

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6964715号  
(P6964715)

(45) 発行日 令和3年11月10日(2021.11.10)

(24) 登録日 令和3年10月21日(2021.10.21)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H05B</b>	<b>6/70</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B	6/70	E
<b>H05B</b>	<b>6/74</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B	6/74	E
<b>H05B</b>	<b>6/78</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B	6/78	C

請求項の数 27 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2020-90890 (P2020-90890)	(73) 特許権者	520141667
(22) 出願日	令和2年5月25日(2020.5.25)		宏碩系統股▲フン▼有限公司
審査請求日	令和2年5月25日(2020.5.25)		台湾苗栗縣頭▲フン▼市中正路598巷31號
		(74) 代理人	100120329
			弁理士 天野 一規
		(72) 発明者	曹 明雄
			台湾新竹縣竹北市文仁街91號7樓
		(72) 発明者	▲トン▼ 亘皓
			台湾台中市大忠街35號三樓之2
		(72) 発明者	陳 漢穎
			台湾新竹縣竹北市福興路839巷17弄18號3F
		審査官	石黒 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波加熱装置の導波管およびマイクロ波加熱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導波管(10, 10D)と、2つのマイクロ波発射モジュール(20)と、搬送モジュール(30)を備え、

該導波管(10, 10D)は、進行波経路を形成するとともに、少なくとも1つの加熱区間(11)と、少なくとも1つの搬送開口対(13)と、少なくとも1つの導波板対(14, 14D)を有し、

前記少なくとも1つの加熱区間(11)は、前開口壁(111)と、該前開口壁(111)とともに搬送方向に間隔を置いて設けられた後ろ開口壁(112)と、該前開口壁(111)及び該後ろ開口壁(112)に接続される頂壁(113)と、該前開口壁(111)及び該後ろ開口壁(112)に接続されるとともに、該頂壁(113)と対向するように設けられた底壁(114)を有し、

前記少なくとも1つの搬送開口対(13)は、前記少なくとも1つの加熱区間(11)の前開口壁(111)と後ろ開口壁(112)にそれぞれ形成された2つの搬送開口(131, 131B, 131C, 131D)を有し、

前記少なくとも1つの導波板対(14, 14D)は、前記少なくとも1つの加熱区間(11)内に設けられるとともに、前記進行波経路における位置が、前記少なくとも1つの搬送開口対(13)の該進行波経路における位置に対応し、さらに、該少なくとも1つの加熱区間(11)の頂壁(113)及び底壁(114)にそれぞれ接続されるとともに該進行波経路に沿って延びる、いずれもアルミナセラミック、窒化アルミニウムセラミック

10

20

、又は窒化ホウ素セラミック製作された2つの導波板(141、141A、141B、141C、141D)を備え、

前記2つのマイクロ波発射モジュール(20)は、それぞれ、前記導波管の進行波経路に沿って対向する両端に設けられ、

前記搬送モジュール(30)は、前記導波管(10、10D)の少なくとも1つの搬送開口対(13)を前記搬送方向(D)に貫通している

ことを特徴とする、マイクロ波加熱装置。

#### 【請求項2】

前記導波管の各搬送開口は、頂部側周縁と底部側周縁を有し、該頂部側周縁と該底部側周縁との距離は、該搬送開口の開口幅と定義され、該各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端の開口幅がいずれも縮小する

ことを特徴とする、請求項1に記載のマイクロ波加熱装置。

#### 【請求項3】

前記導波管の各搬送開口は、中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、

前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1上直線部を有し

、前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1下直線部を有し

、前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記第1上直線部と前記第1下直線部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該第1上直線部と該第1下直線部の末端同士が接続される

ことを特徴とする、請求項2に記載のマイクロ波加熱装置。

#### 【請求項4】

前記各搬送開口の頂部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1上直線部と前記頂部本体部との間に位置する第2上直線部がさらに形成され

、前記各搬送開口の底部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1下直線部と前記底部本体部との間に位置する第2下直線部がさらに形成され、前記第1上直線部と前記中心線との夾角は、前記第2上直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きく、

前記第1下直線部と前記中心線との夾角は、前記第2下直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きい

ことを特徴とする、請求項3に記載のマイクロ波加熱装置。

#### 【請求項5】

前記導波管の各搬送開口は、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、

前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1上円弧線部を有し、

前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1下円弧線部を有し、

前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記第1上円弧線部と前記第1下円弧線部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該第1上円弧線部と該第1下円弧線部の末端同士が接続される

ことを特徴とする、請求項2に記載のマイクロ波加熱装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 6】**

前記導波管の各搬送開口は、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、  
前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って伸びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの上段差部を有し、  
前記各搬送開口の底部側周縁が、前記頂部本体部に対応して設けられた底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの下段差部を有し、  
前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記上段差部と前記下段差部が、それぞれ、前記中心線に向かって伸びるとともに、該上段差部と該下段差部の末端同士が接続される  
ことを特徴とする、請求項 2 に記載のマイクロ波加熱装置。

10

**【請求項 7】**

前記少なくとも1つの導波板対の各導波板の対向する両端の板の厚みが減少することを特徴とする、請求項 1 に記載のマイクロ波加熱装置。

**【請求項 8】**

前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの第1斜面を有する  
ことを特徴とする、請求項 7 に記載のマイクロ波加熱装置。

20

**【請求項 9】**

前記各導波板が2つの第2斜面をさらに有し、該各第2斜面は、前記第1斜面のうちの1つと前記本体面との間に位置し、  
前記密着平面に対する前記各導波板の第2斜面の傾斜度は、該密着平面に対する前記第1斜面の傾斜度よりも小さい  
ことを特徴とする、請求項 8 に記載のマイクロ波加熱装置。

**【請求項 10】**

前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路に沿った長さが該密着平面の該進行波経路に沿った長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの円弧面を有する  
ことを特徴とする、請求項 7 に記載のマイクロ波加熱装置。

30

**【請求項 11】**

前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの段差面を有する  
ことを特徴とする、請求項 7 に記載のマイクロ波加熱装置。

40

**【請求項 12】**

前記導波管の内部空間に連通するとともに、外側が加熱層に覆われている抽気モジュールをさらに有する  
ことを特徴とする、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のマイクロ波加熱装置。

**【請求項 13】**

50

前記抽気モジュールが、集水タンクを有することを特徴とする、請求項 1 2 に記載のマイクロ波加熱装置。

【請求項 1 4】

少なくとも 1 つのマイクロ波隔離モジュールをさらに有し、該マイクロ波隔離モジュールは、ベース体と複数のマイクロ波抑制部材を有し、前記ベース体は、前記導波管に接続され、且つ、前記搬送モジュールの外側を取り囲むとともに該導波管の搬送開口のうちの 1 つに連通する通路を形成し、前記複数のマイクロ波抑制部材は、前記ベース体の外側面に穿設され、管体であり、且つ該マイクロ波抑制部材の両端は、それぞれ、該ベース体の外に突出する開放端と、前記通路内に位置する閉鎖端となっている

10

ことを特徴とする、請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載のマイクロ波加熱装置。

【請求項 1 5】

前記少なくとも 1 つの導波板対の 2 つの導波板間におけるマイクロ波電界方向が、前記搬送方向に平行である

ことを特徴とする、請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載のマイクロ波加熱装置。

【請求項 1 6】

少なくとも 1 つの加熱区間 ( 1 1 ) と、少なくとも 1 つの搬送開口対 ( 1 3 ) と、少なくとも 1 つの導波板対 ( 1 4 , 1 4 D ) を有し、

前記少なくとも 1 つの加熱区間 ( 1 1 ) は、前開口壁 ( 1 1 1 ) と、該前開口壁 ( 1 1 1 ) とともに搬送方向 ( D ) に間隔を置いて設けられた後ろ開口壁 ( 1 1 2 ) と、該前開口壁 ( 1 1 1 ) 及び該後ろ開口壁 ( 1 1 2 ) に接続される頂壁 ( 1 1 3 ) と、該前開口壁 ( 1 1 1 ) 及び該後ろ開口壁 ( 1 1 2 ) に接続されるとともに、該頂壁 ( 1 1 3 ) と対向するように設けられた底壁 ( 1 1 4 ) を有し、

20

前記少なくとも 1 つの搬送開口対 ( 1 3 ) は、進行波経路に沿って伸びる細長い 2 つの搬送開口 ( 1 3 1 , 1 3 1 B , 1 3 1 C , 1 3 1 D ) を有し、該 2 つの搬送開口 ( 1 3 1 , 1 3 1 B , 1 3 1 C , 1 3 1 D ) は、前記少なくとも 1 つの加熱区間 ( 1 1 ) の前開口壁 ( 1 1 1 ) と後ろ開口壁 ( 1 1 2 ) にそれぞれ形成され、

前記少なくとも 1 つの導波板対 ( 1 4 , 1 4 D ) は、導波管 ( 1 0 , 1 0 D ) 内に設けられるとともに、該導波管 ( 1 0 , 1 0 D ) の長手方向における位置が、前記少なくとも 1 つの搬送開口対 ( 1 3 ) の、該導波管 ( 1 0 , 1 0 D ) の長手方向における位置に対応し、さらに、前記少なくとも 1 つの加熱区間 ( 1 1 ) の頂壁 ( 1 1 3 ) 及び底壁 ( 1 1 4 ) に接続されるとともに前記進行波経路に沿って延びる、いずれもアルミナセラミック、窒化アルミニウムセラミック、又は窒化ホウ素セラミックで製作された 2 つの導波板 ( 1 4 1 , 1 4 1 A , 1 4 1 B , 1 4 1 C , 1 4 1 D ) を有する

30

ことを特徴とする、マイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項 1 7】

前記導波管の各搬送開口は、頂部側周縁と底部側周縁を有し、該頂部側周縁と該底部側周縁との距離は、該搬送開口の開口幅と定義され、該各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端の開口幅がいずれも縮小する

40

ことを特徴とする、請求項 1 6 に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項 1 8】

前記導波管の各搬送開口は、中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、

前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する 2 つの第 1 上直線部を有し、

前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する 2 つの第 1 下直線部を有し、

50

前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記第1上直線部と前記第1下直線部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該第1上直線部と該第1下直線部の末端同士が接続される

ことを特徴とする、請求項17に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項19】

前記各搬送開口の頂部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1上直線部と前記頂部本体部との間に位置する第2上直線部がさらに形成され、

前記各搬送開口の底部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1下直線部と前記底部本体部との間に位置する第2下直線部がさらに形成され、  
前記第1上直線部と前記中心線との夾角は、前記第2上直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きく、

前記第1下直線部と前記中心線との夾角は、前記第2下直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きい

ことを特徴とする、請求項18に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項20】

前記導波管の各搬送開口は、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、

前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1上円弧線部を有し、

前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1下円弧線部を有し、

前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記第1上円弧線部と前記第1下円弧線部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該第1上円弧線部と該第1下円弧線部の末端同士が接続される

ことを特徴とする、請求項17に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項21】

前記導波管の各搬送開口は、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、

前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの上段差部を有し、

前記各搬送開口の底部側周縁が、前記頂部本体部に対応して設けられた底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの下段差部を有し、

前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記上段差部と前記下段差部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該上段差部と該下段差部の末端同士が接続される

ことを特徴とする、請求項17に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項22】

前記少なくとも1つの導波板対の各導波板の対向する両端の板の厚みが減少することを特徴とする、請求項16に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項23】

前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から前記密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの第1斜面を有する

ことを特徴とする、請求項 2 2 に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項 2 4】

前記各導波板が 2 つの第 2 斜面をさらに有し、該各第 2 斜面は、前記第 1 斜面のうちの 1 つと前記本体面との間に位置し、  
前記密着平面に対する前記各導波板の第 2 斜面の傾斜度は、該密着平面に対する前記第 1 斜面の傾斜度よりも小さい

ことを特徴とする、請求項 2 3 に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項 2 5】

前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路に沿った長さが該密着平面の該進行波経路に沿った長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する 2 つの端縁を形成する 2 つの円弧面を有する

10

ことを特徴とする、請求項 2 2 に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項 2 6】

前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する 2 つの端縁を形成する 2 つの段差面を有する

20

ことを特徴とする、請求項 2 2 に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【請求項 2 7】

前記少なくとも 1 つの導波板対の 2 つの導波板間におけるマイクロ波電界方向が、前記搬送方向に平行である

ことを特徴とする、請求項 1 7 から 2 6 のいずれか一項に記載のマイクロ波加熱装置の導波管。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、マイクロ波を利用して加熱を行う装置に関するものであり、特に高マイクロ波吸収材及び低マイクロ波吸収材のいずれも均一に加熱することができるマイクロ波加熱装置の導波管及びマイクロ波加熱装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来技術におけるマイクロ波加熱装置は、主に次の 3 つに分類することができる。

【0003】

1. 密閉式共振チャンバ。この密閉式共振チャンバの原理は、密閉された共振チャンバ内で被加熱物を移動又は回転させることにより、共振チャンバ内のマイクロ波のホットスポットとコールドスポットに起因する被加熱物の加熱ムラを低減するものである。

40

【0004】

2. 開放式共振チャンバ。この開放式共振チャンバの原理は、密閉式共振チャンバと似ており、被加熱物を連続して流す方法でチャンバ内の定在波ホットスポットを通過させ、被加熱物をイオン化させるものであり、主に光源の生成（例えば硫黄ランプ）や廃棄物処理に使用される。

【0005】

3. 進行波式加熱器。この進行波式加熱器の原理は、被加熱物をマイクロ波伝送路に沿って進行波で加熱し、それによって定在波のホットスポットとコールドスポットに起因する加熱ムラを防ぐものである。

50

## 【0006】

密閉式共振チャンバ及び開放式共振チャンバは、定在波を利用して被加熱物を加熱しているが、定在波は空間において顕著なホットスポット及びコールドスポットを形成し、加熱物を均一に加熱することができない。従って、実際には、例えば木材の脱水やたばこの乾燥等といった、低単価の市場でしか使用できない。

## 【0007】

進行波加熱器は、目立ったホットスポット及びコールドスポットが形成されないため、被加熱物が低マイクロ波吸収材である場合、進行波ヒータは被加熱物に対して均一な加熱を行うことができる。しかし、被加熱物が高マイクロ波吸収材である場合には、マイクロ波エネルギーが、加熱源に近い被加熱物に急速に吸収されるため、加熱源から遠い被加熱物が十分に加熱されず、被加熱物が均一に加熱されない。

10

## 【0008】

従って、従来技術におけるマイクロ波加熱装置には改良の余地があった。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

本発明は、上記の従来技術における欠点と不足に鑑み、高マイクロ波吸収材を均一に加熱することができるマイクロ波加熱装置の導波管および該導波管を備えたマイクロ波加熱装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

20

## 【0010】

上記の発明の目的を達成するため、本発明が用いる技術手段は、マイクロ波加熱装置に関するものであり、

該マイクロ波加熱装置は、導波管と、2つのマイクロ波発射モジュールと、搬送モジュールを備え、

該導波管は、進行波経路を形成するとともに、少なくとも1つの加熱区間と、少なくとも1つの搬送開口対と、少なくとも1つの導波板対を有し、

前記少なくとも1つの加熱区間は、前開口壁と、該前開口壁とともに搬送方向に間隔を置いて設けられた後ろ開口壁と、該前開口壁及び該後ろ開口壁に接続される頂壁と、該前開口壁及び該後ろ開口壁に接続されるとともに、該頂壁と対向するように設けられた底壁を有し、

30

前記少なくとも1つの搬送開口対は、前記少なくとも1つの加熱区間の前開口壁と後ろ開口壁にそれぞれ形成された2つの搬送開口を有し、

前記少なくとも1つの導波板対は、前記少なくとも1つの加熱区間内に設けられるとともに、前記進行波経路における位置が、前記少なくとも1つの搬送開口対の該進行波経路における位置に対応し、さらに、該少なくとも1つの加熱区間の頂壁及び底壁にそれぞれ接続されるとともに該進行波経路に沿って延びる、いずれもアルミナセラミック、窒化アルミニウムセラミック、又は窒化ホウ素セラミックで製作された2つの導波板を備え、

前記2つのマイクロ波発射モジュールは、それぞれ、前記導波管の進行波経路に沿って対向する両端に設けられ、

40

前記搬送モジュールは、前記導波管の少なくとも1つの搬送開口対を前記搬送方向に貫通している。

## 【0011】

上記の発明の目的を達成するために、本発明は、さらにマイクロ波加熱装置の導波管を提供し、該マイクロ波加熱装置の導波管は、

少なくとも1つの加熱区間と、少なくとも1つの搬送開口対と、少なくとも1つの導波板対を有し、

前記少なくとも1つの加熱区間は、前開口壁と、該前開口壁とともに搬送方向に間隔を置いて設けられた後ろ開口壁と、該前開口壁及び該後ろ開口壁に接続される頂壁と、該前開

50

口壁及び該後ろ開口壁に接続されるとともに、該頂壁と対向するように設けられた底壁を有し、

前記少なくとも1つの搬送開口対は、進行波経路に沿って伸びる細長い2つの搬送開口を有し、該2つの搬送開口は、前記少なくとも1つの加熱区間の前開口壁と後ろ開口壁にそれぞれ形成され、

前記少なくとも1つの導波板対は、導波管内に設けられるとともに、該導波管の長手方向における位置が、前記少なくとも1つの搬送開口対の、該導波管の長手方向における位置に対応し、さらに、前記少なくとも1つの加熱区間の頂壁及び底壁に接続されるとともに前記進行波経路に沿って延びる、いずれもアルミナセラミック、窒化アルミニウムセラミック、又は窒化ホウ素セラミックで製作された2つの導波板を有する。

10

【0012】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記導波管の各搬送開口が、頂部側周縁と底部側周縁を有し、該頂部側周縁と該底部側周縁との距離は、該搬送開口の開口幅と定義され、該各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端の開口幅がいずれも縮小する。

【0013】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記導波管の各搬送開口が、中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1上直線部を有し、前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1下直線部を有し、前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記第1上直線部と前記第1下直線部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該第1上直線部と該第1下直線部の末端同士が接続される。

20

【0014】

さらに、前記マイクロ波加熱装置では、前記各搬送開口の頂部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1上直線部と前記頂部本体部との間に位置する第2上直線部がさらに形成され、前記各搬送開口の底部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1下直線部と前記底部本体部との間に位置する第2下直線部がさらに形成され、前記第1上直線部と前記中心線との夾角は、前記第2上直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きく、前記第1下直線部と前記中心線との夾角は、前記第2下直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きい。

30

【0015】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記導波管の各搬送開口が、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1上円弧線部を有し、前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1下円弧線部を有し、前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記第1上円弧線部と前記第1下円弧線部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該第1上円弧線部と該第1下円弧線部の末端同士が接続される。

40

【0016】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記導波管の各搬送開口が、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの上段差部を有し、前記各搬送開口の底部側周縁が、前記頂部本体部に対応して設けられた底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの下段差部を有し、前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端に

50

おける前記上段差部と前記下段差部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該上段差部と該下段差部の末端同士が接続される。

【0017】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記少なくとも1つの導波板対の各導波板の対向する両端の板の厚みが減少する。

【0018】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの第1斜面を有する。

10

【0019】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記各導波板が2つの第2斜面をさらに有し、該各第2斜面は、前記第1斜面のうちの1つと前記本体面との間に位置し、前記密着平面に対する前記各導波板の第2斜面の傾斜度は、該密着平面に対する前記第1斜面の傾斜度よりも小さい。

【0020】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路に沿った長さが該密着平面の該進行波経路に沿った長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの円弧面を有する。

20

【0021】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの段差面を有する。

30

【0022】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記導波管の内部空間に連通するとともに、外側が加熱層に覆われている抽気モジュールをさらに有する。

【0023】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記抽気モジュールが、集水タンクを有する。

【0024】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、少なくとも1つのマイクロ波隔離モジュールをさらに有し、該マイクロ波隔離モジュールは、ベース体と複数のマイクロ波抑制部材を有し、前記ベース体は、前記導波管に接続され、且つ、前記搬送モジュールの外側を取り囲むとともに該導波管の搬送開口のうちの1つに連通する通路を形成し、前記複数のマイクロ波抑制部材は、前記ベース体の外側面に穿設され、管体であり、且つ該マイクロ波抑制部材の両端は、それぞれ、該ベース体の外に突出する開放端と、前記通路内に位置する閉鎖端となっている。

40

【0025】

さらに、前記マイクロ波加熱装置は、前記少なくとも1つの導波板対の2つの導波板間におけるマイクロ波電界方向が、前記搬送方向に平行である。

【0026】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記導波管の各搬送開口が、頂部側周縁と底部側周縁を有し、該頂部側周縁と該底部側周縁との距離は、該搬送開口の開口幅と定

50

義され、該各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端の開口幅がいずれも縮小する。

【0027】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記導波管の各搬送開口が、中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1上直線部を有し、前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1下直線部を有し、前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端

10

【0028】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管では、前記各搬送開口の頂部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1上直線部と前記頂部本体部との間に位置する第2上直線部がさらに形成され、前記各搬送開口の底部側周縁は、該搬送開口の対向する両端において、それぞれ、対応する前記第1下直線部と前記底部本体部との間に位置する第2下直線部がさらに形成され、前記第1上直線部と前記中心線との夾角は、前記第2上直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きく、前記第1下直線部と前記中心線との夾角は、前記第2下直線部の延伸線と該中心線との夾角よりも大きい。

20

【0029】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記導波管の各搬送開口が、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1上円弧線部を有し、前記各搬送開口の底部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの第1下円弧線部を有し、前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記第1上円弧線部と前記第1下円弧線部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該第1上円弧線部と該第1下円弧線部の末端同士が接続される。

30

【0030】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記導波管の各搬送開口が、それぞれ中心線を有するとともに、該各搬送開口の頂部側周縁及び底部側周縁は、それぞれ、該中心線の両側に形成され、前記各搬送開口の頂部側周縁が、前記進行波経路に沿って延びる頂部本体部と、それぞれ該頂部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの上段差部を有し、前記各搬送開口の底部側周縁が、前記頂部本体部に対応して設けられた底部本体部と、それぞれ該底部本体部の該進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの下段差部を有し、前記各搬送開口の前記進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記上段差部と前記下段差部が、それぞれ、前記中心線に向かって延びるとともに、該上段差部と該下段差部の末端同士が接続される。

40

【0031】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記少なくとも1つの導波板対の各導波板の対向する両端の板の厚みが減少する。

【0032】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から前記密着平面まで延びることによって該導

50

波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの第1斜面を有する。

【0033】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記各導波板が2つの第2斜面をさらに有し、該各第2斜面は、前記第1斜面のうちの1つと前記本体面との間に位置し、前記密着平面に対する前記各導波板の第2斜面の傾斜度は、該密着平面に対する前記第1斜面の傾斜度よりも小さい。

【0034】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路に沿った長さが該密着平面の該進行波経路に沿った長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの円弧面を有する。

10

【0035】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記各導波板の前記導波管に接続される側に、前記進行波経路に沿って伸びる密着平面を有し、該導波板の他方側に、該進行波経路に沿って伸びるとともに、該進行波経路における長さが該密着平面の該進行波経路における長さよりも短い本体面と、それぞれ該本体面の該進行波経路に沿って対向する両側に位置し、それぞれ該本体面の対向する両側から該密着平面まで延びることによって該導波板の該進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの段差面を有する。

20

【0036】

さらに、前記マイクロ波加熱装置の導波管は、前記少なくとも1つの導波板対の2つの導波板間におけるマイクロ波電界方向が、前記搬送方向に平行である。

【発明の効果】

【0037】

本発明の優れた点は以下のとおりである。

【0038】

第1に、被加熱物は、前記搬送モジュールによって搬送され、前記導波管に送り込まれ、該導波管内において、前記マイクロ波放射モジュールによって発射されるマイクロ波によって加熱される。本発明は、前記導波管の対向する両端に該マイクロ波発射モジュールを1つずつ設置することにより、高マイクロ波吸収材の前記該導波管内における加熱の均一度をさらに向上させる。

30

【0039】

第2に、前記導波管内に誘電材質の前記導波板対を設けることにより、マイクロ波吸収特性が強い材料や、金属物を有する被加熱物进行处理することができ、更には、本発明が加熱可能な材料の範囲が拡大する。よって、例えば湿気を含んだ回路基板や、金属成分を含有する各種電子製品、金属を含有する半導体ウェハ、金属ワイヤを含有するソーラーウェハ、金属部品を有する湿気を含んだ衣類といった、従来のマイクロ波加熱装置では処理できなかった高単価の被加熱物进行处理することができ、本発明の価値が向上する。

40

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態1を示す外観斜視図である。

【図2】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態1における一部部品の分解図である。

【図3】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態1における別の一部部品の分解図である。

。

【図4】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態1における一部部品の断面概略図である。

。

【図5】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態1における加熱区間の断面概略図である。

。

50

【図 6】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 1 における加熱区間の正面視概略図である。

【図 7】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 2 における加熱区間の正面視概略図である。

【図 8】図 7 の部分拡大図である。

【図 9】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 3 における加熱区間の正面視概略図である。

【図 10】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 4 における加熱区間の正面視概略図である。

【図 11】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 1 におけるマイクロ波抑制部材の断面概略図である。 10

【図 12】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 5 の導波管を示す外観斜視図である。

【図 13】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 5 の導波管の部品分解図である。

【図 14】本発明のマイクロ波加熱装置の実施形態 5 の導波管の断面概略図である。

【図 15】図 5 の導波管におけるマイクロ波電界パターン図である。

【図 16】本発明の導波管の導波板対区間におけるモード変換インピーダンスマッチングの反射係数と周波数との関係を示すグラフである。

【図 17】本発明の導波管の導波板対区間におけるモード変換インピーダンスマッチングの透過係数と周波数との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】 20

【0041】

以下、図面及び本発明の好ましい実施形態を参照しながら、本発明が所期の目的を達成するために採用する技術的手段をさらに説明する。

【0042】

図 1 から図 4 に示すように、本発明のマイクロ波加熱装置は、導波管 10、2 つのマイクロ波発射モジュール 20 及び搬送モジュール 30 を備え、本実施形態においては、抽気モジュール 40 とマイクロ波隔離モジュール 50 をさらに備える。

【0043】

本実施形態において、前記導波管 10 は、複数の加熱区間 11 と複数の連通区間 12 が接続されることにより形成され、該加熱区間 11 は、搬送方向 D に並列且つ順に配置され、該連通区間 12 は、該加熱区間 11 の間に接続される。本実施形態における前記加熱区間 11 は直管であり、前記連通区間 12 は曲管であり、前記導波管 10 が、該加熱区間 11 と該連通区間 12 とによって略 S 字状の管体に形成されるとともに、S 字形の進行波経路に形成されているが、該導波管 10 は、両端の開口同士が連通する管体であればよく、例えば該導波管 10 は 1 つの直管状の該加熱区間 11 のみであってもよい 30

【0044】

前記 2 つのマイクロ波発射モジュール 20 は、それぞれ、前記導波管 10 の進行波経路に沿って対向する両端に設けられ、該導波管 10 は、該各マイクロ波発射モジュール 20 から発射されたマイクロ波を、それぞれ進行波経路に沿って該導波管 10 の一端から該導波管 10 の他端に伝送する。それにより、前記導波管 10 内の被加熱物（図示せず）は、前記一方のマイクロ波発射モジュール 20 からの距離が異なることで各被加熱物が受ける該マイクロ波発射モジュール 20 の加熱電力に差が生じて、他方の該マイクロ波発射モジュール 20 とこの差を補完し合うことができるため、各被加熱物が受ける合計の加熱電力をより均一にすることができる。具体的には、被加熱材に吸収されたマイクロ波エネルギーのパーセンテージを使用効率（％）と定義し、被加熱物が前記進行波経路に沿ってマイクロ波エネルギーを吸収する最大値 40

$(P_{max})$

から最小値

( $P_{min}$ )

を減じ、平均値

( $P_{average}$ )

で除した値を均一度と定義する。即ち、均一度 (%) は以下のとおりである。

【 0 0 4 5 】

$$\frac{P_{max}-P_{min}}{P_{average}}$$

10

【 0 0 4 6 】

表 1 の計算結果から分かるように、使用効率が同じである場合、2 つのマイクロ波発射モジュール 2 0 を用いることで、加熱の均一度を大幅に向上させることができる。

【 0 0 4 7 】

表 1 : マイクロ波発射モジュール 2 0 が 1 つの場合と 2 つの場合の均一度及び使用効率の関係

使用効率	マイクロ波発射モジュールが 1 つの場合の均一度	マイクロ波発射モジュールが 2 つの場合の均一度
9 5 %	2 9 7 . 0 3 %	9 3 . 8 8 %
8 5 %	1 8 8 . 4 9 %	4 1 . 4 4 %
7 5 %	1 3 7 . 8 3 %	2 2 . 8 7 %
6 5 %	1 0 4 . 4 1 %	1 3 . 3 3 %
5 5 %	7 9 . 4 3 %	7 . 7 9 %
4 5 %	5 9 . 4 7 %	4 . 3 9 %
3 5 %	4 2 . 8 6 %	2 . 2 9 %
2 5 %	2 8 . 6 5 %	1 . 0 2 %

20

30

【 0 0 4 8 】

本実施形態において、前記マイクロ波発射モジュール 2 0 は、前記導波管 1 0 に向かって周波数が 2 4 5 0 メガヘルツのマイクロ波を発射し、該導波管 1 0 の断面形状は、該周波数のマイクロ波に合わせて、電子工業会 ( Electronic Industries Alliance、E I A ) によって定義されている WR 3 4 0 矩形断面を採用しており、この断面は T E <sub>1 0</sub> モードでマイクロ波を働かせることができるため、複雑性が低減される。但し、前記マイクロ波発射モジュール 2 0 が発射するマイクロ波の周波数は 2 4 5 0 メガヘルツに限定されない。

40

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態における前記各マイクロ波発射モジュール 2 0 は、マイクロ波源 2 1、サーキュレータ 2 2、方向性結合器 2 3 及び水負荷器 2 4 を備える。前記マイクロ波源 2 1 及び前記方向性結合器 2 3 は、それぞれ前記マイクロ波発射モジュール 2 0 の両端に位置し、前記サーキュレータ 2 2 は、該マイクロ波源 2 1 と該方向性結合器 2 3 とに接続され、前記水負荷器 2 4 は、該サーキュレータ 2 2 の一側面に接続され、該方向性結合器 2 3 は、前記導波管 1 0 の一端に接続される。前記サーキュレータ 2 2 は、磁気回転現象を利用してマイクロ波が特定の方向に伝送されるよう制御し、さらに前記マイクロ波源 2

50

1を保護することが可能である。前記方向性結合器23は、前記マイクロ波発射モジュール20が前記導波管10に伝送するマイクロ波電力、及び該導波管10が該マイクロ波発射モジュール20に伝送するマイクロ波電力を測定することができる。

【0050】

図3、図5及び図6に示すように、前記導波管10の各加熱区間11には、いずれも搬送開口対13が形成され、該各搬送開口対13は、進行波経路に沿って延びる2つの搬送開口131を有し、該2つの搬送開口131は、それぞれ、対応する加熱区間11の搬送方向Dに沿って対向する2つの側壁に形成されている。具体的には、前記導波管10の各加熱区間11は、前開口壁111、後ろ開口壁112、頂壁113及び底壁114を有し、該前開口壁111と該後ろ開口壁112は、搬送方向Dに間隔を置いて設けられ、該頂壁113と該底壁114は、いずれも該前開口壁111壁及び該後ろ開口壁112に接続されるとともに、互いに対向するように設けられ、該各加熱区間11の搬送開口対13の2つの搬送開口131は、該加熱区間11の前開口壁111と後ろ開口壁112にそれぞれ形成されている。

10

【0051】

前記搬送モジュール30は、前記導波管10の各搬送開口対13を搬送方向Dに貫通している。前記搬送モジュール30は、好ましくは、搬送ベルトであり、且つ被加熱物を搬送方向Dに沿って前記搬送開口対13から前記導波管10の各加熱区間11を順に通過させ、被加熱物は、該加熱区間11を通過する過程で、前記マイクロ波発射モジュール20から放出されるマイクロ波エネルギーを吸収して加熱される。

20

【0052】

本実施形態において、前記導波管10の各搬送開口131は、中心線1311と、頂部側周縁1312と底部側周縁1313を有し、該頂部側周縁1312及び該底部側周縁1313は、それぞれ、該中心線1311の両側に形成され、該頂部側周縁1312と該底部側周縁1313との距離は、該搬送開口131の開口幅と定義され、該各搬送開口131の進行波経路に沿って対向する両端の開口幅がそれぞれ縮小することにより、該導波管10内のマイクロ波の伝送経路におけるインピーダンスマッチングの効果が向上し、該導波管10内の被加熱物がより均一に加熱される。

【0053】

前記各搬送開口131の対向する両端の具体的な形状は以下のとおりである。前記各搬送開口131の頂部側周縁1312は、進行波経路に沿って延びる頂部本体部61と、それぞれ該頂部本体部61の進行波経路に沿って対向する両側につながる2つの上縮口部を有する。前記各搬送開口131の底部側周縁1313は、進行波経路に沿って延びる底部本体部62と、それぞれ該底部本体部62の進行波経路に沿って対向する両側に位置する2つの下縮口部を有する。前記各搬送開口131の進行波経路に沿って対向する両端のいずれか一端における前記上縮口部と前記下縮口部が、それぞれ、対応する前記中心線1311に向かって延びるとともに、該上縮口部と該下縮口部の末端同士が接続されて、該上縮口部と該下縮口部が該搬送開口131の端部を形成する。インピーダンスマッチングをさらに調整するために、前記上縮口部と前記下縮口部の形状は以下の4種類のうちの1つであってよい。

30

40

【0054】

1. 線形勾配：前記各縮口部（即ち上縮口部及び下縮口部）はいずれも直線である。つまり、前記各上縮口部は、いずれも第1上直線部63であり、前記各下縮口部は、いずれも第1下直線部64である。

【0055】

2. 多角構造：前記各縮口部（即ち上縮口部及び下縮口部）は互いにつながる2つ以上の直線部を有する。例えば、本発明の実施形態2（図7及び図8に示す）においては、前記各上縮口部は、第1上直線部63Aと第2上直線部65Aを有し、該第2上直線部65Aは、対応する該第1上直線部63Aと頂部本体部61Aとの間に位置するとともに、該第1上直線部63Aと中心線1311Aとの夾角 $\theta_1$ は、該第2上直線部65Aの延伸線

50

と該中心線 1 3 1 1 A との夾角  $\theta_2$  よりも大きく、また、前記各下縮口部は、第 1 下直線部 6 4 A と第 2 下直線部 6 6 A を有し、該第 2 下直線部 6 6 A は、対応する該第 1 下直線部 6 4 A と底部本体部 6 2 A との間に位置するとともに、該第 1 下直線部 6 4 A と該中心線 1 3 1 1 A との夾角は、該第 2 下直線部 6 6 A の延伸線と該中心線 1 3 1 1 A との夾角よりも大きい。ここで、前記第 1 上直線部 6 3 A と前記第 2 上直線部 6 5 A は、前記中心線 1 3 1 1 A に向かって延びた末端が互いに接続される。本実施形態における前記各直線部の長さ及び前記中心線 1 3 1 1 A との夾角は、チェビシェフインピーダンスマッチング変換器 (Chebyshev Multi-section Matching Transformer) の理論に基づいて設計することができ、それによってシステムの大きさを縮小するという前提において、使用周波数帯域内で最適なマッチング効果を得る。

10

## 【0056】

3. 曲率勾配：前記各縮口部（即ち上縮口部及び下縮口部）が円弧である。例えば、本発明の実施形態 3（図 9 に示す）においては、前記各上縮口部が第 1 上円弧線部 6 3 B であり、且つ該第 1 上円弧線部 6 3 B が搬送開口 1 3 1 B の外側に突出していることが好ましく、また、前記各下縮口部が第 1 下円弧線部 6 4 B であり、且つ該第 1 下円弧線部 6 4 B が該搬送開口 1 3 1 B の外側に突出していることが好ましい。

## 【0057】

4. 段差構造：前記各縮口部（即ち上縮口部及び下縮口部）は段差状である。例えば、本発明の実施形態 4（図 10 に示す）においては、前記各上縮口部が上段差部 6 3 C であり、前記各下縮口部が下段差部 6 4 C であり、該上段差部 6 3 C と該下段差部 6 4 C との間の距離が、搬送開口 1 3 1 C の中心から離れる方向に向かって減少する。本実施形態における前記各段差部は、いずれも複数の直角部を形成するが、該各段差部は 1 つの直角部のみを形成してもよい。前記各段差部は、チェビシェフインピーダンスマッチング変換器の理論に基づいて設計することができ、システムの大きさを縮小するという前提において、使用周波数帯域内で最適なマッチング効果を得る。

20

## 【0058】

上記の各実施形態において、前記各搬送開口 1 3 1 の上縮口部及び下縮口部の形状及び位置は互に対称であるが、これに限定されるものではない。

## 【0059】

図 3、図 5 及び図 6 に示すように、本発明の第 1 実施形態においては、前記導波管 1 0 は複数の導波板対 1 4 をさらに有し、該複数の導波板対 1 4 は、それぞれ前記各加熱区間 1 1 内に設けられる、つまり、前記各搬送開口対 1 3 のいずれにも該導波板対 1 4 が対応して設けられる。前記各導波板対 1 4 の進行波経路における位置は、それぞれ、同一の前記加熱区間 1 1 内の搬送開口対 1 3 の、進行波経路における位置に対応している。前記各導波板対 1 4 は、前記加熱区間 1 1 の頂壁 1 1 3 及び底壁 1 1 4 にそれぞれ接続されるとともに、進行波経路に沿って延びる 2 つの導波板 1 4 1 を備える。前記導波板 1 4 1 の材質は誘電材であり、且つ好ましくはアルミナセラミックであるが、これに限定されるものではなく、アルミナセラミックよりも熱伝導性に優れる窒化アルミニウムセラミック又は窒化ホウ素セラミックであってもよい。前記導波管対 1 4 は、前記導波管 1 0 内のマイクロ波の進行波モードを調節して、元の基本モード  $TE_{10}$  から特定の高次モードに変換することができ、それにより以下の効果を得る。

30

40

## 【0060】

1. 被加熱物のマイクロ波吸収特性が強い場合でも、前記導波板対 1 4 は被加熱物を均一に加熱することができる。

## 【0061】

2. 従来の導波管では、内部に金属物があると、該導波管内のマイクロ波が前記金属物によって全て反射されて発射端に戻ってしまい（即ち抵抗無効）、金属を含有する加熱物を加熱することができなかつた。しかし、本実施形態の前記導波管 1 0 の内部の被加熱物は、金属物が混在していても、マイクロ波が金属物を通常通り迂回して加熱物を均一に加熱することができる。

50

## 【 0 0 6 2 】

本発明は、前記導波板対 1 4 を設けることにより、マイクロ波吸収特性が強い材料や、金属物を有する被加熱物进行处理することができ、更には、本発明が加熱可能な材料の範囲が拡大する。よって、例えば湿気を含んだ回路基板や、金属成分を含有する各種電子製品、金属を含有する半導体ウェハ、金属ワイヤを含有するソーラーウェハ、金属部品を有する湿気を含んだ衣類といった、従来のマイクロ波加熱装置では処理できなかった高単価の被加熱物进行处理することができ、本発明の価値が向上する。

## 【 0 0 6 3 】

本実施形態において、前記導波板対 1 4 と前記搬送開口対 1 3 の位置は互いに対応しており、具体的には、前記各加熱区間 1 1 内の各導波板 1 4 1 の質量中心と、該各搬送開口 1 3 1 の形状中心が、いずれも同一平面上に位置しているが、これに限定されず、該導波板 1 4 1 の位置と該搬送開口 1 3 1 の位置がほぼ同じであり、該導波板 1 4 1 が前記導波管 1 0 のインピーダンスマッチングを調整することができ、且つ該導波管 1 0 を通過する被加熱物を均一に加熱できればよい。

10

## 【 0 0 6 4 】

具体的には、進行波式加熱法であって、加熱材内のマイクロ波エネルギーの進行方向の大きさは、

$$P_{propagation}(z) = P_0 e^{-\alpha z}$$

であり、マイクロ波の進行方向に沿って、単位距離内で材料がエネルギーを吸収する大きさは、

20

$$P_{absorption}(z) = \alpha P_0 e^{-\alpha z}$$

である。ここで、

$P_0$   
は初期入射エネルギーであり、  
 $\alpha$

は減衰係数であり、  
 $\alpha$

値は、材料の誘電率および誘電損失だけでなく、進行波の周波数および使用されるモードによっても決定される。

30

## 【 0 0 6 5 】

図 5、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、前記導波管 1 0 内に誘電材で製造された前記導波板対 1 4 を追加することにより、該導波板対 1 4 は、進行波モードを元の基本モード  $TE_{10}$  から  $TE$  モードにおける 1 つの高次モードの平行電界モードに変換し、該平行電界モードでは、マイクロ波電界方向が前記搬送方向  $D$  に平行である。具体的には、前記導波板対 1 4 の 2 つの導波板 1 4 1 間の進行波モードが、基本モード  $TE_{10}$  から図 1 5 に示す  $TE$  モードに完全に変換され、それに対応するインピーダンスマッチングの反射  $S_{11}$  パラメータ（即ち反射係数）と周波数との関係図は、図 1 6 に示すとおりである。なお、図 1 6 の横軸の単位はギガヘルツ（GHz）、縦軸の単位は dB である。また、図 1 7 に示すように、基本モード  $TE_{10}$  から図 1 5 の  $TE$  モードへの変換に対応するインピーダンスマッチングの透過  $S_{21}$  パラメータ（即ち透過係数）と周波数との関係図においては、全周波数帯域においていずれも 0 dB である。

40

## 【 0 0 6 6 】

進行波モードを元の基本モード  $TE_{10}$  から前記平行電界モードに変換することの利点は、減衰係数の調整が可能なることによって、被加熱物のマイクロ波吸収特性が強い場合でも、前記導波板対 1 4 は被加熱物を均一に加熱することができ、従来のマイクロ波加熱装置が被加熱物の両端や前縁部しか加熱できないという問題を改善できる点にあり、また、前記平行電界モードによって、マイクロ波が金属物を迂回することができるため、被加熱物に金属物が混在していても、マイクロ波は金属物を迂回して通常どおり被加熱物を均一

50

に加熱できる点にある。

【0067】

また、本実施形態における前記各導波板141の対向する両端の板体の厚みが該導波板141の中心から離れる方向に減少することにより、インピーダンスマッチングがさらに向上し、さらに、インピーダンスマッチングを調整するために、該導波板141の対向する両端の板体の厚みは、前記搬送開口131の対向する両端のように、以下の4種類の形式で変化する。

【0068】

1. 線形勾配：前記各導波板141の対向する両端の具体的な形状は以下のとおり（図6に示すとおり）である。すなわち、前記導波板141の前記導波管10に接続される側に、進行波経路に沿って伸びる密着平面71を有し、該導波板141の他方側に、進行波経路に沿って伸びるとともに、進行波経路に沿った長さが該密着平面71の進行波経路に沿った長さよりも短い本体面72と、それぞれ該本体面72の対向する両側から該密着平面71まで延びることによって該導波板141の進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する2つの第1斜面73を有する。本実施形態において、前記搬送方向Dから見たときの前記導波板141の形状は、等脚台形である。

【0069】

2. 多角構造：図7及び図8に示すように、本発明の第2実施形態において、両端が多角構造である導波板141Aと、両端の線形が傾斜した前記導波板141の構造とはほぼ同じであり、相違点は以下のとおりである。すなわち、該導波板141Aが2つの第2斜面74Aをさらに有し、該各第2斜面74Aは、前記第1斜面73Aのうちの1つと本体面72Aとの間に位置し、前記密着平面71Aに対する該各導波板141Aの第2斜面74Aの傾斜度は、該密着平面71Aに対する前記第1斜面73Aの傾斜度よりも小さい、つまり、該第2斜面74Aの法線と該密着平面71Aの法線との夾角 $\theta_3$ は、該第1斜面73Aの法線と該密着平面71Aの法線との夾角 $\theta_4$ よりも小さい。また、他の好ましい実施形態において、前記第1斜面73Aと前記本体面72Aとの間に、複数の傾斜度合いの異なる斜面を接続して、本実施形態の前記導波板141Aの縁に複数の角を形成してもよい。また、各斜面の寸法は、チェビシェフインピーダンスマッチング変換器の理論に基づいて設計することができ、それによって最適なマッチング効果を得る。

【0070】

3. 曲率勾配：図9に示すように、本発明の実施形態3において、両端の曲率が徐々に変化する導波板141Bと、両端の線形が徐々に変化する前記導波板141の構造とはほぼ同じであり、相違点は以下のとおりである。すなわち、2つの円弧面73Bは、それぞれ本体面72Bの進行波経路に沿って対向する両側に位置し、該2つの円弧面73Bは、それぞれ本体面72Bの対向する両側から密着平面71Bまで延びて、前記導波板141Bの進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する。前記円弧面73Bは、前記導波板141Bの外側に向かって突出していることが好ましい。

【0071】

4. 段差構造：図10に示すように、本発明の実施形態4において、両端の段差構造が徐々に変化する導波板141Cと、両端の線形が徐々に変化する前記導波板141の構造とはほぼ同じであり、相違点は以下のとおりである。すなわち、2つの段差面73Cが、それぞれ本体面72Cの進行波経路に沿って対向する両側に位置し、該2つの段差面73Cは、それぞれ該本体面72Cの対向する両側から密着平面71Cまで延び、前記導波板141Cの進行波経路に沿って対向する2つの端縁を形成する。本実施形態における前記各段差面73Cは、いずれも複数の直角部を形成しているが、該各段差面73Cは、1つの直角部のみを形成してもよい。前記各段差面73Cの寸法は、チェビシェフインピーダンスマッチング変換器の理論に基づいて設計することができ、それによって最適なマッチング効果を得る。

【0072】

図1、図2及び図5に示すように、前記抽気モジュール40は、前記導波管10の内部

10

20

30

40

50

空間に連通し、湿気を含んだ被加熱物を加熱することで放出される水蒸気を除去し、パイプユニット41、加熱層42及び集水タンク43を備え、該パイプユニット41は、該導波管10の上方に設けられるとともに該導波管10の内部空間に連通し、該加熱層42は、該パイプユニット41の外側を被覆することによって、水蒸気が凝結して該導波管10内に逆流することを回避し、該集水タンク43は、該パイプユニット41における該導波管10とは反対の一端に接続されることにより、該導波管10からの水蒸気が凝結してできた水分を収集する。

#### 【0073】

図1、図5及び図11に示すように、前記マイクロ波隔離モジュール50は、2つのベース体51、複数のマイクロ波抑制部材52及び複数の隔離フランジ53を有し、該2つのベース体51は、それぞれ前記導波管10の搬送方向Dに沿って対向する両側の前記加熱区間11に接続され、且つ通路511を形成し、該通路511は、前記搬送モジュール30の外側を取り囲むとともに、互いに接続された該加熱区間11の、外に向けた前記搬送開口131に連通する。前記マイクロ波抑制部材52は、前記ベース体51の上面に穿設され、該各マイクロ波抑制部材52は管体であり、且つ該マイクロ波抑制部材52の両端は、それぞれ、該ベース体51の上面から突出する開放端522と、前記通路511内に位置する閉鎖端521となっている。該マイクロ波抑制部材52は、前記通路511におけるマイクロ波の透過を制限することができ、さらには前記導波管10のマイクロ波が前記搬送開口131から外部に漏れないようにすることができる。前記マイクロ波抑制部材52は、前記ベース体51の上面に穿設されることに限定されず、該ベース体51の任意の外側面に穿設されてもよい。前記複数の隔離フランジ53は、それぞれ、隣接する前記2つの加熱区間11の間に接続され、該隔離フランジ53の対向する2つの開口は、それぞれ、該2つの加熱区間11の向かい合う前記搬送開口131に連通し、それによってマイクロ波が漏れるのを防止する。

#### 【0074】

最後に、図12から図14に示すように、本発明の実施形態5において、導波管10Dは、2つのブロック体15Dが組み合わされた直線型の管体であり、その両端は、それぞれ前記マイクロ波発射モジュール20が取り付けられる取付端部16Dであり、該導波管10Dには、多角構造の導波板対14Dが設けられ、該導波板対14Dの各導波板141Dは、第1斜面73D及び第2斜面74Dを有する。各搬送開口131Dの外側周縁は、さらに外側に突出してガイドリング壁17Dを形成し、ガイドリング壁17Dは該搬送開口131Dを取り囲むとともに、該搬送開口131Dの相対する両端を遮蔽する遮蔽面171Dが形成され、それによってマイクロ波の漏えいを低減させる。

#### 【0075】

図1及び図5に示すように、本発明は、使用時に被加熱物を前記搬送モジュール30の一端に置き、該搬送モジュール30が被加熱物を搬送方向Dに沿って移動させて、被加熱物を前記搬送開口131から前記導波管10内に送り込むとともに、該導波管10内において被加熱物にマイクロ波エネルギーを吸収させて加熱する。本発明は、湿気を含んだ被加熱物を加熱脱水する際に、前記抽気モジュール40が、被加熱物から放出された水蒸気を取り出して前記集水タンク43内に貯蔵する。

#### 【0076】

以上のように、本発明は、前記導波管10の対向する両端にマイクロ波発射モジュール20を1つずつ設置することより、高マイクロ波吸収材の該導波管10内における加熱の均一度を向上させるとともに、高単価の被加熱物を加熱処理することができる。

#### 【0077】

以上の説明は、本発明の好ましい実施形態に過ぎず、本発明に対して何ら形式上の限定を行うものではない。本発明は好ましい実施形態によって上記のように開示されているが、それは本発明を限定するためのものではなく、すべての当業者が、本発明の技術構想を逸脱しない範囲において、上記に開示する技術内容を用いて変更及び修飾を行った等価の実施形態で、且つ本発明の技術構想の内容を逸脱しないものは、本発明の技術的本質に基

10

20

30

40

50

づいて上記の実施形態に対して行われたいかなる簡単な修正、等価の変更及び修飾も、依然としてすべて本発明の技術構想の範囲内にある。

【符号の説明】

【0078】

1 0	導波管	
1 1	加熱区間	
1 1 1	前開口壁	
1 1 2	後ろ開口壁	
1 1 3	頂壁	
1 1 4	底壁	10
1 2	連通区間	
1 3	搬送開口対	
1 3 1	搬送開口	
1 3 1 1	中心線	
1 3 1 2	頂部側周縁	
1 3 1 3	底部側周縁	
6 1	頂部本体部	
6 2	底部本体部	
6 3	第 1 上直線部	
6 4	第 1 下直線部	20
1 4	導波板対	
1 4 1	導波板	
7 1	密着平面	
7 2	本体面	
7 3	第 1 斜面	
2 0	マイクロ波発射モジュール	
2 1	マイクロ波源	
2 2	サーキュレータ	
2 3	方向性結合器	
2 4	水負荷器	30
3 0	搬送モジュール	
4 0	抽気モジュール	
4 1	パイプユニット	
4 2	加熱層	
4 3	集水タンク	
5 0	隔離モジュール	
5 1	ベース体	
5 1 1	通路	
5 2	マイクロ波抑制部材	
5 2 1	閉鎖端	40
5 2 2	開放端	
5 3	隔離フランジ	
D	搬送方向	
1 3 1 C	搬送開口	
1 3 1 1 A	中心線	
6 1 A	頂部本体部	
6 2 A	底部本体部	
6 3 A	第 1 上直線部	
6 4 A	第 1 下直線部	
6 5 A	第 2 上直線部	50

6 6 A	第 2 下直線部	
1 4 1 A	導波板	
7 1 A	密着平面	
7 2 A	本体面	
7 3 A	第 1 斜面	
7 4 A	第 2 斜面	
1 3 1 B	搬送開口	
6 3 B	第 1 上円弧線部	
6 4 B	第 1 下円弧線部	
1 4 1 B	導波板	10
7 1 B	密着平面	
7 2 B	本体面	
7 3 B	円弧面	
6 3 C	上段差部	
6 4 C	下段差部	
1 4 1 C	導波板	
7 1 C	密着平面	
7 2 C	本体面	
7 3 C	段差面	
1 0 D	導波管	20
1 3 1 D	搬送開口	
1 4 D	導波板対	
1 4 1 D	導波板	
7 3 D	第 1 斜面	
7 4 D	第 2 斜面	
1 5 D	ブロック体	
1 6 D	取付端部	
1 7 D	ガイドリング壁	
1 7 1 D	遮蔽面	
1	夾角	30
2	夾角	
3	夾角	
4	夾角	

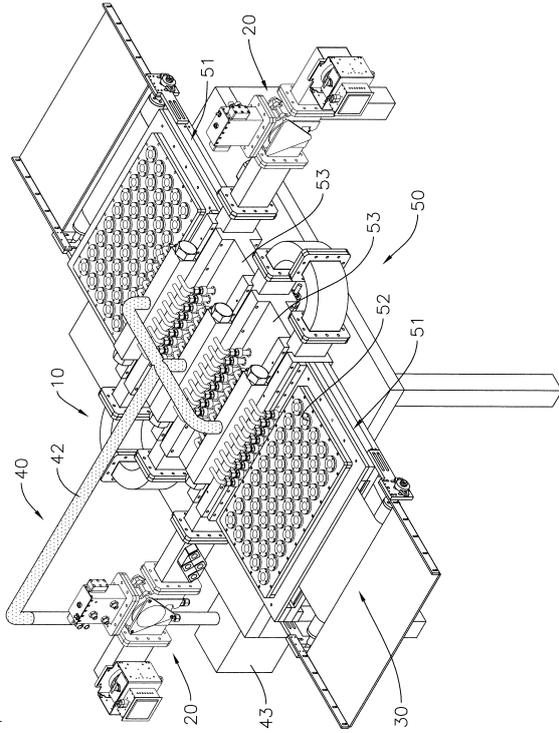
【要約】 (修正有)

【課題】高マイクロ波吸収材を均一に加熱することができるマイクロ波加熱装置の導波管および該導波管を備えたマイクロ波加熱装置を提供する。

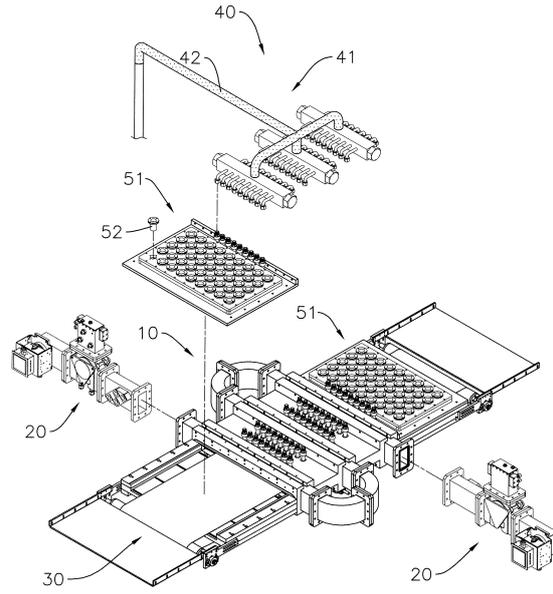
【解決手段】マイクロ波加熱装置であって、導波管 10 と、2つのマイクロ波発射モジュール 20 と、搬送モジュール 30 を備え、導波管 10 は、進行波経路を形成すると共に、少なくとも1つの搬送開口対と、少なくとも1つの導波板対を有し、搬送開口対は、導波管 10 における搬送方向に沿った対向する両側壁に形成される2つの搬送開口を有し、導波板対は、導波管 10 内に設けられると共に、導波管 10 の頂壁及び底壁に設けられる2つの導波板を備え、2つのマイクロ波発射モジュール 20 はそれぞれ、導波管 10 における進行波経路に沿った対向する両端に設けられ、搬送モジュール 30 は、搬送開口対を搬送方向に貫通している。

【選択図】図 1

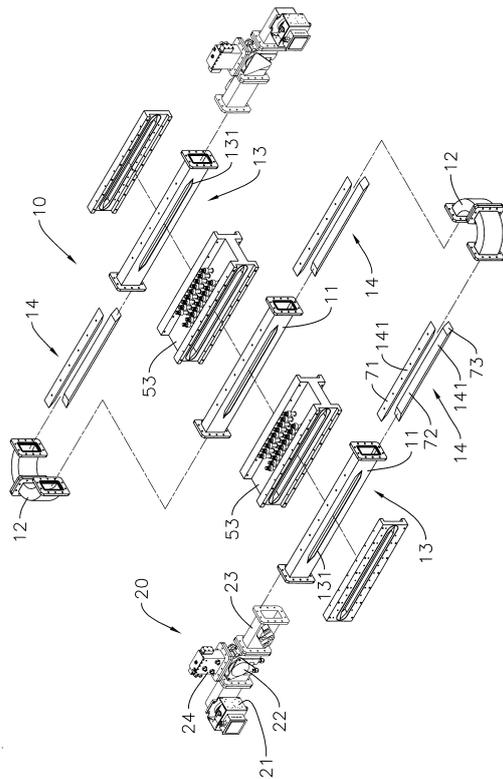
【図 1】



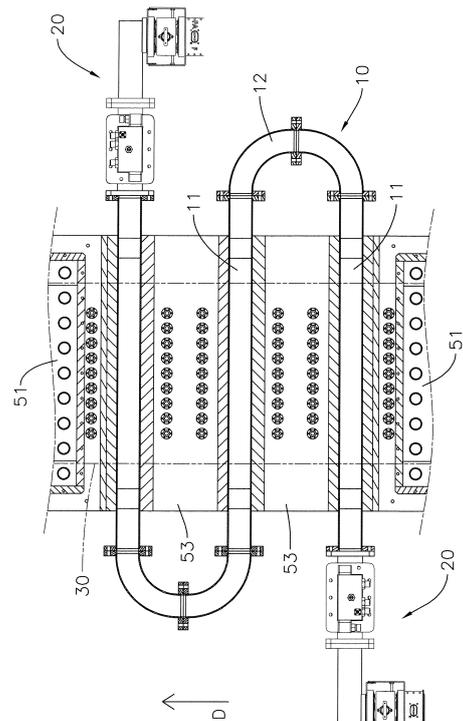
【図 2】



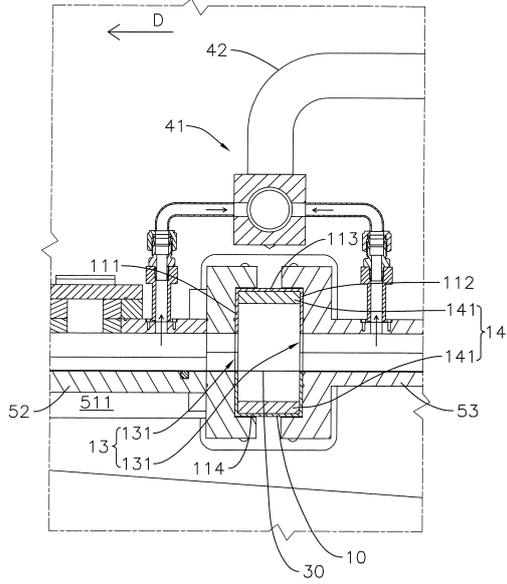
【図 3】



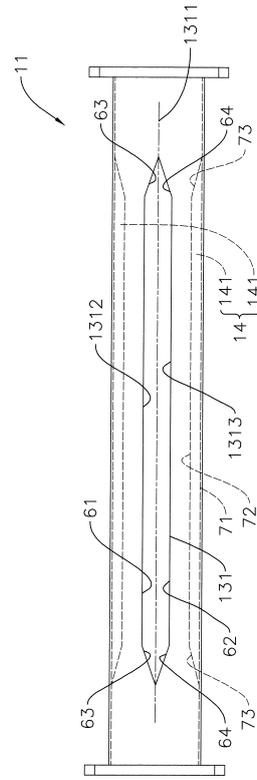
【図 4】



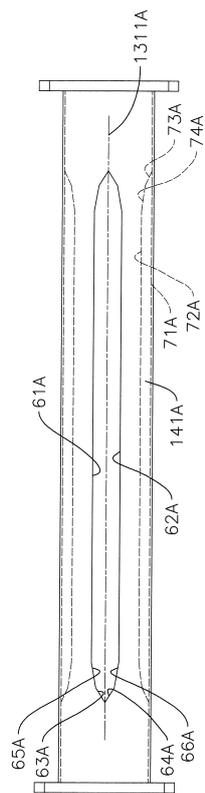
【図 5】



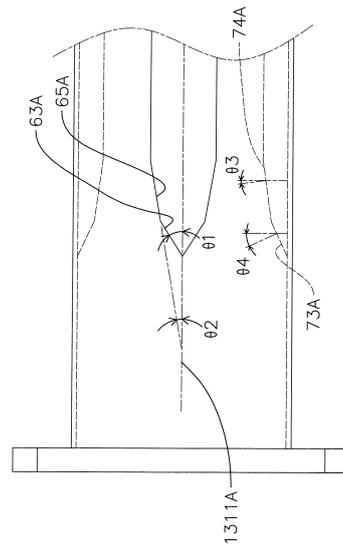
【図 6】



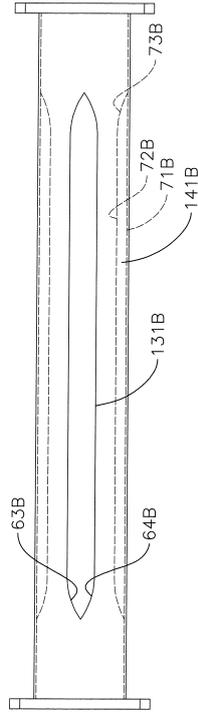
【図 7】



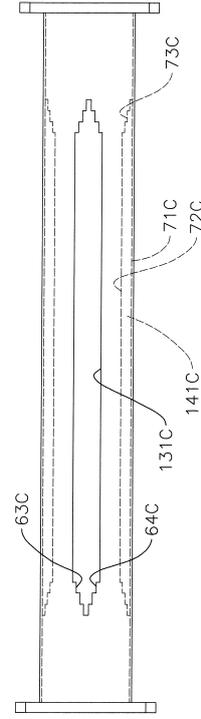
【図 8】



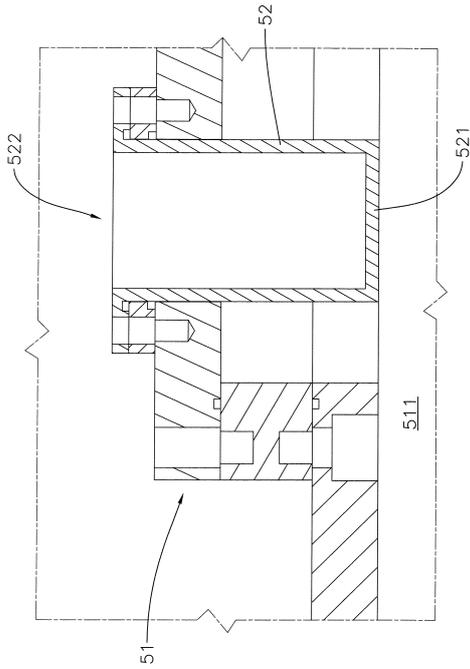
【 図 9 】



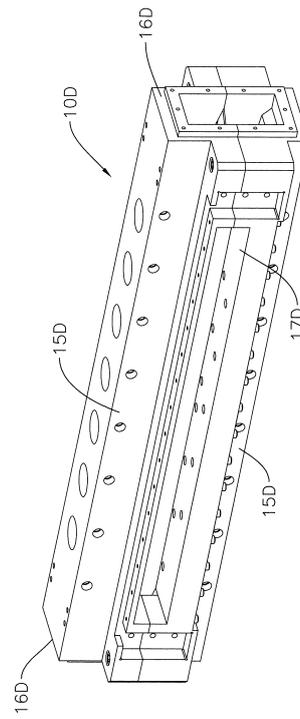
【 図 10 】



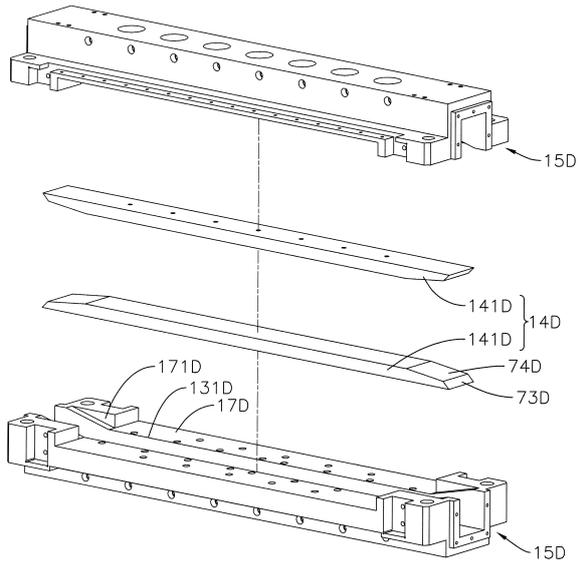
【 図 11 】



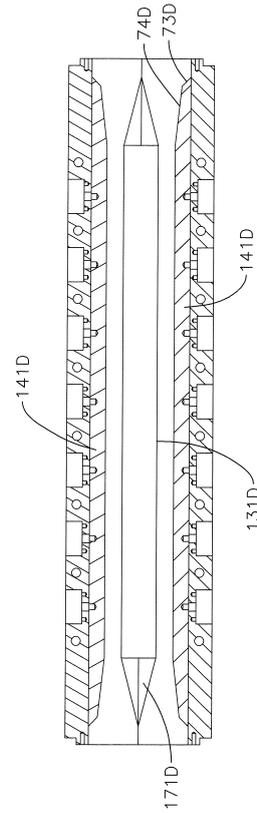
【 図 12 】



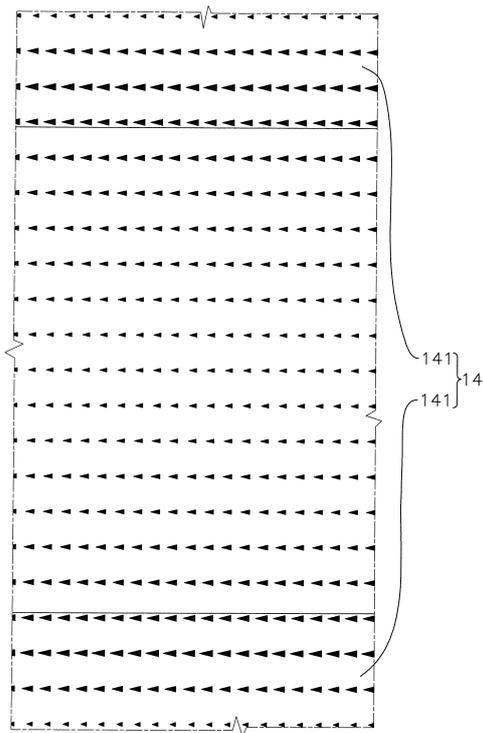
【図13】



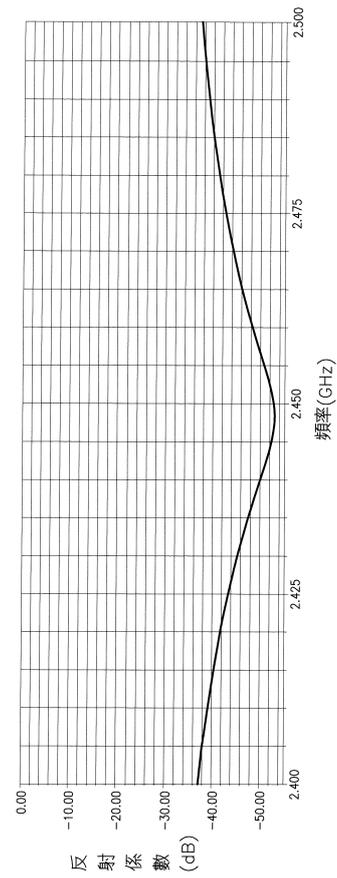
【図14】



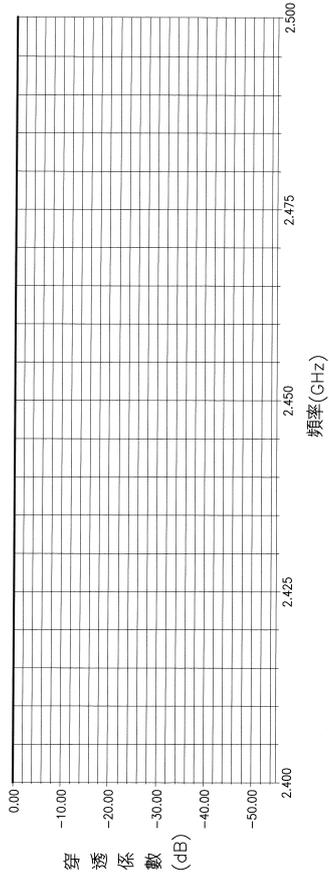
【図15】



【図16】



【 図 17 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特表2015-517725(JP,A)  
特開昭60-240094(JP,A)  
特表平08-507679(JP,A)  
特開2009-181900(JP,A)  
実開昭53-077458(JP,U)  
米国特許第03765425(US,A)  
米国特許第03710064(US,A)  
特表2010-517242(JP,A)  
特公昭49-010376(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 6/46 - 6/80