

(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2017-149582

(P2017-149582A)

(43) 公開日 平成29年8月31日 (2017.8.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 5 G 11/16 (2006.01)	B 6 5 G 11/16 A	3 F 0 1 1
B 0 2 C 4/00 (2006.01)	B 0 2 C 4/00	4 D 0 6 3
B 0 2 C 4/10 (2006.01)	B 0 2 C 4/10	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2017-33142 (P2017-33142)	(71) 出願人	503060684
(22) 出願日	平成29年2月24日 (2017.2.24)		ヘムロック・セミコンダクター・オペレー ションズ・エルエルシー
(31) 優先権主張番号	15/053,677		アメリカ合衆国・ミシガン・48626・ ヘムロック・ゲッデス・ロード・1233 4
(32) 優先日	平成28年2月25日 (2016.2.25)	(74) 代理人	100108453
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉
		(74) 代理人	100133400
			弁理士 阿部 達彦

最終頁に続く

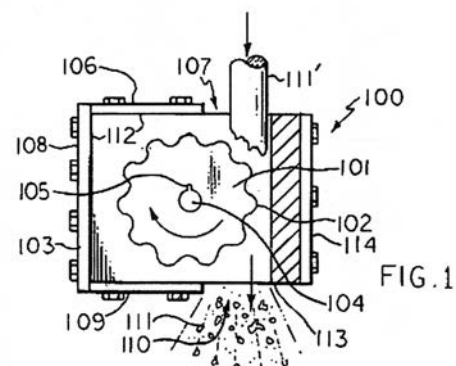
(54) 【発明の名称】 搬送素材又は接触表面の表面コンディショニング

(57) 【要約】

【課題】 ポリシリコン製品の純度に影響を及ぼしうる汚染を防止するために、工程が実施されるべきである。

【解決手段】 シリコン製品における汚染を低減する方法であって、12マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有するライナーを備える搬送システムに沿って、シリコン片を移動させることと、搬送システムを横切ってシリコン片を移動させることと、を含み、シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、方法。破碎工具であって、シリコンを断片に破碎するよう構成されている破碎工具構成要素を含み、かかる破碎工具構成要素が、12マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを含む表面を含む。搬送システムは、第1の搬送装置及び第2の搬送装置を含み、第1の搬送装置が第1のライナーを備え、第2の搬送装置が第2のライナーを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン製品における汚染を低減する方法であって、

12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有するライナーを備える搬送システムに沿って、シリコン片を移動させることと、

搬送システムを横切って前記シリコン片を移動させることと、を含み、前記シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、方法。

【請求項 2】

ライナーが、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

素材が、20 重量%以下のコバルトを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

表面粗さが 12 マイクロインチ以下であり、好ましくは、表面粗さが、8 マイクロインチ以下であり、好ましくは、表面粗さが、4 マイクロインチ以下であり、好ましくは、表面粗さが、2 マイクロインチ以下である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

表面粗さが 0.5 マイクロインチ～12 マイクロインチであり、好ましくは、表面粗さが 1 マイクロインチ～8 マイクロインチである、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記搬送システムが、シリコン片を出発点から終着点まで移動させるよう構成されている少なくとも 1 つの搬送装置を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

第 1 の搬送装置から第 2 の搬送装置へと前記シリコン片を移動させることを更に含み、前記第 1 の搬送装置が、前記第 2 の搬送装置上に配置される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記シリコン片が前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置上に落下したとき、前記第 2 の搬送装置のライナーの表面粗さが未変化のままである、請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 9】

前記搬送システムが、第 1 の搬送装置及び第 2 の搬送装置を更に含み、前記方法が、

前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させることを更に含み、前記第 1 の搬送装置の高さが h_1 であり、前記第 2 の搬送装置の高さが h_2 であり、 h_1 が h_2 よりも高く、

前記第 1 の搬送装置が第 1 のライナーを備え、前記第 2 の搬送装置が第 2 のライナーを備え、

前記第 1 のライナー及び前記第 2 のライナーが、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 10】

前記素材が、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、クロム炭化物、クロム炭化物とニッケル結合剤又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 のライナーが、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有し、前記第 2 のライナーが、前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させる前後に、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

50

前記表面粗さが 0.5 マイクロインチ～12 マイクロインチであり、好ましくは、前記表面粗さが 1 マイクロインチ～8 マイクロインチである、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 2 の搬送装置を横切って前記シリコン片を移動させることと、を更に含み、前記シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 14】

前記ライナーの一部の表面粗さが 12 マイクロインチより大きいとき、ライナーの一部を除去することと、

12 マイクロインチより大きい表面粗さを有する前記ライナーの一部を、前記表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、

再使用のため、前記ライナーの一部を、同じ又は異なる搬送システム又は搬送装置に再度取り付けすることと、を含む、請求項 1 に記載の修復方法。

【請求項 15】

破碎工具であって、

シリコンを断片に破碎するよう構成された破碎工具構成要素を備え、前記破碎工具構成要素が、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを含む表面を含み、

かつ前記破碎工具構成要素が、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、破碎工具。

【請求項 16】

前記破碎工具構成要素が、12 マイクロインチより大きい表面粗さを有しているとき、前記破碎工具から破碎工具構成要素を除去することと、

12 マイクロインチより大きい表面粗さを有する前記破碎工具構成要素を、前記表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、

再使用のため、前記破碎工具構成要素を同じ又は異なる破碎工具に再度取り付けることと、を含む、請求項 15 に記載の破碎工具を修復する方法。

【請求項 17】

搬送システムであって、

第 2 の搬送装置に排出が行われる第 1 の搬送装置を備え、第 1 の搬送装置の高さが h_1 であり、第 2 の搬送装置の高さが h_2 であり、 h_1 は h_2 よりも高く、

前記第 1 の搬送装置が第 1 のライナーを備え、前記第 2 の搬送装置が第 2 のライナーを備え、

前記第 1 のライナー及び前記第 2 のライナーが、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、搬送システム。

【請求項 18】

前記第 1 のライナーが、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有し、前記第 2 のライナーが、前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させる前後に、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有する、請求項 17 に記載の搬送システム。

【請求項 19】

前記表面粗さが 0.5 マイクロインチ～12 マイクロインチであり、好ましくは、前記表面粗さが 1 マイクロインチ～8 マイクロインチである、請求項 18 に記載の搬送システム。

【請求項 20】

前記搬送システムの一部が 12 マイクロインチより大きい表面粗さを有するとき、前記搬送システムから前記第 1 の搬送装置及び／又は前記第 2 の搬送装置の一部を除去することと、

12 マイクロインチより大きい表面粗さを有する前記第 1 の搬送装置及び／又は前記第 2 の搬送装置を、表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨する

10

20

30

40

50

ことと、

再使用のため、前記第 1 の搬送装置及び／又は前記第 2 の搬送装置を、同じ又は異なる搬送システムに再度取り付けすることと、を含む、請求項 17 に記載の搬送システムの修復方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書では、シリコン製品における汚染を低減する方法を開示する。本明細書では、破碎工具及び搬送システムも開示する。

【背景技術】

【0002】

ポリシリコンは、ソーラー用途の半導体又はウェハー用の出発材料として使用される。ポリシリコンの使用は、高純度でなされる必要がある（例えば、半導体用途に関しては少なくとも純度 99.9999999%（すなわち、ナイン・ナイン純度）及びソーラー用途に関しては少なくとも純度 99.9%）。電気特性などの望ましい特性が低下するという問題を防止するため、ポリシリコンは、可能な限り金属不純物と混合されるべきではない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ポリシリコンは、典型的には、トリクロロシランなどのシリコン化合物を水素により還元することにより製造され、ロッド状に形成される。次に、このポリシリコンロッドは、小塊に破碎又は破壊される。破碎中にポリシリコン片に付与された汚染物又は不純物はエッチングにより除去でき、その後、ポリシリコンを水に通過させ、乾燥した後、搬送して、更なる加工又は包装のため保管する。ポリシリコンは、それぞれの工程中に金属不純物又はポリマー不純物などの不純物により汚染される恐れがある。ポリシリコン製品の純度に影響を及ぼしうる汚染を防止するために、工程が実施されるべきである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

シリコン製品における汚染を低減する方法であって、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有するライナーを備える搬送システムに沿って、シリコン片を移動させることと、搬送システムを横切ってかかるシリコン片を移動させることと、を含み、シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、方法。

【0005】

破碎工具であって、シリコンを断片に破碎するよう構成された破碎工具構成要素を備え、かかる破碎工具構成要素が、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを含む表面を含み、かつかかる破碎工具構成要素が、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、破碎工具。

【0006】

搬送システムであって、第 2 の搬送装置に排出が行われる第 1 の搬送装置を備え、第 1 の搬送装置の高さは h_1 であり、第 2 の搬送装置の高さは h_2 であり、 h_1 は h_2 よりも高く、第 1 の搬送装置は第 1 のライナーを備え、第 2 の搬送装置は第 2 のライナーを備え、第 1 のライナー及び第 2 のライナーは、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む、素材を含む、搬送システム。

【0007】

以下は、同様の要素が同様に番号付けされ、本明細書で説明される様々な実施形態の例示である、図面の簡単な説明である。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0008】

【図1】本明細書に記載するとおりの破碎工具の側断面図である。

【図2】本明細書に記載するとおりの搬送システムの等角図である。

【図3】炭化タングステンの研磨プレートの表面上に様々な回数でポリシリコン製品塊を落下させた後の、ポリシリコン製品塊の表面上に存在するタングステン不純物の数を示すグラフである。

【図4】炭化タングステンの研磨プレートの表面上に様々な回数でポリシリコン製品塊を落下させた後の、ポリシリコン製品塊の表面上に存在するコバルト不純物の数を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

10

【0009】

本明細書では、シリコン製品における汚染を低減する方法を開示する。また、本明細書では、研磨表面を含む表面を含みうる破碎工具及び破碎工具の修復方法を開示する。搬送システムがライナーを備える搬送装置を含みうる、搬送システムも開示する。ライナーは、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせが挙げられるが、これらに限定されない、例えば、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、 Cr_2C_3 、 Cr_2C_3 と NiCr 結合剤又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む、様々な素材を含みうる。

【0010】

20

シリコン製品をロッドから小片又は小塊に破壊し、それ以降の加工のために搬送システムに沿って様々なステーションに移動させた後、シリコン製品の汚染を防止及び／又は制御することは課題になりうる。研磨による表面仕上げを有するライナーを搬送システムに使用することが、シリコン製品に存在する不純物の数を低減する助けとなりうるということが、驚くべきことに判明した。例えば、ライナーが12マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有する搬送システムにおいて、ライナーを使用すると、ライナーに接触していない又は非研磨による表面仕上げを有するライナーに接触しているシリコン製品と比較して、シリコン製品への不純物の付与を良好に低減しうる。

【0011】

30

表面粗さは、12マイクロインチ以下の値、例えば、8マイクロインチ以下の値、例えば、4マイクロインチ以下の値、例えば、2マイクロインチ以下の値を含みうる。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ～12マイクロインチであってよく、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチであってよい。

【0012】

ライナーは、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む、素材を含みうる。例えば、ライナー素材は、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができ、例えば、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、 Cr_2C_3 、 Cr_2C_3 と NiCr 結合剤又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができる。ライナー素材は、炭化タングステ

40

【0013】

破碎工具は、シリコンロッドを断片に破碎するよう構成されうる、様々な破碎工具構成要素を含みうる。破碎工具構成要素は、表面を含みうる。表面は、研磨による表面仕上げの表面粗さが、12マイクロインチ以下、例えば、8マイクロインチ以下、例えば、4マイクロインチ以下、例えば、2マイクロインチ以下になるよう研磨されうる。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ～12マイクロインチであってよく、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチであってよい。様々な破碎工具構成要素は、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む、素材を含みうる。

50

【0014】

破碎工具は、例えば、様々な破碎工具構成要素の表面のどこかが、12マイクロインチ以上の表面粗さを有する場合、修復されうる。特に、破碎工具構成要素に関し、表面粗さが12マイクロインチ以上であるとき、破碎工具構成要素は破碎工具から除去できる。次に、破碎工具構成要素は、表面粗さが、12マイクロインチ以下、例えば、8マイクロインチ以下、例えば、4マイクロインチ以下、例えば、2マイクロインチ以下になるまで、研削及び／又は研磨されうる。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ～12マイクロインチ、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチに研削及び／又は研磨されうる。研削及び／又は研磨後、破碎工具構成要素は、再使用のため、破碎工具の同じ場所に再度取り付けることができる。破碎工具構成要素は、再使用のため、異なる破碎工具に取り付けすることができる。破碎工具の様々な構成要素を再使用することにより、新しい破碎工具構成要素の購入又は取り付けの必要が減少又は削減され、費用が節約されうる。

10

【0015】

様々な破碎工具構成要素としては、回転式破碎ロール、固定式ジョープレート、可動式ジョープレート、ジョー・キャビティ (jaw cavity) 又はホッパーが挙げられるが、これらに限定されない。

【0016】

図1は、本明細書に記載するとおりの破碎工具100を示す。図1に示すとおり、破碎工具（例えば、単一のロール式破壊機）100は、ロール101の外周に間隔を置いて設けられた歯102を備えたロール101を含む。ロール101は、ハウジング103内部の回転体としてシャフト104上に取り付けられる。シャフト104上に取り付けられたセットスクリュー105は、ロール101の位置をシャフト104上に維持する。

20

【0017】

ハウジング103は、入口ポート107を有する頂部106と、側部108と、出口ポート110を有する底部109と、を含む。頂部106、側部108及び底部109は、ロール101が取り付けられたハウジング103内部のキャビティを画定する。ロール101、歯102並びに少なくとも頂部106、側部108及び底部109の内面112は、多結晶シリコンを超える又は同程度の硬度を有する素材などの、シリコンの汚染を最小限に抑える素材を含む。ロール101、歯102並びに少なくとも頂部106、側部108及び底部109の内面112は、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができ、例えば、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、 Cr_2C_3 、 Cr_2C_3 とNiCr結合剤又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができる。炭化タングステンを含む素材の使用は、破碎操作によりシリコンに付与される鉄汚染の程度を低減するよう支援する。

30

【0018】

多結晶シリコンロッド111'は、入口ポート107を通して、破碎システム100内に供給されうる。単ロール破碎機100で加工された多結晶シリコン片111は、出口ポート110を通して排出される。

【0019】

ロール101に対向する側部108の内面112は、可動組立体114に取り付けられた平板113を含む。可動組立体114は、多結晶シリコン片111の大きさを調節できるように、平板113とロール101との間の距離を調節することができる。頂部106、側部108及び底部109の内面112、ロール101並びに歯102に対して、研磨を行うことができる。

40

【0020】

一旦シリコン製品が形成されたならば、すなわち、シリコンが破碎工具100によりシリコン片へと破壊されたならば、シリコン製品を搬送システムに沿って移動させることができる。搬送システムは、第1の搬送装置及び第2の搬送装置を含みうる。第1の搬送装置は、第2の搬送装置の上に配置されうる。第1の搬送装置の高さは、 h_1 でありうる。

50

第2の搬送装置の高さは、 h_2 でありうる。高さ h_1 は、高さ h_2 よりも高くてもよい。第1の搬送装置は、第1のライナーを備える。第2の搬送装置は、第2のライナーを備える。第1のライナー及び／又は第2のライナーは、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む素材を含むことができ、例えば、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、 Cr_2C_3 、 Cr_2C_3 とNiCr結合剤又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができる。

【0021】

第1の搬送装置12が第1のライナー16を備える搬送システム10を図2に示す。第1の搬送装置12は、高さ h_1 を有する。第1の搬送装置12は、第2のライナー18を備える第2の搬送装置14上に排出が行われる。第2の搬送装置は、高さ h_2 を有する。図2に見られるとおり、第1の搬送装置12の高さ h_1 は、第2の搬送装置14の高さ h_2 よりも高い。

【0022】

第1のライナー及び／又は第2のライナーは、表面粗さが12マイクロインチ以下、例えば、8マイクロインチ以下、例えば、4マイクロインチ以下、例えば、2マイクロインチ以下になるよう研磨した表面仕上げを有する。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ～12マイクロインチであってよく、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチであってよい。表面粗さは、搬送システムによりシリコン片を移動させる前後の両方で、すなわち、第1の搬送装置から第2の搬送装置へと移動させる前後で、12マイクロインチ以下が保持される。

【0023】

搬送システムの一部が12マイクロインチより大きい表面粗さを有するとき、搬送システムは、搬送システムから第1の搬送装置及び／又は第2の搬送装置の一部を除去することにより修復される。概して、搬送システム（例えば、ライナー）の部分が欠損するか、又は破壊されるとき、修復が実施され、新しい表面が露出される。欠損又は破壊は搬送システムの通常使用中に生じうる。新しい表面は、12マイクロインチより大きい表面粗さを有する。例えば、第1のライナー及び／又は第2のライナーが12マイクロインチより大きい表面粗さを有する場合、修復される第1の搬送装置又は第2の搬送装置から第1のライナー及び／又は第2のライナーを除去できる。除去後、修復のため除去した搬送システムの部分の表面は、表面が、12マイクロインチ以下、例えば、8マイクロインチ以下、例えば、4マイクロインチ以下、例えば、2マイクロインチ以下の表面粗さを有するよう研削及び／又は研磨される。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ～12マイクロインチ、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチに研削及び／又は（and / or）機械加工される。研削及び／又は研磨後、再使用のため、同じ搬送システムに第1の搬送装置及び／又は第2の搬送装置の部分が再度取り付けられてもよい。第1の搬送装置及び／又は第2の搬送装置の部分（例えば、ライナー）は、再使用のため、異なる搬送システムに取り付けられてもよい。搬送システムのこの部分の再使用により、新しい搬送装置及び／又はライナーの購入及び取り付けの必要が減少又は削減され、費用が節約される。

【0024】

シリコン製品における汚染の低減方法は、継続的に所望される。本明細書に開示される方法を使用することにより、シリコン製品中に存在する不純物の量を低減することができる。シリコン製品における汚染を低減する方法は、搬送システムに沿ってシリコン片を移動させることを含む。搬送システムは、表面粗さが12マイクロインチ以下、例えば、8マイクロインチ以下、例えば、4マイクロインチ以下、例えば、2マイクロインチ以下になるよう研磨した表面仕上げを有するライナーを含む。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ～12マイクロインチであってよく、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチであってよい。シリコン片は、搬送システムを横切って移動する。シリコン片は、非研磨による表面仕上げを有するライナーに接触しているシリコン製品と比較

10

20

30

40

50

して、不純物の数が低減され得る。

【0025】

搬送システムは、シリコン片を出発点から終着点まで移動させるよう構成されている少なくとも1つの搬送装置を含みうる。方法は、必要に応じて、第1の搬送装置から第2の搬送装置へとシリコン片を移動させることを含みうる。第1の搬送装置は、第2の搬送装置上に配置されてよく、又はその逆であってもよい。シリコン片が第1の搬送装置から第2の搬送装置上に落下したとき、第2の搬送装置のライナーの表面粗さは未変化のままでありうる。

【0026】

ライナーは、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む素材を含むことができ、例えば、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、 Cr_2C_3 、 Cr_2C_3 と NiCr 結合剤又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができる。ライナーは、炭化タングステン及びコバルトを含む素材を含みうる。ライナーは、20重量%以下のコバルト、例えば、15重量%以下のコバルト、例えば、10重量%以下のコバルトを有する素材を含みうる。

【0027】

シリコン製品における汚染を低減する方法は、第1の搬送装置から第2の搬送装置にシリコン片を移動させることを含みうる。第1の搬送装置は、第2の搬送装置の上に配置されうる。第1の搬送装置の高さは、 h_1 でありうる。第2の搬送装置の高さは、 h_2 でありうる。高さ h_1 は、高さ h_2 よりも高くてもよい。第1の搬送装置は、第1のライナーを備えうる。第2の搬送装置は、第2のライナーを備えうる。第1のライナー及び／又は第2のライナーは、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含む素材を含むことができ、例えば、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、 Cr_2C_3 、 Cr_2C_3 と NiCr 結合剤又はこれらのうちの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができる。第1のライナー及び／又は第2のライナーは、炭化タングステン及びコバルトを含む素材を含んでよく、ここで、コバルトは、20重量%のコバルト、例えば、15重量%以下のコバルト、例えば、10重量%以下のコバルトに相当する量で存在しうる。

【0028】

第1のライナーは、12マイクロインチ以下の研磨による表面仕上げを有しうる。第2のライナーは、第1の搬送装置から第2の搬送装置へとシリコン片を移動させる前後の両方で、12マイクロインチ以下の研磨による表面仕上げを有しうる。例えば、第1のライナー及び／又は第2のライナーは、8マイクロインチ以下、例えば、4マイクロインチ以下、例えば、2マイクロインチ以下の研磨による表面仕上げを有しうる。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ～12マイクロインチであってよく、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチであってよい。方法は、第2の搬送装置を横切ってシリコン片を移動させることを更に含みうる。シリコン片は、ライナーに接触していない又は非研磨による表面仕上げを有するライナーに接触しているシリコン不純物と比較して、不純物の数が低減されうる又はより少ない量を含みうる。

【0029】

第1のライナー及び／又は第2のライナーは修復されうる。例えば、ライナーが、例えば、ライナーの一部が、12マイクロインチより大きい表面粗さを有するとき、この表面粗さを有するライナーの部分は除去されうる。概して、ライナーの部分が欠損するか、又は破壊されるとき、修復が実施され、新しい表面が露出されうる。欠損又は破壊はライナーの通常使用中に生じうる。新しい表面は、12マイクロインチより大きい表面粗さを有しうる。ライナーの除去された部分は、表面粗さが、12マイクロインチ以下、例えば、8マイクロインチ以下、例えば、4マイクロインチ以下、例えば、2マイクロインチ以下になるまで、研削及び／又は研磨されうる。例えば、表面粗さは、0.5マイクロインチ

～12マイクロインチであってよく、例えば、1マイクロインチ～8マイクロインチであってよい。研削及び／又は研磨後、ライナーの除去部分は、同じ搬送システム又は搬送装置に再度取り付けられ、再使用されてもよい。ライナーの除去部分は、異なる搬送システム又は搬送装置に取り付けられ、再使用されてもよい。

【0030】

ライナーの研削及び／又は研磨及び再使用により、新しい破碎工具構成要素の購入又は取り付けの必要が減少又は削減され、費用が節約されうる。

【実施例】

【0031】

実施例1

本実施例では、ポリシリコン片の塊を数回落下させた際の対象として、プレートの形態の非研磨炭化タングステン(WC)を使用した。次に、微量表面金属のため、ポリシリコンをサンプルとした。図3は、落下後に、サンプル上にタングステン(W)が存在することを示す。シリコンサンプルの表面層の分解及び誘導結合質量分析(Inductively Coupled Mass Spectrometry Analysis)(ICP-MS分析)による不純物濃度の測定によりタングステンの量を測定し、原子数のパーツ・パー・ビリオン(ppb)で表わす。研磨のベースラインの場合には13のサンプル、非研磨のベースラインの場合には10のサンプル、研磨で1Xの場合には16のサンプル、非研磨で1Xの場合には8のサンプル、研磨で5Xの場合には16のサンプル、非研磨で5Xの場合には4のサンプルとした。ベースラインについては、塊でないポリシリコン製品を落下させた。1Xに関しては、ポリシリコン塊を1回落下させ、5Xに関しては、ポリシリコン塊を5回落下させた。

【0032】

図3に見られるとおり、ポリシリコン上に存在する不純物の量は、落下回数が増加するにつれ増大しており、非研磨プレートに対する5回の落下後には、ポリシリコン上に0.75ppbのタングステンが見られた。更に、ポリシリコン上に存在する不純物の最終的な量は、プレートの表面研磨により劇的に低下した。落下回数を増加させると、不純物の数は更に増大したものの、研磨表面では0.02、0.03、0.05と推移したのに対し、非研磨表面では、0.02、0.54、0.75と推移した。

【0033】

実施例2

本実施例では、ポリシリコン片の塊を数回落下させた際の対象として、プレートの形態の研磨炭化タングステン(WC)を使用した。1マイクロインチの表面粗さにプレートを研磨した。次に、微量の表面金属に関し、ポリシリコンをサンプルとした。図4は、落下後に、サンプル上にコバルト(Co)が存在することを示す。シリコンサンプルの表面層の分解及びICP-MS分析による不純物濃度の測定によりコバルトの量を測定し、原子数のパーツ・パー・ビリオン(ppb)で表わす。研磨のベースラインの場合には13のサンプル、非研磨のベースラインの場合には10のサンプル、研磨で1Xの場合には16のサンプル、非研磨で1Xの場合には8のサンプル、研磨で5Xの場合には16のサンプル、非研磨で5Xの場合には4のサンプルとした。ベースラインについては、塊でないポリシリコン製品を落下させた。1Xに関しては、ポリシリコン塊を1回落下させ、5Xに関しては、ポリシリコン塊を5回落下させた。

【0034】

図4に見られるとおり、ポリシリコン上に存在する不純物の量は、落下回数が増加するにつれ増大しており、非研磨プレートに対する5回の落下後には、ポリシリコン上に1.33ppbのコバルトが見られた。更に、ポリシリコン上に存在する不純物の最終的な量は、プレートの表面研磨により劇的に低下した。不純物の数は、落下回数の増加に伴い更に増大するものの、見られる不純物の中で最も多量なものでも、わずか0.048ppbのコバルトであり、すなわち、ポリシリコン上に存在する不純物の数が96%低減している。

【0035】

実施例 3

この結果は、研磨表面の使用により、存在する不純物の数が大幅に低減され、ポリシリコン表面の不純物を更に表面洗浄する必要が最低限に抑えられ、又は削減され、並びに最終的な製品に存在する不純物が低減されることを示す。

【0036】

本明細書に開示される方法、破碎工具及び搬送システムは、少なくとも以下の実施形態を含む：

【0037】

実施形態 1：シリコン製品における汚染を低減する方法であって、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有するライナーを備える搬送システムに沿って、シリコン片を移動させることと、搬送システムを横切ってシリコン片を移動させることと、を含み、シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、方法。

10

【0038】

実施形態 2：ライナーが、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、実施形態 1 に記載の方法。

【0039】

実施形態 3：素材が、20 重量%以下のコバルトを含む、実施形態 2 に記載の方法。

【0040】

実施形態 4：表面粗さが 12 マイクロインチ以下であり、好ましくは、表面粗さが、8 マイクロインチ以下であり、好ましくは、表面粗さが、4 マイクロインチ以下であり、好ましくは、表面粗さが、2 マイクロインチ以下である、実施形態 1～3 のいずれか一形態に記載の方法。

20

【0041】

実施形態 5：表面粗さが 0.5 マイクロインチ～12 マイクロインチであり、好ましくは、表面粗さが 1 マイクロインチ～8 マイクロインチである、実施形態 1～4 のいずれか一形態に記載の方法。

【0042】

実施形態 6：搬送システムが、シリコン片を出発点から終着点まで移動させるよう構成されている少なくとも 1 つの搬送装置を含む、実施形態 1～5 のいずれか一形態に記載の方法。

30

【0043】

実施形態 7：第 1 の搬送装置から第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させることを更に含み、第 1 の搬送装置が、第 2 の搬送装置上に配置される、実施形態 6 に記載の方法。

【0044】

実施形態 8：シリコン片が第 1 の搬送装置から第 2 の搬送装置上に落下したとき、第 2 の搬送装置のライナーの表面粗さが未変化のままである、実施形態 7 に記載の方法。

【0045】

実施形態 9：搬送システムが、第 1 の搬送装置及び第 2 の搬送装置を更に含み、方法が、第 1 の搬送装置から第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させることを更に含み、第 1 の搬送装置の高さが h_1 であり、第 2 の搬送装置の高さが h_2 であり、 h_1 が h_2 よりも高く、第 1 の搬送装置が第 1 のライナーを備え、第 2 の搬送装置が第 2 のライナーを備え、第 1 のライナー及び第 2 のライナーが、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、実施形態 1～8 のいずれか一形態に記載の方法。

40

【0046】

実施形態 10：素材が、炭化タングステン、炭化タングステンとコバルト結合剤、炭化タングステンとニッケル結合剤、クロム炭化物、クロム炭化物とニッケル結合剤又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む、実施形態 9 に記載の方法。

【0047】

50

実施形態 11：第 1 のライナーが、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有し、第 2 のライナーが、第 1 の搬送装置から第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させる前後で、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有する、実施形態 9 又は実施形態 10 に記載の方法。

【0048】

実施形態 12：表面粗さが、0.5 マイクロインチ～12 マイクロインチであり、好ましくは表面粗さが、1 マイクロインチ～8 マイクロインチである、実施形態 9～11 のいずれか一形態に記載の方法。

【0049】

実施形態 13：第 2 の搬送装置を横切ってシリコン片を移動させることと、を更に含み、シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、実施形態 9～12 のいずれかに記載の方法。

10

【0050】

実施形態 14：ライナーの一部の表面粗さが 12 マイクロインチより大きいとき、ライナーの一部を除去することと、12 マイクロインチより大きい表面粗さを有するライナーの一部を、表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、再使用のため、ライナーの一部を、同じ又は異なる搬送システム又は搬送装置に再度取り付けすることと、を含む、実施形態 9～12 のいずれかに記載の方法。

【0051】

実施形態 15：破碎工具であって、シリコンを断片に破碎するよう構成された破碎工具構成要素を備え、かかる破碎工具構成要素が、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを含む表面を含み、かつかかる破碎工具構成要素が、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む、素材を含む、破碎工具。

20

【0052】

実施形態 16：実施形態 15 に記載の破碎工具を修復する方法であって、破碎工具構成要素が、12 マイクロインチより大きい表面粗さを有しているとき、この破碎工具から破碎工具構成要素を除去することと、12 マイクロインチより大きい表面粗さを有する破碎工具構成要素を、表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、再使用のため、破碎工具構成要素を同じ又は異なる破碎工具に再度取り付けることと、を含む、方法。

30

【0053】

実施形態 17：搬送システムであって、第 2 の搬送装置に排出が行われる第 1 の搬送装置、第 1 の搬送装置の高さが h_1 であり、第 2 の搬送装置の高さが h_2 であり、 h_1 は h_2 よりも高く、第 1 の搬送装置が第 1 のライナーを備え、第 2 の搬送装置が第 2 のライナーを備え、第 1 のライナー及び第 2 のライナーが、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、搬送システム。

【0054】

実施形態 18：第 1 のライナーが、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有し、第 2 のライナーが、第 1 の搬送装置から第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させる前後で、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有する、実施形態 17 に記載の搬送システム。

40

【0055】

実施形態 19：表面粗さが、0.5 マイクロインチ～12 マイクロインチであり、好ましくは表面粗さが、1 マイクロインチ～8 マイクロインチである、実施形態 17 又は実施形態 18 に記載の搬送システム。

【0056】

実施形態 20：搬送システムの一部が 12 マイクロインチより大きい表面粗さを有するとき、搬送システムから第 1 の搬送装置及び／又は第 2 の搬送装置の一部を除去すること

50

と、12マイクロインチより大きい表面粗さを有する第1の搬送装置及び／又は第2の搬送装置を、表面粗さが12マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、再使用のため、第1の搬送装置及び／又は第2の搬送装置を、同じ又は異なる搬送システムに再度取り付けすることと、を含む、実施形態17～19のいずれかに記載の方法。

【0057】

単数形の用語「a」、「an」及び「the」は、文脈により明白に別段の指示がない限り、複数形の指示対象を含む。「又は」は、「及び／又は」を意味する。数量に関連して使用される修飾語「約」は、記載の値を包含し、文脈によって求められる意味を有する（例えば、特定の数量の測定値に関連する誤差範囲を含む）。「±10%」という表記は、記載の測定値が、記載の値の-10%の量から+10%の量までをとることができることを意味する。同じ構成要素又は特性を対象とするすべての範囲の端点は包含的であり、独立して組み合わせることができる（例えば、「25重量%以下、又は5重量%～20重量%」という範囲は、「5重量%～25重量%」の範囲の端点及びすべての中間値を包含するなど）。より広い範囲に加えてより狭い範囲又はより具体的なグループを開示することは、より広い範囲又はより大きいグループの権利放棄ではない。

10

【0058】

接尾辞「（複数可（s））」は、この接尾辞が修飾するその用語の単数形及び複数形の両方を含み、それによってその用語の少なくとも1つを含むことが意図される（例えば、着色剤（複数可）は、少なくとも1つの着色剤を含む）。「必要に応じた」又は「必要に応じて」は、後述する事象又は状況が発生しても発生しなくてもよく、その説明が、事象が発生する場合及び事象が発生しない場合を含むことを意味する。特に定義しない限り、本明細書で使用する技術的及び科学的な用語は、本発明が属する技術分野における当業者によって共通に理解されるものと同じ意味を有する。「組み合わせ」は、混ぜたもの、混合物、合金、反応生成物などを包含する。

20

【0059】

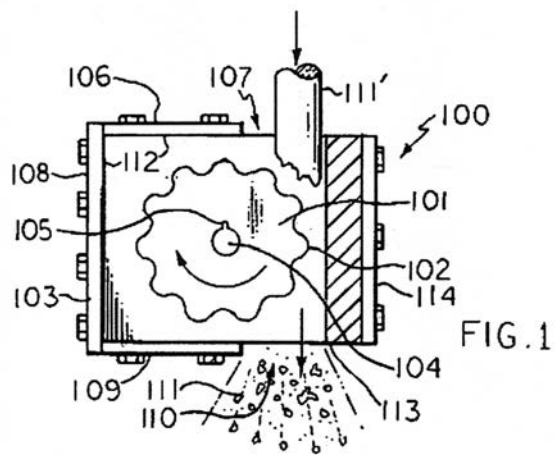
すべての記載の特許、特許出願及び他の参照文献は、全体として参照することにより本明細書に組み込まれる。しかし、本出願中の用語が、組み込まれている参照文献中の用語と矛盾又は相反する場合、本出願からの用語が、組み込まれている参照文献からの相反する用語に優先する。

【0060】

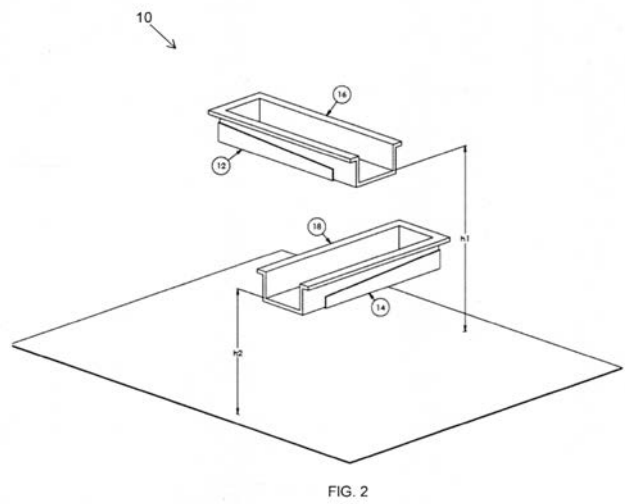
典型的な実施形態について例示の目的で記載してきたが、上記の説明は、本明細書に記載の範囲に関する限定と見なされるべきではない。したがって、本明細書の趣旨及び範囲から逸脱することなく、様々な修正、改作、及び代替が、当技術分野における当業者には想到されよう。

30

【図 1】



【図 2】



【図 3】

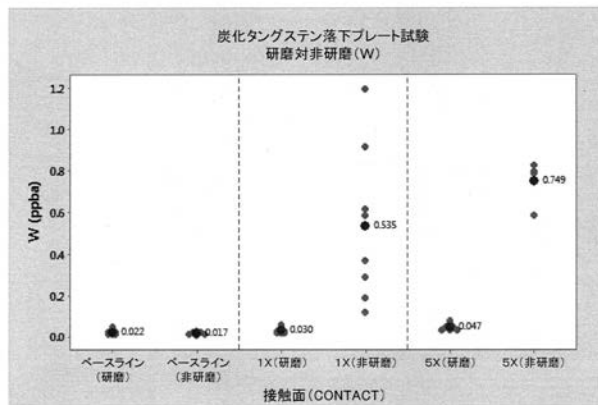


FIG. 3

【図 4】

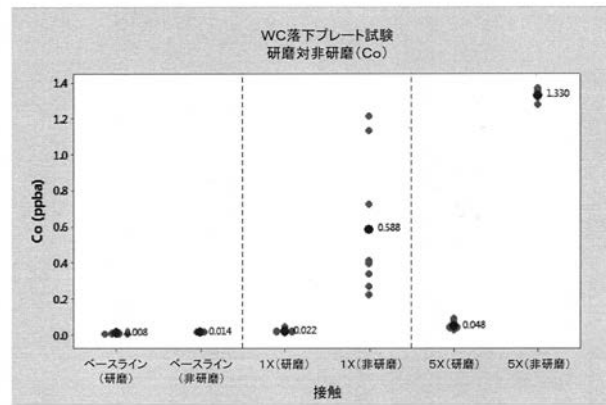


FIG. 4

【手続補正書】

【提出日】平成29年4月18日(2017.4.18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン製品における汚染を低減する方法であって、

1 2 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有するライナーを備える搬送システムに沿って、シリコン片を移動させることと、

搬送システムを横切って前記シリコン片を移動させることと、を含み、前記シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、方法。

【請求項 2】

ライナーが、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

素材が、20 重量%以下のコバルトを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

表面粗さが 1 2 マイクロインチ以下である、請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記搬送システムが、シリコン片を出発点から終着点まで移動させるよう構成されている少なくとも 1 つの搬送装置を含み、

第 1 の搬送装置から第 2 の搬送装置へと前記シリコン片を移動させることを更に含み、前記第 1 の搬送装置が、前記第 2 の搬送装置上に配置される、請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記シリコン片が前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置上に落下したとき、前記第 2 の搬送装置のライナーの表面粗さが未変化のままである、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記搬送システムが、第 1 の搬送装置及び第 2 の搬送装置を更に含み、前記方法が、

前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させることを更に含み、前記第 1 の搬送装置の高さが h_1 であり、前記第 2 の搬送装置の高さが h_2 であり、 h_1 が h_2 よりも高く、

前記第 1 の搬送装置が第 1 のライナーを備え、前記第 2 の搬送装置が第 2 のライナーを備え、

前記第 1 のライナー及び前記第 2 のライナーが、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、請求項 1 ～ 6 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 のライナーが、1 2 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有し、前記第 2 のライナーが、前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させる前後に、1 2 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有する、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 2 の搬送装置を横切って前記シリコン片を移動させることと、を更に含み、前記シリコン片は、非研磨表面を有するライナーに接触しているシリコン片と比較して、不純物の数が低減されている、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ライナーの一部の表面粗さが 12 マイクロインチより大きいとき、ライナーの一部を除去することと、

12 マイクロインチより大きい表面粗さを有する前記ライナーの一部を、前記表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、

再使用のため、前記ライナーの一部を、同じ又は異なる搬送システム又は搬送装置に再度取り付けすることと、を含む、請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の修復方法。

【請求項 11】

破碎工具であって、

シリコンを断片に破碎するよう構成された破碎工具構成要素を備え、前記破碎工具構成要素が、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを含む表面を含み、

かつ前記破碎工具構成要素が、タングステン、炭素、コバルト又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、破碎工具。

【請求項 12】

前記破碎工具構成要素が、12 マイクロインチより大きい表面粗さを有しているとき、前記破碎工具から破碎工具構成要素を除去することと、

12 マイクロインチより大きい表面粗さを有する前記破碎工具構成要素を、前記表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、

再使用のため、前記破碎工具構成要素を同じ又は異なる破碎工具に再度取り付けることと、を含む、請求項 11 に記載の破碎工具を修復する方法。

【請求項 13】

搬送システムであって、

第 2 の搬送装置に排出が行われる第 1 の搬送装置を備え、第 1 の搬送装置の高さが h_1 であり、第 2 の搬送装置の高さが h_2 であり、 h_1 は h_2 よりも高く、

前記第 1 の搬送装置が第 1 のライナーを備え、前記第 2 の搬送装置が第 2 のライナーを備え、

前記第 1 のライナー及び前記第 2 のライナーが、タングステン、炭素、コバルト、ニッケル、クロム又はこれらのうちの少なくとも 1 つを含む組み合わせを含む素材を含む、搬送システム。

【請求項 14】

前記第 1 のライナーが、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有し、前記第 2 のライナーが、前記第 1 の搬送装置から前記第 2 の搬送装置へとシリコン片を移動させる前後に、12 マイクロインチ以下の表面粗さに研磨した表面仕上げを有する、請求項 13 に記載の搬送システム。

【請求項 15】

前記搬送システムの一部が 12 マイクロインチより大きい表面粗さを有するとき、前記搬送システムから前記第 1 の搬送装置及び／又は前記第 2 の搬送装置の一部を除去することと、

12 マイクロインチより大きい表面粗さを有する前記第 1 の搬送装置及び／又は前記第 2 の搬送装置を、表面粗さが 12 マイクロインチ以下になるまで研削及び／又は研磨することと、

再使用のため、前記第 1 の搬送装置及び／又は前記第 2 の搬送装置を、同じ又は異なる搬送システムに再度取り付けすることと、を含む、請求項 13 又は 14 に記載の搬送システムの修復方法。

フロントページの続き

- (72)発明者 ジョナサン・パトリック・ベリー
アメリカ合衆国・ミシガン・４８６４２・ミッドランド・コンGRESS・ドライブ・４６０５
- (72)発明者 ジョン・ヴィクター・ブッチ
アメリカ合衆国・ミシガン・４８６４０・ミッドランド・ウェスト・メイン・ストリート・５０６
- (72)発明者 ジェームズ・シー・マンデル
アメリカ合衆国・ミシガン・４８６０９・サギノー・ノース・トーマス・ロード・２９００
- (72)発明者 トレイグ・ウィリアム・サヴェージ
アメリカ合衆国・ミシガン・４８６４０・ミッドランド・イーストマン・アヴェニュー・５４０３
- Fターム(参考) 3F011 BA01 BC03
4D063 CC03 CC07 GC05 GD03

【外国語明細書】
2017149582000001.pdf