

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7201220号

(P7201220)

(45)発行日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(24)登録日 令和4年12月26日(2022.12.26)

(51)国際特許分類

F I

H 0 5 B 3/00 (2006.01)

H 0 5 B 3/00 3 4 0

A 2 3 L 3/005(2006.01)

A 2 3 L 3/005

A 2 3 L 3/22 (2006.01)

A 2 3 L 3/22

請求項の数 8 (全12頁)

(21)出願番号 特願2018-223037(P2018-223037)

(22)出願日 平成30年11月29日(2018.11.29)

(65)公開番号 特開2020-87803(P2020-87803A)

(43)公開日 令和2年6月4日(2020.6.4)

審査請求日 令和3年10月25日(2021.10.25)

(73)特許権者 000136642

株式会社フロンティアエンジニアリング

東京都文京区湯島2丁目23番5号

(74)代理人 100123984

弁理士 須藤 晃伸

(74)代理人 100102314

弁理士 須藤 阿佐子

(72)発明者 星野 弘

茨城県土浦市港町3-10-15

審査官 杉浦 貴之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流動性食品材料の通電加熱装置およびその制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の電極体および複数のスペーサ管体を有し、
それらの内壁が食品材料を流動移送させながら通電加熱するための加熱流路と、
加熱流路またはその出入口付近に設けられた温度センサと、
前記温度センサからの信号に基づいて前記電極体に印加する電圧を自動制御する自動通
電制御を実行する制御装置と、を備える通電加熱装置であって、
前記制御装置は、

前記通電加熱装置の運転が開始された際に、前記電極体に一定の電圧を印加する固定
通電制御を一定時間実行する立ち上げ工程を実行した後に、前記自動通電制御を実行し、
前記通電加熱装置の運転を停止した後、運転を再開する際は、前記立ち上げ工程を実行後
、前記自動通電制御を実行するとともに、前記自動通電制御中に通電加熱装置の運転を停
止した際に、運転停止時の電圧出力値を記憶しておき、前記立ち上げ工程実行時に、記憶
した電圧出力値で前記固定通電制御を実行することを特徴とする通電加熱装置。

【請求項2】

前記立ち上げ工程実行時に、前記温度センサが、目標温度よりも低い所定温度を検出し
た際に、前記制御装置が、前記固定通電制御から前記自動通電制御に切り替えることを特
徴とする請求項1に記載の通電加熱装置。

【請求項3】

前記立ち上げ工程の実行開始から所定時間が経過した場合に、前記制御装置が、前記固

10

20

定通電制御から前記自動通電制御に切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の通電加熱装置。

【請求項 4】

複数の電極体および複数のスペーサ管体を有し、
それらの内壁が食品材料を流動移送させながら通電加熱するための加熱流路と、
加熱流路またはその出入口付近に設けられた温度センサと、
前記温度センサからの信号に基づいて前記電極体に印加する電圧を自動制御する自動通電制御を実行する制御装置と、を備える通電加熱装置の制御方法であって、
前記通電加熱装置の運転が開始された際に、前記電極体に一定の電圧を印加する固定通電制御を一定時間実行する立ち上げ工程を実行した後に、前記自動通電制御を実行し、
前記通電加熱装置の運転を停止した後、運転を再開する際は、前記立ち上げ工程を実行後、前記自動通電制御を実行するとともに、前記自動通電制御中に通電加熱装置の運転を停止した際に、運転停止時の電圧出力値を記憶しておき、前記立ち上げ工程実行時に、記憶した電圧出力値で前記固定通電制御を実行することを特徴とする通電加熱装置の制御方法。

10

【請求項 5】

前記固定通電制御を前記食品材料を移送しない静止状態で実行し、
前記自動通電制御を前記食品材料を移送しながら実行することを特徴とする請求項 4 に記載の通電加熱装置の制御方法。

【請求項 6】

前記固定通電制御および前記自動通電制御を前記食品材料を移送しながら実行することを特徴とする請求項 4 に記載の通電加熱装置の制御方法。

20

【請求項 7】

前記食品材料が、一定温度を超えると不可逆な熱変性を生じる食品材料であることを特徴とする請求項 4 ないし 6 のいずれかに記載の通電加熱装置の制御方法。

【請求項 8】

前記食品材料がすりおろした山芋を含む野菜類、すりおろしたリンゴを含む果物類、ジャム、ドレッシング、または卵であることを特徴とする請求項 7 に記載の通電加熱装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、流動性食品材料の通電加熱装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

流動性を有する食品材料などを殺菌や調理等のために加熱する方法の一つとして、その食品材料をパイプ内で連続的に流動移送させながら、食品材料の有する電気抵抗を利用して、食品材料に直接通電することにより食品材料自体を発熱させる加熱技術（通電加熱、ジュール加熱）が実用化されている（例えば、特許文献 1）。この装置では、食料品輸送管路の上流側から下流側へ向けて所定間隔を置いて少なくとも 2 以上の部分に、管路の中心軸線に対して同心状となるように、この管路の内面に導電材料からなる環状の電極体を設け、管路の上流側に設置した電極体と下流側に設置した電極体との間で電圧を印加して、その間を移動する流動性食品材料中に電流を流し、ジュール熱を発生させることにより連続的に加熱する。

40

【0003】

従来の通電加熱装置では、不均一加熱により生じる温度ムラにより、流路内壁での過加熱によるスケーリングが問題となっていた。

そこで、出願人は、複数の電極体に冷却媒体流路を設け、被加熱流路の出口端近傍に、被加熱流路の内壁温度を検出する温度センサを設け、該温度センサの測定値に基づき液体冷却媒体による冷却条件を制御する連続式通電加熱装置を提案した（特許文献 2）。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0004】

【文献】特公平5 - 33024号公報

特許第4995164号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

流動性食品材料を連続移送する製造ラインでは、故障や備品の交換などにより連続移送を一時停止した後に運転を再開する場合、通電加熱装置の加熱流路内の温度が下がっているため、目標温度まで温める必要があるが、このような場合に、自動通電制御を実行すると、許容温度を超えるオーバーシュートやハンチングが生じてしまうという問題があった。特に、すりおろした山芋や卵など温度により変性する流動性食品材料では、許容温度を超えて加熱されるとパイプ内の流動性食品材料が変性してしまい、破棄しなくてはならないという問題がある。また、温度により粘性が変化する流動性食品材料では、通電加熱装置の温度の低下によりパイプ内の食品材料の粘度が高くなり、運転再開後に製造される製品に不良が生じるという問題もあった。

10

【0006】

そこで、本発明は、オーバーシュートやハンチングを生じることなく、従来よりも短い時間で目標温度に安定に到達することが可能な、通電加熱装置の制御方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の通電加熱装置は、複数の電極体および複数のスペーサ管体を有し、それらの内壁が食品材料を流動移送させながら通電加熱するための加熱流路と、加熱流路またはその出入口付近に設けられた温度センサと、前記温度センサからの信号に基づいて前記電極体に印加する電圧を自動制御する自動通電制御を実行する制御装置と、を備える通電加熱装置であって、前記制御装置は、前記通電加熱装置の運転が開始された際に、前記電極体に一定の電圧を印加する固定通電制御を一定時間実行する立ち上げ工程を実行した後に、前記自動通電制御を実行し、前記通電加熱装置の運転を停止した後、運転を再開する際は、前記立ち上げ工程を実行後、前記自動通電制御を実行するとともに、前記自動通電制御中に通電加熱装置の運転を停止した際に、運転停止時の電圧出力値を記憶しておき、前記立ち上げ工程実行時に、記憶した電圧出力値で前記固定通電制御を実行することを特徴とする。

30

上記通電加熱装置において、前記立ち上げ工程実行時に、前記温度センサが、目標温度よりも低い所定温度を検出した際に、前記制御装置が、前記固定通電制御から前記自動通電制御に切り替えることを特徴としてもよい。

上記通電加熱装置において、前記立ち上げ工程の実行開始から所定時間が経過した場合に、前記制御装置が、前記固定通電制御から前記自動通電制御に切り替えることを特徴としてもよい。

【0008】

40

本発明の通電加熱装置の制御方法は、複数の電極体および複数のスペーサ管体を有し、それらの内壁が食品材料を流動移送させながら通電加熱するための加熱流路と、加熱流路またはその出入口付近に設けられた温度センサと、前記温度センサからの信号に基づいて前記電極体に印加する電圧を自動制御する自動通電制御を実行する制御装置と、を備える通電加熱装置の制御方法であって、前記通電加熱装置の運転が開始された際に、前記電極体に一定の電圧を印加する固定通電制御を一定時間実行する立ち上げ工程を実行した後に、前記自動通電制御を実行し、前記通電加熱装置の運転を停止した後、運転を再開する際は、前記立ち上げ工程を実行後、前記自動通電制御を実行するとともに、前記自動通電制御中に通電加熱装置の運転を停止した際に、運転停止時の電圧出力値を記憶しておき、前記立ち上げ工程実行時に、記憶した電圧出力値で前記固定通電制御を実行することを特徴

50

とする。

上記通電加熱装置の制御方法において、前記固定通電制御を前記食品材料を移送しない静止状態で実行し、前記自動通電制御を前記食品材料を移送しながら実行することを特徴としてもよい。

上記通電加熱装置の制御方法において、前記固定通電制御および前記自動通電制御を前記食品材料を移送しながら実行することを特徴としてもよい。

上記通電加熱装置の制御方法において、前記食品材料が、一定温度を超えると不可逆な熱変性を生じる食品材料であることを特徴としてもよい。

上記通電加熱装置の制御方法において、前記食品材料がすりおろした山芋を含む野菜類、すりおろしたリンゴを含む果物類、ジャム、ドレッシング、または卵であることを特徴としてもよい。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、流動性食品材料を連続移送する製造ラインにおいて、連続移送を一時停止した後に運転再開させた場合も、オーバーシュートやハンチングを生じることなく、従来よりも短い時間で目標温度に安定に到達することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施形態例に係る温度補填機能付き充填成型装置の構成図である。

【図2】実施形態例に係る通電加熱装置の拡大断面図である。

20

【図3】実施形態例に係る電極体の流路の断面図である。

【図4】実施形態例に係る運転再開時の温度制御を説明するフローチャートである。

【図5】実施形態例に係る通電加熱装置の温度制御による温度変化の一例を示すグラフである。

【図6】従来の実施形態例に係る通電加熱装置の温度制御による温度変化の一例を示すグラフである。

【図7】従来の実施形態例に係る通電加熱装置の温度制御による温度変化の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

30

本発明を実施するための形態例を、図面を参照しながら説明する。

図1は、実施形態例に係る温度補填機能付き充填成型装置1の構成図である。この充填成型装置1は、流動性食品材料を成型して袋に充填するための装置群であり、ニーダー10と、通電加熱装置20と、コントロールユニット30と、電源ユニット40と、充填成型機50とを備えている。なお、本実施形態に係る通電加熱装置20は、オーバーシュートやハンチングを生じることなく、従来の通電加熱装置よりも短い時間で目標温度に安定に到達することができるため、流動性食品材料の中でも、熱により変性してしまう、すりおろした山芋やリンゴなどの野菜・果物類、フルーツジャム、ドレッシング、卵などの食品材料、また、熱により粘性が変化するチーズ（溶融チーズ）などの食品材料の成型充填に適している。

40

【0012】

ニーダー10は、75～80 程度まで加熱された流動性食品材料を攪拌するタンクを有しており、ニーダー10内の流動性食品材料はポンプ14によりパイプ11～13を介して下流側に定速移送される。パイプ11および12の間には第1開閉バルブ15が設置されており、パイプ12の途中には第2開閉バルブ16が設置された分岐流路が設けられている。パイプ12の出口付近（通電加熱装置20の入口付近）には流路の中心軸線部分の温度を計測する入口温度センサ31が設けられており、パイプ13の入口付近（通電加熱装置20の出口付近）には流路の中心軸線部分の温度を計測する出口温度センサ33が設けられている。なお、パイプ11および12を二重管などにより保温するようにしてもよい。

50

【 0 0 1 3 】

パイプ 1 2 および 1 3 の途中には通電加熱装置 2 0 が配置されており、パイプ 1 2 内の移動時に低下した流動性食品材料の温度を、充填機 5 0 に移送する前に加熱する。充填直前に流動性食品材料が一定の温度以下（例えば 5 0 ～ 6 0 以下）になると、熔融チーズなどの流動性食品材料では粘度が大幅に上昇し充填量のバラツキや成型不良の原因となるという問題や、それ以外の流動性食品材料でも一定の温度以下（例えば 6 0 以下）では殺菌不良が生じるという問題があるからである。通電加熱装置 2 0 は、パイプ 1 3 通過時の温度低下を考慮し、例えば 6 0 ～ 8 5 の範囲となるように流動性食品材料を通電加熱する。

【 0 0 1 4 】

充填機 5 0 は、袋内に流動性食品材料を充填するノズルと、袋内に充填された流動性食品材料を成型する成型機を備えている。また、充填機 5 0 はホッパーを備えており、通電加熱装置 2 0 から移送された流動性食品材料はホッパーで一時的に貯留される。また、後述するように、充填成型装置 1 が故障した場合、ニードル 1 0 での調合に時間がかかる場合、流動性食品材料を充填する袋や包装紙（フィルムロール）などの備品が足りなくなり交換する場合、あるいは、ホッパーが流動性食品材料で一杯になった場合などに、通電加熱装置 2 0 を一時的に停止させる場合がある。このように通電加熱装置 2 0 を一時的に停止した場合、運転再開した直後は流動性食品材料を適正な温度で加熱できない場合があり、例えば熔融チーズなど温度により粘性が変化する流動性食品材料では充填不良が生じる場合がある。そのため、このような流動性食品を廃棄するために、充填成型装置 1 は分岐バルブ 1 7 を有しており、分岐バルブ 1 7 を制御することで、通電加熱装置 2 0 が目標温度に安定して到達するまでに通電加熱装置 2 0 内を移送した流動性食品材料を廃棄することができる。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、実施形態例に係る通電加熱装置 2 0 の拡大断面図である。通電加熱装置 2 0 は、交互に配置された複数の電極体 2 3 と、複数のスペーサ管体 2 4 とを備えており、これらはフランジ 2 2 a ～ 2 2 b により挟着固定されている。電極体 2 3 の内径とスペーサ管体 2 4 の内径は同径となっており、交互に連結し連通させることにより被加熱食品材料を通電加熱処理するための加熱流路 2 1 が形成されている。

【 0 0 1 6 】

電極体 2 3 は、リング状であることが望ましいが、多角形、楕円などその形状には特に制限はない。リング状の電極体 2 3 はスペーサ管体 2 4 に一致した内面形状を有し、スペーサ管体 2 4 を交互に配置することにより各電極間を流動性食品材料が通過する際に電氣的回路が構成され通電加熱される。電極体 2 3 は、良導電性の材料で構成され、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、チタン、チタン合金、白金、純鉄、ステンレス等の金属を用いることができる。加熱流路 2 1 の両端付近に設けられる 2 つの電極体は漏洩電流阻止のためのアース電極 2 5 であり、アース電極 2 5 , 2 5 に挟まれる残りの電極体 2 3 は全て通電加熱用である。

【 0 0 1 7 】

スペーサ管体 2 4 は絶縁材料からなり、電極体 2 3 と交互に設置されることにより被加熱材料流路となる管路を構成する。スペーサ管体 2 4 は、非導電性のプラスチック、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリサルフォンなどの樹脂によって作製される。スペーサ管体 2 4 の形状は、角形の筒体としてもよく、内周面が円形で外周面が矩形となった筒体を用いてもよくその形状に制限はないが、電極体 2 3 の断面形状とスペーサ管体 2 4 の断面形状を対応させた形状にすることが必要である。スペーサ管体 2 4 と電極体 2 3 との接続面間にはシール材を組み込んで被加熱材料流路 4 1 の外部に被加熱物が漏出することを防止している。スペーサ管体 2 4 の長さが電極間の距離となるが、電極間の距離 L は、電極体 2 3 の内径 R（被加熱材料流路 4 1 の直径）に対する比（ L/R ）が 2 倍以上であることが好ましく、さらに好ましくは、4 倍以上 1 2 倍以下であることにより均一な加熱が促進される。

【 0 0 1 8 】

加熱流路 2 1 の両端部には流入側と流出側のジョイント部 2 6 , 2 6 が設けられている。それぞれの電極体 2 3 は、被加熱材料の流れる方向に隣り合った電極体 2 3 , 2 3 間が相互に逆極性となるように電源ユニット 4 0 に接続される。なお、通電加熱装置 2 0 に設けられる電極体 2 3 の数は加熱温度等に応じて任意に設定することができる。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、電極体 2 3 の流路の断面図である。電極体 2 3 には加熱流路 2 1 の内面に沿って冷媒流路 2 3 1 が同心状に設けられている。冷却媒体は電極体に設けられた冷却媒体供給口 2 3 2 の一方から供給され、反対側に設けられた冷却媒体排出口 2 3 2 から排出される。電極体 2 3 には、さらに、給電用のネジ穴 2 3 3 が設けられている。冷媒流路 2 3 1 を設け、冷却媒体を流通させることにより、電極体 2 3 の温度上昇を抑え、電極内壁表面の食品が過熱されることを防止している。冷却媒体は、冷却性能が高い液体冷却媒体（例えば、水）を用い、ポンプ等の公知の冷却媒体送給手段（図示せず）により冷却媒体流路を流通させる。なお、冷媒流路 2 3 1 を有しない電極体からなる通電加熱装置にも本発明の技術思想は適用可能である。

10

【 0 0 2 0 】

実施形態例の通電加熱装置 2 0 では、最上流側に位置するアース電極 2 5 にのみ電極温度センサ 3 2 が設けられている。このように加熱流路 2 1 の最上流部分に温度センサを設けたのは、加熱流路 2 1 中、最上流部分の温度が最も低く、流動性食品材料の粘性が高いと考えられる箇所の温度を取得するためである。なお、電極温度センサ 3 2 は、最上流側に位置するアース電極 2 5 に設けることが好ましいが、他の電極体 2 3（例えば最上流側に位置する電極体 2 3）に設ける構成としてもよい。

20

【 0 0 2 1 】

温度センサ 3 1 ~ 3 3 で計測された温度は、コントロールユニット 3 0 に送信される。コントロールユニット 3 0 は、処理装置、制御プログラムが格納された記憶装置および操作パネルを備えており、温度センサ 3 1 ~ 3 3 の計測値に基づき通電加熱装置 2 0 の出力を制御する。温度センサ 3 1 ~ 3 3 は、いずれも熱電対等の公知の温度センサを用いることができる。実施形態例では、入口温度センサ 3 1 の温度が 5 5 である場合に、出口温度センサ 3 3 の温度が 7 5 となるような加熱を行った。

通常運転時は、温度センサ 3 3 の計測値に基づき電極体 2 3 に供給される電力を P I D 制御により自動制御する。P I D 制御における比例動作（P 動作）や積分動作（I 動作）の値は、オーバーシュートやハンチングを起こさないように、加熱流路 2 1 の全長や食品材料の流速等に応じて適宜最適に設定する。

30

【 0 0 2 2 】

ここで、流動性食品材料の充填・成型工程中に、充填成型装置 1 が故障した場合、ニードル 1 0 での調合に時間がかかる場合、流動性食品材料を充填する袋や包装紙（フィルムロール）が足りなくなり交換する場合、あるいは、ホッパーが流動性食品材料で一杯になった場合などに、充填成型装置 1 の運転を一時停止することが必要となる場合があるが、停止時間が長引けば長引く程、流路内の流動性食品材料の温度は低下する。例えば、約 1 0 分間停止した場合、7 5 であった流動性食品材料が 5 5 まで低下することが確認された。溶融チーズなどの流動性食品材料では品温が 4 0 以下になった場合はポンプ 1 4 による移送が困難となるため、流路内の全ての流動性食品材料を廃棄することが必要となる。

40

一時停止時間が短い場合でも、温度が低下した流動性食品材料の温度を適正なものとするための制御は、通常運転時とは異なるものとなる。温度が低下した状態で通常運転時と同じ自動制御を行うと、電圧出力値を安定稼働時よりも高くして目標温度まで温めようとするため、許容温度を超過するオーバーシュートやハンチングが生じる場合があり、しかも安定稼働が得られるまでに例えば数分の時間がかかる。また、オーバーシュートやハンチングにより加熱温度が許容温度を超えてしまうと、卵やすりおろした山芋などの流動性食品材料は変性してしまいう場合があり、このような場合も、流路内の全ての流動性食品

50

材料を廃棄することが必要となる。

さらに、通常運転時に行われる出口温度センサ 33 による出力自動制御は、出口温度センサ 33 に温度が低下した流動性食品材料が到達するまでフィードバックがかからないので、その分遅れが生じるという問題もある。安定稼働が得られるまでの間に移送した流動性食品材料は、品質不良や充填不良の問題があることから、全て廃棄する必要がある（例えば、流量 60 kg / 分の場合、数百 kg の流動性食品材料を廃棄することが必要となる。）。

以下では、実施形態例に係る運転再開時の温度制御を、図 4 を参照しながら説明する。以下の説明では、流路内の最も温度が低い部分の温度が 40 以上であることを前提とする。

10

【0023】

図 4 は、実施形態例に係る運転再開時の温度制御を説明するフローチャートである。
STEP 101：運転再開操作がされると、コントロールユニット 30 は、通電加熱装置 20 による第 1 加熱を開始する。これにより通電加熱装置 20 の加熱流路 21 内の流動性食品材料が通電加熱される。第 1 加熱は、自動制御を行わず電圧出力を一定とする静止加熱である。静止加熱時に印加する電圧は、予め設定した値としてもよいし、運転停止時に印加していた電圧値を記憶し、自動設定するようにしてもよい。

【0024】

STEP 102 ~ 103：加熱流路 21 の電極温度センサ 32 での温度監視を開始する。電極温度センサ 32 の温度が第 1 目標温度（例えば 50 ）になるまで、第 1 加熱を継続する。電極温度センサ 32 で温度監視をするのは、加熱流路 21 の内周面付近のチーズが十分に溶融していないと、いわゆる中抜け（層流）が生じ、加熱流路 21 の内周面付近のチーズが焦げるおそれがあるからである。なお、電極温度センサ 32 による第 1 目標温度の到達監視を行わず、予め定めた一定時間または一時停止時間に応じた一定時間の間、第 1 加熱を行うようにしてもよい。

20

【0025】

STEP 104 ~ 105：電極温度センサ 32 の温度が第 1 目標温度に到達すると、コントロールユニット 30 は、ポンプ 14 を起動して流動性食品材料の移送を再開する。また、監視対象センサを電極温度センサ 32 から入口温度センサ 31 に切り換え、第 2 加熱を開始する。第 2 加熱もまた、自動制御を行わず電圧出力を一定とする静止加熱である。第 1 加熱と第 2 加熱は同一条件の場合もあれば、異なる条件の場合もある。

30

【0026】

STEP 107：入口温度センサ 31 の温度が第 2 目標温度（例えば 75 ）になるまで、第 2 加熱を継続する。ここで、第 2 目標温度は、正常運転時に入口温度センサ 31 が計測する温度である。なお、入口温度センサ 31 による第 2 目標温度の到達監視を行わず、予め定めた一定時間または一時停止時間に応じた一定時間の間、第 2 加熱を行うようにしてもよい。

【0027】

STEP 108：入口温度センサ 31 の温度が第 2 目標温度（例えば 75 ）に到達すると、コントロールユニット 30 は、第 2 加熱をやめ、出口温度センサ 33 の計測値に基づき通電加熱装置 20 の出力自動制御を開始する。出口温度センサ 33 の計測値に基づく出力自動制御は、通常運転時に行われる制御である。

40

【0028】

なお、図 4 の例では、第 1 加熱の後に第 2 加熱を行っているが、第 1 加熱の後に第 2 加熱を行わずに、通電加熱装置 20 の出力自動制御を開始するようにしてもよい。この場合、第 1 加熱を電極温度センサ 32 からの信号でなく、入口温度センサ 31 からの信号に基づき行うようにしてもよい。また、第 1 加熱を行わずに、ポンプ 14 を起動して流動性食品材料の移送を行いながら、第 2 加熱を行ってもよい。すなわち、運転再開とともに流動性食品材料を移送しながら固定通電制御を行ってもよい。この場合、分岐バルブ 17 を制御して、流路内の食品材料は廃棄することが好ましい。

50

また、第 1 加熱で行う静止加熱は、電極温度センサ 3 2 または入口温度センサ 3 1 により検出した温度値により異なる出力で行うようにしてもよい。ある温度から目標温度に到達するための時間および電圧値の関係は、予めの実験により算出し、制御プログラムに記載しておくようにする。

【 0 0 2 9 】

次いで、実施形態例に係る通電加熱装置 2 0 の温度制御の効果について説明する。図 5 は、実施形態例に係る通電加熱装置 2 0 の温度制御による温度変化の一例を示すグラフであり、図 6 および図 7 は、従来の実施形態例に係る通電加熱装置の温度制御による温度変化の一例を示すグラフである。なお、図 5 ~ 図 7 においては、食塩水を用い、出口温度センサ 3 3 の目標温度を 6 0 として、2 7 から加熱を開始した。また目標温度 6 0 が維持されている場合の電圧出力値は 2 8 0 V であった。さらに、食塩水の処理量は 1 時間当たり 1 8 0 L とし、加熱時間は 2 0 秒とした。そして、図 5 ~ 図 7 に示す例において、電圧印加開始から、出口温度センサ 3 3 の測定温度が目標温度 6 0 $\pm$ 1 で安定化するまでの時間をそれぞれ測定した。なお、「目標温度 6 0 $\pm$ 1 で安定化するまでの時間」は、5 9 ~ 6 1 となる時間が数秒（例えば 5 秒）続いた場合の、最初の 5 9 となるまでの時間を測定した。また、印加電圧が 2 8 0 V で安定化するまでの時間も測定した。

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すグラフは、実施形態例に係る通電加熱装置 2 0 により温度制御を行った場合であり、具体的には、出口温度センサ 3 3 の測定温度が目標温度 6 0 よりも低い所定の温度 5 0 となるまで固定通電制御を行い、出口温度センサ 3 3 の測定温度が 5 0 を到達してから自動通電制御を行った。この場合、図 5 に示すように、食塩水の出口側において、電圧印加開始から目標温度 6 0 $\pm$ 1 で安定化するまでに 3 8 秒かかった。また、電圧印加開始から、印加電圧が 2 8 0 V で安定化するまでに 5 秒かかった。図 5 に示すように、実施形態例に係る通電加熱装置 2 0 では、目標温度 6 0 よりも低い所定の温度 5 0 となるまで固定通電制御を行い、出口温度センサ 3 3 の測定温度が 5 0 に到達してから自動通電制御を行うことで、オーバーシュートやハンチングを防止することができた。これにより、例えば卵やすりおろした山芋などの流動性食品材料を取り扱う場合には、熱によりこれら流動性食品材料が変性してしまうことを有効に防止することができることがわかった。

【 0 0 3 1 】

一方、図 6 に示すグラフは、従来の実施形態例に係る通電加熱装置の温度制御（運転再開当初から自動通電制御（P I D 制御））を実行した場合の温度変化の一例を示している。この場合、電圧印加開始から、出口温度センサ 3 3 の測定温度が目標温度 6 0 $\pm$ 1 で安定化するまでに 1 0 6 秒かかった。また、電圧印加開始から、印加電圧が 2 8 0 V で安定化するまでに 9 0 秒かかった。これは、図 6 に示す例では、自動通電制御において、オーバーシュートやハンチングが生じないように、電圧出力値を図 5 に示す例と比べて早いタイミングで抑制したため、出口側の温度の上昇が遅れたためと考えられる。

【 0 0 3 2 】

また、図 7 に示すグラフでは、図 6 に示すように、従来の実施形態例に係る通電加熱装置の温度制御（運転再開当初から自動通電制御（P I D 制御））を実行した例であるが、図 7 に示す例では、図 6 に示す例において出力電圧値の上昇に時間がかかっていたため、出力電圧値を短時間で上昇するように P I D 制御の比例ゲインを設定した。この場合、図 7 に示すように、電圧印加開始から、出口温度センサ 3 3 の測定温度が目標温度 6 0 $\pm$ 1 で安定化するまでに 2 2 2 秒かかった。また、電圧印加開始から、印加電圧が 2 8 0 V で安定化するまでに 3 2 0 秒かかった。さらに、図 7 に示す例では、出力電圧値を短時間で上昇させたため、オーバーシュートやハンチングが生じて目標温度で安定するまでに余計に時間がかかった。

【 0 0 3 3 】

このように、図 5 に示す実施形態例の通電加熱装置 2 0 では、目標温度 6 0 よりも低い所定の温度 5 0 となるまで固定通電制御を行い、その後、自動通電制御に切り替える

ことで、従来の図 6 および図 7 に示す運転再開当初から自動通電制御（PID 制御）を実行する場合と比べて、出力電圧値を短時間で上昇することができるとともに、オーバーシュートや振動現象（ハンチング）を予防することができることが分かった。

【0034】

なお、上述した図 5 に示す例においては、出口温度センサ 33 の測定温度が目標温度から 10 低い温度となったことを条件として、固定通電制御から自動通電制御への切り替える構成を例示したが、この構成に限定されず、例えば、出口温度センサ 33 の測定温度が目標温度から 5 ~ 15 低い温度となったことを条件として、固定通電制御から自動通電制御への切り替える構成とすることができる。また、当該温度は、流動性食品材料の種類や性質に応じて適宜変更することもできる。また、固定通電制御から自動通電制御への切り替える条件として、電圧印加開示から所定時間が経過することとすることもできる。この場合も、流動性食品材料の種類や性質に応じて当該所定時間を適宜設定することができる、例えば 20 ~ 30 秒とすることができる。

10

【0035】

以上に説明した実施形態例に係る温度補填機能付き充填成型装置 1 によれば、通電加熱装置 20 により短時間で流動性食品材料の温度を上昇させることができるため、パイプ 12, 13 間に熱交換器を設置する構成と比べ、パイプ 12, 13 の長さを短く構成することが可能である。また、パイプ 12, 13 を二重管などに保温する構成の場合、一時停止時にもパイプ内の食品材料は加熱され続け製品劣化が生じるが、本発明によれば一時停止時には通電加熱装置 20 による加熱も停止されるので、製品劣化の問題は生じない。

20

【0036】

通電加熱装置 20 は、複数台を直列に接続してもよく、この場合、入口温度センサ 31 は最上流に位置する通電加熱装置 20 の入口付近に設置し、電極温度センサ 32 は最上流に位置する通電加熱装置 20 の最上流に位置するアース電極 25 に設置し、出口温度センサ 33 は最下流に位置する通電加熱装置 20 の出口付近に設置する。

実施形態例に係る温度補填機能付き充填成型装置 1 は、流動性食品材料への適用に限定されるものではなく、温度低下により粘度が高くなるあらゆる流動性食品（例えばカスタードクリーム、クレーム、ソース、ジャム、フルーツソース）に適用することが可能である。温度低下により粘度が変化する流動性食品としては、増粘剤を入れた調味液も対象となる。流動性食品の充填直前の温度低下は、充填量の減少を生じさせるのみならず、袋製品の熱量不足によるシール不良の問題も生じさせることがあるが、本発明はこのような問題も解決することが可能である。また、卵やすりおろした山芋などの熱により変性する流動性食品材料についても、オーバーシュートや振動現象（ハンチング）を予防することができるため、有用に適用することができる。

30

【符号の説明】

【0037】

1 温度補填機能付き充填成型装置

10 ニーダー

11 ~ 13 パイプ

14 ポンプ

15 第 1 開閉バルブ

16 第 2 開閉バルブ

17 分岐バルブ

20 通電加熱装置（ジュール加熱装置）

21 加熱流路

22 フランジ

23 電極体（リング状電極）

24 スペーサ

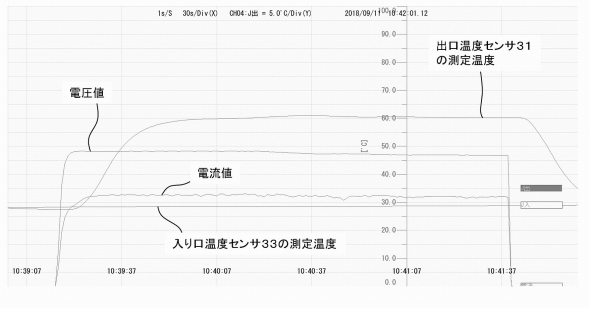
25 アース電極（リング状電極）

26 ジョイント部

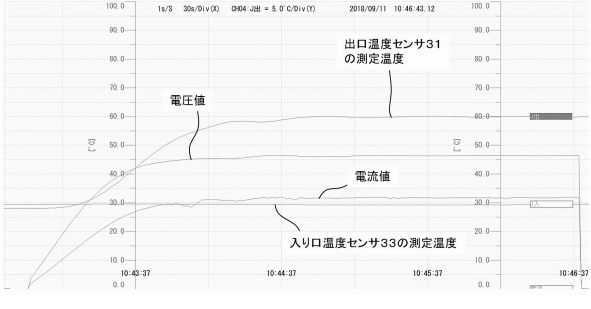
40

50

【図 5】

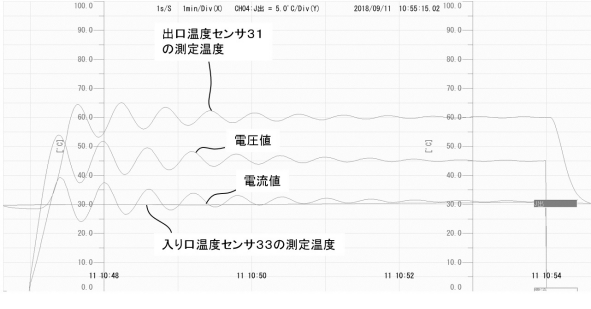


【図 6】



10

【図 7】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 1 7 5 6 8 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 5 0 7 6 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 2 0 4 0 2 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 6 8 7 2 7 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 0 2 9 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 3 0 2 2 3 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 5 B 3 / 0 0
A 2 3 L 3 / 0 0 5
A 2 3 L 3 / 2 2