(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3968038号

(P3968038)

(45)発行日　平成19年8月29日(2007.8.29)　(24)登録日　平成19年6月8日(2007.6.8)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	569D
B65G 49/06	(2006.01)	B65G	49/06	Z
G02F 1/13	(2006.01)	G02F	1/13	101
G02F 1/1333	(2006.01)	G02F	1/1333	500
G03F 7/30	(2006.01)	G03F	7/30	501

請求項の数 28　(全 28 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2003-57331(P2003-57331)
(22)出願日　平成15年3月4日(2003.3.4)
(65)公開番号　特開2004-266215(P2004-266215A)
(43)公開日　平成16年9月24日(2004.9.24)
審査請求日　平成16年10月27日(2004.10.27)

(73)特許権者　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番６号
(74)代理人　100086564
弁理士　佐々木　聖孝
(72)発明者　佐田　徹也
東京都港区赤坂五丁目３番６号　ＴＢＳ放送センター　東京エレクトロン株式会社内

審査官　星野　浩一

(56)参考文献　特開平１０－２８４３７９（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０３１６３７（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板処理方法及び基板処理装置及び現像処理方法及び現像処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

搬送路上で複数の被処理基板を所望のタクトタイム（T_t）で順次搬送し、前記搬送路上の前記基板に所望の処理を施す基板処理方法であって、

前記搬送路に搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間をこの順序で設けて、各々の前記区間の搬送速度を独立に設定または制御可能に構成し、

前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に設定し、

前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に設定し、

前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、

前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、

前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り換え、

前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換え、

前記基板の後端が前記第３の区間を出た後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える基板処理方法。

【請求項２】
前記タクトタイム（T_t）と前記基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて前記基板の下限移動速度（V_{low}）を決定し、
前記第２の速度を前記下限移動速度（V_{low}）以上の速度に設定する請求項１に記載の基板処理方法。
【請求項３】
前記下限移動速度（V_{low}）が下記の式（１）で求められる請求項２に記載の基板処理方法。
$$V_{low}=（D+d）／T_t \quad \cdots\cdots（1）$$
【請求項４】
前記搬送路上で前記被処理基板を少なくとも１回一時停止させ、停止または移動中の前記基板に所望の処理を施し、
前記タクトタイム（T_t）と前記基板が一時停止する最大の停止時間（T_s）と前記基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて前記基板の下限移動速度（V_{low}）を決定し、
前記第２の速度を前記下限移動速度（V_{low}）以上の速度に設定する請求項１に記載の基板処理方法。
【請求項５】
前記下限移動速度（V_{low}）が下記の式（２）で求められる請求項４に記載の基板処理方法。
$$V_{low}=（D+d）／（T_t-T_s） \quad \cdots\cdots（2）$$
【請求項６】
前記搬送路上の前記第１の区間内の所定位置から前記基板を前記下限移動速度（V_{low}）で搬送した場合に前記タクトタイム（T_t）経過時に前記基板の後端が前記第２の区間と前記第３の区間との境界付近に到達するように前記第２の区間の長さを設定する請求項２～５のいずれか一項に記載の基板処理方法。
【請求項７】
搬送方向において前記第２の区間と前記第３の区間とを足し合わせた区間が前記基板の長さサイズとほぼ等しいサイズに構成されている請求項１～６のいずれか一項に記載の基板処理方法。
【請求項８】
被処理基板をほぼ水平に載せて搬送するための搬送体を水平方向に敷設してなり、搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間を有する搬送路と、
前記搬送路上で前記基板を搬送するために前記第１、第２、第３および第４の区間毎に独立して前記搬送体を駆動する搬送駆動手段と、
所定のタクトタイム（T_t）で前記搬送路上に前記基板を搬入する搬入部と、
前記搬送路上の前記基板に所定の処理を施すための処理部と、
前記搬送路上から処理済みの前記基板を搬出する搬出部と、
前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に制御する第１の速度制御手段と、
前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に制御する第２の速度制御手段と、
前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第３の速度制御手段と、
前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第４の速度制御手段と、
前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り換える第１の速度切換手段と、

前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第２の速度切換手段と、
前記基板の後端が前記第３の区間を出た後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第３の速度切換手段と
を有する基板処理装置。
【請求項９】
前記タクトタイム（T_t）と前記基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて前記基板の下限移動速度（V_{low}）を求める下限移動速度演算手段と、
前記第２の速度を前記下限移動速度（V_{low}）以上の速度に制御する移動速度制御手段と
を有する請求項８に記載の基板処理装置。
【請求項１０】
前記下限移動速度演算手段が下記の式（３）を演算して前記下限移動速度（V_{low}）を求める請求項９に記載の基板処理装置。

$$V_{low}=（D+d）／T_t \quad \cdots\cdots（3）$$

【請求項１１】
前記搬送路上に設定された１つまたは複数の停止位置で前記基板をそれぞれ所定の停止時間だけ一時停止させる停止手段と、
前記タクトタイム（T_t）と前記基板が一時停止する最大の停止時間（T_S）と前記基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて前記基板の下限移動速度（V_{low}）を求める下限移動速度演算手段と、
前記第２の速度を前記下限移動速度（V_{low}）以上の速度に制御する移動速度制御手段と
を有する請求項８に記載の基板処理装置。
【請求項１２】
前記下限移動速度演算手段が下記の式（４）を演算して前記下限移動速度（V_{low}）を求める請求項１１に記載の基板処理装置。

$$V_{low}=（D+d）／（T_t-T_s） \quad \cdots\cdots（4）$$

【請求項１３】
前記搬送路上の前記第１の区間内の所定位置から前記基板を前記下限移動速度（V_{low}）で搬送した場合に前記タクトタイム（T_t）経過時に前記基板の後端が前記第２の区間と前記第３の区間との境界付近に到達するように前記第２の区間の長さが設定されている請求項９～１２のいずれか一項に記載の基板処理装置。
【請求項１４】
搬送方向において前記第２の区間と前記第３の区間とを足し合わせた区間が前記基板の長さサイズとほぼ等しいサイズに構成されている請求項８～１３のいずれか一項に記載の基板処理装置。
【請求項１５】
搬送路上で複数の被処理基板を所望のタクトタイム（T_t）で順次搬送し、前記搬送路上の前記基板に現像処理を施す現像処理方法であって、
前記搬送路に搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間をこの順序で設けて、各々の前記区間の搬送速度を独立に設定または制御可能に構成し、
前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に設定し、
前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に設定し、
前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、
前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、

前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り換え、

前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換え、

前記基板の後端が前記第３の区間を出た後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える現像処理方法。

【請求項１６】

前記タクトタイム（T_t）と前記搬送路上で前記基板が一時停止する最大の停止時間（T_S）と前記基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて前記基板の下限移動速度（V_{low}）を決定し、

前記第２の速度を前記下限移動速度（V_{low}）よりも高い速度に設定する請求項１５に記載の現像処理方法。

【請求項１７】

前記下限移動速度（V_{low}）が下記の式（５）で求められる請求項１６に記載の現像処理方法。

$$V_{low}=（D+d）／（T_t-T_s）\qquad\cdots\cdots（5）$$

【請求項１８】

前記搬送路上の前記第１の区間内の所定位置から前記基板を前記下限移動速度（V_{low}）で搬送した場合に前記タクトタイム（T_t）経過時に前記基板の後端が前記第２の区間と前記第３の区間との境界付近に到達するように前記第２の区間の長さを設定する請求項１５～１７のいずれか一項に記載の現像処理方法。

【請求項１９】

搬送方向において前記第２の区間と前記第３の区間とを足し合わせた区間長を前記基板の長さサイズとほぼ等しいサイズに設定する請求項１５～１８のいずれか一項に記載の現像処理方法。

【請求項２０】

前記第１の区間内で前記現像停止の処理が行われ、前記第２の区間および／または前記第３の区間内で前記基板に洗浄用のリンス液を供給する処理が行われ、前記第４の区間内で前記基板に乾燥用の気体を噴き付ける処理が行われる請求項１５～１９のいずれか一項に記載の現像処理方法。

【請求項２１】

被処理基板をほぼ水平に載せて搬送するための搬送体を水平方向に敷設してなり、搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間を有する搬送路と、

前記搬送路上で前記基板を搬送するために前記第１、第２、第３および第４の区間毎に独立して前記搬送体を駆動する搬送駆動手段と、

所定のタクトタイム（T_t）で前記搬送路上に前記基板を搬入する基板搬入部と、

前記搬送路上の前記基板に現像処理を施すための現像処理部と、

前記搬送路上から処理済みの前記基板を搬出する基板搬出部と、

前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に制御する第１の速度制御手段と、

前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に制御する第２の速度制御手段と、

前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第３の速度制御手段と、

前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第４の速度制御手段と、

前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り

換える第１の速度切換手段と、
前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第２の速度切換手段と、
前記基板の後端が前記第３の区間を抜けた後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第３の速度切換手段と
を有する現像処理装置。
【請求項２２】
前記タクトタイム（T_t）と前記搬送路上で前記基板が停止する最大の停止時間（T_S）と前記基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて前記基板の下限移動速度（V_{low}）を求める下限移動速度演算手段と、
前記第２の速度を前記下限移動速度（V_{low}）以上の速度に制御する移動速度制御手段と
を有する請求項２１に記載の現像処理装置。
【請求項２３】
前記下限移動速度演算手段が下記の式（６）を演算して前記下限移動速度（V_{low}）を求める請求項２２に記載の現像処理装置。

$$V_{low}=（D+d）／（T_t-T_s）\quad\cdots\cdots（6）$$

【請求項２４】
前記搬送路上の前記第１の区間内の所定位置から前記基板を前記下限移動速度（V_{low}）で搬送した場合に前記タクトタイム（T_t）経過時に前記基板の後端が前記第２の区間と前記第３の区間との境界付近に到達するように前記第２の区間の長さが設定されている請求項２１～２３のいずれか一項に記載の現像処理装置。
【請求項２５】
搬送方向において前記第２の区間と前記第３の区間とを足し合わせた区間が前記基板の長さサイズとほぼ等しいサイズに構成されている請求項２１～２４のいずれか一項に記載の現像処理装置。
【請求項２６】
前記現像停止部が前記第１の区間内で前記現像停止を行う請求項２１～２５のいずれか一項に記載の現像処理装置。
【請求項２７】
前記第２の区間および／または前記第３の区間内で前記基板にリンス液を供給するリンス処理部を有する請求項２１～２６のいずれか一項に記載の現像処理装置。
【請求項２８】
前記第４の区間内で前記基板に乾燥用の気体流を吹き付ける乾燥処理部を有する請求項２１～２７のいずれか一項に記載の現像処理装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、平流し方式で被処理基板に現像処理等の処理を施す基板処理方法、基板処理装置、現像処理方法および現像処理装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、ＬＣＤ（液晶表示ディスプレイ）製造におけるレジスト塗布現像処理システムでは、ＬＣＤ基板の大型化に有利に対応できる現像方法あるいは洗浄方法として、搬送ローラや搬送ベルト等の搬送体を水平方向に敷設してなる搬送路上でＬＣＤ基板を搬送しながら現像処理あるいは洗浄処理を行うようにした、いわゆる平流し方式が知られている。
【０００３】
一般に、このような平流し方式の基板処理システムでは、搬送路上で上流側の搬入部から下流側の搬出部まで１枚の被処理基板を一定の時間をかけて搬送し、搬送の途中で搬送路の上方または下方あるいは傍らに配置された複数の工程処理部が移動中または一時停止中

の基板に対して各段階の工程処理を施すようにしている。そして、パイプライン方式で、多数の基板をタクトタイムの時間間隔で搬入部より搬送路上に次々と搬入して、各工程処理部をタクトタイムの時間間隔で次々と通過させ、各処理部はタクトタイムの時間間隔で同一の処理を繰り返し、搬出部より処理済の基板を搬送路からタクトタイムの時間間隔で次々と搬出するようにしている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような平流し方式の基板処理システムにおいては、処理内容や品質、スループット、フットプリント等の様々な要求仕様に応じて搬送路上の基板搬送速度を最適制御することが求められている。たとえば、処理内容や品質の向上を図ろうとすると、搬送路上での処理工程の種類、数、処理時間等が増大し、搬送路上で基板を一時停止させたり搬送速度を変更する場面も増えてくるが、搬送速度の設定を誤ると停止中または減速時の基板に後から来る基板が追突する可能性が出てくる。また、スループット向上のためにタクトタイムを短くする場合にも、搬送速度の適確な設定ないし調整がなされないと、やはり搬送路上で基板の追突事故が起こる可能性は高くなる。基板の追突事故が起こると、当該基板は破損して廃棄するしかなく、生産効率または製品歩留まりが低下する。

【０００５】

本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、平流し方式の搬送路上で基板の搬送速度の減速を効率的かつ安全に行えるようにした基板処理方法、基板処理装置、現像処理方法および現像処理装置を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の基板処理方法は、搬送路上で複数の被処理基板を所望のタクトタイム（T_t）で順次搬送し、前記搬送路上の前記基板に所望の処理を施す基板処理方法であって、前記搬送路に搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間をこの順序で設けて、各々の前記区間の搬送速度を独立に設定または制御可能に構成し、前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に設定し、前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に設定し、前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り換え、前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換え、前記基板の後端が前記第３の区間を出た後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える。

【０００８】

また、上記の目的を達成するために、本発明の基板処理装置は、被処理基板をほぼ水平に載せて搬送するための搬送体を水平方向に敷設してなり、搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間を有する搬送路と、前記搬送路上で前記基板を搬送するために前記第１、第２、第３および第４の区間毎に独立して前記搬送体を駆動する搬送駆動手段と、所定のタクトタイム（T_t）で前記搬送路上に前記基板を搬入する搬入部と、前記搬送路上の前記基板に所定の処理を施すための処理部と、前記搬送路上から処理済みの前記基板を搬出する搬出部と、前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に制御する第１の速度制御手段と、前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に制御する第２の速度制御手段と、前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第３の速度制御手段と、前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第

３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第４の速度制御手段と、前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り換える第１の速度切換手段と、前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第２の速度切換手段と、前記基板の後端が前記第３の区間を出た後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第３の速度切換手段とを有する。

【０００９】

また、上記の目的を達成するために、本発明の現像処理方法は、搬送路上で複数の被処理基板を所望のタクトタイム（T_t）で順次搬送し、前記搬送路上の前記基板に現像処理を施す現像処理方法であって、前記搬送路に搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間をこの順序で設けて、各々の前記区間の搬送速度を独立に設定または制御可能に構成し、前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に設定し、前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に設定し、前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御し、前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り換え、前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換え、前記基板の後端が前記第３の区間を出た後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える。

【００１０】

また、上記の目的を達成するために、本発明の現像処理装置は、被処理基板をほぼ水平に載せて搬送するための搬送体を水平方向に敷設してなり、搬送方向に沿って連続する第１、第２、第３および第４の区間を有する搬送路と、前記搬送路上で前記基板を搬送するために前記第１、第２、第３および第４の区間毎に独立して前記搬送体を駆動する搬送駆動手段と、所定のタクトタイム（T_t）で前記搬送路上に前記基板を搬入する基板搬入部と、前記搬送路上の前記基板に現像処理を施すための現像処理部と、前記搬送路上から処理済みの前記基板を搬出する基板搬出部と、前記第１の区間の搬送速度を第１の速度に制御する第１の速度制御手段と、前記第４の区間の搬送速度を前記第１の速度よりも低い第２の速度に制御する第２の速度制御手段と、前記基板の搬送方向における先端が前記第２の区間に入った時から前記基板の搬送方向における後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第２の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第３の速度制御手段と、前記基板の先端が前記第３の区間に入った時から前記基板の後端が前記第２の区間に入るまでの間は前記第３の区間の搬送速度を前記第１の速度に制御する第４の速度制御手段と、前記基板の後端が前記第２の区間に入った時またはその直後から前記第２の区間および前記第３の区間のそれぞれの搬送速度を同時に前記第１の速度から前記第２の速度に切り換える第１の速度切換手段と、前記基板の後端が前記第２の区間を出た後に前記第２の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第２の速度切換手段と、前記基板の後端が前記第３の区間を抜けた後に前記第３の区間の搬送速度を前記第２の速度から前記第１の速度に切り換える第３の速度切換手段とを有する。

【００１１】

上記基板処理方法、基板処理装置、現像処理方法または現像処理装置においては、基板の搬送速度を第１の区間における第１の速度から第４の区間における第２の速度（第１の速度＞第２の速度）まで減速するに際して、第１の区間と第４の区間との間に設ける中間区間を各々独立した搬送駆動手段を有する第２の区間と第３の区間とに２分割し、第２および第３の区間の搬送速度をそれぞれ所定のタイミングで第１の速度または第２の速度のいずれかに選択的に切り換えることにより、最小限の搬送スペースで効率よく安全に減速

動作を行うことができる。

【００１２】

本発明の好適な一態様によれば、上記基板処理方法または基板処理装置において、タクトタイム（T_t）と基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて基板の下限移動速度（V_{low}）を決定し、第２の速度を下限移動速度（V_{low}）以上の速度に設定する。この場合、下限移動速度（V_{low}）は、下記の式のように、タクトタイムT_tの間に基板長Ｄと基板最小間隔ｄとを足し合わせた距離（Ｄ＋ｄ）だけ移動する速度として与えられる。

$$V_{low}=（D+d）／T_t \quad \cdots\cdots（1）$$

【００１３】

別の好適な一態様によれば、上記基板処理方法、基板処理装置、現像処理方法または現像処理装置において、搬送路上で被処理基板を少なくとも１回一時停止させ、停止または移動中の基板に所望の処理を施し、タクトタイム（T_t）と基板が一時停止する最大の停止時間（T_s）と基板の搬送方向の長さサイズ（Ｄ）と搬送方向における所望の最小基板間隔（ｄ）とに基づいて基板の下限移動速度（V_{low}）を決定し、第２の速度を下限移動速度（V_{low}）以上の速度に設定する。この場合、下限移動速度（V_{low}）は、下記の式のように、タクトタイムT_tから停止時間T_sを差し引いた時間（T_t-T_s）の間に基板長Ｄと基板最小間隔ｄとを足し合わせた距離（Ｄ＋ｄ）だけ移動する速度として与えられる。

$$V_{low}=（D+d）／（T_t-T_s）$$

【００１４】

また、好ましい一態様によれば、搬送路上の第１の区間内の所定位置から基板を下限移動速度（V_{low}）で搬送した場合にタクトタイム（T_t）経過時に基板の後端が第２の区間と第３の区間との境界付近に到達するように第２の区間の長さが設定される。また、速度切換のための搬送スペースを最小限にするために、好ましくは、搬送方向において第２の区間と第３の区間とを足し合わせた区間が基板の長さサイズとほぼ等しいサイズに構成されてよい。

【００２７】

また、好適な一態様によれば、第１の区間内で現像停止部が現像停止を行い、第２の区間および／または第３の区間内でリンス処理部が基板にリンス液を供給してリンス処理を行い、第４の区間内で乾燥処理部が基板に乾燥用の気体流を吹き付けて乾燥処理を行う。現像停止部は、第２の停止位置で基板を傾斜させて基板から現像液を重力で流し落とす基板傾斜手段や、第２の停止位置で停止中の基板に対して、搬送路に沿って所定の速度で移動しながらリンス液を供給するリンス処理部を有してよい。

【００２８】

【発明の実施の形態】

以下、添付図を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【００２９】

図１に、本発明の現像方法および現像装置を適用できる一構成例としての塗布現像処理システムを示す。この塗布現像処理システム１０は、クリーンルーム内に設置され、たとえばＬＣＤ基板を被処理基板とし、ＬＣＤ製造プロセスにおいてフォトリソグラフィー工程の中の洗浄、レジスト塗布、プリベーク、現像およびポストベーク等の各処理を行うものである。露光処理は、このシステムに隣接して設置される外部の露光装置１２で行われる。

【００３０】

この塗布現像処理システム１０は、中心部に横長のプロセスステーション（Ｐ／Ｓ）１６を配置し、その長手方向（Ｘ方向）両端部にカセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４とインタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８とを配置している。

【００３１】

カセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４は、システム１０のカセット搬入出ポートであり、基板Ｇを多段に積み重ねるようにして複数枚収容可能なカセットＣを水平方向たとえばＹ

方向に４個まで並べて載置可能なカセットステージ２０と、このステージ２０上のカセットＣに対して基板Ｇの出し入れを行う搬送機構２２とを備えている。搬送機構２２は、基板Ｇを保持できる手段たとえば搬送アーム２２ａを有し、Ｘ，Ｙ，Ｚ，θの４軸で動作可能であり、隣接するプロセスステーション（Ｐ／Ｓ）１６側と基板Ｇの受け渡しを行えるようになっている。

【００３２】

プロセスステーション（Ｐ／Ｓ）１６は、システム長手方向（Ｘ方向）に延在する平行かつ逆向きの一対のラインＡ，Ｂに各処理部をプロセスフローまたは工程の順に配置している。より詳細には、カセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４側からインタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８側へ向う上流部のプロセスラインＡには、洗浄プロセス部２４と、第１の熱的処理部２６と、塗布プロセス部２８と、第２の熱的処理部３０とを横一列に配置している。一方、インタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８側からカセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４側へ向う下流部のプロセスラインＢには、第２の熱的処理部３０と、現像プロセス部３２と、脱色プロセス部３４と、第３の熱的処理部３６とを横一列に配置している。このライン形態では、第２の熱的処理部３０が、上流側のプロセスラインＡの最後尾に位置するとともに下流側のプロセスラインＢの先頭に位置しており、両ラインＡ，Ｂ間に跨っている。

【００３３】

両プロセスラインＡ，Ｂの間には補助搬送空間３８が設けられており、基板Ｇを１枚単位で水平に載置可能なシャトル４０が図示しない駆動機構によってライン方向（Ｘ方向）で双方向に移動できるようになっている。

【００３４】

上流部のプロセスラインＡにおいて、洗浄プロセス部２４は、スクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２を含んでおり、このスクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２内のカセットステーション（Ｃ／Ｓ）１０と隣接する場所にエキシマＵＶ照射ユニット（ｅ－ＵＶ）４１を配置している。スクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２内の洗浄部は、ＬＣＤ基板Ｇをコロ搬送またはベルト搬送により水平姿勢でラインＡ方向に搬送しながら基板Ｇの上面（被処理面）にブラッシング洗浄やブロー洗浄を施すようになっている。

【００３５】

洗浄プロセス部２４の下流側に隣接する第１の熱的処理部２６は、プロセスラインＡに沿って中心部に縦型の搬送機構４６を設け、その前後両側に複数のユニットを多段に積層配置している。たとえば、図２に示すように、上流側の多段ユニット部（ＴＢ）４４には、基板受け渡し用のパスユニット（ＰＡＳＳ）５０、脱水ベーク用の加熱ユニット（ＤＨＰ）５２，５４およびアドヒージョンユニット（ＡＤ）５６が下から順に積み重ねられる。ここで、パスユニット（ＰＡＳＳ）５０は、スクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２側と基板Ｇの受け渡しを行うために用いられる。また、下流側の多段ユニット部（ＴＢ）４８には、基板受け渡し用のパスユニット（ＰＡＳＳ）６０、冷却ユニット（ＣＬ）６２，６４およびアドヒージョンユニット（ＡＤ）６６が下から順に積み重ねられる。ここで、パスユニット（ＰＡＳＳ）６０は、塗布プロセス部２８側と基板Ｇの受け渡しを行うためのものである。

【００３６】

図２に示すように、搬送機構４６は、鉛直方向に延在するガイドレール６８に沿って昇降移動可能な昇降搬送体７０と、この昇降搬送体７０上でθ方向に回転または旋回可能な旋回搬送体７２と、この旋回搬送体７２上で基板Ｇを支持しながら前後方向に進退または伸縮可能な搬送アームまたはピンセット７４とを有している。昇降搬送体７０を昇降駆動するための駆動部７６が垂直ガイドレール６８の基端側に設けられ、旋回搬送体７２を旋回駆動するための駆動部７８が昇降搬送体７０に取り付けられ、搬送アーム７４を進退駆動するための駆動部８０が回転搬送体７２に取り付けられている。各駆動部７６，７８，８０はたとえば電気モータ等で構成されてよい。

【００３７】

上記のように構成された搬送機構４６は、高速に昇降ないし旋回運動して両隣の多段ユニット部（ＴＢ）４４，４８の中の任意のユニットにアクセス可能であり、補助搬送空間３８側のシャトル４０とも基板Ｇを受け渡しできるようになっている。

【００３８】

第１の熱的処理部２６の下流側に隣接する塗布プロセス部２８は、図１に示すように、レジスト塗布ユニット（ＣＴ）８２、減圧乾燥ユニット（ＶＤ）８４およびエッジリムーバ・ユニット（ＥＲ）８６をプロセスラインＡに沿って一列に配置している。図示省略するが、塗布プロセス部２８内には、これら３つのユニット（ＣＴ）８２、（ＶＤ）８４、（ＥＲ）８６に基板Ｇを工程順に１枚ずつ搬入・搬出するための搬送装置が設けられており、各ユニット（ＣＴ）８２、（ＶＤ）８４、（ＥＲ）８６内では基板１枚単位で各処理が行われるようになっている。

【００３９】

塗布プロセス部２８の下流側に隣接する第２の熱的処理部３０は、上記第１の熱的処理部２６と同様の構成を有しており、両プロセスラインＡ，Ｂの間に縦型の搬送機構９０を設け、プロセスラインＡ側（最後尾）に一方の多段ユニット部（ＴＢ）８８を設け、プロセスラインＢ側（先頭）に他方の多段ユニット部（ＴＢ）９２を設けている。

【００４０】

図示省略するが、たとえば、プロセスラインＡ側の多段ユニット部（ＴＢ）８８には、最下段に基板受け渡し用のパスユニット（ＰＡＳＳ）が置かれ、その上にプリベーク用の加熱ユニット（ＰＲＥＢＡＫＥ）がたとえば３段積みに重ねられてよい。また、プロセスラインＢ側の多段ユニット部（ＴＢ）９２には、最下段に基板受け渡し用のパスユニット（ＰＡＳＳ）が置かれ、その上に冷却ユニット（ＣＯＬ）がたとえば１段重ねられ、その上にプリベーク用の加熱ユニット（ＰＲＥＢＡＫＥ）がたとえば２段積みに重ねられてよい。

【００４１】

第２の熱的処理部３０における搬送機構９０は、両多段ユニット部（ＴＢ）８８，９２のそれぞれのパスユニット（ＰＡＳＳ）を介して塗布プロセス部２８および現像プロセス部３２と基板Ｇを１枚単位で受け渡しできるだけでなく、補助搬送空間３８内のシャトル４０や後述するインタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８とも基板Ｇを１枚単位で受け渡しできるようになっている。

【００４２】

下流部のプロセスラインＢにおいて、現像プロセス部３２は、基板Ｇを水平姿勢で搬送しながら一連の現像処理工程を行う、いわゆる平流し方式の現像ユニット（ＤＥＶ）９４を含んでいる。

【００４３】

現像プロセス部３２の下流側には脱色プロセス部３４を挟んで第３の熱的処理部３６が配置される。脱色プロセス部３４は、基板Ｇの被処理面にｉ線（波長３６５ｎｍ）を照射して脱色処理を行うためのｉ線ＵＶ照射ユニット（ｉ－ＵＶ）９６を備えている。

【００４４】

第３の熱的処理部３６は、上記第１の熱的処理部２６や第２の熱的処理部３０と同様の構成を有しており、プロセスラインＢに沿って縦型の搬送機構１００とその前後両側に一対の多段ユニット部（ＴＢ）９８，１０２を設けている。

【００４５】

図示省略するが、たとえば、上流側の多段ユニット部（ＴＢ）９８には、最下段にパスユニット（ＰＡＳＳ）が置かれ、その上にポストベーキング用の加熱ユニット（ＰＯＢＡＫＥ）がたとえば３段積みに重ねられてよい。また、下流側の多段ユニット部（ＴＢ）１０２には、最下段にポストベーキング・ユニット（ＰＯＢＡＫＥ）が置かれ、その上に基板受け渡しおよび冷却用のパス・クーリングユニット（ＰＡＳＳ・ＣＯＬ）が１段重ねられ、その上にポストベーキング用の加熱ユニット（ＰＯＢＡＫＥ）が２段積みに重ねられてよい。

【００４６】
第３の熱的処理部３６における搬送機構１００は、両多段ユニット部（ＴＢ）９８，１０２のパスユニット（ＰＡＳＳ）およびパス・クーリングユニット（ＰＡＳＳ・ＣＯＬ）を介してそれぞれｉ線ＵＶ照射ユニット（ｉ－ＵＶ）９６およびカセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４と基板Ｇを１枚単位で受け渡しできるだけでなく、補助搬送空間３８内のシャトル４０とも基板Ｇを１枚単位で受け渡しできるようになっている。
【００４７】
インタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８は、隣接する露光装置１２と基板Ｇのやりとりを行うための搬送装置１０４を有し、その周囲にバッファ・ステージ（ＢＵＦ）１０６、エクステンション・クーリングステージ（ＥＸＴ・ＣＯＬ）１０８および周辺装置１１０を配置している。バッファ・ステージ（ＢＵＦ）１０６には定置型のバッファカセット（図示せず）が置かれる。エクステンション・クーリングステージ（ＥＸＴ・ＣＯＬ）１０８は、冷却機能を備えた基板受け渡し用のステージであり、プロセスステーション（Ｐ／Ｓ）１６側と基板Ｇをやりとりする際に用いられる。周辺装置１１０は、たとえばタイトラー（ＴＩＴＬＥＲ）と周辺露光装置（ＥＥ）とを上下に積み重ねた構成であってよい。搬送装置１０４は、基板Ｇを保持できる搬送アーム１０４ａを有し、隣接する露光装置１２や各ユニット（ＢＵＦ）１０６、（ＥＸＴ・ＣＯＬ）１０８、（ＴＩＴＬＥＲ／ＥＥ）１１０と基板Ｇの受け渡しを行えるようになっている。
【００４８】
図３に、この塗布現像処理システムにおける処理の手順を示す。先ず、カセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４において、搬送機構２２が、ステージ２０上の所定のカセットＣの中から１つの基板Ｇを取り出し、プロセスステーション（Ｐ／Ｓ）１６の洗浄プロセス部２４のエキシマＵＶ照射ユニット（ｅ－ＵＶ）４１に搬入する（ステップＳ1）。
【００４９】
エキシマＵＶ照射ユニット（ｅ－ＵＶ）４１内で基板Ｇは紫外線照射による乾式洗浄を施される（ステップＳ2）。この紫外線洗浄では主として基板表面の有機物が除去される。紫外線洗浄の終了後に、基板Ｇは、カセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４の搬送機構２２によって洗浄プロセス部２４のスクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２へ移される。
【００５０】
スクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２では、上記したように基板Ｇをコロ搬送またはベルト搬送により水平姿勢でプロセスラインＡ方向に平流しで搬送しながら基板Ｇの上面（被処理面）にブラッシング洗浄やブロー洗浄を施すことにより、基板表面から粒子状の汚れを除去する（ステップＳ3）。そして、洗浄後も基板Ｇを平流しで搬送しながらリンス処理を施し、最後にエアーナイフ等を用いて基板Ｇを乾燥させる。
【００５１】
スクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２内で洗浄処理の済んだ基板Ｇは、第１の熱的処理部２６の上流側多段ユニット部（ＴＢ）４４内のパスユニット（ＰＡＳＳ）５０に搬入される。
【００５２】
第１の熱的処理部２６において、基板Ｇは搬送機構４６により所定のシーケンスで所定のユニットを回される。たとえば、基板Ｇは、最初にパスユニット（ＰＡＳＳ）５０から加熱ユニット（ＤＨＰ）５２，５４の１つに移され、そこで脱水処理を受ける（ステップＳ4）。次に、基板Ｇは、冷却ユニット（ＣＯＬ）６２，６４の１つに移され、そこで一定の基板温度まで冷却される（ステップＳ5）。しかる後、基板Ｇはアドヒージョンユニット（ＡＤ）５６に移され、そこで疎水化処理を受ける（ステップＳ6）。この疎水化処理の終了後に、基板Ｇは冷却ユニット（ＣＯＬ）６２，６４の１つで一定の基板温度まで冷却される（ステップＳ7）。最後に、基板Ｇは下流側多段ユニット部（ＴＢ）４８に属するパスユニット（ＰＡＳＳ）６０に移される。
【００５３】
このように、第１の熱的処理部２６内では、基板Ｇが、搬送機構４６を介して上流側の多

段ユニット部（ＴＢ）４４と下流側の多段ユニット部（ＴＢ）４８との間で任意に行き来できるようになっている。なお、第２および第３の熱的処理部３０，３６でも同様の基板搬送動作を行えるようになっている。

【００５４】

第１の熱的処理部２６で上記のような一連の熱的または熱系の処理を受けた基板Ｇは、下流側多段ユニット部（ＴＢ）４８内のパスユニット（ＰＡＳＳ）６０から下流側隣の塗布プロセス部２８のレジスト塗布ユニット（ＣＴ）８２へ移される。

【００５５】

基板Ｇはレジスト塗布ユニット（ＣＴ）８２でたとえばスピンコート法により基板上面（被処理面）にレジスト液を塗布され、直後に下流側隣の減圧乾燥ユニット（ＶＤ）８４で減圧による乾燥処理を受け、次いで下流側隣のエッジリムーバ・ユニット（ＥＲ）８６で基板周縁部の余分（不要）なレジストを取り除かれる（ステップＳ8）。

【００５６】

上記のようなレジスト塗布処理を受けた基板Ｇは、エッジリムーバ・ユニット（ＥＲ）８６から隣の第２の熱的処理部３０の上流側多段ユニット部（ＴＢ）８８に属するパスユニット（ＰＡＳＳ）に受け渡される。

【００５７】

第２の熱的処理部３０内で、基板Ｇは、搬送機構９０により所定のシーケンスで所定のユニットを回される。たとえば、基板Ｇは、最初に該パスユニット（ＰＡＳＳ）から加熱ユニット（ＰＲＥＢＡＫＥ）の１つに移され、そこでレジスト塗布後のベーキングを受ける（ステップＳ9）。次に、基板Ｇは、冷却ユニット（ＣＯＬ）の１つに移され、そこで一定の基板温度まで冷却される（ステップＳ10）。しかる後、基板Ｇは下流側多段ユニット部（ＴＢ）９２側のパスユニット（ＰＡＳＳ）を経由して、あるいは経由せずにインタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８側のエクステンション・クーリングステージ（ＥＸＴ・ＣＯＬ）１０８へ受け渡される。

【００５８】

インタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８において、基板Ｇは、エクステンション・クーリングステージ（ＥＸＴ・ＣＯＬ）１０８から周辺装置１１０の周辺露光装置（ＥＥ）に搬入され、そこで基板Ｇの周辺部に付着するレジストを現像時に除去するための露光を受けた後に、隣の露光装置１２へ送られる（ステップＳ11）。

【００５９】

露光装置１２では基板Ｇ上のレジストに所定の回路パターンが露光される。そして、パターン露光を終えた基板Ｇは、露光装置１２からインタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８に戻されると（ステップＳ11）、先ず周辺装置１１０のタイトラー（ＴＩＴＬＥＲ）に搬入され、そこで基板上の所定の部位に所定の情報が記される（ステップＳ12）。しかる後、基板Ｇはエクステンション・クーリングステージ（ＥＸＴ・ＣＯＬ）１０８に戻される。インタフェースステーション（Ｉ／Ｆ）１８における基板Ｇの搬送および露光装置１２との基板Ｇのやりとりは搬送装置１０４によって行われる。

【００６０】

プロセスステーション（Ｐ／Ｓ）１６では、第２の熱的処理部３０において搬送機構９０がエクステンション・クーリングステージ（ＥＸＴ・ＣＯＬ）１０８より露光済の基板Ｇを受け取り、プロセスラインＢ側の多段ユニット部（ＴＢ）９２内のパスユニット（ＰＡＳＳ）を介して現像プロセス部３２へ受け渡す。

【００６１】

現像プロセス部３２では、該多段ユニット部（ＴＢ）９２内のパスユニット（ＰＡＳＳ）から受け取った基板Ｇを現像ユニット（ＤＥＶ）９４に搬入する。現像ユニット（ＤＥＶ）９４において基板Ｇはプロセスライン Ｂの下流に向って平流し方式で搬送され、その搬送中に現像、リンス、乾燥の一連の現像処理工程が行われる（ステップＳ13）。

【００６２】

現像プロセス部３２で現像処理を受けた基板Ｇは下流側隣の脱色プロセス部３４へ搬入さ

れ、そこでｉ線照射による脱色処理を受ける（ステップＳ14）。脱色処理の済んだ基板Ｇは、第３の熱的処理部３６の上流側多段ユニット部（ＴＢ）９８内のパスユニット（ＰＡＳＳ）に受け渡される。

【００６３】

第３の熱的処理部３６において、基板Ｇは、最初に該パスユニット（ＰＡＳＳ）から加熱ユニット（ＰＯＢＡＫＥ）の１つに移され、そこでポストベーキングを受ける（ステップＳ15）。次に、基板Ｇは、下流側多段ユニット部（ＴＢ）１０２内のパスクーリング・ユニット（ＰＡＳＳ・ＣＯＬ）に移され、そこで所定の基板温度に冷却される（ステップＳ16）。第３の熱的処理部３６における基板Ｇの搬送は搬送機構１００によって行われる。

【００６４】

カセットステーション（Ｃ／Ｓ）１４側では、搬送機構２２が、第３の熱的処理部３６のパスクーリング・ユニット（ＰＡＳＳ・ＣＯＬ）から塗布現像処理の全工程を終えた基板Ｇを受け取り、受け取った基板Ｇをいずれか１つのカセットＣに収容する（ステップＳ１）。

【００６５】

この塗布現像処理システム１０においては、現像プロセス部３２の現像ユニット（ＤＥＶ）９４に本発明を適用することができる。以下、図４～図１５を参照して本発明を現像ユニット（ＤＥＶ）９４に適用した一実施形態を説明する。

【００６６】

図４および図５に、本発明の一実施形態による現像ユニット（ＤＥＶ）９４内の全体構成を模式的に示す。この現像ユニット（ＤＥＶ）９４は、プロセスラインＢに沿って水平方向（Ｘ方向）に延在する連続的な搬送路１１２を形成する複数たとえば１０台のモジュールM_1～M_{10}を一列に連続配置してなる。

【００６７】

これらのモジュールM_1～M_{10}のうち、最上流端に位置する１番目のモジュールM_1には搬入部１１４が設けられている。２番目のモジュールM_2は導入部１１６を構成している。３番目、４番目および５番目のモジュールM_3，M_4，M_5には現像部１１８が設けられている。６番目のモジュールM_6には第１リンス部１２０が設けられ、７番目のモジュールM_7には第２リンス部１２２が設けられている。８番目のモジュールM_8には乾燥部１２４が設けられている。９番目のモジュールM_9は送出部１２６を構成している。最後尾の１０番目のモジュールM_{10}には搬出部１２８が設けられている。

【００６８】

搬入部１１４は、隣の基板搬送機構（図示せず）から手渡される基板Ｇを水平姿勢で受け取って搬送路１１２上に移載するための昇降可能な複数本のリフトピン１３０を有している。搬出部１２８も、基板Ｇを水平姿勢で持ち上げて隣の基板搬送機構（図示せず）へ手渡すための昇降可能な複数本のリフトピン１３２を有している。

【００６９】

導入部１１６は、搬入部１１４と現像部１１８との間の緩衝領域を形成している。搬入部１１４から各基板G_iを導入部１１６を介して現像部１１８まで高速で一気に搬送することにより、予め設定されたタクトタイムT_t（たとえば６０秒）の時間経過後に搬入部１１４に搬入されてくる後続の基板G_{i+1}との間に十分な空間的隔たり（距離間隔）を確保できるようになっている。また、現像部１１８から搬送上流側に現像液が飛散しても、導入部１１６で止まり、搬入部１１４へは届かない（汚染しない）ようになっている。

【００７０】

現像部１１８は、より詳細には、モジュールM_3，M_4にそれぞれ第１現像液供給部１３４，第２現像液供給部１３６を設け、モジュールM_5に液切り／リンス部１３８を設けている。

【００７１】

第１現像液供給部１３４は、導入部１１６から搬送されてきた基板Ｇにパドル方式で現像液を供給（液盛り）するためのもので、搬送路１１２の上方に搬送方向（Ｘ方向）に移動

可能な１本または複数本の現像液ノズル１４０を備えている。図示の例では、搬送方向に延在するガイドレール１４２に沿って移動可能に構成されたノズル搬送体１４４に現像液ノズル１４０を取り付け、駆動機構（図示せず）によってノズル搬送体１４４を搬送方向に移動させる構成としている。ノズル搬送体１４４に現像液ノズル１４０を昇降移動させるための昇降機構（図示せず）を取り付けてもよい。

【００７２】

第２現像液供給部１３６は、搬送中の基板Ｇから現像液がこぼれ落ちる場合に新規の現像液を追加供給つまり補充するためのもので、搬送方向の適当な位置にて搬送路１１２の上方に定置型の現像液ノズル１４６を１本または複数本配置している。

【００７３】

各部の現像液ノズル１４０，１４６は、搬送路１１２の左右幅方向（Ｙ方向）において基板Ｇの端から端までカバーするような長尺状のノズル本体を有し、該ノズル本体に形成された無数の穴状吐出口あるいは１個または数個のスリット状吐出口より搬送路１１２上の基板Ｇに向けて現像液を略帯状またはスプレー状に吐出するようになっている。なお、必要に応じて、現像液ノズル１４６も搬送方向に移動可能にしてもよく、あるいは第２現像液供給部１３６を省くことも可能である。

【００７４】

液切り／リンス部１３８は、基板Ｇから現像液を除去して現像停止を行うためのもので、搬送方向で基板Ｇを後向きまたは前向きに傾斜させて現像液を重力で流し落とすための基板傾斜機構（図示せず）と、基板Ｇにリンス液を吹き付けて現像液を洗い落とすための１本または複数本のリンス液ノズル１４８とを有している。

【００７５】

図示の例では、リンス液ノズル１４８を可動型に構成している。より詳細には、搬送路１１２の上方でリンス液ノズル１４８をノズル搬送体１５０に取り付け、駆動機構（図示せず）によってノズル搬送体１５０を搬送方向に延在するガイドレール１５２に沿って移動させる構成としている。ノズル搬送体１５０にリンス液ノズル１４８を昇降移動させるための昇降機構（図示せず）を取り付けてもよい。リンス液ノズル１４８は、搬送路１１２の左右幅方向（Ｙ方向）において基板Ｇの端から端までカバーするような長尺状のノズル本体を有し、該ノズル本体に形成された無数の穴状吐出口あるいは１個または数個のスリット状吐出口より搬送路１１２上の基板Ｇに向けてリンス液を略帯状またはスプレー状に吐出するようになっている。

【００７６】

第１リンス部１２０および第２リンス部１２２は、基板Ｇから現像液や異物・汚れ等を十全に除去するためのもので、それぞれ搬送方向の適当な位置に長尺状のリンス液ノズル１５４，１５６を横掛で１本または複数本配置している。好ましくは、基板Ｇの上面（デバイス形成面）だけでなく下面または裏面も洗浄するように、搬送路１１２を挟んで上下にリンス液ノズル１５４，１５６を配置してよい。各リンス液ノズル１５４，１５６の構成は、上記リンス液ノズル１４８と同じであってもよく、異なってもよい。

【００７７】

乾燥部１２４は、リンス処理後の基板Ｇに付着しているリンス液を気体流（たとえばエアー）で払い落として基板表面を乾かすためのもので、搬送路１１２に沿って適当な位置に長尺状のエアーナイフ１５８を横掛で１本または複数本配置している。エアーナイフ１５８も、基板Ｇの上下両面に気体流を当てるように、搬送路１１２の上下に配置されてよい。好ましくは、図５に示すように、エアーナイフ１５８は、搬送路１１２の幅方向（Ｙ方向）において適当な角度だけ斜めに傾いて基板Ｇの端から端までカバーするように配置される。このようなエアーナイフ１５８の斜め配置により、基板Ｇの表面に付着しているリンス液を基板後端側の角隅部に集めて効率よく吹き飛ばせるようになっている。

【００７８】

送出部１２６は、乾燥部１２４と搬出部１２８との間の緩衝領域を形成している。上記のような一連の現像処理を受けてきた基板G_iを送出部１２６から搬出部１２８まで高速で

一気に搬送することにより、搬出部１２８で搬出のため搬送方向において一時停止する該基板G_iとタクトタイムT_tの経過後に現像処理を終えてくる後続の基板G_{i+1}との間に十分な空間的隔たり（距離間隔）を確保できるようになっている。

【００７９】

図４に示すように、現像部１１８およびリンス部１２０，１２２においては、搬送路１１２の下に落ちた液を受け集めるためのパン１６０，１６２がそれぞれ設けられている。これらのパン１６０，１６２の底に設けられている排液口には排液管１６４，１６６がそれぞれ接続されている。現像部１１８側の排液管１６４は現像液循環再利用システム（図示せず）に通じている。リンス部１２０，１２２側の排液管１６６は廃液処理部（図示せず）に通じている。

【００８０】

図示の例では、現像部１１８側のパン１６０とリンス部１２０，１２２側のパン１６２との境界部が現像部１１８の液切り部／リンス部１３８の下に設定されている。この境界部付近には、液切り部／リンス部１３８で傾斜姿勢の基板Ｇから落ちてくる現像液またはリンス液を、現像液はパン１６０へ、リンス液はパン１６２へそれぞれ選択的に振り向けるための排液振分手段（図示せず）が設けられている。

【００８１】

図６に、この現像ユニット（ＤＥＶ）９４における平流し搬送機構の構成を模式的に示す。搬送路１１２には、基板Ｇをほぼ水平に載置できる搬送ローラまたはコロ１７０がプロセスラインＢ（図４）に沿って一定間隔で敷設されている。

【００８２】

この実施形態では、搬送路１１２上のコロ１７０が、たとえば各モジュールM_1～M_{10}毎に複数の区間に分割され、各区間毎に独立して駆動されるようになっている。より詳細には、各モジュールM_n（ｎ＝１～１０）の区間に属するコロ１７０は、個別の伝動機構１７２(n)を介して個別の搬送駆動部１７４(n)に駆動接続されている。各搬送駆動部１７４(n)は駆動源としてたとえば電気モータを有しており、電気モータの駆動力により伝動機構１７２(n)を介してコロ１７０を回転運動させ、搬送路１１２上でほぼ水平姿勢の基板Ｇをコロ搬送によってプロセスラインＢの方向へ移動させるようになっている。

【００８３】

搬送制御部１７６は、たとえばマイクロコンピュータからなり、搬送路１１２上の各部および全体の基板搬送動作を制御するために、全区間の搬送駆動部１７４(1)～１７４(10)に個別の搬送制御信号を与える。搬送制御の精度を上げるために、好ましくは、搬送路１１２上の基板Ｇの位置を検出するための少なくとも１つのセンサ（図示せず）が設けられ、各センサの出力が搬送制御部１７６に接続されている。また、搬送制御部１７６はコントローラとして、ホストコンピュータ１８０（図１２）等とも接続されている。

【００８４】

次に、この現像ユニット（ＤＥＶ）９４において１枚の基板G_iに対して行なわれる一連の処理工程を工程順に説明する。

【００８５】

［ステップ▲１▼］

搬入部１１４は、隣の基板搬送機構（図示せず）から基板G_iをほぼ水平にリフトピン１３０で受け取り、次いでリフトピン１３０を降ろして基板G_iを搬送路１１２上に、つまりモジュールM_1内のコロ１７０の上に移載する。この搬入動作の間、基板G_iは搬送方向において一定位置（リフトピン１３０上）で予め設定された所定時間つまり搬入時間T_1（たとえば１５秒）だけ一時停止する。

【００８６】

［ステップ▲２▼］

搬送路１１２上に基板G_iが移載されると、モジュールM_1，M_2，M_3の搬送機構により、直ちに基板G_iは搬送下流側へ送り出され、予め設定された第１移動速度V_1（たとえば２００ｍｍ／ｓ）で導入部１１６を通って現像部１１８へ搬送される。そして、基板G_iが

現像部１１８の第１現像液供給部１３４に搬入されると、モジュールM_3の搬送機構が基板G_iの搬送を停止する。

【００８７】

［ステップ▲３▼］

第１現像液供給部１３４では、予め設定された所定の停止時間つまり液盛り時間T_2（たとえば１３．２秒）の間に、現像液ノズル１４０を搬送方向またはその逆方向に所定の速度で移動させながら現像液を吐出させ、基板G_iの上面全体に現像液を塗布する（液盛りする）。この際、基板G_iからこぼれた現像液は搬送路１１２の下に設置されている現像液パン１６０に受け集められる。なお、基板G_i上に現像液を重ね塗りするために現像液ノズル１４０を１回または複数回往復走査してもよく、レシピで任意の走査パターンを設定できる。

【００８８】

［ステップ▲４▼］

第１現像液供給部１３４で上記液盛り時間T_2が経過すると、モジュールM_3，M_4，M_5の搬送機構により、基板G_iは直ちに搬送下流側へ送り出され、予め設定された第２移動速度V_2（たとえば５０．５ｍｍ／ｓ）で液切り／リンス部１３８まで搬送される。途中、第２現像液供給部１３６を通過する際には、現像液ノズル１４６より移動中の基板Ｇに現像液が補給される。基板G_iが液切り／リンス部１３８に搬入されると、モジュールM_5の搬送機構が基板G_iの移動を停止する。

【００８９】

［ステップ▲５▼］

液切り／リンス部１３８では、予め設定された所定の停止時間つまり液切り時間T_3（たとえば２０．２秒）の間に現像停止処理が行なわれる。先ず、基板傾斜機構が作動して、基板G_iを水平姿勢から傾斜姿勢に変換して、基板G_i上の現像液を重力で流れ落とす。基板G_iから流れ落ちた現像液は上記排液振分手段によって現像液パン１６０側に回収される。一方で、適当なタイミングで、好ましくは基板G_iの傾斜角度が設定値に到達するとほぼ同時に、リンス液ノズル１４８を搬送方向またはその逆方向に所定の速度で移動させながら傾斜状態の基板G_iに向けて上からリンス液を供給し、基板G_i上の液をリンス液に置換する。この際、基板Ｇから流れ落ちたリンス液は上記排液振分手段によってリンス液パン１６２側に回収される。最後に、基板傾斜機構が基板G_iを傾斜姿勢から水平姿勢に戻す。

【００９０】

なお、この実施形態では、第１現像液供給部１３４で基板G_i上に現像液の液盛りを開始してから液切り／リンス部１３８で液切りを開始するまでの時間を現像時間T_gとし、この現像時間T_gも予め設定するようになっている。

【００９１】

［ステップ▲６▼］

液切り／リンス部１３８で上記液切り時間T_3が経過すると、モジュールＭ５，M_6の搬送機構により、基板G_iは直ちに搬送下流側へ送り出され、予め設定された第３移動速度V_3（たとえば５０．５ｍｍ／ｓ）で隣の第１リンス部１２０へ搬送される。この実施形態では、後に詳述するように、基板G_iが第１リンス部１２０を通過する間にモジュールM_6の搬送機構が移動速度を上記第３移動速度V_3よりも低い予め設定された第４移動速度V_4（たとえば３６．７ｍｍ／ｓ）に減速する。第１リンス部１２０では、搬送路１１２上を移動する基板G_iの上下両面にリンス液ノズル１５４よりリンス液を吹き付けて、基板G_iに残存または付着している現像液を洗い落とす。この際、基板G_iから流れ落ちたリンス液はリンス液パン１６２に受け集められる。

【００９２】

［ステップ▲７▼］

基板G_iがモジュールM_6を出た後も、モジュールM_7，M_8，M_9の搬送機構により、基板G_iを上記第４移動速度V_4で第２リンス部１２２と乾燥部１２４を通過させ送出部１２６

まで搬送する。第２リンス部１２２でも、搬送路１１２上を移動する基板G_iに対して上記と同様のリンス処理を施す。もっとも、基板Ｇの移動速度V_4が比較的遅いため、第１リンス部１２０よりも丁寧な仕上げ洗浄を行える。乾燥部１２４では、搬送路１１２上を移動する基板G_iの上下両面にエアーナイフ１５８よりナイフ状の鋭利な気体流を当てることにより、基板G_iに付着している液（主にリンス液）を基板後方へ払い落とす。やはり、基板G_iの移動速度V_4が遅めに設定されているため、気体流をそのぶん多量に基板G_iに当てて、基板表面を十全に乾かすことができる。

【００９３】

［ステップ▲８▼］

基板G_iが送出部１２６まで来ると、モジュールM_9，M_{10}の搬送機構により、基板G_iの移動速度をそれまでの第４移動速度V_4から予め設定された高速の第５移動速度V_5（たとえば２００ｍｍ／ｓ）に切り換えて、隣の搬出部１２８まで基板G_iを一気に送る。

【００９４】

［ステップ▲９▼］

搬出部１２８では、基板G_iが着くと、搬送路１１２の下に待機していたリフトピン１３２を上方へ突き上げて基板G_iを水平姿勢で持ち上げ、隣の基板搬送機構（図示せず）へ渡す。この搬出動作の間、基板G_iは搬送方向の一定位置（リフトピン１３２上）で予め設定された所定時間つまり搬出時間T_4（たとえば１５秒）だけ滞在または一時停止することになる。

【００９５】

この現像ユニット（ＤＥＶ）９４では、上記のような平流し式の一連の処理工程がパイプライン方式によりタクトタイムT_tの時間間隔で多数の基板‥‥，G_i，G_{i+1}，G_{i+2}，‥‥に対して繰り返される。ここで求められるのは、搬送路１１２上で相前後する基板G_i，G_{i+1}同士の衝突（追突）を起こさずに、各段階の工程処理部における処理内容を最適化し、かつシステム全体のスループットを最大限に向上させることである。

【００９６】

図７に、この現像ユニット（ＤＥＶ）９４において１枚の基板G_iが上記一連の処理工程（▲１▼～▲９▼）を受けるに際して搬送路１１２上を移動する軌跡を基板G_iの前端位置と後端位置とで示す。同図には、後続の基板G_{i+1}についても同様の軌跡を点線で示す。なお、搬入位置（始点）から搬出位置（終点位置）までの搬送距離Ｊも所定の値（たとえば１６９００ｍｍ）に設定されている。

【００９７】

上記したように、ステップ▲１▼で、基板G_iは搬入部１１４で搬入時間T_1（たとえば１５秒）だけ搬送方向で一時停止する。ステップ▲２▼で、基板G_iは搬入部１１４から導入部１１６を通って第１現像液供給部１３４まで高速の第１移動速度V_1（たとえば２００ｍｍ／ｓ）で移動する。ステップ▲３▼で、基板G_iは第１現像液供給部１３４で液盛り時間T_2（たとえば１３．２秒）だけ一時停止または滞在する。ステップ▲４▼で、基板G_iは第１現像液供給部１３４から液切り／リンス部１３８まで中速の第２移動速度V_2（たとえば５０．５ｍｍ／ｓ）で移動する。ステップ▲５▼で、基板G_iは液切り／リンス部１３８で液切り時間T_3（たとえば２０．５秒）だけ一時停止または滞在する。ステップ▲６▼で、基板G_iは液切り／リンス部１３８から第１リンス部１２０まで中速の第３移動速度V_3（たとえば５０．５ｍｍ／ｓ）で移動し、第１リンス部１２０を通過する際に移動速度を第３移動速度V_3から低速の第４移動速度V_4（たとえば３６．７ｍｍ／ｓ）に変更する。ステップ▲７▼で、基板G_iは第２リンス部１２２および乾燥部１２４を通って送出部１２６まで第４移動速度V_4で移動する。ステップ▲８▼で、基板G_iは送出部１２６から搬出部１２８まで高速の第５移動速度V_5（たとえば２００ｍｍ／ｓ）で移動する。最後に、ステップ▲８▼で、基板G_iは搬出部１２８で搬出時間T_4（たとえば１５秒）だけ搬送方向で一時停止してから現像ユニット（ＤＥＶ）９４の外へ搬出される。

【００９８】

この例の搬送シーケンスにおいて、最も長い停止時間は液切り／リンス部１３８における

液切り時間T_3（２０．５秒）であり、最も低い移動速度は第１リンス部１２０から送出部１２６にかけての第４移動速度V_4（３６．７ｍｍ／ｓ）である。

【００９９】

この実施形態では、各工程処理部の処理内容に応じて搬送路１１２上の各所で基板G_iを一時停止させたり搬送速度を変更する場面が多々あり、比較的複雑な搬送シーケンスとなっている。ここで問題になるのは、搬送方向において移動速度に対する基板G_iの長さサイズ（たとえば１２００ｍｍ）が大きいため、基板G_iの前端位置と後端位置との間に相当の移動時間差が生じる（移動速度が４０ｍｍ／ｓの場合は２０秒）ことと、同じ搬送路１１２上で別の基板G_{i+1}がタクトタイムT_tの時間間隔（たとえば６０秒）を置いて後から続いて来ることであり、搬送速度の設定を誤ると停止中または減速時の基板G_iに後から来る基板G_{i+1}が追突する可能性がある。

【０１００】

図７に示すように、この実施形態の例では、第１リンス部１２０で基板G_iの移動速度を中速の第３移動速度V_3（たとえば５０．５ｍｍ／ｓ）から最も低い第４移動速度V_4（３６．７ｍｍ／ｓ）に切り換えた直後辺りで、基板G_iの後端の直ぐ後に基板G_{i+1}の前端が接近してくるが、本発明にしたがって搬送速度が安全圏に制御されているため、追突するまでには至らない。

【０１０１】

ここで、図８～図１１につき、平流し方式における基板の搬送速度に係る本発明の基本原則を説明する。

【０１０２】

［基本原則１］

基板Ｇの搬送方向の長さをＤ、搬送路１１２上にタクトタイムT_tの時間間隔で基板Ｇが投入されるとすると、本発明の第１の基本原則によれば、搬送路１１２上で基板Ｇを一度も止めずに連続移動で搬送する場合に追突を避けるための最低の移動速度つまり下限移動速度V_{low}は下記の式（１）で与えられる。

$$V_{low}=D/T_t \quad \cdots\cdots (1)$$

【０１０３】

図８につき、第１の基本原則を説明する。いま、搬送路１１２上で移動中の基板G_iが時点t_aで任意の位置P_aに位置しているとすると、この時点t_aからタクトタイムT_tの経過後の時点t_cには後続の基板G_{i+1}がこの位置P_aまで移動してくるので、時点t_aから時点t_cの間に基板G_iが少なくとも基板長Ｄの距離だけ前方へ移動すれば、当該位置P_aを去って基板G_{i+1}との追突を避けることができる。したがって、この条件が成立するための下限移動速度V_{low}は、タクトタイムT_tの間に基板長Ｄの距離だけ移動する速度として、上記の式（１）で与えられる。

【０１０４】

もっとも、通常の平流しシステムでは、追突の可能性を極力避けるため、搬送路１１２上に適当な最小基板間隔ｄを設定し、前の基板G_iに後の基板G_{i+1}が最小基板間隔ｄよりも接近しないようにしている。この場合は、図９に示すように、実際の基板長Ｄに最小基板間隔ｄを足し合わせた長さＤ’（Ｄ＋ｄ）を搬送上の基板長とみなしてよく、上式（１）の代わりに下記の式（２）を用いてよい。

$$V_{low}=(D+d)/T_t \quad \cdots\cdots (2)$$

【０１０５】

［基本原則２］

本発明の第２の基本原則によれば、搬送路１１２上で基板Ｇを任意の時間T_sだけ一時停止させる場合に追突を避けるための下限移動速度V_{low}は下記の式（３）で与えられる。

$$V_{low}=(D+d)/(T_t-T_s) \quad \cdots\cdots (3)$$

【０１０６】

図１０に、一時停止の後の最低速度条件を示す。なお、説明を簡単にするために、最小基板間隔ｄを零（ｄ＝０）とする。いま、搬送路１１２上の任意の位置P_aに時点t_aで基板

G_iが到着したものとする。この時点t_aからタクトタイムT_tの経過する時点t_cには後続の基板G_{i+1}がこの位置P_aまで移動してくるところ、時点t_aから停止時間T_s後の時点t_bまで基板G_iは当該位置P_aに止まっているため、時点t_bから時点t_cまでの残りの時間（T_t-T_s）の間に基板G_iが少なくとも基板長Ｄの距離だけ前方へ移動すれば、当該停止位置P_aを去って後続基板G_{i+1}との追突を避けることができる。したがって、この条件が成立するための下限移動速度V_{low}は、タクトタイムT_tから停止時間T_sを差し引いた時間（T_t-T_s）の間に基板長Ｄの距離だけ移動する速度として、上記の式（３）で与えられる。

【０１０７】

図１１に、一時停止の前の最低速度条件を示す。上記と同様に、説明を簡単にするために、最小基板間隔ｄを零（ｄ＝０）とする。いま、時点t_aで、搬送路１１２上で移動中の基板G_iが停止位置P_bよりも基板長Ｄだけ前（上流側）の位置P_aに位置しているとする。この時点t_aからタクトタイムT_tの経過後の時点t_cに後続の基板G_{i+1}がこの位置P_aに到着するので、この時に基板G_iが少なくとも当該位置P_aより基板長Ｄの距離だけ前方の位置つまり停止位置P_bまで移動していれば、追突を避けることができる。ところが、この場合は、基板G_iが停止位置P_bで時間T_sだけ時間を潰す（停止する）ため、時点t_aから遅くても停止開始の時点t_bまでに停止位置P_bに到着していなければならない。したがって、この条件が成立するための下限移動速度V_{low}は、タクトタイムT_tから停止時間T_sを差し引いた時間（T_t-T_s）の間に基板長Ｄの距離だけ移動する速度として、やはり上記の式（３）で与えられる。

【０１０８】

［基本原則３］

本発明の第３の基本原則によれば、搬送路１１２上で基板Ｇを一時停止する場合の停止時間T_sはタクトタイムT_tよりも短くなければならない。この原則は、上式（３）からも導かれる。すなわち、停止時間T_sを長くするほど下限移動速度V_{low}が増大し、T_sがT_tに近づくとV_{low}が実現不可能なほど大きくなることから、自明な原則である。

【０１０９】

図１２に、この実施形態における制御系の構成を示す。入力部１７８は、たとえばキーボードやディスプレイ等を有する操作盤からなり、基板Ｇの属性（特にサイズ）や処理条件に関する種々の設定値を入力する。ホストコンピュータ１８０は、入力された条件設定値および所定の演算処理によって求めた条件設定値その他のレシピ情報を内蔵のメモリに格納し、所定のプログラムおよび条件設定値ないしレシピ情報にしたがって現像ユニット（ＤＥＶ）９４内の各工程処理部、特に搬入部１１４、第１現像液供給部１３４、‥‥、搬出部１２８の動作と搬送制御部１７６の動作を統括制御する。図１３に、この実施形態における条件設定値の例を示す。

【０１１０】

この実施形態の平流しシステムでは、上記のように搬送路１１２上で基板Ｇを少なくとも１回以上一時停止させることから、本発明の第２の基本原則が適用される。この場合、複数回の一時停止の中の最も長い停止時間T_sから求められる下限移動速度V_{low}がシステム全体の最低速度条件を律則する。上記の例（図１３）では、搬入部１１４、第１現像液供給部１３４、液切り／リンス部１３８および搬出部１２８の４箇所で一時停止が行なわれ、その中で最大の停止時間T_sは液切り／リンス部１３８における液切り時間T_3（２０．５秒）である。したがって、上式（３）より下限移動速度V_{low}は以下のようにして求められる。

$$V_{low}=(D+d)/(T_t-T_s)$$
$$=(1250+20)/(60-20.5)$$
$$=36.7\ (mm/s) \qquad \cdots\cdots (4)$$

【０１１１】

この下限移動速度V_{low}の値（３６．７ｍｍ／ｓ）は基板Ｇを第１リンス部１２０から送出部１２６まで移動させる際の第４移動速度V_4の設定値に等しい。つまり、第４移動速度V_4は本発明の第２基本原則の要件をぎりぎりにクリアしていることになる。したがって、上記のように第１リンス部１２０付近で基板G_iの後端に基板G_{i+1}の前端が接近して来るにしても、その接近距離は最小基板間隔ｄ（２０ｍｍ／ｓ）より小さくなることはない。

【０１１２】

ところで、この現像ユニット（ＤＥＶ）９４における処理条件の中でも、現像時間T_gは現像処理の仕様または品質に最も影響する条件であり、また現像液の種類やリサイクル回数等に応じて頻繁かつ広範囲に変更される条件でもある。かかる現像時間T_gは、上記ステップ▲５▼の説明の中で上述したように、たとえば第１現像液供給部１３４で基板G_i上に現像液の液盛りを開始してから液切り／リンス部１３８で液切りを開始するまでの時間としてよい。したがって、現像時間T_gの設定値が与えられると、現像中の移動速度つまり第２移動速度V_2の仮設定値V_Dが下記の式（５）から求められる。

$$V_D = L / (T_g - T_2) \quad \cdots\cdots (5)$$

【０１１３】

ここで、T_2は上記液盛り時間であり、Ｌは第１現像液供給部１３４の液盛り停止位置から液切り／リンス部１３８の液切り停止位置まで基板Ｇが移動する距離である。

【０１１４】

この現像ユニット（ＤＥＶ）９４において、上記移動距離Ｌがたとえば２８６８ｍｍであるとすると、図１３の設定例では、現像時間T_gが６０秒、液盛り時間T_2が１３．２秒であるから、上式（５）より求められる第２移動速度V_2の仮設定値V_Dは以下のようになる。

$$V_D = 2363 / (60 - 13.2)$$
$$= 50.5\text{mm/s} \quad \cdots\cdots (6)$$

【０１１５】

この第２移動速度V_2の仮設定値V_Dは、下限移動速度V_{low}（３６．７ｍｍ／ｓ）よりも大きく、本発明の第２基本原則の要件を満たしている。したがって、ホストコンピュータ１８０において、この仮設定値V_Dを正規の設定値として登録し、実際の搬送制御に用いてよい。

【０１１６】

ところが、現像時間T_gを長めに、たとえば７８秒に設定すると、上式（３）より求められる第２移動速度V_2の仮設定値V_Dは３６．５ｍｍ／ｓとなって下限移動速度V_{low}（３６．７ｍｍ／ｓ）よりも低くなってしまい、本発明の第２基本原則の要件を満たさなくなる。この場合は、ホストコンピュータ１８０が、ディスプレイを通じてこの設定値V_Dが不適であることを警告して現像時間T_gの再設定入力を要求するか、あるいは下限移動速度V_{low}に対応する現像時間T_gつまり本発明の第２基本原則の条件を満たす上限の現像時間を越える入力値は受け付けないようにインターロックをかけるようにしてもよい。もちろん、上限現像時間の値を表示出力してもよい。また、液盛り時間T_2についても、上記と同様の設定入力処理を行うことができる。

【０１１７】

上記のように、この実施形態では、搬送路１１２上で複数の被処理基板‥‥，G_i，G_{i+1}，‥‥を所望のタクトタイムT_tで少なくとも１回以上の一時停止を含めて順次搬送し、搬送路１１２上で停止または移動中の基板Ｇに対して一連の現像処理工程を行う現像ユニット（ＤＥＶ）９４において、タクトタイムT_tと基板Ｇが一時停止する停止時間の中の最大停止時間T_sと基板の搬送方向の長さサイズＤと搬送方向における所望の最小基板間隔ｄとに基づいて基板Ｇの下限移動速度V_{low}を決定し、搬送路１１２上で基板Ｇを移動させる速度を下限移動速度V_{low}以上の速度に設定する。かかる搬送速度制御によれば、基板長Ｄ、タクトタイムT_t、最小基板間隔ｄ、最大停止時間T_sの各条件についてワーク

（基板）の仕様やスループット、フットプリント等の観点から所望の値が設定されると、それらの設定値に応じた適確な速度で基板Ｇを移動させ、相前後する基板G_i，G_{i+1}間の追突事故を確実に防止することができる。

【０１１８】

また、現像時間T_gと液盛り時間T_2（現像液供給時間T_a）と現像中の移動距離Ｌとに基づいて現像中の移動速度つまり第２移動速度V_2の仮設定値V_Dを求めて、仮設定値V_Dが下限移動速度V_{low}以上である場合にこれを正規の設定値として採用するようにしているので、基板の追突事故を回避できる基板移動速度の下で所望の現像処理品質を得ることができる。

【０１１９】

次に、この実施形態において基板Ｇの移動速度を安全かつ効率的に減速するための機構および搬送制御方法を説明する。上述したように、現像ユニット（ＤＥＶ）９４では、基板G_iが第１リンス部１２０を通過する間にモジュールM_6の搬送機構が移動速度を第３移動速度V_3（５０．５ｍｍ／ｓ）から第４移動速度V_4（３６．７ｍｍ／ｓ）に減速する。その際には、当該基板G_iに後続の基板G_{i+1}が追突するのを回避するだけでなく、両基板G_i，G_{i+1}にそれぞれの移動位置に応じた設定移動速度を与えなければならない。減速後の移動速度（V_4）が下限移動速度V_{low}付近まで低くなり、しかも最小基板間隔ｄが小さい場合は、両基板G_i，G_{i+1}が近接して移動するため、両基板G_i，G_{i+1}に異なる設定移動速度を同時に与えることは非常に難しくなる。この実施形態では、図１４および図１５に示すようにしてこの問題を解決している。

【０１２０】

図１４に示すように、減速の速度切換を行うために、第１リンス部１２０が設けられるモジュールM_6の搬送区間が、搬送方向において前段区間M_{6a}と後段区間M_{6a}とに２分割され、両搬送区間M_{6a}，M_{6b}に属するコロ１７０は図６に示す仕組みでそれぞれ個別の伝動機構１７２(6ａ)，１７２(6b)を介して個別の搬送駆動部１７４(6ａ)，１７４(6ｂ)に接続されている。好ましくは、搬送方向において両搬送区間M_{6a}，M_{6b}を足し合わせた長さ、つまりモジュールM_6の区間長が基板長Ｄとほぼ同じでよい。各搬送区間M_{6a}，M_{6b}の区間長E_a，E_bおよび両区間の境界の位置Ｈについては図１５につき後に詳しく述べる。

【０１２１】

図１４につき、この実施形態における減速のための速度切換制御方法を説明する。図１４の（Ａ）に示すように、搬送路１１２上で基板G_iはモジュールM_5の区間内の所定位置（液切り停止位置）P_5から搬送速度V_3でモジュールM6の区間に入ってくる。この時、モジュールM_6の前段区間M_{6a}および後段区間M_{6b}の搬送機構は、図１４の（Ａ）に示すように、それぞれの区間M_{6a}，M_{6b}に入ってくる基板G_iを搬送速度V_3で順次迎える。こうして、基板G_iはモジュールM_6（M_{6a}，M_{6b}）の区間内にすっぽり入る切るまで搬送速度V_3で移動してくる。そして、基板G_iの全体がモジュールM_6（M_{6a}，M_{6b}）の区間内にすっぽり入る切るとほぼ同時に、図１４の（Ｃ）に示すように、両搬送区間M_{6a}，M_{6b}の搬送機構が搬送速度をそれまでの搬送速度V_3から低速の搬送速度V_4に同時に切り換える。一方、モジュールM_7の区間では、遅くてもこの時には、あるいは定常的にこの区間内の搬送速度を搬送速度V_4に保っている。こうして、モジュールM_6（M_{6a}，M_{6b}）、M_7の搬送機構により、基板G_iはモジュールM_6（M_{6a}，M_{6b}）の中から搬送速度V_4でモジュールM_7の区間へ送り出される。

【０１２２】

そして、図１４の（Ｄ）に示すように、基板G_iの後端がモジュールM_6の前段区間M_{6a}を抜け出ると、この時点または直後に前段区間M_{6a}の搬送速度が搬送速度V_4から搬送速度V_3に切り換えられる。これにより、図１４の（Ｅ）に示すように、モジュールM_5の区間からモジュールM_6の前段区間M_{6a}に入ってくる後続の基板G_{i+1}を前の基板G_iに対するのと同じ搬送速度V_3で迎えることができる。一方、基板G_iの後端がモジュールM_6の後段区間M_{6b}を出ると、この時点または直後に後段区間M_{6b}の搬送速度が第４搬送速度V_4から第３搬送速度V_3に切り換えられる。これにより、図１４の（Ｅ）に示すように、モ

ジュールＭ６の前段区間M_{6a}から後段区間M_{6b}に入ってくる後続の基板G_{i+1}を前の基板G_iに対するのと同じ第３搬送速度V_3で迎えることができる。以後も、前の基板G_iに対するのと同じ動作が各部で繰り返される。

【０１２３】

このように、この実施形態では、基板長Ｄにほぼ等しい区間長に設定されたモジュールM_6の搬送区間を搬送方向において独立に速度制御の可能な前段区間M_{6a}と後段区間M_{6b}とに２分割し、両区間M_{6a}，M_{6b}の搬送速度をそれぞれ所定のタイミングで第３搬送速度V_3または第４搬送速度V_4のいずれかに選択的に切り換えることにより、最小限の搬送スペースで効率よくかつ追突無しに基板の搬送速度を下限移動速度V_{low}以上の所望の値に減速させることができる。

【０１２４】

このような減速の速度制御に際しては、両区間M_{6a}，M_{6b}のいずれか（通常は前段区間M_{6a}）で前の基板G_iを第４移動速度V_4で送り出している最中に当該区間内に後続の基板G_{i+1}が第３移動速度V_3で入ってくる、いわば同時乗り入れの事態を避ける必要がある。そのような同時乗り入れの事態が生じるときは、後続の基板G_{i+1}が基板前部が第４移動速度V_4で搬送されると同時に基板後部が第３移動速度V_3で搬送されることになり、安定したコロ搬送は行えなくなる。この実施形態では、モジュールM_6における前段区間M_{6a}と後段区間M_{6b}との間の境界位置Ｈを以下のようにして設定することにより、上記の問題を解決している。

【０１２５】

すなわち、図１５に示すように、基板G_iがモジュールM_6の区間内にすっぽり入った状態から第４移動速度V_4で移動してその基板後端がモジュールM_6の前段区間M_{6a}から出るまでに後続の基板G_{i+1}がまだ前段区間M_{6a}に入ってこなければよい。この条件が成立する最も厳しい局面は、減速後の第４移動速度V_4が下限移動速度V_{low}にほぼ等しく、しかも減速前の第３移動速度V_3が第４移動速度V_4より僅かに高い場合である。この場合、基板G_iの後端が第４移動速度V_4で前段区間M_{6a}から出るのと同時に、基板G_{i+1}の前端が最小基板間隔ｄを挟んで第３移動速度V_3で前段区間M_{6a}に入ってくるので、この瞬間に前段区間M_{6a}の搬送速度を第４移動速度V_4から第３移動速度V_3に切り換えればよい。この時の基板G_iの後端位置は、後続基板G_{i+1}の現在位置つまりモジュールM_5の区間内の基板停止位置P_5から基板G_iが近似的に下限移動速度V_{low}に等しい移動速度でタクトタイムT_tの時間をかけて移動した時点における基板G_iの後端位置として求めることができ、この位置を両区間M_{6a}，M_{6b}の境界位置Ｈと決定することができる。上記の設定例の場合、基板長Ｄ＝１２５０ｍｍ、最小基板間隔ｄ＝２０ｍｍ、タクトタイムT_t＝６０秒、下限移動速度V_{low}＝３６．７ｍｍ／ｓであるから、モジュールM_6の前段区間M_{6a}および後段区間M_{6b}のそれぞれの区間長E_a，E_bはE_a＝９３２ｍｍ、E_b＝３１８ｍｍと決定される。

【０１２６】

上記した実施形態の現像ユニット（ＤＥＶ）９２における各部の構成は一例であり、現像液供給部、リンス部、乾燥部等の各工程処理部について種々の変形が可能である。上記した実施形態では搬送路１１２をコロ搬送型に構成したが、一定の間隔を空けて一対のベルトを水平方向に敷設してなるベルト搬送型等に構成することも可能である。

【０１２７】

上記した実施形態は現像ユニットまたは現像処理装置に係るものであったが、本発明は現像処理装置以外の基板処理装置にも適用可能であり、たとえば上記のような塗布現像処理システムにおいてはスクラバ洗浄ユニット（ＳＣＲ）４２の平流し装置にも適用可能である。本発明における被処理基板はＬＣＤ基板に限るものではなく、フラットパネルディスプレイ用の各種基板や、半導体ウエハ、ＣＤ基板、ガラス基板、フォトマスク、プリント基板等も可能である。

【０１２８】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の基板処理方法、基板処理装置、現像処理方法または現像処理装置によれば、平流し方式の搬送路上で基板の搬送速度の減速を効率的かつ安全に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の適用可能な塗布現像処理システムの構成を示す平面図である。

【図２】上記塗布現像処理システムにおける熱的処理部の構成を示す側面図である。

【図３】上記塗布現像処理システムにおける処理の手順を示すフローチャートである。

【図４】実施形態における現像ユニットの全体構成を示す正面図である。

【図５】実施形態における現像ユニットの全体構成を示す平面図である。

【図６】実施形態の現像ユニットにおける搬送機構の構成を模式的に示す図である。

【図７】実施形態の現像ユニットにおいて１枚の基板が搬送路上を移動する軌跡を示す図である。

【図８】本発明の第１の基本原則を説明するための図である。

【図９】搬送路上で相前後する基板間に最小基板間隔を設定する例を示す図である。

【図１０】本発明の第２の基本原則（一時停止後の移動速度）を説明するための図である。

【図１１】本発明の第２の基本原則（一時停止前の移動速度）を説明するための図である。

【図１２】実施形態の現像ユニットにおける制御系のシステム構成を示す平面図である。

【図１３】実施形態の現像ユニットにおける各種設定条件の設定例を示す図である。

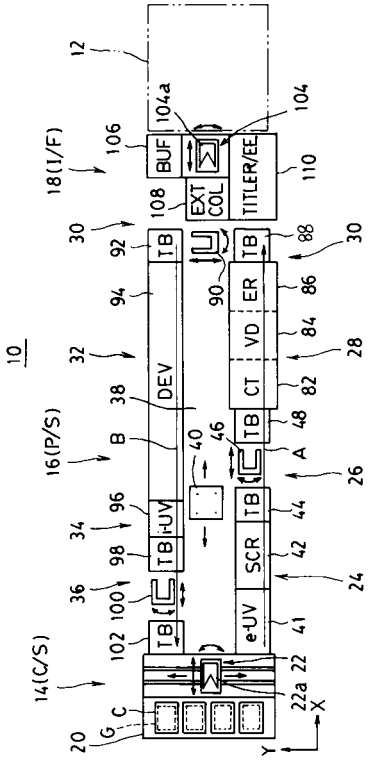
【図１４】実施形態における減速の速度切換制御を説明するための図である。

【図１５】減速区間の設定方法を示す図である。

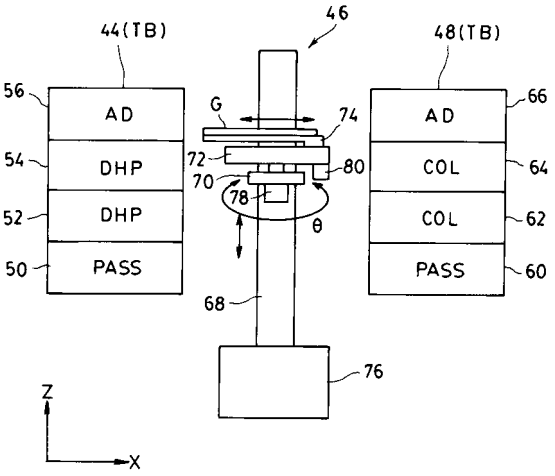
【符号の説明】

１０　塗布現像処理システム
１６（Ｐ／Ｓ）　プロセスステーション
９４（ＤＥＶ）　現像ユニット
１１４　搬入部
１１６　導入部
１１８　現像部
１２０　第１リンス部
１２２　第２リンス部
１２４　乾燥部
１２６　送出部
１２８　搬出部
１３４　第１現像液供給部
１３６　第２現像液供給部
１３８　液切り／リンス部
１４０，１４６　現像液ノズル
１４８，１５４，１５６　リンス液ノズル
１５８　エアナイフ
１７０　コロ
１７２　伝動機構
１７４　搬送駆動部
１７６　搬送制御部
１７８　入力部
１８０　ホストコンピュータ

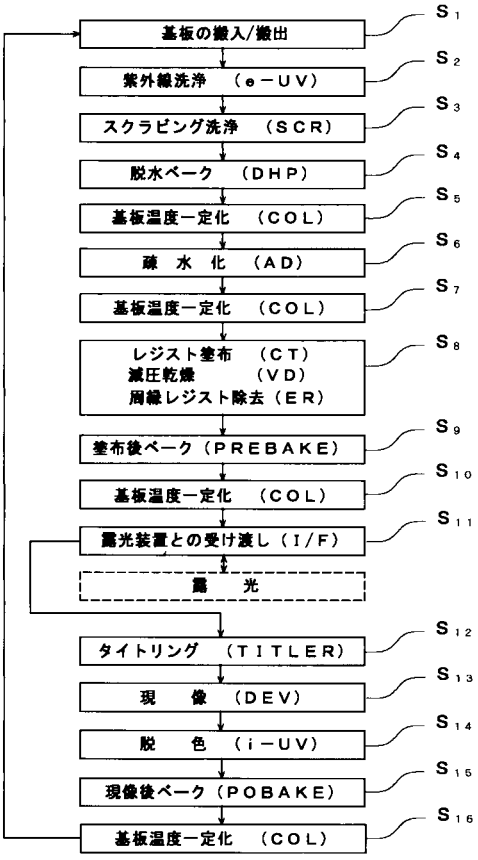
【図１】


10
12
18(I/F)
104a
104
106
BUF
108
EXT COL
TITLER/EE
110
30
92
TB
88
30
94
90
ER
86
VD
84
28
32
DEV
CT
82
38
TB
48
16(P/S)
B
40
46
A
26
96
TB
44
34
i-UV
98
SCR
42
24
36
100
e-UV
41
102
TB
14(C/S)
22
22a
X
20
G
C
Y

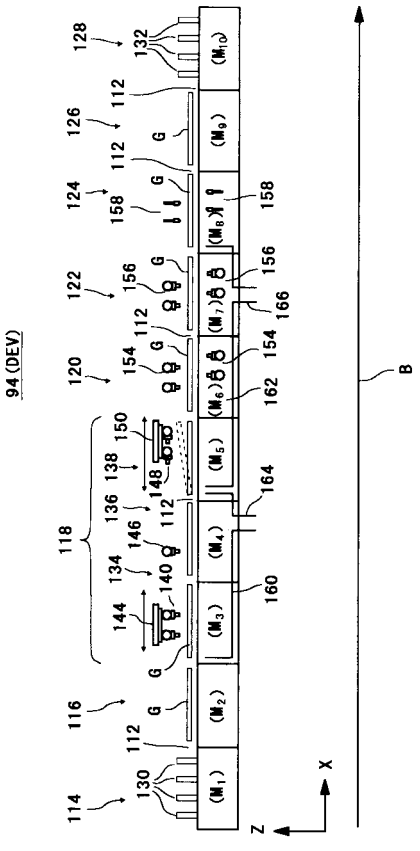
【図２】


44(TB)
46
48(TB)
56
AD
G
74
AD
66
54
DHP
72
80
COL
64
70
52
DHP
78
θ
COL
62
50
PASS
68
PASS
60
76
Z
X

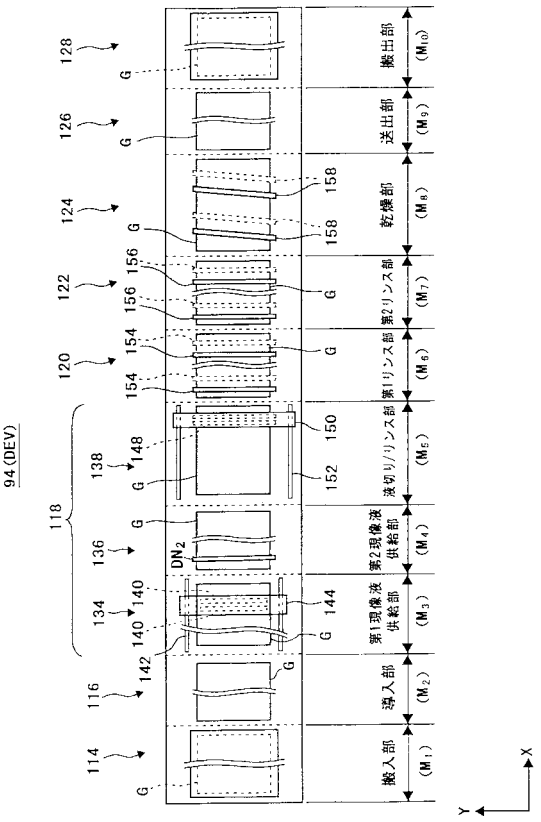
【図３】


基板の搬入/搬出
S1
紫外線洗浄 (e−UV)
S2
スクラビング洗浄 (SCR)
S3
脱水ベーク (DHP)
S4
基板温度一定化 (COL)
S5
疎 水 化 (AD)
S6
基板温度一定化 (COL)
S7
レジスト塗布 (CT)
減圧乾燥 (VD)
周縁レジスト除去 (ER)
S8
塗布後ベーク (PREBAKE)
S9
基板温度一定化 (COL)
S10
露光装置との受け渡し (I/F)
S11
露 光
タイトリング (TITLER)
S12
現 像 (DEV)
S13
脱 色 (i−UV)
S14
現像後ベーク (POBAKE)
S15
基板温度一定化 (COL)
S16

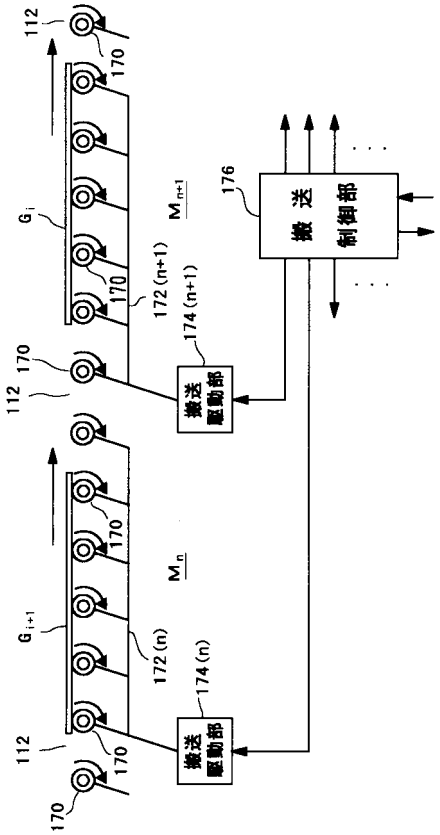
【図４】


94(DEV)
128
132
(M10)
126
112
(M9)
124
158
(M8)
122
156
(M7)
120
154
(M6)
118
150
138
148
(M5)
136
146
(M4)
134
140
144
(M3)
116
(M2)
114
130
(M1)
162
164
160
166
B
X
Z

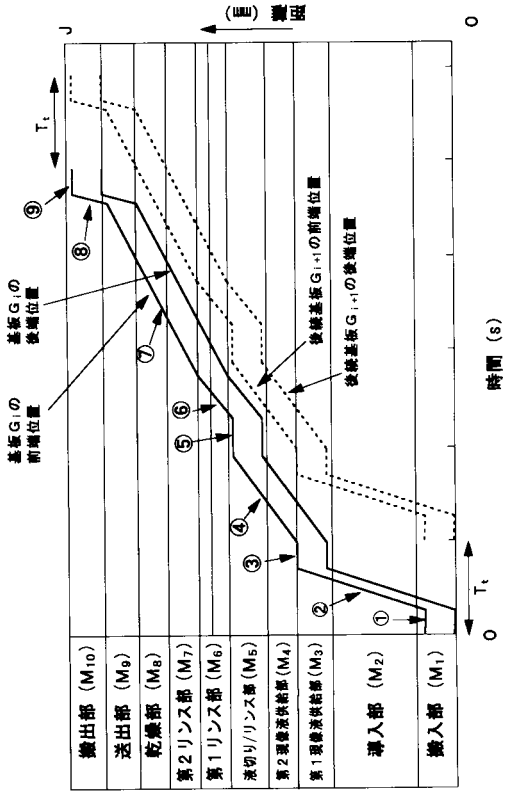
【図５】


94(DEV)
118
搬入部 (M1)
導入部 (M2)
第1現像液供給部 (M3)
第2現像液供給部 (M4)
液切り/リンス部 (M5)
第1リンス部 (M6)
第2リンス部 (M7)
乾燥部 (M8)
送出部 (M9)
搬出部 (M10)
DN2
X
Y

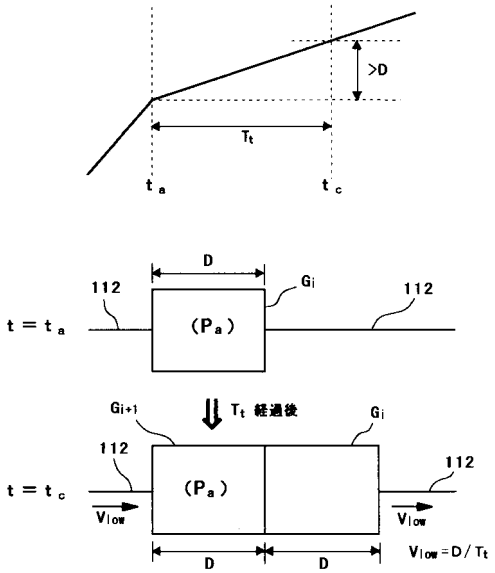
【図６】


搬送制御部
搬送駆動部
搬送駆動部
Gi
Gi+1
Mm+1
Mn

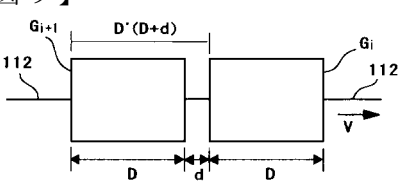
【図７】


距離 (mm)
時間 (s)
Tt
基板Giの前端位置
基板Giの後端位置
後続基板Gi+1の前端位置
後続基板Gi+1の後端位置
搬出部 (M10)
送出部 (M9)
乾燥部 (M8)
第2リンス部 (M7)
第1リンス部 (M6)
液切り/リンス部 (M5)
第2現像液供給部 (M4)
第1現像液供給部 (M3)
導入部 (M2)
搬入部 (M1)

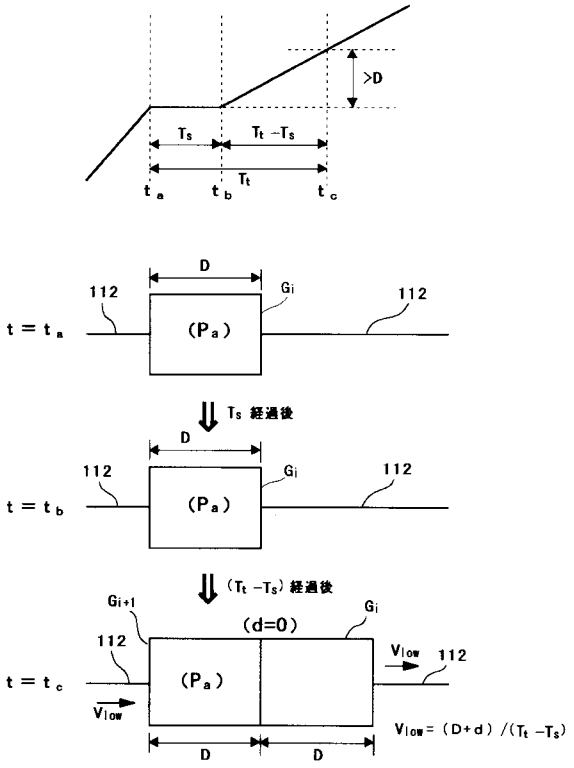
【図８】


>D
Tt
ta
tc
t = ta
t = tc
112
Gi
Gi+1
(Pa)
Tt 経過後
Vlow
Vlow=D/Tt
D

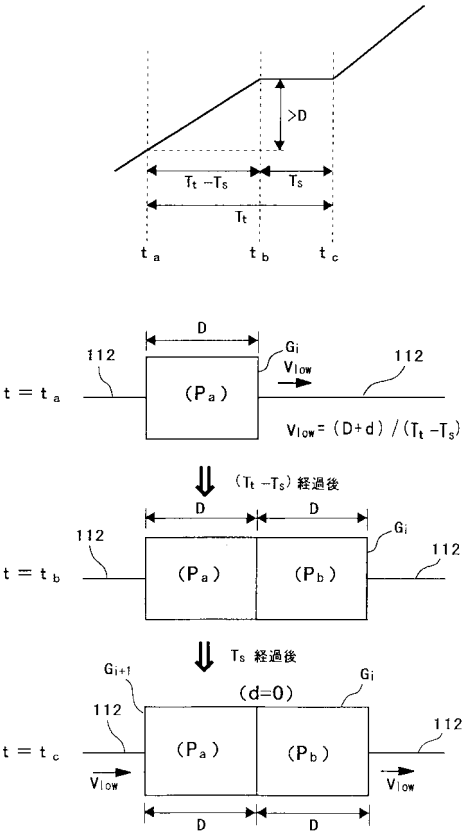
【図９】


Gi+1
D'(D+d)
Gi
112
V
D
d

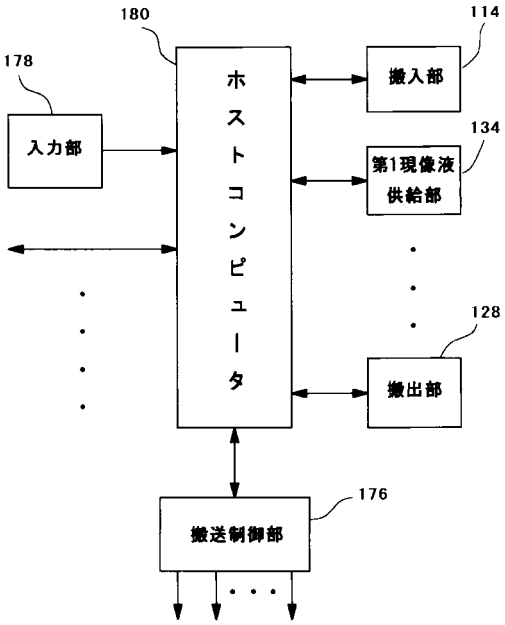
【図１０】



【図１１】



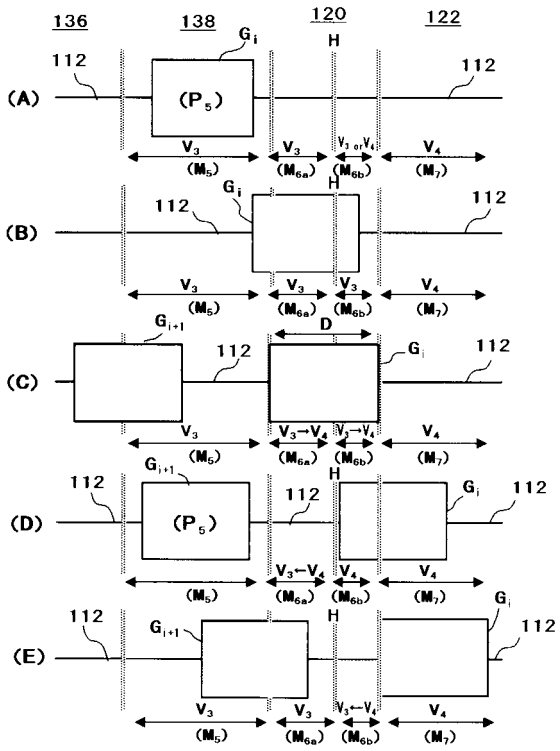
【図１２】



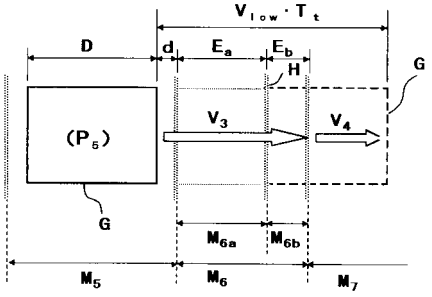
【図１３】

条件	設定値
タクトタイムT_t(s)	60
基板長D(mm)	1250
基板間隔d(mm)	20
搬入時間T_1(s)	15
第1移動速度V_1(mm/s)	200
液盛り時間T_2(s)	13.2
第2移動速度V_2(mm/s)	50.5
液切り時間T_3(s)	20.5
第3移動速度V_3(mm/s)	50.5
第4移動速度V_4(mm/s)	36.7
第5移動速度V_5(mm/s)	200
搬出時間T_4(s)	15
現像時間 Tg(s)	60
・ ・ ・	・ ・ ・

【図１４】


136
138
120
122
(A)
(B)
(C)
(D)
(E)
112
G_i
G_{i+1}
H
D
(P_5)
V_3
V_4
$V_3 \rightarrow V_4$
$V_3 \leftarrow V_4$
(M_5)
(M_{6a})
(M_{6b})
(M_7)

【図１５】


$V_{low} \cdot T_t$
D
d_1
E_a
E_b
H
G
(P_5)
V_3
V_4
M_{6a}
M_{6b}
M_5
M_6
M_7

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
H01L 21/677 (2006.01)	H01L 21/68 A

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
B65G 49/06
G02F 1/13
G02F 1/1333
G03F 7/30
H01L 21/677