

明 細 書

発明の名称： 過熱蒸気発生装置および加熱調理装置

技術分野

[0001] 本明細書に開示される技術は、過熱蒸気発生装置および加熱調理装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、水から発生させたミストを加熱することによって過熱蒸気（過熱水蒸気ともいう）を発生させる過熱蒸気発生装置が知られている（例えば特許文献1参照）。このような構成であれば、例えば水を沸騰させて発生した水蒸気を加熱することによって過熱蒸気を発生させる構成に比べて、低エネルギーで過熱蒸気を発生させることができる。具体的には、この過熱蒸気発生装置では、水タンク内に備えられたミスト発生器によって発生したミストが、水タンクの上部開口部を通じて過熱部に移動し、この過熱部に備えられたヒータによって加熱されることで過熱蒸気が発生する。例えば、食材が配置された加熱室内に過熱蒸気を供給して食材に対して低酸素処理を施すことにより、食材の酸化を抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-205705号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ミストは、あくまでも微粒子の液体であり、空気よりも重い。このため、ミスト発生器によるミストの発生量に対して、水タンクの上部開口部から過熱部に移動するミストの移動量が相対的に少なく、この結果、過熱部に十分な量の過熱蒸気を発生させることができないおそれがある。十分な量の過熱蒸気を発生させることができないのであれば、例えば、加熱室への過熱蒸気の供給量の不足によって食材の酸化を抑制できない等の問題が生じる。

[0005] 本明細書では、上述した課題を解決することが可能な技術を開示する。

課題を解決するための手段

[0006] 本明細書に開示される技術は、例えば、以下の形態として実現することが可能である。

[0007] (1) 本明細書に開示される過熱蒸気発生装置は、液体からミストを発生させるミスト発生部と、前記ミスト発生部によって発生したミストが流入する流入側から、前記流入側よりも高い位置に位置する流出側に向かって延びている上昇流路を有する流路部と、前記上昇流路内に、前記流入側から前記流出側に向かう上昇気流を発生させる気流発生部と、前記上昇流路内に配置され、前記上昇流路に流入するミストを加熱して過熱蒸気を発生させる過熱蒸気発生用ヒータと、を備える。

[0008] 本過熱蒸気発生装置では、ミスト発生部によって発生したミストは、上昇流路内に生じる上昇気流によって上昇気流内を上昇しつつ、過熱蒸気発生用ヒータによって加熱されることにより過熱蒸気となる。すなわち、ミスト、および、ミストから発生した過熱蒸気（ミストの発生量、発熱温度や上昇気流の流速等の条件によって飽和水蒸気を含む場合もある）は、上昇流路内において、上昇気流によって重力に抗して上昇するため、比較的の高い濃度（密度）を保ったまま流出側へと移動する。これにより、本過熱蒸気発生装置では、水平方向に延びる流路を移動するミストを加熱する構成に比べて、過熱蒸気の単位時間当たりの発生量を向上させることができる。

[0009] (2) 上記過熱蒸気発生装置において、さらに、前記ミスト発生部によって発生したミストが供給される内部空間を有する収容部を備え、前記流路部は、前記内部空間に配置され、下側が前記内部空間に開口し、上側が前記収容部の外部に開口している内管を含んでおり、前記過熱蒸気発生用ヒータの少なくとも一部は、前記内管内に配置されており、前記気流発生部は、前記内部空間に配置され、前記内管の周囲を囲む外管であって、上側と下側との両方が前記内部空間に開口している外管を備え、前記過熱蒸気発生用ヒータの加熱による前記内管の内と外との温度差に起因する圧力差によって前記内管

内に前記上昇気流を発生させる構成である構成としてもよい。本過熱蒸気発生装置では、過熱蒸気発生用ヒータの加熱による内管の内と外との温度差に起因する圧力差によって内管内に上昇気流が発生する。これにより、例えばエア等を上昇流路内に直接供給して上昇気流を発生させる構成に比べて、エア等による内管内の温度低下に起因するエネルギー損失を抑制しつつ、過熱蒸気の単位時間当たりの発生量を向上させることができる。

[0010] (3) 上記過熱蒸気発生装置において、前記過熱蒸気発生用ヒータの少なくとも一部は、前記内管の軸方向に延びる棒状体であり、前記過熱蒸気発生用ヒータと前記内管の内壁との間には金属体が配置されている構成としてもよい。本過熱蒸気発生装置によれば、内管内（上昇流路内）において、上昇気流は、加熱された金属体に衝突しつつ更に上方へと流れる。このため、この上昇気流に含まれるミストや飽和水蒸気（湿り蒸気、乾き蒸気）は、加熱された金属体によって効率よく加熱されることにより、単位時間当たりの過熱蒸気の発生量をさらに向上させることができる。

[0011] (4) 上記過熱蒸気発生装置において、前記過熱蒸気発生用ヒータの少なくとも一部は、前記内管の前記下側から前記内管内に向かって伸びる棒状である構成としてもよい。この本過熱蒸気発生装置によれば、過熱蒸気発生用ヒータが内管の下側に位置していない構成に比べて、内管の下側に存在する多量のミストを加熱して過熱蒸気を発生させて内管内に効率よく引き込むことができる。

[0012] (5) 上記過熱蒸気発生装置において、さらに、前記収容部の外部に配置された二次加熱部であって、前記内管に連通する伝達流路と、前記伝達流路から外部に開口する放出口とが形成された二次加熱部を備え、前記過熱蒸気発生用ヒータは、前記内管内に配置される一次加熱ヒータと、前記伝達流路に配置されるとともに発熱温度が前記一次加熱ヒータよりも低い二次加熱ヒータと、を含んでいる構成としてもよい。この本過熱蒸気発生装置によれば、過熱蒸気発生用ヒータが単一のヒータである構成に比べて、過熱蒸気の放出側の温度を低減させつつ、過熱蒸気の単位時間当たりの発生量を向上させる

ことができる。

- [0013] (6) 上記過熱蒸気発生装置において、前記ミスト発生部は、液体を収容するタンクと、前記タンクの液体内に配置された超音波振動子と、前記タンク内にエアを注入するとともにエアの風量を変更可能なエア注入部を備える構成としてもよい。この本過熱蒸気発生装置によれば、エア注入部からタンク内へのエアの風量を変更することによって過熱蒸気の単位時間当たりの発生量を調整することができる。
- [0014] (7) 上記加熱調理装置において、食材に加熱処理を施す加熱調理装置であって、請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載の過熱蒸気発生装置と、前記過熱蒸気発生装置によって発生した過熱蒸気が供給される加熱室を有する調理部と、前記加熱室内に配置された食材を加熱する調理用ヒータと、を備える構成としてもよい。本加熱調理装置によれば、過熱蒸気発生装置から加熱室内に大量の過熱蒸気を供給して、過熱蒸気の濃度が高い雰囲気中で食材に加熱処理を施すことができる。
- [0015] (8) 上記加熱調理装置において、前記過熱蒸気発生装置は、前記加熱室を構成する天井壁および側壁の少なくとも一方を含む対向壁に向けて過熱蒸気を出力する構成であり、前記対向壁の形状は、過熱蒸気を前記加熱室内に還流させる曲面形状である構成としてもよい。本加熱調理装置によれば、過熱蒸気による圧力が食材に付与されることを抑制しつつ、過熱蒸気の濃度が高い雰囲気中で食材に加熱処理を施すことができる。
- [0016] (9) 上記加熱調理装置において、前記調理部は、前記加熱室が入口と出口とのそれぞれを介して外部に開口している構成であり、前記加熱調理装置は、さらに、前記入口から前記出口に向けて食材を搬送する搬送部を備える構成としてもよい。本加熱調理装置によれば、いわゆるトンネル式の加熱室を有する構成においても、過熱蒸気の濃度が高い雰囲気中で食材に加熱処理を施すことができる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]実施形態における加熱調理装置10の構成を概略的に示す斜視図

[図2]図1のⅠⅠ－ⅠⅠの位置における加熱調理装置10の断面構成を示す説明図

[図3]過熱蒸気発生装置100の構成を概略的に示す斜視図

[図4]過熱蒸気発生装置100の上面構成を概略的に示す斜視図

[図5]図3のV－Vの位置における過熱蒸気発生装置100の断面構成を示す説明図

発明を実施するための形態

[0018] A. 実施形態：

A－1. 加熱調理装置10の基本構成：

図1は、実施形態における加熱調理装置10の構成を概略的に示す斜視図であり、図2は、図1のⅠⅠ－ⅠⅠの位置における加熱調理装置10の断面構成を示す説明図である。図2には、加熱調理装置10におけるX1部分が拡大して示されている。各図には、方向を特定するための互いに直交するXYZ軸が示されている。本明細書では、便宜的に、Z軸方向は、加熱調理装置10の上下方向であるとし、Y軸方向は、後述の搬送部40の搬送方向であるとし、X軸方向は、搬送幅方向であるとする。図3以降も同じである。

[0019] 加熱調理装置10は、入口36と出口37とが形成された加熱室S1内に過熱蒸気G3を供給して加熱室S1内を過熱蒸気G3の体積率が高い高濃度過熱蒸気雰囲気としつつ、加熱室S1内に順次搬送される大量の食材に加熱処理を施すための装置である。

[0020] 図1および図2に示すように、加熱調理装置10は、架台20と、調理部30と、搬送部40と、制御部22と、過熱蒸気発生装置100と、を備える。

[0021] 架台20は、枠体24と複数本の脚25と棚板26とを備える。枠体24は、所定の水平方向（図1では搬送方向Y）に延びている長形状の枠体である。各脚25は、枠体24の各角部から下方に延びている。棚板26は、水平方向に平行な矩形板状体であり、枠体24よりも下方の位置において、複数の脚25に固定されている。枠体24と棚板26との間に形成された設

置用空間に制御部 2 2 が配置されている。

[0022] 調理部 3 0 は、調理室カバー 3 2 を備える。調理室カバー 3 2 は、架台 2 0 上に配置されている。調理室カバー 3 2 の内部には、加熱室 S 1 が形成されている。加熱室 S 1 は、搬送方向 Y の前後の両側が開口したトンネル式の炉である。

[0023] 具体的には、調理室カバー 3 2 は、天井壁 3 3 と入口側壁 3 4 と出口側壁 3 5 とを有する。天井壁 3 3 は、水平方向に平行であり、かつ、搬送方向 Y に延びている長方形の板状体であり、架台 2 0 の枠体 2 4 の上方に配置されている。入口側壁 3 4 は、搬送方向入口側（図 1 では Y 軸正方向側）において架台 2 0 と天井壁 3 3 との間に配置されている。入口側壁 3 4 には、入口 3 6 が形成されている（図 2 参照）。出口側壁 3 5 は、搬送方向出口側（図 1 では Y 軸負方向側）において架台 2 0 と天井壁 3 3 との間に配置されている。出口側壁 3 5 には、出口 3 7 が形成されている。これにより、調理部 3 0 では、加熱室 S 1 が入口 3 6 と出口 3 7 とのそれぞれを介して外部に開口している。

[0024] 搬送部 4 0 は、加熱室 S 1 を貫通するように設けられ、複数の食材（図示しない）を入口 3 6 から出口 3 7 に向けて順次搬送するコンベア装置である。搬送部 4 0 は、駆動部 4 4 と従動部 4 6 とベルト 4 8 とを備える（図 1 参照）。駆動部 4 4 は、出口 3 7 側に配置され、駆動ローラおよびモータを有する。従動部 4 6 は、入口 3 6 側に配置され、従動ローラを有する。ベルト 4 8 は、例えば金属製（ステンレス製等）のメッシュ材によって構成されたエンドレス（無端）の網ベルトであり、駆動ローラと従動ローラとの間に架設されている。搬送部 4 0 が起動されると、ベルト 4 8 上に配置された複数の食材が入口 3 6 を介して加熱室 S 1 内に搬入され、加熱室 S 1 内を所定の速度で移動し、出口 3 7 を介して外部に搬出される。

[0025] 加熱室 S 1 は、搬送方向 Y に並ぶ複数のゾーン（例えば 4 つのゾーン）に分けられており、各ゾーンには、上側ヒータ 1 6 4 と下側ヒータ 1 6 6 とが設けられている。上側ヒータ 1 6 4 は、ベルト 4 8（搬送部 4 0）の上側に

配置されており、下側ヒータ 166 は、ベルト 48 の下側に配置されている。本実施形態では、ゾーン毎に、そのゾーンに設けられた上側ヒータ 164 と下側ヒータ 166 との温度制御を個別に行うことができる。また、ゾーンごとに過熱蒸気発生装置 100 が設けられている。上側ヒータ 164 と下側ヒータ 166 とは、特許請求の範囲における調理用ヒータの一例である。

[0026] A-2. 過熱蒸気発生装置 100 の構成：

図 3 は、過熱蒸気発生装置 100 の構成を概略的に示す斜視図であり、図 4 は、過熱蒸気発生装置 100 の上面構成を概略的に示す斜視図である。図 4 には、過熱蒸気発生装置 100 における X2 部分が拡大して示されている。図 5 は、図 3 の V-V の位置における過熱蒸気発生装置 100 の断面構成を示す説明図である。

[0027] 図 3 から図 5 に示すように、過熱蒸気発生装置 100 は、ミスト発生部 110 と、ミスト加熱部 120 と、二次加熱部 130 と、を備える。

[0028] ミスト発生部 110 は、液体 W（例えば水）からミスト G1 を発生させるための装置である。ミスト G1 は、霧状の液体（飛沫）であり、例えば、大気中に浮遊する直径 $10\mu\text{m}$ 以下の液体の微粒子とすることができる。ミスト発生部 110 は、タンク 112 と、超音波振動子 114 と、風量ファン 116 と、を備える。タンク 112 は、内部に貯留室 S2 が形成されており、その貯留室 S2 に液体 W が貯留される（図 3 および図 5 参照）。超音波振動子 114 は、タンク 112 内に収容された液体 W 中に配置されており、超音波振動子 114 を振動させることにより、液体 W からミスト G1 が発生する（図 5 参照）。本実施形態では、図 3 および図 4 に示すように、タンク 112（貯留室 S2）は、上下方向視で、所定方向（図 1 では搬送方向 Y）に長い箱体であり、タンク 112 内には、搬送方向 Y に並ぶように 2 つの超音波振動子 114 が配置されている。

[0029] タンク 112 の上部には、ミスト出口 113 が形成されており、タンク 112 内で発生したミスト G1 は、ミスト出口 113 を介してタンク 112 の外部に排出される。なお、タンク 112 内における液体 W の上の空間は、発

生したミストG1が充満する程度の比較的に小さい体積を有する。風量ファン116は、例えばタンク112の側壁に設けられており、タンク112における液体Wの上の空間内にエアF1（外気）を注入する（図5参照）。風量ファン116は、例えばシロッコファンである。風量ファン116のファンの回転速度（風量）は、上述の制御部22によって制御可能とされており、ファンの回転速度が変更されることにより、単位時間あたりにタンク112内に注入されるエアF1の量（以下、「エア風量」という）が変更される。エア風量が多いほど、単位時間あたりにタンク112からミスト加熱部120側に放出されるミストG1の量が多くなる。

[0030] ミスト加熱部120は、ミスト滞留部121と、二重管150と、ミスト加熱用ヒータ160と、を備える。ミスト滞留部121は、内部に滞留室S3が形成されている。ミスト滞留部121は、例えば断熱性の材料により形成されている。滞留室S3の底面には、ミスト供給口122が形成されており、ミスト供給口122は、連結管140を介してタンク112のミスト出口113に連通している。このため、ミスト発生部110により発生したミストG1は、滞留室S3に供給され、滞留室S3内で滞留（対流）する。本実施形態では、図4に示すように、ミスト滞留部121（滞留室S3）は、上下方向Z視で、タンク112よりも搬送方向Yの幅が狭く、かつ、搬送方向Xに長い箱体であり、2つの超音波振動子114に対して中央に位置するように配置されている。このような構成により、2つの超音波振動子114のそれぞれによって発生した略同量のミストG1が、連結管140を介して集められて滞留室S3内へと供給される。ミスト滞留部121は、特許請求の範囲における収容部の一例であり、滞留室S3は、特許請求の範囲における内部空間の一例である。

[0031] 二重管150は、滞留室S3内において上下方向Zに延びるように配置されている。上下方向Z視で、二重管150は、ミスト供給口122とは異なる位置に配置されている（図3および図4参照）。二重管150は、外管152と内管154とを備える二重管構造を有する。外管152は、上下方向

に直線状に延びる管状体である。外管 152 の形状は、円筒状であるが、角筒状などでもよい。外管 152 の上端は、滞留室 S3 の天井壁よりも下方の位置で滞留室 S3 内に開口している（図 3 および図 5 参照）。外管 152 の下端部の外周面には、ミスト導入口 156 が開口形成されている。ミスト導入口 156 は、外管 152 の下端部の外周面のうち、ミスト供給口 122 側に形成されている。外管 152 の下端部の外周面のうち、ミスト供給口 122 とは反対側は、滞留室 S3 の底面まで延びており開口していない。このため、ミスト出口 113 に供給されたミスト G1 は、ミスト導入口 156 を介して二重管 150 内に効率よく流入する。

[0032] 内管 154 は、上下方向に直線状に延びる管状体である。内管 154 の形状は、円筒状であるが、角筒状などでもよい。内管 154 は、外管 152 の内周側において、外管 152 と同軸上に配置されている。外管 152 と内管 154 との間には、外管 152 の下端側から上端側まで連通するサブ流路 R2 が形成されている。内管 154 の上端は、滞留室 S3 の天井壁を貫通してミスト滞留部 121 の外部に突出している。なお、内管 154 の外周面と滞留室 S3 との天井面との間は密閉されている。内管 154 の下端は、外管 152 のミスト導入口 156 よりも上方に位置している。内管 154 は、特許請求の範囲における流路部の一例であり、内管 154 の下端開口は、特許請求の範囲における流入口の一例であり、内管 154 の上端開口は、特許請求の範囲における流出口の一例である。なお、外管 152 と内管 154 とは、例えば金属（ステンレス等）によって形成されている。

[0033] ミスト加熱用ヒータ 160 は、内管 154 の内周側の空間（以下、「上昇流路 S4」という）に配置されている。ミスト加熱用ヒータ 160 は、上下方向 Z（内管 154 の軸方向）に延びる棒状の発熱体であり、ミスト加熱用ヒータ 160 の外径は、内管 154 の内径よりも小さい。このため、内管 154 の内壁とミスト加熱用ヒータ 160 との間には、外管 152 の下端側から上端側まで連通するメイン流路 R1 が形成されている。ミスト加熱用ヒータ 160 は、内管 154 の下側から内管 154 内に向かって延びている。具

体的には、ミスト加熱用ヒータ 160 は、ミスト導入口 156 から露出する位置まで延びている。さらに、ミスト加熱用ヒータ 160 は、滞留室 S3 の底面まで延びている。なお、ミスト加熱用ヒータ 160 の上端の位置は、外管 152 の上端の位置よりも低い。外管 152 とミスト加熱用ヒータ 160 とは、特許請求の範囲における気流発生部の一例であり、ミスト加熱用ヒータ 160 は、特許請求の範囲における一次加熱ヒータの一例である。

[0034] 内管 154 の内壁とミスト加熱用ヒータ 160 の外周面との間には、金属体が配置されている。金属体の上下方向 Z の長さは、ミスト加熱用ヒータ 160 の上下方向 Z の長さより短い。金属体は、例えば伝熱性の高い金属により形成された金属の塊である。具体的には、金属体は、複数の金属球 170 である。複数の金属球 170 は、ミスト加熱用ヒータ 160 の周囲を囲むように周方向に離間しつつ配列されている。各金属球 170 は、メイン流路 R1 内に球状の表面を露出させつつ支持部材（図示しない）により支持されている。各金属球 170 は、少なくとも、内管 154 の流入口側の表面が露出していることが好ましい。金属球 170 の形状は、球状に限らず、例えば円柱状などでもよく、要するに球面または曲面を有する形状でもよい。

[0035] 二次加熱部 130 は、ミスト滞留部 121 の外部に配置されている。二次加熱部 130 は、伝熱部 312 と、二次加熱ヒータ 162 と、を備える。伝熱部 312 は、全体として搬送幅方向 X に延びており、内部に伝達流路 S5 が形成された筒状である。伝熱部 312 の基端側は、内管 154 の上端に連結管 142 を介して連結されており、伝熱部 312 の先端側は、調理部 30 の加熱室 S1 内に配置されている（図 2 参照）。伝熱部 312 の先端側は、加熱室 S1 を形成する天井壁 38 側に曲げられており、伝熱部 312 の先端面には、伝達流路 S5 から加熱室 S1 に開口する放出口 133 が、天井壁 38 に向けて開口している。

[0036] 二次加熱ヒータ 162 は、伝熱部 312 の伝達流路 S5 内に配置されている。二次加熱ヒータ 162 は、搬送幅方向 X に延びる棒状の発熱体であり、二次加熱ヒータ 162 の外径は、伝熱部 312 の内径よりも小さい。このた

め、伝熱部 312 の内壁と二次加熱ヒータ 162 との間には、二次加熱ヒータ 162 の基端側から先端側まで連通する流路が形成されている。ミスト加熱用ヒータ 160 と二次加熱ヒータ 162 とは、特許請求の範囲における加熱蒸気発生用ヒータの一例である。

[0037] なお、過熱蒸気発生装置 100 には、3つの固定部材 101 が設けられており、ミスト発生部 110 とミスト加熱部 120 とは、加熱室 S1 の外部（搬送幅方向 X の一方側）において、固定部材 101 を介して架台 20 および調理部 30 に対して固定されている。

[0038] 図 2 に示すように、伝熱部 312 の放出口 133 が向けられた天井壁 38 の形状は、過熱蒸気 G3 を加熱室 S1 内に還流させる曲面形状である。具体的には、天井壁 38 には、水平方向（例えば搬送方向 Y）視で、下方に開口した円弧形状の表面を有する均熱板 39 が設けられている。均熱板 39 の表面は、鏡面加工されている。

[0039] A-3. 加熱調理装置 10 の動作：

加熱調理装置 10 が起動されると、制御部 22 が加熱調理装置 10 の各部の制御を行う。例えば、過熱蒸気発生装置 100 は、過熱蒸気 G3 を調理部 30 の加熱室 S1 に発生させる。具体的には、図 5 に示すように、超音波振動子 114 の振動によってタンク 112 内に貯留された液体 W からミスト G1 が発生する。液体 W およびミスト G1 の温度は、例えば 30℃ 以上、40℃ 以下である。制御部 22 は、超音波振動子 114 の振動周波数を変更することにより、ミスト G1 の単位時間当たりの発生量を調整することができる。発生したミスト G1 は、タンク 112 の貯留室 S2 における液体 W の上の空間に充満しつつ、連結管 140 を介してミスト加熱部 120 の滞留室 S3 内に移動する。

[0040] タンク 112 に設けられた風量ファン 116 によって貯留室 S2 内に注入されるエア F1 は、貯留室 S2 内で対流しつつ、連結管 140 を介して滞留室 S3 に流れ込む気流を発生させる。滞留室 S2 内に発生したミスト G1 は、エア F1 の気流によって滞留室 S3 へと効率よく流れ込む。ここで、連結

管 1 4 0 内の流路断面（X Y 断面積）は、貯留室 S 2 の X Y 断面積と滞留室 S 3 の X Y 断面積とのいずれよりも狭い。このように、貯留室 S 2 と滞留室 S 3 との間に流路面積を狭める連結管 1 4 0 が設けられていることにより、滞留室 S 3 で加熱された後述の準過熱蒸気 G 2 が貯留室 S 2 に逆流することが抑制される。これにより、例えば、逆流した準過熱蒸気 G 2 によってタンク 1 1 2 内の液体 W の温度が上昇して超音波振動子 1 1 4 が故障することを抑制することができる。

[0041] 滞留室 S 3 に流れ込んだミスト G 1 は、滞留室 S 3 内で対流（滞留）する。滞留室 S 3 内で対流するミスト G 1 は、二重管 1 5 0 の内管 1 5 4 内に発生する上昇気流 F 2 によってメイン流路 R 1 内に引き込まれつつミスト加熱用ヒータ 1 6 0 によって加熱されることにより、準過熱蒸気 G 2 が発生する。準過熱蒸気 G 2 は、過熱蒸気の体積率が後述の過熱蒸気 G 3 に比べて低く、飽和蒸気（湿り蒸気、湯き蒸気）やミスト G 1 も多く含む。ミスト加熱用ヒータ 1 6 0 の発熱温度は、例えば 4 5 0 °C 以上、5 5 0 °C 以下の温度であり、準過熱蒸気 G 2 の温度は、例えば 1 0 0 °C 以上、2 0 0 °C 以下である。

[0042] 具体的には、ミスト加熱用ヒータ 1 6 0 を発熱させると、内管 1 5 4 の上昇流路 S 4 内において、ミスト加熱用ヒータ 1 6 0 の周囲のメイン流路 R 1 と、メイン流路 R 1 （ミスト加熱用ヒータ 1 6 0）より上側の空間との間の温度差に起因する圧力差によって上昇気流 F 2 が発生する。

[0043] また、内管 1 5 4 の周囲が外管 1 5 2 に囲まれることによってサブ流路 R 2 が形成されており、これにより、上昇気流 F 2 の勢いがさらに強くなっている。この要因は定かでないが、次のようなことが考えられる。すなわち、内管 1 5 4 の内周側のメイン流路 R 1 と外周側のサブ流路 R 2 とで温度差が生じ、その温度差に起因して圧力差が生じる。相対的に圧力が高いメイン流路 R 1 においてベンチュリ効果が生じることによって、上昇気流 F 2 の勢いが強まると考えられる。

[0044] 二重管 1 5 0 の内管 1 5 4 内に上昇気流 F 2 が発生すると、滞留室 S 3 内において特にミスト G 1 の密度が高い底面付近に滞留するミスト G 1 がミス

ト導入口156からメイン流路R1内に引き込まれる。引き込まれたミストG1は、ミスト加熱用ヒータ160によって加熱されて準過熱蒸気G2が発生する。準過熱蒸気G2は、上昇気流F2によって重力に抗して上昇するため、比較的の高い濃度（密度 単位体積当たりの準過熱蒸気G2の体積率）を保ったまま二次加熱部130側に移動する。

[0045] 二次加熱部130側に移動した準過熱蒸気G2は、伝達流路S5を移動しつつ二次加熱ヒータ162に加熱されることにより、過熱蒸気G3が発生する。過熱蒸気G3は、過熱蒸気の体積率が準過熱蒸気G2に比べて高く、飽和蒸気（湿り蒸気、湯き蒸気）やミストG1をほとんど含まない。二次加熱ヒータ162の発熱温度は、ミスト加熱用ヒータ160の発熱温度よりも低く、例えば350℃以上、450℃以下であり、過熱蒸気G3の温度は、330℃以上、370℃以下である。二次加熱ヒータ162の発熱温度を極力低くすることにより、二次加熱ヒータ162によって加熱室S1内の食材が焼かれることを抑制することができる。

[0046] 発生した過熱蒸気G3は、伝熱部312の放出口133から天井壁38に向けて放出され、均熱板39によって還流し、滞留室S3内において均一に充満する。ここで、上述したように、加熱室S1は、入口36と出口37とを介して外部に開口したトンネル式の炉であり、加熱室S1内に供給された過熱蒸気G3は、外部に流れ出る。しかし、過熱蒸気発生装置100において過熱蒸気G3の単位時間当たりの発生量が多いため、加熱室S1内を過熱蒸気の体積率が高い高濃度過熱蒸気雰囲気に維持することができる。また、過熱蒸気G3が直接食材に向けて噴射されないので、過熱蒸気G3による圧力が食材に直接付与されることを抑制することができる。

[0047] 搬送部40を起動させて、ベルト48上に食材を順次配置し、上側ヒータ164と下側ヒータ166とを発熱させる。すると、複数の食材は、高濃度過熱蒸気雰囲気の加熱室S1に順次搬送されつつ、上側ヒータ164と下側ヒータ166とによって加熱されて焼かれる。高濃度過熱蒸気雰囲気下では、多量の過熱蒸気G3が食材の表面に付着するとともに食材の内部に浸透し

やすい。このため、食材の表面および食材内部が低酸素状態で加熱されることとなり、その結果、食材の酸化を抑制しつつ食材の表面から内部まで全体を均一に焼くことができる。

[0048] また、上述したように、制御部22は、各ヒータ160、162、164、166の温度制御やオンオフ制御、風量ファン116の風量制御、超音波振動子114の振動周波数制御を実行可能に構成されている。このため、例えばヒータ160、162の温度制御と風量ファン116の風量制御と超音波振動子114の振動周波数制御との少なくとも1つを変更するように制御することにより、ミストG1の単位時間当たりの発生量、準過熱蒸気G2や過熱蒸気G3における過熱蒸気の割合等を調整することができる。これにより、加熱室S1におけるミストG1の発生量を所望の量に調整することができる。さらに、制御部22は、各ヒータ160、162、164、166の温度制御やオンオフ制御、風量ファン116の風量制御、超音波振動子114の振動周波数制御を、ゾーンごとに個別に実行可能である。このため、ゾーンごとに各ヒータの加熱温度やオンオフ、過熱蒸気量等を切り替えることができる。

[0049] A-4. 本実施形態の効果：

以上説明したように、本実施形態の過熱蒸気発生装置100では、ミスト発生部110によって発生したミストG1は、上昇流路S4内に生じる上昇気流F2によって上昇流路S4内を上昇しつつ、ミスト加熱用ヒータ160によって加熱されることにより準過熱蒸気G2となる。すなわち、準過熱蒸気G2は、上昇流路S4内において、上昇気流F2によって重力に抗して上昇するため、比較的の高い濃度（密度）を保ったまま流出口側へと移動する。これにより、本実施形態では、水平方向に延びる流路を移動するミストを加熱する構成に比べて、過熱蒸気G3（準過熱蒸気G2）の単位時間当たりの発生量を向上させることができる。

[0050] 本実施形態では、ミスト加熱用ヒータ160の加熱による内管154の内と外との温度差に起因する圧力差によって内管154内に上昇気流F2が発

生する。これにより、例えばエア等を上昇流路内に直接供給して上昇気流を発生させる構成に比べて、エア等による内管 154 内の温度低下に起因するエネルギー損失を抑制しつつ、過熱蒸気 G3（準過熱蒸気 G2）の単位時間当たりの発生量を向上させることができる。

[0051] ミスト加熱用ヒータ 160 は、内管 154 の軸方向に延びる棒状体であり、ミスト加熱用ヒータ 160 と内管 154 の内壁との間には金属球 170 が配置されている。内管 154 内（上昇流路 S4 内）において、上昇気流 F2 は、加熱された金属球 170 に衝突しつつ更に上方へと流れる。このため、この上昇気流 F2 に含まれる準過熱蒸気 G2 は、加熱された金属球 170 によって効率よく加熱されることにより、過熱蒸気 G3（準過熱蒸気 G2）の単位時間当たりの発生量をさらに向上させることができる。また、金属球 170 を設けることにより、ミスト加熱用ヒータ 160 の上下方向 Z の長さを短くしつつ、ミスト G1 を効果的に加熱して準過熱蒸気 G2 を発生させることができる。

[0052] ミスト加熱用ヒータ 160 は、内管 154 の下側から内管 154 内に向かって伸びる棒状である。これにより、ミスト加熱用ヒータ 160 が内管 154 の下側に位置していない構成に比べて、内管 154 の下側に存在する多量のミスト G1 を加熱して準過熱蒸気 G2 を発生させて内管 154 内に効率よく引き込むことができる。

[0053] 過熱蒸気発生用ヒータとして、ミスト加熱用ヒータ 160 と、発熱温度がミスト加熱用ヒータ 160 よりも低い二次加熱ヒータ 162 とを備え、多段階加熱によってミスト G1 から過熱蒸気 G3 を発生させる。これにより、過熱蒸気発生用ヒータが単一のヒータである構成に比べて、過熱蒸気 G3 の放出側の温度を低減させつつ、過熱蒸気 G3 の単位時間当たりの発生量を向上させることができる。

[0054] 風量ファン 116 からタンク 112 内へのエア F1 の単位時間当たりの風量を変更することによって過熱蒸気 G3 の単位時間当たりの発生量を調整することができる。

[0055] B. 変形例：

本明細書で開示される技術は、上述の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の形態に変形することができ、例えば次のような変形も可能である。

[0056] 上記実施形態における加熱調理装置 10 や過熱蒸気発生装置 100 の構成は、あくまで一例であり、種々変形可能である。例えば、上記実施形態では、流路部（上昇流路）として、上下方向 Z に延びる内管 154（上昇流路 S4）を例示したが、上下方向 Z に対して傾斜した斜め方向に延びる内管でもよい。また、流路部（上昇流路）は、直線状に限らず、曲線状でもよい。また、流路部は、上昇流路の両側の少なくとも一方に水平方向に延びる部分を有していてもよい。要するに、流路部は、ミストが流入する流入側から、流入側よりも高い位置に位置する流出側に向かって延びている上昇流路を有する構成であればよい。

[0057] 上記実施形態では、加熱室として、入口 36 と出口 37 とを介して外部に開口するトンネル式の加熱室 S1 を例示したが、入口 36 と出口 37 との少なくとも一方を有しない構成でもよい。また、加熱室は、複数の 3 つ以上の開口部を有する構成でもよい。

[0058] 上記実施形態では、加熱調理装置 10 の加熱室 S1 は、複数のゾーンに分けられており、各ゾーンに過熱蒸気発生装置 100 とヒータ 164, 166 とが配置された構成であったが、加熱室 S1 が複数のゾーンに分けられておらず、過熱蒸気発生装置 100 とヒータ 164, 166 とを 1 ずつ備える構成でもよい。また、上記実施形態では、調理用ヒータとして、上側ヒータ 164 と下側ヒータ 166 とを例示したが、上側ヒータ 164 と下側ヒータ 166 とのいずれか一方だけを備える構成でもよい。

[0059] 上記実施形態では、タンク 112 の貯留室 S2 とミスト滞留部 121 の滞留室 S3 とが、相対的に流路断面が小さい連結管 140 を介して連結された構成であったが、貯留室 S2 と滞留室 S3 とが、連結管 140 を介さずに一体化された構成でもよい。また、上記実施形態では、タンク 112 がミスト

滞留部 1 2 1 の下方位置する構成であったが、これに限らず、例えば、タンク 1 1 2 がミスト滞留部 1 2 1 の側方に位置する構成でもよい。

[0060] 上記実施形態では、エア注入部として、シロッコファンを例示したが、プロペラファンなど、他の風量ファンでもよい。また、エアを噴出するとともに、噴出量を調整可能な調整弁を有するエアタンクがタンク 1 1 2 に接続された構成などでもよい。また、ミスト発生部 1 1 0 は、風量ファン 1 1 6 を備えない構成でもよい。また、ミスト発生部 1 1 0 は、1 つまたは 3 つ以上の超音波振動子 1 1 4 を備える構成でもよい。

[0061] 上記実施形態では二重管 1 5 0 は、上下方向 Z 視でミスト供給口 1 2 2 とは異なる位置に配置されている（図 4 参照）。これにより、ミスト発生部 1 1 0 から流れ込むエア F 1 の勢いをミスト加熱部 1 2 0 の滞留室 S 3 内において抑制しつつミスト G 1 を十分に滞留させることにより、多くのミスト G 1 を二重管 1 5 0 に引き込むことができる。ただし、上記実施形態において、二重管 1 5 0 は、上下方向 Z 視でミスト供給口 1 2 2 とは同じ位置に配置された構成でもよい。

[0062] 上記実施形態において、外管 1 5 2 を備えない構成でもよい。このような構成でも、ミスト加熱用ヒータ 1 6 0 の発熱による内管 1 5 4 の内外の温度差や風量ファン 1 1 6 からのエア F 1 によって内管 1 5 4 内に上昇気流を発生させることができる。このとき、風量ファン 1 1 6 は、特許請求の範囲における気流発生部の一例である。また、気流発生部は、例えば内管 1 5 4 の流路断面を部分的に狭くすることによって内管 1 5 4 内に上昇気流を発生させる構成でもよい。

[0063] 上記実施形態において、二次加熱部 1 3 0 の伝熱部 3 1 2 の側壁に 1 または複数の放出口が形成された構成でもよい。また、伝熱部 3 1 2 の放出口 1 3 3 が、加熱室 S 1 を構成する側壁に向けて開口し、その側壁に均熱板 3 9 が形成された構成でもよい。また、伝熱部 3 1 2 の放出口 1 3 3 が食材（搬送部 4 0）に向けられた構成でもよい。

[0064] 上記実施形態では、過熱蒸気発生用ヒータとして、2 本のヒータ（ミスト

加熱用ヒータ 160、二次加熱ヒータ 162) を備え、これら 2 本のヒータによって 2 段階で加熱することよりミスト G1 から過熱蒸気 G3 を発生させたが、これに限らず、複数本 (3 本以上) のヒータによって複数段階で加熱することよりミスト G1 から過熱蒸気 G3 を発生させてもよい。また、例えば過熱蒸気発生用ヒータを単一のヒータとし、この単一のヒータの加熱によってミスト G1 から過熱蒸気 G3 を発生させる構成でもよい。例えば上記実施形態において二次加熱部 130 を備えない構成とし、ミスト加熱用ヒータ 160 の発熱によってミスト G1 から過熱蒸気 G3 を発生させてもよい。

[0065] 上記実施形態における各部材の材料は、あくまで一例であり、種々変形可能である。

[0066] 上記実施形態において、例えばタンク 112 内に塩素を貯留し、制御部 2 の制御により、各ヒータ 160, 162, 164, 166 をオフにした状態でミスト発生部 110 を稼働させることにより、塩素のミストを加熱室 S1 に供給して殺菌処理を施すことができる。

符号の説明

[0067] 10 : 加熱調理装置 20 : 架台 22 : 制御部 24 : 枠体 25 : 脚
 26 : 棚板 30 : 調理部 32 : 調理室カバー 33, 38 : 天井壁 34 : 入口側壁 35 : 出口側壁 36 : 入口 37 : 出口 39 : 均熱板
 40 : 搬送部 44 : 駆動部 46 : 従動部 48 : ベルト 100 : 過熱蒸気発生装置
 101 : 固定部材 110 : ミスト発生部 112 : タンク 113 : ミスト出口 114 : 超音波振動子 116 : 風量ファン 120 : ミスト加熱部 121 : ミスト滞留部 122 : ミスト供給口 130 : 二次加熱部 133 : 放出口 140, 142 : 連結管 150 : 二重管 152 : 外管 154 : 内管 156 : ミスト導入口 160 : ミスト加熱用ヒータ 162 : 二次加熱ヒータ 164 : 上側ヒータ 166 : 下側ヒータ 170 : 金属球 312 : 伝熱部 F1 : エア F2 : 上昇気流 G1 : ミスト G2 : 準過熱蒸気 G3 : 過熱蒸気 R1 : メイン流路 R2 : サブ流路 S1 : 加熱室 S2 : 貯留室 S3 : 滞留室 S4 : 上昇流

路 S 5 : 伝達流路 W : 液体