との間に印加される第２プラズマ生成電極と、を備えたプラズマ処理装置。

〔２３〕

筒形をなして中心軸回りに回転駆動される第１プラズマ生成電極としての筒形回転容器と、

前記筒形回転容器に接触して前記筒形回転容器に給電する給電装置と、を有する〔２２〕に記載のプラズマ処理装置。

〔２４〕

50

前記給電装置は、前記筒形回転容器の外周面に接触して前記筒形回転容器を回転可能に支持する導電性ローラーを有している〔21〕又は〔23〕に記載のプラズマ処理装置。

〔25〕

前記筒形回転容器の内部に前記処理対象を粉碎又は拡散するための処理媒体が収容され

、

前記第1プラズマ生成電極と前記第2プラズマ生成電極との間に前記処理媒体を介したプラズマを発生させる〔19〕,〔20〕,〔21〕,〔23〕,〔24〕の何れか1の請求項に記載のプラズマ処理装置。

〔26〕

液体、粉粒体、又は、それらの混合物である処理対象と、前記処理対象を攪拌するための攪拌子と、が収容される有底の筒形容器と、

前記筒形容器内のうち前記攪拌子の上方に配され、前記筒形容器の底壁と対向する対向面を有する第1プラズマ生成電極と、前記底壁と前記第1プラズマ生成電極との間に配置され、前記筒形容器の中心軸に沿って延びた筒状をなし、その先端面が前記第1プラズマ生成電極の前記対向面と対向する第2プラズマ生成電極と、からなり、前記筒形容器内にプラズマを発生させるための電圧が印加される1対のプラズマ生成電極と、を備えたプラズマ処理装置。

〔27〕

前記第1プラズマ生成電極は、下面に前記対向面を有する円板状をなし、

前記第2プラズマ生成電極は、前記第1プラズマ生成電極の外縁部の下方位置から下方に垂下する円筒状をなす〔26〕に記載のプラズマ処理装置。

〔28〕

前記第1プラズマ生成電極は、下面に前記対向面を有する円板部と、前記円板部の下方に配され、前記円板部よりも小径の円から下方に先細りした円錐部と、を備え、

前記第2プラズマ生成電極は、前記第1プラズマ生成電極の前記円板部の外縁部の下方位置から下方に延び、かつ、前記第1プラズマ生成電極の前記円錐部を囲う円錐台筒状をなす〔26〕に記載のプラズマ処理装置。

〔29〕

前記第1プラズマ生成電極は、前記対向面が前記処理対象の液面又は粉面よりも上方に位置するように配置され、前記第2プラズマ生成電極は、前記処理対象の液面又は粉面よりも下方に配置された〔26〕乃至〔28〕の何れか1の請求項に記載のプラズマ処理装置。

〔30〕

前記攪拌子をマグネチックスターラで回転駆動する〔26〕乃至〔29〕の何れか1の請求項に記載のプラズマ処理装置。

〔31〕

前記攪拌子をモータで回転駆動する〔26〕乃至〔29〕の何れか1の請求項に記載のプラズマ処理装置。

〔32〕

プラズマ生成ガスが通過するガス通路を内側に有する中空絶縁部材と、

前記中空絶縁部材の外側に配され、前記ガス通路を挟んで対向し、前記ガス通路内にプラズマを発生させるための電圧が印加される第1プラズマ生成電極及び第2プラズマ生成電極と、を備えたプラズマトーチ。

〔33〕

前記ガス通路が、処理対象を通過させる対象流路に兼用され、処理対象が前記第1及び第2のプラズマ生成電極の間に挟まれた前記ガス通路を通過し得る〔32〕に記載のプラズマトーチ。

〔34〕

処理対象を一端側から他端側へ通過させる対象流路を内側に有する直線パイプと、前記直線パイプの前記一端寄り位置から前記一端側に向かって斜め側方に延びた分岐パイプと

10

20

30

40

50

、を有する、前記中空絶縁部材としての枝付きパイプと、
前記分岐パイプの先端部に設けられ、プラズマ生成ガスが供給されるガス供給口と、
前記ガス供給口から前記分岐パイプ内を延び、前記直線パイプ内を前記他端側へ延びた
前記ガス通路と、

前記分岐パイプを挟んで対向した前記第 1 及び第 2 のプラズマ生成電極と、を備えた [
3 2] に記載のプラズマトーチ。

[3 5]

直線パイプと、前記直線パイプの一端寄り位置から前記一端側に向かって斜め側方に延
びた分岐パイプと、を有する、前記中空絶縁部材としての枝付きパイプと、

前記枝付きパイプのうち前記直線パイプの内部に配された、前記中空絶縁部材の一部と
しての内側パイプと、

前記枝付きパイプにおける前記直線パイプのうち前記分岐パイプより他端側の部分の外
周面を覆う前記第 1 プラズマ生成電極としての筒形電極と、

金属棒を前記内側パイプにより被覆してなり、前記直線パイプの内部に収容される前記
第 2 プラズマ生成電極としての棒状被覆電極と、

前記分岐パイプの先端部に設けられ、プラズマ生成ガスが供給されるガス供給口と、を
有する [3 2] に記載のプラズマトーチ。

[3 6]

前記中空絶縁部材としての絶縁パイプと、
前記絶縁パイプの内部に配された、前記中空絶縁部材の一部としての内側パイプと、

前記絶縁パイプの外周面を覆う前記第 1 プラズマ生成電極としての筒形電極と、
金属棒を前記内側パイプにより被覆してなり、前記直線パイプの内部に収容される前記
第 2 プラズマ生成電極としての棒状被覆電極と、

前記絶縁パイプの一端に設けられ、その一端の開口を閉塞する閉塞部材と、
前記閉塞部材に形成され、前記棒状被覆電極の一端が固定される貫通孔と、を備え、

前記棒状被覆電極には、前記貫通孔と前記ガス通路とを連通し、前記プラズマ生成ガス
が通過可能なガス流路が形成されている [3 2] に記載のプラズマトーチ。

[3 7]

下面開口の箱形をなした箱形ケースと、前記箱形ケースの内側に配された複数の内側パ
イプと、を有する前記中空絶縁部材としての絶縁ケースと、

金属棒を一の前記内側パイプにより被覆してなり、前記箱形ケースの内部に固定される
前記第 1 プラズマ生成電極としての固定電極と、

金属棒を他の前記内側パイプにより被覆してなり、前記箱形ケースの内部に上下動可能
に収容される前記第 2 プラズマ生成電極としての可動電極と、を備え、

前記可動電極の位置により、プラズマ処理範囲を変更可能な [3 2] に記載のプラズマ
トーチ。

[3 8]

前記プラズマ生成ガスの流圧により、前記中空絶縁部材の端部からプラズマジェットを
噴出する [3 2] 乃至 [3 7] の何れか 1 の請求項に記載のプラズマトーチ。

[3 9]

[3 2] 乃至 [3 8] の何れか 1 の請求項に記載のプラズマトーチと、
粉粒体、液体、固体、気体等の処理対象に対して、混合、解砕、造粒、乾燥等の付加処
理を行う付加処理部と、を有し、

前記処理対象に対して、前記付加処理と共にプラズマ処理を行うプラズマ処理装置。

[4 0]

処理空間内で、粉粒体、液体、固体、気体等の処理対象に対して、混合、解砕、造粒、
乾燥等の付加処理を行うための付加処理用構成体と、

前記付加処理用構成体に取り付けられ、前記処理空間を挟んで互いに対向し、前記処理
空間内にプラズマを発生させるための電圧が印加される第 1 プラズマ生成電極及び第 2 プ
ラズマ生成電極と、を有し、

10

20

30

40

50

前記処理対象に対して、前記付加処理と共にプラズマ処理を行うプラズマ処理装置。

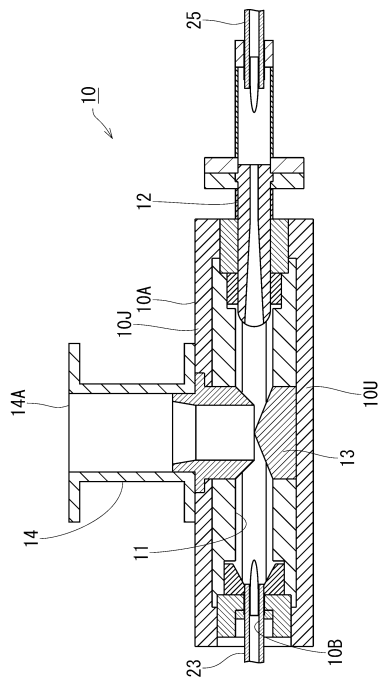
【符号の説明】

【0356】

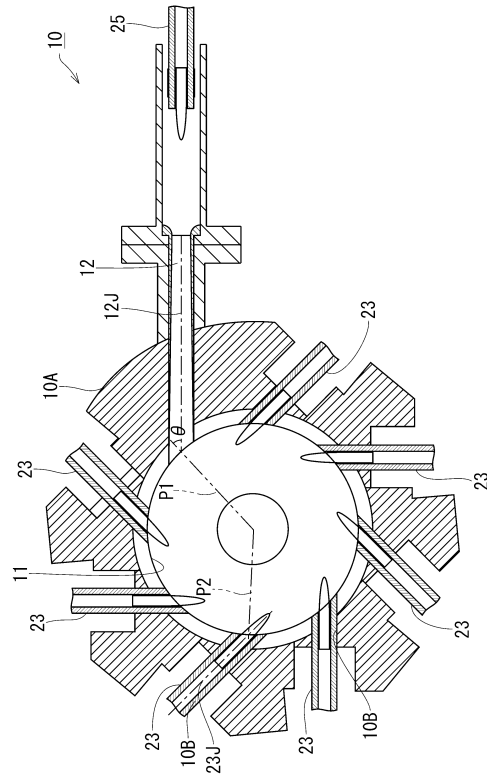
10	ジェットミル（プラズマ処理装置）	
15	プラズマ電源部	
21～30	プラズマトーチ	
21A～30A	第1プラズマ生成電極	
21B～30B	第2プラズマ生成電極	
21P～30P	パイプ（中空絶縁部材）	
40	ジェットミル（プラズマ処理装置）	10
40K	本体ケース（中空絶縁部材）	
45, 45	3連オリフィスノズル（第1プラズマ生成電極、第2プラズマ生成電極）	
50	粉碎装置（プラズマ処理装置）	
50A	本体ケース	
60, 60W	分散装置（プラズマ処理装置）	
60A	本体ケース	
61, 61W	攪拌棒	
63A	第1プラズマ生成電極	
63B	第2プラズマ生成電極	20
70	混合機（プラズマ処理装置）	
71	円筒容器	
75, 75W	振動ふるい機（プラズマ処理装置）	
75A	第1プラズマ生成電極	
75B	第2プラズマ生成電極	
80	集塵装置（プラズマ処理装置）	
85	垂直回転混合機（プラズマ処理装置）	
90	リボン羽根混合機（プラズマ処理装置）	
90A	容器	
91	リボン羽根	30
100, 105	ガス輸送装置	
101, 106	輸送配管（プラズマ処理装置）	
101A, 106A	第1プラズマ生成電極	
101B, 106B	第2プラズマ生成電極	
110	流路ケース（プラズマ処理装置）	
110X	第1平行電極（第1プラズマ生成電極）	
110Y	第2平行電極（第2プラズマ生成電極）	
110C	仕切り壁（第1及び第2プラズマ生成電極）	
120	格子流路（プラズマ処理装置）	
123A	第1プラズマ生成電極	40
123B	第2プラズマ生成電極	
130	プラズマトーチ	
133A	第1プラズマ生成電極	
133B	第2プラズマ生成電極	
140	チューブ処理装置（プラズマ処理装置）	
145A～145E	プラズマ処理室（プラズマ処理装置）	
145P	絶縁パイプ（中空絶縁部材）	
147A	第1プラズマ生成電極	
147B	第2プラズマ生成電極	
150	振動コンベア（プラズマ処理装置）	50

1 5 0 A	第 1 プラズマ生成電極	
1 5 0 B	第 2 プラズマ生成電極	
1 5 0 V	ベルトコンベア (プラズマ処理装置)	
1 5 0 W	回転テーブルコンベア (プラズマ処理装置)	
1 6 0, 1 6 0 V	スクリーコンベア (プラズマ処理装置)	
1 6 0 A	外部電極 (第 1 プラズマ生成電極)	
1 6 0 B	スクリー (第 2 プラズマ生成電極)	
1 6 0 P	絶縁パイプ (中空絶縁部材)	
1 6 1	ローラー電極	
1 6 7	メディア	10
1 7 0 A	第 1 螺旋電極	
1 7 0 B	第 2 螺旋電極	
1 7 0 C	第 3 螺旋電極	
1 8 0	プラズマ移動装置 (プラズマ処理装置)	
1 8 0 D	電極シート (第 1 プラズマ生成電極)	
1 8 0 P	絶縁パイプ (中空絶縁部材)	
1 8 1	電極シャフト (第 2 プラズマ生成電極)	
2 0 0	プラズマ処理システム	
2 0 1	プラズマ処理部 (プラズマ処理装置)	
2 7 0, 2 7 1	始動電極	20
2 7 6 A, 2 7 6 B	プラズマ生成電極	
2 8 0	面処理プラズマトーチ	
2 8 0 A	固定電極 (第 1 プラズマ生成電極)	
2 8 0 B	可動電極 (第 2 プラズマ生成電極)	
3 0 0	筒形回転処理装置 (プラズマ処理装置)	
3 1 0, 3 1 0 Z	筒形回転容器	
3 3 6, 3 3 6 Z	粉碎メディア	
3 5 0, 3 5 0 Z	外部電極 (第 1 プラズマ生成電極)	
3 5 5, 3 5 5 Z	内部電極 (第 2 プラズマ生成電極)	
3 5 7	ロータリーコネクタ	30
3 5 8, 3 5 8 Y, 3 5 8 Z	分割円筒電極	
3 8 0, 3 8 0 X, 3 8 0 Y, 3 8 0 Z	縦形回転処理装置	
3 8 1, 3 8 1 X, 3 8 1 Z	縦形回転容器	
3 8 2 A, 3 8 2 X	外部電極 (第 1 プラズマ生成電極)	
3 9 0, 3 9 0 X	内部電極 (第 2 プラズマ生成電極)	
4 0 0, 4 0 0 X, 4 0 0 Y	攪拌処理装置 (プラズマ処理装置)	
4 1 0, 4 1 0 X, 4 1 0 Y	容器 (筒形容器)	
4 1 2, 4 1 2 X	攪拌子	
4 2 0	マグネチックスターラ	
4 5 0, 4 5 0 X, 4 5 0 Z	第 1 プラズマ生成電極	40
4 6 0, 4 6 0 X, 4 6 0 Z	第 2 プラズマ生成電極	
4 7 0	同芯平行平板電極	
4 7 1	第 1 プラズマ生成電極	
4 7 2	第 2 プラズマ生成電極	
4 7 3	スライドガラス (中空絶縁部材)	
S	被処理体	
B, W, L, G	処理対象	

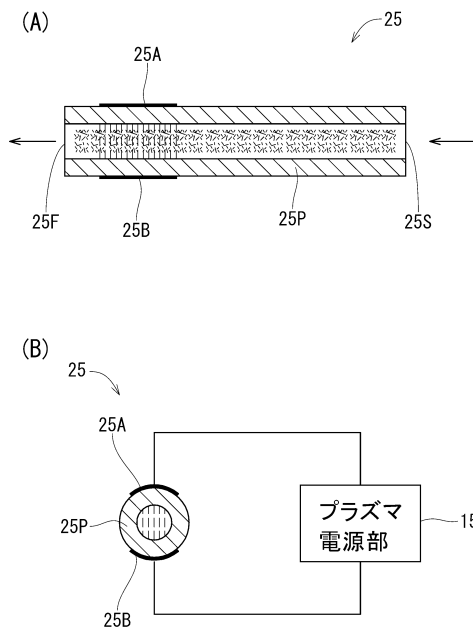
【図 1】



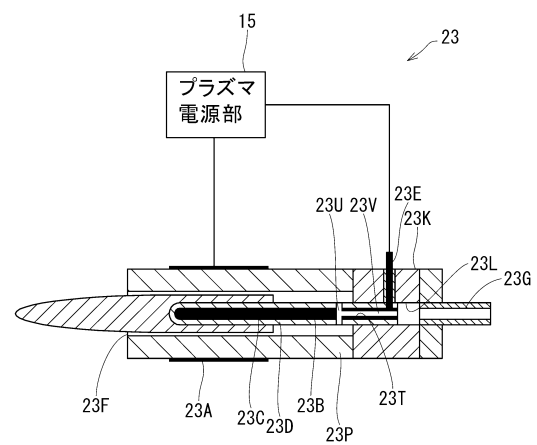
【図 2】



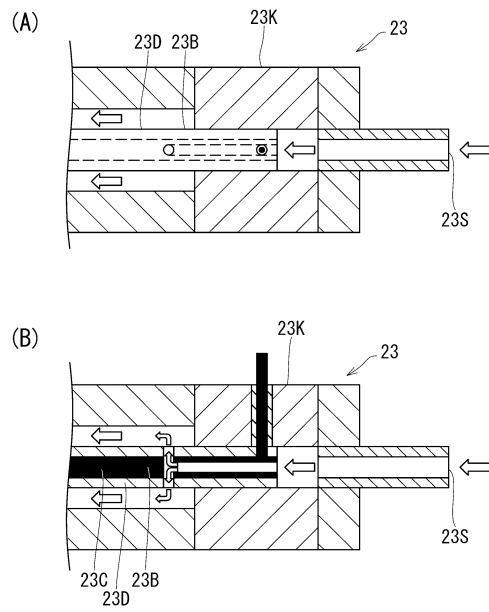
【図 3】



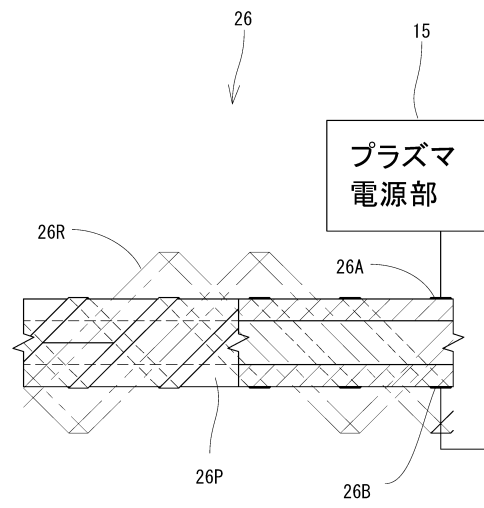
【図 4】



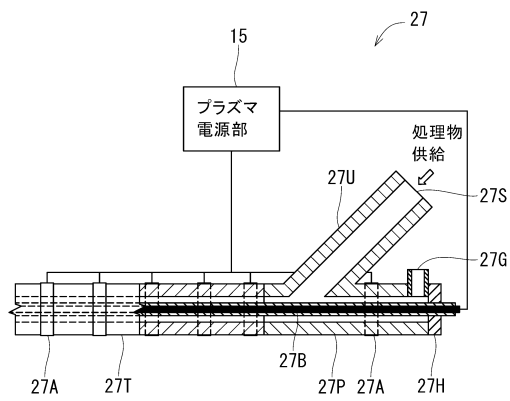
【図 5】



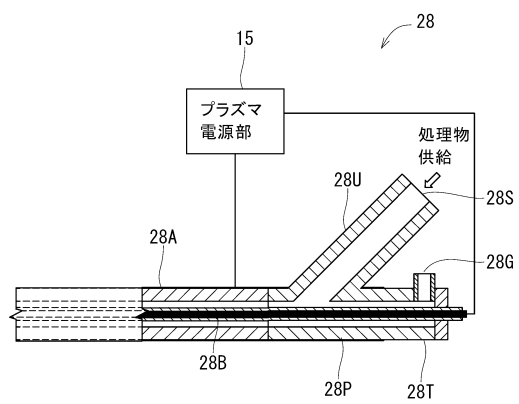
【図 6】



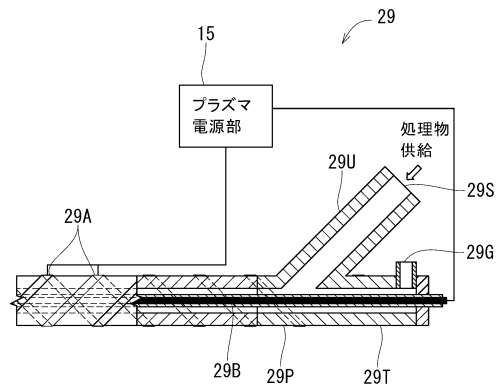
【図 7】



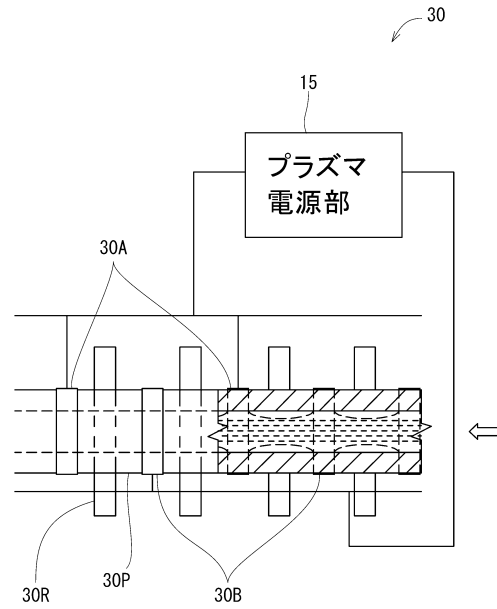
【図 8】



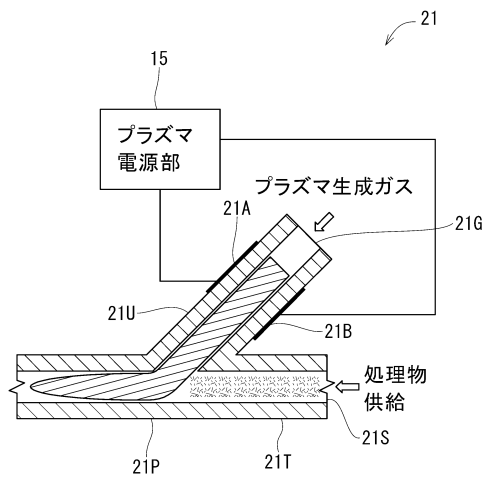
【図 9】



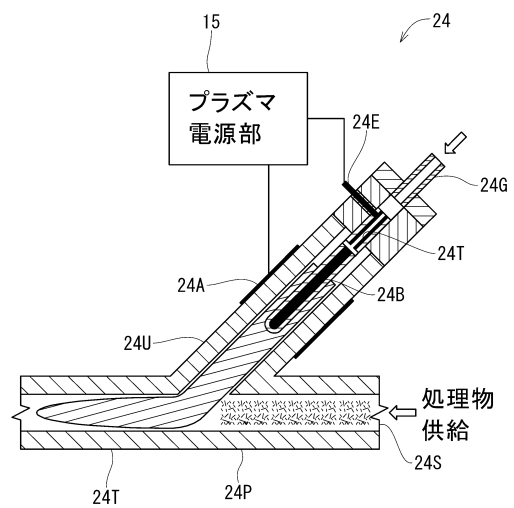
【図 10】



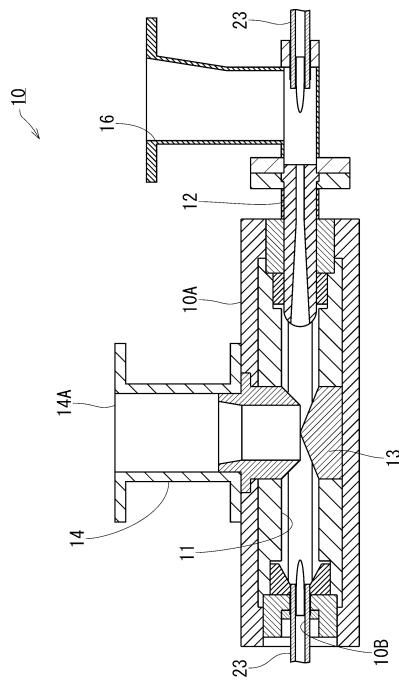
【図 11】



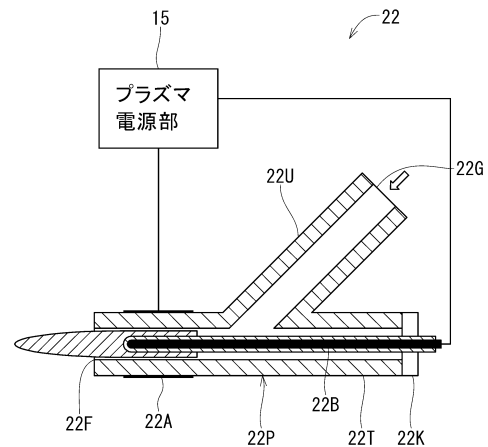
【図 12】



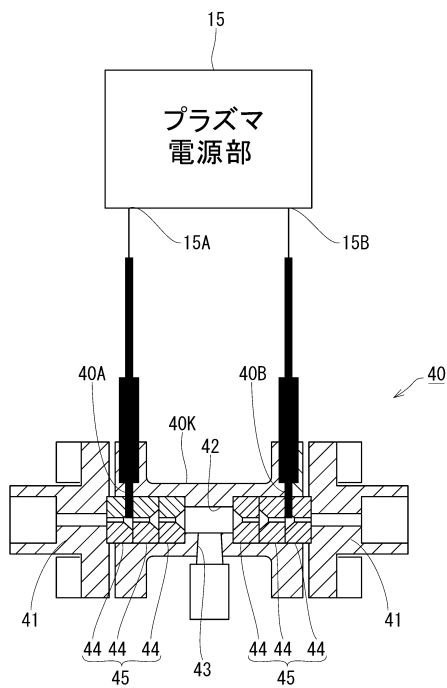
【図 1 3】



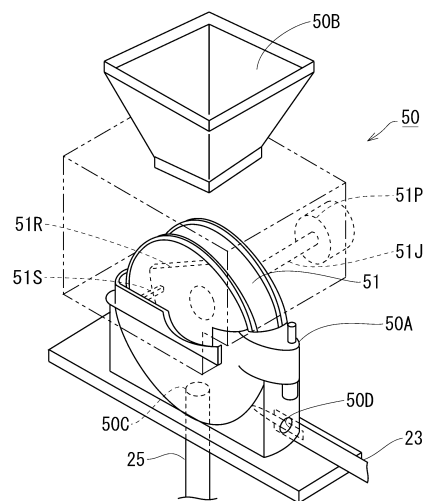
【図 1 4】



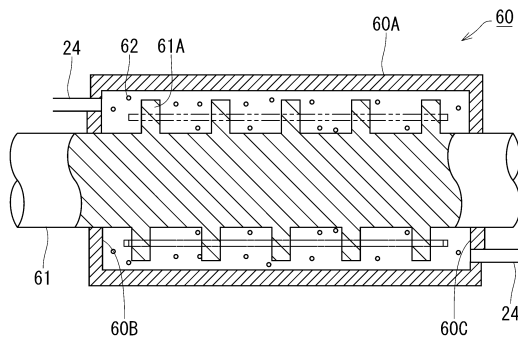
【図 1 5】



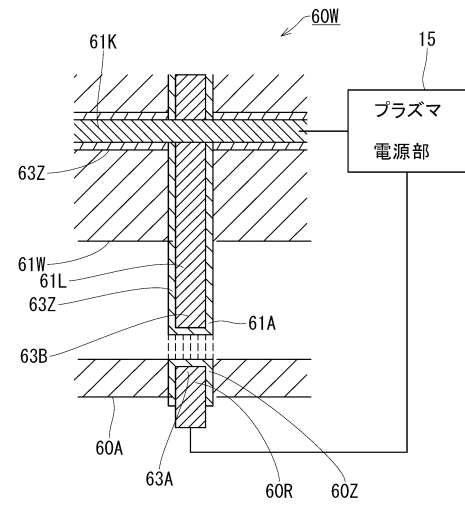
【図 1 6】



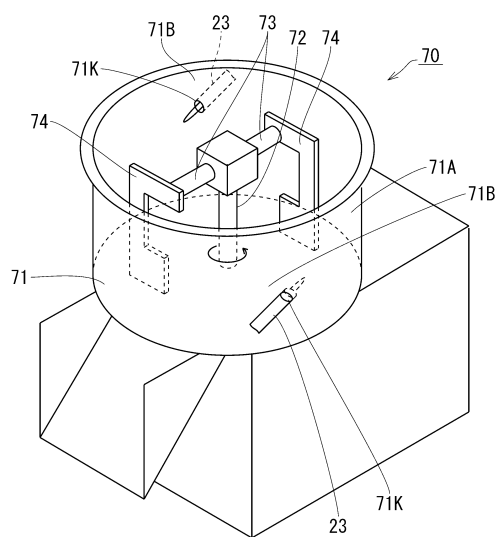
【図 17】



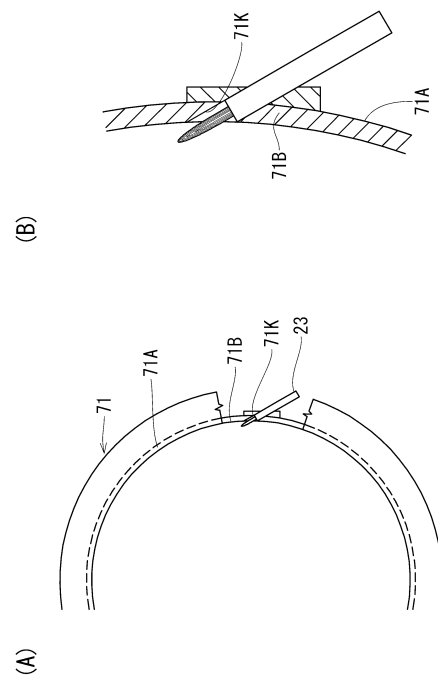
【図 18】



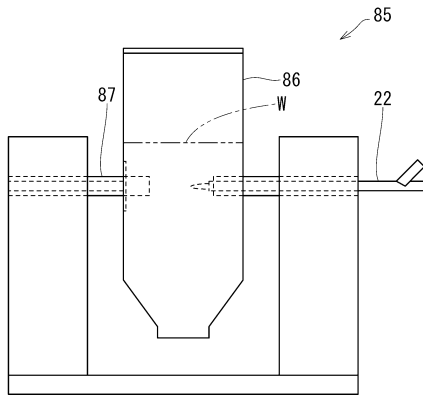
【図 19】



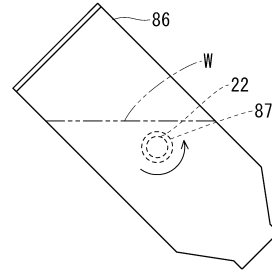
【図 20】



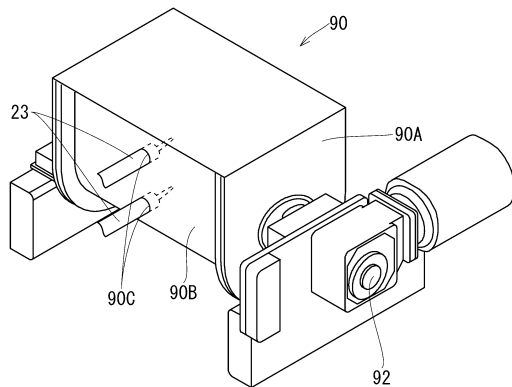
【図 2 1】



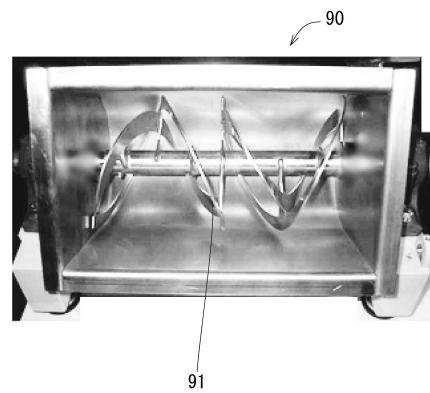
【図 2 2】



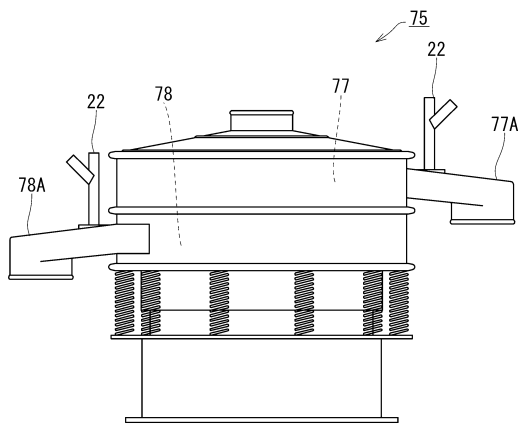
【図 2 3】



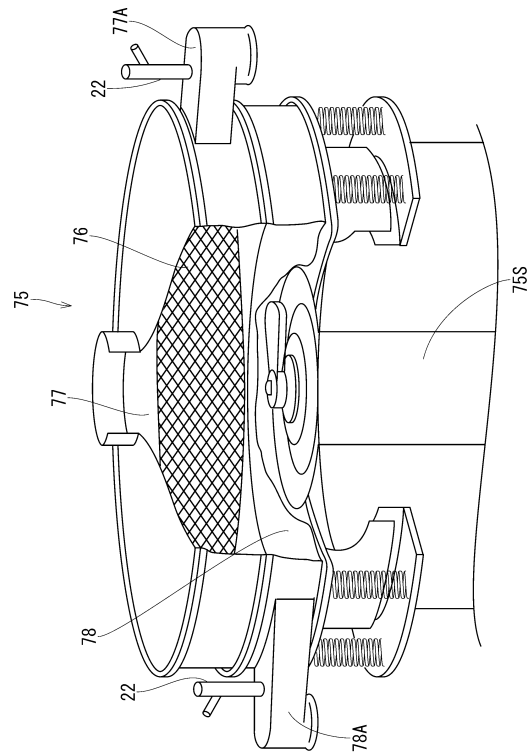
【図 2 4】



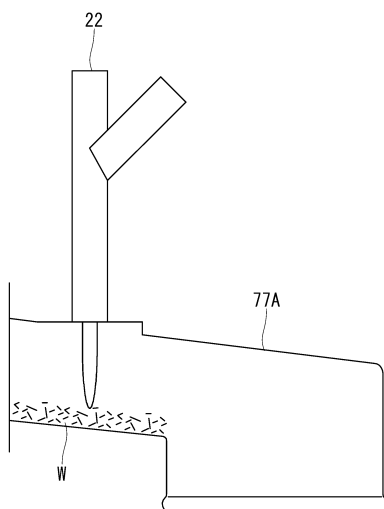
【図 2 5】



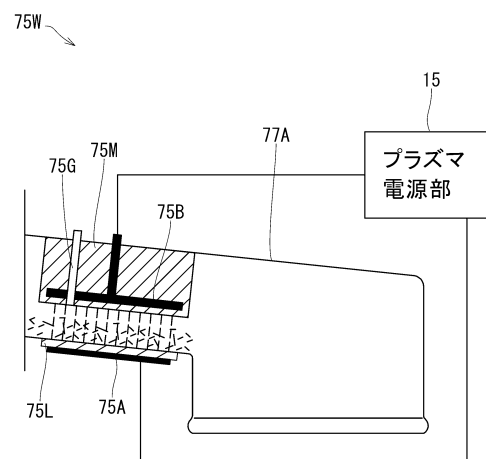
【図 2 6】



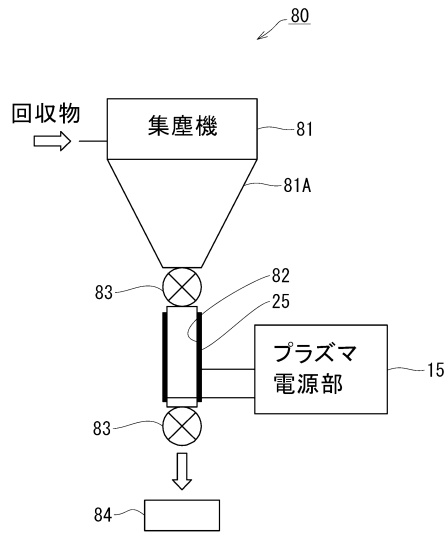
【図 2 7】



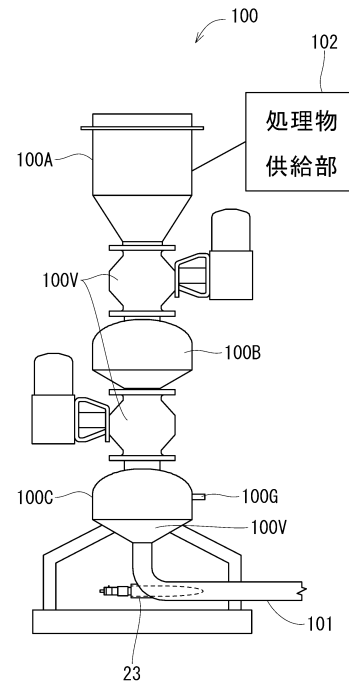
【図 2 8】



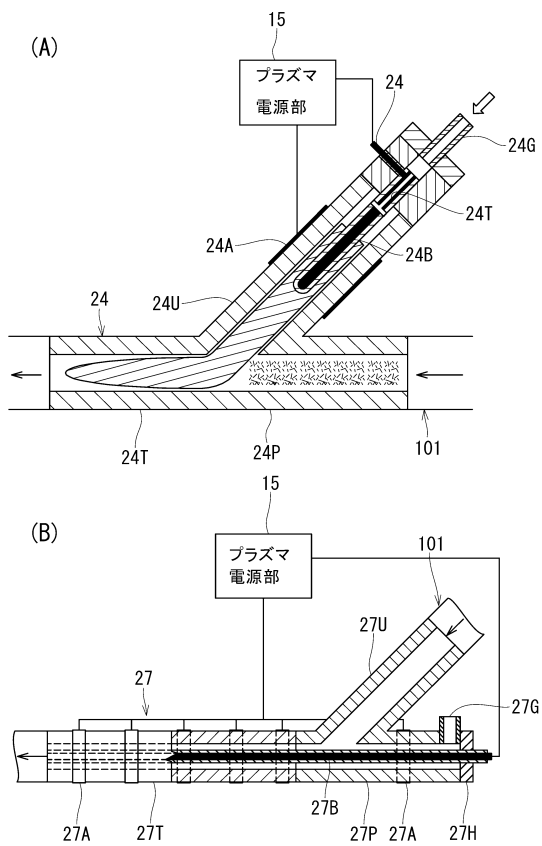
【図 29】



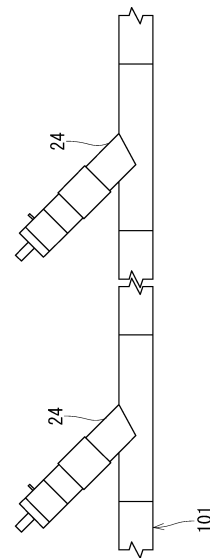
【図 30】



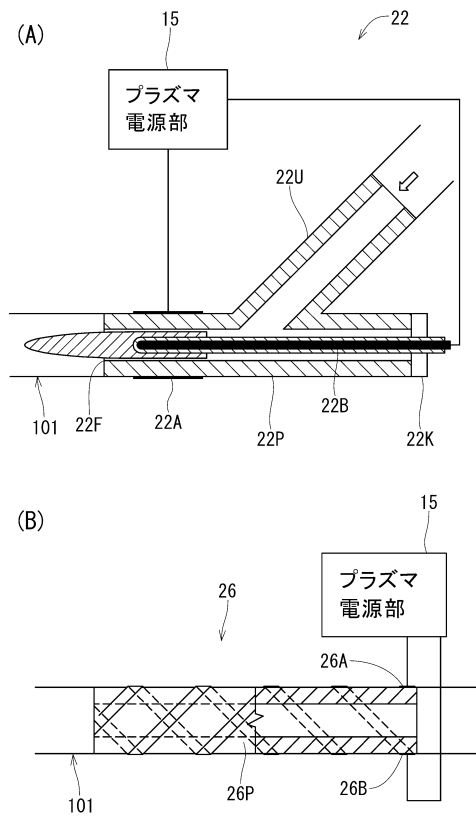
【図 31】



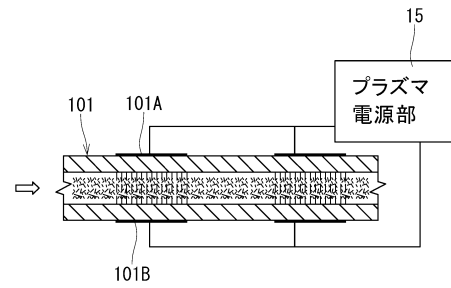
【図 32】



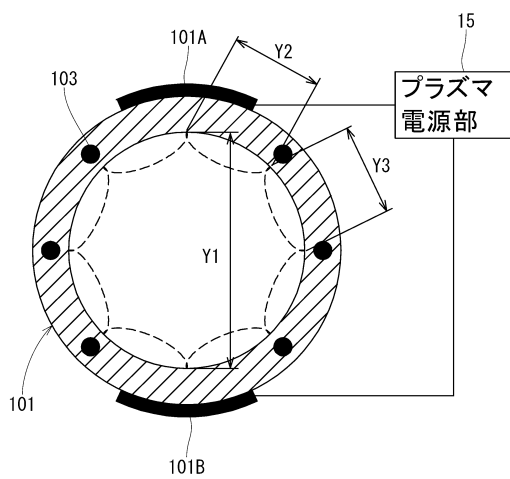
【図 3 3】



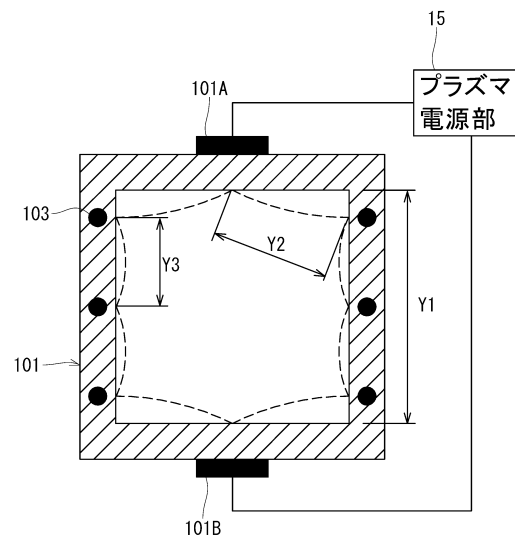
【図 3 4】



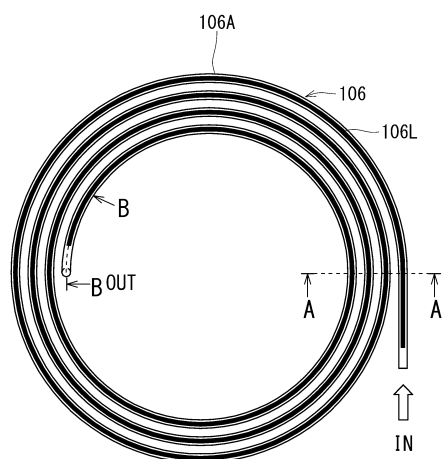
【図 3 5】



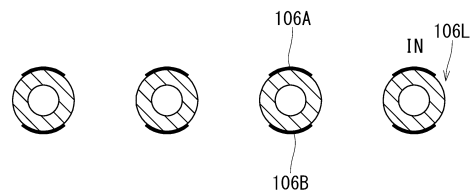
【図 3 6】



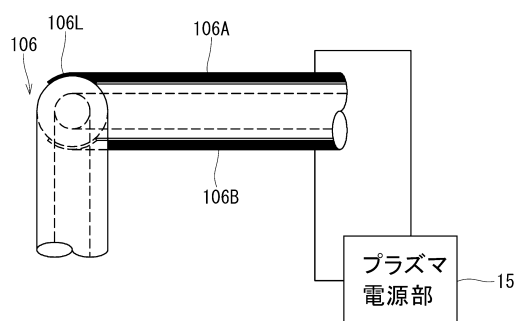
【図 37】



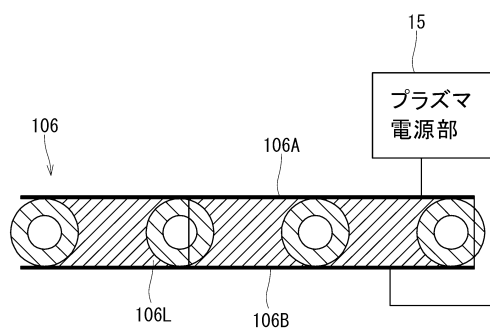
【図 38】



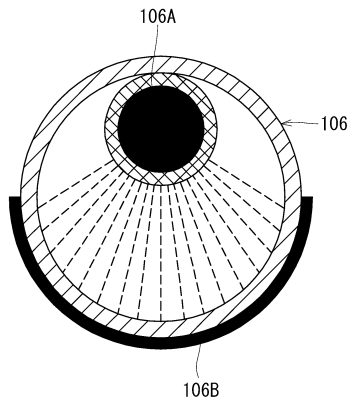
【図 39】



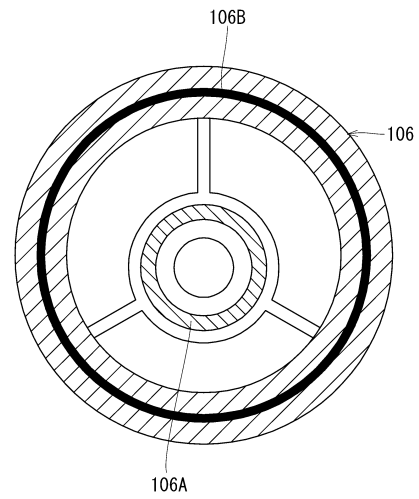
【図 40】



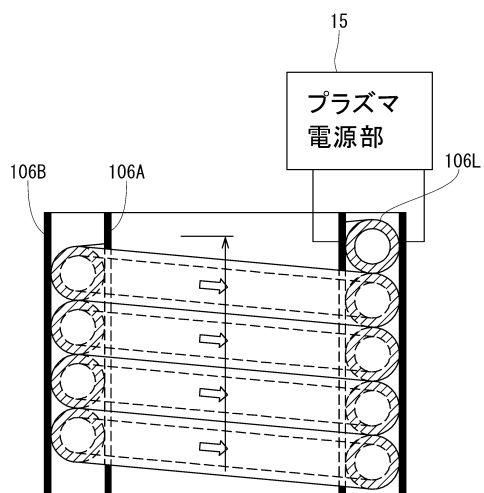
【図 4 1】



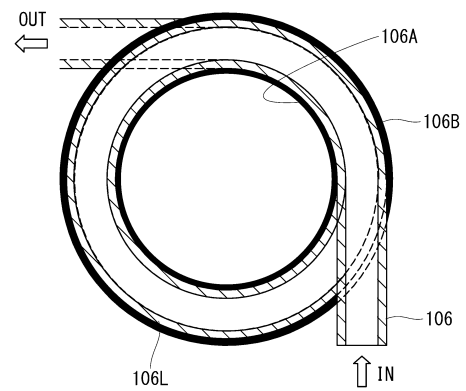
【図 4 2】



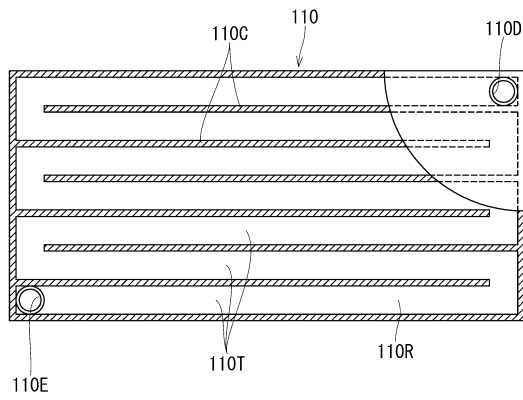
【図 4 3】



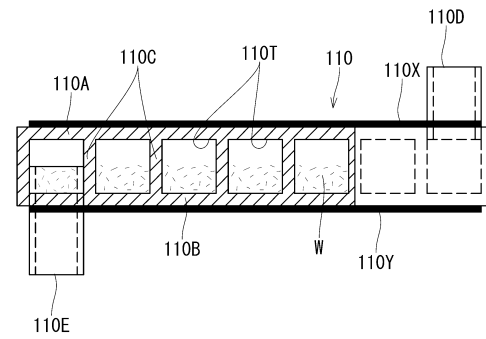
【図 4 4】



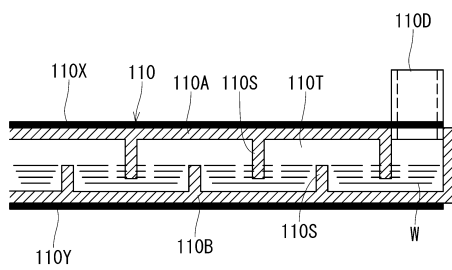
【図 4 5】



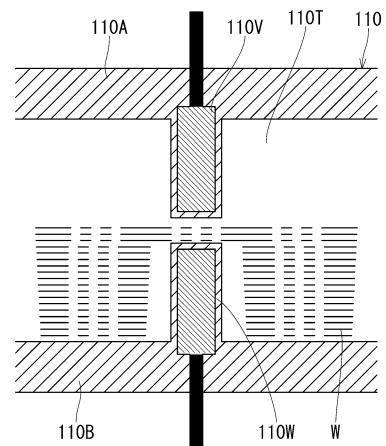
【図 4 6】



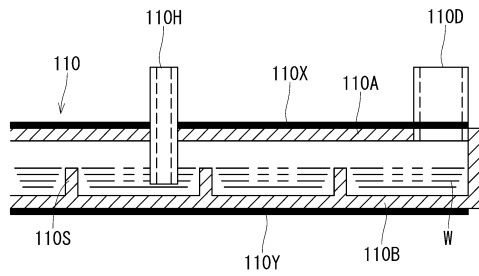
【図 4 7】



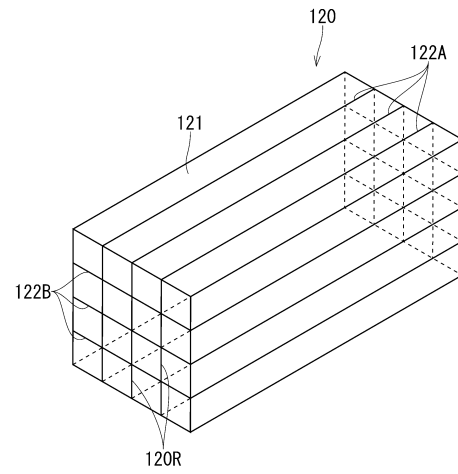
【図 4 8】



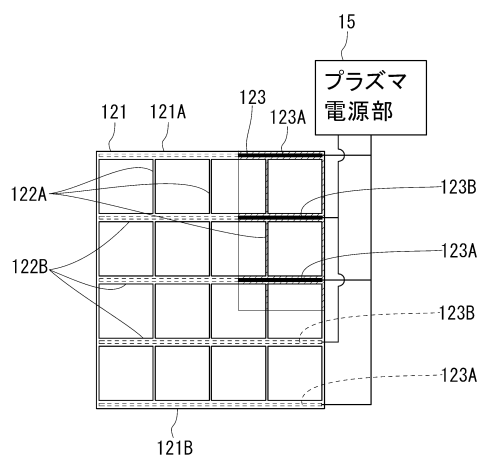
【図 4 9】



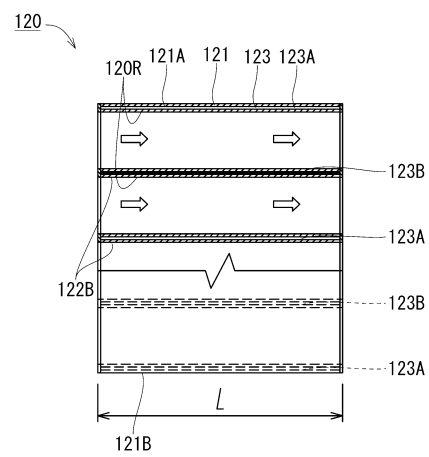
【図 5 0】



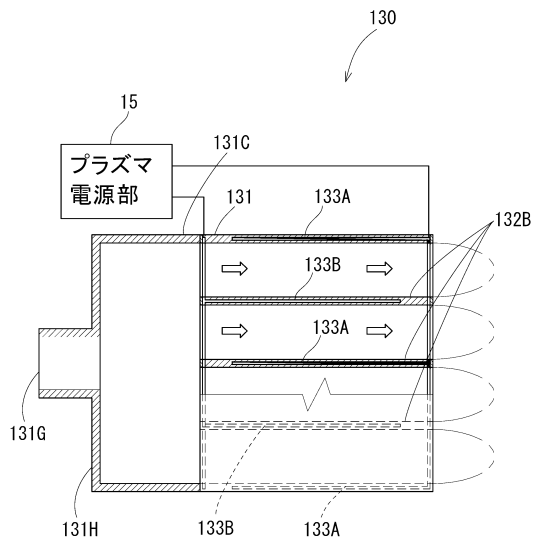
【図 5 1】



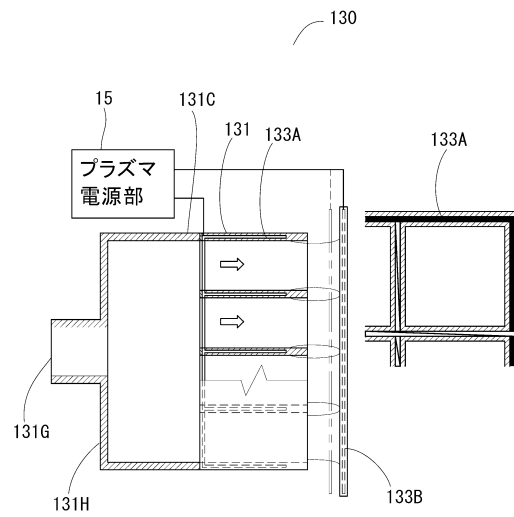
【図 5 2】



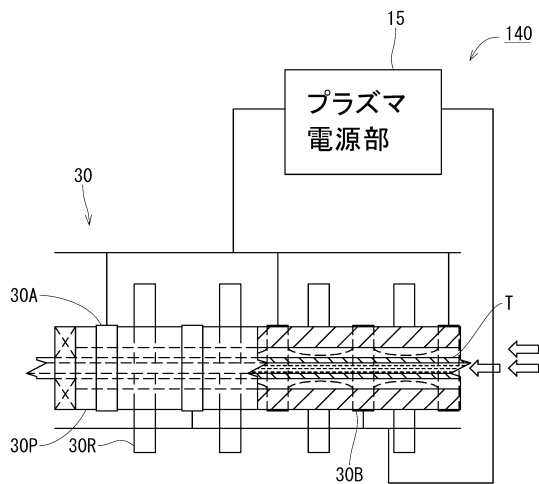
【図 5 3】



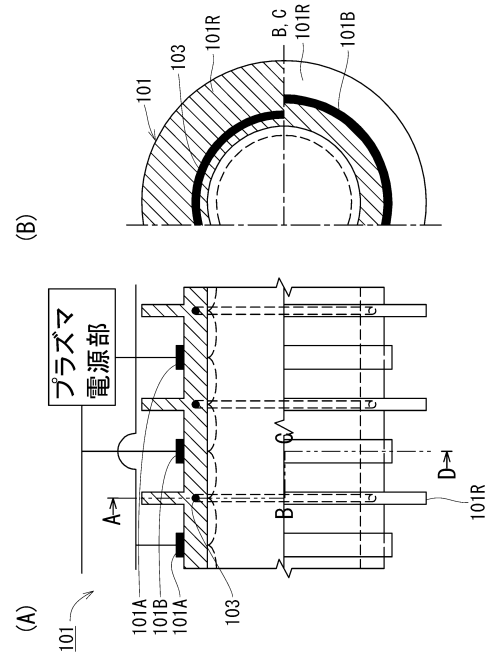
【図 5 4】



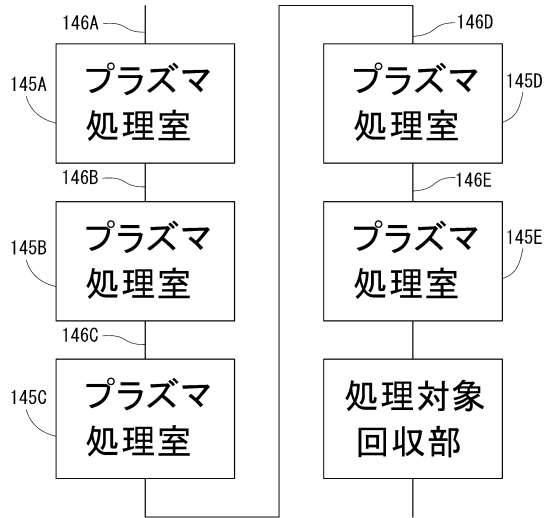
【図 5 5】



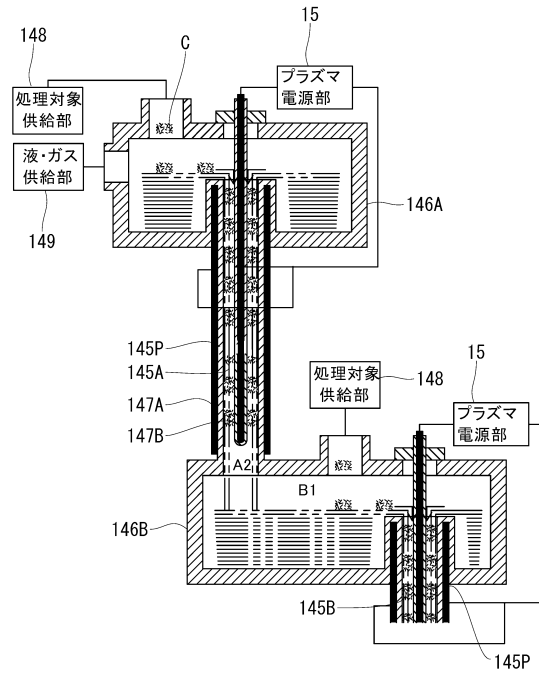
【図 5 6】



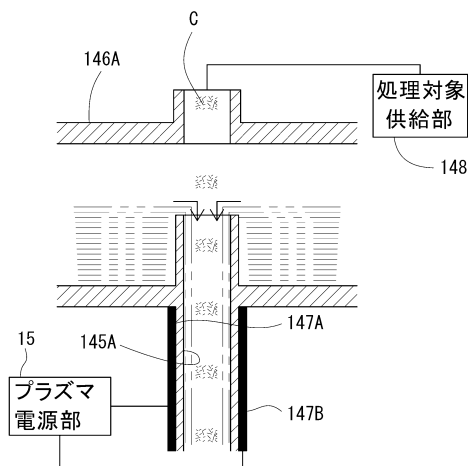
【図 5 7】



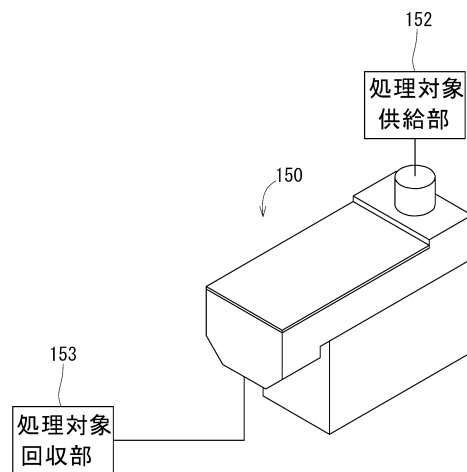
【図 5 8】



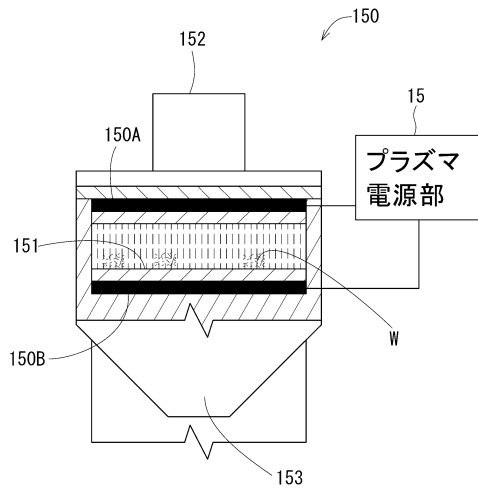
【図 5 9】



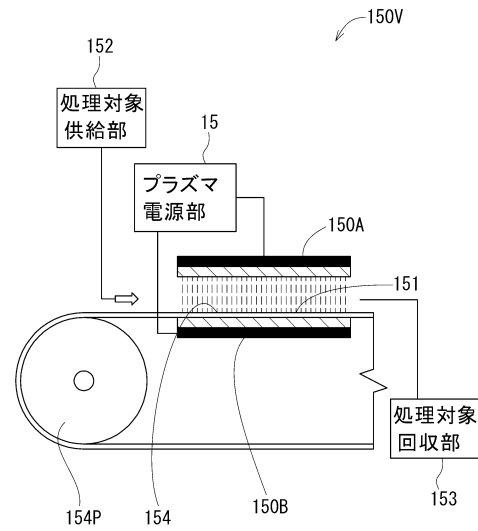
【図 6 0】



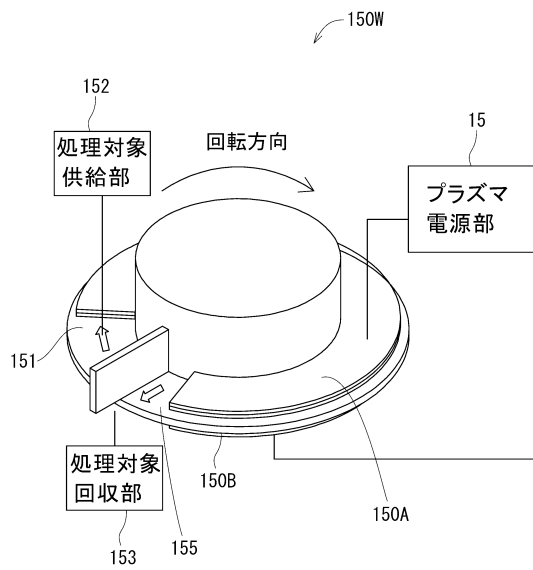
【図 6 1】



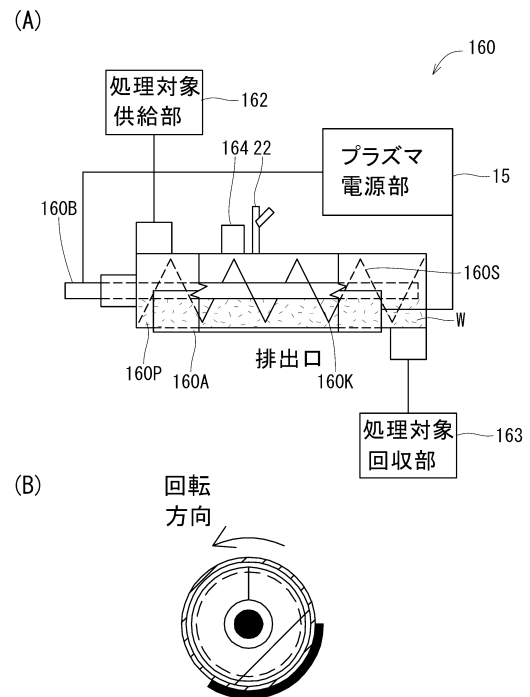
【図 6 2】



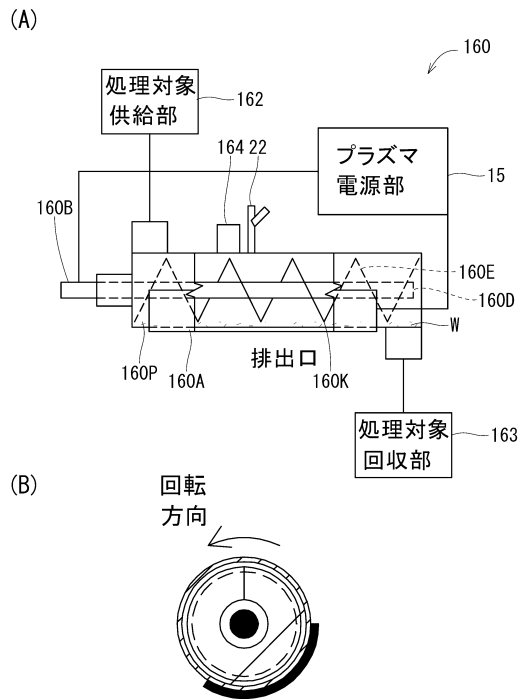
【図 6 3】



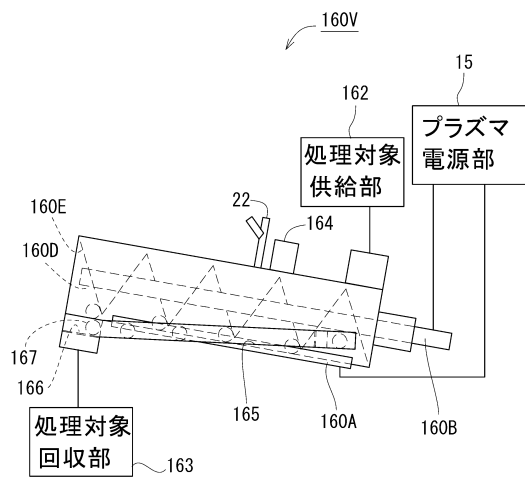
【図 6 4】



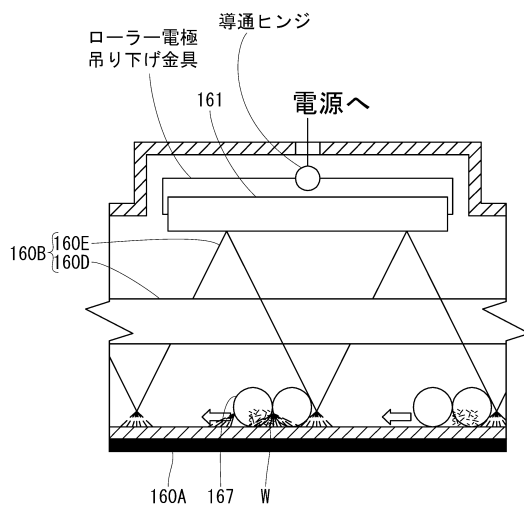
【図 6 5】



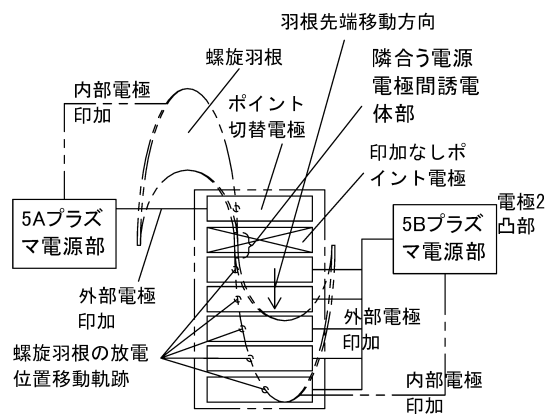
【図 6 6】



【図 6 7】



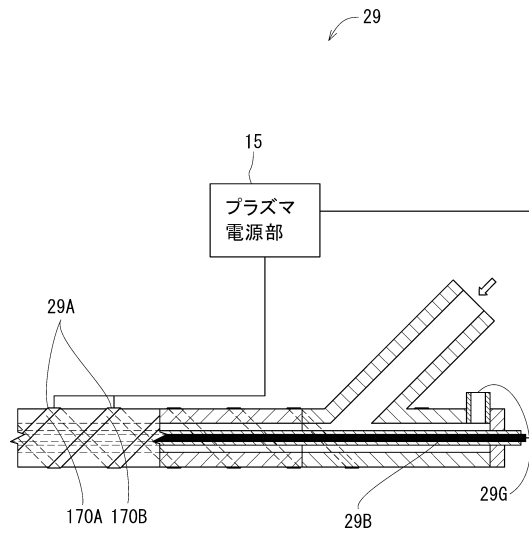
【図 6 8】



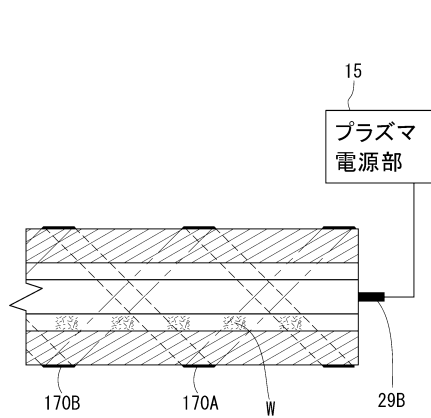
【図 6 9】



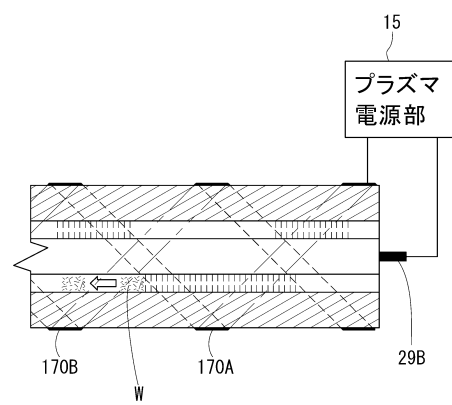
【図 7 0】



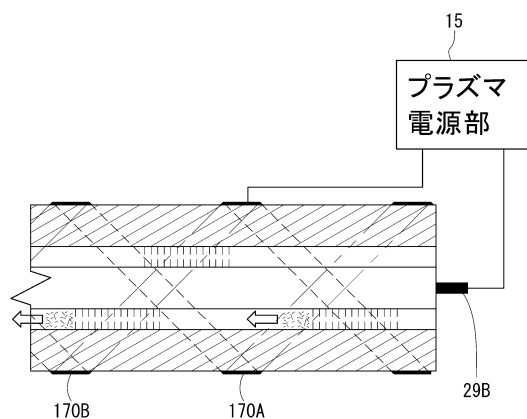
【図 7 1】



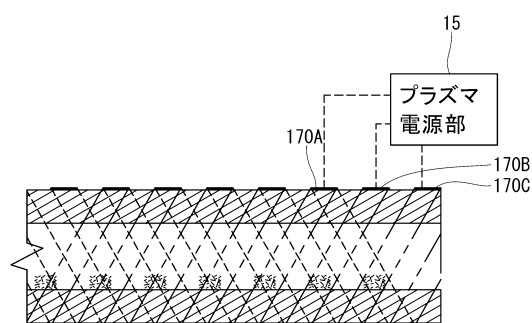
【図 7 2】



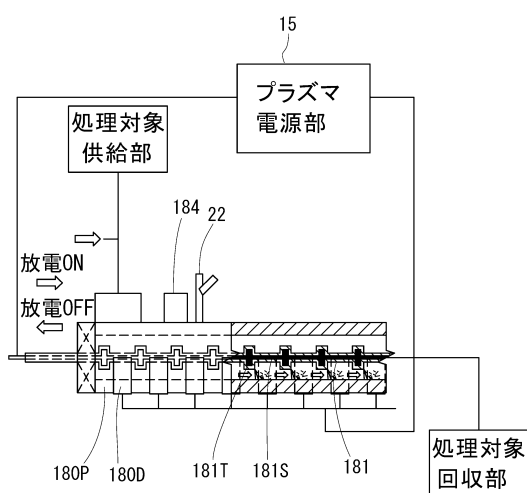
【図 7 3】



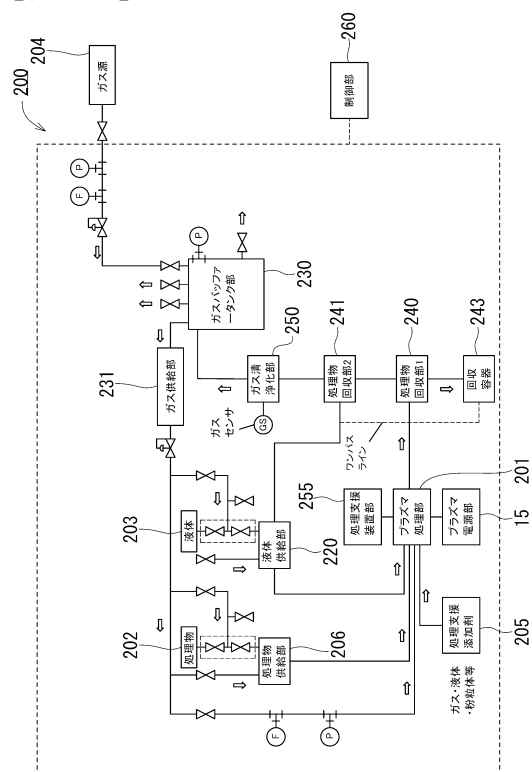
【図 7 4】



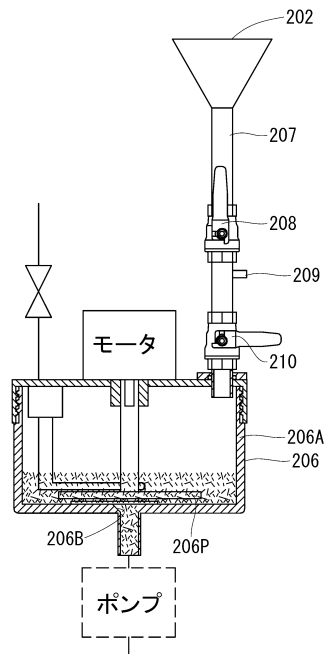
【図 7 5】



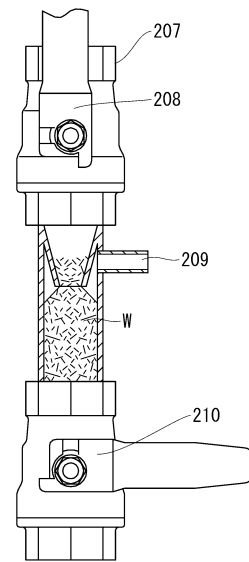
【図 7 6】



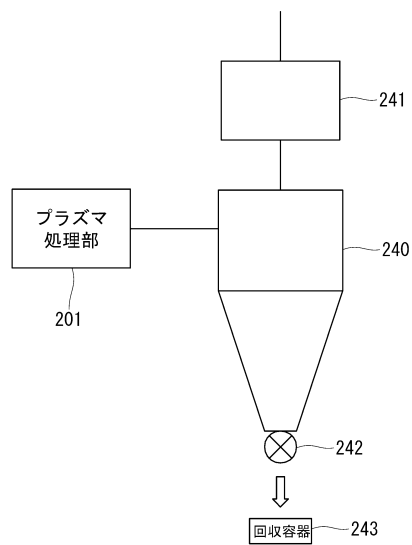
【図 7 7】



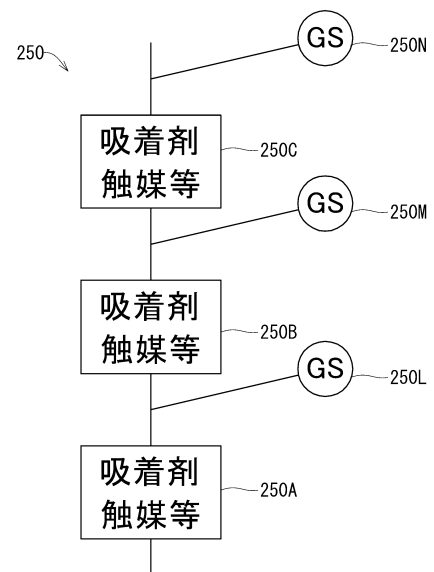
【図 7 8】



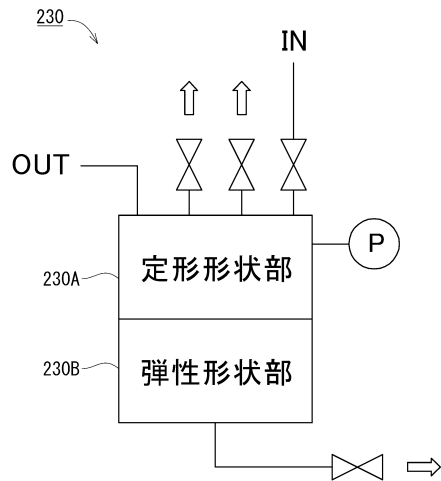
【図 7 9】



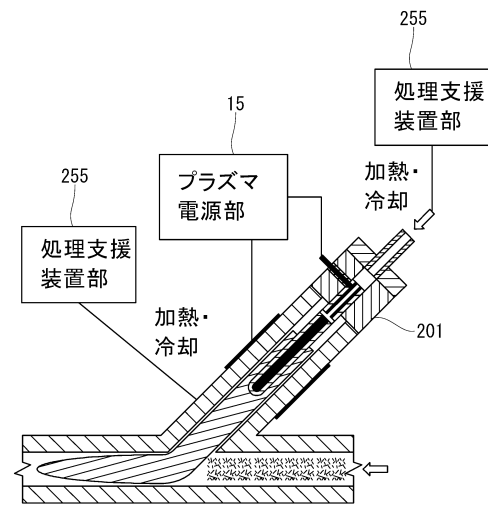
【図 8 0】



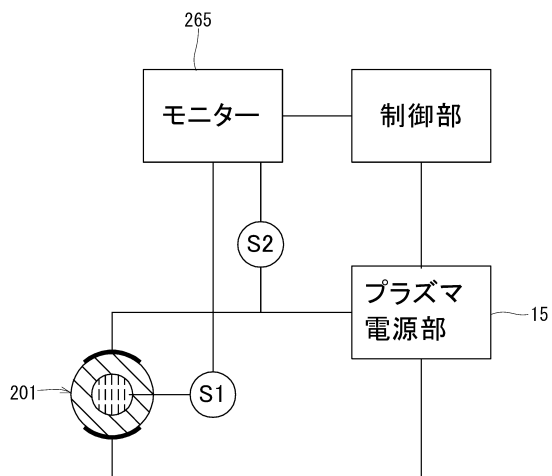
【図 8 1】



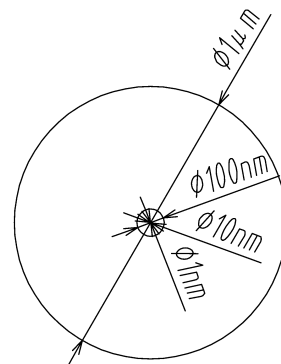
【図 8 2】



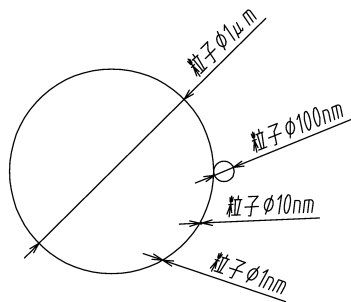
【図 8 3】



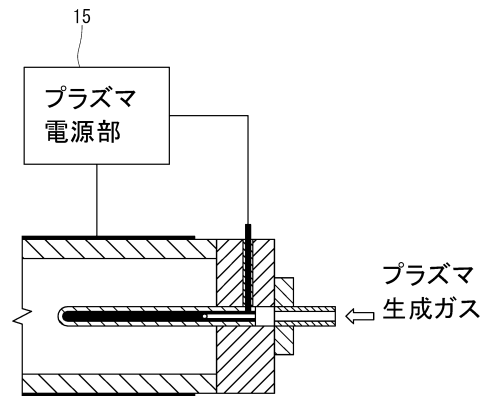
【図 8 4】



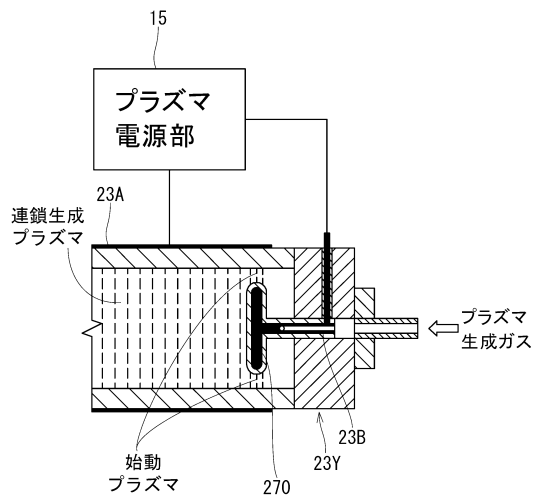
【図 8 5】



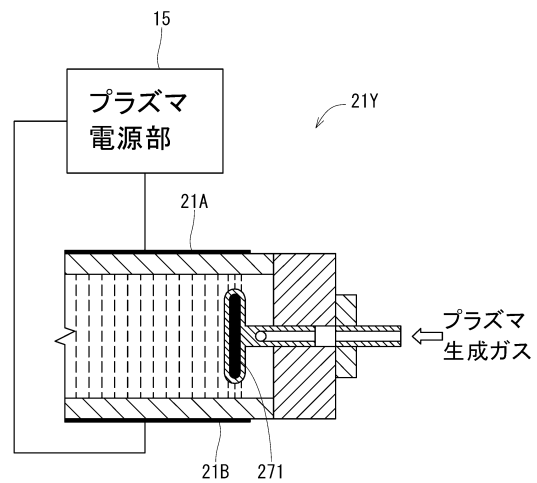
【図 8 6】



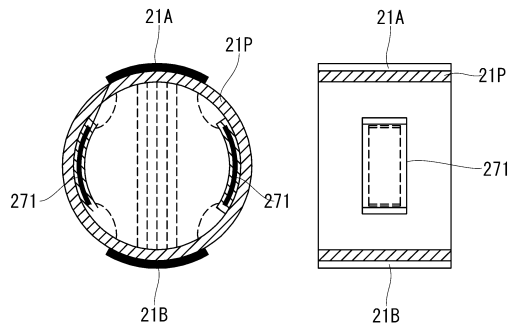
【図 8 7】



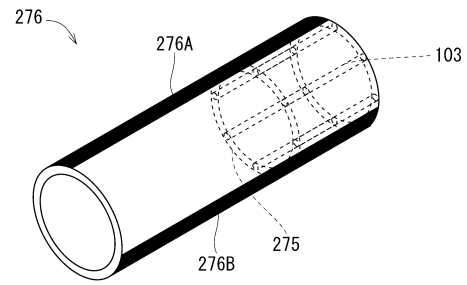
【図 8 8】



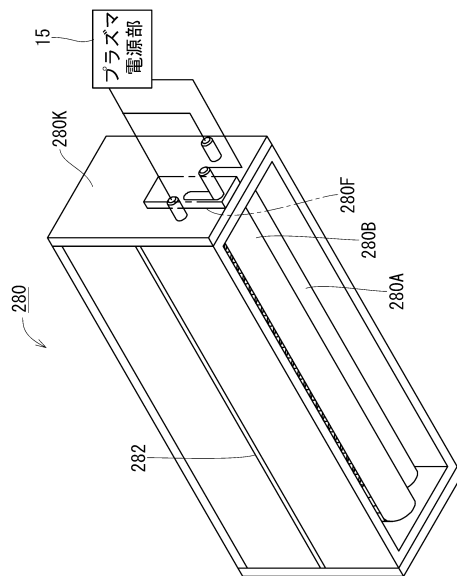
【図 8 9】



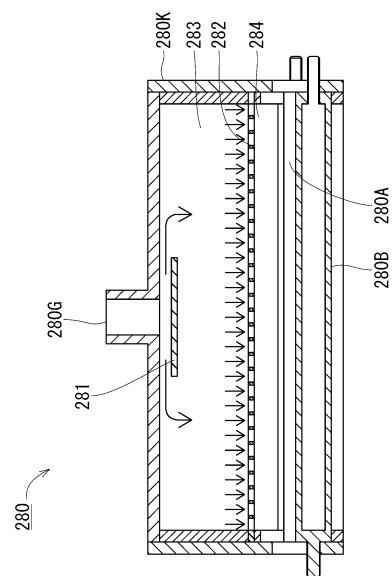
【図 9 0】



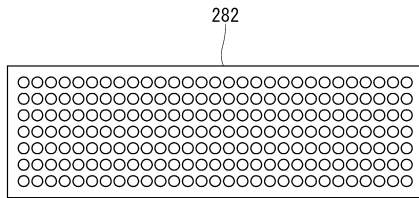
【図 9 1】



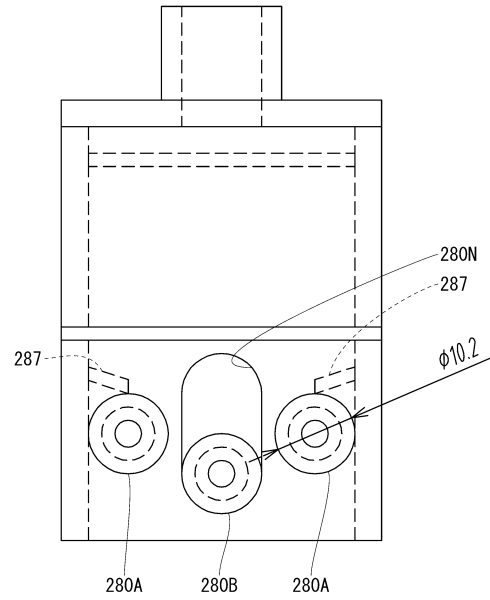
【図 9 2】



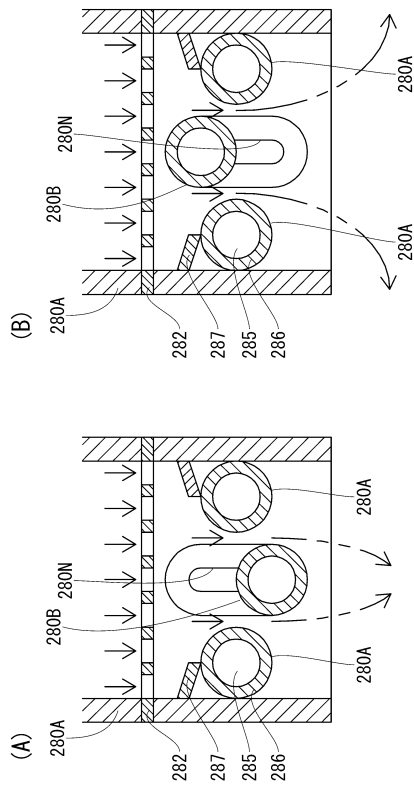
【図 9 3】



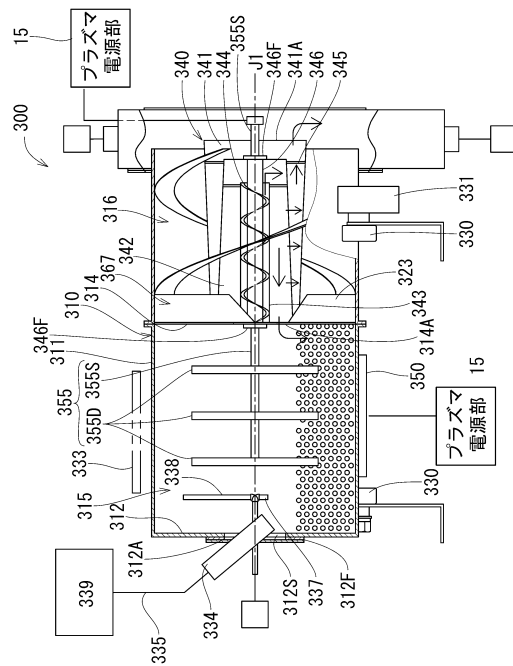
【図 9 4】



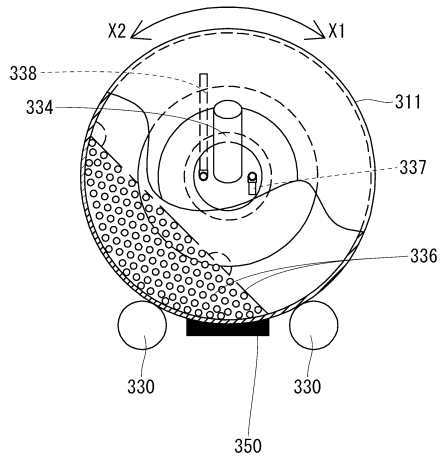
【図 9 5】



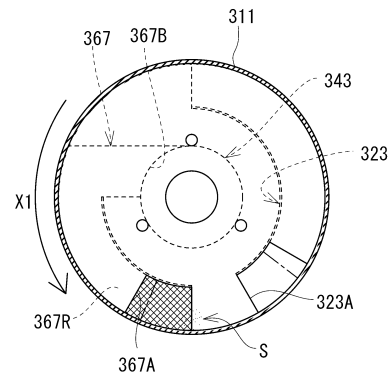
【図 9 6】



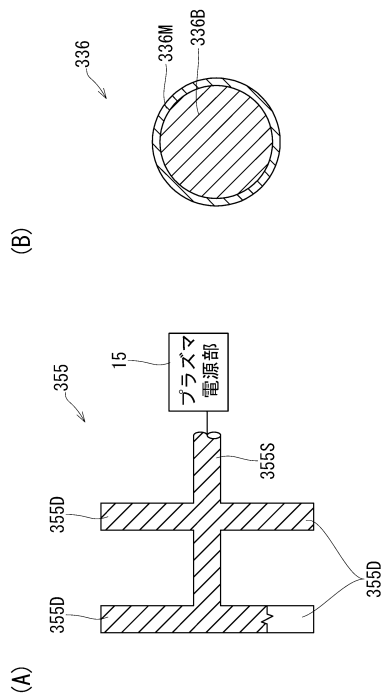
【図 97】



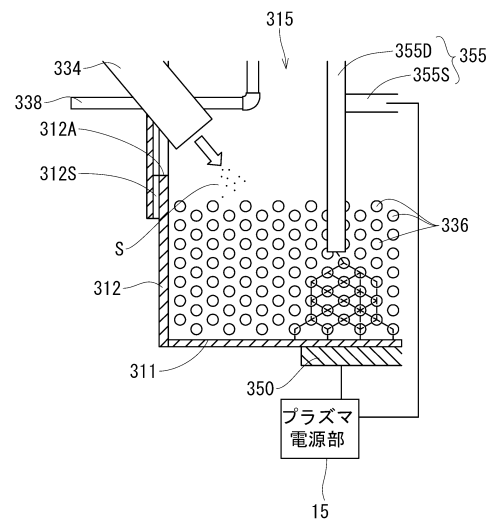
【図 98】



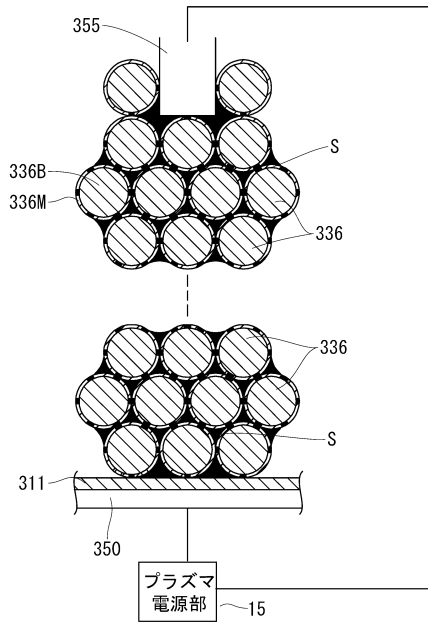
【図 99】



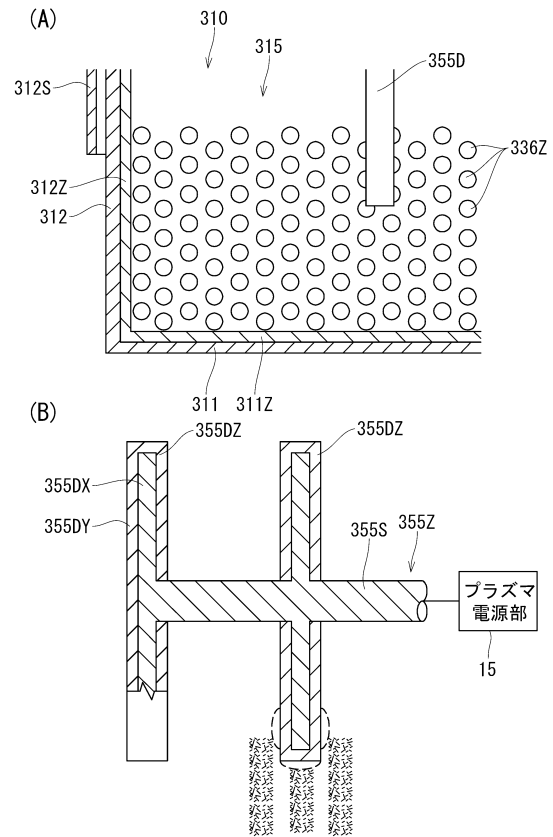
【図 100】



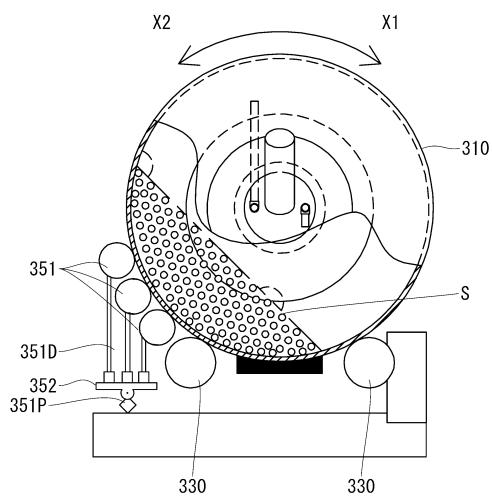
【図 101】



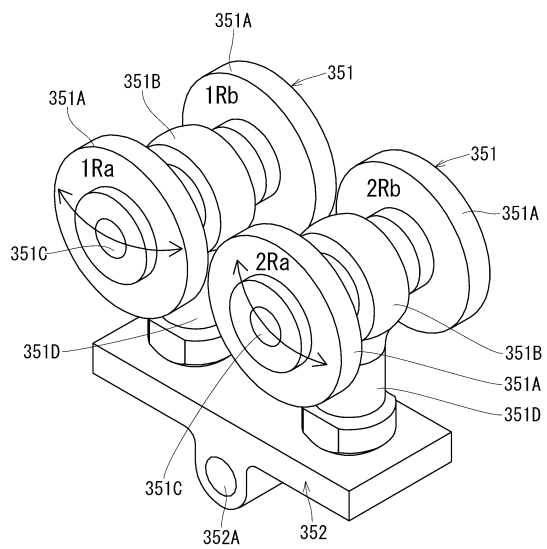
【図 102】



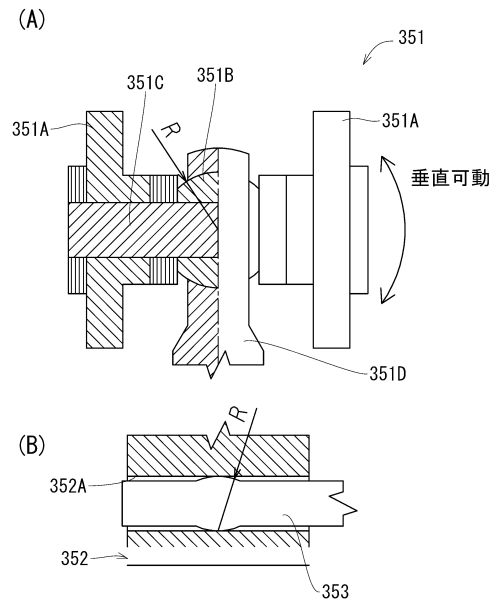
【図 103】



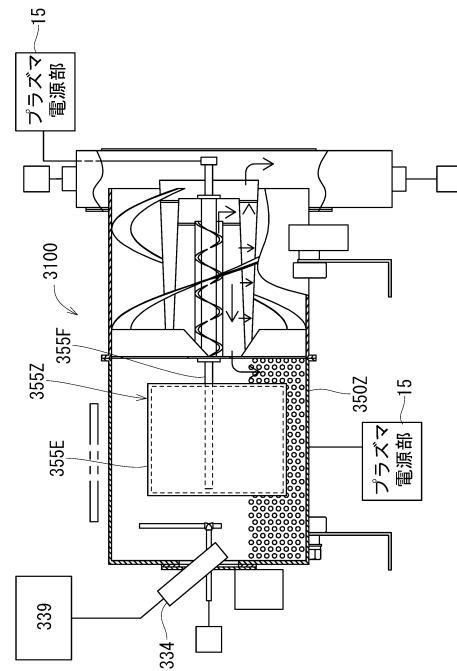
【図 104】



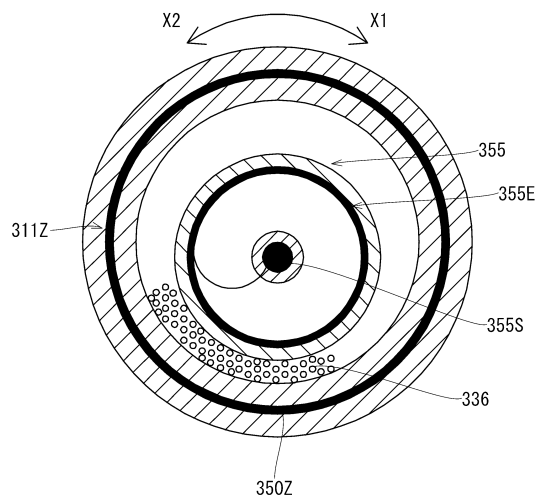
【図105】



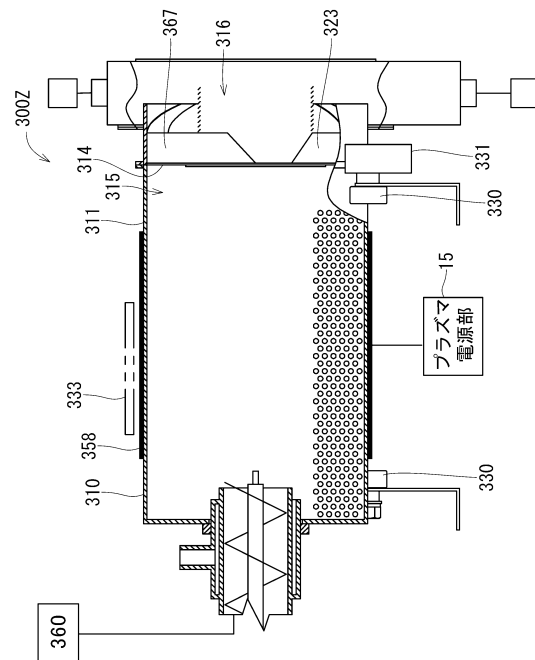
【図106】



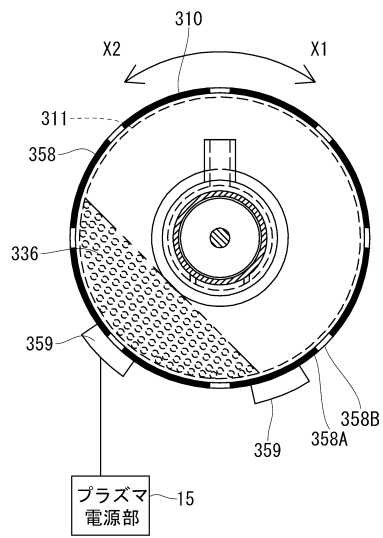
【図107】



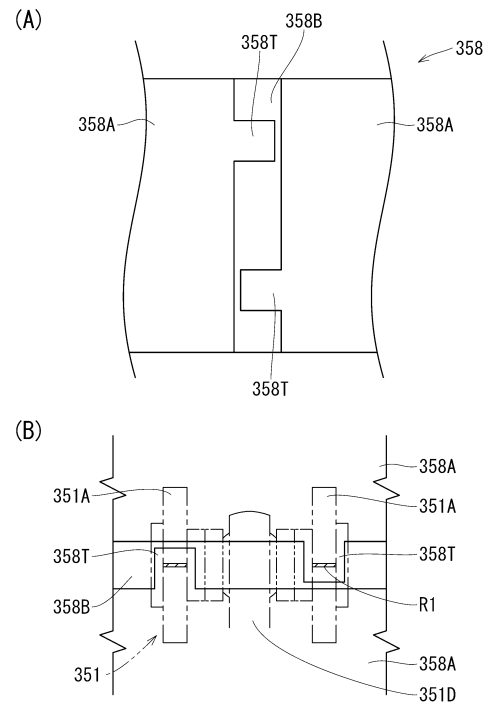
【図108】



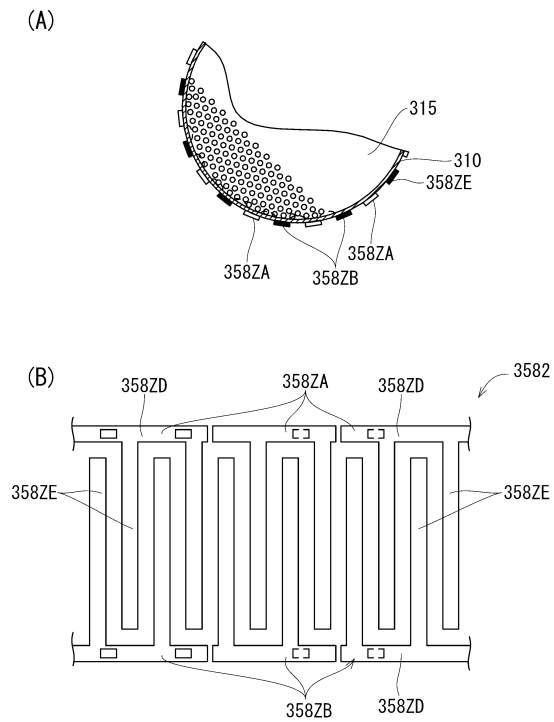
【図 1 0 9】



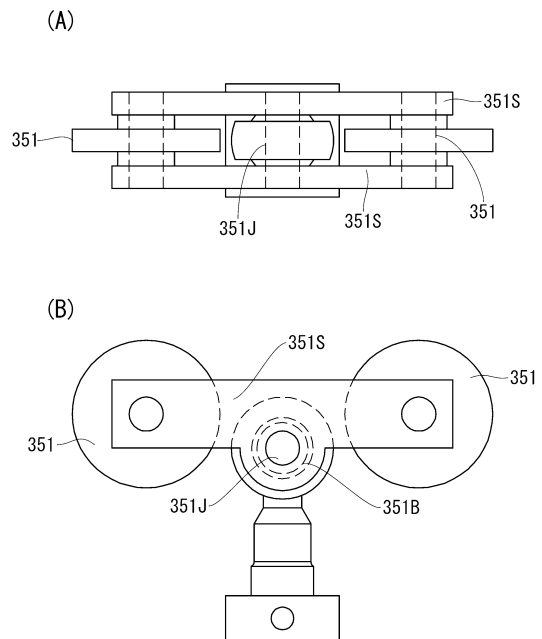
【図 1 1 0】



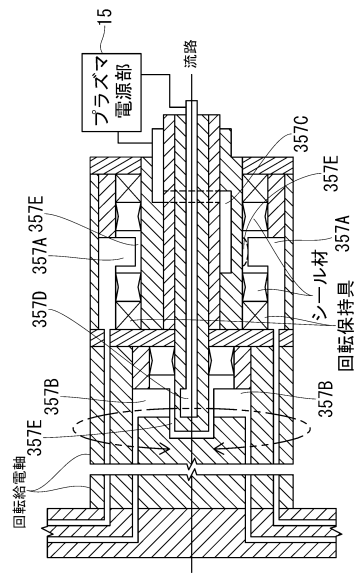
【図 1 1 1】



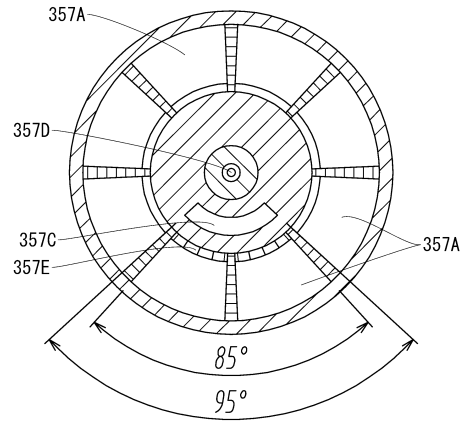
【図 1 1 2】



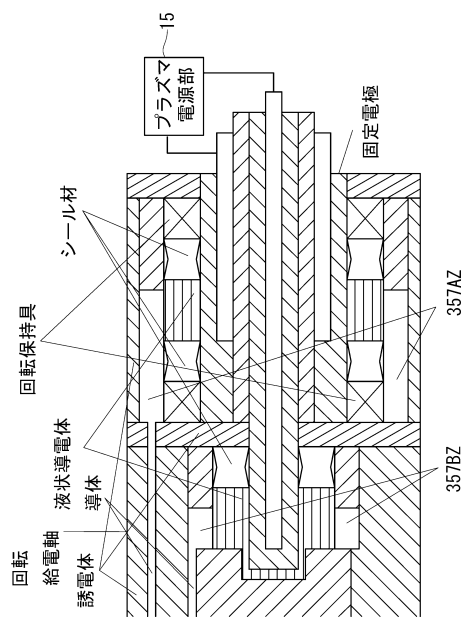
【 図 1 1 3 】



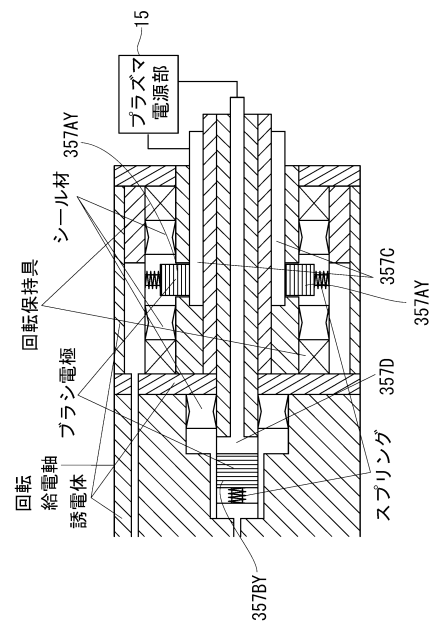
【図 1 1 4】



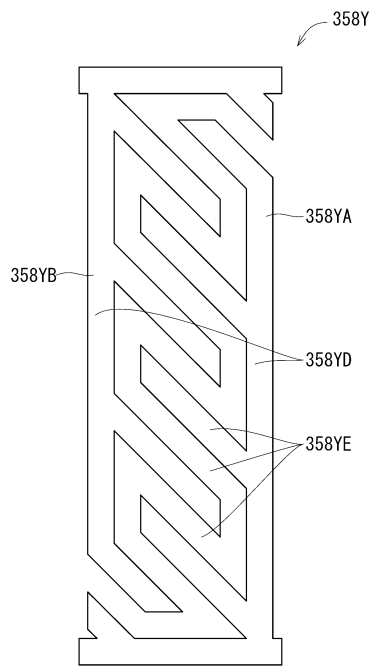
【図 1 1 5】



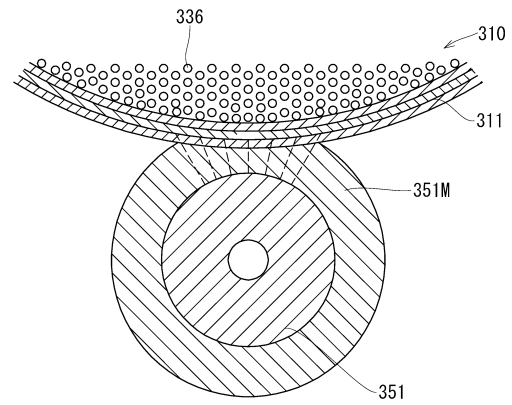
【図 1 1 6】



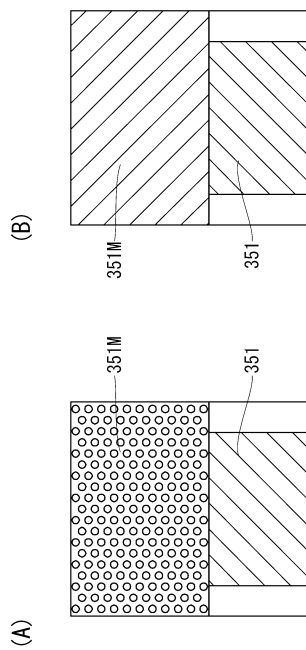
【図 1 1 7】



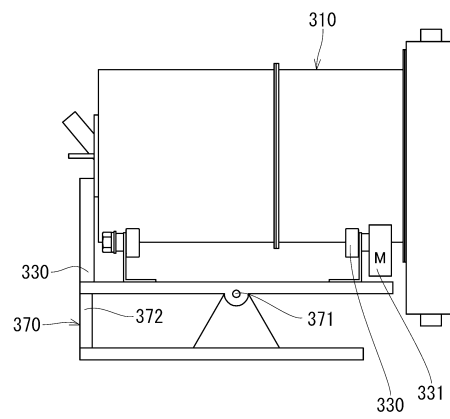
【図 1 1 8】



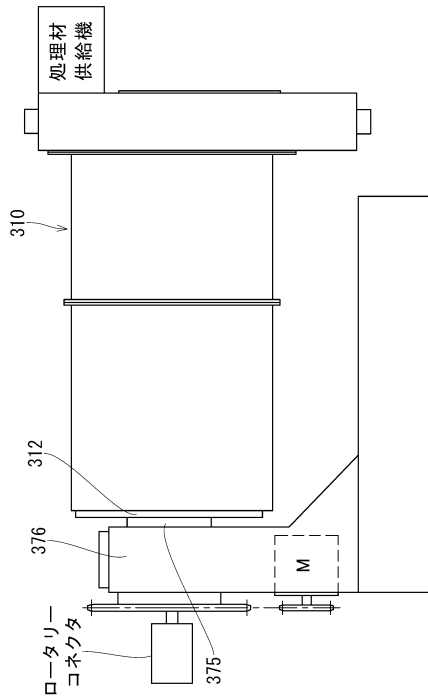
【図 1 1 9】



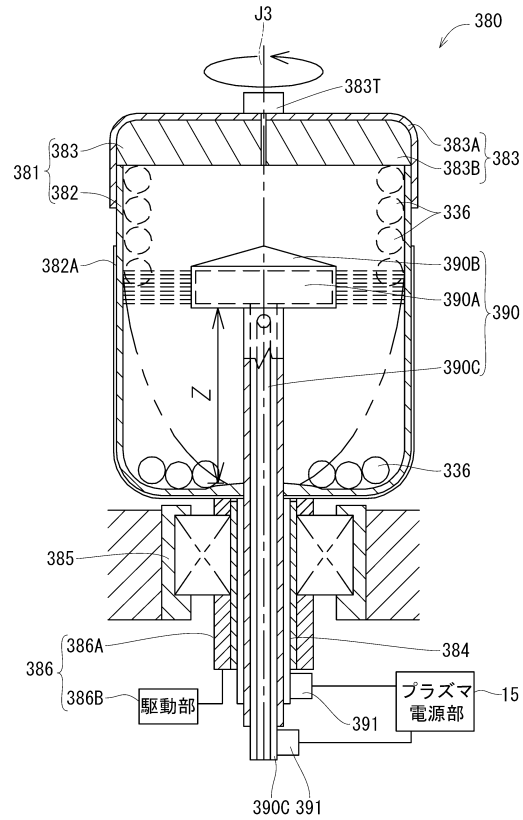
【図 1 2 0】



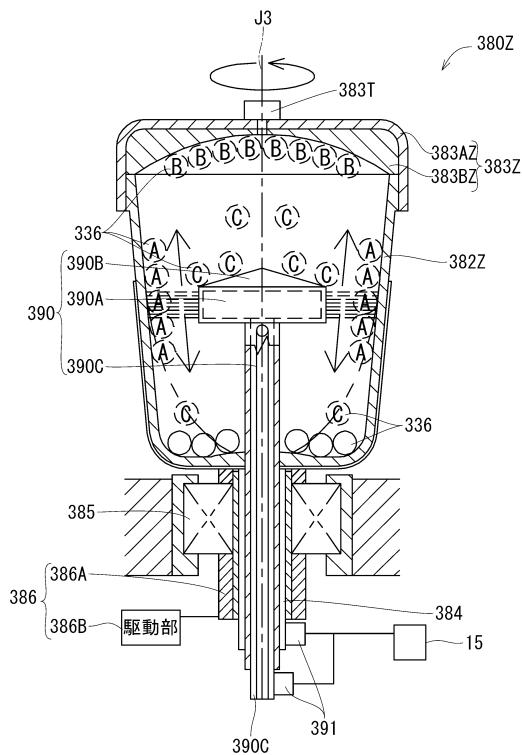
【図 1 2 1】



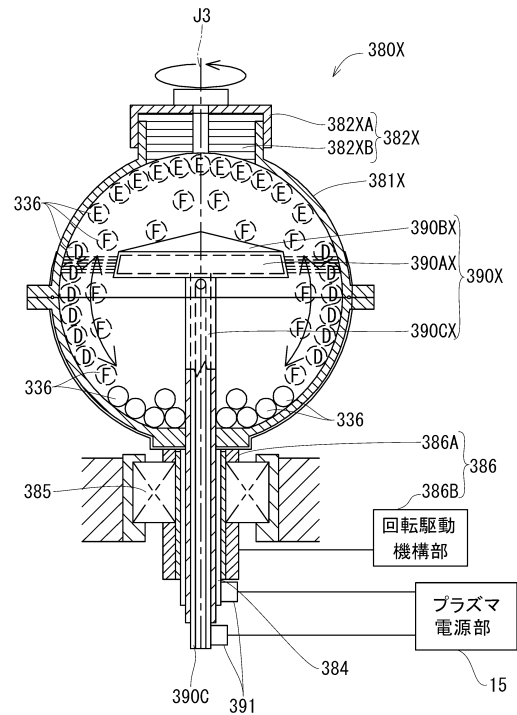
【図 1 2 2】



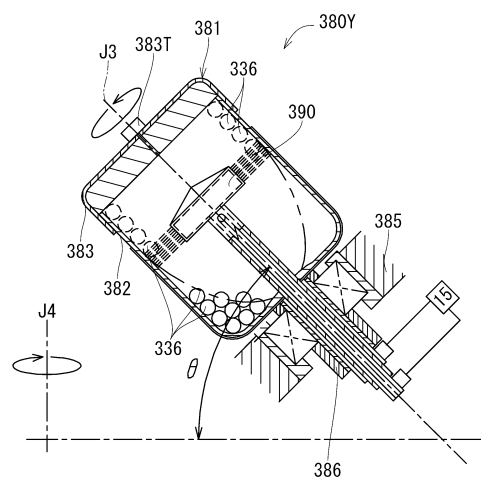
【図 1 2 3】



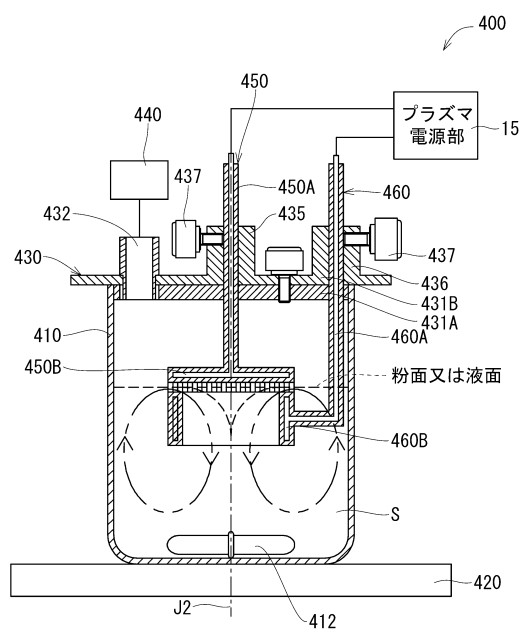
【図 1 2 4】



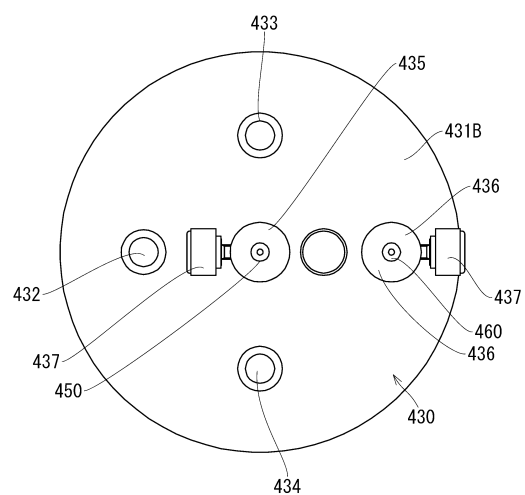
【図 1 2 5】



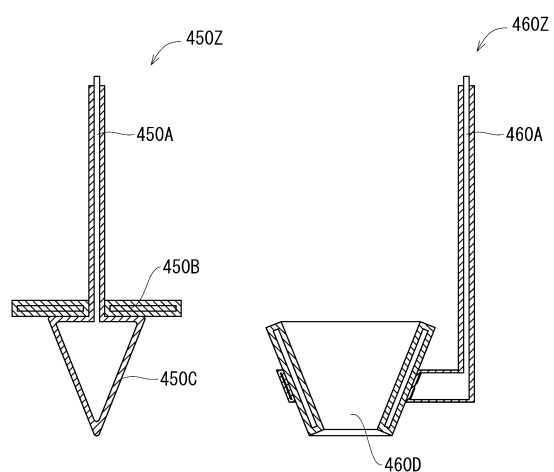
【图 1 2 6】



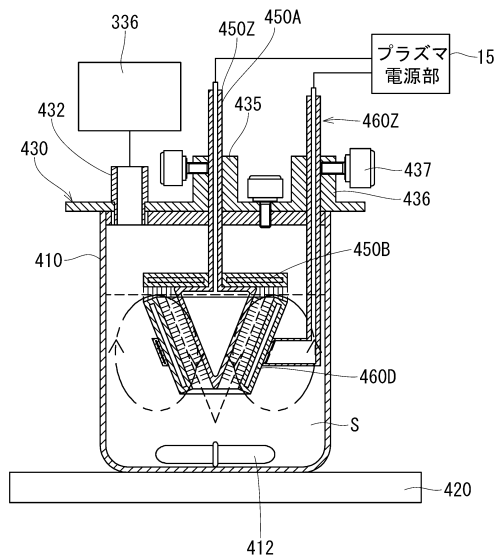
【図 1 2 7】



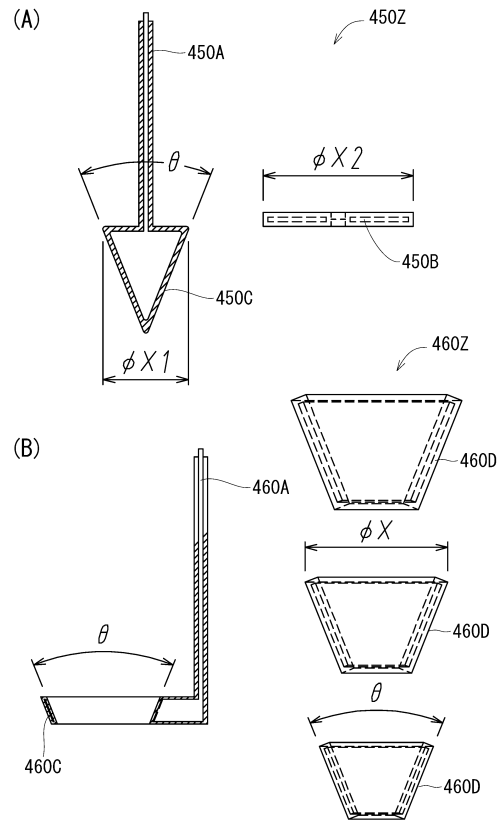
【図 1 2 8】



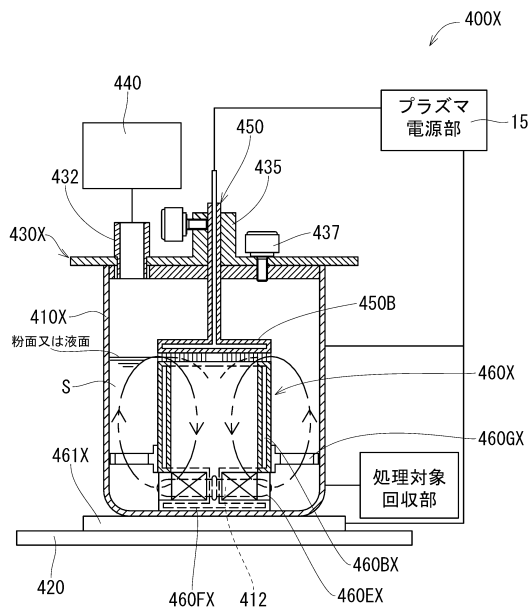
【図 1 2 9】



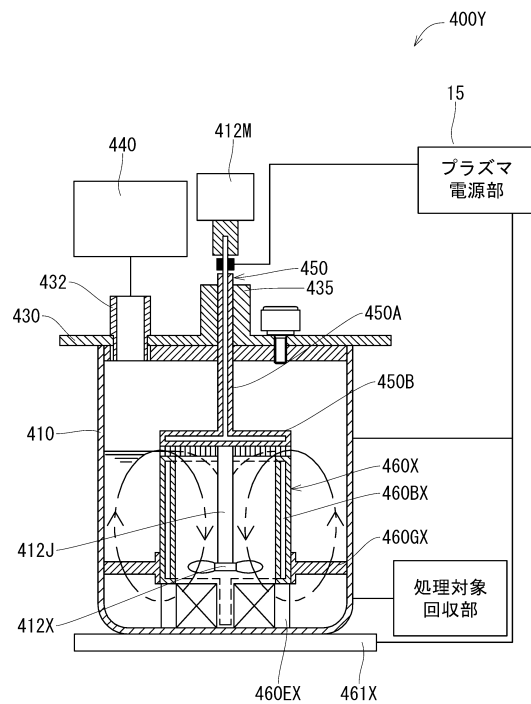
【図 1 3 0】



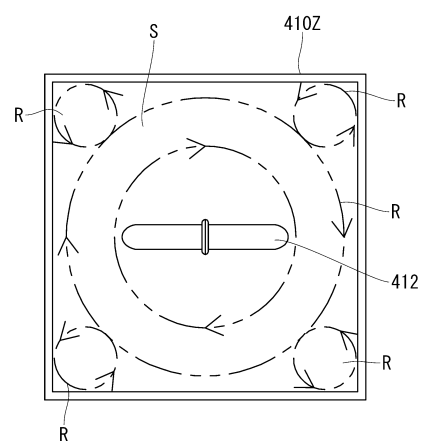
【図 1 3 1】



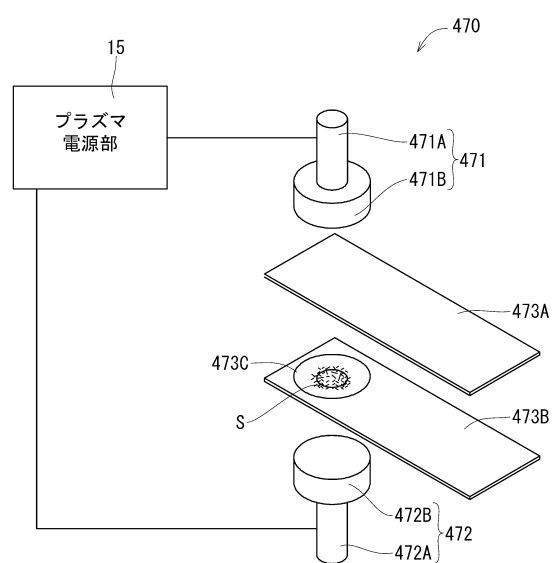
【図 1 3 2】



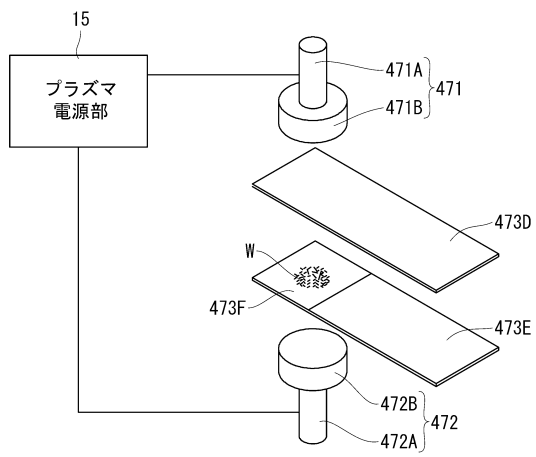
【图 1 3 4】



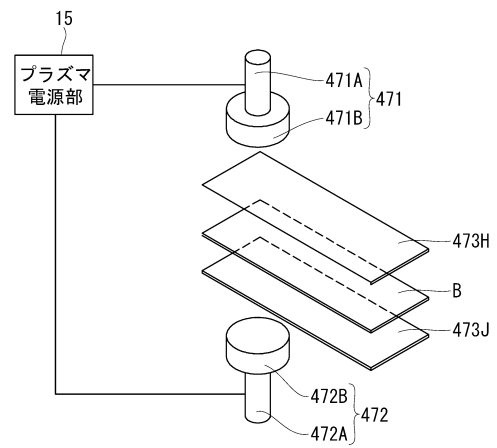
【図 1 3 6】



【図 1 3 7】



【図 1 3 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 堀 信一
愛知県春日井市白山町六丁目6番地8 アルファ株式会社内
- (72)発明者 堀 祐士
愛知県春日井市白山町六丁目6番地8 アルファ株式会社内
- (72)発明者 堀 紘英
愛知県春日井市白山町六丁目6番地8 アルファ株式会社内

審査官 藤本 加代子

- (56)参考文献 特開2017-012970 (JP, A)
国際公開第2007/105330 (WO, A1)
特開平06-065739 (JP, A)
特開昭59-032940 (JP, A)
特開昭60-092834 (JP, A)
特開昭60-023999 (JP, A)
米国特許出願公開第2004/0148860 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05H 1/00-1/54
B01J 19/08