(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7660923号
(P7660923)

(45)発行日　令和7年4月14日(2025.4.14)

(24)登録日　令和7年4月4日(2025.4.4)

(51)国際特許分類		FI		
H05B	*6/64 (2006.01)*	H05B	6/64	D
H05B	*6/78 (2006.01)*	H05B	6/78	Z
D01F	*9/22 (2006.01)*	D01F	9/22	
D01F	*9/32 (2006.01)*	D01F	9/32	

請求項の数　6　（全43頁）

(21)出願番号　特願2023-73968(P2023-73968)
(22)出願日　令和5年4月28日(2023.4.28)
(62)分割の表示　特願2018-236423(P2018-236423)の分割
原出願日　平成30年12月18日(2018.12.18)
(65)公開番号　特開2023-95923(P2023-95923A)
(43)公開日　令和5年7月6日(2023.7.6)
審査請求日　令和5年5月26日(2023.5.26)

(73)特許権者　508067736
マイクロ波化学株式会社
大阪府大阪市住之江区平林南一丁目６－１
(74)代理人　100115749
弁理士　谷川 英和
(74)代理人　100121223
弁理士　森本 悟道
(72)発明者　塚原 保徳
大阪府大阪市住之江区平林南一丁目６－１ マイクロ波化学株式会社内
(72)発明者　渡辺 久夫
大阪府大阪市住之江区平林南一丁目６－１ マイクロ波化学株式会社内
(72)発明者　金城 隆平
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　マイクロ波処理装置、および炭素繊維の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
内部を炭素繊維の前駆体繊維が移動する容器と、
当該容器内にマイクロ波を照射する照射部を備えたマイクロ波照射手段と、
前記容器内に前記前駆体繊維の移動経路に沿って該前駆体繊維を覆うように部分的に設けられており、移動経路に沿った他の部分には設けられておらず、前記マイクロ波照射手段から照射されるマイクロ波を吸収して発熱する発熱部材と
を備える前記前駆体繊維の耐炎化に用いられるマイクロ波処理装置であって、
前記マイクロ波照射手段は、酸素を含む気体中で、前記移動経路の前記発熱部材が設けられている部分に対してマイクロ波を照射して前記発熱部材を加熱し、前記移動経路の発熱部材が設けられていない部分に対してマイクロ波を照射して前記前駆体繊維を加熱するように構成されているマイクロ波処理装置。
【請求項２】
請求項１に記載のマイクロ波処理装置であって、
前記前駆体繊維は、ＰＡＮ系前駆体繊維であるマイクロ波処理装置。
【請求項３】
請求項１又は２に記載のマイクロ波処理装置であって、
前記前駆体繊維は、複数の前駆体繊維であるマイクロ波処理装置。
【請求項４】
マイクロ波を吸収して発熱する発熱部材を内部に備えた容器内にマイクロ波を照射して

、前記発熱部材に沿って移動する炭素繊維の前駆体繊維を加熱する工程を含む炭素繊維の製造方法であって、
前記発熱部材は、前記前駆体繊維の移動経路に沿って部分的に設けられており、移動経路に沿った他の部分には設けられておらず、
前記加熱する工程において、酸素を含む気体中で、前記移動経路の前記発熱部材が設けられている部分に対するマイクロ波の照射による前記発熱部材の加熱と、前記移動経路の発熱部材が設けられていない部分に対するマイクロ波の照射による前記前駆体繊維の加熱とにより、前記前駆体繊維の耐炎化処理を行う炭素繊維の製造方法。
【請求項５】
請求項４に記載の製造方法であって、
前記前駆体繊維は、ＰＡＮ系前駆体繊維である炭素繊維の製造方法。
【請求項６】
請求項４又は５に記載の製造方法であって、
前記前駆体繊維は、複数の前駆体繊維である炭素繊維の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、マイクロ波を用いて加熱処理等の処理を行なうマイクロ波処理装置等に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
マイクロ波を用いて処理を行なう従来の技術として、マイクロ波遮蔽材からなる加熱炉本体と、前記加熱炉本体にマイクロ波電力を導入するマイクロ波手段と、マイクロ波遮蔽機能を有する熱伝導材で形成し、前記加熱炉本体の一方側に設けた入口部と他方側に設けた出口部との間に直線的に配設した加熱筒体と、前記加熱筒体の外周側に設けて前記加熱筒体に熱伝達するマイクロ波発熱体と、前記加熱炉本体の入口部及び出口部の近くに設けて、前記加熱筒体の端部周囲に配設してマイクロ波電力の漏洩を防ぐフィルタと、前記入口部から供給したワークを、前記加熱筒体内を通し、前記出口部より排出し、前記加熱筒体内で加熱する構成としたものが知られていた。（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特許第５８７７４４８号公報（第１頁、第１図等）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、従来の技術においては、マイクロ波を用いて処理対象物を適切に処理することができない、という課題があった。
【０００５】
例えば、従来の技術においては、マイクロ波を用いて加熱したマイクロ波発熱体の輻射熱で加熱を行なうため、ワーク等の処理対象物を、外部からしか加熱できず、均一な加熱等の所望の加熱を行なうことが困難であった。
【０００６】
また、処理対象物にマイクロ波が直接照射されないため、処理対象物が、マイクロ波によって直接加熱できないため、加熱効率が悪いという問題があった。
【０００７】
本発明は、上記のような課題を解消するためになされたものであり、処理対象物を、マイクロ波を用いて適切に処理することができるマイクロ波処理装置等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】

【０００８】
本発明のマイクロ波処理装置は、内部を処理対象物が移動する容器と、当該容器内にマイクロ波を照射する照射部を備えたマイクロ波照射手段と、前記容器内に前記処理対象物の移動経路に沿って該処理対象物を覆うように部分的に設けられており、移動経路に沿った他の部分には設けられておらず、前記マイクロ波照射手段から照射されるマイクロ波を吸収して発熱する発熱部材と、を備えたマイクロ波処理装置であって、前記マイクロ波照射手段は、前記移動経路の前記発熱部材が設けられている部分に対してマイクロ波を照射して前記発熱部材を加熱し、前記移動経路の発熱部材が設けられていない部分に対してマイクロ波を照射して前記処理対象物を加熱するマイクロ波処理装置である。
【０００９】
かかる構成により、処理対象物をマイクロ波を用いて適切に処理することができる。
【００１０】
また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、前記照射部が照射するマイクロ波の強度が前記発熱部材において強くなる第一のマイクロ波照射位置と、前記照射部が照射するマイクロ波の強度が前記処理対象物の前記発熱部材が設けられていない部分において強くなる第二のマイクロ波照射位置と、前記照射部が照射するマイクロ波の強度が前記処理対象物の前記発熱部材が設けられている部分において強くなる第三のマイクロ波照射位置とが設けられているようにしてもよい。
【００１１】
かかる構成により、発熱部材が設けられていない部分の処理対象物を直接加熱できるとともに、発熱部材が設けられている部分において、発熱部材の発熱によって処理対象物を強く加熱される部分と、発熱部材の内側の処理対象物を直接加熱できる部分とを設けることができる。
【００１２】
また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、１以上の前記第一のマイクロ波照射位置と、１以上の前記第三のマイクロ波照射位置とは、前記移動経路に沿った方向における位置が同じであるようにしてもよい。
【００１３】
かかる構成により、発熱部材が設けられている部分の、同じ位置において、発熱部材の発熱による処理対象物の加熱と、処理対象物の直接加熱との両方を強く行うことができる。
【００１４】
また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、２以上の前記発熱部材が、発熱部材が設けられていない領域をはさんで移動経路に沿って設けられており、１以上の前記第一のマイクロ波照射位置と、１以上の第三のマイクロ波照射位置とは、異なる発熱部材が設けられている部分に位置しているようにしてもよい。
【００１５】
かかる構成により、異なる発熱部材において、発熱部材の発熱によって処理対象物を強く加熱することと、発熱部材内の処置対象物を直接加熱によって強く加熱することとを、行うことができる。
【００１６】
また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、前記照射部は複数設けられており、前記第一のマイクロ波照射位置、第二のマイクロ波照射位置、および第三のマイクロ波照射位置においてマイクロ波の強度が強くなるよう前記照射部が照射するマイクロ波の位相を制御するようにしてもよい。
【００１７】
かかる構成により、マイクロ波の位相を制御することで、容易に、第一のマイクロ波照射位置、第二のマイクロ波照射位置、および第三のマイクロ波照射位置においてマイクロ波の強度が強くなるよう、マイクロ波照射を行うことができる。
【００１８】
また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、前記マイク

ロ波照射手段は、前記移動経路の前記発熱部材が設けられている部分に対してマイクロ波を照射して前記発熱部材を加熱する第一のマイクロ波照射と、前記移動経路の前記発熱部材が設けられていない部分に対して、前記第一のマイクロ波照射とは異なる周波数のマイクロ波を照射して前記処理対象物を加熱する第二のマイクロ波照射と、を行うようにしてもよい。

【００１９】

かかる構成により、発熱部材が設けられている部分と、発熱部材が設けられていない部分とのそれぞれにおいて、処理対象物を適切に加熱することができる。

【００２０】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、前記第一のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の周波数は、前記発熱部材に対する比誘電損失が、前記処理対象物に対する比誘電損失よりも大きくなる周波数であるようにしてもよい。

【００２１】

かかる構成により、発熱部材が設けられている部分においては、発熱部材を効率的に加熱して、処理対象物を加熱することができ、発熱部材が設けられていない部分においては、処理対象物を直接加熱することができる。

【００２２】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、前記マイクロ波照射手段は、前記発熱部材に対する比誘電損失が、前記処理対象物に対する比誘電損失よりも小さくなる周波数のマイクロ波を、前記発熱部材が設けられている部分に照射して、当該発熱部材が設けられている部分の処理対象物を加熱する第三のマイクロ波照射を更に行うようにしてもよい。

【００２３】

かかる構成により、発熱部材が設けられていない部分においては、処理対象物を直接加熱することができるとともに、発熱部材が設けられている部分においては、発熱部材を効率的に加熱して、処理対象物を加熱する位置と、処理対象物を直接加熱する位置とを設けることができる。、

【００２４】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、前記第一のマイクロ波照射によりマイクロ波が照射される１以上の位置と、前記第三のマイクロ波照射によりマイクロ波が照射される１以上の位置とは、前記移動経路に沿った方向における位置が同じであるようにしてもよい。

【００２５】

かかる構成により、発熱部材が設けられていない部分においては、処理対象物を直接加熱することができるとともに、発熱部材が設けられている部分の、同じ位置において、発熱部材の発熱による処理対象物の加熱と、処理対象物の直接加熱との両方を強く行うことができる。

【００２６】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、２以上の前記発熱部材が、発熱部材が設けられていない領域をはさんで移動経路に沿って設けられており、前記第一のマイクロ波照射によりマイクロ波が照射される１以上の位置と、前記第三のマイクロ波照射によりマイクロ波が照射される１以上の位置とは、異なる発熱部材が設けられている部分に位置しているようにしてもよい。

【００２７】

かかる構成により、発熱部材が設けられていない部分においては、処理対象物を直接加熱することができるとともに、異なる発熱部材において、発熱部材の発熱によって処理対象物を強く加熱することと、発熱部材内の処置対象物を直接加熱によって強く加熱することとを、行うことができる。

【００２８】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記処理対象物は、炭素繊維の前駆体繊維であ

り、前記マイクロ波処理装置は、前記前駆体繊維の耐炎化処理に用いられるようにしてもよい。

【００２９】

かかる構成により、耐炎化処理済の炭素繊維の前駆体繊維を得ることができる。

【００３０】

また、本発明の炭素繊維の製造方法は、マイクロ波を吸収して発熱する発熱部材を内部に備えた容器内にマイクロ波を照射して、前記発熱部材に沿って移動する炭素繊維の前駆体繊維を加熱する工程を含む炭素繊維の製造方法であって、前記発熱部材は、前記前駆体繊維の移動経路に沿って部分的に設けられており、移動経路に沿った他の部分には設けられておらず、前記加熱する工程において、前記移動経路の前記発熱部材が設けられている部分に対するマイクロ波の照射による前記発熱部材の加熱と、前記移動経路の発熱部材が設けられていない部分に対するマイクロ波の照射による前記処理対象物の加熱と、を行うようにしたものである。

【００３１】

かかる構成により、炭素繊維の前駆体繊維を適切に外側から加熱および直接加熱して、品質のよい炭素繊維を得ることができる。

【発明の効果】

【００３２】

本発明によれば、マイクロ波を用いて処理対象物を適切に処理することができる。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】本発明の実施の形態１におけるマイクロ波処理装置の断面図

【図２】同マイクロ波処理装置の発熱部材を示す図（図２（ａ））、およびその変形例を示す図（図２（ｂ）～図２（ｄ））

【図３】同マイクロ波処理装置の変形例を示す断面図

【図４】同マイクロ波処理装置の変形例を示す断面図（図４（ａ）～図４（ｂ））

【図５】本発明の実施の形態２におけるマイクロ波処理装置の断面図（図５（ａ））および断面模式図（図５（ｂ）～図５（ｃ））

【図６】本発明の実施の形態３におけるマイクロ波処理装置の断面図（図６（ａ））および断面模式図（図６（ｂ）～図６（ｄ））

【図７】本発明の実施の形態２におけるマイクロ波処理装置の変形例を説明するための断面模式図（図７（ａ））、および模式図（図７（ｂ）～図７（ｄ））

【図８】本発明の実施の形態３におけるマイクロ波処理装置の変形例を説明するための模式図（図８（ａ）～図８（ｄ））

【発明を実施するための形態】

【００３４】

以下、マイクロ波処理装置等の実施形態について図面を参照して説明する。なお、実施の形態において同じ符号を付した構成要素は同様の動作を行うので、再度の説明を省略する場合がある。

【００３５】

（実施の形態１）

以下、マイクロ波処理装置を、炭素繊維の製造に用いられる前駆体繊維に対して耐炎化処理を行なう装置を例に挙げて説明する。

【００３６】

まず、炭素繊維の製造工程の一例について説明する。ポリアクリルニトリル（ＰＡＮ）等の前駆体繊維を２００～３００℃の加熱空気中で６０～１２０分間加熱することによって前駆体繊維の酸化処理を行なう。この処理は、耐炎化処理と呼ばれる。この処理では、前駆体繊維の環化反応を生じさせ、酸素結合により耐炎化繊維が得られる。その後、得られた耐炎化繊維を窒素雰囲気下で１０００℃から１５００℃まで数分間加熱することで、繊維が炭素化され炭素繊維を得ることができる。

【００３７】
図１は、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置を説明するための、処理対象物の移動方向に平行な断面図である。
【００３８】
マイクロ波処理装置１は、容器１０と、マイクロ波照射手段２０と、発熱部材３０と、１または２以上のセンサ４０と、制御手段５０と、搬送手段６０とを備えている。
【００３９】
容器１０は、ステンレス等のマイクロ波反射性を有する材質で構成されている。容器１０は、中空であって、横長の箱形状を有している。容器１０内には、処理対象物２が配置される。ここでは、処理対象物２は、例えば、ＰＡＮ系の前駆体繊維であるとする。処理対象物２である前駆体繊維は、例えば、一本の前駆体繊維であってもよく、複数の前駆体繊維がまとめられて、糸状や紐状になったものであってもよい。容器１０内に配置される処理対象物２は、単数であってもよく、複数であってもよい。ここでは、容器１０内に配置される処理対象物２が、容器１０を移動する例について説明する。なお、ここでの移動は、連続的な移動であってもよく、移動と停止とを組み合わせた非連続な移動であってもよい。例えば、容器１０内でマイクロ波の照射が行なわれている間は、処理対象物２の移動を停止し、マイクロ波の照射が行なわれていない間に処理対象物２を移動させてもよい。また、ここでの移動は、移動速度が一定の移動であってもよく、移動速度が連続的や非連続に変化する移動であってもよい。かかることは、他の実施の形態においても同様である。なお、以下においては、一例として、処理対象物２が連続的に移動している場合について説明する。
【００４０】
容器１０の長手方向の両端の一方には、処理対象物２の入口１０１ａが設けられ、他方には出口１０１ｂが設けられている。処理対象物２は、入口１０１ａから容器１０内部に入り、容器１０の内部を移動し、出口１０１ｂから外部に出る。ここでは、一例として、処理対象物２が、容器１０の内部を略水平に移動する場合を例に挙げて説明する。ただし、処理対象物の容器１０の内外における移動方向や移動経路は問わない。例えば、ローラ等により、処理対象物の移動方向が途中で変更されていてもよく、例えば、前駆体繊維の移動方向はローラ等により１回以上折りかえされていてもよい。容器１０は、通常、長手方向が水平となるように配置されるが、容器１０は、傾斜して配置されてもよい。入口１０１ａおよび出口１０１ｂには、容器１０内に照射されるマイクロ波の外部への漏洩を防ぐためのフィルタ（図示せず）が設けられている。フィルタとしては、例えば、マイクロ波の波長の性質を利用したチョーク構造等を有しており、非接触でマイクロ波電力の通過を防止するものが用いられる。入口１０１ａおよび出口１０１ｂは、フィルタ以外のマイクロ波の漏洩を防止する構造を有していても良い。容器１０のサイズや、容器１０の外壁等の厚さは問わない。容器１０の外壁には断熱材（図示せず）等が設けられていてもよい。容器１０のサイズ等は、例えば、処理対象や、処理時間等に応じて決定される。
【００４１】
なお、上記のような容器１０の形状は一例であり、容器１０は、上記以外のどのような形状としても良い。例えば、容器１０は、横方向に伸びる円筒形状であっても良く、多角形柱形状であっても良く、これらの形状の組合せ等であっても良い。また、縦長の形状であってもよい。また、処理対象物２の移動経路２ａを、図示しないローラ等を用いて、水平方向において処理対象物２の移動方向が交互に反転するよう折り畳まれた経路となるようにし、容器１０を、この移動経路２ａの少なくとも処理対象物２が平行に移動する部分を覆うような形状としてもよい。なお、ここでは、説明の便宜上、移動経路２ａを処理対象物２と重ねて示している。また、移動経路２ａにおいて、処理対象物２の移動方向は矢印の向きで示している。かかることは、以下においても同様である。
【００４２】
容器１０の形状や、大きさ等は、例えば、容器１０に照射されるマイクロ波の分布等に応じて決定される。例えば、容器１０の形状や大きさは、容器１０内におけるマイクロ波

のモードがマルチモードとなるように、形状や大きさが設定されていることが好ましい。マイクロ波のマルチモードとは、例えば、容器１０内でマイクロ波の定在波が発生しないモードである。

【００４３】

容器１０の、入口１０１ａおよび出口１０１ｂが設けられている位置は問わない。例えば、入口１０１ａおよび出口１０１ｂが容器１０の同じ端部や側面等に設けられていてもよい。また、容器１０は、複数の入口１０１ａと出口１０１ｂとを有していても良く、例えば、処理対象物２の移動方向を図示しないローラ等で変更して、処理対象物２を複数の入口１０１ａと出口１０１ｂとから容器１０の内外に出し入れしてもよい。

【００４４】

なお、容器１０は、処理対象物２の入口１０１ａや、出口１０１ｂや、後述する開口部１０２等の、開口が必要な部分以外は、マイクロ波が漏洩しないように閉じられた構造であることが好ましい。

【００４５】

なお、容器１０の外周には、図示していないが、容器１の温度を調整するための温水ジャケットや、冷水ジャケット、ヒータ等が設けられていても良い。また、容器１０には、図示しない内部を観察するための観察窓や、給排気等を行なう通風口やファン等が設けられていてもよい。

【００４６】

図２は、本実施の形態のマイクロ波処理装置１の発熱部材３０を模式的に示す斜視図（図２（ａ））、および発熱部材３０の変形例を模式的に示す斜視図（図２（ｂ）～図２（ｃ））、および図２（ａ）に示した発熱部材３０の変形例を説明するための、処理対象物２の移動経路２ａに沿った断面図（図２（ｄ））である。容器１０内には、マイクロ波照射手段２０から照射されるマイクロ波を吸収して発熱する発熱部材３０が設けられている。発熱部材３０は、例えば、マイクロ波照射手段２０から照射されるマイクロ波の一部を吸収して発熱し、一部を透過するものであることが好ましい。発熱部材３０は、容器１０内に配置される処理対象物２に沿って配置されている。処理対象物２に沿って配置される、ということは、例えば、処理対象物２の外周に沿って配置されることと考えてもよく、処理対象物２の周りに配置されることと考えてもよい。なお、発熱部材３０と処理対象物２との間隔は、処理対象物２の長手方向や移動方向において一定であってもよく、異なっていてもよく、いずれの場合も、発熱部材３０が処理対象物に沿って配置されていると考えてもよい。また、発熱部材３０の、処理対象物２を介して対向する部分と、発熱部材３０との間隔も、一定であってもよく、異なっていてもよく、いずれの場合も、発熱部材３０が処理対象物に沿って配置されていると考えてもよい。ここでは、処理対象物２が容器１０内を移動するため、発熱部材３０は、処理対象物２の移動経路２ａに沿って配置されている。例えば、発熱部材３０の形状は、処理対象物２を覆う形状であればどのような形状であってもよい、発熱部材３０の形状は、図２（ａ）に示すように、処理対象物２の外周を囲むように設けられた円筒形状であることが好ましいが、例えば、円筒以外の筒形状であってもよく、環状の形状であってもよく、図２（ｂ）に示すように、処理対象物２の移動方向に対して垂直な断面がコの字となる形状であってもよい。また、発熱部材３０は、図２（ｃ）に示すように、処理対象物２を挟むよう配置された二つの板形状の部材であってもよい。また、発熱部材３０は、部分的に膨らんだ筒形状や、部分的に凹んだ筒形状や、部分的に湾曲した筒形状等を有していても良い。

【００４７】

発熱部材３０は、図２（ａ）～図２（ｃ）に示すように、照射されたマイクロ波を吸収して発熱する加熱媒体３０１と、加熱媒体３０１を支持する支持体３０２とを有している。加熱媒体３０１は、通常、支持体３０２の、処理対象物２に対向しない側面に設けられている。ここでの側面は、例えば、処理対象物２の移動方向に平行な面である。加熱媒体３０１は、例えば、カーボン、ＳｉＣ、炭素繊維複合材料、珪素化モリブデン、珪素化タングステン等の金属珪素化物等の発熱体や、これらの発熱体の粉末等を含有するセラミッ

ク材料等で形成されている。加熱媒体３０１としては、例えば、発熱部材３０に照射されるマイクロ波の一部を吸収して発熱し、照射されるマイクロ波の一部を透過可能な材料や厚さを有するものが用いられる。加熱媒体３０１としては、例えば、発熱部材３０に照射されるマイクロ波の一部を透過可能な材料や厚さを有するものが用いられる。なお、加熱媒体として、マイクロ波を部分的に透過可能な厚さの金属層、例えば、厚さ数μｍの金属層を用いてもよい。支持体３０２は、セラミックやガラス等のマイクロ波の透過性が高い材料で構成されている。加熱媒体３０１は、例えば、加熱媒体３０１の材料を支持体３０２の表面に塗布したり貼り付けたりすることで設けられる。なお、加熱媒体３０１が発熱体を含むセラミック等である場合のように、加熱媒体３０１だけで十分な強度等を有している場合、支持体３０２は省略してもよい。加熱媒体３０１としては、例えば、発熱部材３０に照射されるマイクロ波の一部を透過可能な材料や厚さを有するものが用いられる。また、支持体３０２が、加熱媒体３０１の補強や、加熱媒体３０１の形を保つために用いられているものである場合、加熱媒体３０１だけを発熱部材３０と考えてもよい。発熱部材３０は、例えば、この発熱部材３０に対するマイクロ波照射による発熱が、この発熱部材３０を透過したマイクロ波による処理対象物２の発熱よりも大きくなるようなものであることが好ましく、発熱部材３０は、例えば、この発熱部材３０に対するマイクロ波照射による発熱が、この発熱部材３０を透過したマイクロ波による処理対象物２の発熱よりも大きくなるような材質および厚さを有することが好ましい。この場合の発熱部材３０の材質および厚さは、加熱媒体３０１の材質および厚さと考えてもよい。例えば、処理対象物２が、１本の前駆体繊維であるとした場合、円筒形の発熱部材３０の内径は９－１２ｍｍ、１１－１４ｍｍ程度であり、発熱部材３０の厚さや、２－５ｍｍ程度である。ただし、これ以外のサイズとしてもよい。

【００４８】

発熱部材３０は、例えば、容器１０内において、処理対象物２の長手方向や移動方向において、部分的に設けられていてもよく、容器１０内における処理対象物２の長手方向や移動方向の全体にわたって設けられていてもよい。例えば、複数の発熱部材３０が、処理対象物２の長手方向や移動方向に向かって、所望の間隔を隔てて配置されていてもよい。ここでは、図２（ａ）に示すような円筒形状の発熱部材３０が、処理対象物２の移動経路２ａに沿って部分的に配置されている場合について説明する。具体的には、図１に示すように、３つの円筒形状の発熱部材３０が、それぞれの内部を処理対象物２が移動するよう、間隔を隔てて配置されている。なお、ここでは、３つの発熱部材３０を、容器１０の入口１０１ａ側から順番に、発熱部材３０ａ～３０ｃと表している。ただし、これらを区別する必要がない場合は、単に発熱部材３０と呼ぶ。かかることは、他の照射部２０１や、照射部２０２、センサ４０等についても同様である。各発熱部材３０の処理対象物２の移動方向の長さ（以下、発熱部材３０の長さと称す）、すなわち円筒形状の長手方向の長さは同じであってもよく、異なっていてもよく、それぞれの長さは問わない。例えば、処理対象物２が容器１０内を移動している場合、発熱部材３０の長さは、発熱部材３０を利用した加熱時間に対応するものと考えてもよい。また、発熱部材３０間の間隔は、等間隔であってもよく、等間隔でなくてもよく、それぞれの距離は問わない。例えば、処理対象物２が容器１０内を移動している場合、この移動方向における発熱部材３０間の間隔、最も入口１０１ａ側の発熱部材３０と入口１０１ａの距離、および最も出口１０１ｂ側の発熱部材３０と出口１０１ｂとの距離（以下、発熱部材が設けられていない部分の長さと称す）は、発熱部材３０を利用しない加熱時間に対応するものと考えてもよい。また、発熱部材３０と容器１０の入口１０１ａとの距離や、発熱部材３０と容器１０の出口１０１ｂとの距離は、等距離であってもよく、等距離でなくてもよく、その距離は問わない。また、ここでの円筒形状の発熱部材３０の直径等は問わない。また、各発熱部材３０の直径は同じであってもよく、異なっていてもよい。ここでは、発熱部材３０は、処理対象物２と接しないが、発熱部材３０の少なくとも一部が処理対象物と接するようにしてもよい。発熱部材３０の側面は、容器１０と接しないよう配置されている。

【００４９】

なお、ここでは、説明の便宜上、３つの発熱部材３０が設けられている場合について説明したが、発熱部材３０の数は、１以上であればよい。例えば、容器１０内を移動する炭素繊維の前駆体繊維の耐炎化処理にマイクロ波処理装置１を用いる場合には、発熱部材３０を用いた加熱が必要な回数だけ、発熱部材を設けるようにすればよい。また、この場合、各発熱部材３０の長さは、例えば、発熱部材３０を用いた加熱に必要な時間に対応する長さとすればよく、発熱部材３０が設けられていない部分の長さは、発熱部材３０を用いない加熱に必要な時間に対応する長さとすればよい。また、処理対象物２の移動経路２ａが、折れ曲がったりしている場合等において、折れ曲がる前の部分と折れ曲がった後の部分の両方に１以上の発熱部材３０が配置されていてもよく、この場合、発熱部材３０は、同一直線状に配置されていなくてもよい。

【００５０】

マイクロ波照射手段２０は、容器１０内にマイクロ波を照射する。マイクロ波照射手段２０は、例えば、容器１０に対して取付けられている。マイクロ波照射手段２０は、発熱部材３０を加熱する第一のマイクロ波照射と、処理対象物２を加熱する第二のマイクロ波照射とを行なう。なお、発熱部材３０を加熱する、とは、例えば、発熱部材３０のみを加熱することであってもよく、発熱部材３０を処理対象物２よりも強く加熱することであってもよい。また、処理対象物２を加熱する、とは、例えば、処理対象物２のみを加熱することであってもよく、処理対象物２を発熱部材３０よりも強く加熱することであってもよい。ただし、第一のマイクロ波照射は、処理対象物２の加熱も行なう加熱であることが好ましい。

【００５１】

第一のマイクロ波照射とは、例えば、マイクロ波照射による発熱部材３０の発熱が、処理対象物２の発熱よりも大きくなるマイクロ波照射である。第一のマイクロ波照射は、発熱部材３０の発熱が支配的となるマイクロ波照射と考えてもよい。ここでの発熱は、例えば、発熱量と考えてもよい。また、ここでの発熱部材３０の発熱は、処理対象物２が、マイクロ波によって発熱した発熱部材３０から受取る熱量と考えてもよい。

【００５２】

第二のマイクロ波照射とは、例えば、マイクロ波照射による処理対象物２の発熱が、発熱部材３０の発熱よりも大きくなるマイクロ波の照射である。第二のマイクロ波照射は、処理対象物２の発熱が支配的となるマイクロ波の照射と考えてもよい。ここでの発熱は、処理対象物２が、マイクロ波によって直接受取る熱量や加熱量と考えてもよい。

【００５３】

本実施の形態においては、マイクロ波照射手段２０が、第一のマイクロ波照射を行なう１または２以上の第一照射部２０１と、第二のマイクロ波照射を行なう１または２以上の第二照射部２０２とを有している場合について説明する。

【００５４】

第一照射部２０１は、処理対象物２の移動経路２ａの、発熱部材３０が設けられている部分に対してマイクロ波を照射することで、発熱部材３０を加熱する第一のマイクロ波照射を行なう。つまり、第一照射部２０１が行なう第一のマイクロ波照射は、処理対象物２の移動経路２ａの、発熱部材３０が設けられている部分に対するマイクロ波の照射である。なお、第一のマイクロ波照射においては、処理対象物２においても発熱も起こるようにすることが好ましい。例えば、第一照射部２０１が行なう第一のマイクロ波照射は、照射されたマイクロ波の一部の吸収による発熱部材３０の発熱と、発熱部材３０を透過したマイクロ波の一部の吸収による処理対象物２の発熱とが起こるマイクロ波照射であって、発熱部材３０の発熱が、処理対象物２の発熱よりも大きくなるマイクロ波照射である。第一のマイクロ波照射は、発熱部材３０の発熱による処理対象物２に対する外側からの加熱が、発熱部材３０を透過したマイクロ波による処理対象物の直接加熱よりも高くなるような発熱部材３０に対するマイクロ波の照射である。例えば、発熱部材３０の材質や厚さ等は、発熱部材３０で吸収されたマイクロ波および発熱部材３０を透過したマイクロ波によって、処理対象物２等が上記のように加熱されるように設定することが好ましい。

【００５５】
　また、第二照射部２０２は、処理対象物２の移動経路２ａの、発熱部材３０が設けられていない部分に対してマイクロ波を照射することで、処理対象物２を加熱する第二のマイクロ波照射を行なう。つまり、第二照射部２０２が行なう第二のマイクロ波照射は、処理対象物２の移動経路２ａの、発熱部材３０が設けられていない部分に対するマイクロ波の照射である。第二照射部２０２が行なう第二のマイクロ波照射においては、マイクロ波を照射する位置に発熱部材３０が設けられていないため、発熱部材３０等の発熱によって、処理対象物２が外側から加熱されることがない。これにより、マイクロ波照射による処理対象物２の直接加熱が、マイクロ波照射された発熱部材３０等による処理対象物２の外側からの加熱よりも高くなる。
【００５６】
　なお、以下、本実施の形態においては、一例として、図１に示すように、マイクロ波処理装置１が、３つの第一照射部２０１と３つの第二照射部２０２とを有している場合を例に挙げて示しているが、それぞれの数は問わない。ここでは、説明の便宜上、３つの第一照射部２０１を、容器１０の入口１０１ａ側から順番に、第一照射部２０１ａ～２０１ｃと表し、３つの第二照射部２０２を、容器１０の入口１０１ａ側から順番に、第二照射部２０２ａ～２０２ｃと表している。マイクロ波照射手段２０が有する１または２以上の第一照射部２０１と１または２以上の第二照射部２０２は、マイクロ波の出力（例えば、ワット数等）を個別に変更可能なものであることが好ましい。例えば、第一照射部２０１および第二照射部２０２は、後述する制御手段５０からの制御信号等に応じて出力が制御される。なお、図１に示すように、複数の発熱部材３０が配列されているマイクロ波処理装置１においては、第一照射部２０１は、各発熱部材３０にマイクロ波を直接照射可能な位置に１以上ずつ設けることが好ましく、第二照射部２０２は、例えば、各発熱部材３０間の領域、最も入口１０１ａ側の発熱部材３０と入口１０１ａとの間の領域、および最も出口１０１ｂ側の発熱部材３０と出口１０１ｂとの間の領域のうちの少なくとも１以上の領域のそれぞれに対して、マイクロ波を直接照射可能な位置に１以上ずつ設けることが好ましい。
【００５７】
　各第一照射部２０１および第二照射部２０２は、例えば、マイクロ波発振器２００１と、マイクロ波発振器２００１が発生するマイクロ波を伝送して容器１０内にマイクロ波を照射する伝送部２００２とを備えている。マイクロ波発振器２００１は、どのようなマイクロ波発振器２００１であってもよく、例えば、マグネトロンや、クライストロン、ジャイロトロン等であってもよく、半導体型発振器等であってもよい。各マイクロ波発振器２００１が出射するマイクロ波の周波数や強度等は問わない。各マイクロ波発振器２００１が出射するマイクロ波の周波数は、例えば、９１５ＭＨｚであっても良く、２．４５ＧＨｚであってもよく、５．８ＧＨｚであってもよく、その他の３００ＭＨｚから３００ＧＨｚの範囲内の周波数であっても良く、その周波数は問わない。伝送部２００２は、例えば、導波管や、マイクロ波を伝送する同軸ケーブル等である。
【００５８】
　各第一照射部２０１および第二照射部２０２は、例えば、容器１０に取付けられ、容器１０内にマイクロ波を照射する。例えば、各第一照射部２０１および第二照射部２０２は、伝送部２００２のマイクロ波発振器２００１が取付けられていない端部が、容器１０の壁面等に設けられた開口部１０２に取付けられ、この開口部１０２を通じて、マイクロ波発振器２００１が出射して、伝送部２００２を伝送されたマイクロ波が、容器１０内に照射される。伝送部２００２の開口部１０２に取付けられる端部には、さらに、伝送部２００２を伝送されたマイクロ波を照射するためのアンテナ（図示せず）等を設けるようにしてもよい。また、開口部１０２は、マイクロ波透過性の高いＰＴＦＥ（ポリテトラフルオロエチレン）等のフッ素化ポリマー、ガラス、ゴム、およびナイロン等の材料の板等で塞がれていてもよい。第一照射部２０１および第二照射部２０２は、マイクロ波を容器１０内に照射可能なものであれば、上記以外のものであっても良い。

【００５９】
各第一照射部２０１は、容器１０内の、処理対象物２の移動経路２ａの各発熱部材３０が配置されている部分に対してマイクロ波が照射されるよう、容器１０に取付けられている。ここでの部分とは領域と考えてもよい。例えば、各第一照射部２０１の伝送部２００２の端部が、容器１０の壁面の、移動経路２ａの各発熱部材３０が配置されている部分に対面する位置に設けられた開口部１０２にそれぞれ取付けられている。ここでは、一の発熱部材３０が配置されている部分について設けられた一の開口部１０２に、一つの第一照射部２０１が設けられている例を示しているが、複数の第一照射部２０１が、一の発熱部材３０が配置されている部分について設けられた複数の開口部１０２にそれぞれ取付けられていてもよい。
【００６０】
各第二照射部２０２は、容器１０内の、処理対象物２の移動経路２ａの各発熱部材３０が配置されてない部分に対してマイクロ波が照射されるよう、容器１０に取付けられている。具体的には、複数の各第二照射部２０２は、発熱部材３０同士の間の部分と、移動経路２ａの最も後方に配置された発熱部材３０と容器１０の出口１０１ｂとの間の部分とに対してそれぞれマイクロ波が照射されるよう取付けられている。例えば、各第二照射部２０２の伝送部２００２の端部が、容器１０の壁面の、移動経路２ａの発熱部材３０が設けられていない部分に対面する位置に設けられた開口部１０２にそれぞれ取付けられている。ここでは、発熱部材３０が設けられていない一の部分に対して設けられた一の開口部１０２に、１つの第一照射部２０１が設けられている例を示しているが、複数の第一照射部２０１が、発熱部材３０が設けられていない一の部分について設けられた複数の開口部１０２にそれぞれ取付けられていてもよい。
【００６１】
ここでは、各第一照射部２０１および第二照射部２０２が照射するマイクロ波は、同じ周波数のマイクロ波であるとする。ただし、複数の第一照射部２０１および複数の第二照射部２０２のうちの１以上が、他と異なる周波数のマイクロ波を照射するようにしてもよい。
【００６２】
容器１０内には、処理対象物の状況や、容器内の状況等の情報を取得する１以上のセンサ４０が設けられている。センサ４０は、どのような状況の情報を取得するセンサであってもよい。例えば、容器内の温度の情報を取得する温度センサであってもよく、容器内の湿度の情報等を取得する湿度センサ等であってもよい。あるいはマイクロ波による内部での放電を検知するセンサ等であってもよい。
【００６３】
ここでは、センサ４０が放射温度計であり、容器１０内に、６つのセンサ４０が設置されている場合を例に挙げて説明する。ここでは、説明の便宜上、６つのセンサ４０を、容器１０の入口１０１ａ側から順番に、センサ４０ａ～４０ｆと表している。放射温度計とは、物体から放射される赤外線や可視光線の強度を測定することで物体の温度を測定する温度計である。ここでは、放射温度計であるセンサ４０ａ～４０ｃは、各発熱部材３０が設けられている領域から出る直前の処理対象物２の温度を測定するために、移動経路２ａの発熱部材３０が設けられている領域内の、出口１０１ｂ側の近傍となる位置に設置されている。具体的には、センサ４０ａ～４０ｃは、それぞれ、水平方向の位置が発熱部材３０ａ～３０ｃの出口１０１ｂ側近傍となるよう容器１０に取付けられている。なお、ここでは、図示していないが、一例として、発熱部材３０ａ～３０ｃの、センサ４０ａ～４０ｃと、処理対象物２との間となる部分には、処理対象物２の温度を検出できるようにするための水平方向に伸びるスリット等の開口部が設けられているものとする。また、残りの放射温度計であるセンサ４０ｄ～４０ｆは、各発熱部材３０が設けられていない領域から出る直前の処理対象物２の温度を測定するために、移動経路２ａの発熱部材３０が設けられていない領域内の、出口１０１ｂ側の近傍となる位置に設置されている。具体的には、センサ４０ｄ～４０ｅは、それぞれ、容器１０の、水平方向の位置が、各発熱部材３０ｂ

～３０ｃよりも処理対象物２の移動方向において手前となる位置に取付けられており、センサ４０ｆは、出口１０１ｂの手前となる位置に取付けられている。ここではセンサ４０は、例えば、処理対象物２から、移動経路２ａに対して直交する方向に放射される赤外線等の強度を測定して、温度の情報を取得する。ただし、センサ４０が取付けられている位置は、他の位置であってもよい。センサ４０は、例えば、容器１０の壁面に設けられた開口部等に取付けられている。なお、前駆体繊維は、例えば、何千本の繊維が撚られて厚さが１ｍｍ程度の一本の繊維となっているため、処理対象物２が前駆体繊維である場合、その表面温度は、前駆体繊維の内部の温度と同じとみなしてもよい。

【００６４】

制御手段５０は、マイクロ波照射手段２０が照射するマイクロ波を制御する。例えば、制御手段５０は、マイクロ波照射手段２０が照射するマイクロ波の出力を制御する。例えば、制御手段５０は、センサ４０が取得する情報に応じてマイクロ波照射手段２０が照射するマイクロ波の出力を制御する。

【００６５】

ここでは、具体的には、制御手段５０は、各発熱部材３０が配置されている領域の出口１０１ｂ側に配置されているセンサ４０が取得する温度の情報を用いて、移動経路２ａの各発熱部材３０が配置されている領域に対してマイクロ波を照射する第一照射部２０１が照射するマイクロ波の出力をフィードバック制御する。また、制御手段５０は、各発熱部材３０が配置されていない領域の出口１０１ｂ側に配置されているセンサ４０が取得する温度の情報を用いて、移動経路２ａの各発熱部材３０が配置されていない領域に対してマイクロ波を照射する第二照射部２０２が照射するマイクロ波の出力をフィードバック制御する。ここでの発熱部材３０が配置されている領域や発熱部材３０が配置されていない領域とは、例えば、移動経路２ａに対して垂直な仮想の面で区切られた領域である。例えば、センサ４０ａが取得する温度が、第一の閾値よりも高い場合、制御手段５０は、対応する第二照射部２０２ａが照射するマイクロ波の出力を下げ、第二の閾値よりも低い場合は、照射するマイクロ波の出力を上げる。ここでの第一閾値は、第二の閾値よりも高い値であるとする。

【００６６】

なお、制御手段５０が行なう制御は、フィードバック制御以外の制御であってもよい。また、制御手段５０が、どのセンサ４０が取得する情報に応じて、どの照射部の出力を制御するかは問わない。例えば、制御手段５０は、複数のセンサ４０の出力に応じて、１以上の照射部の出力を制御してもよい。また、制御手段５０は、１のセンサ４０の出力に応じて、複数の照射部の出力を制御してもよい。

【００６７】

また、１以上のセンサ４０により、１以上の発熱部材３０や、一の発熱部材３０の異なる位置における温度等の、発熱部材３０の状況を示す情報を取得し、この状況を示す情報を用いて、制御部５０が、１以上の照射部の出力を制御（例えば、フィードバック制御等）してもよい。例えば、各発熱部材３０の温度の情報を取得する各センサ４０が取得した各発熱部材３０の温度の情報を用いて、各発熱部材３０に対してそれぞれ行なわれる第一のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の出力をフィードバック制御してもよい。

【００６８】

また、センサ４０の一部を、発熱部材３０の、第一のマイクロ波照射が行なわれる部分の温度の情報を取得する第一のセンサとして設け、センサ４０の一部を、処理対象物２の、第二のマイクロ波照射が行なわれる部分の温度の情報を取得する第二のセンサとして設け、制御手段５０が、第一のセンサが取得する温度の情報を用いて、第一のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の出力をフィードバック制御し、第二のセンサが取得する温度の情報を用いて、第二のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の出力をフィードバック制御するようにしてもよい。例えば、発熱部材３０ａ～３０ｃの、センサ４０ａ～４０ｃと処理対象物２との間となる部分にスリット等を設けないようにして、第一のセンサであるセンサ４０ａ～４０ｃが発熱部材３０ａ～３０ｃの温度の情報を取得するようにし、制

御手段５０が、センサ４０ａ～４０ｃがそれぞれ取得した発熱部材３０ａ～３０ｃの温度の情報を用いて、第一照射部２０１ａ～２０１ｃがそれぞれ照射するマイクロ波の出力をフィードバック制御するとともに、第二のセンサ４０ｄ～４０ｆがそれぞれ取得した発熱部材３０が設けられていない領域の処理対象物２の温度の情報を用いて、第二照射部２０２ａ～２０２ｃが照射するマイクロ波の出力をフィードバック制御するようにしてもよい。このようにすることで、第一のマイクロ波照射による発熱部材３０の加熱と、第二のマイクロ波照射による処理対象物２の加熱とを適切に制御することが可能となる。

【００６９】

搬送手段６０は、容器１０内において処理対象物２を搬送する手段である。搬送手段６０は、容器１０内に設けられていてもよく、容器１０外に設けられていてもよい。ここでは、一例として、搬送手段６０が、容器１０の入口１０１ａ側において、処理対象物２である前駆体繊維が巻付けられたリール６１を回転可能に保持する保持部６２と、処理対象物２の移動方向を変更して、処理対象物２を入口１０１ａから容器１０内に送り込むローラ６３と、容器１０の出口１０１ｂから出てくる処理対象物２の移動方向を変更するローラ６４と、ローラ６４で移動方向が変更された処理対象物２を巻き取る巻き取り部６５とを備えている場合を示している。ただし、搬送手段６０としてどのような搬送手段を用いてもよい。また、複数の処理対象物２を、容器１０内に移動させる場合、複数の搬送手段６０を有していても良い。

【００７０】

次に、本実施の形態のマイクロ波処理装置１の動作について具体例を挙げて説明する。ここでは、マイクロ波処理装置１を用いて、処理対象物２であるＰＡＮ系前駆体繊維の耐炎化処理を行なう場合を例に挙げて説明する。なお、ここでは説明を簡略化するために、図１に示したマイクロ波処理装置１を用いて説明を行なう。処理対象物２は、例えば、幅５～１０mm程度、厚さ１mm～２mm程度の前駆体繊維である。照射するマイクロ波としては、例えば、周波数が、９１５ＭＨｚまたは２．４５ＧＨｚであり、出力が６～２０ＫＷのものが用いられる。

【００７１】

まず、処理対象物２であるＰＡＮ系前駆体繊維を、その一端側が、入口１０１ａから容器１０内に入り、円筒形状の発熱部材３０ａ～３０ｃのそれぞれの内側を通って、出口１０１ｂから容器１０の外にでるよう、搬送手段６０にセットする。そして、搬送手段６０により、処理対象物２を容器１０内で移動させる。搬送手段６０の搬送速度は、例えば、予め決められた速度に制御する。また、第一照射部２０１ａ～２０１ｃおよび第二照射部２０２ａ～２０２ｃからマイクロ波の照射を開始する。なお、ここでは、第一照射部２０１ａ～２０１ｃおよび第二照射部２０２ａ～２０２ｃが照射するマイクロ波の周波数は同じ周波数（例えば、２．４５ＧＨｚ）であるとする。搬送手段６０の搬送速度は、例えば、制御手段５０や図示しない制御手段等により、予め決められた速度に制御する。制御手段５０は、各第一照射部２０１ａ～２０１ｃおよび第二照射部２０２ａ～２０２ｃが照射するマイクロ波が、予め個別に決められた出力のマイクロ波を照射するよう、各第一照射部２０１ａ～２０１ｃおよび第二照射部２０２ａ～２０２ｃを制御する。

【００７２】

処理対象物２の入口１０１ａから容器１０内に入り、発熱部材３０の内側に入った部分は、第一照射部２０１が照射するマイクロ波の一部を吸収することによって発熱する発熱部材３０からの輻射熱によって外側から加熱されるとともに、第一照射部２０１から照射されたマイクロ波のうちの発熱部材３０で吸収されずに透過したマイクロ波によって直接加熱される。ここでは、例えば、第一照射部２０１ａ～２０１ｃが照射するマイクロ波を、発熱部材３０ａ～３０ｃが吸収することによって起こる発熱量が、発熱部材３０を透過したマイクロ波による処理対象物２の発熱量よりも十分大きくなるような材質や厚さに設定しているとすると、この発熱部材３０の内側の領域においては、処理対象物２に対する加熱は、発熱部材３０を透過したマイクロ波による直接加熱よりも、発熱部材３０による外部からの加熱の方が強くなる。なお、第一照射部２０１ａ～２０１ｃから照射されるマ

イクロ波の出力は、センサ４０ａ～４０ｃがそれぞれ取得する処理対象物２の温度に応じてフィードバック制御され、処理対象物２が所望の範囲の温度となるよう制御される。

【００７３】

処理対象物２の発熱部材３０の内側に入っていた部分が外側に出ると、発熱部材３０の直後の発熱部材３０が設けられていない領域に入り、発熱部材３０を介さずに第二照射部２０２からマイクロ波の照射を受け、マイクロ波によって発熱する。すなわち、マイクロ波で直接加熱される。この発熱部材３０が設けられていない領域においては、発熱部材３０の発熱による処理対象物の加熱が行われないため、マイクロ波による直接加熱が、発熱部材３０等による外部からの加熱よりも強くなる。なお、第二照射部２０２ａ～２０２ｃから照射されるマイクロ波の出力は、センサ４０ｄ～４０ｆがそれぞれ取得する処理対象物２の温度に応じてフィードバック制御され、処理対象物２が所望の範囲の温度となるよう制御される。

【００７４】

このようにして、第一照射部２０１および第二照射部２０２により、容器１０内を移動する処理対象物２に対して、発熱部材３０からの加熱が強い加熱と、マイクロ波照射による直接加熱が強い加熱とを適宜切り替えて行うことができる。これにより、例えば、処理対象物２に対する外側からの加熱と、処理対象物２への直接加熱とを適宜切り替えて、処理対象物２を外側からの加熱や直接加熱とが偏らないよう均等に加熱すること等が可能となる。

【００７５】

特に、耐炎化処理が行なわれていないＰＡＮ系前駆体繊維においては、マイクロ波が吸収されにくいため、第一照射部２０１によって発熱部材３０をマイクロ波照射によって加熱している際にも、発熱部材３０を透過したマイクロ波によって、処理対象物２を直接加熱することで、第二照射部２０２によって処理対象物２を加熱する時間を削減することができる。

【００７６】

また、加熱によって処理対象物２がある温度に達すると、処理対象物２の発熱がピークに達し、処理対象物２が急激に発熱して、処理対象物２が炭化したりして、所望の処理が行えなくなる場合がある。例えば、加熱によって処理対象物２である前駆体繊維がある温度に達すると、酸化によって前駆体繊維の発熱がピークに達して、前駆体繊維が炭化してしまう場合がある。特に、第二のマイクロ波照射によって処理対象物２を直接加熱によって強く加熱する場合、熱効率がよく、また発熱箇所が一箇所に集中したりすることにより、発熱のピークの直前の温度から短時間で発熱のピークとなる温度まで加熱されるため、発熱のピークの前後における加熱のコントロールが困難となる。このため、第二のマイクロ波照射を行なって処理対象物を加熱している場合において、処理対象物２の温度が発熱のピークとなる温度の手前の温度になった時点で、第二のマイクロ波照射から第一のマイクロ波照射に切替わるように発熱部材３０を配置することで、処理対象物２の加熱を、発熱部材３０からの輻射熱による加熱として、急速な加熱を抑えて、炭化等を抑えることが可能となる。

【００７７】

例えば、図１に示すようなマイクロ波処理装置１のように、処理対象物２を容器１０内において移動させて加熱する場合、移動速度と、第一照射部２０１および第二照射部２０２の数や、配置、出力等により、処理対象物２がどの位置に達した時点で、発熱のピークとなるかを予め知ることができる。この位置は実験等で検出してもよい。このため、例えば、処理対象物２の移動経路２ａの、処理対象物２の温度が、発熱のピークとなる位置や、この位置およびその前後を覆う位置に発熱部材３０を配置し、この発熱部材３０に対して第一照射部２０１からマイクロ波を照射することにより、処理対象物２が発熱のピークに達した場合の急激な加熱を避けて、処理対象物２を適切に処理することが可能となる。また、この発熱のピークとなる位置を含まない位置においては、適宜、発熱部材３０を配置したり、配置しなかったりすることで、移動する処理対象物２に対する第一のマイクロ

波照射と、第二のマイクロ波照射との切替えを行なって、処理対象物２に対して均等な加熱や、所望の加熱を行なうことができる。なお、処理対象物の発熱のピークとなる温度は、例えば、ＴＧ－ＴＤＡ測定（熱重量・示差熱測定）等により測定可能である。

【００７８】

なお、この具体例における発熱部材３０の数や、第一照射部２０１および第二照射部２０２の数や配置等は一例であり、発熱部材３０の数や、第一照射部２０１および第二照射部２０２の数や配置等は問わない。

【００７９】

以上、本実施の形態においては、容器内において、発熱部材を加熱する第一のマイクロ波照射と、処理対象物を加熱する第二のマイクロ波照射とを行なうようにしたので、マイクロ波を用いて処理対象物を適切に処理することができる。例えば、マイクロ波によって発熱させた発熱部材による処理対象物の外側からの加熱と、マイクロ波によって処理対象物を発熱させることによる直接加熱との組み合わせや比率を制御して、適切な加熱を行なうことができる。

【００８０】

また、第一のマイクロ波照射を第一照射部２０１で行い、第二のマイクロ波照射を第二照射部２０２で行うことにより、第一のマイクロ波照射の出力と、第二のマイクロ波照射の出力を個別に制御することが可能となり、処理対象物に対する加熱を細かく制御することができ、高品質な処理結果を得ることができる。

【００８１】

なお、図２（ｄ）に示すように、発熱部材３０の処理対象物２側の少なくとも一部に、マイクロ波を透過させない非透過部３０３を設けるようにしてもよい。図２（ｄ）は、図２（ａ）で示した筒状の発熱部材３０の内側に、非透過部３０３を設けた発熱部材３０の例を示すための、処理対象物２の移動方向に沿った断面図である。発熱部材３０の処理対象物２側の少なくとも一部は、発熱部材３０の処理対象物２側の一部であることが好ましいが、発熱部材３０の処理対象物２側の全てであってもよい。発熱部材３０の処理対象物２側の少なくとも一部は、例えば、図２（ｄ）に示すように、円筒形状の発熱部材３０の内側の一部である。複数の発熱部材３０が容器１０内に設けられている場合、ここでの発熱部材３０の処理対象物２側の一部は、複数の発熱部材３０のうちの一以上の処理対象物側の全面であってもよい。非透過部３０３は、マイクロ波を透過させないとともに、熱伝導性のよい材質で構成することが好ましい。このような非透過部３０３の材質としては、例えば、グラファイトや金属等が利用可能である。なお、支持体３０２の一部の代わりに、非透過部３０３を用いてもよく、この場合も、発熱部材３０の処理対象物２側に非透過部３０３が設けられていると考えてもよい。このような非透過部３０３を設けることにより、非透過部３０３を設けた部分においては処理対象物２に対してマイクロ波が照射されないようにして、処理対象物２の直接加熱を行わないようにできるとともに、発熱部材３０の発熱により、処理対象物２を外側から加熱することができる。なお、他の実施の形態においても同様に発熱部材３０の少なくとも一部に非透過部を設けてもよい。

【００８２】

なお、上記において、発熱部材３０の厚さは均等な厚さであってもよく、均等な厚さでなくてもよい。発熱部材３０の厚さが均等な厚さでないということは、異なる厚さの部分が混在していることも含む概念である。発熱部材３０の厚さは、発熱部材３０の加熱媒体３０１の厚さと考えてもよい。例えば、発熱部材３０の厚さは、発熱部材３０の長手方向や、処理対象物２の移動方向において均等な厚さであってもよく、均等な厚さでなくてもよい。例えば、容器１０内に複数の発熱部材３０が配置される場合、複数の発熱部材３０のうちの１以上（ただし、全部を除く）の厚さが、他の発熱部材３０とは異なる厚さであってもよい。この場合、複数の発熱部材３０のそれぞれの厚さは、長手方向や処理対象物２の移動方向において均一な厚さであってもよい。かかることは、以下においても同様である。

【００８３】

例えば、上記の図１に示したようなマイクロ波処理装置において、処理対象物２の移動経路２ａの、発熱部材３０が設けられていない部分に対して行なうマイクロ波照射を第二のマイクロ波照射とする代わりに、発熱部材３０が設けられていない１以上の部分に、発熱部材３０よりも厚さの薄い第二の発熱部材（図示せず）を設け、この第二の発熱部材に対して第二照射部２０２から行なうマイクロ波照射を、第二のマイクロ波照射としてもよい。第二の発熱部材の厚さを薄くすることで、照射されるマイクロ波の浸透深さが変化するため、第二の発熱部材の厚さを調節することで、第二の発熱部材に照射されるマイクロ波の第二の発熱部材による吸収を低減して、第二の発熱部材を透過するマイクロ波を増加させて、処理対象物２を第二の発熱部材よりも強く加熱することができる。また、この場合、第二の発熱部材の発熱によって、処理対象物２を外側からも加熱できる。

【００８４】

なお、複数の発熱部材３０について、その１以上の厚さを他の発熱部材３０とは異なる厚さとしてもよい。これにより、発熱部材３０で吸収されるマイクロ波を、発熱部材３０の厚さによって変更して、第一のマイクロ波照射による、発熱部材３０の加熱と、発熱部材３０の加熱との割合を変更することが可能となる。かかることは、第二の発熱部材３０を用いた第二のマイクロ波照射においても同様である。また、かかることは、以下においても同様である。

【００８５】

また、上記において、発熱部材３０の材質を、発熱部材３０の長手方向や、処理対象物２の移動方向において同じ材質としてもよく、異なる材質としてもよい。異なる材質とは、組成や成分、材料比等が異なる材質であってもよい。発熱部材３０が異なる材質であるということは、異なる材質の部分が混在していることも含む概念である。ここでの発熱部材３０の材質は、発熱部材３０の加熱媒体３０１の材質と考えてもよい。例えば、容器１０内に複数の発熱部材３０が配置される場合、複数の発熱部材３０のうちの１以上の材質（ただし、全部を除く）が、他の発熱部材３０とは異なる材質であってもよい。また、３以上の発熱部材３０が、３以上の異なる材質の発熱部材３０で構成されていてもよい。この場合、複数の発熱部材３０のそれぞれの材質は、均一な材質であってもよい。かかることは、以下においても同様である。

【００８６】

例えば、上記の図１に示したようなマイクロ波処理装置において、処理対象物２の移動経路２ａの、発熱部材３０が設けられていない部分に対して行なうマイクロ波照射を第二のマイクロ波照射とする代わりに、発熱部材３０が設けられていない１以上の部分に、発熱部材３０とは材質が異なる第二の発熱部材（図示せず）を設け、この第二の発熱部材に対して第二照射部２０２から行なうマイクロ波照射を、第二のマイクロ波照射としてもよい。第二の発熱部材の組成を変えることで、照射されるマイクロ波の浸透深さ等が変化するため、第二の発熱部材の組成を選択することで、第二の発熱部材に照射されるマイクロ波の第二の発熱部材による吸収を低減して、第二の発熱部材を透過するマイクロ波を増加させて、処理対象物２を第二の発熱部材よりも強く加熱することができる。また、この場合、第二の発熱部材の発熱によって、処理対象物２を外側からも加熱できる。

【００８７】

なお、複数の発熱部材３０について、その１以上の材質を他の発熱部材３０とは異なる材質としてもよい。これにより、発熱部材３０で吸収されるマイクロ波を、発熱部材３０の材質によって変更して、第一のマイクロ波照射による、発熱部材３０の加熱と、発熱部材３０の加熱との割合を変更することが可能となる。かかることは、第二の発熱部材３０を用いた第二のマイクロ波照射においても同様である。また、かかることは、以下においても同様である。

【００８８】

なお、発熱部材３０や第二の発熱部材の材質および厚さの組合せを変えてもよいことはいうまでもない。

【００８９】

また、上記においては、処理対象部２が移動する例について説明したが、処理対象部２が容器１０内を移動しないようにし、処理対象物２を、容器１０内に静置できるようにしてもよい。かかることは、他の実施の形態においても同様である。なお、移動が不要な場合、搬送手段６０は省略してもよい。また、マイクロ波照射手段２０が有する一以上の照射部（図示せず）が、それぞれ、発熱部材３０が配置されている部分と、処理対象物２の発熱部材３０が設けられていない部分との両方にマイクロ波を照射するようにしても良い。このことは、例えば、マイクロ波照射手段２０が有する一以上の照射部（図示せず）が、それぞれ第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射との両方を行うことと考えてもよい。この場合、上記の照射部は、例えば、１以上の発熱部材３０と、移動経路２ａの発熱部材３０が設けられていない１以上の部分とにマイクロ波を照射可能な位置に設置する。例えば、照射部を発熱部材３０と、発熱部材３０に隣接する移動経路２ａの発熱部材３０が設けられていない部分との境界近傍等に配置するようにしても良い。ここでの照射部としては、例えば、上述した第一照射部２０１や第二照射部２０２と同様の照射部が利用可能である。

【００９０】

（第一の変形例）

図３は、本実施の形態のマイクロ波処理装置１の第一の変形例を示す図である。この第一の変形例のマイクロ波処理装置１は、発熱部材３０が筒形状を有するマイクロ波処理装置１において、発熱部材３０の内側に酸素を供給するためのガス供給手段７０をさらに設けたものである。ガス供給手段７０は、酸素ボンベや、酸素発生器等の酸素を供給する供給部７０１と、例えば、一端が発熱部材３０の内側に開口するよう発熱部材３０と取り付けられ、他端が供給部７０１と接続された酸素を供給する管７０２と、この管７０２の経路に挿入された酸素の供給量を調節するバルブ７０３とを備えている。管７０２の一端が発熱部材３０に取り付けられる位置は問わない。このバルブ７０３は、例えば、制御手段５０等によって制御されてもよく、ユーザの操作等に応じて制御されるようにしても良い。ここでの酸素を供給する、ということは、例えば、容器１０内の空気等の気体よりも酸素濃度が高い気体（例えば、空気に酸素を加えた気体）等を供給することも含む概念である。なお、複数のガス供給手段７０が、一の供給部７０１を共用してもよい。また、供給部７０１の代わりに外部の供給部（図示せず）等を用いる場合等においては、ガス供給手段７０は、供給部７０１を有していなくても良い。

【００９１】

なお、発熱部材３０の内側に供給された酸素が、発熱部材３０の外側に逃げにくくするために、発熱部材３０の処理対象物２が出入りする両端は、処理対象物２を出入り可能とするための開口部を除いて塞ぐようにしても良い。

【００９２】

また、ここでは、ガス供給手段７０を、複数の発熱部材３０の全てに対して個別に設けた場合について説明したが、ガス供給手段７０を、複数の発熱部材３０の一部にだけ設けるようにしても良い。

【００９３】

このように、ガス供給手段７０によって、発熱部材３０内に酸素を供給することで、酸素濃度を制御して、マイクロ波処理装置１において行われる処理を適切に制御することが可能となる。例えば、処理対象物に応じて酸素を供給することで、処理時間の短縮や処理の均一化を促進することが可能となる。

【００９４】

なお、かかるガス供給手段７０を設けてもよいことは、他の実施の形態の筒形状の発熱部材等を有するマイクロ波処理装置においても同様である。

【００９５】

また、上記において、ガス供給手段７０は、酸素以外の所定のガスを供給するようにしてもよい。例えば、所定のガスは、窒素ガスや、アルゴンガス等の希ガスや、水素ガスや、これらの１以上の組合せである。ここでの所定のガスを供給する、ということは、例え

ば、容器１０内の空気等の気体よりも所定のガスの濃度が高い気体（例えば、空気に所定のガスを加えた気体）等を供給することも含む概念である。ガス供給手段７０の構成は、例えば、供給部７０１が供給するガスが所定のガスである点を除けば上記と同様である。なお、容器１０内が空気以外のガスで満たされている場合、ガス供給手段７０が供給するガスは空気であってもよい。また、異なる発熱部材３０に接続されているガス供給手段７０がそれぞれ供給するガスは、同じガスであってもよく、異なるガスであってもよい。また、異なる発熱部材３０に接続されているガス供給手段７０がそれぞれ供給するガスは所定の濃度が異なるガスであってもよく、組成比が異なるガスであってもよい。

【００９６】

（第二の変形例）

図４（ａ）および図４（ｂ）は、本実施の形態のマイクロ波処理装置１の第二の変形例を示す図である。この第二の変形例のマイクロ波処理装置１は、図４（ａ）および図４（ｂ）に示すように、発熱部材として、発熱部材３０の代わりに、処理対象物２の容器内における搬送を補助する部材であって、処理対象物２に接触する部分を有しており、この処理対象物２に接触する部分にマイクロ波を吸収して発熱する加熱媒体を有するローラやベルト等の部材を用いるようにしたものである。なお、図４（ａ）および図４（ｂ）においては、容器１０ａおよび容器１０ｂは、容器１０に相当する容器である。なお、ここでは説明を省略しているが、図４（ａ）および図４（ｂ）に示したマイクロ波処理装置１の変形例も、図１に示した制御手段５０と同様の制御手段やセンサ４０と同様のセンサを有していても良く、センサの出力に応じて、マイクロ波の出力のフィードバック制御等を行なうようにしてもよい。

【００９７】

例えば、図４（ａ）においては、移動経路２ａが容器１０ａの外側に設けられた複数のローラ１１で多層状に折り返された経路となっており、容器１０ａは、この移動経路２ａの折り返しの部分以外の部分を覆う形状を有しており、移動経路２ａの折り返しの部分近傍に、それぞれ、処理対象物２が出し入れするための複数の入口１０１ａと、出口１０１ｂとが設けられている。ローラ１１のサイズ等は問わない。また、図４においては、容器１０ａは、移動経路２ａを複数の領域に区切るように設けられた２つのキャビティ１１０ａおよび１１０ｂを有しており、複数の入口１０１ａおよび出口１０１ｂは、それぞれの各キャビティ１１０ａおよび１１０ｂの処理対象物２が出入りする開口部として設けられている。

【００９８】

キャビティ１１０ａ内には、上述したような加熱媒体を表面に有する発熱部材である複数のベルト３２ａが、移動経路２ａを移動する処理対象物２を上下等から挟み込んで接触するよう、ローラ３３に架け渡されている。ベルト３２ａの材質は、例えば、マイクロ波を一部透過可能な材質であるとする。そして、上述した第一照射部２０１が、移動経路２ａのベルト３２ａに挟み込まれた部分に対してマイクロ波を照射するように設けられている。ベルト３２は、例えば、ローラ３３がモータ等によって回転することで、隣接する移動経路２ａの移動方向に移動する。なお、ベルト３２ａとして、全体が、マイクロ波によって発熱するベルトを用いてもよい。例えば、上述したような加熱媒体等を含む材料をベルト３２ａの材料として用いてもよい。ベルト３２ａの素材としては、耐熱性樹脂や、グラファイト繊維等が利用可能である。ベルト３２ａ表面の加熱媒体としてはカーボン、ＳｉＣ、炭素繊維複合材料、珪素化モリブデン、珪素化タングステン等の金属珪素化物等の発熱体や、これらの発熱体の粉末等を含有するセラミック材料等が利用可能である。

【００９９】

また、キャビティ１１０ｂ内には、複数のベルト３２ｂが、移動経路２ａを移動する処理対象物２を上下等から挟み込んで接触するよう、ローラ３３に架け渡されている。このベルト３２ｂの材質は、マイクロ波透過性が高い材質である。また、このベルト３２ｂは、表面に、上述したような加熱媒体を有していないものとする。そして、上述した第二照射部２０２が、移動経路２ａのベルト３２ｂに挟み込まれた部分に対してマイクロ波を照

射するように設けられている。ベルト３２ｂは、例えば、ローラ３３がモータ等によって回転することで、隣接する移動経路２ａの移動方向に移動する。

【０１００】

なお、ベルト３２ａおよび３２ｂの、処理対象物２を挟み込んでいる部分は、ローラ３３の近傍部分以外が処理対象物２に接触するよう設けられている。ただし、部分的には接触していない箇所があってもよい。

【０１０１】

ベルト３２ａは、処理対象物２に接することによって搬送を補助して、処理対象物２に処理中にたるみが生じて、処理対象物２が切れたり、加熱が不均一になったりすることを防止する。また、キャビティ１１０ａ内においては、マイクロ波の照射によってベルト３２ａの表面が発熱して、発熱により発生する輻射熱で、ベルト３２近傍の処理対象物を加熱されることで、第一照射部２０１によって上述したような第一のマイクロ波照射が行なわれるとともに、処理対象物２のベルト３２が接触する部分を熱伝導により効率よく加熱することができる。

【０１０２】

また、ベルト３２ｂは、ベルト３２ａと同様に、処理対象物２に接することによって搬送を補助して、処理対象物２に処理中にたるみが生じて、処理対象物２が切れたり、加熱が不均一になったりすることを防止する。また、キャビティ１１０ｂ内のベルト３２ｂの表面は、マイクロ波の照射によりほとんど発熱せず、ベルト３２ｂを透過したマイクロ波で処理対象物２が直接加熱されることとなるため、第二照射部２０２により上述したような第二のマイクロ波照射を行なうことができる。

【０１０３】

なお、ベルト３２ｂを用いる代わりに、ベルト３２ｂを省略して、このベルト３２ｂが省略された部分にマイクロ波を照射することで、第二のマイクロ波照射を行なうようにしても良い。

【０１０４】

また、ここでは、容器１０が二つのキャビティ１１０ａおよび１１０ｂを有している場合について説明したが、容器１０が有するキャビティ数は、１または２以上であればよく、その数は問わない。また、各キャビティのサイズ等は問わない。また、第一照射部２０１によりマイクロ波を照射するキャビティと、第二照射部２０２によりマイクロ波を照射するキャビティとの数や、その移動経路２ａに沿った配置順序等は問わない。また、容器１０が有する複数のキャビティ同士は、接続されて配置されていてもよく、分離して配置されていてもよい。例えば、同じ処理対象物２に対して上記のような処理を行なうために接続して配置された複数のキャビティや、分離して配置された複数のキャビティを、一の容器１０と考えてもよい。また、一のキャビティから外部に移動した処理対象物２を、再度、同じキャビティ内に戻すようにしてもよい。なお、容器１０が、２以上のキャビティを有していても良いことは、図４（ａ）に示したマイクロ波処理装置以外のマイクロ波処理装置についても同様である。

【０１０５】

また、図４（ａ）に示したマイクロ波処理装置１において、容器１０として、複数のキャビティに区切られていない容器を用いるようにし、この容器１０内において、上記のような１以上のベルト３２ａおよび３２ｂを設け、ベルト３２ａに１以上の第一照射部２０１から第一のマイクロ波照射を行ない、ベルト３２ｂに１以上の第二照射部２０２から第二のマイクロ波照射を行なうようにしても良い。

【０１０６】

なお、ここでの容器１０ａの形状や、移動経路２ａは一例であり、容器１０の形状や、処理対象物２の移動経路は、どのような形状や移動経路であってもよい。

【０１０７】

また、例えば、図４（ｂ）に示すように、表面に加熱媒体を有する複数のローラ３１ａを、移動経路２ａを移動する処理対象物２と表面が接するよう配置し、表面に加熱部材を

有さず、マイクロ波をほとんど吸収しない複数のローラ３１ｂを、この複数のローラ３１ａが設けられている領域とは異なる領域において、移動経路２ａを移動する処理対象物２と表面が接するよう配置し、移動経路２ａのローラ３１ａが設けられている領域にマイクロ波を照射する第一照射部２０１を設け、移動経路２ａのローラ３１ｂが設けられている領域にマイクロ波を照射する第二照射部２０２を設け、第一照射部２０１および第二照射部２０２からマイクロ波を照射するようにしてもよい。なお、ローラ３１ａとして、全体が、マイクロ波によって発熱するローラを用いてもよい。例えば、上述したような加熱媒体等を含む材料をローラ３１ａの材料として用いてもよい。ローラ３１ａの素材としては、耐熱性樹脂や、セラミックス、ガラス、グラファイト等が利用可能である。ベルト３２ａ表面の加熱媒体としてはカーボン、ＳｉＣ、炭素繊維複合材料、珪素化モリブデン、珪素化タングステン等の金属珪素化物等の発熱体や、これらの発熱体の粉末等を含有するセラミック材料等が利用可能である。

【０１０８】

例えば、図４（ｂ）においては、移動経路２ａが容器１０ａの外側に設けられた複数のローラ１１により多層状に折り返された経路となっており、容器１０ａは、この移動経路２ａの折り返しの部分以外の部分を覆う形状を有しており、移動経路２ａの折り返しの部分近傍に、それぞれ、処理対象物２が出し入れするための複数の入口１０１ａと、出口１０１ｂとが設けられている。ローラ１１のサイズ等は問わない。

【０１０９】

複数のローラ３１ａは、処理対象物２に接することによって搬送を補助して、処理対象物２に処理中にたるみが生じて、処理対象物２が切れたり、加熱が不均一になったりすることを防止する。また、複数のローラ３１ａは、上述した加熱部材として用いられることとなり、マイクロ波照射によって表面が発熱して、発熱により発生する輻射熱で、ローラ３１近傍の処理対象物を加熱するとともに、処理対象物２のローラ３１が接触する部分を熱伝導により効率よく加熱することができる。これにより、第一照射部２０１が行なうマイクロ波照射が第一のマイクロ波照射となる。

【０１１０】

複数のローラ３１ｂは、処理対象物２に接することによって搬送を補助して、処理対象物２に処理中にたるみが生じて、処理対象物２が切れたり、加熱が不均一になったりすることを防止する。また、複数のローラ３１ｂは、マイクロ波照射によってほとんど発熱せず、ローラ３１ｂを透過したマイクロ波で処理対象物２が直接加熱されることとなるため、第二照射部２０２により、上述したような第二のマイクロ波照射を行なうことができる。

【０１１１】

このローラ３１ａおよびローラ３１ｂは、モータ（図示せず）等と接続されて自転するものであってもよく、自転しないものであっても良い。また、ローラ３１ａおよびローラ３１ｂの数は、１以上であればよい。

【０１１２】

なお、ローラ３１ｂを用いる代わりに、ローラ３１ｂを省略して、このローラ３１ｂが省略された部分にマイクロ波を照射することで、第二のマイクロ波照射を行なうようにしても良い。

また、ローラ３１ａとローラ３１ｂとの配置や配列順番等は、上記以外の配置や配列順番であってもよい。また、ローラ３１ａとローラ３１ｂとの数は問わない。

【０１１３】

また、図４（ｂ）に示したような容器１０ｂの代わりに、図４（ａ）に示したような複数のキャビティを有する容器を用いるようにしてもよい。そして、例えば、キャビティ毎に、第一照射部２０１または、第二照射部２０２を取付け、第一照射部２０１が取付けられたキャビティ内にはローラ３１ａを配置し、第二照射部２０２が取付けられたキャビティ内にはローラ３１ｂを配置するようにしてもよい。

【０１１４】

（実施の形態２）

図５は、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置を説明するための、処理対象物の移動方向に平行な断面図（図５（ａ））、同マイクロ波処理装置の発熱部材の図５（ａ）の点Ａを通る長手方向に垂直な断面模式図（図５（ｂ））、および同マイクロ波処理装置の発熱部材の点Ｂを通る長手方向に垂直な断面模式図（図５（ｃ））である。本実施の形態のマイクロ波処理装置１ａは、マイクロ波照射手段２１が異なる位置から出力する複数のマイクロ波の位相を制御することで、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを行なうようにしたものである。

【０１１５】

マイクロ波処理装置１ａは、容器１０ｃと、マイクロ波照射手段２１と、発熱部材３０と、１または２以上のセンサ４０と、制御手段５１と、搬送手段６０とを備えている。

【０１１６】

容器１０ｃは、マイクロ波照射手段２１が有する後述する２以上の照射部２０３が取付けられることを除けば、上記実施の形態において図１に示した容器１０と同様のものである。また、容器１０ｃとしては、上記実施の形態において説明したような容器が利用可能であり、例えば、複数のキャビティを有する容器等も利用可能である。

【０１１７】

容器１０ｃ内には、一本の筒形状の発熱部材３０が処理対象物２の移動経路２ａに沿って設けられている場合について説明する。ただし、発熱部材３０は複数であってもよい。なお、発熱部材３０としては、上記実施の形態において説明した発熱部材３０と同様のものが利用可能である。

【０１１８】

マイクロ波照射手段２１は、異なる位置からマイクロ波を照射する２以上の照射部２０３を備えている。マイクロ波照射手段２１は、例えば、容器１０ｃの壁面の異なる位置に設けられた開口部１０２に取付けられて、容器１０ｃ内にマイクロ波を照射する２以上の照射部２０３を備えている。２以上の照射部２０３のうちの少なくとも一部は、照射するマイクロ波の位相を制御可能な照射部２０３である。位相を制御可能な照射部２０３は、例えば、上記実施の形態において説明したマイクロ波発振器２００１と、伝送部２００２とを備えた照射部２０３において、さらに、位相を制御可能な移相器（図示せず）を備えたものである。位相を制御可能な照射部２０３が有するマイクロ波発振器２００１としては、半導体型発振器を用いることが好ましい。位相を制御しない照射部２０３については、上記実施の形態の第一照射部２０１や第二照射部２０２と同様の照射部が利用可能である。ただし、照射するマイクロ波の位相を制御可能な照射部２０３は、位相が制御可能であれば、どのような構成であってもよい。ここでの位相の制御は、位相を特定の位相に設定することも含むと考えてもよい。

【０１１９】

本実施の形態のマイクロ波処理装置１ａは、２以上の照射部２０３が照射するマイクロ波の位相を制御して、２以上の照射部２０３が照射するマイクロ波が発熱部材３０において強めあう第一のマイクロ波照射と、２以上の照射部２０３が照射するマイクロ波が処理対象物２において強めあう第二のマイクロ波照射とを行なうものである。例えば、マイクロ波処理装置１ａは、後述する制御手段５１等によって、個々の照射部２０３が照射するマイクロ波の位相を制御することで、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを行なう。マイクロ波が強めあう、ということは、例えば、マイクロ波の強度が強めあうことである。例えば、マイクロ波が強めあう、ということは、マイクロ波の電界強度が強めあうことであってもよく、磁界強度が強めあうことであっても良く、その両方であってもよい。例えば、マイクロ波処理装置１ａは、制御手段５１等を用いて、２以上の照射部が照射するマイクロ波の位相を制御して、それぞれから照射されるマイクロ波の位相が所望の位置で干渉により強めあうようにする。例えば、マイクロ波処理装置１ａは、制御手段５１等を用いて、２以上の照射部が照射するマイクロ波の位相を制御して、それぞれから照射されるマイクロ波の位相が所望の位置で同位相となるようにすることで、マイクロ波を強めあうようにする。マイクロ波を所望の位置で強めあうようにすることは、マイク

ロ波を所望の位置で集中させることと考えてもよい。また、マイクロ波処理装置１ａは、所望の位置で干渉により強めあわないにすることで、マイクロ波を強めないようにする。また、マイクロ波処理装置１ａは、所望の位置で同位相とならない、例えば、逆移相となるようにすることで、マイクロ波を強めないようにする。複数の位置から照射されるマイクロ波が所望の位置において強めあうようにするためには、照射部２０３が照射するマイクロ波がいずれも同じ周波数とした場合、例えば、所望の位置と、マイクロ波を照射するそれぞれの位置との距離を、マイクロ波の波長で除算し、その余りをマイクロ波の波長で除算して２πを乗算した値だけ基準となる位相に対して進めるように設定してもよい。ただし、どのように、所望の箇所で同位相となるようマイクロ波の位相を制御するかは問わない。なお、マイクロ波の位相を制御してマイクロ波の強度を所望の位置で高める処理等については、例えば、特開２０１７－２１２２３７号公報等により公知であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

【０１２０】

２以上の照射部２０３が照射するマイクロ波の位相を制御して行なわれる第一のマイクロ波照射は、例えば、処理対象物２の所望の位置においてマイクロ波が強めあわず、発熱部材３０の、この所望の位置の周囲の１以上の部分において、マイクロ波が強めあうように位相を制御したマイクロ波を、容器１０ｃ内の複数の位置から照射することである。処理対象物２の所望の位置の周囲の１以上の部分とは、処理対象物２の伸びる方向または処理対象物２の移動方向に対して垂直方向に位置する１以上の部分である。処理対象物２の所望の位置は、例えば、処理対象物２の移動経路２ａ上の所望の位置である。かかることは以下においても同様である。また、ここでの第一のマイクロ波照射は、例えば、処理対象物２の所望の位置におけるマイクロ波の強度よりも、発熱部材３０の、この所望の位置の周囲の１以上の部分におけるマイクロ波の強度が高くなるよう、位相を制御したマイクロ波を、容器１０ｃ内の複数の位置から照射することであってもよい。所望の位置の周囲の１以上の部分とは、例えば、発熱部材３０の、処理対象物２の移動経路２ａ上の所望の位置において、移動経路２ａの進行方向に垂直に交わる仮想面と交わる部分の１以上の部分である。また、ここでの第一のマイクロ波照射は、例えば、処理対象物２の所望の位置においてマイクロ波が強めあうよう、容器１０ｃ内の複数の位置から位相を制御したマイクロ波を照射し、発熱部材３０の、この所望の位置の周囲の１以上の部分においてマイクロ波が強めあうよう、容器１０ｃ内の、上記の複数の位置とは異なる複数の位置から位相を制御したマイクロ波を照射するとともに、発熱部材３０において強めあうよう位相を制御して出力されるマイクロ波の出力を、処理対象物２において強めあうよう位相を制御して出力されるマイクロ波の出力よりも高くすることであってもよい。

【０１２１】

また、２以上の照射部２０３が照射するマイクロ波の位相を制御して行なわれる第二のマイクロ波照射は、例えば、処理対象物２の所望の位置においてマイクロ波が強めあい、発熱部材３０の、この所望の位置の周囲において、マイクロ波が強め合わないように位相を制御したマイクロ波を、容器１０ｃ内の複数の位置から照射することである。また、ここでの第一のマイクロ波照射は、例えば、処理対象物２の所望の位置におけるマイクロ波の強度が、発熱部材３０の、この所望の位置の周囲の１以上の部分におけるマイクロ波の強度よりも高くなるよう、位相を制御したマイクロ波を、容器１０ｃ内の複数の位置から照射することであってもよい。また、ここでの第二のマイクロ波照射は、例えば、処理対象物２の所望の位置においてマイクロ波が強めあうよう、容器１０ｃ内の複数の位置から位相を制御したマイクロ波を照射し、発熱部材３０の、この所望の位置の周囲の１以上の部分においてマイクロ波が強めあうよう、容器１０ｃ内の、上記の複数の位置とは異なる複数の位置から位相を制御したマイクロ波を照射するとともに、発熱部材３０において強めあうよう位相を制御して出力されるマイクロ波の出力よりも、処理対象物２において強めあうよう位相を制御して出力されるマイクロ波の出力を高くすることであってもよい。

【０１２２】

なお、ここでの第一のマイクロ波照射を行なってマイクロ波を強め合わせる位置と強め

合わせる箇所数や、第二のマイクロ波照射を行なってマイクロ波を強め合わせる位置と、強め合わせる箇所数等は問わない。これらの位置や箇所数は、処理対象物２等に応じて行なわれる実験結果やシミュレーション結果等に応じて適宜設定するようにしてもよい。

【０１２３】

また、第一のマイクロ波照射を行なう２以上の照射部２０３と、第二のマイクロ波照射を行なう２以上の照射部２０３とは、同じ照射部２０３であってもよく、異なる照射部２０３であってもよく、一部だけが同じである照射部２０３であってもよい。第一のマイクロ波照射を行なう２以上の照射部２０３が照射するマイクロ波と、第二のマイクロ波照射を行なう２以上の照射部２０３が照射するマイクロ波とは、同じ周波数であってもよく、異なる周波数であってもよい。

【０１２４】

１または２以上のセンサ４０は、例えば、上記実施の形態のセンサと同様のものである。各センサ４０は、例えば、容器１０ｃ内の、第一のマイクロ波照射が行なわれる場所の近傍や、第二のマイクロ波照射が行なわれる場所の近傍に設置される。

【０１２５】

搬送手段６０については、上記実施の形態と同様であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

【０１２６】

制御手段５１は、マイクロ波照射手段２１が複数の位置から照射するマイクロ波の位相をそれぞれ制御する。複数の位置から照射するマイクロ波の位相を制御する、ということは、基準になる１以上のマイクロ波の位相は制御せず、他のマイクロ波の位相を制御することも含む概念と考えてもよい。制御手段５１は、上記のように、処理対象物２の移動経路２ａ上の１または２以上の所望の位置において第一のマイクロ波照射が行なわれ、処理対象物２の移動経路２ａ上の、第一のマイクロ波照射が行なわれる位置を除いた１または２以上の所望の位置において第二のマイクロ波照射が行なわれるよう、マイクロ波照射手段２１が照射するマイクロ波の位相を制御する。例えば、このような第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とが行なわれるよう複数の照射部２０３がそれぞれ照射するマイクロ波の位相を制御する。また、制御手段５１は、マイクロ波照射手段２１が複数の位置から照射するマイクロ波の出力を個別に制御してもよい。例えば、制御手段５１は、各照射部２０３が照射するマイクロ波の出力を個別に制御してもよい。例えば、制御手段５１は、所望の位置に第一のマイクロ波照射を行なう照射部２０３の出力を、この所望の位置近傍に配置されたセンサ４０が出力する温度の情報等に応じてフィードバック制御する。また、例えば、制御手段５１は、所望の位置に第二のマイクロ波照射を行なう照射部２０３の出力を、この所望の位置近傍に配置されたセンサ４０が出力する温度の情報等に応じてフィードバック制御する。ただし、フィードバック制御以外の制御を行なっても良い。

【０１２７】

なお、１または２以上の所望の位置においてマイクロ波が強めあうよう、各照射部２０３の位相を一旦設定した後、変更が不要である場合や、各照射部２０３の位相の設定を手動で行なう場合等においては、制御手段５１により照射部２０３が照射する位相を制御しないにしてもよく、位相を制御するための制御手段は設けないようにしてよい。

【０１２８】

次に、本実施の形態のマイクロ波処理装置１ａの動作について具体例を挙げて説明する。ここでは、マイクロ波処理装置１ａを用いて、処理対象物２であるＰＡＮ系前駆体繊維の耐炎化処理を行なう場合を例に挙げて説明する。なお、ここでは説明を簡略化するために、図５（ａ）に示したマイクロ波処理装置１ａを用いて説明を行なう。

【０１２９】

ここでは、処理対象物２が搬送手段６０によって移動経路２ａに沿って移動しているものとし、図５に示す処理対象物２の移動経路２ａ上の地点Ａに対して、第一のマイクロ波照射が行なわれ、地点Ｂに対して、第二のマイクロ波照射が行なわれているとする。具体

的には、制御手段５１は複数の照射部２０３を制御して、複数の照射部２０３に、処理対象物２の移動経路２ａ上の地点Ａにおいてマイクロ波が強めあわず、地点Ａの周囲の発熱部材３０の１以上の部分において、マイクロ波が強めあうように位相を制御したマイクロ波を照射させる。ここでは、例えば、複数の照射部２０３のうちの、入口１０１ａ側に取付けられた半数から、地点Ａにおいて強め合うようマイクロ波が照射させていたとする。つまり、複数の照射部２０３のうちの、入口１０１ａ側に取付けられた半数によって、第一のマイクロ波照射が行なわれていたとする。また、制御手段５１は複数の照射部２０３を制御して、複数の照射部２０３に、処理対象物２の移動経路２ａ上の地点Ａにおいてマイクロ波が強めあい、地点Ａの周囲の発熱部材３０の１以上の部分において、マイクロ波が強めあわないように位相を制御したマイクロ波を照射させる。ここでは、例えば、複数の照射部２０３のうちの、出口１０１ｂ側に取付けられた半数から、地点Ｂにおいて強め合うようマイクロ波が照射させていたとする。つまり、複数の照射部２０３のうちの、出口１０１ｂ側に取付けられた半数によって、第二のマイクロ波照射が行なわれていたとする。なお、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射は、上記の地点Ａおよび地点Ｂ以外の部分においても行なわれているようにしてもよい。

【０１３０】

第一のマイクロ波照射を行なっていることにより、地点Ａにおいては、図５（ｂ）に示すように、発熱部材３０の複数の地点（ここでは、一例として四点）において、マイクロ波が強めあう箇所３５が発生する。そして、この箇所３５で強めあうマイクロ波によって、発熱部材３０が発熱し、発熱部材３０の輻射熱によって、処理対象物２が外側から加熱される。なお、地点Ａにおいて、処理対象物２も、複数の照射部２０３から照射される複数のマイクロ波が完全に打ち消し合って「０」とならない限りは、マイクロ波によって直接加熱される。ただし、複数のマイクロ波が強めあう箇所ではないため、発熱量は小さい。

【０１３１】

また、第二のマイクロ波照射を行なっていることにより、地点Ｂにおいては、図５（ｃ）に示すように、処理対象物２においてマイクロ波が強めあう箇所３５が発生する。そして、この箇所３５で強めあうマイクロ波によって、処理対象物２が直接加熱される。なお、地点Ｂの周りの発熱部材３０においても、複数の照射部２０３から照射される複数のマイクロ波が完全に打ち消し合って「０」とならない限りは、マイクロ波によって発熱し、この発熱によって、処理対象物２は外側からも加熱される。ただし、複数のマイクロ波が強めあう箇所ではないため、発熱量は小さい。

【０１３２】

地点Ａ近傍に配置されたセンサ４０が取得する温度によって、制御手段５１が、第一のマイクロ波照射を地点Ａに対して行なう複数の照射部２０３の出力をフィードバック制御することで、地点Ａの周囲の発熱部材３０において強めあうマイクロ波の出力を増減して、地点Ａにおいて、処理対象物２に対して所望の温度による加熱を行なうことができる。また、地点Ｂ近傍に配置されたセンサ４０が取得する温度によって、制御手段５１が、第一のマイクロ波照射を地点Ｂに対して行なう複数の照射部２０３の出力をフィードバック制御することで、処理対象物２の地点Ｂにおいて強めあうマイクロ波の出力を増減して、地点Ｂにおいて、処理対象物２に対して所望の温度による加熱を行なうことができる。

【０１３３】

例えば、上記実施の形態において説明したように、処理対象物２の発熱のピークとなる位置やその近傍において、上記の地点Ａと同様に、周囲の発熱部材３０においてマイクロ波が強めあい、処理対象物２において強めあわないように位相を制御して第一のマイクロ波照射を行なうことで、処理対象物２が発熱のピークに達した場合の急激な加熱を避けて、処理対象物２を適切に処理することが可能となる。また、他の位置においては、例えば、処理対象物２においてマイクロ波が強めあうようマイクロ波を照射することで、処理対象物２を主としてマイクロ波による直接加熱によって効率良く加熱することができ、処理速度を向上させることができる。また、他の位置においては、例えば、処理対象物２においてマイクロ波が強めあうようにしたり、発熱部材３０においてマイクロ波が強めあうよ

うにしたりすることで、移動する処理対象物２に対し、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを適切に切替えて行なって、処理対象物２に対して均等な加熱や、所望の加熱を行なうことができる。

【０１３４】

なお、この具体例における複数の照射部２０３の配置は一例であり、複数の照射部２０３の配置や数等は問わない。

また、容器１０ｃ内の処理対象物２の移動経路２ａに対する、地点Ａのような発熱部材３０においてマイクロ波が強めあうような地点や、地点Ｂのような処理対象物２においてマイクロ波が強めあうような地点や、地点Ｃのような発熱部材３０と処理対象物２との両方でマイクロ波が強めあうような地点のそれぞれの設定数や、それぞれの配置は問わない。マイクロ波処理装置１ａにおいては、例えば、移動経路２ａに対して、発熱部材３０においてマイクロ波が強めあうような地点と、処理対象物２においてマイクロ波が強めあうような地点とが、それぞれ少なくとも１以上、移動経路２ａに対して設定されればよい。

【０１３５】

以上、本実施の形態によれば、マイクロ波照射手段２１が異なる位置から照射する複数のマイクロ波の位相を制御して、２以上のマイクロ波が発熱部材３０において強めあう第一のマイクロ波照射と、２以上のマイクロ波が処理対象物２において強めあう第二のマイクロ波照射とを行なうようにしたことにより、マイクロ波を用いて処理対象物２を適切に処理することができる。例えば、マイクロ波によって発熱させた発熱部材による処理対象物の外側からの加熱と、マイクロ波によって処理対象物を直接加熱との組み合わせや比率を制御して、適切な加熱を行なうことができる。

【０１３６】

なお、上記においては、センサ４０が取得する温度の情報等に応じて、照射するマイクロ波の出力をフィードバック制御するようにしたが、１以上のセンサ４０が取得する温度の情報に応じて、マイクロ波照射手段２１が照射するマイクロ波の位相を制御して、第一のマイクロ波照射や第二のマイクロ波照射によってマイクロ波が強めあう位置を、処理対象物２の移動経路２ａに沿って移動させることで、処理対象物２に対する加熱を制御してもよい。例えば、上記において、地点Ｂのセンサ４０が取得した温度が高い場合に、地点Ｂの位置を、出口側に移動させることで、第二のマイクロ波照射による加熱を行なうタイミングを遅らせるようにしてもよい。

【０１３７】

また、上記において、処理対象物２の移動経路２ａ上の同じ位置において、発熱部材３０において強めあうようマイクロ波を照射する第一のマイクロ波照射と、処理対象物２において強めあうようマイクロ波を照射する第二のマイクロ波照射とを、同時に行なうようにしてもよい。また、この場合、第一のマイクロ波照射のマイクロ波の出力と、第二のマイクロ波照射のマイクロ波の出力とを異なる出力しても良い。

【０１３８】

また、上記実施の形態においては、処理対象物２を容器１０ｃ内において移動させる場合を例に挙げて説明したが、処理対象物２を、容器１０ｃ内において移動させないようにするとともに、容器１０ｃ内に照射される複数のマイクロ波の位相を制御することで、発熱部材３０における第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が強めあう位置と、処理対象物２における第二のマイクロ波照射によってマイクロ波が強めあう位置とを経時的に移動させることで、発熱部材３０が加熱される位置と、処理対象物２が直接加熱される位置とを、経時的に変更するようにしてもよい。このようにすることで、例えば、処理対象物２に対して適切な加熱を行なうことができる。

【０１３９】

なお、上記実施の形態において、マイクロ波照射手段２１が複数の照射部２０３から照射するマイクロ波の位相を制御した場合に、照射部２０３が照射するマイクロ波の強度が発熱部材３０において強くなる第一のマイクロ波照射位置と、照射部２０３が照射するマイクロ波の強度が処理対象物２において強くなる第二のマイクロ波照射位置とが、処理対

象物２の移動経路２ａに沿って設けられるように、容器１０ｃを設計することが好ましい。
【０１４０】
また、上記実施の形態において、マイクロ波照射手段２１が複数の照射部２０３から照射するマイクロ波の位相を制御しないようにしてもよい。例えば、マイクロ波照射手段２１がマイクロ波を照射する１以上の照射部２０３を備えている場合において、各照射部２０３が照射するマイクロ波の位相を制御する代りに、容器１０ｃの設計によって、照射部２０３が照射するマイクロ波の強度が発熱部材３０において強くなる第一のマイクロ波照射位置と、照射部２０３が照射するマイクロ波の強度が処理対象物２において強くなる第二のマイクロ波照射位置とが、処理対象物２の移動経路２ａに沿って設けられるようにしてもよい。
【０１４１】
（変形例）
なお、上記実施の形態２のマイクロ波処理装置１ａにおいて、容器１０ｃ内に、上記実施の形態１と同様に処理対象物２の移動経路２ａに沿って部分的に１または２以上の発熱部材３０を設けるようにし、異なる位置からマイクロ波を照射する２以上の照射部２０３がそれぞれ照射するマイクロ波の位相を制御手段５１等により制御して、照射部２０３が照射するマイクロ波の強度が発熱部材３０において強くなる第一のマイクロ波照射位置と、照射部２０３が照射するマイクロ波の強度が処理対象物の発熱部材が設けられていない部分において強くなる第二のマイクロ波照射位置と、照射部２０３が照射するマイクロ波の強度が処理対象物２の発熱部材が設けられている部分において強くなる第三のマイクロ波照射位置とが設けられるようにしてもよい。
【０１４２】
図７（ａ）は、このようなマイクロ波処理装置１ａの変形例の一例を説明するための、処理対象物の移動方向に平行な断面模式図である。このマイクロ波処理装置１ａは、実施の形態２のマイクロ波処理装置１ａにおいて、容器１０ｃ内に、処理対象物２の移動経路２ａに沿って部分的に、処理対象物２を覆うように２つの発熱部材である発熱部材３０ｄおよび３０ｅを予め決められた間隔を隔てて設置するとともに、マイクロ波照射手段２１が、２以上の照射部２０３として、異なる位置からマイクロ波を照射する３つの照射部２０３ａと、３つの照射部２０３ｂと、３つの照射部２０３ｃとを備えたものである。３つの照射部２０３ａ、３つの照射部２０３ｂ、および３つの照射部２０３ｃのそれぞれは、上記照射部２０３と同様に容器１０ｃに取付けられている。発熱部材３０ｄおよび３０ｅは、発熱部材が設けられていない領域を挟んで配置されていると考えてもよい。ここでは、容器１０ｃの入口側から順に、３つの照射部２０３ａ、３つの照射部２０３ｂ、および３つの照射部２０３ｃが、処理対象物２０の移動経路に沿って配置されている例を示しているが、これらの配置は上記の配置に限定されるものではない。例えば、各照射部２０３は、位相を制御することで、マイクロ波の強度が所望の１以上の位置で強めあうことが可能となる位置には位置される。なお、図において、センサおよび制御手段等は省略している。
【０１４３】
図７（ｂ）～図７（ｄ）は、マイクロ波強度が高くなる位置を説明するための、図７（ａ）に示したマイクロ波処理装置の発熱部材３０ｄおよび発熱部材３０ｅと、その近傍を示す模式図である。
【０１４４】
例えば、図７（ａ）に示すマイクロ波処理装置１ａにおいて、処理対象物２の移動方向における発熱部材３０ｄが設けられている位置４００ａにおいてマイクロ波の強度が強くなるよう、３つの照射部２０３ａがそれぞれ照射するマイクロ波の位相を制御し、処理対象物２の移動方向における発熱部材３０ｅが設けられていない発熱部材３０ｄと３０ｅとの間の位置４００ｂにおいては、処理対象物２においてマイクロ波の強度が強くなるよう、３つの照射部２０３ｂがそれぞれ照射するマイクロ波の位相を制御し、処理対象物２の移動方向における発熱部材３０ｄが設けられている位置４００ｃにおいては、発熱部材３

０の内部に位置する処理対象物の部分においてマイクロ波の強度が強くなるよう、３つの照射部２０３ｃがそれぞれ照射するマイクロ波の位相を制御する。ここでは、位置４００ａと位置４００ｃとの処理対象物２の移動経路２ａに沿った方向における位置が異なる位置であるとする。また、ここでは、位置４００ｃは位置４００ａに対して、部材３０ｅ側に位置するように位相を制御するが、位置４００ａは位置４００ｃに対して、部材３０ｅ側に位置するように位相を制御してもよい。位相の制御は、例えば、制御手段５１と同様の制御手段を用いて行う。

【０１４５】

マイクロ波照射手段２１が上記のようにマイクロ波を照射した場合、図７（ｂ）に示すように、位置４００ａと、位置４００ｂと、位置４００ｃとがマイクロ波の強度が高い位置となる。これにより、位置４００ａにおいては、発熱部材３０ｄが強く加熱され、位置４００ｂおよび位置４００ｃにおいては、処理対象物２が強く加熱される。なお、位置４００ｂは、発熱部材３０ｄ内側の、処理対象物２と重なる位置であるとする。ここでの、位置４００ａが第一のマイクロ波照射位置、位置４００ｂが第二のマイクロ波照射位置、位置４００ｃおよびその近傍が第三のマイクロ波照射位置に相当する。なお、ここでの位置は、領域と考えてもよい。

【０１４６】

このように、マイクロ波の強度が高くなる位置を、発熱部材３０が設けられている部分と、処理対象物２の発熱部材３０が設けられていない部分と、処理対象物２の発熱部材３０が設けられている部分（例えば、処理対象物２の発熱部材３０の内側に位置する部分）とすることで、例えば、処理対象物２に対して所望の加熱を行うことが可能となる。

【０１４７】

なお、上記において、３つの照射部２０３ａがそれぞれ照射するマイクロ波の位相と、３つの照射部２０３ｃがそれぞれ照射するマイクロ波の位相と、をそれぞれ制御することによって、図７（ｃ）に示すように、第一のマイクロ波照射位置である位置４００ａと、第三のマイクロ波照射位置である位置４００ｃとの、処理対象物の移動経路２ａに沿った方向における位置が同じ位置となるように、マイクロ波を照射するようにしてもよい。

【０１４８】

また、上記において、３つの照射部２０３がそれぞれ照射するマイクロ波の位相と、３つの照射部２０３ｃがそれぞれ照射するマイクロ波の位相と、をそれぞれ制御することによって、第一のマイクロ波照射位置である位置４００ａと、第三のマイクロ波照射位置である位置４００ｃとが、異なる発熱部材３０が設けられている部分に位置するようにしても良い。例えば、図７（ｄ）に示すように、第一のマイクロ波照射位置である位置４００ａが、発熱部材３０ｄに位置し、第二のマイクロ波照射位置である位置４００ｃが、発熱部材３０ｅに位置するようにしてもよい。

【０１４９】

なお、上記においては、発熱部材３０が２つである場合を例に挙げて説明したが、図７（ｂ）や図７（ｃ）のように、第一のマイクロ波照射位置と、第三のマイクロ波照射位置とを同じ発熱部材３０が設けられている部分に配置する場合、発熱部材３０は、１以上であればよい。また、２以上の発熱部材３０のうちの少なくとも一部の長さや材質等は同じであっても良く、異なっていても良い。

【０１５０】

また、図７（ｃ）のように、第一のマイクロ波照射位置と、第三のマイクロ波照射位置とを異なる発熱部材３０が設けられている部分に配置する場合、発熱部材３０は、２以上であればよい。

【０１５１】

また、第一のマイクロ波照射位置が配置される発熱部材３０と、第二のマイクロ波照射位置が配置される処理対象物２の発熱部材が設けられていない領域とは、図７（ｂ）のように、隣り合っていても良く、隣り合わなくてもよい。

【０１５２】

また、第一のマイクロ波照射位置である位置４００ａと、第三のマイクロ波照射位置である位置４００ｃとが、異なる発熱部材３０が設けられている部分に位置しているようにする場合、第一のマイクロ波照射位置と、第三のマイクロ波照射位置とは、発熱部材が設けられていない領域を一つだけはさんで隣り合う発熱部材３０であってもよく、発熱部材が設けられていない領域を２つ以上はさんで隣り合う発熱部材３０であってもよい。

【０１５３】

また、照射部２０３ａの数は、２以上であれば、その数は問わない。かかることは、照射部２０３ｂおよび照射部２０３ｃについても同様である。また、２以上の照射部２０３ａと２以上の照射部２０３ｂとの少なくとも一部を同じ照射部で実現しても良い。すなわち、２以上の照射部２０３ａの少なくとも一部を、２以上の照射部２０３ｂの少なくとも一部としても用いるようにして、照射部２０３ａの少なくとも一部と、照射部２０３ｂの少なくとも一部とを共用しても良い。かかることは、２以上の照射部２０３ａと２以上の照射部２０３ｃとの少なくとも一部、２以上の照射部２０３ｂと２以上の照射部２０３ｃとの少なくとも一部についても同様である。また、同様に、２以上の照射部２０３ａと２以上の照射部２０３ｂと、２以上の照射部２０３ｃとの少なくとも一部を同じ照射部で実現しても良い。すなわち、２以上の照射部２０３ａの少なくとも一部を、２以上の照射部２０３ｂの少なくとも一部としても用いるとともに、２以上の照射部２０３ｃの少なくとも一部としても用いるようにしてもよい。また、マイクロ波照射手段２１は、２以上の第一の照射部２０３ａで構成される組を複数有していても良い。かかることは、第二の照射部２０３ｂおよび第三の照射部２０３ｃについても同様である。

【０１５４】

また、マイクロ波処理装置１ｂ内に第一のマイクロ波照射位置が複数配置されるよう、マイクロ波照射手段２１が位相を制御したマイクロ波を照射しても良い。かかることは、第二のマイクロ波照射位置、および第三のマイクロ波照射位置についても同様である。また、１つの発熱部材３０に、第一のマイクロ波照射位置が複数配置されるように、マイクロ波照射手段２１が位相を制御したマイクロ波を照射しても良い。かかることは、第二のマイクロ波照射位置、および第三のマイクロ波照射位置についても同様である。

【０１５５】

なお、上記においては、照射部２０３が照射するマイクロ波の位相を制御することで、上記のように第一～第三のマイクロ波照射位置を配置するようにしたが、容器１０ｃ等の設計により、上記のように第一～第三のマイクロ波照射位置を配置するようにしてもよい。この場合、マイクロ波照射手段２１が有する照射部２０３は１以上であればよい。なお容器１０ｃ等の設計は、マイクロ波が照射されるキャビティ設計等と考えてもよい。容器１０ｃ等の設計は、照射部２０３の配置等も含めた設計と考えてもよい。

【０１５６】

（実施の形態３）

図６は、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置を説明するための、処理対象物の移動方向に平行な断面図（図６（ａ））、図６（ａ）の点Ａを通る長手方向に垂直な断面模式図（図６（ｂ））、点Ｂを通る長手方向に垂直な断面模式図（図６（ｃ））、および点Ｃを通る長手方向に垂直な断面模式図（図６（ｄ））である。本実施の形態のマイクロ波処理装置１ｂは、マイクロ波照射手段２２が異なる周波数のマイクロ波を照射することで、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを行なうようにしたものである。

【０１５７】

マイクロ波処理装置１ｂは、容器１０ｄと、マイクロ波照射手段２２と、発熱部材３０と、１または２以上のセンサ４０と、制御手段５２と、搬送手段６０とを備えている。

【０１５８】

容器１０ｄは、マイクロ波照射手段２２が有する照射部が取付けられることを除けば、上記実施の形態において図１に示した容器１０と同様のものである。また、容器１０ｄとしては、上記実施の形態において説明したような容器が利用可能であり、例えば、複数のキャビティを有する容器等も利用可能である。

【０１５９】
容器１０ｄ内には、一本の筒形状の発熱部材３０が処理対象物２の移動経路２ａに沿って設けられている場合について説明する。ただし、発熱部材３０は複数であってもよい。なお、発熱部材３０としては、上記実施の形態において説明した発熱部材３０と同様のものが利用可能である。
【０１６０】
マイクロ波照射手段２２は、異なる周波数のマイクロ波を照射可能であり、異なる周波数のマイクロ波を照射することで、上述したような第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを行なう。例えば、マイクロ波照射手段２２は、発熱部材３０の発熱が、処理対象物２の発熱よりも大きくなる周波数のマイクロ波を照射する第一のマイクロ波照射と、処理対象物２の発熱が、発熱部材３０の発熱よりも大きくなる周波数のマイクロ波を照射する第二のマイクロ波照射と、を行なう。例えば、マイクロ波照射手段２２は、発熱部材３０で吸収されたマイクロ波が、発熱部材３０を透過したマイクロ波よりも大きくなる周波数のマイクロ波を照射する第一のマイクロ波照射と、発熱部材３０で吸収されたマイクロ波が、発熱部材３０を透過したマイクロ波よりも小さくなる周波数のマイクロ波を照射する第二のマイクロ波照射と、を行なう。マイクロ波照射手段２２がこのような第一のマイクロ波照射において照射するマイクロ波の周波数を、以下、第一の周波数と称す。また、マイクロ波照射手段２２がこのような第二のマイクロ波照射において照射するマイクロ波の周波数を、以下、第二の周波数と称す。
【０１６１】
例えば、発熱部材３０を透過するマイクロ波は、照射するマイクロ波の周波数に依存している。例えば、複素誘電率がε'＝１００、ε"＝１０であるような発熱部材３０を用いた場合、発熱部材３０内に侵入したマイクロ波の電力が半分となるような電力半減深度は、９１５ＭＨｚなら３６．３ｍｍ、２．４５ＧＨｚなら１３．６ｍｍとなる。そのため発熱部材３０の厚さを適切な厚さに設定すれば、例えば、２．４５ＧＨｚのマイクロ波を照射した場合、マイクロ波の半分以上、好ましくは大部分は発熱部材３０に吸収され、炭素繊維の前駆体繊維等の処理対象物２にまではマイクロ波が届かなくなる一方、９１５ＭＨｚのマイクロ波を照射した場合、照射したマイクロ波の半分以上、好ましくは大部分を、発熱部材３０を透過させて、炭素繊維の前駆体繊維にマイクロ波を照射することが可能となる。なお、ここでの発熱部材３０の厚さは、発熱部材３０の加熱媒体３０１の厚さと考えてもよい。このため、第一のマイクロ波照射において、発熱部材３０に対して、この発熱部材３０を透過したマイクロ波よりも、発熱部材３０で吸収されたマイクロ波が大きくなる電力半減深度となる周波数のマイクロ波を照射することで、第一のマイクロ波照射で発熱部材３０を加熱することができるとともに、第二のマイクロ波照射において、発熱部材３０に対して、この発熱部材を透過したマイクロ波よりもこの発熱部材３０で吸収されたマイクロ波のが小さくなる電力半減深度となる周波数のマイクロ波を照射して、この発熱部材３０を透過したマイクロ波を処理対象物２に照射することにより、第二のマイクロ波照射で発熱部材の内側の処理対象物２を加熱することができる。
【０１６２】
例えば、電気抵抗率が２．８×１０$^{-8}$Ωｍであるようなアルミニウム等を発熱部材３０（例えば、発熱部材３０の加熱媒体３０１）として用いた場合、発熱部材３０内に侵入したマイクロ波の電界強度が１／ｅとなるような表皮深さは、周波数が９１５ＭＨｚならば２．２μｍ、２．４５ＧＨｚなら１．３μｍである。そのため発熱部材３０の厚さ（例えば、発熱部材３０の加熱媒体３０１の厚さ）を、例えば、百ｎｍ単位程度でコントロールすれば、第一の周波数を２．４５ＧＨｚとした第一のマイクロ波照射ではマイクロ波の大部分が発熱部材３０に吸収され、炭素繊維の前駆体等の処理対象物２までマイクロ波が届かないようにできる一方、第二の周波数を９１５ＭＨｚとした第二のマイクロ波照射では発熱部材３０で大部分のマイクロ波を吸収させないようにして、処理対象物２にマイクロ波を照射して、処理対象物２を加熱することが可能となる。なお、上記の複素誘電率の虚部ε"は、比誘電損失とも呼ばれる場合がある。

【０１６３】
マイクロ波照射手段２２は、例えば、処理対象部２が移動している場合において、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射と、を、処理対象物２の移動経路２ａの異なる位置に対して行なうようにしても良い。また、マイクロ波照射手段２２は、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを、処理対象物２の移動経路２ａの同じ位置に対して同時に行なうようにしても良い。また、マイクロ波照射手段２２は、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを、処理対象物２の移動経路２ａの同じ位置に対して切替えて行なうようにしてもよい。また、マイクロ波照射手段２２は、照射する各周波数のマイクロ波の出力を変更してもよい。
【０１６４】
マイクロ波照射手段２２は、例えば、照射するマイクロ波の周波数を変更可能な１以上の照射部（図示せず）を有しており、出力する周波数を変更することで、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを切替えて行なっても良い。また、マイクロ波照射手段２２は、第一のマイクロ波照射を行なうための第一の周波数のマイクロ波を照射する１以上の照射部（以下、第一周波数照射部２０４と称す）と、第二のマイクロ波照射を行なうための、第一の周波数とは異なる第二の周波数のマイクロ波を照射する１以上の照射部（以下、第二周波数照射部２０５と称す）と、をそれぞれ有するようにし、これらが照射する異なる周波数のマイクロ波を照射することで、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを行なっても良い。以下、本実施の形態においては、１以上の第一周波数照射部２０４を用いて第一のマイクロ波照射を行ない、１以上の第二周波数照射部２０５を用いて第二のマイクロ波照射を行なう場合を例に挙げて説明する。
【０１６５】
第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５は、例えば、容器１０ｄの壁面の異なる位置に設けられた開口部１０２に取付けられて、容器１０ｄ内にマイクロ波を照射する。第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５は、処理対象物２の移動経路の異なる位置にマイクロ波を照射するよう配置されていてもよく、同じ位置にマイクロ波を照射するように配置されていてもよい。
【０１６６】
図６においては、第一周波数照射部２０４の一つが、照射する第一の周波数のマイクロ波が地点Ａを含む領域に照射されるよう容器１０ｄに取付けられており、第二周波数照射部２０５の一つが、照射する第一の周波数のマイクロ波が地点Ｂを含む領域に照射されるよう容器１０ｄに取付けられており、第一周波数照射部２０４の一つと第二周波数照射部２０５の一つとが、地点Ｃを含む領域に、それぞれ、第一の周波数のマイクロ波と第二の周波数のマイクロ波とを照射するよう取付けられている例について説明している。例えば、第一周波数照射部２０４が、地点Ａと地点Ｃの情報に、また、第二周波数照射部２０５が地点Ｂの上方と下方とにそれぞれ配置されている例について示している。ただし、第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５を配置する位置や、それぞれの配置される数等は問わない。
【０１６７】
なお、第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５は、上記実施の形態において説明したように、例えば、マイクロ波発振器２００１と、伝送部２００２とを備えている。ただし、第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５は、マイクロ波発振器２００１が発振するマイクロ波の周波数が異なる。照射部２０３が有するマイクロ波発振器２００１としては、半導体型発振器を用いることが好ましい。なお、第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５は、上記以外の構造を有していてもよい。
【０１６８】
１または２以上のセンサ４０は、例えば、上記実施の形態のセンサと同様のものである。ここでは、３つのセンサ４０が、それぞれ、容器１０ｄの、地点Ａ、地点Ｂ、及び地点Ｃにの近傍となる位置、例えば、容器１０ｄの、地点Ａ、地点Ｂ、及び地点Ｃの上方の近傍に配置されている場合を例として示している。

【０１６９】
搬送手段６０については、上記実施の形態と同様であるため、ここでは詳細な説明は省略する。
【０１７０】
制御手段５２は、マイクロ波照射手段２２が有する第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５が照射するマイクロ波の出力を制御する。例えば、制御手段５２は、上記の三つのセンサ４０が取得する処理対象物２の温度の情報に応じて、地点Ａ、地点Ｂ、及び地点Ｃにそれぞれマイクロ波を照射する第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５の出力をフィードバック制御する。ただし、制御はフィードバック制御でなくてもよい。なお、マイクロ波照射手段２２が、照射するマイクロ波の位相を制御可能な複数の照射部（図示せず）を有する場合、制御手段５２は、マイクロ波照射手段２２が有する各照射部が、照射するマイクロ波の周波数をそれぞれ制御してもよい。
【０１７１】
次に、本実施の形態のマイクロ波処理装置１ｂの動作について具体例を挙げて説明する。ここでは、マイクロ波処理装置１ｂを用いて、処理対象物２であるＰＡＮ系前駆体繊維の耐炎化処理を行なう場合を例に挙げて説明する。なお、ここでは説明を簡略化するために、図６に示したマイクロ波処理装置１ｂを用いて説明を行なう。なお、ここでの第一周波数照射部２０４が照射するマイクロ波は、発熱部材３０で吸収されたマイクロ波が、発熱部材３０を透過したマイクロ波よりも大きくなる第一の周波数のマイクロ波であり、第二周波数照射部２０５が照射するマイクロ波は、発熱部材３０で吸収されたマイクロ波が、発熱部材３０を透過したマイクロ波よりも小さくなる第二の周波数のマイクロ波であるとする。また、ここでの発熱部材２０は、照射される第一の周波数のマイクロ波の半分以上、好ましくは大部分を吸収し、照射される第二の周波数のマイクロ波の半分以上、好ましくは大部分を吸収せずに透過させる厚さを有するものであるとする。
【０１７２】
例えば、搬送手段６０により、処理対象物２が搬送されている状態において、第一周波数照射部２０４から、常時、第一の周波数のマイクロ波１６を照射し、第二周波数照射部２０５から、常時、第二の周波数のマイクロ波１７を照射する。なお、ここでは、第一周波数照射部２０４が照射するマイクロ波１６の出力および第二周波数照射部２０５が照射するマイクロ波１７の出力は、それぞれの近傍に配置されるセンサ４０が取得する温度の情報に応じて、フィードバック制御されるものとする。
【０１７３】
地点Ａにおいては、第一周波数照射部２０４から、第一の周波数のマイクロ波１６が照射されて、第一のマイクロ波照射が行なわれることとなるため、発熱部材３０でマイクロ波が吸収されやすく、マイクロ波１６が処理対象物２に照射されにくいため、図６（ｂ）に示すように、発熱部材３０の発熱が、処理対象物２の発熱よりも高くなる。これにより、処理対象物２は、発熱部材３０からの輻射熱によって外側から加熱される。なお、発熱部材３０よりも発熱は小さいが、処理対象物２も、照射されるマイクロ波１６の一部によって直接加熱される。
【０１７４】
地点Ｂにおいては、第二周波数照射部２０５から、第二の周波数のマイクロ波１７が照射されて、第二のマイクロ波照射が行なわれることとなるため、発熱部材３０において、マイクロ波が吸収されにくく、透過したマイクロ波１７が処理対象物２に照射されて、図６（ｃ）に示すように、処理対象物２の発熱が、発熱部材３０の発熱よりも高くなる。これにより、処理対象物２は、照射されるマイクロ波１７によって直接加熱される。なお、発熱部材３０も照射されるマイクロ波１７の一部により加熱されるため、発熱部材３０からの輻射熱によって外側から加熱される。
【０１７５】
地点Ｃにおいては、第一周波数照射部２０４から、第一の周波数のマイクロ波１６が照射されて、第一のマイクロ波照射が行なわれるとともに、第二周波数照射部２０５から、

第二の周波数のマイクロ波１７が照射されて、第二のマイクロ波照射が行なわれることとなる。第一の周波数のマイクロ波１６によって、発熱部材３０の発熱が、処理対象物２の発熱よりも高くなる。一方、第二の周波数のマイクロ波１７によって、第二の周波数のマイクロ波１７による処理対象物２の発熱が、発熱部材３０の発熱よりも高くなる。これにより、処理対象物２は、図６（ｄ）に示すように、第一の周波数のマイクロ波１６の照射に応じて発熱部材３０からの輻射熱によって外側から加熱されるとともに、第二の周波数のマイクロ波１７の照射に応じて直接加熱される。

【０１７６】

各地点Ａ～Ｃに照射されるマイクロ波１６および１７の出力は、例えば、それぞれの地点の近傍に設けられたセンサ４０が取得する処理対象物２の温度の情報に応じて、制御手段５２がそれぞれの地点にマイクロ波を照射する第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５の出力を制御することによって、フィードバック制御される。

【０１７７】

なお、地点Ｃに対して、異なる周波数のマイクロ波１６および１７を照射する第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５の出力を個別に変更することで、地点Ｃにおける発熱部材３０の発熱量と、処理対象物２の発熱量との比率を制御することができる。例えば、第一周波数照射部２０４が出力する第一の周波数のマイクロ波１６の出力だけを高くすることで、発熱部材３０の発熱量を処理対象物２の発熱量に対して高くすることができ、第二周波数照射部２０５が出力する第二の周波数のマイクロ波１７の出力だけを高くすることで、処理対象物２の発熱量を発熱部材３０の発熱量に対して高くすることができる。

【０１７８】

例えば、上記実施の形態において説明したように、移動経路２ａにおける処理対象物２の発熱のピークとなる位置やその近傍において、上記の地点Ａと同様に、発熱部材３０の発熱が処理対象物２よりも高くなる第一の周波数のマイクロ波照射を行なうことで、処理対象物２が発熱のピークに達した場合の急激な加熱を避けて、処理対象物２を適切に処理することが可能となる。また、移動経路２ａのこれ以外の他の位置に対しては、例えば、適宜、第一の周波数のマイクロ波を照射したり、第二の周波数のマイクロ波を照射したり、第一の周波数のマイクロ波と第二の周波数のマイクロ波との両方を照射したりすることによって、移動する処理対象物２に対し、第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを適切に組み合わせて行なうことができ、処理対象物２に対して所望の加熱を行なうことができる。

【０１７９】

なお、この具体例における第一周波数照射部２０４と第二周波数照射部２０５との配置等は一例であり、第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５の配置や数等は問わない。マイクロ波処理装置１ｂは、第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５のそれぞれを少なくとも１以上有していればよい。例えば、複数の第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５を容器１０に対して取付けるようにしてもよい。

【０１８０】

また、上記具体例において、地点Ｃと同様に、第一周波数照射部２０４と第二周波数照射部２０５とを、複数の地点のそれぞれに対してマイクロ波を照射する照射部として設けるようにして、この複数の地点のうちの一以上の地点に対して、異なる周波数のマイクロ波を照射するようにしてもよい。また、この場合において、一の地点に対して、第一周波数照射部２０４と第二周波数照射部２０５とのうちの一方だけからマイクロ波を照射することで、いずれか一方の周波数のマイクロ波だけを照射できるようにしてもよく、一の地点に対してマイクロ波を照射する照射部を、第一周波数照射部２０４と第二周波数照射部２０５とで切替えることで、一の地点に対して照射するマイクロ波の周波数を変更できるようにしてもよい。

【０１８１】

また、上記具体例において、第一周波数照射部２０４および第二周波数照射部２０５を

設ける代わりに、周波数を変更可能な複数の照射部（図示せず）を、例えば、移動経路２ａに沿って設けるようにし、それぞれから、それぞれの位置に適した周波数のマイクロ波を照射するようにしてもよい。例えば、図６のような地点Ａ～Ｃの上方に、周波数を変更可能な複数の照射部を配置し、地点Ａおよび地点Ｃの上方の照射部から、第一の周波数のマイクロ波を照射し、地点Ｂの上方の照射部から第二の周波数のマイクロ波を照射するようにしてもよい。このように、第一の周波数のマイクロ波を照射する一の照射部と、第二の周波数のマイクロ波を照射する一の照射部とを、一の照射部により実現してもよい。

【０１８２】

また、この場合、それぞれの照射部から照射されるマイクロ波の周波数を、適宜変更するようにしてもよい。例えば、地点Ｂの上方の照射部から照射されるマイクロ波の周波数を、処理対象物２の材質や太さ、移動速度等に応じて、地点Ｂの上方の照射部から照射されるマイクロ波の周波数を第二の周波数から第一の周波数に変更するようにし、地点Ｃの上方の照射部から照射されるマイクロ波の周波数を、第一の周波数から第二の周波数に変更するようにしてもよい。また、センサ４０が取得する温度の情報等に応じて、各照射部が照射するマイクロ波の周波数を変更してもよい。

【０１８３】

また、１以上のそれぞれの地点に対してマイクロ波を照射する照射部（図示せず）を複数設けるとともに、各照射部を、照射するマイクロ波の周波数を変更可能な照射部とし、それぞれの地点にマイクロ波を照射する複数の照射部のマイクロ波の周波数を異なる周波数とすることで、各地点に対して、異なる周波数のマイクロ波を照射できるようにしてもよい。また、この場合、一の地点に対してマイクロ波を照射する複数の照射部のマイクロ波を同じ周波数のマイクロ波としたり、一の照射部だけがマイクロ波を照射するようにしたりすることで、異なる周波数のマイクロ波を照射する必要がない地点に対しては、一の周波数のマイクロ波だけを照射できるようにしてもよい。

【０１８４】

以上、本実施の形態においては、容器内に異なる周波数のマイクロ波を照射して第一のマイクロ波照射と、第二のマイクロ波照射とを行なうようにしたので、マイクロ波を用いて処理対象物を適切に処理することができる。例えば、マイクロ波によって発熱させた発熱部材による処理対象物の外側からの加熱と、マイクロ波によって処理対象物を発熱させることによる処理対象物の直接加熱とを組み合わせや比率を制御して、適切な加熱を行なうことができる。

【０１８５】

なお、上記実施の形態３において、マイクロ波照射手段２２は、発熱部材３０に対するマイクロ波の損失が、処理対象物２に対する損失よりも大きくなる周波数のマイクロ波を照射する第一のマイクロ波照射と、発熱部材３０に対する損失が、処理対象物２に対する損失よりも小さくなる周波数のマイクロ波を照射する第二のマイクロ波照射とを、上記の第一のマイクロ波照射と第二のマイクロ波照射との代わりに行なうようにしてもよい。ここでのマイクロ波の損失は、マイクロ波による発熱部材３０や、処理対象物２の発熱と考えても良い。マイクロ波の損失は、例えば、比誘電損失等で表すことができる。比誘電損失とは、複素誘電率の虚部ε"である。通常、比誘電損失が大きくなると、マイクロ波照射による発熱が大きくなり、比誘電損失が小さくなると、マイクロ波照射による発熱が小さくなる。このような第一のマイクロ波照射において照射するマイクロ波の周波数を、上述した第一の周波数と考えるようにしてもよい。また、このような第二のマイクロ波照射において照射するマイクロ波の周波数を、上述した第二の周波数と考えるようにしてもよい。なお、ここでの発熱部材３０の比誘電損失は、発熱部材３０の加熱媒体３０１の比誘電損失と考えてもよい。

【０１８６】

なお、上記において、容器１０ｄが複数のキャビティを有するようにし、キャビティ毎に、例えば、第一周波数照射部２０４または第二周波数照射部２０５のいずれか一方を１または２以上取付けるようにして、各キャビティ内に異なる周波数のマイクロ波を照射す

るようにしてもよい。このような構成により、処理対象物２に対して各キャビティ内で異なる周波数のマイクロ波を照射することができ、照射する異なる周波数のマイクロ波の出力等が制御しやすくなる。

【０１８７】

また、上記実施の形態においては、処理対象物を容器内において移動させる場合を例に挙げて説明したが、処理対象物２を容器１０ｄ内に移動させないようにするとともに、容器１０ｄ内に照射されるマイクロ波の周波数を経時的に変更することで、発熱部材３０を加熱するための第一のマイクロ波照射と、処理対象物２を加熱するための第二のマイクロ波照射とを時間単位で切替えて行なうようにして、処理対象物２に対する発熱部材３０からの加熱と、処理対象物２に対するマイクロ波による直接加熱とを、時間単位で切替えて行なうようにしても良い。

【０１８８】

なお、上記実施の形態３においては、マイクロ波照射手段２２が、異なる二つの周波数のマイクロ波を照射する場合について説明したが、マイクロ波照射手段２２が、三以上の異なる周波数のマイクロ波を照射できるようにしてもよい。例えば、マイクロ波照射手段２２が、照射するマイクロ波の周波数が異なる三以上の照射部をそれぞれ一以上有していても良い。また、マイクロ波照射手段２２が、照射するマイクロ波の周波数を変更可能な三以上の照射部を有するようにし、この照射部のうちの三以上が、異なる周波数のマイクロ波を照射するようそれぞれが照射するマイクロ波の周波数を制御するようにしてもよい。また、上記実施の形態において、複数の照射部の共用可能な部分については、共用できるようにしてもよい。

【０１８９】

また、上記実施の形態２において、上記実施の形態３において説明したように、第一のマイクロ波照射を行なう２以上の照射部２０３が、第一の周波数のマイクロ波を照射するようにし、第二のマイクロ波照射を行なう２以上の照射部２０３が、第二の周波数のマイクロ波を照射するようにしてもよい。

【０１９０】

（変形例１）

なお、上記実施の形態３のマイクロ波処理装置１ｂにおいて、容器１０ｄ内に、上記実施の形態１と同様に処理対象物２の移動経路２ａに沿って部分的に１または２以上の発熱部材３０を設けるようにし、マイクロ波照射手段２２が、移動経路２ａの１以上の発熱部材３０が設けられている部分に対してマイクロ波を照射して発熱部材３０を加熱する第一のマイクロ波照射と、移動経路２ａの発熱部材３０が設けられていない１以上の部分に対して、第一のマイクロ波照射とは異なる周波数のマイクロ波を照射して処理対象物を加熱する第二のマイクロ波照射と、を行うようにしてもよい。言い換えれば、マイクロ波照射手段２２が、移動経路２ａの１以上の発熱部材３０が設けられている部分と、移動経路２ａの発熱部材３０が設けられていない１以上の部分とに、異なる周波数のマイクロ波を照射するようにしてもよい。

【０１９１】

なお、この場合において、第一のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の周波数を、発熱部材３０に対する比誘電損失が、処理対象物２に対する比誘電損失よりも大きくなる周波数とすることが好ましい。また、第二のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の周波数は、処理対象物２に対する比誘電損失が、発熱部材３０に対する比誘電損失よりも大きくなる周波数とすることが好ましい。ただし、第二のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の周波数は、処理対象物２に対する比誘電損失が、発熱部材３０に対する比誘電損失よりも大きくならない周波数であってもよい。

【０１９２】

図８（ａ）は、このようなマイクロ波処理装置１ｂの変形例の一例を説明するための模式図である。このマイクロ波処理装置１ｂは、実施の形態３のマイクロ波処理装置１ｂにおいて、容器１０ｄ内に、処理対象物２の移動経路２ａに沿って部分的に、実施の形態２

の変形例において説明したような２つの発熱部材３０である発熱部材３０ｄおよび３０ｅを予め決められた間隔を隔てて設置するとともに、マイクロ波照射手段２２が、照射部２０４および照射部２０５の代わりに、異なる位置から、異なる周波数のマイクロ波を照射する２つの照射部２０６ａおよび照射部２０６ｂを備えるようにしたものである。なお、図８（ａ）においては、容器、センサ、および制御手段等は図示を省略している。図中の実線矢印は、照射部２０６ａおよび照射部２０６ｂが照射するマイクロ波を模式的に示している。

【０１９３】

照射部２０６ａは、図８（ａ）に示すように、発熱部材３０ｄにマイクロ波が照射可能となる位置（例えば、図示しない容器の発熱部材３０ｄの側面に対向する位置）に取付けられ、発熱部材３０ｄに対する比誘電損失が、処理対象物２に対する比誘電損失よりも大きくなる周波数のマイクロ波を出射することで、第一のマイクロ波照射を行う。照射部２０６ｂは、図８（ａ）に示すように、発熱部材３０ｄと発熱部材３０ｅとの間の、発熱部材３０が設けられていない部分に位置する処理対象物２にマイクロ波が照射可能となる位置（例えば、図示しない容器の発熱部材３０ｄと発熱部材３０ｅとの間の発熱部材３０が設けられていない領域に対向する位置）に取付けられ、第一のマイクロ波照射とは異なる周波数のマイクロ波を出射することで第二のマイクロ波照射を行う。照射部２０６ａおよび２０６ｂは、上記のような周波数のマイクロ波を照射可能な、照射部２０４や照射部２０５等と同様の照射部が利用可能である。

【０１９４】

図８（ａ）に示したマイクロ波処理装置１ｂにおいて、照射部２０６ａが第一のマイクロ波照射を行うと、照射されたマイクロ波が発熱部材３０ｄと重なる位置５００ａにおいては、第一のマイクロ波照射に用いられる周波数によって発熱部材３０ｄに対する比誘電損失が、処理対象物２に対する比誘電損失よりも大きくなるため、発熱部材３０ｄの位置５００ａの内側に位置する処理対象物２よりも加熱効率が高くなり、発熱部材３０ｄを効率良く加熱して、内側の処理対象物２を、加熱された発熱部材３０ｄによって外側から効率良く加熱できる。また、発熱部材３０ｄの位置５００ａの内側においては、処理対象物２に対する直接加熱を抑えることができる。また、照射部２０６ｂが第二のマイクロ波照射を行うと、照射されたマイクロ波が、発熱部材が設けられていない部分に位置する処理対象物２と重なる位置５００ｂにおいては、発熱部材３０が設けられていないため、処理対象物２の直接加熱だけを行うことができる。なお、照射部２０６ｂが照射する第二のマイクロ波照射に用いられるマイクロ波の周波数を、処理対象物２に対する比誘電損失が大きい周波数とすることで、処理対象物２の直接加熱する加熱効率を向上させることができる。なお、図８（ａ）において示す位置５００ａおよび位置５００ｂは、説明のための位置であり、実際のマイクロ波が照射される位置等を厳密に示すものではない。かかることは、後述する図８（ｂ）～図８（ｄ）においても同様である。また、かかることは、後述する位置５００ｃについても同様である。

【０１９５】

このように、この変形例においては、発熱部材３０と、発熱部材３０が設けられていない領域に位置する処理対象物２とに、異なる周波数のマイクロ波を照射することで、処理対象物２に対して、発熱部材３０が設けられている位置と、設けられていない位置とで、それぞれ所望の加熱を行うことが可能となる。特に、発熱部材３０に対して、発熱部材３０ｄに対する比誘電損失が、処理対象物２に対する比誘電損失よりも大きくなる周波数を照射することで、発熱部材３０が設けられている部分における処理対象物２に対する加熱を抑えることができる。

【０１９６】

（変形例２）

なお、上記の変形例１において説明したマイクロ波処理装置１ｂにおいて、マイクロ波照射手段２２が、上記の第一のマイクロ波照射と第二のマイクロ波照射とに加えて、更に、部分的に設けられた発熱部材３０に対する比誘電損失が処理対象物２に対する比誘電損

失よりも小さくなる周波数のマイクロ波を、発熱部材３０が設けられている部分に照射して、この発熱部材３０が設けられている部分の処理対象物を加熱する第三のマイクロ波照射を行うようにしてもよい。

【０１９７】

図８（ｂ）～図８（ｄ）は、このような第三のマイクロ波照射を更に行うようにしたマイクロ波処理装置１ｂの変形例を説明するための、発熱部材３０ｄおよび発熱部材３０ｅとその近傍を示す模式図であり、図８（ａ）と同一符号は同一または相当する部分を示す。図において、照射部２０６ｃは、発熱部材３０に対する比誘電損失が、処理対象物２に対する比誘電損失よりも小さくなる周波数のマイクロ波を、発熱部材３０が設けられている部分に照射することにより、第三のマイクロ波照射を行う。照射部２０６ｃとしては、上記のような周波数のマイクロ波を照射可能な、照射部２０４や照射部２０５等と同様の照射部が利用可能である。照射部２０６ｃは、容器（図示せず）に対して取付けられている。図中の実線矢印は、照射部２０６ａおよび照射部２０６ｂが照射するマイクロ波を模式的に示しており、点線矢印は、発熱部材３０を透過したマイクロ波を模式的に示している。なお、図において、後述する位置５００ｃは、発熱部材３０ｄの内側の位置を表しているものとする。

【０１９８】

図８（ｂ）に示すように、発熱部材３０ｄの、照射部２０６ａからの第一のマイクロ波照射によって照射されたマイクロ波が重なる位置５００ａとは異なる位置にマイクロ波が照射されるよう、照射部２０６ｃを、容器（図示せず）の発熱部材３０ｄの側面に対向する位置に取付けたとする。なお、ここでは、照射部２０６ｃが照射したマイクロ波が発熱部材３０ｄと重なる位置が、位置５００ａよりも発熱部材３０ｅ側となるように、照射部２０６を取付けた場合を例に挙げて説明するが、照射部２０６ｃが照射したマイクロ波が発熱部材３０ｄと重なる位置が、位置５００ａよりも発熱部材３０ｅから離れた位置となるように、照射部２０６を取付けてもよい。

【０１９９】

図８（ｂ）に示したマイクロ波処理装置１ｂにおいて、図８（ａ）のマイクロ波処理装置１ｂと同様に、照射部２０６ａが第一のマイクロ波照射を行うと、照射されたマイクロ波が発熱部材３０ｄと重なる位置５００ａにおいては、発熱部材３０ｄが効率良く加熱され、この位置５００ａの内側となる部分の処理対象物２の直接加熱を抑えることができる。また、照射部２０６ｂが第二のマイクロ波照射を行うと、照射されたマイクロ波が、発熱部材が設けられていない領域の処理対象物２と重なる位置５００ｂにおいては、処理対象物２の直接加熱だけを行うことができる。更に、照射部２０６ｃが第三のマイクロ波照射が行うと、第三のマイクロ波照射に用いられる周波数により、処理対象物２に対する比誘電損失が、発熱部材３０ｄに対する比誘電損失よりも大きくなるため、発熱部材３０ｄの内側に位置する処理対象物２の、照射部２０６ｃから照射されたマイクロ波と重なる位置５００ｃにおいては、処理対象物２の加熱効率が高くなり、内側の処理対象物２を効率良く直接加熱できる。また、照射部２０６ｃから照射されるマイクロ波が、発熱部材３０ｄと重なる部分においては、加熱効率が低くなるため、照射部２０６ｃからのマイクロ波照射による処理対象物２の外側の発熱部材３０ｄの加熱を抑えて、加熱された発熱部材３０ｄによる処理対象物２に対する外側からの加熱を抑えることができる。

【０２００】

このように、この変形例においては、第一のマイクロ波照射、第二のマイクロ波照射、および第三のマイクロ波照射とを行うことで、処理対象物２に対する加熱を、適切に行うことができる。

【０２０１】

なお、図８（ｂ）を用いて説明したマイクロ波処理装置１ｂにおいて、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ａと、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ｃとの、処理対象物２の移動経路２ａに沿った方向における位置が同じ位置となるように、マイクロ波を照射するようにしてもよい。例えば、

図８（ｃ）に示すように、図８（ｂ）を用いて説明したマイクロ波処理装置１ｂにおいて、第一のマイクロ波照射によりマイクロ波が照射される位置と、第二のマイクロ波照射によりマイクロ波が照射される位置とが移動経路２ａに沿った方向において同じ位置となるように、照射部２０６ａと、照射部２０６ｃとを、それぞれのマイクロ波を出射する位置が、発熱部材３０ｄを介して対向する位置となるよう、容器（図示せず）に取付けるようにして、位置５００ａと、位置５００ｃとの、処理対象物２の移動経路２ａに沿った方向における位置が同じ位置となるようにもよい。ただし、マイクロ波が照射される位置の処理対象物２の移動経路２ａに沿った方向における位置が同じ位置となるように第一のマイクロ波照射と第二のマイクロ波照射とを行うことができれば、照射部２０６ａと照射部２０６ｃとの配置は、上記に限定されるものではない。例えば、照射部２０６ａおよび照射部２０６ｃを、それぞれのマイクロ波を出射する位置が、処理対象物２の移動経路２ａに沿った方向における位置が同じ位置となり、かつ、発熱部材３０ｄを介して対向しないように、容器に取付けても良い。また、上記において、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ａと、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ｃとの容器１０ｄの幅方向における位置も、同じ位置となるように、マイクロ波を照射するようにしても良い。なお、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ａは、第一のマイクロ波照射によって一の発熱部材３０が加熱される位置と考えても良く、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ｃは、第三のマイクロ波照射によって一の発熱部材３０が設けられている部分に位置する処理対象物２が加熱される位置と考えてもよい。かかることは、以下においても同様である。

【０２０２】

また、図８（ｂ）を用いて説明したマイクロ波処理装置１ｂにおいて、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ａと、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ｃとが、異なる発熱部材３０が設けられている部分に位置するようにしても良い。例えば、図８（ｄ）に示すように、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ａが、発熱部材３０ｄが設けられている部分に位置し、第二のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ｃが、発熱部材３０ｅが設けられている部分に位置するようにしてもよい。この場合、例えば、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ａが、発熱部材３０ｄが設けられている部分に位置するよう、照射部２０６ａを、発熱部材３０ｄの側面に対向する位置に配置するようにし、第二のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ｃが、発熱部材３０ｅが設けられている部分に位置するよう、照射部２０６ｃを、発熱部材３０ｅの側面に対向する位置に配置するようにすればよい。ただし、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ａと、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置５００ｃとが、異なる発熱部材３０が設けられている部分に位置するようマイクロ波が照射可能であれば、照射部２０６ａと照射部２０６ｃとの配置は上記に限定されるものではない。

【０２０３】

なお、上記においては、発熱部材３０が２つである場合を例に挙げて説明したが、図８（ａ）のように、第三のマイクロ波照射を行わない場合や、図８（ｂ）および図８（ｃ）のように、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置と、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置とを、同じ発熱部材３０が設けられている部分に位置するようにする場合や、異なる発熱部材にマイクロ波を照射する必要がない場合、発熱部材３０は、１以上であればよい。また、２以上の発熱部材３０のうちの少なくとも一部の長さや材質等は同じであっても良く、異なっていても良い。

【０２０４】

また、図８（ｃ）のように、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置と、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置と、を異なる発熱部材３０が設けられている部分に配置する場合、発熱部材３０は、２以上であればよい。

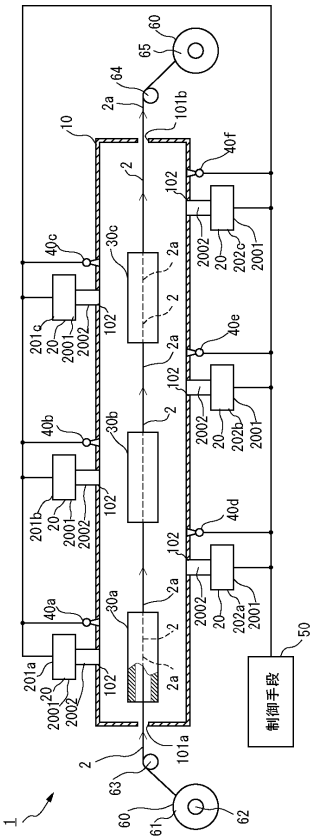
【０２０５】
また、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される発熱部材３０と、第二のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される発熱部材が設けられていない領域とは、図８（ｂ）のように、隣り合っていても良く、隣り合わなくてもよい。
【０２０６】
また、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置と、第三のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置とが、異なる発熱部材３０が設けられている部分に位置しているようにする場合、第一のマイクロ波照射位置と、第三のマイクロ波照射位置とは、発熱部材３０が設けられていない領域を一つだけはさんで隣り合う発熱部材３０であってもよく、発熱部材３０が設けられていない領域を２以上はさんで位置する発熱部材３０であってもよい。
【０２０７】
また、マイクロ波処理装置１ｂが有する照射部２０６ａの数は、１以上であれば、その数は問わない。かかることは、照射部２０６ｂおよび照射部２０６ｃについても同様である。
【０２０８】
また、マイクロ波処理装置１ｂ内の、異なる複数の位置に、第一のマイクロ波照射によってマイクロ波が照射される位置が配置されるよう、マイクロ波照射手段２１がマイクロ波を照射しても良い。例えば、マイクロ波照射手段２１が、異なる複数の位置に、第一のマイクロ波照射を行う複数の照射部２０６ａを有していても良い。かかることは、第二のマイクロ波照射位置、および第三のマイクロ波照射位置についても同様である。
【０２０９】
また、上記各実施の形態においては、マイクロ波処理装置を、ＰＡＮ系等の前駆体繊維を処理対象物として、この処理対象物に対して耐炎化処理を行なう場合を例に挙げて説明したが、このマイクロ波処理装置は、前駆体繊維以外の処理対象物に対する処理や、耐炎化処理以外の処理にも利用可能なものであり、このような場合においても上記実施の形態と同様の効果を奏する。例えば、処理対象物の材質等は問わない。例えば、処理対象物は、綿糸、ウール糸、カシミア糸、ポリマー糸、または金属糸等であってもよい。ポリマー糸は、例えば、ナイロン糸、フロロカーボン糸、またはポリエチレン糸等である。例えば、上記のマイクロ波処理装置を、綿糸、ウール糸、カシミア糸等の乾燥等に用いるようにしてもよい。また、例えば、上記各実施の形態のマイクロ波処理装置を、ポリマー糸や金属糸等の加熱や、焼成、焼結等の処理等に用いるようにしてもよい。また、上記各実施の形態のマイクロ波処理装置を、耐炎化処理を行なった前駆体繊維の炭化処理、すなわち耐炎化処理を行なった前駆体繊維を用いて炭素繊維を製造する処理に用いてもよい。また、上記各実施の形態のマイクロ波処理装置において、前駆体繊維に対して上述したような耐炎化処理を行なった後、さらに同じ容器内において、炭化処理を行なって炭素繊維を製造してもよい。また、処理対象物２は、繊維状のものに限られるものではなく、例えば、棒状や鎖状、シート状、フィルム状、チューブ状等の他の形状のものであってもよい。また、処理対象物２は、発熱部材内等に配置可能なものや、発熱部材内を移動可能なものであれば、必ずしも所定の方向に向かって連続的に伸びる、あるいは連続的につながった形状を有していなくても良く、例えば、容器内の入口側から出口側に向かって移動するマイクロ波透過性の高い材料で構成されたベルト（図示せず）上に配置された連続していない固体状の物体であってもよく、容器内の入口側から出口側に向かって伸びるマイクロ波透過性の高いガラス等の材料で構成された筒や樋に配置されて移動する液体または粉体等の流体や、ゲル等であってもよい。なお、マイクロ波装置内のマイクロ波照射手段が照射するマイクロ波の数やマイクロ波の照射位置、マイクロ波の出力の強さ、マイクロ波の周波数等は、処理対象物や、処理対象物に対して行なう処理等に応じて適宜設定する。
【０２１０】
なお、マイクロ波処理装置内において、耐炎化処理を行なった前駆体繊維を用いて炭素繊維を製造する場合、上述したガス供給手段７０が、例えば、炭素繊維の製造に必要な窒

素等のガスを供給することが好ましい。
【０２１１】
　また、上記の実施の形態においては、マイクロ波処理装置の後ろに、処理を行なった処理対象物を巻き取る巻き取り部６５を設けた例について説明したが、耐炎化処理を行なった処理対象物を、巻き取ったりせずに、他の処理装置（図示せず）内に供給するようにしてもよい。例えば、上記のマイクロ波処理装置で耐炎化処理を行なった前駆体繊維を、そのまま耐炎化処理を行なった前駆体繊維に対して炭化処理を行なう装置（図示せず）に搬送手段６０を用いて送り込むようにしてもよい。
【０２１２】
　なお、上記の各実施の形態において説明した炭素繊維の前駆体繊維の耐炎化処理は、炭素繊維の製造方法の一工程と考えてもよい。すなわち、この耐炎化処理を含む炭素繊維の製造方法は、マイクロ波を吸収して発熱する発熱部材を内部に備えた容器内に、マイクロ波を照射して、発熱部材に沿って配置された炭素繊維の前駆体繊維を加熱する工程を含む炭素繊維の製造方法であって、上記の加熱する工程において、発熱部材を加熱する第一のマイクロ波照射と、前駆体繊維を加熱する第二のマイクロ波照射とを行なうようにした炭素繊維の製造方法である。
【０２１３】
　なお、この炭素繊維の製造方法においては、第二のマイクロ波の照射を行なっている場合において、前駆体繊維が発熱ピークとなる温度に達する場合に、第二のマイクロ波照射をやめて、第一のマイクロ波照射を行なうようにすることが好ましい。ここでの発熱ピークとなる温度となる場合、とは、例えば、発熱ピークとなる温度に達する時点を含む期間であり、好ましくは発熱ピークとなる温度に達する時点とその前後の期間である。
【０２１４】
　本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。
【産業上の利用可能性】
【０２１５】
　以上のように、本発明にかかるマイクロ波処理装置等は、マイクロ波を照射して処理対象物に対して所望の処理を行なう装置等として適しており、特に、加熱処理を行なう装置等として有用である。
【符号の説明】
【０２１６】
　１、１ａ、１ｂ　マイクロ波処理装置
　２　処理対象物
　２ａ　移動経路
　１０、１０ａ～１０ｄ　容器
　２０、２１、２２　マイクロ波照射手段
　３０、３０ａ～３０ｅ　発熱部材
　３１、３１ａ、３１ｂ　ローラ
　３２、３２ａ、３２ｂ　ベルト
　４０　４０ａ～４０ｆ　センサ
　５０、５１、５２　制御手段
　６０　搬送手段
　７０　ガス供給手段
　２０１、２０１ａ～２０１ｃ　第一照射部
　２０２、２０２ａ～２０２ｃ　第二照射部
　２０３、２０３ａ～２０３ｃ、２０６ａ～２０６ｃ　照射部
　２０４　第一周波数照射部
　２０５　第二周波数照射部
　３０１　加熱媒体

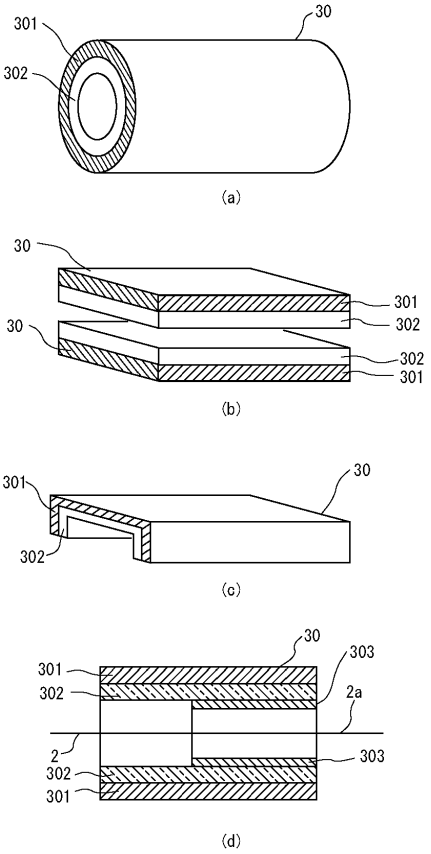
３０２　支持体
３０３　非透過部
７０１　供給部
２００１　マイクロ波発振器
２００２　伝送部

【図面】

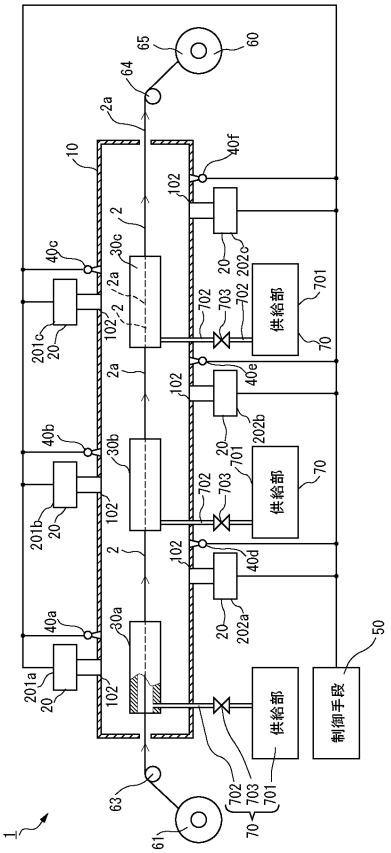
【図１】



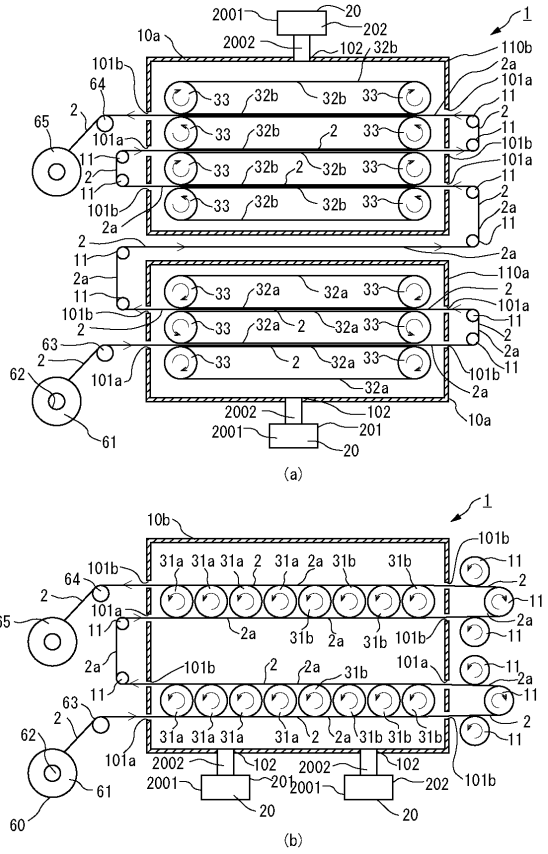
【図２】



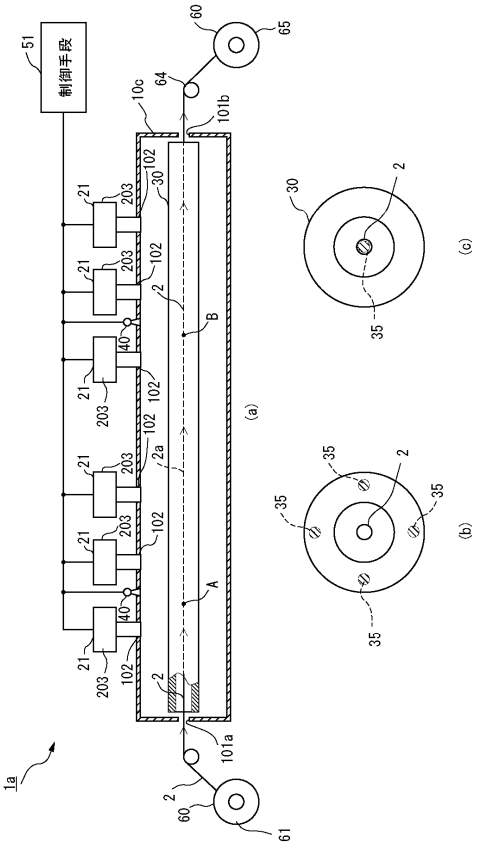
【図３】



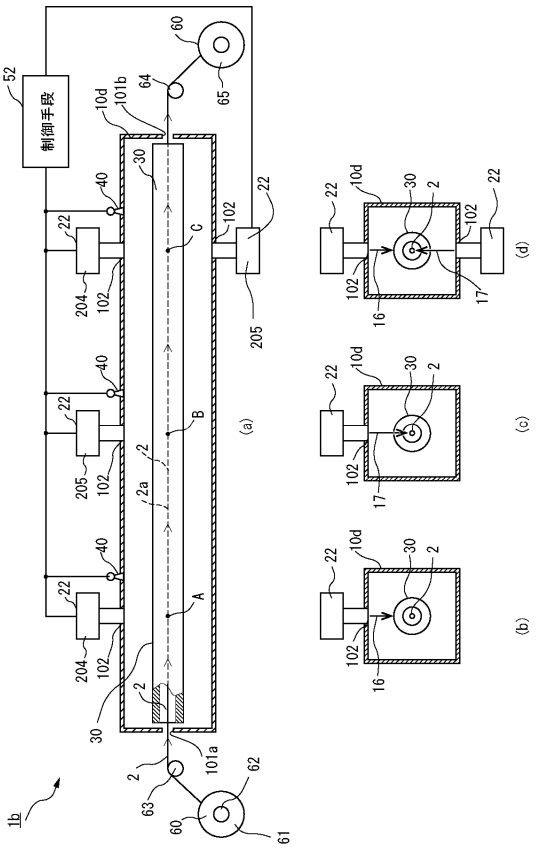
【図４】



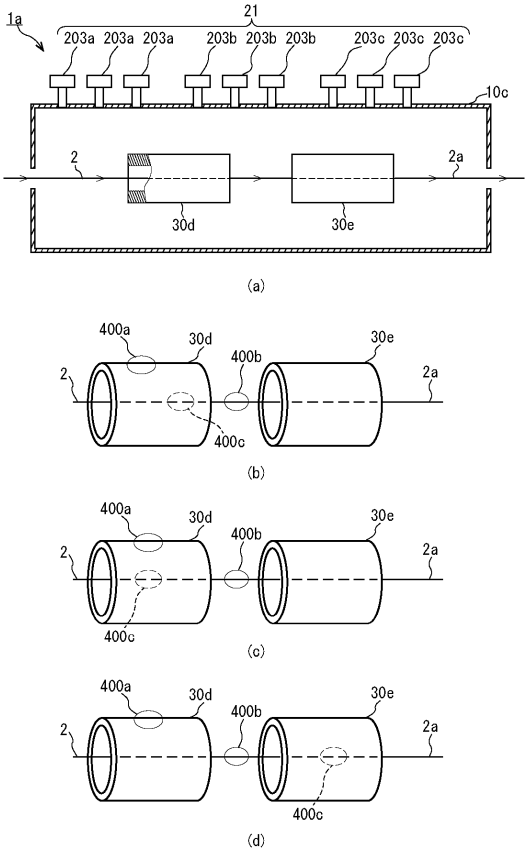
【図５】



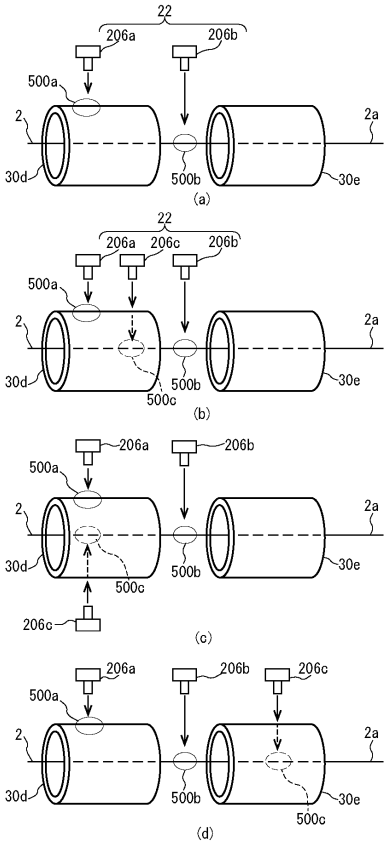
【図６】



【図７】


1a
21
203a 203a 203a 203b 203b 203b 203c 203c 203c
10c
2
2a
30d
30e
(a)
400a
30d
400b
30e
2
2a
400c
(b)
400a
30d
400b
30e
2
2a
400c
(c)
400a
30d
400b
30e
2
2a
400c
(d)

【図８】


22
206a
206b
500a
2
2a
30d
500b
30e
(a)
22
206a 206c 206b
500a
2
2a
30d
500b
30e
500c
(b)
206a
206b
500a
2
2a
30d
500b
30e
500c
206c
(c)
206a
206b
206c
500a
2
2a
30d
500b
30e
500c
(d)

フロントページの続き

大阪府大阪市住之江区平林南一丁目６－１　マイクロ波化学株式会社内
(72)発明者　衣川　千佳
大阪府大阪市住之江区平林南一丁目６－１　マイクロ波化学株式会社内

審査官　杉山　健一

(56)参考文献　特開２０１８－１７４０８１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１６２８９８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１１５３９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－０００３３３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１７４８８８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１０６８９３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１０３１６０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｂ　６／６４－ ６／８０
Ｄ０１Ｆ　９／０８－ ９／３２