

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-84885

(P2012-84885A)

(43) 公開日 平成24年4月26日 (2012.4.26)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/22	(2006.01)	H 0 1 L 21/22	5 0 1 A		4 K 0 5 0
F 2 7 B 9/36	(2006.01)	F 2 7 B 9/36			4 K 0 6 3
F 2 7 B 9/24	(2006.01)	F 2 7 B 9/24	E		
F 2 7 D 11/02	(2006.01)	F 2 7 D 11/02	C		

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-223471 (P2011-223471)	(71) 出願人	503459604
(22) 出願日	平成23年10月7日 (2011.10.7)		サンドビック サーマル プロセス, イン
(31) 優先権主張番号	61/390,973		コーポレイティド
(32) 優先日	平成22年10月7日 (2010.10.7)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 953
(33) 優先権主張国	米国 (US)		70, ソノラ, ナゲット ブールバード
			19500
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100077517
			弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100111903
			弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基材のインライン熱処理のための多重加熱システムを備えた装置

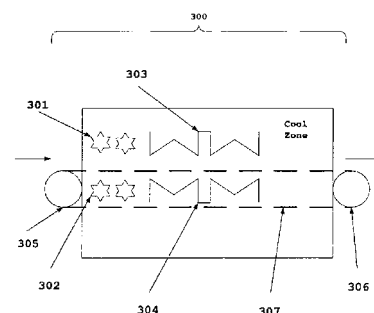
(57) 【要約】

【課題】本発明は、基材を処理するのに用いられるインライン設備に関する。

【解決手段】幾つかの用途では、当該設備は、P V電池又はモジュールのインライン製造において用いられる。幾つかの実施態様では、基材の熱処理のための複数の加熱技術を含む加熱システムが提供され、第1の加熱システムが基材の温度を所望の設定値に急速に上昇させるのに用いられ、第2の加熱システムが熱処理プロセス全体を通して基材を設定値の温度に維持するのに用いられる。

【選択図】 図3

図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

材料を移動させるよう適合された運搬システム、

前記運搬システムに隣り合って配置された第 1 の加熱システムであって、前記材料の温度を所定の温度まで上昇させるための熱を提供する第 1 の加熱システム、及び

前記運搬システムに隣り合ってかつ前記第 1 の加熱システムの下流に配置された第 2 の加熱システムであって、前記材料の温度を所定の温度で維持するために前記材料に実質的に安定でかつ均一な熱を提供する第 2 の加熱システムを備えた熱処理装置。

【請求項 2】

10

前記運搬システムが、

複数のドラム、及び

前記複数のドラムの周囲に配置されたベルトを含む、請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の加熱システムが赤外線ランプを含む、請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 の加熱システムが約 10 ~ 100 / 分の範囲の加熱速度を提供する、請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 5】

20

前記第 2 の加熱システムが抵抗加熱器を含む、請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 6】

前記第 2 の加熱システムが約 ± 2 の温度均一性を提供する、請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 7】

前記第 1 の加熱システムが、前記第 2 の加熱システムよりも大きな材料の温度上昇速度を提供する、請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 8】

前記第 2 の加熱システムが、前記第 1 の加熱システムよりも長い寿命を有する、請求項 1 に記載の熱処理装置。

30

【請求項 9】

少なくとも 1 つの基材、

前記少なくとも 1 つの基材にドーパントを適用するドーパント源、

適用されたドーパントを有する前記少なくとも 1 つの基材を移動させる運搬体、

前記運搬体に隣り合って配置された第 1 のヒーターであって、所定の温度への前記少なくとも 1 つの基材の温度の上昇を提供して、前記少なくとも 1 つの基材の温度の上昇の際に、前記少なくとも 1 つの基材において適用されたドーパントの不均一な拡散を最小限に抑えるようにする第 1 のヒーター、及び

前記運搬体に隣り合ってかつ前記第 1 のヒーターの下流に配置された第 2 のヒーターであって、前記少なくとも 1 つの基材の温度を、前記少なくとも 1 つの基材において適用されたドーパントの拡散のための所定の温度で維持するために前記少なくとも 1 つの基材に実質的に安定でかつ均一な熱を提供する第 2 のヒーターを備えた、インラインの拡散システム。

40

【請求項 10】

前記運搬体が、

複数のドラム、及び

前記複数のドラムの周囲に配置されたベルトを含む、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

【請求項 11】

前記第 1 のヒーターが赤外線ランプを含む、請求項 9 に記載のインラインの拡散システ

50

ム。

【請求項 1 2】

前記第 1 のヒーターが約 1 0 ~ 1 0 0 / 分の範囲の加熱速度を提供する、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

【請求項 1 3】

前記第 1 のヒーターが複数の第 1 のヒーターである、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

【請求項 1 4】

前記第 2 のヒーターが抵抗加熱器を含む、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

10

【請求項 1 5】

前記第 2 のヒーターが約 ± 2 の温度均一性を提供する、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

【請求項 1 6】

前記第 2 のヒーターが複数の第 2 のヒーターを含む、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

【請求項 1 7】

前記第 1 のヒーターが、前記第 2 のヒーターよりも大きな基材の温度上昇速度を提供する、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

【請求項 1 8】

前記第 2 のヒーターが、前記第 1 のヒーターよりも長い寿命を有する、請求項 9 に記載のインラインの拡散システム。

20

【請求項 1 9】

適用されたドーパントを有する少なくとも 1 つの基材を移動させる運搬体、

前記運搬体に隣り合って配置された第 1 のヒーターであって、所定の温度への前記少なくとも 1 つの基材の温度の上昇を提供して、前記少なくとも 1 つの基材の温度の上昇の際に、前記少なくとも 1 つの基材において適用されたドーパントの不均一な拡散を最小限に抑えるようにする第 1 のヒーター、及び

前記運搬体に隣り合ってかつ前記第 1 のヒーターの下流に配置された第 2 のヒーターであって、前記少なくとも 1 つの基材の温度を、前記少なくとも 1 つの基材において適用されたドーパントの拡散のための所定の温度で維持するために前記少なくとも 1 つの基材に実質的に安定でかつ均一な熱を提供する第 2 のヒーターを備えた、インラインの拡散システム。

30

【請求項 2 0】

前記第 1 のヒーターが、前記第 2 のヒーターよりも大きな基材の温度上昇速度を提供する、請求項 1 9 に記載のインラインの拡散システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般的には、基材を熱処理するのに用いられるインライン設備に関する。より具体的には、本発明は、光起電力 (P V) 太陽電池又は薄膜 (T F) モジュールの製造において用いられるインライン設備に関する。

40

【背景技術】

【0 0 0 2】

インライン設備は、基材を熱処理するのに多くの業界で用いられている。すなわち、基材は、当該設備を通して連続的に又は少しずつ移動する。設備の入力部分はシステムの一方の端部に位置され、出力部分は反対側の端部に位置される。典型的な技術としては、限定されないが、とりわけ、半導体、微小電気機械システム (M E M S)、印刷回路基板 (P C B) の製造、低温同時焼成セラミックス (L T C C)、高温同時焼成セラミックス (H T C C)、金属アニーリング、はんだ付け、及びフォトリソを挙げることができる。

50

【 0 0 0 3 】

太陽エネルギーは、再生可能エネルギーの優れた供給源であるとして広く認められている。太陽光を電気に変換できる光起電力（P V）電池は過去約 7 0 年にわたって研究されている。P V 電池の採用及び広範な使用は、それらの変換効率が不十分なものでありかつ製造に費用がかかることからゆっくりとしたものである。それゆえ、P V 電池を用いた発電の経済的側面（ドル／ワット）は、石炭、石油、天然ガスなどのような従来の供給源に対して競争力のあるものではない。ドル／ワットの測定基準は、1 ワットのエネルギーを作り出すための合計のシステム費用を表すものである。P V 太陽電池の効率がより低くそして P V 太陽電池のシステム費用がより高いと、この測定基準は増加し、従来のエネルギー生産システムに対する P V 太陽電池システムの競争力を低下させてしまう。

10

【 0 0 0 4 】

設計及び製造における最近の進歩により、P V 系太陽エネルギーシステムの経済的側面が改善されるように、P V 太陽電池の効率が改善されそして製造費用が低減されている。目標は、P V 系太陽エネルギーシステムが近い将来において従来の発電方法と競争力のあるコストで発電できるようになることである。この目標を実現するためには、P V 太陽電池の変換効率を改善しそして製造コストを低減するために進歩し続けなければならない。

【 0 0 0 5 】

P V 太陽電池又は薄膜（T F）モジュールの製造では、基材は「インライン」構造において構成される設備で処理される場合が多い。すなわち、基材は当該設備を通して連続的に又は少しずつ移動する。設備の入力部分はシステムの一方の端部に位置され、出力部分は反対側の端部に位置される。このタイプの設備は、基材が大きなバッチにおいて一般に処理され、設備の入力及び出力部分がシステムの同じ端部に一般に見出される「バッチ」システムとは区別されるものである。インライン設備では、自動化システムが基材を入力端部から出力端部まで移動させるのに用いられる。自動化システムは、とりわけ、コンベヤー、ベルト、個別のパレット、ローラー、「移動ビーム」システム、鎖、ひも、又はケーブルを含むことができる。

20

【 0 0 0 6 】

P V 系太陽電池又は T F モジュールの製造のための現行のインライン設備は幾つかの問題を抱えている。これらの問題の例としては、低い温度応答、低い基材の温度上昇速度、高い設備コスト、低いスループット、大きなフットプリント、不十分な性能、自動化システムによる基材の汚染、自動化システムによる基材の裏面の遮断、処理の際の基材の移動、遅い加熱速度、不十分なドーピング均一性などがある。これらの問題が個々に又は組み合わせる作用すると、P V 太陽電池若しくは T F モジュールの効率が低下する場合があるか、又は P V 太陽電池若しくは T F モジュールの製造コストが増加する場合がある。これにより、エネルギーシステムの性能を評価するのに用いられるドル／ワットの経済的測定基準が上昇し、そして P V 太陽エネルギーシステムの採用が遅れることになる。それゆえ、これらの問題に取り組む P V 太陽電池又は T F モジュールの製造に用いられるインライン設備において使用される加熱システムに対してニーズがある。

30

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

したがって、有利には、本発明は、インラインシステムで基材の熱処理におけるインライン拡散プロセスに適用される多重加熱技術を含む加熱システムを提供する。本発明の幾つかの実施態様では、多重加熱システムは、P V 電池又は T F モジュールの製造に使用されるインライン設備に組み込まれる。本発明の幾つかの実施態様では、基材の温度を所望の温度まで急速に上昇させる第 1 の加熱システムが提供される。典型的な加熱速度は 1 0 ~ 1 0 0 / 秒であることができる。第 1 の加熱システムのための典型的な加熱技術は、ランプ系加熱システム、ストリップヒーター、高表面エネルギー放射ヒーター（すなわち M o S i₂ ヒーター）、電磁放射加熱システム（すなわちマイクロ波又は高周波加熱システム）及びそれらの組み合わせを含む。また、所望の温度で基材を維持する第 2 の加熱システムが提供される。第 2 の加熱システムのための典型的な加熱技術は、抵抗加熱システ

40

50

ム、ストリップヒーター、高表面エネルギー放射ヒーター（すなわち MoSi_2 ヒーター）、電磁放射加熱システム（すなわちマイクロ波又は高周波加熱システム）及びそれらの組み合わせを含む。

【0008】

加えて、本発明の幾つかの実施態様では、多重加熱技術システムは、基材の熱処理のためのインライン加熱システムを同様に使用する太陽エネルギー産業以外の技術に適用してもよい。典型的な技術としては、限定されないが、とりわけ、半導体、微小電気機械システム（MEMS）、印刷回路基板（PCB）の製造、低温同時焼成セラミックス（LTCC）、高温同時焼成セラミックス（HTCC）、金属アニーリング、はんだ付け、及びフォトリソを挙げることができる。

10

【0009】

これら及び他の利点は、以下に詳細に説明されるように本発明に従って達成される。

【0010】

理解を容易にするため、可能な場合には、図に共通の同一の部材を表すのに同じ参照番号が使用されている。図面は正確な縮尺ではなく、図面中の種々の部材の相対的な寸法は概略的に表され、原寸に比例していない。

【0011】

本発明の技術は、図面とともに以下の詳細な説明を考慮することにより容易に理解することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0012】

【図1】抵抗加熱器を用いた加熱装置に関する温度対時間の曲線を示す。

【図2】ランプ系ヒーターを用いた加熱装置に関する温度対時間の曲線を示す。

【図3】本発明の1つの実施態様のブロック図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下の説明を考慮した後、当業者であれば、本発明の技術を光起電力デバイス、半導体デバイスなどに用いられる基材の拡散及びアニーリングにおいて容易に利用できることを明確に理解するであろう。

【0014】

30

PV電池又はTFモジュールの製造における1つの処理工程は、ドーパントが基材に拡散してエミッタ層又は接触接合を形成する拡散工程を典型的に含む。一般的な工程は、シリコン材料へのリンの拡散を含む。拡散工程は、歴史的には複数の基材を同時に処理できるバッチ炉において行われてきた。拡散工程は、最大で約950の処理温度を要する場合があります、最大で約20分又はそれ以上の処理時間を要する場合があります。リン濃度、温度、及び時間とシリコンにおける拡散層の抵抗性に関するそれらの影響との間の関係は当技術分野で周知である。

【0015】

PV電池又はTFモジュールの製造における残りの処理工程の多くは、単一の基材が個々に処理され、材料がシステムを通して連続的に進むインラインプロセスである。この技術の基礎は周知であり、半導体、印刷回路基板（PCB）の製造、低温同時焼成セラミックス（LTCC）、高温同時焼成セラミックス（HTCC）、金属アニーリング、及びはんだ付けなどの分野において何年にもわたって用いられている。あるいはまた、少ない数の基材（典型的には約50個未満）をパレットすなわち基材キャリアに載せ、システムを通してパレットを連続的に運ぶシステム内で処理することができる。このタイプのシステムの例は、減圧下で基材上に薄膜を堆積するのに用いられる「インライン」のプラズマ化学気相成長（PECVD）及び物理気相成長（PVD）システムを含む。

40

【0016】

インラインの処理は、とりわけ、基材のハンドリングの減少による破損の減少、より高いスループット、簡単なシステム構成、及び製造ラインを通るバランスの取れた材料の流

50

れのためにバッチ処理に対して利点を有することができる。拡散プロセスのためのインラインシステム及び技術の開発は、盛んに研究が行われている分野となっている。

【 0 0 1 7 】

インライン拡散 (I L D) プロセスは 2 つの工程を典型的に含む。第 1 の工程では、ドーパント源が基材に適用される。典型的なドーパント原子としては、リン、ヒ素、アンチモン、ビスマス、ホウ素、アルミニウム、ガリウム、及びインジウムを挙げることができる。当業者であれば、このリストは包括的なものではなく、他のドーパントも用途及び基材材料に応じて使用できることを理解するであろう。ドーパント原子は液体又はペーストにおいてしばしば運ばれる。ドーパント原子を含有する液体又はペーストは、多くの様々な技術を用いて適用することができる。適用技術の例としては、中でも、スプレー式、ロー

10

【 0 0 1 8 】

第 2 の工程では、基材は炉の処理チャンバーに運ばれ、そこで基材は所望の温度まで加熱され、その温度で所望の時間にわたり保持される。基材に適用されるドーパント原子の濃度、温度設定値、及び基材がその温度設定値で保持される時間により、拡散層の最終的な抵抗性が決定される。基材は、典型的には連続的に動く運搬システム上で運ばれる。典型的な運搬システムは、中でも、ベルト、ローラー、「移動ビーム」、及びひもを含む。それゆえ、運搬システムの速度及び加熱時間により、炉の処理チャンバーの全体的な長さ

20

【 0 0 1 9 】

典型的には、炉の処理チャンバーは抵抗加熱器の技術を利用して基材を加熱する。この技術では、高電流が高抵抗ワイヤを流れ、当該ワイヤの温度が上昇して熱放射を放出し基材の温度が上昇する。この技術は周知である。これらのシステムの温度の安定性及び均一性はかなりよく、 ± 2 の温度均一性の仕様が容易に達成される。しかしながら、これらのシステムの温度応答は遅い場合があり、室温から所望の拡散温度までの基材の温度上昇速度は遅い。基材の温度上昇速度は、最大で約 5 0 0 / 分であることができる。典型的な値はより低く、2 0 0 / 分未満である。

30

【 0 0 2 0 】

抵抗加熱技術を用いて加熱した基材に関する基材温度対時間のプロットの例が図 1 に示される。領域 I は室温から所望の設定値までの基材温度の上昇を示している。領域 I に関する時間は典型的には 1 分と 4 分又はそれ以上との間である。領域 II は基材温度が所望の拡散温度に維持される時間を示している。領域 II に関する時間は、拡散層の所望の抵抗性に応じて、最大で約 2 0 分又はそれ以上でさえありうる。領域 III は、設定値からハンドリングしかつ次の処理工程の準備をするのに十分低い温度までの基材温度の冷却を示す。

【 0 0 2 1 】

I L D システムのための代わりとなる加熱技術は、加熱源として赤外線ランプ (I R) を使用することを含む。ランプは、基材が非常に強く吸収する波長で放射を出すように選択することができる。ランプの応答は非常に速い場合がある。これによって最大で約 9 0 0 / 分の典型的な基材の温度上昇速度が可能となる。しかしながら、ランプの寿命は限られたものであり (典型的には 5 , 0 0 0 ~ 8 , 0 0 0 時間) かつ非常に高価である。I L D システムは、最大で約 1 0 0 個のランプを必要とする場合がある。各ランプは 1 年に少なくとも一度取り替える必要がある。これはシステムの所有コストを増大させ、すべてのランプを取り替えるのに要するメンテナンス時間のためにシステムに関する合計の生産時間が減少する。

40

【 0 0 2 2 】

ランプ加熱技術を用いて加熱した基材に関する基材温度対時間のプロットの例が図 2 に

50

示される。領域Ⅰは室温から所望の設定値までの基材温度の上昇を示している。領域Ⅰに関する時間は典型的には1分未満である。領域ⅠⅠは基材温度が所望の拡散温度に維持される時間を示している。領域ⅠⅠに関する時間は、拡散層の所望の抵抗性に応じて、最大で約20分又はそれ以上でさえありうる。領域ⅠⅠⅠは、設定値からハンドリングしかつ次の処理工程の準備をするのに十分低い温度までの基材温度の冷却を示す。

【0023】

抵抗加熱技術を用いた場合の基材温度のゆっくりとした上昇の際には、ドーパント原子を供給するのに用いられる液体又はペーストは、均一ではない仕方で、乾燥、蒸発、昇華するか又は基材と反応しうる。これにより不均一な拡散がもたらされ、拡散層の抵抗率の不均一性によって証明されるように、デバイスにおいて不均一なエミッタ又は接触接合層がもたらされる。

10

【0024】

ランプ系加熱技術の使用により、基材温度を1分未満で所望の設定値まで上昇させることで、上記のゆっくりとした温度上昇速度による不均一性が低減される。ランプの場合には、ドーパント原子を供給するのに用いられる液体又はペーストは、短い時間のためにより均一な仕方で、乾燥、蒸発、昇華するか又は基材と反応することができる。しかしながら、上記のように、ランプ系システムの所有コストは、すべてのランプを1年に少なくとも一度取り替えなければならないので非常に高い。

【0025】

本発明の幾つかの実施態様では、インラインの熱処理設備に適用される多重加熱技術を含む加熱システムが提供される。本発明の幾つかの実施態様では、基材の温度を所望の温度に急速に上昇させる第1の加熱システムが提供される。典型的な加熱速度は10～100 / 秒であることができる。第1の加熱システムのための典型的な加熱技術は、ランプ系加熱システム、ストリップヒーター、高表面エネルギー放射ヒーター（すなわちMoSi₂ヒーター）、マイクロ波加熱システム及びそれらの組み合わせを含む。また、所望の温度で基材を維持する第2の加熱システムが提供される。第2の加熱システムは、要求される最低限のサービスとともにコスト効率の良いやり方において所望の設定値で基材を維持するように設計される。第2の加熱システムのための典型的な加熱技術は、抵抗加熱システム、ストリップヒーター、高表面エネルギー放射ヒーター（すなわちMoSi₂ヒーター）、マイクロ波加熱システム及びそれらの組み合わせを含む。

20

30

【実施例】

【0026】

[例1]

本発明の幾つかの実施態様では、第1の加熱システムは少数のIRランプを含む。これらのランプは、基材を運ぶのに用いられる運搬システムの上と下の両方に典型的に配置される。IRランプの数は、典型的には、運搬システムの上に配置される1～5個のランプと、運搬システムの下に配置される1～5個のランプである。第2の加熱システムは、基材を所望の設定値に維持するための抵抗加熱システムを含む。第2の加熱システムは、運搬システムの所与の速度で基材を適切な時間にわたり所望の設定値に維持するのに十分な長さであることができる。運搬システムの速度はシステムの所望の生産によって決定される。

40

【0027】

図3は例1に記載されるシステムのブロック図を示す。全体のシステム300は、ランプ加熱システム301及び302と抵抗加熱システム303及び304から構成される。基材（図示せず）は、ドラム305及び306とベルト307から構成される運搬システム上でシステムを通して運ばれる。基材温度対時間のプロットは、IRランプのみを利用したシステムに関連するコスト、休止時間及び費用なしで図2のものと同様である。

【0028】

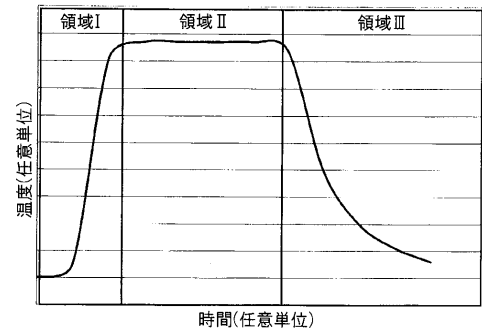
本発明の教示を含む種々の実施態様が本明細書で示されそして説明されたが、当業者であれば、これらも教示を依然として含む他の多くの実施態様を容易に考え出すことができ

50

る。

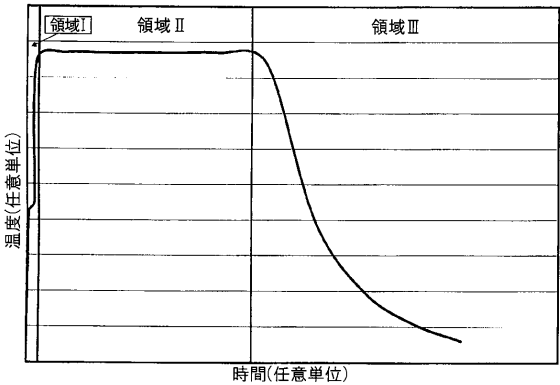
【 図 1 】

図1



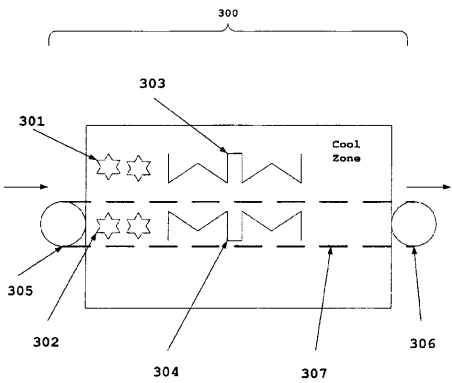
【 図 2 】

図2



【 図 3 】

図3



フロントページの続き

(74)代理人 100102990

弁理士 小林 良博

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(72)発明者 オブリー エル・ヘルムス,ジュニア

アメリカ合衆国,カリフォルニア 9 5 0 3 2,ロス ガトス,チェリー ブロッサム レーン
1 0 6

(72)発明者 ケビン ビー・ペック

アメリカ合衆国,カリフォルニア 9 5 3 7 0,ソノラ,リッジウッド ドライブ 1 5 8 7 5

(72)発明者 ジェイムズ ティー・ジョンソン

アメリカ合衆国,カリフォルニア 9 5 3 7 0,ソノラ,モーニング スター ドライブ 5 8 0

(72)発明者 ポンタス ケー・エイチ・ニルソン

アメリカ合衆国,カリフォルニア 9 5 3 6 1,オークデール,グレーブ アーバー ロード 1
3 3 0 1

(72)発明者 リース レイノルズ

アメリカ合衆国,カリフォルニア 9 5 0 3 2,ロス ガトス,クレイグ ウェイ 1 1 5

F ターム(参考) 4K050 AA02 BA16 BA17 CD06 CD07 CD22 CG09 EA04

4K063 AA05 BA12 FA13

【外国語明細書】
2012084885000001.pdf