

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5726162号
(P5726162)

(45) 発行日 平成27年5月27日 (2015. 5. 27)

(24) 登録日 平成27年4月10日 (2015. 4. 10)

(51) Int. Cl. F I
CO3B 3/00 (2006.01) CO3B 3/00
CO3B 5/16 (2006.01) CO3B 5/16
GO1B 11/28 (2006.01) GO1B 11/28 H

請求項の数 5 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-500628 (P2012-500628)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成23年2月16日 (2011. 2. 16)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2011/053292</p> <p>(87) 国際公開番号 W02011/102391</p> <p>(87) 国際公開日 平成23年8月25日 (2011. 8. 25)</p> <p>審査請求日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2010-35356 (P2010-35356)</p> <p>(32) 優先日 平成22年2月19日 (2010. 2. 19)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000178826 日本山村硝子株式会社 兵庫県尼崎市西向島町15番1</p> <p>(74) 代理人 100078916 弁理士 鈴木 由充</p> <p>(72) 発明者 安藤 通浩 兵庫県尼崎市西向島町15番1 日本山村硝子株式会社内</p> <p>(72) 発明者 宿里 修一 兵庫県尼崎市西向島町15番1 日本山村硝子株式会社内</p> <p>審査官 永田 史泰</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス溶融炉の原料投入制御方法および原料投入制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原料投入機によりガラス溶融炉の溶解槽の上流域へ投入されたガラス原料の溶融状態を未溶解のガラス原料の分布状態によって監視して、前記原料投入機によるガラス溶融炉の溶解槽へのガラス原料の投入量を制御する方法であって、前記溶解槽の上流域の前記原料投入機による複数の原料投入方向のそれぞれに特定の部分領域を想定し、前記溶解槽の液面を撮像して得られる画像上の前記部分領域に対応する領域に計測対象領域を設定して、各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率を計測し、両計測値の差としきい値との比較または各計測値としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定し、前記ガラス原料の溶融状態が良好でないと判定されたとき、各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態が適正となるように前記原料投入機による溶解槽へのガラス原料の投入量を制御することを特徴とするガラス溶融炉の原料投入制御方法。

10

【請求項2】

請求項1に記載されたガラス溶融炉の原料投入制御方法であって、ガラス原料の溶融状態が良好でないと判定されたとき、警報器を動作させてその旨を報知するガラス溶融炉の原料投入制御方法。

【請求項3】

原料投入機によりガラス溶融炉の溶解槽の上流域へ投入されたガラス原料の溶融状態を未溶解のガラス原料の分布状態によって監視して、前記原料投入機によるガラス溶融炉の

20

溶解槽へのガラス原料の投入量を制御するガラス溶融炉の原料投入制御装置であって、前記溶解槽の上方より溶解槽の液面を撮像して画像を取得する撮像手段と、前記溶解槽の上流域の前記原料投入機による複数の原料投入方向のそれぞれに想定された特定の部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域を設定して各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率を計測する面積計測手段と、前記面積計測手段による両計測値の差としきい値との比較または各計測値としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の熔融状態の良否を判定する判定手段と、前記判定手段によりガラス原料の熔融状態が良好でないとき判定されたとき各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態が適正となるように前記原料投入機による溶解槽へのガラス原料の投入量を制御する制御手段とを備えて成るガラス溶融炉の原料投入制御装置。

10

【請求項 4】

前記原料投入機は、溶解槽の上流域両側の左右対称位置にそれぞれ設けられ、前記面積計測手段は、前記溶解槽の上流域内の左右対称位置に想定された左右一対の前記部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域をそれぞれ設定して各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率をそれぞれ計測し、前記判定手段は、前記面積計測手段による両計測値の差としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の熔融状態の良否を判定し、前記制御手段は、前記判定手段によりガラス原料の熔融状態が良好でないとの判定が行われたとき、左右の原料投入機によるガラス原料の投入量の比率を変更する請求項 3 に記載されたガラス溶融炉の原料投入制御装置。

20

【請求項 5】

前記原料投入機は、溶解槽の上流域に対し複数の方向へガラス原料を投入することが可能なように設けられており、前記面積計測手段は、前記上流域内の各原料投入方向に想定された特定の部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域を設定して各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率を計測し、前記判定手段は、前記面積計測手段による各計測値としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の熔融状態の良否を判定し、前記制御手段は、前記判定手段によりガラス原料の熔融状態が良好でないとの判定が行われたとき、前記原料投入機による各部分領域へのガラス原料の投入量を制御する請求項 3 に記載されたガラス溶融炉の原料投入制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、製びん機のようなガラス製品成形機などへ供給される溶融ガラスを生成するためのガラス溶融炉に関するものであり、特にこの発明は、原料投入機によりガラス溶融炉の溶解槽へ投入されたガラス原料の熔融状態を監視して、原料投入機によるガラス溶融炉の溶解槽へのガラス原料の投入量を制御するためのガラス溶融炉の原料投入制御方法と、その原料投入制御方法の実施に用いられるガラス溶融炉の原料投入制御装置とに関する。

40

【背景技術】

【0002】

図 1 3 に示す従来のガラス溶融炉は、ガラス原料を炉内の溶解槽 1 0 0 へ導入するための原料導入口 1 0 1 と、図示しない燃焼バーナーにそれぞれ連通する複数の燃焼口 1 0 2 と、溶解槽 1 0 0 より溶融ガラスを導出するための導出口 1 0 3 とを備えており、炉外の原料導入口 1 0 1 の位置にはガラス原料を原料導入口 1 0 1 より溶解槽 1 0 0 へ投入するための原料投入機 1 0 4 が配置されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

図 1 4 に示す従来の他のガラス溶融炉では、溶解槽 1 0 0 の上流域の左右対称位置に原料導入口 1 0 1 , 1 0 1 と燃焼口 1 0 2 , 1 0 2 とがそれぞれ配置されるとともに、炉外

50

の各原料導入口101の位置に原料投入機104がそれぞれ設置されている。

【0004】

上記の各ガラス溶融炉において、溶解槽100の下流域の上方位置には撮像装置105が設置されている。この撮像装置105は溶解槽100に満たされた溶融ガラスの液面の全体を斜め上方より撮像するもので、撮像装置105で得られた画像はモニタテレビ106に写し出される。作業員はこのモニタテレビ106の画像を見て溶解槽100へのガラス原料の投入状態を監視しつつ手操作で原料投入機104によるガラス原料の投入量を調節する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開昭61-183126号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記したガラス溶融炉では、作業員がモニタテレビ106の画像を見て原料投入機による溶解槽100へのガラス原料の投入状況やガラス原料の溶融状態を監視しつつ手操作で原料投入機104によるガラス原料の投入量を調節しているため、作業員の作業負担が大きいだけでなく、ガラス原料の投入量が適正かどうかの判断に熟練を要し、ガラス原料の投入量の最適な調整が困難である。

20

【0007】

また、図14に示したガラス溶融炉では、各原料投入機104によるガラス原料の投入量を個別に調整する必要があり、その種の調整作業は容易でなく、また、判断ミス、調整ミス、調整タイミングの遅れなどに起因して未溶解のガラス原料の分布が不均一となり、その結果、溶融ガラスにムラが生じてガラス製品の品質が不安定になったり、品質不良を生じさせたりするおそれがある。

【0008】

この発明は、上記した問題に着目してなされたもので、原料投入機によりガラス溶融炉の溶解槽へ投入されたガラス原料の溶融状態を特定の部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態によって監視することにより、熟練した作業員によることなく画像処理技術を利用して、ガラス原料の溶融状態の良否を判定でき、ガラス原料の投入量の最適な調整などを可能とし、さらに、ガラス原料の溶融状態が良好でないとの判定に基づいて未溶解のガラス原料の分布状態が適正となるように原料投入機による溶解槽へのガラス原料の投入量を制御することにより、溶融ガラスにムラを生じさせず、ガラス製品の品質が不安定になつたり、品質不良を生じさせたりするおそれがないガラス溶融炉の原料投入制御方法およびその装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明によるガラス溶融炉の原料投入制御方法は、原料投入機によりガラス溶融炉の溶解槽の上流域へ投入されたガラス原料の溶融状態を未溶解のガラス原料の分布状態によって監視して、前記原料投入機によるガラス溶融炉の溶解槽へのガラス原料の投入量を制御するものであって、前記溶解槽の上流域の前記原料投入機による複数の原料投入方向のそれぞれに特定の部分領域を想定し、前記溶解槽の液面を撮像して得られる画像上の前記部分領域に対応する領域に計測対象領域を設定して、各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率を計測し、両計測値の差としきい値との比較または各計測値としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定し、前記ガラス原料の溶融状態が良好でないとの判定されたとき、各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態が適正となるように前記原料投入機による溶解槽へのガラス原料の投入量を制御することを特徴とする。

40

50

この発明によると、溶解槽内の溶融ガラスにムラを生じさせず、その溶融ガラスによって製作されたガラス製品の品質が不安定になったり、品質不良を生じさせたりするおそれがない。

【0012】

溶解槽の上流域内の各部分領域に「バッチ山」と呼ばれる未溶解のガラス原料がそれぞれ存在する場合、各部分領域内の未溶解のガラス原料の分布量は、画像上の各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率に反映されるので、両計測対象領域についての計測値の差としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態、すなわち、分布の偏りの程度を求めることで原料投入機による各部分領域へのガラス原料の投入量の適否に起因するガラス原料の溶融状態の良否を判定できる。したがって、熟練した作業員によることなくガラス原料の溶融状態の良否を判定でき、原料投入機によるガラス原料の投入量の最適な調整が可能である。

10

【0017】

好ましい実施態様においては、ガラス原料の溶融状態が良好でないと判定されたとき、警報器を動作させてその旨を報知するものである。

この実施態様によると、作業員は警報器が動作することで、ガラス原料の溶融状態が良好でなく、燃焼バーナーや原料投入機の点検や動作の調整などの対応処置が必要であることがわかる。

【0019】

この発明によるガラス溶融炉の原料投入制御装置は、原料投入機によりガラス溶融炉の溶解槽の上流域へ投入されたガラス原料の溶融状態を未溶解のガラス原料の分布状態によって監視して、前記原料投入機によるガラス溶融炉の溶解槽へのガラス原料の投入量を制御するものであって、前記溶解槽の上方より溶解槽の液面を撮像して画像を取得する撮像手段と、前記溶解槽の上流域の前記原料投入機による複数の原料投入方向のそれぞれに想定された特定の部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域を設定して各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率を計測する面積計測手段と、前記面積計測手段による両計測値の差としきい値との比較または各計測値としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定する判定手段と、前記判定手段によりガラス原料の溶融状態が良好でないと判定されたとき各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態が適正となるように前記原料投入機による溶解槽へのガラス原料の投入量を制御する制御手段とを備えて成るものである。

20

30

【0020】

上記のガラス溶融炉の原料投入制御装置では、撮像手段により溶解槽の上方より溶解槽の液面が撮像されて画像が取得されると、前記原料投入機による複数の原料投入方向のそれぞれに想定された特定の部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域を設定され、面積計測手段は各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率を計測する。判定手段は面積計測手段による両計測値の差としきい値との比較または各計測値としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定する。制御手段は、判定手段による判定結果に基づいて原料投入機によるガラス原料の投入量を制御する。

40

【0021】

この発明の好ましい実施態様においては、前記原料投入機は、溶解槽の上流域両側の左右対称位置にそれぞれ設けられている。前記面積計測手段は、前記溶解槽の上流域内の左右対称位置に想定された左右一対の前記部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域をそれぞれ設定して各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率をそれぞれ計測する。前記判定手段は、前記面積計測手段による両計測値の差としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定する。前記制御手段は、前記判定手段によりガラス原料の溶融状態が良好でないと判定が行われたとき、左右の原料投入機によるガ

50

ラス原料の投入量の比率を変更する。

【 0 0 2 2 】

上記実施態様のガラス溶融炉の原料投入制御装置では、原料投入機は、溶解槽の上流域両側の左右対称位置から溶解槽内へガラス原料を投入する。撮像手段により溶解槽の上方より溶解槽の液面が撮像されて画像が取得されると、前記溶解槽の上流域内の左右対称位置に想定された左右一対の前記部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域がそれぞれ設定される。各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率がそれぞれ計測された後、両計測値の差がしきい値と比較されることにより各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求められて投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定される。ガラス原料の溶融状態が良好でないとの判定が行われたとき、左右の原料投入機によるガラス原料の投入量の比率が変更される。

10

【 0 0 2 4 】

この発明の好ましい他の実施態様においては、前記原料投入機は、溶解槽の上流域に対し複数の方向へガラス原料を投入することが可能なように設けられている。前記面積計測手段は、前記上流域内の各原料投入方向に想定された特定の部分領域に対応する前記画像上の領域に計測対象領域を設定して各計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率を計測する。前記判定手段は、前記面積計測手段による各計測値としきい値との比較から前記各部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を求めて投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定する。前記制御手段は、前記判定手段によりガラス原料の溶融状態が良好でないとの判定が行われたとき、前記原料投入機による各部分領域へのガラス原料の投入量を制御する。

20

【 0 0 2 5 】

上記実施態様のガラス溶融炉の原料投入制御装置では、原料投入機は、溶解槽の上流域へ領域を分けてガラス原料を投入する。撮像手段により溶解槽の上方より溶解槽の液面が撮像されて画像が取得されると、前記上流域内の各原料投入方向に想定された部分領域のいずれかに対応する前記画像上の領域に計測対象領域が設定される。計測対象領域内の未溶解のガラス原料を示す画像部分が占める面積の占有率が計測された後、各計測値がしきい値と比較されることにより部分領域でのガラス原料の分布状態が求められて投入されたガラス原料の溶融状態の良否が判定され、ガラス原料の溶融状態が良好でないとの判定が行われたとき、原料投入機による各部分領域へのガラス原料の投入量が制御される。

30

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

この発明によれば、原料投入機によりガラス溶融炉の溶解槽へ投入されたガラス原料の溶融状態を特定の部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態によって監視するから、熟練した作業員によることなく、画像処理技術を利用して、ガラス原料の溶融状態の良否を判定でき、ガラス原料の投入量の最適な調整などが可能であり、作業員の作業負担を軽減できる。

また、ガラス原料の溶融状態が良好でないとの判定に基づいて未溶解のガラス原料の分布状態が適正となるように原料投入機による溶解槽へのガラス原料の投入量を制御するから、溶解槽内の溶融ガラスにムラを生じさせたり、ガラス製品の品質が不安定になったり、品質不良を生じさせたりするのを防止できる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】ガラス溶融炉の一実施例の水平断面図である。

【図 2】図 1 の X - X 線に沿う断面図である。

【図 3】原料投入機の構成を示す正面図である。

【図 4】原料投入機の構成を示す平面図である。

【図 5】原料投入機の旋回動作のタイミングチャートである。

【図 6】ガラス溶融炉の他の実施例の水平断面図である。

【図 7】溶解槽の液面の監視領域と画像上の計測対象領域とを重ねて示した説明図である

50

。【図8】溶解槽の液面の他の監視領域と画像上の計測対象領域とを重ねて示した説明図である。

【図9】ガラス溶融炉の制御システムの概略を示す説明図である。

【図10】制御装置の構成を示すブロック図である。

【図11】画像処理装置の制御の流れを示すフローチャートである。

【図12】画像の取込タイミングを示すタイミングチャートである。

【図13】従来のガラス溶融炉の溶解槽の構成を示す水平断面図である。

【図14】従来の他のガラス溶融炉の溶解槽の構成を示す水平断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

図1および図2は、この発明が適用されるガラス溶融炉1の構成を示している。図示例のガラス溶融炉1は、耐火レンガなどの断熱材により炉壁が形成されており、ガラス原料を加熱して溶融する溶融部10と、溶融部10より連通路12を介して流入した溶融ガラスを一旦貯留して清澄するための清澄部11とを含んでいる。清澄部11に貯留された溶融ガラスは流出路13を経て製びん機へ送られる。

【0030】

溶融部10には、ガラス原料を溶融して得られた溶融ガラスを貯める溶解槽2と、溶融部10の左右の側面壁14、14の対称位置に開設されガラス原料を溶解槽2へ導入するための一对の原料導入口15L、15Rと、溶融部10の正面壁16の左右対称位置に設けられ一对の燃焼バーナー3L、3Rの燃焼火炎fを炉内へ導入しかつ排ガスを炉外へ導出するための一对の燃焼口17L、17Rとが設けられている。この実施例では、燃焼熱を有効利用するために、燃焼口17L、17Rの一方から燃焼火炎fが導出されると、他方より排ガスを回収し、その回収した熱を燃焼空気の予熱に用いている。

【0031】

炉外の各原料導入口15L、15Rの位置には、ガラス原料をそれぞれの原料導入口15L、15Rより溶解槽2の上流域、すなわち、正面壁16に近い側の領域へ投入するための原料投入機4L、4Rが配置されている。溶解槽2の背面壁18の上方位置には、溶解槽2内に満たされた溶融ガラスの液面7を斜め上方より撮像するための撮像装置6が配置されている。この撮像装置6が出力する映像信号は後述するモニタテレビ60へ送られてカラーの動画が表示されるとともに、前記映像信号より得られる静止画像が画像処理装置61に取り込まれる。なお、取得する画像はカラーの画像に限らず、モノクロの画像であってもよい。作業員はモニタテレビ60の画面から溶解槽2へのガラス原料の溶融状態や投入状況を確認できる。

【0032】

図3および図4は、この実施例で用いている各原料投入機4L、4Rの具体的な構成を示しているが、各原料投入機4L、4Rはこの実施例のものに限られないことは勿論である。図示例の各原料投入機4L、4Rは、正逆各方向へ回転可能に水平に支持された回転台40と、回転台40を一定の角度範囲で首振り動作させかつ決められた角度位置で所定時間だけ停止させる旋回機構41と、回転台40上に搭載されガラス原料を原料導入口15L、15Rより溶解槽2の内部へ送り込む原料送込み機構42とで構成されている。

【0033】

原料送込み機構42は、図示しない電磁フィーダ43（後述する図10のブロック図に示す）より供給されるガラス原料を受け入れて一旦貯えるホッパー44と、ホッパー44の下端の原料放出口44aより放出されたガラス原料を原料導入口15L、15Rより溶解槽2の内部へ押し出すプッシャー機構5とで構成されている。

プッシャー機構5は、ホッパー44の原料放出口44aの下方を一定のストロークで往復動するプッシャー50を有している。プッシャー50は湾曲した形状の板状体であり、先端面がガラス原料を前方へ押し出す押出面51となっている。プッシャー50の基端部は左右両側に配された支持アーム52、52により往復動自由に支持され、プッシャー駆

10

20

30

40

50

動機構 53 に連結されている。

【0034】

プッシャー駆動機構 53 は、駆動源であるプッシャー用モータ 54 と、プッシャー用モータ 54 のモータ軸 54a に伝導ベルトなどの動力伝達機構 55 を介して連結された歯車減速機構 56 と、歯車減速機構 56 の出力軸 57 に連結され回転運動を往復運動に変換してプッシャー 50 に伝える動力変換機構 58 とを含んでいる。溶解槽 2 へのガラス原料の投入量はプッシャー 50 の単位時間当たりの往復回数（往復速度）に比例するもので、その往復回数はプッシャー用モータ 54 の回転速度（回転数）によって決まる。この実施例では、ガラス原料の投入量の調整は、モータ 54 の回転速度を変えることにより行っているが、電磁フィーダ 43 の振動数を変えることにより行うこともできる。

10

【0035】

旋回機構 41 は、図示しない旋回用モータを駆動源とするもので、旋回用モータの回転に応じてロッド 45 を一定距離 S だけ往復動させ、回転台 40 を正逆各方向へ一定の角度範囲で旋回させる。回転台 40 を決められた 3 箇所 の角度位置で停止させるために、回転台 40 の外周に 3 個のリミットスイッチ 46a, 46b, 46c から成る角度位置検出器 47 が配備されている。

3 個のリミットスイッチのうち、中央のリミットスイッチ 46b がオンする角度位置では、プッシャー 50 による原料投入方向は図中の B で示す方向となる。一端のリミットスイッチ 46a がオンする角度位置では、プッシャー 50 による原料投入方向は図中の A で示す方向である。他端のリミットスイッチ 46c がオンする角度位置では、プッシャー 50 による原料投入方向は図中の C で示す方向である。

20

【0036】

この実施例では、ガラス原料を溶解槽 2 の上流域へ領域を分けて投入するために、原料投入機 4L, 4R の原料送込み機構 42 を旋回動作させることにより原料投入方向を変えているが、これに限らず、旋回動作をさせずに原料を一定方向へ投入する場合もある。

【0037】

図 5 に示すように、各リミットスイッチ 46a ~ 46c がオンする度に、旋回用モータ 48 が駆動を停止し、回転台 40 は旋回を停止して定位する。この間にプッシャー 50 が往復動してガラス原料が溶解槽 2 へ投入される。各原料投入方向 A ~ C へのガラス原料の投入量（配分量）は、旋回停止時間 $T_A \sim T_C$ にプッシャー 50 が何回往復するかによって決まるので、プッシャー 50 の往復速度が一定であれば、旋回停止時間 $T_A \sim T_C$ の時間長さに比例する。この旋回停止時間 $T_A \sim T_C$ は後述するタイマ 84（図 5 のタイミングチャートおよび図 10 のブロック図に示す）に設定されて計時される。

30

【0038】

原料投入機 4L, 4R が一定の角度範囲を 1 往復する間の原料投入時間 T は $T_A + 2T_B + T_C$ であり、この原料投入時間 T を一定とし、液面センサ S2 の検出信号に基づいてプッシャー用モータ 54 の回転数を変えることでガラス原料の投入量（総量）を変更し、後述する第 2 の方法によって旋回停止時間 $T_A \sim T_C$ を変えることで各原料投入方向 A ~ C へのガラス原料の投入量（配分量）を変更する。

【0039】

なお、この発明が適用されるガラス溶融炉 1 は図 1 に示した構成のものに限らず、原料導入口が左右いずれか 1 箇所のものであってもよい。また、図 6 に示すように、複数台の原料投入機 4 を並設する構成のものであってもよい。

40

図 6 のガラス溶融炉 1 は、溶融部 10 の正面壁 16 にガラス原料を溶解槽 2 へ導入するための原料導入口 15 が、左右の側面壁 14, 14 に燃焼バーナー 3L, 3R の燃焼火炎を炉内に導入しかつ排ガスを炉外へ導出するための燃焼口 17L, 17R が、それぞれ設けられたものである。炉外の原料導入口 15 の位置には、ガラス原料を原料導入口 15 より溶解槽 2 の上流位置へ領域を分けて投入するための複数台の原料投入機 4A ~ 4D が並設されている。

図示例の各原料投入機 4A ~ 4D では、スクリーフィーダーをもって原料送込み機構

50

4 2 が構成されており、ホッパー 4 4 より供給されたガラス原料が原料送込み機構 4 2 により同方向（矢印で示す方向）の異なる領域へ一斉に送り出される。各原料投入機 4 によるガラス原料の投入量（総量および配分量）はスクリーンの回転数により調整することが可能である。

【 0 0 4 0 】

図 7 および図 8 は、溶解槽 2 に満たされた熔融ガラスの液面 7 の状態を示している。図中、網点で表した部分は液面 7 に浮遊もしくは露出する未溶解のガラス原料 7 0 であり、原料投入口 1 5 L , 1 5 R が位置する上流域では広く分布し、下流域に向かうほど分布量は少なくなる。

左右の原料投入機 4 L , 4 R によってガラス熔融炉 1 の溶解槽 2 へ投入されたガラス原料の熔融状態は、特定の部分領域での未溶解のガラス原料の分布状態を撮像装置 6 を用いて観測することにより監視されている。撮像装置 6 は溶解槽 2 の下流端の上方に配置され、溶解槽 2 の液面 7 の全体が視野に入るようにレンズの画角や向きが設定されている。

【 0 0 4 1 】

図 7 および図 8 には、溶解槽 2 へ投入されたガラス原料の熔融状態を監視する方法およびガラス原料の投入量を制御する方法の具体例が示してある。

第 1 の方法は、図 7 に示すように、溶解槽 2 の上流域の左右対称位置に同じ矩形状であって同じ大きさの左右一对の監視領域 2 0 L , 2 0 R を幅方向に並べて想定し、未溶解のガラス原料 7 0 がいずれの監視領域 2 0 L , 2 0 R にどの程度偏って分布しているかによって、投入されたガラス原料の熔融状態の良否および各原料投入機 4 L , 4 R による溶解槽 2 へのガラス原料の投入量の適否を判別するものである。なお、監視領域 2 0 L , 2 0 R の大きさは必ずしも同じである必要はない。

【 0 0 4 2 】

具体的には、撮像装置 6 によって得られた溶解槽 2 の液面 7 の画像上に前記監視領域 2 0 L , 2 0 R に相当する計測対象領域 2 1 L , 2 1 R を設定する。各計測対象領域 2 1 L , 2 1 R の面積を S_{L0} , S_{R0} （この実施例では $S_{L0} = S_{R0}$ ）とすると、各計測対象領域 2 1 L , 2 1 R 内に含まれる未溶解のガラス原料 7 0 を示す画像部分（以下、単に「原料の画像部分」という。）の総面積 S_L , S_R をそれぞれ計測した後、面積 S_{L0} , S_{R0} に対する原料の画像部分の総面積 S_L , S_R の占有率 $k_L (= S_L \times 100 / S_{L0})$, $k_R (= S_R \times 100 / S_{R0})$ を算出し、さらに、占有率の差 $k (= k_L - k_R)$ を算出する。

【 0 0 4 3 】

次に、占有率の差 k の算出値を所定の正負のしきい値 TH と比較し、 $k > TH$ であれば、一方の原料投入機 4 L による溶解槽 2 へのガラス原料の投入量を減らすとともに、他方の原料投入機 4 R による溶解槽 2 へのガラス原料の投入量を増すようにして、未溶解のガラス原料 7 0 の分布が同じになるように投入量の比率を変えて偏りを是正する。

比較の結果、 $k < -TH$ であれば、一方の原料投入機 4 L による溶解槽 2 へのガラス原料の投入量を増し、他方の原料投入機 4 R による溶解槽 2 へのガラス原料の投入量を減らすようにして、未溶解のガラス原料 7 0 の分布が同じになるように投入量の比率を変えて偏りを是正する。

【 0 0 4 4 】

この実施例では、各原料投入機 4 L , 4 R による溶解槽 2 へのガラス原料の投入量を増減するのに、各原料投入機 4 L , 4 R のプッシャー用モータ 5 4 の回転数を変えてプッシャー 5 0 の往復速度をそれぞれ変化させているが、各原料投入機 4 L , 4 R の電磁フィーダー 4 3 の振動数をそれぞれ変化させてもよい。

なお、溶解槽 2 の液面の高さは、後述する液面センサ S 2 の検出信号に基づいて両原料投入機 4 L , 4 R によるガラス原料の投入量の総量を調整することにより一定に保持される。

【 0 0 4 5 】

第 2 の方法は、図 8 に示すように、溶解槽 2 の上流域の原料投入口 1 5 L , 1 5 R の近

10

20

30

40

50

傍において、各原料投入機 4 L, 4 R による原料投入方向 A, B, C に同じ矩形形状の 3 個の監視領域 2 0 A, 2 0 B, 2 0 C をそれぞれ長さ方向に並べて想定し、両端位置の監視領域 2 0 A, 2 0 C に未溶解のガラス原料 7 0 がどの程度多く分布しているかどうかによって、投入されたガラス原料の溶融状態の良否および各原料投入機 4 L, 4 R による溶解槽 2 の各原料投入方向 A ~ C へのガラス原料の投入量（配分量）の適否を判定するものである。

なお、この実施例では、両端位置の監視領域 2 0 A, 2 0 C は同じ大きさのものを想定しているが、異なる大きさであってもよい。また、図示例では、3 個の監視領域 2 0 A, 2 0 B, 2 0 C のうち両端位置の監視領域 2 0 A, 2 0 C での未溶解のガラス原料の分布状態を求めているが、他の組み合わせによる 2 個の監視領域について未溶解のガラス原料の分布状態を求めてもよく、いずれか 1 個の監視領域について未溶解のガラス原料の分布状態を求めてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

図 6 に示す実施例においても、複数台の各原料投入機 4 A ~ 4 D による原料投入方向へ同じ矩形形状の監視領域をそれぞれ幅方向に並べて想定し、予め定められた 1 個または複数個の監視領域に未溶解のガラス原料 7 0 がどの程度多く分布しているかどうかによって、投入されたガラス原料の溶融状態の良否および原料投入機 4 A ~ 4 D による溶解槽 2 の各監視領域へのガラス原料の投入量（配分量）の適否を判定する。

なお、ガラス原料の分布状態の適否を判定する監視領域は、複数の監視領域のうちいずれかに固定してもよく、また、順次変更するようにしてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

図 8 の具体例では、撮像装置 6 によって得られた溶解槽 2 の液面 7 の画像上に前記監視領域 2 0 A, 2 0 C に相当する計測対象領域 2 1 A, 2 1 C を設定している。各計測対象領域 2 1 A, 2 1 C の面積を S_{A_0} , S_{C_0} （実施例では $S_{A_0} = S_{C_0}$ ）とすると、各計測対象領域 2 1 A, 2 1 C 内に含まれる原料の画像部分の総面積 S_A , S_C をそれぞれ計測した後、面積 S_{A_0} , S_{C_0} 、に対するそれぞれの原料の画像部分の総面積 S_A , S_C の占有率 $k_A (= S_A \times 100 / S_{A_0})$, $k_C (= S_C \times 100 / S_{C_0})$ を算出する。

【 0 0 4 8 】

次に、一方の占有率 k_A の算出値を所定のしきい値 TH_1 , TH_2 （ただし、 $TH_2 < TH_1$ ）と比較し、 $k_A > TH_1$ であれば、原料投入機 4 L, 4 R による原料投入方向 A へのガラス原料の投入量を減らし、 $k_A < TH_2$ であれば、原料投入機 4 L, 4 R による溶解槽 2 の原料投入方向 A へのガラス原料の投入量を増して、占有率 k_A が一定範囲の値となるように原料投入方向 A の原料投入時間 T_A の時間長さを制御する。

30

同様に、他方の占有率 k_C の算出値を所定のしきい値 TH_3 , TH_4 （ただし、 $TH_4 < TH_3$ ）と比較し、 $k_C > TH_3$ であれば、原料投入機 4 L, 4 R による原料投入方向 C へのガラス原料の投入量を減らし、 $k_C < TH_4$ であれば、原料投入機 4 L, 4 R による原料投入方向 C へのガラス原料の投入量を増して、占有率 k_C が一定範囲の値となるように原料投入方向 C の原料投入時間 T_C の時間長さを制御する。

なお、原料投入時間 T_A および T_C の合計値（ $T_A + T_C$ ）が変わったとき、それに応じて原料投入方向 B の原料投入時間 $2 T_B$ を $T - (T_A + T_C)$ に調整する。

40

【 0 0 4 9 】

図 6 に示す実施例においては、いずれかの原料投入機については、計測対象領域内の原料の画像部分の総面積の占有率を算出し、その算出値と所定のしきい値との比較結果に基づいてスクリュウの回転数を変更することによりガラス原料の投入量（配分量）を増減し、他の原料投入機については、スクリュウの回転数を一律に調整することによりガラス原料の投入量（配分量）を変更する。

【 0 0 5 0 】

第 3 の方法は、図 7 に示すように、溶解槽 2 の下流域に監視領域 2 0 D を想定し、上流域から下流域の監視領域 2 0 D まで未溶解のガラス原料 7 0 がどの程度流下したかによ

50

て、投入されたガラス原料の溶融状態の良否を判定するものである。

【0051】

具体的には、撮像装置6によって得られた溶解槽2の液面7の画像上に前記監視領域20Dに相当する計測対象領域21Dを設定する。その計測対象領域21Dの面積を S_{D0} とすると、計測対象領域21D内に含まれる原料の画像部分の総面積 S_D を計測した後、面積 S_{D0} に対する原料の画像部分の総面積 S_D の占有率 $k_D (= S_D \times 100 / S_{D0})$ を算出する。

【0052】

次に、その占有率 k_D の算出値を所定のしきい値 $TH5$ と比較し、 $k_D > TH5$ であれば、図示しない警報器9(図10のブロック図に示す)を作動させ、これにより燃焼バーナー3L, 3Rの燃焼量の調整などの対応処置をとるように作業員に促す。そして、 $k_D < TH5$ になると、警報器9の作動を停止させる。

10

【0053】

図9は、上記したガラス溶融炉1におけるガラス原料の投入および加熱の各動作を制御するための制御系の概略構成を示している。

同図中、31は左右の燃焼バーナー3L, 3Rへ燃料を交互に供給して燃焼させるための切換スイッチ、32は切換スイッチ31への燃料の供給を制御する調節弁であり、切換スイッチ31の切換動作および調節弁32の開閉動作は制御装置8により制御される。

【0054】

前記撮像装置6は、例えばカラーテレビカメラにより構成されており、撮像装置6よりNTSC方式の映像信号が画像分配器62を経てモニタテレビ60へ送られる。モニタテレビ60には時々刻々変化する溶解槽2の液面7の様子がカラー画像により表示される。映像信号は画像分配器62によって画像変換器63に分配される。画像変換器63はカラーの動画をJPEGなどの形式に圧縮されたカラー静止画像に変換して画像処理装置61へ供給する。

20

【0055】

画像処理装置61は、画像変換器63よりカラーの静止画像を取り込み、上記した第1~第3の方法のいずれかについての画像処理を実行し、計測対象領域内に含まれる原料の画像部分の総面積およびその占有率を計測した後、その計測値からガラス原料の溶融状態の良否を判定し、また、各原料投入機4L, 4Rによる溶解槽2へのガラス原料の投入量の適否を判定する。その判定結果は制御装置8へ与えられ、制御装置8は第1、第2の方法についての判定結果に基づいて原料投入機4L, 4Rによる溶解槽2へのガラス原料の投入量を増減するための制御信号を各原料投入機4L, 4Rへ出力する。

30

【0056】

前記制御装置8は、マイクロコンピュータにより構成されており、図10に示すように、制御、演算の主体であるCPU80、プログラムや固定データが記憶されるROM81、各種のデータが記憶されるRAM82などを含むものである。CPU80にはバス83を介して、画像処理装置61、左右の原料投入機4L, 4Rのプッシャー用モータ54、旋回用モータ48、および電磁フィーダ43、燃料供給制御用の切換スイッチ31および調節弁32、警報器9などの出力各部や、タイマ84、温度センサS1、液面センサS2、レベルセンサS3、角度位置検出器47などの入力各部が接続されている。CPU80はROM81に記憶されたプログラムを実行し、RAM82に対するデータの読み書きを行いながら入出力各部に対する入出力動作を一連に制御する。

40

【0057】

上記した図10に示す構成のうち、電磁フィーダ43は、各原料投入機4L, 4Rのホッパー44内に貯まったガラス原料が設定量より減少したことをレベルセンサS3が検出したときガラス原料をホッパー44へ補給するもので、ガラス原料が設定レベルまで補給されたとき電磁フィーダ43の補給動作が停止する。警報器9は溶解槽2の下流域の監視領域20Dに未溶解のガラス原料70が設定量を超えて流下したときに作動して作業員に報知する。タイマ84は各原料投入機4L, 4Rの旋回停止時間 $T_A \sim T_C$ の経過を計時

50

する。温度センサ S 1 は炉内の温度を調節するためにガラス溶融炉 1 の溶融部 1 0 内の温度を計測する。液面センサ S 2 は液面の高さに応じた検出信号を出力するもので、前記清澄部 1 1 に設置されている。この液面センサ S 2 の検出信号に基づき溶解槽 2 の液面 7 が一定の高さに保持されるようにガラス原料の投入量の総量が制御される。

【 0 0 5 8 】

前記画像処理装置 6 1 も、マイクロコンピュータにより構成され、制御、演算の主体である CPU、プログラムや固定データが記憶される ROM、データの読み書きに用いられる RAM を含んでいる。

画像処理装置 6 1 の CPU は、ROM に記憶されたプログラムにしたがって、図 1 1 に示す手順（図中、「S T」で示す）を順次実行し、左右の原料投入機 4 L, 4 R によるガラス原料の投入量が適正かどうかを判別し、適正でないと判断したとき、ガラス原料の投入量を増減して変更するよう制御装置 8 へ指令する。

10

【 0 0 5 9 】

次に、図 1 1 の手順を説明すると、S T 1 では、画像処理装置 6 1 の CPU は画像の取込に待機している。画像の取込タイミングになると、S T 1 の判定が「Y E S」となって S T 2 へ進み、画像変換器 6 3 よりカラーの静止画像が取り込まれて、以下の画像処理手順へ進む。

画像処理装置 6 1 の画像の取込タイミングは、燃焼バーナー 3 L, 3 R の火炎 f が消失して撮像装置 6 の視界が良好となるタイミング、すなわち、図 1 2 に示すように、燃焼バーナー 3 L, 3 R の燃焼動作が切り替わるタイミングである。

20

【 0 0 6 0 】

各燃焼バーナー 3 L, 3 R は、一定時間 T_f 毎に燃焼と燃焼停止とを交互に繰り返すもので、切り替わるときの燃焼交換期間 t_0 を、画像の取込、画像処理、投入量の変更の各処理を実行する期間 t_2 , t_3 , t_4 に割り当ててある。なお、同図中、 t_1 は燃焼バーナー 3 L, 3 R の燃焼動作が停止した後、溶融炉 1 より火炎が消失するのに要する期間であり、その後の所定の期間 t_2 に複数枚の画像が一定時間置きに画像処理装置 6 1 に取り込まれる。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 に戻って、S T 2 で複数枚の画像が取り込まれると、つぎの S T 3 では画像処理の対象とする画像部分が切り取られて余計な画像部分が除去される。次の S T 4 の前処理工程では、まず、カラーの各画像がモノクロ画像に変更され、ノイズ除去のために、取り込んだ複数枚の画像が重ね合わされて各画素の濃度が平均化された 1 枚のサンプル画像を得る。このサンプル画像は溶解槽 2 の溶融ガラスの液面 7 を斜め上方から俯瞰した状態の画像であるため、その画像を真上から俯瞰した状態の画像に補正する補正処理が実行されて計測対象画像を得る。

30

【 0 0 6 2 】

上記の S T 4 の前処理工程が完了すると、次の S T 5 へ進み、計測対象画像に前記した計測対象領域、すなわち、第 1 の方法を実施する場合は図 7 に示す計測対象領域 2 1 L, 2 1 R が、また、第 2 の方法を実施する場合は図 8 に示す計測対象領域 2 1 A, 2 1 C が、また、第 3 の方法を実施する場合は図 7 に示す計測対象領域 2 1 D が、それぞれ設定された後、計測対象領域内の画像に 2 値化処理が施されて濃淡画像が 2 値画像に変換される（S T 6）。

40

【 0 0 6 3 】

次の S T 7 では、計測対象領域内に含まれる原料の画像部分の総面積が計測される。この面積計測は、例えば 2 値画像を構成する白、黒の画素のうち、原料の画像部分を構成する画素（例えば黒画素）の数を計数することにより得られる。S T 7 の面積計測の後、続く S T 8 において、計測対象領域の面積に対する原料の画像部分の総面積の占有率が算出され、各原料投入機 4 L, 4 R によるガラス原料の投入量の適否が判別される。判別の結果、投入量が適正でないと判断されたとき、次の S T 9 の判定が「N O」であり、S T 1 0 へ進んで投入量を増減して変更するよう制御装置 8 へ指令される。

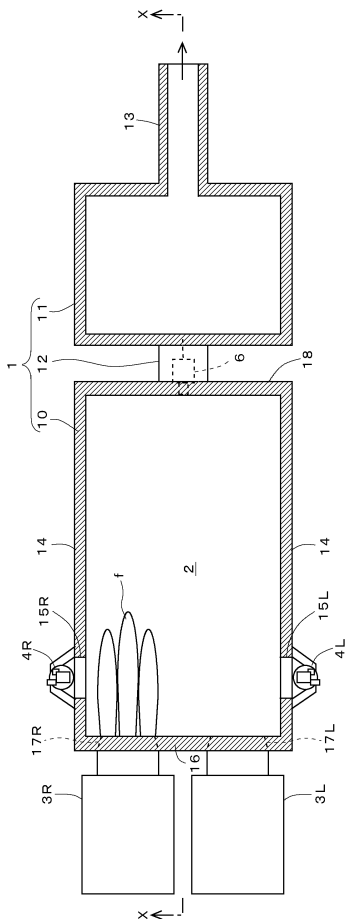
50

【符号の説明】

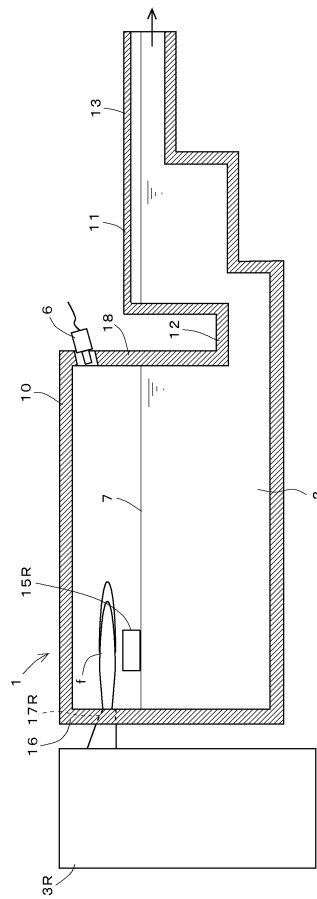
【0064】

- 1 ガラス溶融炉
- 2, 100 溶解槽
- 4 L, 4 R, 4 A ~ 4 D 原料投入機
- 6 撮像装置
- 7 液面
- 8 制御装置
- 61 画像処理装置
- 70 未溶解のガラス原料

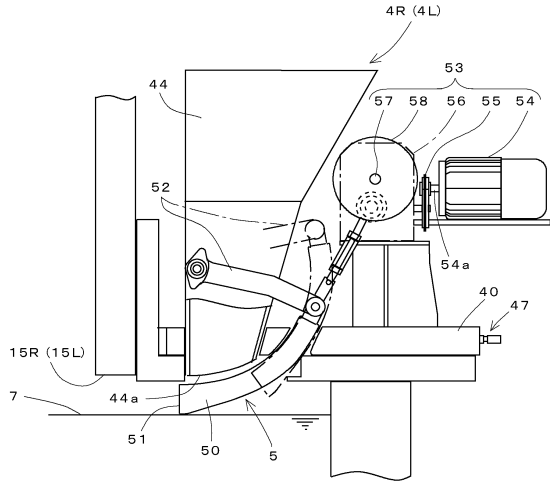
【図1】



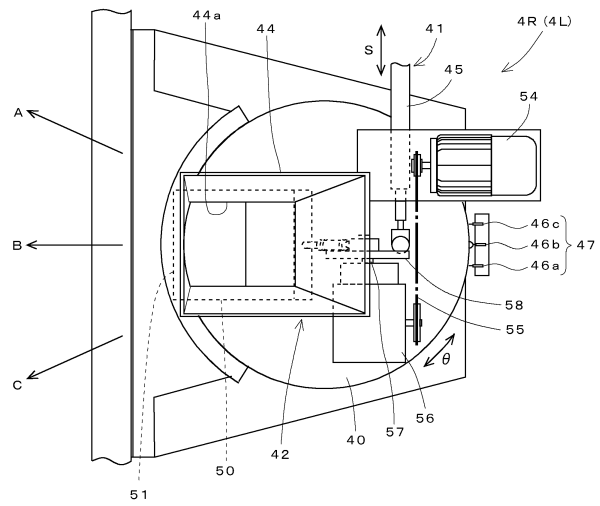
【図2】



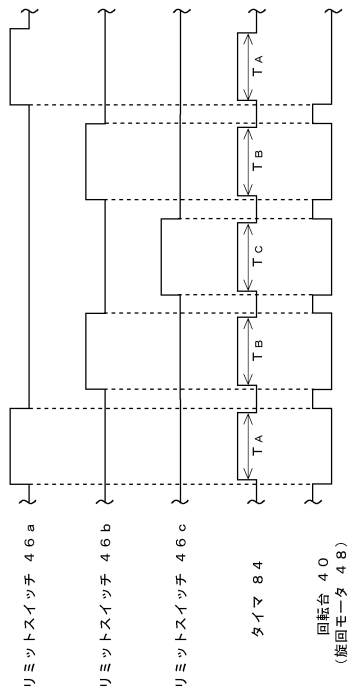
【図3】



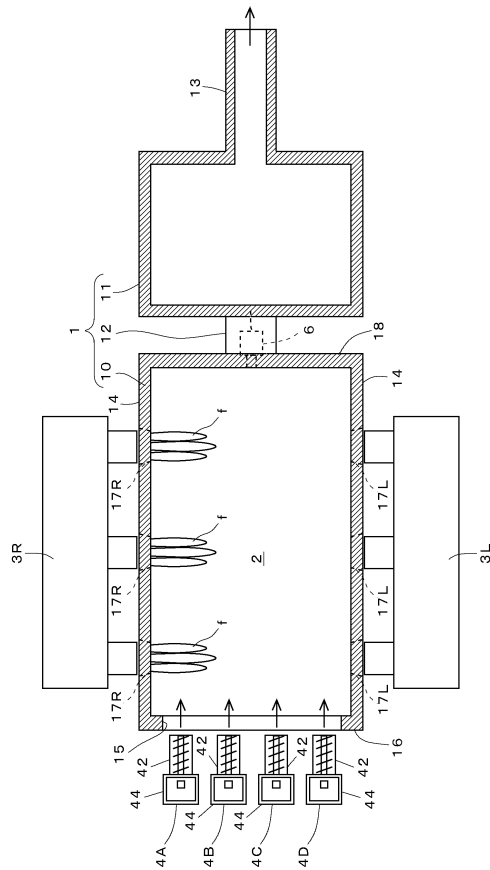
【図4】



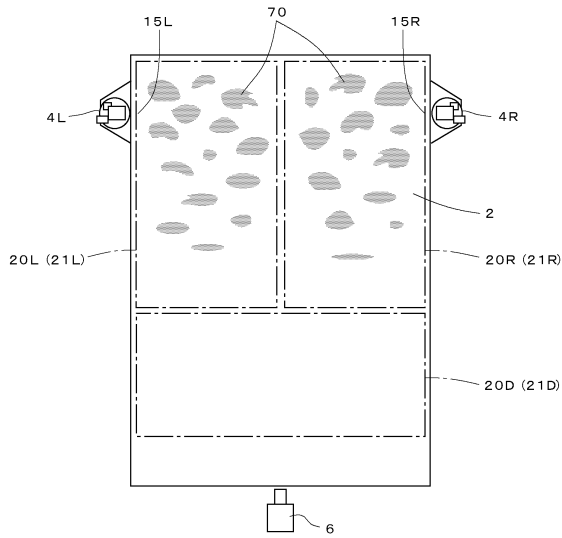
【図5】



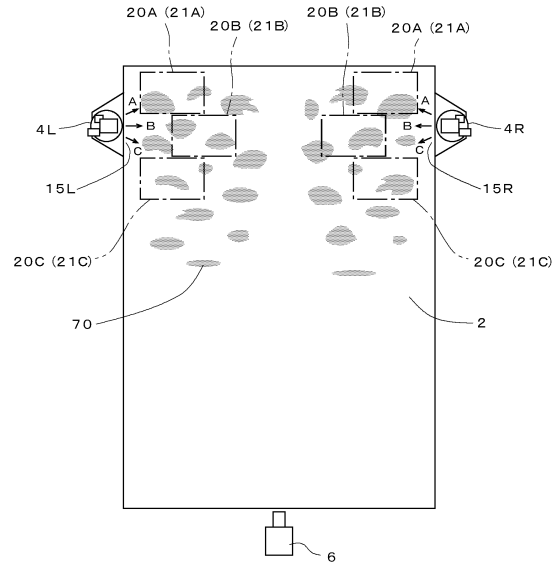
【図6】



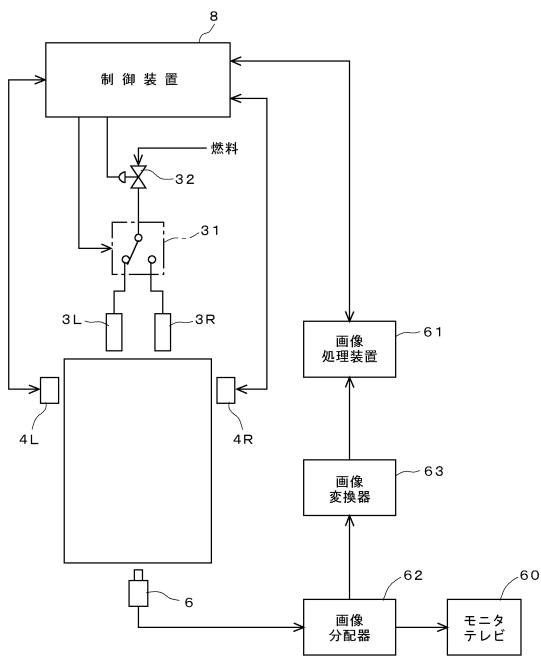
【図7】



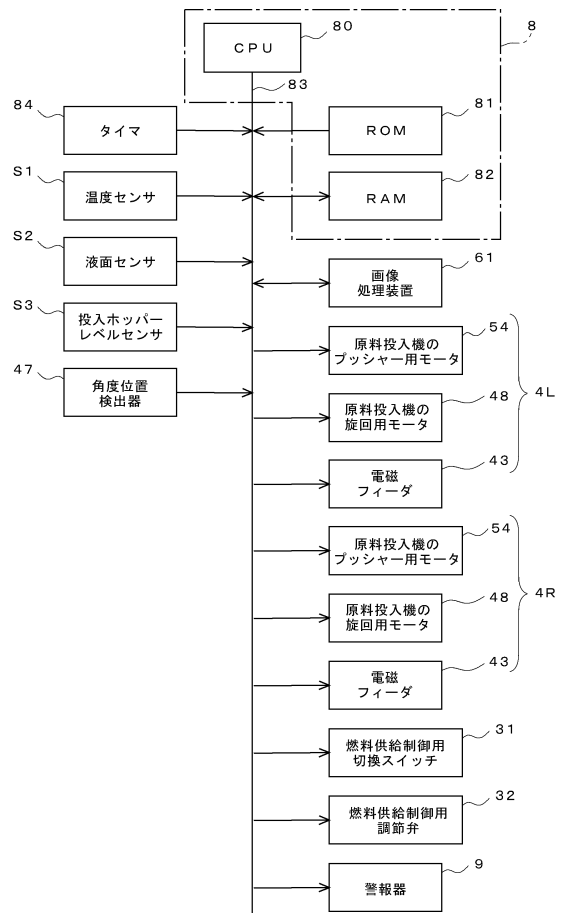
【図8】



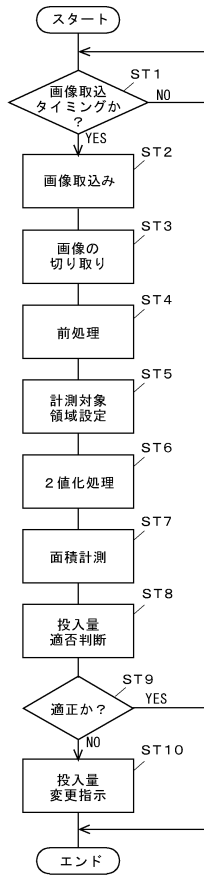
【図9】



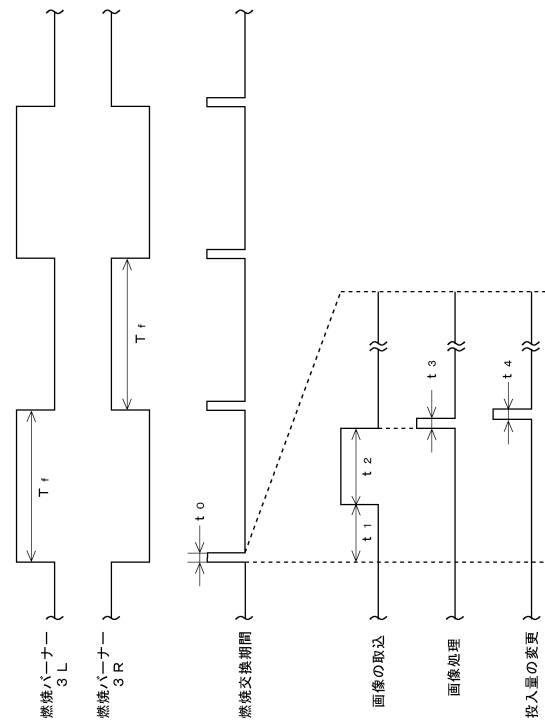
【図10】



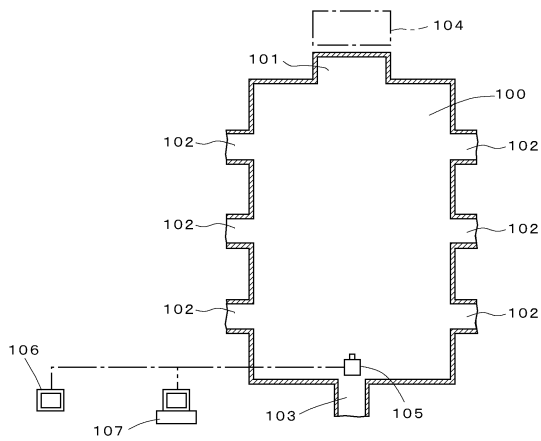
【図 1 1】



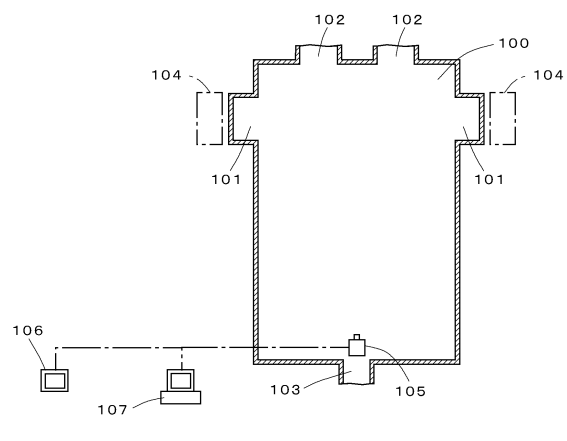
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-161396(JP,A)
特開昭58-142224(JP,A)
特開昭53-45316(JP,A)
実開平1-122041(JP,U)
特開昭61-183126(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03B3/00-5/44