

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7462516号
(P7462516)

(45)発行日 令和6年4月5日(2024.4.5)

(24)登録日 令和6年3月28日(2024.3.28)

(51)国際特許分類

F I

B 0 1 F 27/806 (2022.01)

B 0 1 F 27/806

B 0 1 F 23/50 (2022.01)

B 0 1 F 23/50

請求項の数 7 (全13頁)

(21)出願番号	特願2020-141889(P2020-141889)	(73)特許権者	000003078
(22)出願日	令和2年8月25日(2020.8.25)		株式会社東芝
(65)公開番号	特開2022-37651(P2022-37651A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43)公開日	令和4年3月9日(2022.3.9)	(74)代理人	110003708
審査請求日	令和5年4月4日(2023.4.4)		弁理士法人鈴榮特許総合事務所
		(72)発明者	穴戸 龍之介
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会
			社東芝内
		(72)発明者	石原 治彦
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会
			社東芝内
		審査官	小久保 勝伊

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 攪拌装置及び攪拌方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体を貯留する貯留部と、
前記貯留部の高さ方向について移動可能であるとともに、前記貯留部に貯留された前記液体中に粉体を分散させる攪拌部と、
前記攪拌部を駆動する駆動部と、
前記液体中の前記粉体の分散状態に基づいて前記攪拌部の前記高さ方向についての位置を制御する制御部と、
を備える、攪拌装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記分散状態を示すパラメータとして、前記駆動部の駆動に関する駆動パラメータを取得し、
前記制御部は、前記駆動パラメータの変化に応じて、前記攪拌部の前記高さ方向についての位置を制御する、
請求項1に記載の攪拌装置。

【請求項3】

前記制御部は、
前記攪拌部が前記高さ方向の初期位置に位置する状態において、前記駆動パラメータが基準範囲より大きくなったことに基づいて、前記攪拌部を前記初期位置から前記高さ方向の上側に移動させ、

前記攪拌部が前記高さ方向の前記上側に前記初期位置から移動している状態において、増加から減少へ前記駆動パラメータの経時的な変化が切り替わったことに基づいて、前記攪拌部を前記高さ方向の下側に移動させ、

前記攪拌部が前記高さ方向の前記下側に移動している状態において、前記駆動パラメータが前記基準範囲内になったことに基づいて、前記攪拌部の前記高さ方向についての移動を停止させる、

請求項 2 に記載の攪拌装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記攪拌部の前記高さ方向についての移動が停止している状態において、増加から減少へ前記駆動パラメータの経時的な変化が切り替わったことに基づいて、前記攪拌部の回転を停止させる、

請求項 3 に記載の攪拌装置。

【請求項 5】

前記駆動パラメータは、前記駆動部の負荷電流値又は前記駆動部のトルク値である、

請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の攪拌装置。

【請求項 6】

真空装置と接続可能な接続口をさらに備える、請求項 1 に記載の攪拌装置。

【請求項 7】

貯留部に液体を貯留することと、

攪拌部を前記貯留部に貯留された前記液体中で駆動することにより前記液体中に粉体を分散することと、

前記液体中の前記粉体の分散状態に基づいて、前記貯留部の高さ方向について前記攪拌部の位置を制御することと、

を含む、攪拌方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、攪拌装置及び攪拌方法に関する。

【背景技術】

【0002】

粉体の攪拌装置では、粉体と液体とが容器（タンク）に投入され、例えば、攪拌翼等で粉体と液体とを接触させると、せん断応力等の力により粉体が液体中で分散される。この際、粉体と液体との親和性（濡れ性）が低い場合がある。親和性が低い場合、粉体は液体の液面に浮いたままとなり、攪拌翼により粉体と液体とを攪拌しても分散が進みにくい。そのため、例えば粉体と液体との親和性が低い場合でも、粉体と液体との分散に要する時間を短くすることが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】実開昭 63 - 111927 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、効率的に粉体を液体に分散可能な攪拌装置及び攪拌方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態によれば、攪拌装置は、貯留部と、攪拌部と、駆動部と、制御部と、を備える。貯留部は、液体を貯留する。攪拌部は、貯留部の高さ方向について移動可能であるとともに貯留部に貯留された液体中に粉体を分散させる。駆動部は、攪拌部を駆動する。制御

10

20

30

40

50

部は、液体中の粉体の分散状態に基づいて、攪拌部の高さ方向についての位置を制御する。

【 0 0 0 6 】

実施形態によれば、攪拌方法では、貯留部に液体を貯留する。攪拌方法では、攪拌部を貯留部に貯留された液体中で駆動することにより液体中に粉体を分散する。攪拌方法では、液体中の粉体の分散状態に基づいて、貯留部の高さ方向について攪拌部の位置を制御する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】図 1 は、実施形態に係る攪拌装置の一例を示す概略図である。

【図 2】図 2 は、実施形態に係る攪拌装置のブロック図の一例である。

10

【図 3】図 3 は、互いに対して親和性の低い液体と粉体とを実施形態の攪拌装置において分散する場合の状態パラメータの変化の一例を示すグラフである。

【図 4】図 4 は、互いに対して親和性の低い液体と粉体とを実施形態の攪拌装置において分散する場合に、液体に粉体を投入する前に制御部によって実行される処理の一例を示す。

【図 5】図 5 は、互いに対して親和性の低い液体と粉体とを実施形態の攪拌装置において分散する場合に、液体へ粉体を投入した時点以後に制御部によって実行される処理の一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

以下、実施形態について図面を参照して説明する。

20

【 0 0 0 9 】

（実施形態）

図 1 は、実施形態に係る攪拌装置 1 の一例を示す。攪拌装置 1 では、鉛直方向と一致又は略一致する高さ方向（矢印 Z 1 及び矢印 Z 2 で示す方向）が、規定される。また、攪拌装置 1 では、高さ方向について交差する（垂直又は略垂直な）第 1 の水平方向（矢印 X 1 及び矢印 X 2 で示す方向）、及び、高さ方向及び第 1 の水平方向の両方に対して交差する（垂直又は略垂直な）第 2 の水平方向が、規定される。

【 0 0 1 0 】

図 1 に示すように、攪拌装置 1 は、貯留部 2、液体供給部 3、粉体供給部 4、攪拌部 5、駆動部 6、移動機構 7、排出部 8 及び処理装置 9 を備える。貯留部 2 は、攪拌装置 1 において使用される液体 1 0 及び粉体 1 1 を貯留する。貯留部 2 は、例えば、底部を備える円筒又は略円筒の容器である。本実施形態では、貯留部 2 の高さ方向についての寸法は、第 1 の水平方向及び第 2 の水平方向についての寸法に比べてはるかに大きい。液体供給部 3 は、攪拌装置 1 において使用される液体 1 0 を貯留部 2 に供給する。粉体供給部 4 は、攪拌装置 1 において使用される粉体 1 1 を貯留部 2 に供給する。液体供給部 3 及び粉体供給部 4 は、高さ方向について貯留部 2 の上部に設けられる。液体供給部 3 から供給される液体 1 0 と、粉体供給部 4 から供給される粉体 1 1 との親和性（濡れ性）は、低い。親和性（濡れ性）とは、主として粉体の表面に対する液体の付着しやすさを表す。本実施形態では、液体 1 0 は、粉体 1 1 を分散する分散媒である。ある一例では、液体供給部 3 から供給される液体 1 0 及び粉体供給部 4 から供給される粉体 1 1 の組み合わせは、水系液体及び炭素材料である。なお、本実施形態では、液体供給部 3 と粉体供給部 4 とは別に設けられているが、液体供給部 3 と粉体供給部 4 とが一体であってもよい。ある一例では、液体 1 0 及び粉体 1 1 は、1 つの供給部を通じて貯留部 2 に供給される。

30

40

【 0 0 1 1 】

攪拌部 5 は、貯留部 2 の内部に供給された液体 1 0 及び粉体 1 1 を攪拌する。攪拌部 5 は、貯留部 2 の内部に配置される。攪拌部 5 は、例えば、攪拌翼である。攪拌翼としては、これに限定されるものではないが、例えば、プロペラ形状の攪拌翼、円盤形状の攪拌翼等が挙げられる。駆動部 6 は、接続部 1 2 により攪拌部 5 と接続される。本実施形態では、接続部 1 2 はシャフトである。これにより、駆動部 6 は、攪拌部 5 を駆動する駆動源となる。攪拌部 5 は、駆動部 6 により駆動されることで、貯留部 2 の内部において液体 1 0

50

及び粉体 11 を攪拌する。本実施形態では、図 1 に示す矢印のように、攪拌部 5 が、駆動部 6 により駆動されることで接続部 12 を軸として回転可能である。ある一例では、接続部 12 及び攪拌部 5 は、貯留部 2 において、第 1 の水平方向及び第 2 の水平方向の両方について中央に位置する。すなわち、接続部 12 及び攪拌部 5 は、高さ方向に垂直又は略垂直な断面において貯留部 2 の中央の部位に位置する。別のある一例では、接続部 12 及び攪拌部 5 は、高さ方向に垂直又は略垂直な断面において貯留部 2 の中央の部位からずれた位置、すなわち貯留部 2 の中心から偏心した位置に配置される。

【0012】

移動機構 7 は、接続部 12 を高さ方向について移動させる。接続部 12 は、移動機構 7 により駆動されることで、高さ方向に沿って上側又は下側へ移動可能である。移動機構 7 は、接続部 12 と接続部 12 に取り付けられた攪拌部 5 とを一緒に高さ方向に沿って移動させることで、攪拌部 5 を高さ方向に移動させる。排出部 8 は、攪拌装置 1 において液体 10 及び粉体 11 の分散が完了した後に、貯留部 2 の内部の液体 10 及び粉体 11 を排出する。排出部 8 は、高さ方向について貯留部 2 の下部に設けられる。処理装置 9 は、駆動部 6 の駆動を制御することで攪拌部 5 を回転させる。処理装置 9 は、移動機構 7 を制御することで、接続部 12 及び攪拌部 5 を高さ方向に沿って移動させる。なお、攪拌部 5 の回転、攪拌部 5 及び接続部 12 の高さ方向に沿う移動のそれぞれは、同一の駆動部によって駆動されてもよい。

10

【0013】

図 2 は、実施形態に係る攪拌装置 1 のブロック図の一例を示す。攪拌装置 1 の処理装置 9 は、制御部 13 及び検出部 14 を備える。処理装置 9 は、例えば、コンピュータである。処理装置 9 は、CPU (Central Processing Unit)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 又は FPGA (Field Programmable Gate Array) 等を含むプロセッサ又は集積回路 (制御回路)、及び、メモリ等の記憶媒体を備える。処理装置 9 に設けられるプロセッサ又は集積回路は、1 つであってもよく、複数であってもよい。処理装置 9 は、記憶媒体等に記憶されるプログラム等を実行することにより、処理を実行する。なお、検出部 14 は、処理装置 9 とは別に設けられていてもよい。

20

【0014】

制御部 13 は、駆動部 6 の駆動及び移動機構 7 を制御する。これにより、駆動部 6 に接続された攪拌部 5 では、攪拌部 5 の回転が制御される。また、移動機構 7 に接続された接続部 12 では、接続部 12 の高さ方向に沿う移動が制御される。本実施形態では、接続部 12 に攪拌部 5 が取り付けられているため、接続部 12 の高さ方向に沿う移動にともなって、攪拌部 5 が高さ方向に沿って移動する。攪拌部 5 の回転速度及び接続部 12 (攪拌部 5) の高さ方向に沿う移動の移動速度は、作業等により、後述するユーザーインターフェース 15 等を介してあらかじめ設定されていてもよい。また、液体 10 と粉体 11 との組み合わせに対応させて、回転速度及び移動速度が設定されてもよい。ある一例では、制御部 13 は、液体 10 の粘度によらず攪拌部 5 の回転速度を一定又は略一定に維持する。攪拌部 5 の回転速度は、例えば、1800 rpm である。接続部 12 (攪拌部 5) の高さ方向に沿う移動速度は、例えば、10 cm/s 程度である。

30

【0015】

検出部 14 は、貯留部 2 の貯留された液体 10 及び粉体 11 の状態パラメータを検出する。状態パラメータは、貯留部 2 に貯留された液体 10 における、粉体 11 の分散の状態 (分散状態) を示すパラメータである。状態パラメータは、液体 10 中の粉体 11 の分散の状態を直接的に示すパラメータであってもよく、液体 10 中の粉体 11 の分散の状態を間接的に示すパラメータであってもよい。すなわち、状態パラメータは、液体 10 中の粉体 11 の分散の状態に対応して変化 (変動) するパラメータであればよい。本実施形態では、検出部 14 が、状態パラメータとして、駆動部 6 の駆動パラメータを検出する。駆動パラメータは、駆動部 6 の駆動に関連するパラメータである。駆動パラメータは、駆動部 6 の駆動に要する負荷電流値、駆動部 6 のトルク値を含む。検出部 14 は、駆動部 6 の負荷電流値及び駆動部 6 のトルク値の少なくとも一方を状態パラメータとして検出する。

40

50

【 0 0 1 6 】

状態パラメータは、液体 1 0 中の粉体 1 1 の分散の状態に対応して変動する。攪拌部 5 が液体 1 0 及び粉体 1 1 を攪拌することで、液体 1 0 及び粉体 1 1 の分散を進行させると、状態パラメータの値は減少する。言い換えると、液体 1 0 及び粉体 1 1 の分散が進行していない状態では状態パラメータの値は比較的大きく、液体 1 0 及び粉体 1 1 の分散が進行した状態では状態パラメータの値は比較的小さい。また、粉体 1 1 が液体 1 0 中にいて十分に分散した状態では、状態パラメータの値は、粉体 1 1 が液体 1 0 に含まれていない状態における液体 1 0 の状態パラメータの値と近い値となる。

【 0 0 1 7 】

駆動パラメータとして負荷電流値及び／又はトルク値を用いる場合においても、液体 1 0 及び粉体 1 1 の分散が進行していない状態では値が比較的大きく、液体 1 0 及び粉体 1 1 の分散が進行した状態では値が比較的小さい。駆動パラメータとして負荷電流値及び／又はトルク値を用いる場合、攪拌部 5 が液体 1 0 中にある状態における値が、攪拌部 5 が液体 1 0 の外にある状態における値よりも大きい。すなわち、高さ方向について液体 1 0 の液面より下に攪拌部 5 が位置する状態における駆動パラメータの値は、高さ方向について液体 1 0 の液面より上に攪拌部 5 が位置する状態における駆動パラメータの値よりも大きい。

【 0 0 1 8 】

本実施形態の攪拌装置 1 では、ユーザーインターフェース 1 5 が設けられてもよい。ユーザーインターフェース 1 5 は、操作部材を備える。操作部材では、攪拌装置 1 の操作に関連する指令が、作業等によって入力される。操作部材としては、ボタン、ダイヤル及びタッチパネル等が挙げられる。また、ユーザーインターフェース 1 5 は、作業等に情報を告知する告知部を備えていてもよい。告知部は、画面表示、音の発信及びライトの点灯等によって、告知する。告知部では、例えば、作業等によって認識されることが必要な情報、及び、作業等への警告情報等が、告知される。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、攪拌における負荷電流値の経時的な変化の一例を示す概略図である。図 3 では、横軸は液体 1 0 の貯留部 2 への供給からの経過時間を示し、縦軸は負荷電流値を示す。また、曲線 α は、負荷電流値の経時的な変化を示す。図 3 の一例では、時間 t_0 において、液体 1 0 が液体供給部 3 を通じて、貯留部 2 に供給され始める。時間 t_1 において貯留部 2 への液体 1 0 の供給が完了すると、攪拌部 5 が液体 1 0 の中で回転し始める。そして、時間 t_2 において、粉体 1 1 が粉体供給部 4 を通じて、貯留部 2 に供給され始める。すなわち、時間 t_1 から時間 t_2 までの間では、液体 1 0 が貯留部 2 に貯留されており、かつ、粉体 1 1 が貯留部 2 に供給されていない。この時間 t_1 から時間 t_2 までの間における貯留部 2 の貯留状態を基準状態と規定する。すなわち、液体 1 0 の供給が完了してから液体 1 0 に粉体 1 1 を投入するまでの貯留部 2 の貯留状態を、基準状態と規定する。また、基準状態における攪拌部 5 の高さ方向についての位置を初期位置と規定する。

【 0 0 2 0 】

基準状態において、検出部 1 4 が検出した状態パラメータの値（負荷電流値）をパラメータ基準値 S_0 とする。パラメータ基準値 S_0 は、粉体 1 1 が含まれていない液体 1 0 の状態パラメータの値である。パラメータ基準値 S_0 は、基準状態における状態パラメータの 1 つの値であってもよく、基準状態における状態パラメータの複数の値から算出された値であってもよい。ある一例では、パラメータ基準値 S_0 として、基準状態において取得された状態パラメータの複数の値を平均した値が用いられる。粉体 1 1 の液体 1 0 中における分散が十分に進行すると、状態パラメータの値は、粉体 1 1 が含まれない液体 1 0 の状態パラメータの値、すなわちパラメータ基準値 S_0 に近い値となる。また、パラメータ基準値 S_0 を含む基準範囲 S を規定する。基準範囲 S の下限値は S_1 であり、基準範囲 S の上限値は S_2 である。 S_1 及び S_2 は、液体 1 0 及び粉体 1 1 の組み合わせ等により適宜設定される。ある一例では、 S_1 及び S_2 は、作業等により、ユーザーインターフェース 1 5 等を介してあらかじめ設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

時間 t_2 において粉体 11 が供給され始めると、負荷電流値が上昇し始める。この状態では、貯留部 2 において、粉体 11 は、液体 10 の高さ方向について上側の部位により多く存在する。図 3 の一例では、時間 t_2 を超えると、曲線 α が単調増加する。時間 t_3 又はその直近の時点において、負荷電流値が基準範囲 S の上限値 S_2 を超えると、攪拌部 5 が、移動機構 7 により高さ方向の上側に上昇し始める。液体 10 中の粉体 11 の一部は、攪拌部 5 と一緒に液体 10 の高さ方向の上側に移動する。攪拌部 5 の上昇にともなって、攪拌部 5 の位置における粉体 11 の存在量が増えるため、負荷電流値が経時的に大きくなる。時間 t_3 からある程度の時間が経過した時間 t_4 では、液体 10 と粉体 11 との分散が進行するとともに、攪拌部 5 が液体 10 の液面に近づく。攪拌部 5 が液体 10 の液面近傍に位置すると、負荷電流値の変化率は小さくなる。すなわち、時間 t_3 から時間 t_4 の間では、曲線 α の傾きが、時間の進行とともに徐々に小さくなる。そして、時間 t_4 において、負荷電流値の経時的な変化が、増加から減少へ切り替わる。言い換えれば、図 3 では、曲線 α の傾きが、時間 t_3 から時間 t_4 の間では正であり、時間 t_4 において 0 となり、時間 t_4 を超えると負になる。

10

【 0 0 2 2 】

時間 t_4 又はその直近の時点において、攪拌部 5 の高さ方向についての移動が、上昇から下降へと切り替わる。すなわち、攪拌部 5 が、移動機構 7 により高さ方向の下側に下降し始める。また、時間 t_4 又はその直近の時点における攪拌部 5 の高さ方向についての位置が、攪拌部 5 の上限位置である。液体 10 中の粉体 11 の一部は、攪拌部 5 と一緒に液体 10 の高さ方向の下側に移動する。攪拌部 5 の下降にともなって、液体 10 と粉体 11 との分散が進行するため、負荷電流値が経時的に小さくなる。図 3 の一例では、時間 t_4 を超えると、曲線 α が単調減少する。時間 t_5 又はその直近の時点において、負荷電流値が基準範囲 S の上限値 S_2 を下回ると、攪拌部 5 の高さ方向についての移動が、移動機構 7 により停止される。時間 t_5 又はその直近の時点における攪拌部 5 の高さ方向についての位置が、攪拌部 5 の停止位置である。ある一例では、攪拌部 5 の停止位置は、上限位置に対して高さ方向の下側に位置するとともに、初期位置に対して高さ方向の上側に位置する。すなわち、攪拌部 5 の停止位置は、高さ方向について、上限位置と初期位置との間に位置する。

20

【 0 0 2 3 】

時間 t_5 を超えると、攪拌部 5 は、高さ方向について停止位置に停止した状態であるとともに、停止位置において回転し続ける。停止位置において攪拌部 5 が回転し続けると、負荷電流値が経時的に大きくなる。これは、粉体 11 が液体 10 中で分散される過程において、一時的に粉体 11 が液体 10 中に偏って存在するためである。図 3 の一例では、時間 t_5 を超えると、曲線 α が単調増加する。時間 t_5 からある程度の時間が経過した時間 t_6 では、液体 10 と粉体 11 との分散が十分に進行する。これにより、負荷電流値の変化率は小さくなる。すなわち、時間 t_5 から時間 t_6 の間では、曲線 α の傾きが、時間の進行とともに徐々に小さくなる。そして、時間 t_6 又はその直近の時点において、負荷電流値の経時的な変化が、増加から減少へ切り替わる。言い換えれば、図 3 では、曲線 α の傾きが、時間 t_5 から時間 t_6 の間では正であり、時間 t_6 又はその直近の時点において 0 となり、時間 t_6 を超えると負になる。そして、負荷電流値の経時的な変化が増加から減少へ切り替わった直後の時間 t_7 において、攪拌部 5 の回転が、駆動部 6 により停止される。以上のようにして、図 3 の一例では、攪拌装置 1 により、粉体 11 が液体 10 中に分散される。

30

40

【 0 0 2 4 】

図 4 は、液体 10 に粉体 11 を投入する前において制御部 13 によって実行される処理の一例を示す。また、図 5 は、液体 10 に粉体 11 を投入した時点以後において、制御部 13 によって実行される処理の一例を示す。図 4 及び図 5 の処理は、攪拌装置 1 において攪拌作業がされるたびに、制御部 13 によって実行される。したがって、図 4 及び図 5 の処理は、攪拌装置 1 の 1 回の攪拌において実行される処理を示す。なお、以下の説明では

50

、時間の変数として時間 t を規定する。そして、時間 t における負荷電流値 $I(t)$ を規定する。また、攪拌装置 1 では、検出部 14 によって定期的に負荷電流値 $I(t)$ が検出される。制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ を定期的に取得する。負荷電流値 $I(t)$ を検出する時間間隔は、0.1 秒以上 1 秒以下であることが好ましい。

【0025】

攪拌装置 1 では、液体 10 が、液体供給部 3 を通じて貯留部 2 に供給される。この段階では、液体 10 が貯留部 2 に貯留されており、粉体 11 が貯留部 2 に供給されていない。攪拌部 5 は、高さ方向について貯留部 2 の下側の部位、すなわち前述の初期位置に位置し、液体 10 の液面は、高さ方向について攪拌部 5 よりも上側に位置する。図 4 に示すように、制御部 13 は、駆動部 6 の駆動を制御し、攪拌部 5 を回転させる (S101)。制御部 13 は、攪拌装置 1 における液体 10 と粉体 11 との分散が完了するまで、攪拌部 5 の回転を停止させない。すなわち、攪拌部 5 は、液体 10 と粉体 11 との分散が完了するまで、回転し続ける。攪拌部 5 が回転している状態において、検出部 14 は状態パラメータを検出し、制御部 13 は状態パラメータを取得する (S102)。S102 では、状態パラメータを、1 回のみ取得してもよく、複数回取得してもよい。本実施形態では、制御部 13 は、状態パラメータとして、前述した駆動部 6 の負荷電流値 $I(t)$ を取得する。制御部 13 は、S102 で取得した状態パラメータに基づいて、負荷電流値 $I(t)$ に関して、パラメータ基準値 $S0$ として設定し、基準範囲 S を設定する (S103)。

【0026】

粉体 11 が粉体供給部 4 を通じて貯留部 2 に供給されると、状態パラメータが変動する。図 5 に示すように、制御部 13 は、状態パラメータと基準範囲 S の上限値 $S2$ とを比較する (S201)。本実施形態では状態パラメータとして負荷電流値 $I(t)$ を用いるため、制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ と基準範囲 S の上限値 $S2$ とを比較する。負荷電流値 $I(t)$ が上限値 $S2$ 以下の場合 (S201 - No)、処理は S201 に戻り、S201 以降の処理が順次行われる。負荷電流値 $I(t)$ が上限値 $S2$ より大きい場合 (S201 - Yes)、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、攪拌部 5 を初期位置から高さ方向についての上側に移動させる (S202)。すなわち、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、接続部 12 及び攪拌部 5 を一緒に高さ方向の上側に移動させる。攪拌部 5 の高さ方向の上側への移動速度 (上昇速度) は、負荷電流値 $I(t)$ の変動を検出可能な速度であれば、特に限定されるものではない。上昇速度は、例えば、10 cm/s であってもよく、0 cm/s より大きく 10 cm/s 未満であってもよい。

【0027】

攪拌部 5 が高さ方向の上側に移動すると、状態パラメータが変動する。制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ が経時的に低下しているか否かを判定する (S203)。ある一例では、リアルタイムの負荷電流値 $I(t)$ と前回の検出時における負荷電流値 $I(t-1)$ とを比較することにより、制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ が低下しているか否かを判定する。別の一例では、リアルタイムの負荷電流値 $I(t)$ を時間微分した値 $dI(t)/dt$ に基づいて、制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ が低下しているか否かを判定する。負荷電流値 $I(t)$ が低下していない場合 (S203 - No)、処理は S202 に戻り、S202 以降の処理が順次行われる。負荷電流値 $I(t)$ が低下している場合 (S203 - Yes)、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、攪拌部 5 を高さ方向の下側に移動させる (S204)。すなわち、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、接続部 12 及び攪拌部 5 を一緒に高さ方向の下側に移動させる。このように、負荷電流値 $I(t)$ が低下し始める攪拌部 5 の高さ方向の位置が、攪拌部 5 の上限位置である。制御部 13 は、高さ方向について上限位置を超えない範囲で、攪拌部 5 の位置を制御する。攪拌部 5 の高さ方向の下側への移動速度 (下降速度) は、攪拌部 5 の上昇速度と同一であってもよく、上昇速度とは異なる速度であってもよい。本実施形態では、攪拌部 5 の下降速度は、上昇速度と同一であるか又はほとんど同一である。

【0028】

攪拌部 5 が上限位置から高さ方向の下側に移動すると、状態パラメータが変動する。制

10

20

30

40

50

制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ と基準範囲 S の上限値 $S2$ とを比較する ($S205$)。負荷電流値 $I(t)$ が上限値 $S2$ 以上の場合 ($S205 - No$)、処理は $S204$ に戻り、 $S204$ 以降の処理が順次行われる。負荷電流値 $I(t)$ が上限値 $S2$ より小さい場合 ($S205 - Yes$)、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、高さ方向の下側への攪拌部 5 の移動を停止させる ($S206$)。このように、負荷電流値 $I(t)$ が基準範囲 S の上限値 $S2$ より小さくなる攪拌部 5 の高さ方向の位置が、攪拌部 5 の停止位置である。

【0029】

攪拌部 5 が停止位置に留められた状態において、制御部 13 は、駆動部 6 の駆動を制御し、攪拌部 5 の回転を維持する ($S207$)。これにより液体 10 と粉体 11 との分散が進行し、状態パラメータが変動する。制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ が経時的に低下しているか否かを判定する ($S208$)。 $S208$ では、 $S203$ の場合と同様にして制御部 13 は、負荷電流値 $I(t)$ が低下しているか否かを判定する。負荷電流値 $I(t)$ が低下していない場合 ($S208 - No$)、処理は $S207$ に戻り、 $S207$ 以降の処理が順次行われる。負荷電流値 $I(t)$ が低下している場合 ($S208 - Yes$)、制御部 13 は、駆動部 6 の駆動を制御し、攪拌部 5 の回転を停止させる ($S209$)。これにより、液体 10 と粉体 11 との分散が完了する。

【0030】

また、攪拌装置 1 では、前述した状態パラメータに基づく制御による全自動モードと、ユーザーインターフェース 15 を介して入力された指令に基づいて攪拌部 5 を高さ方向について移動させる時間設定モードと、を備えていてもよい。時間設定モードでは、制御部 13 は、ユーザーインターフェース 15 で入力された指令等に基づいて、攪拌部 5 及び移動機構 7 等が所定の動作を継続する時間を設定する。なお、全自動モードと時間設定モードとは、互いに切り替え可能である。

【0031】

ある一例では、制御部 13 は、攪拌部 5 が高さ方向のある位置で留められた状態で回転を継続する時間を設定する。この場合、制御部 13 は、攪拌部 5 が前述の上限位置で留められた状態で回転する時間を 5 分に設定し、攪拌部 5 が前述の停止位置で留められた状態で回転する時間を 10 分に設定してもよい。この例では、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、前述のようにして攪拌部 5 を前述の上限位置まで移動させた後に、上限位置で攪拌部 5 を 5 分間回転させる。5 分経過後、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、前述のようにして攪拌部 5 を前述の停止位置まで移動させた後に、停止位置で攪拌部 5 を 10 分間回転させる。10 分経過後、制御部 13 は、駆動部 6 の駆動を制御し、攪拌部 5 の回転を停止させる。なお、攪拌部 5 の上限位置での回転時間、及び、攪拌部 5 の停止位置での回転時間は特に制限されるものではなく、液体 10 及び粉体 11 の組み合わせ等に基づいて適宜設定される。

【0032】

別のある一例では、制御部 13 は、攪拌部 5 が前述の上限位置と初期位置との間で、高さ方向について往復を繰り返す時間を設定する。この場合、制御部 13 は、攪拌部 5 が高さ方向について往復を繰り返す時間を 15 分に設定してもよい。この例では、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、前述のようにして攪拌部 5 を前述の上限位置まで移動させた直後に、攪拌部 5 が下側へ移動する状態に切替える。そして、攪拌部 5 を前述の初期位置まで移動させる。制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、攪拌部 5 を前述の初期位置まで移動させた直後に、攪拌部 5 が上側へ移動する状態に切替える。そして、攪拌部 5 を再び前述の上限位置まで移動させる。制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、攪拌部 5 を、高さ方向について前述のように 15 分間繰り返し移動させる。15 分経過後、制御部 13 は、駆動部 6 の駆動を制御し、攪拌部 5 の回転を停止させる。攪拌部 5 の回転が停止する場合、攪拌部 5 は、高さ方向について初期位置又は初期位置とほとんど同じ位置で停止することが好ましい。なお、攪拌部 5 が高さ方向について往復を繰り返す時間は特に制限されるものではなく、液体 10 及び粉体 11 の組み合わせ等に基づいて適宜設定される。

【0033】

本実施形態では、制御部 13 は、液体中の粉体の状態を示す状態パラメータに基づいて、攪拌部 5 を高さ方向について移動させる。これにより、貯留部 2 に供給された液体 10 及び粉体 11 が強制的に攪拌され、液体 10 中に粉体 11 が分散する。そのため、液体 10 及び粉体 11 の親和性が互いに対して低い場合であっても、実施形態に係る攪拌装置 1 は、短い時間で液体中に粉体を分散させることができる。また、短い時間で液体中に粉体を分散させることができるため、実施形態に係る攪拌装置 1 を使用することにより、分散が難しい粉体（材料）を液体に分散させたものの生産量を増加できる。そして、生産量が増加することにより、設備投資の削減に寄与し得る。

【0034】

本実施形態では、制御部 13 は、駆動パラメータの変化に応じて、攪拌部 5 を高さ方向について移動させる。これにより、制御部 13 は、貯留部 2 に供給された液体 10 及び粉体 11 の分散の状態に応じて、攪拌部 5 を高さ方向について移動させることができる。そのため、液体 10 及び粉体 11 の親和性が互いに対して低い場合であっても、攪拌装置 1 は、より短い時間で液体中に粉体を分散させることができる。

10

【0035】

本実施形態では、制御部 13 は、攪拌部 5 が高さ方向の初期位置に位置する状態において、駆動パラメータが基準範囲より大きくなったことに基づいて、攪拌部 5 を初期位置から高さ方向の上側に移動させる。制御部 13 は、攪拌部 5 が高さ方向の上側に初期位置から移動している状態において、駆動パラメータの経時的な変化が増加から減少へ切り替わったことに基づいて、攪拌部 5 を高さ方向の下側に移動させる。これにより、攪拌部 5 は、高さ方向について、貯留部 2 に貯留された液体 10 の液面を越えることがない。また、図 1 に示すように、高さ方向の上側（液面近傍）に存在する粉体 11 の一部が、前述のような攪拌部 5 の移動にともなって、高さ方向の下側（液体 10 中）に移動させられる。そのため、液体 10 及び粉体 11 の親和性が互いに対して低い場合であっても、攪拌装置 1 は、一層短い時間で液体中に粉体を分散させることができる。

20

【0036】

本実施形態では、制御部 13 は、攪拌部 5 が、高さ方向の下側に移動している状態において、駆動パラメータが基準範囲内になったことに基づいて、攪拌部 5 の高さ方向についての移動を停止させる。これにより、図 1 に示すように液体 10 中に存在する粉体 11 が、液体 10 に分散させられる。そのため、液体 10 及び粉体 11 の親和性が互いに対して低い場合であっても、攪拌装置 1 は、さらに短い時間で液体中に粉体を分散させることができる。

30

【0037】

本実施形態では、制御部 13 は、攪拌部 5 の高さ方向についての移動が停止している状態において、駆動パラメータの経時的な変化が増加から減少へ切り替わったことに基づいて、攪拌部 5 の回転を停止させる。これにより、液体 10 及び粉体 11 の分散が終了した直後又はほとんど直後に、攪拌装置 1 による攪拌を終了させることができる。そのため、攪拌装置 1 では不要な攪拌時間を削減することができ、効率よく液体中に粉体を分散させる作業を実施することができる。

【0038】

40

本実施形態では、貯留部 2 の中央部に対して、第 1 の水平方向及び第 2 の水平方向の少なくとも一方に攪拌部 5 が偏心していてもよい。これにより、貯留部 2 に貯留された液体 10 及び粉体 11 の攪拌がさらに効率よく進むため、さらに一層短い時間で液体中に粉体を分散させることができる。

【0039】

（変形例）

ある変形例では、前述のように負荷電流値 $I(t)$ が低下している場合（S208 - Yes）、制御部 13 は、移動機構 7 を制御し、接続部 12 に接続された攪拌部 5 を初期位置まで、高さ方向の下側へ移動させてもよい。この場合、攪拌部 5 の回転は停止されない。すなわち、制御部 13 は、攪拌部 5 を回転させた状態で、攪拌部 5 を高さ方向の下側へ

50

移動させるとともに、初期位置において高さ方向の下側への移動を停止する。制御部 13 は、駆動部 6 の駆動を制御し、初期位置において攪拌部 5 を一定時間回転させる。その後、制御部 13 は、駆動部 6 の駆動を制御し、攪拌部 5 の回転を停止させる。本変形例においても、攪拌装置 1 では前述と同様の制御が実行されるため、前述の実施形態等と同様の作用及び効果を奏する。

【0040】

ある変形例では、攪拌装置 1 に、真空装置と接続可能な接続口が設けられていてもよい。接続口は、貯留部 2 の高さ方向について上側の部位に形成される。真空装置（チャンバー）が接続口に接続されることにより、液体 10 と粉体 11 との分散が完了した後に、脱泡することができる。すなわち、液体 10 及び粉体 11 を別の装置（容器）に移し替えることなく、脱泡できる。また、本変形例においても、攪拌装置 1 では前述と同様の制御が実行されるため、前述の実施形態等と同様の作用及び効果を奏する。

10

【0041】

前述の実施形態等では、制御部 13 は、検出部 14 により検出した状態パラメータに基づいて、駆動部 6 の駆動を制御し、攪拌部 5 を高さ方向について移動させたが、これに限るものではない。ある変形例では、攪拌装置 1 に、カメラ等の撮影装置が設けられる。制御部 13 は、撮影装置によって撮影された画像及び／又は動画に基づいて、前述の状態パラメータを取得する。そして、制御部 13 は、状態パラメータに基づいて、駆動部 6 の駆動及び移動機構 7 を制御し、攪拌部 5 を回転させるとともに、攪拌部 5（接続部 12）を高さ方向について移動させる。この場合、カメラの撮影画像等における粉体 11 の位置情報等が、状態パラメータとなる。そして、撮影画像等では、輝度及び色等のいずれかに基づいて、粉体 11 の位置情報を特定する。本変形例においても、攪拌装置 1 では前述と同様の制御が実行されるため、前述の実施形態等と同様の作用及び効果を奏する。

20

【0042】

これらの少なくとも一つの実施形態では、攪拌装置は、貯留部と、攪拌部と、駆動部と、制御部と、を備える。貯留部は、液体を貯留する。攪拌部は、貯留部の高さ方向について移動可能であるとともに液体中に粉体を分散させる。駆動部は、攪拌部が接続されるとともに、攪拌部を回転駆動により回転させる。制御部は、液体における粉体の分散状態に基づいて、攪拌部を高さ方向について移動させる。これにより、効率的に粉体を液体に分散することができる。

30

【0043】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

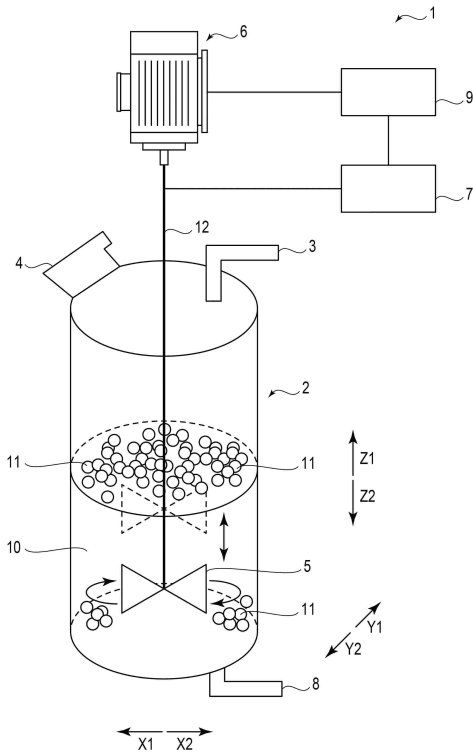
【符号の説明】

【0044】

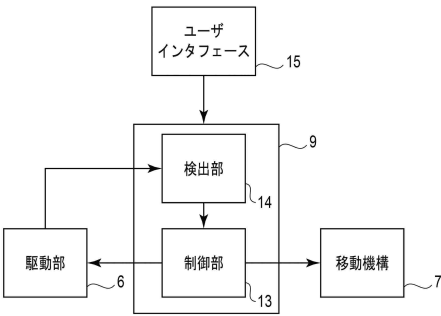
1 ... 攪拌装置、 2 ... 貯留部、 5 ... 攪拌部、 6 ... 駆動部、 10 ... 液体、 11 ... 粉体、 13 ... 制御部。

40

【図面】
【図 1】



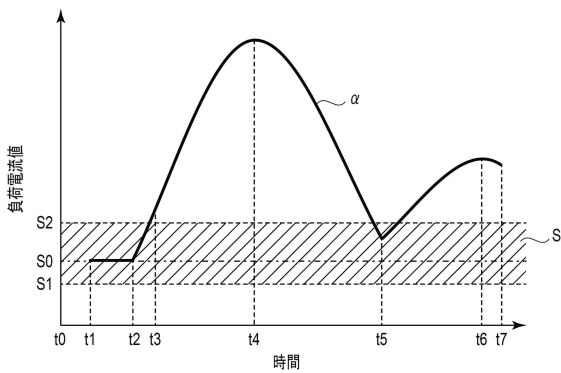
【図 2】



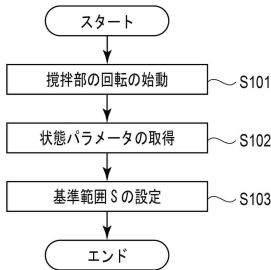
10

20

【図 3】



【図 4】

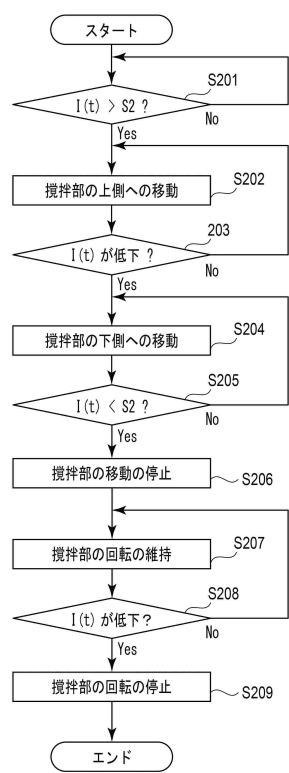


30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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