

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4865253号
(P4865253)

(45) 発行日 平成24年2月1日 (2012. 2. 1)

(24) 登録日 平成23年11月18日 (2011. 11. 18)

(51) Int. Cl.

F I

H05H 1/46 (2006.01)

H05H 1/46 M

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/302 I O I G

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-141357 (P2005-141357)
 (22) 出願日 平成17年5月13日 (2005. 5. 13)
 (65) 公開番号 特開2006-318806 (P2006-318806A)
 (43) 公開日 平成18年11月24日 (2006. 11. 24)
 審査請求日 平成20年2月25日 (2008. 2. 25)

前置審査

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目2 4 番 1 4 号
 (74) 代理人 110000442
 特許業務法人 武和国際特許事務所
 (72) 発明者 渡辺 克哉
 山口県下松市大字東豊井7 9 4 番地 株式
 会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業
 所内
 (72) 発明者 伊東 哲
 山口県下松市大字東豊井7 9 4 番地 株式
 会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業
 所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空処理容器と、
 該真空処理容器に試料を搬入出する搬送装置と、
 前記真空処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化するプラズマ生成装置と、
 前記真空処理容器内を真空引きするターボ分子ポンプおよび該ターボ分子ポンプ吐出口
 側を真空引きするドライポンプを備えた真空排気装置と、
 前記真空処理容器内に設置され、前記試料を載置する載置電極と、
 前記載置電極および前記真空処理容器に温度調整された冷媒を供給する冷媒循環装置と

、
 前記各装置を制御する制御装置を備え、前記試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装
 置において、

前記制御装置は、前記プラズマ処理が終了するとディレイタイマを作動させ、前記ディ
 レイタイマに予め設定された期間が経過しても次の試料の処理が施されない場合に、前記
 ターボ分子ポンプの回転速度を低下させて運転することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

真空処理容器と、
 該真空処理容器に試料を搬入出する搬送装置と、
 前記真空処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化するプラズマ生成装置と、
 前記真空処理容器内を真空引きするターボ分子ポンプおよび該ターボ分子ポンプ吐出口

10

20

側を真空引きするドライポンプを備えた真空排気装置と、
前記真空処理容器内に設置され、前記試料を載置する載置電極と、
前記載置電極および前記真空処理容器に温度調整された冷媒を供給する冷媒循環装置と、

、
前記各装置を制御する制御装置を備え、前記試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、

前記制御装置は、前記プラズマ処理が終了するとディレイタイマを作動させ、前記ディレイタイマに予め設定された期間が経過しても次の試料の処理が施されない場合に、プラズマ処理装置を監視制御する上位装置からの指令に基づいて、前記ターボ分子ポンプの回転速度を低下させて運転することを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 3】

真空処理容器と、
該真空処理容器に試料を搬入出する搬送装置と、
前記真空処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化するプラズマ生成装置と、
前記真空処理容器内を真空引きするターボ分子ポンプおよび該ターボ分子ポンプ吐出口側を真空引きするドライポンプを備えた真空排気装置と、
前記真空処理容器内に設置され、前記試料を載置する載置電極と、
前記載置電極および前記真空処理容器に温度調整された冷媒を供給する冷媒循環装置と、

、
前記各装置を制御する制御装置を備え、前記試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、

20

前記制御装置は、前記プラズマ処理が終了するとディレイタイマを作動させ、前記ディレイタイマに予め設定された期間が経過しても次の試料の処理が施されない場合に、前記ターボ分子ポンプの回転速度を低下させ、かつ前記冷媒循環装置の循環量を低下させて運転することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】

真空処理容器と、
該真空処理容器に試料を搬入出する搬送装置と、
前記真空処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化するプラズマ生成装置と、
前記真空処理容器内を真空引きするターボ分子ポンプおよび該ターボ分子ポンプ吐出口側を真空引きするドライポンプを備えた真空排気装置と、
前記真空処理容器内に設置され、前記試料を載置する載置電極と、
前記載置電極および前記真空処理容器に温度調整された冷媒を供給する冷媒循環装置と、

30

、
前記各装置を制御する制御装置を備え、前記試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、

前記制御装置は、前記プラズマ処理が終了するとディレイタイマを作動させ、前記ディレイタイマに予め設定された期間が経過しても次の試料の処理が施されない場合に、プラズマ処理装置を監視制御する上位装置からの指令に基づいて、前記ターボ分子ポンプの回転速度を低下させ、かつ前記冷媒循環装置の循環量を低下させて運転することを特徴とするプラズマ処理装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ処理装置に係り、特に、プラズマ処理を行わない場合に消費するエネルギーを低減することのできるプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、半導体デバイスの加工はほとんどの場合、プラズマ処理装置を用いたドライエッチングにより行われている。プラズマ処理装置は、真空処理容器を真空引きする真空排気

50

系を備える。また、この真空排気系からの反応生成物の拡散による汚染を防止するため、真空排気系はドライポンプとターボ分子ポンプを組み合わせる構成することが主流となっている。

【0003】

プラズマ処理を実施する場合、真空処理容器内にプロセスガスを導入し、ドライポンプとターボ分子ポンプにより排気を行い、圧力調整装置によって真空処理容器内を所定の圧力に調圧した上で、プラズマを生成し処理を行う。また、真空処理容器と該真空処理容器に試料を載置して保持する試料台を処理プロセスにおける最適温度に維持する目的で、処理容器と試料台は内部に温度調整された冷媒を流し、温度を一定範囲内に保持する構造になっている。

10

【0004】

特許文献1には、このようなプラズマ処理装置において、非処理時に消費するエネルギーを低減する技術が開示されている。ここに示される例によれば、プラズマ処理装置における搬送機構の動作が所定時間以上停止する際に、この搬送機構が設けられた搬送チャンバの真空排気を行う真空排気機構の開閉弁を閉じて、真空ポンプの動作を停止することが示されている。

【特許文献1】特開2004-319761号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

ところで、上述したような真空処理容器を備えるプラズマ処理装置は、処理を実施しない場合においても真空処理容器の真空状態を維持するため、前記ドライポンプとターボ分子ポンプを100%の出力で運転することが多い。また、プラズマによる熱負荷がない場合においても温調用の冷媒は100%の出力で流す場合が多い。これがプラズマ処理装置の消費電力を押し上げ、エネルギーの浪費に繋がっていると同時に、管理面からは電力料金増大の大きな要因となっている。

【0006】

一般に、真空排気装置は、大気圧から減圧する場合、大きな排気能力が必要であるが、真空処理容器内壁に吸着したアウトガスを排気して、一旦、定常状態に達した後は排気能力を下げてもある程度の真空度を保つことができる。従って、処理中は排気系を100%の出力で運転し、処理を行わない場合に排気系の出力を低下させて運転すれば、排気性能を低下させることなく、省エネルギー運転を行うことができる。

30

【0007】

また、温調用冷媒循環の目的は、処理容器内壁および試料台の温度を一定範囲内に保持することであるから、プラズマからの熱負荷がない時には冷媒循環量を減少させても支障は少ない。

【0008】

上記ターボ分子ポンプ、冷媒循環ポンプの駆動源としては、一般には誘導電動機が使用され、該電動機はインバータにより可変速駆動される。誘導電動機の出力調整手段として最も省エネルギー効果が大いなのは回転速度制御であり、回転速度制御に要する時間は、例えば50%~100%の回転速度変更に要する時間は数分程度まで改善されている。

40

【0009】

このため、プラズマ処理装置においては、長時間処理を行わない場合、ターボ分子ポンプ、冷媒循環ポンプの回転速度を低下させて低消費電力で運転しても、処理を再開させる際に、速やかに元の回転速度に戻すように制御して、処理性能を低下させることなく省エネルギーを行うことが可能になる。

【0010】

本発明は、以上の点に鑑みてなされたもので、プラズマ処理に消費するエネルギーを低減することのできるプラズマ処理装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 1 】

本発明は上記課題を解決するため、次のような手段を採用した。

【 0 0 1 2 】

真空処理容器と、該真空処理容器に試料を搬入出する搬送装置と、前記真空処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化するプラズマ生成装置と、前記真空処理容器内を真空引きするターボ分子ポンプおよび該ターボ分子ポンプ吐出口側を真空引きするドライポンプを備えた真空排気装置と、前記真空処理容器内に設置され、前記試料を載置する載置電極と、前記載置電極および前記真空処理容器に温度調整された冷媒を供給する冷媒循環装置と、前記各装置を制御する制御装置を備え、前記試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記制御装置は、前記プラズマ処理が終了するとディレイタイマを作動させ、前記ディレイタイマに予め設定された期間が経過しても次の試料の処理が施されない場合に、前記ターボ分子ポンプの回転速度を低下させて運転する。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明は、以上の構成を備えるため、プラズマ処理装置において、その非処理時に消費するエネルギーを低減することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 4 】

以下、最良の実施形態を添付図面を参照しながら説明する。図 1 は、本発明の実施形態に係るプラズマ処理装置を説明する図である。図 1 に示すように、プラズマ処理装置は、ドライポンプ 1 およびターボ分子ポンプ 2 からなる真空排気装置、該排気装置により真空排気される真空処理容器 4、該真空処理容器 4 内で被加工物であるウエハ等の試料 1 2 を載置して保持する試料載置電極 5、該載置電極 5 と対向する面に位置する上部電極 7 を備える。

20

【 0 0 1 5 】

また、試料載置電極 5 は、該載置手段を図中に矢印に示すように上下に駆動し、試料 1 2 と上部電極 7 との相対的距離を調節することのできる上下駆動機構を備える。

【 0 0 1 6 】

上部電極 7 にはガス導入系 6 から供給される処理ガスを分散して試料表面に供給するシャワープレートが設置される。プラズマは上部電極 7 に接続されるプラズマ生成用高周波電源 8 より供給される高周波エネルギーにより、試料 1 2 と上部電極 6 間に形成される。なお、プラズマ生成用高周波電源 8 としては、例えば 2 0 0 M H z の周波数の電源を用いることができる。

30

【 0 0 1 7 】

プラズマは磁場発生手段 1 3 による磁場により、その密度分布が制御される。試料 1 2 には、試料載置電極 5 を介してバイアス用高周波電源 9 が接続されており、該バイアス用高周波電源 9 による高周波電圧により、プラズマから試料 1 2 に入射するイオンのエネルギーが制御される。バイアス用高周波電源 9 としては、例えば 4 M H z の周波数の電源を用いることができる。

【 0 0 1 8 】

真空処理容器 4 には、高真空排気用のターボ分子ポンプ 2 が真空処理容器 4 内の圧力を調整するための調圧バルブ 3 を介して接続されている。また、前記ターボ分子ポンプ 2 の排気側には低真空排気用のドライポンプ 1 が接続されている。なお、ドライポンプ 1 の吸気側は、図示しない粗引き用バルブを備えた接続管を介して真空処理容器 4 に直接接続されており、この接続管を用いて真空処理容器 4 内を大気圧のような高い圧力から粗引きすることができる。

40

【 0 0 1 9 】

粗引きにより、ターボ分子ポンプ 2 が動作可能な圧力に達すると、前記粗引き用バルブを閉じて、粗引き用バルブ 1 4 を開け、ターボ分子ポンプ 2 の排気側を粗引きしたのち、調圧バルブ 3 を開けて真空処理容器 4 内を高真空に排気する。

50

【 0 0 2 0 】

一方、載置電極 5 の内部には図示しない冷媒通路を備え、該冷媒通路には、真空処理容器 4 の外部に設けた載置電極用冷媒循環装置 1 1 により、所定温度に制御された冷媒を管路 1 5 を介して循環して供給する。これにより、試料に入射した熱を載置電極 5、および冷媒を介して載置電極用冷媒循環装置 1 1 により取り除いて、試料 1 2 を冷却することができる。

【 0 0 2 1 】

また、真空処理容器 4 の壁内部には図示しない冷媒通路を備え、該冷媒通路には、真空処理容器 4 の外部に設けた真空処理容器用冷媒循環装置 1 0 により、所定温度に制御された冷媒を管路 1 6 を介して循環して供給する。これにより、真空処理容器内壁に入射した熱を真空処理容器、および冷媒を介して真空処理容器用冷媒循環装置 1 0 により取り除いて、真空処理容器 4 を冷却することができる。

10

【 0 0 2 2 】

また、前記ドライポンプ 1、ターボ分子ポンプ 2、真空処理容器用冷媒循環装置 1 0、および載置電極用冷媒循環装置 1 1 を制御する制御装置 1 7 を備える。制御装置 1 7 は、例えば、試料 1 2 にプラズマ処理を施した後、所定期間（例えば 3 0 0 秒）の間に搬送装置によって次の試料が真空処理容器内に搬入されないとき、真空処理容器用冷媒循環装置 1 0 あるいは載置電極用冷媒循環装置 1 1 の循環量を低下させて運転する。

【 0 0 2 3 】

また、制御装置 1 7 は、試料 1 2 にプラズマ処理を施した後、所定期間（例えば 3 0 0 秒：ロットの入れ替えに要する時間）の間に搬送装置によって次の試料が真空処理容器内に搬入されないとき、前記ターボ分子ポンプをその回転速度を低下させて運転する。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 は、プラズマ処理装置におけるターボ分子ポンプの運転例を説明する図である。図 2 において、図 2 (a) はプラズマ処理の有無、図 2 (b) はターボ分子ポンプの回転速度、図 2 (c) はターボ分子ポンプ加速指令、図 2 (d) はターボ分子ポンプ減速指令を示す。

【 0 0 2 5 】

まず、前記制御装置 1 7 は、時刻 t_0 において、低速（第 1 の設定回転速度）運転で待機状態にあるターボ分子ポンプの回転速度を加速する指令を発する。加速に際しては、例えば、制御装置 1 7 により、ターボ分子ポンプ 2 を駆動する誘導電動機の電源であるインバータの出力電圧および周波数を増加させる。時刻 t_1 において、ターボ分子ポンプの回転速度が既定値（第 2 の設定回転速度）まで加速されたら、制御装置 1 7 は、プラズマ処理の開始指令する。このプラズマ処理においては、通常、複数（例えば、1 ロット 2 5 枚）の試料に連続してプラズマ処理を施す。このプラズマ処理は時刻 t_2 において終了する。

30

【 0 0 2 6 】

時刻 t_2 においてプラズマ処理が終了すると、制御装置 1 7 内のディレイタイマが計数を開始する。時刻 t_3 において、ディレイタイマに設定しておいた遅延時間（例えば 3 0 0 秒）が経過すると、制御装置 1 7 は、ターボ分子ポンプの回転速度を減速する指令を発する。減速に際しては、例えば、制御装置 1 7 により、ターボ分子ポンプ 2 を駆動する誘導電動機の電源であるインバータの出力電圧および周波数を減少させる。時刻 t_4 において、第 1 の設定回転速度まで減速されたら、この運転状態（待機状態：省エネルギーモード）で待機する。

40

【 0 0 2 7 】

同様に、前記制御装置 1 7 は時刻 t_5 において、低速（第 1 の設定回転速度）運転で待機状態にあるターボ分子ポンプの回転速度を加速する指令を発する。時刻 t_6 において、ターボ分子ポンプの回転速度が既定値（第 2 の設定回転速度）まで加速されたら、制御装置 1 7 は、プラズマ処理の開始指令する。このプラズマ処理においては、通常、複数（例えば、1 ロット 2 5 枚）の試料に連続してプラズマ処理を施す。このプラズマ処理は時刻

50

t 7において終了する。

【0028】

時刻 t 7においてプラズマ処理が終了すると、制御装置 17内のディレイタイマが計数を開始する。このとき、時刻 t 8において、すなわち、ディレイタイマに設定しておいた遅延時間（例えば300秒）が経過する前にプラズマ処理が開始されると、制御装置 17は、ターボ分子ポンプの回転速度を減速する指令を発することはない。

【0029】

時刻 t 9においてプラズマ処理が終了すると、制御装置 17内のディレイタイマが計数を開始する。時刻 t 10において、ディレイタイマに設定しておいた遅延時間（例えば300秒）が経過すると、制御装置 17は、ターボ分子ポンプの回転速度を減速する指令を発する。時刻 t 11において、第1の設定回転速度まで減速されたら、この回転速度で待機する。

【0030】

このように、プラズマ処理装置は、待機状態、一回または複数回のプラズマ処理、待機状態からなる複数の処理サイクルを繰り返し実行する。

【0031】

以上の説明では、待機状態時に、ターボ分子ポンプの回転速度を低下させて運転する例について説明した。しかし、本発明においては、待機状態時に、真空処理容器用冷媒循環装置 10あるいは載置電極用冷媒循環装置 11における冷媒循環用ポンプの回転速度を低下させて運転することもできる。

【0032】

また、制御装置は、ディレイタイマに設定しておいた遅延時間が経過したことを条件に、省エネルギーモードに移行させる例について説明したが、プラズマ処理装置を監視制御する上位装置からの指令に基づいて省エネルギーモードに移行させることもできる。

【0033】

図3は、プラズマ処理装置における省エネルギー運転の詳細を説明する図であり、図4は、省エネルギー運転による省エネルギー効果の実測値を示す図である。なお、図3において縦軸は、単位時間あたりの入力エネルギーであり、プラズマ処理におけるターボ分子ポンプ入力エネルギーを100%とし、プラズマ処理時の全入力を150%、省エネルギーモード時の入力を80%として表示している。

【0034】

図3において、まず、前記制御装置 17は、前述のように、時刻 t 0において、低速（第1の設定回転速度）運転で待機状態にあるターボ分子ポンプの回転速度を加速する指令を発する。時刻 t 1'において、ターボ分子ポンプの回転速度が既定値（第2の設定回転速度）まで加速されたら、制御装置 17は、試料を真空処理容器内に搬入し、時刻 t 1においてプラズマを生成して搬入した試料にプラズマ処理を施す。このプラズマ処理は、図3に示すように真空処理容器内にプラズマを生成してプラズマ処理を施している期間（処理期間 T 1）および試料を真空処理容器内に搬入し、あるいは真空処理容器外に搬出する期間（搬送期間 T 2）を有する。

【0035】

また、プラズマ処理装置は、待機状態、一回または複数回のプラズマ処理、待機状態からなる複数の処理サイクルを繰り返し実行することは前述の通りである。ここで、前記複数の処理サイクルに要する時間（運転期間）に対する（処理期間 T 1 + 搬送期間 T 2）の総和の比率を稼働率と定義すると、エネルギー比（前記プラズマ処理におけるターボ分子ポンプ入力エネルギーに対する比）は図4に示すようになる。なお、図4において、図4（a）は省エネルギーモードを採用しない場合、図4（b）は採用した場合の省エネルギー効果を示す。図に示すように、処理時間 T 1が長く、稼働率が大きい場合、大きな省エネルギー効果は期待できないが、処理時間 T 1が短くかつ稼働率が低い場合（運転条件2の場合）に省エネルギー効果が大きくなる。

【0036】

このように、ターボ分子ポンプ 2、真空処理容器用冷媒循環装置 10 あるいは載置電極用冷媒循環装置 11 における冷媒循環用ポンプを減速された回転速度で運転するモード（省エネルギーモード）を備えるため、処理待ちで待機している期間における電力消費量を低減することが可能になる。このため、処理性能を低下させることなく装置全体の省エネルギーを実現させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】本発明の実施形態に係るプラズマ処理装置を説明する図である。

【図 2】プラズマ処理装置におけるターボ分子ポンプの運転例を説明する図である。

【図 3】プラズマ処理装置における省エネルギー運転の詳細を説明する図である。

10

【図 4】省エネルギー運転による省エネルギー効果の実測値を示す図である。

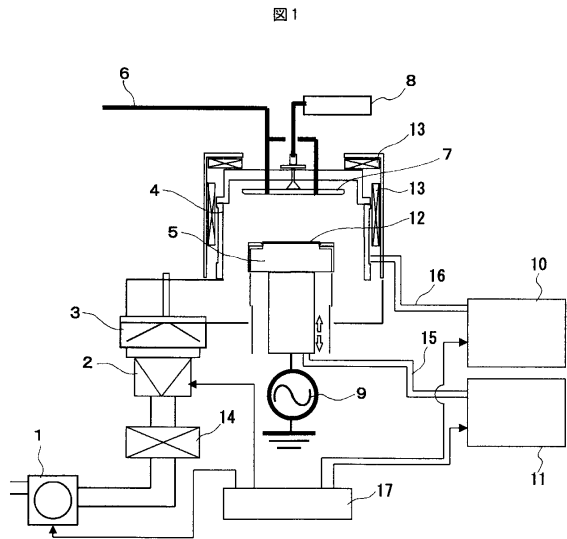
【符号の説明】

【0038】

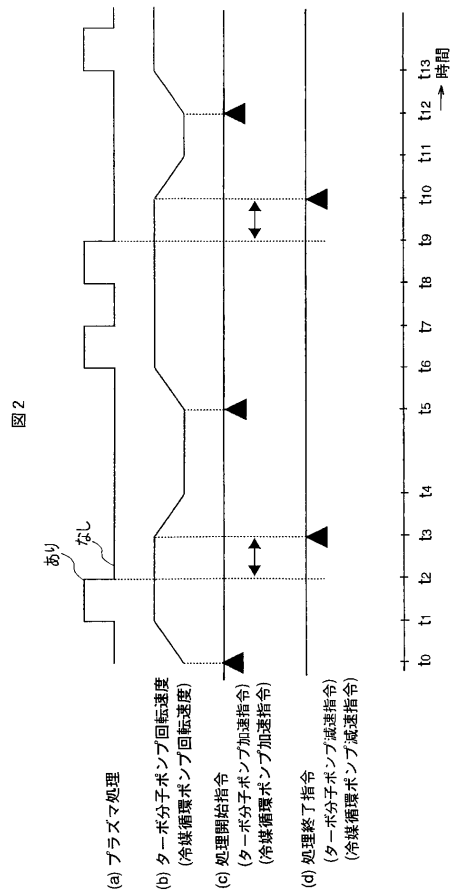
- 1 ドライポンプ
- 2 ターボ分子ポンプ
- 3 調圧バルブ
- 4 真空処理容器
- 5 載置電極
- 6 ガス導入系
- 7 上部電極
- 8 プラズマ生成用高周波電源
- 9 バイアス用高周波電源
- 10 真空処理容器用冷媒循環装置
- 11 載置電極用冷媒循環装置
- 12 試料
- 13 磁場発生手段
- 14 粗引き用バルブ
- 15、16 管路
- 17 制御装置

20

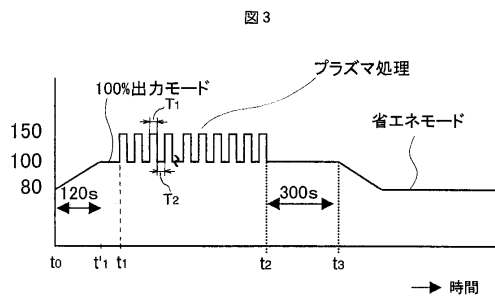
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

図 4

省エネモードなし

運転条件	処理時間T ₁	搬送時間T ₂	稼働率	消費エネルギー比
1	30s	30s	80%	120
2	30s	30s	50%	112.5
3	600s	30s	80%	137.6
4	600s	30s	50%	123.5

(a)

省エネモードあり

運転条件	処理時間T ₁	搬送時間T ₂	稼働率	消費エネルギー比
1	30s	30s	80%	119.1
2	30s	30s	50%	105.5
3	600s	30s	80%	133.9
4	600s	30s	50%	113.7

(b)

フロントページの続き

(72)発明者 清水 文男

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業所内

(72)発明者 光田 明彦

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 笠戸事業所内

審査官 藤本 加代子

(56)参考文献 特開2003-097428(JP,A)

特開平02-039427(JP,A)

特開平05-117867(JP,A)

特開2002-151497(JP,A)

特開2003-203905(JP,A)

特開2004-134690(JP,A)

特開平09-263931(JP,A)

特開平07-326587(JP,A)

特開2005-026552(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05H 1/00

H05H 1/46

H01L 21/3065

H01L 21/205

C23C 16/505

C23C 16/44