

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5636365号
(P5636365)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014. 12. 3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014. 10. 24)

(51) Int. Cl.

C O 1 B 33/035 (2006.01)

F I

C O 1 B 33/035

請求項の数 19 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-516299 (P2011-516299)	(73) 特許権者	508320321
(86) (22) 出願日	平成21年6月23日 (2009. 6. 23)		ジーティーエイティー・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2011-525472 (P2011-525472A)		アメリカ合衆国、03063 ニュー・ハ
(43) 公表日	平成23年9月22日 (2011. 9. 22)		ンプシャー州、ナシュア、トラファルガー
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/003763		・スクエア、20
(87) 国際公開番号	W02010/008477	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開日	平成22年1月21日 (2010. 1. 21)		特許業務法人深見特許事務所
審査請求日	平成24年6月7日 (2012. 6. 7)	(72) 発明者	ガム, ジェフリー・シ
(31) 優先権主張番号	61/074, 824		アメリカ合衆国、59870 モンタナ州
(32) 優先日	平成20年6月23日 (2008. 6. 23)		、スティーブンズビル、サリバン・ロード
(33) 優先権主張国	米国 (US)		、359
		(72) 発明者	バレンジャー, キース
			アメリカ合衆国、59803 モンタナ州
			、ミズーラ、ウィローリッジ・コート、1
			46

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学気相蒸着反応器における管状フィラメントのためのチャック・架橋部接続点

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学気相蒸着反応器システムであって、

第1の端部および第2の端部を有し、前記第1の端部が架橋部に接続された少なくとも1つの管状フィラメントと、

前記少なくとも1つの管状フィラメントと機械的に係合するためのコンタクト部を有する前記架橋部と、

前記管状フィラメントの前記第1の端部と係合するための少なくとも1つの窪みを有する前記コンタクト部とを備える、システム。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの窪みは、少なくとも1つの通気孔をさらに含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記コンタクト部は、前記第1の端部の円周と完全に重なるように構成されている、請求項1に記載のシステム。

【請求項 4】

前記コンタクト部は、前記第1の端部の円周と完全には重ならないように構成されている、請求項1に記載のシステム。

【請求項 5】

前記架橋部はシリコン製である、請求項1に記載のシステム。

10

20

【請求項 6】

第 1 の端部および第 2 の端部を有し、電流が流れるように構成され、前記第 2 の端部が少なくとも 1 つの電極に電氣的に接続された第 1 の管状フィラメントと、

第 1 の端部および第 2 の端部を有し、電流が流れるように構成された第 2 の管状フィラメントとを備え、

前記架橋部は前記第 1 および第 2 の管状フィラメントを接続する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記架橋部は、複数の窪みを含み、前記窪みは各々、前記第 1 および第 2 の管状フィラメントの前記第 1 の端部のうち一方と係合するように構成されている、請求項 6 に記載のシステム。

10

【請求項 8】

前記窪みは各々、通気路を提供するための少なくとも 1 つの通気孔を有する、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記架橋部は、前記第 1 および第 2 の管状フィラメントの前記第 1 の端部の円周と完全に重なるように構成されている、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記架橋部は、前記第 1 および第 2 の管状フィラメントの前記第 1 の端部のうち一方の少なくとも一部分と係合するための溝を含む、請求項 6 に記載のシステム。

20

【請求項 11】

前記架橋部は、前記第 1 および第 2 の管状フィラメントの前記第 1 の端部の円周と完全には重ならないように構成されている、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記架橋部は、前記第 1 および第 2 の管状フィラメントと係合するための複数の切欠きを含む、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記架橋部はシリコン製である、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記少なくとも 1 つの管状フィラメントの前記第 2 の端部に取付けられたシードと、
少なくとも前記シードに接続されたチャックとをさらに備え、前記チャックは、前記チャックが前記管状フィラメントに電氣的に接続されるように、前記シードの溝に対応する突起を備える、請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 15】

前記突起は、前記チャックのほぼ中心に位置決めされている、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記シードは、前記チャックから取外し可能である、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記シードは、前記少なくとも 1 つの管状フィラメントの形成後に前記チャックに取付けられる、請求項 14 に記載のシステム。

40

【請求項 18】

前記シードはグラファイト製である、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記第 1 および第 2 の管状フィラメントの前記第 2 の端部のうち一方に取付けられたシードと、

少なくとも前記シードに接続されたチャックとをさらに備え、前記チャックは、前記チャックが前記第 1 および第 2 の管状フィラメントに電氣的に接続されるように、前記シードの溝に対応する突起を備える、請求項 6 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2008年6月23日に出願された同時継続出願でありその開示の全体が本明細書中に明示的に引用により援用される米国仮出願連続番号第61/074,824号の利益を主張する。

【0002】

発明の分野

この発明は、半導体および/または光発電用途において有用な材料を形成することができる化学気相蒸着(chemical vapor deposition: CVD)反応器に関する。より具体的には、この発明は、化学気相蒸着反応器における管状フィラメントのための改良されたチャック・架橋部接続点を提供するためのシステムおよび方法に関する。

10

【背景技術】

【0003】

関連技術の説明

化学気相蒸着(CVD)は高純度かつ高性能の固形材料を生成するために用いられる化学プロセスである。このプロセスは、半導体および光発電産業において高品質のシリコン材料を生成するために用いられることが多い。従来のCVDプロセスにおいては、ロッド構造は、1つ以上の揮発性前駆体に晒されており、この前駆体は、ロッド表面上で反応および/または分解して、所望の堆積物を生じる。揮発性の副産物も生成されることがよくあり、この副産物は、CVD反応器の中の反応チャンバを通るガス流で取除くことができる。

20

【0004】

ポリシリコンなどの固形材料を化学気相蒸着反応器の中での堆積によって生成するために用いられる1つの方法は、シーメンス法として知られている。シーメンス法を用いてポリシリコンを作る場合、ポリシリコンは、CVD反応器の中で、「スリムロッド」としても知られる高純度で薄いシリコンロッド上に堆積される。こういったスリムロッドは、高純度シリコンから作製されるため、このスリムロッドのそれに応じた電気抵抗は、極めて高い。よって、CVDプロセスの開始段階中に電流を用いてスリムロッドを加熱することは、スリムロッドが電氣的に活性の素子で補われていない限り極めて困難である。

30

【0005】

シーメンス法によれば、スリムロッドの電気抵抗を低減するために、ヒータを用いてスリムロッドの温度をおよそ400℃まで上昇させる。典型的に、加熱プロセスを促進するために、約数千ボルトの高い電圧をロッドに印加する。この高電圧下で、わずかな電流がスリムロッドに流れ始め得る。この電流は、スリムロッドの中に熱を発生させて、ロッドの電気抵抗を低減し、さらに高い電流および一層の熱がスリムロッドによって発生されることを可能にする。ロッドが所望の、典型的には800℃よりも高い温度まで暖まるにつれて、それに応じて電圧は低減される。

【0006】

米国特許第6,284,312号の図1から複製された先行技術の図1を参照して、従来のCVD反応器は、ベースプレート23と、石英ベルジャー17と、チャンバカバー24と、ベルジャー17とチャンバカバー24との間に位置決めされたヒータ18とを含んでもよい。また、電気フィードスルー19と、ガス流入口およびガス流出口それぞれ20および21とがベースプレート23に組込まれ得る。覗き窓22は、内部の目視検査を可能にする。図1に描かれた反応器は、水平部12で接続された2つの垂直部11および13の形態のシリコンスリムロッド構造を組立てるために用いることができる。CVDプロセス中、ポリシリコン堆積物は、スリムロッド構造上に堆積する。

40

【0007】

CVD反応器における旧来のスリムロッド間およびスリムロッドと対応するチャックとの間の接続は、反応器における電氣的接続を維持するために重要である。チャック・フィ

50

ラメント間の接続に関して、既知の取付機構は、ねじ、ボルト、クランプなどを利用する。スリムロッド間の既知の接続は、各垂直ロッドの最上部にある溝またはキースロットで形成される。小さなカウンタボアまたは適合する取付物が、溝に圧入されて2つの垂直ロッド間に架橋することができるよう、水平ロッドの両端に形成され得る。

【0008】

米国特許第6,284,312号に記載されるように、既知のスリムロッド設計に代わるものとして大口径の管状フィラメントが利用されている。これらの設計は、コア素子および堆積のためのターゲットとしてのスリムロッドを、壁の薄い管状フィラメント部分で置き換えることによって、先行技術のCVD反応器のコストのかかる構成部品をなくしている。管状フィラメントは、旧来のスリムロッドフィラメントよりも有利な点をいくつかもたらす。管状フィラメントは、旧来のスリムロッドフィラメントと比較して必要な電圧が少ない。なぜならば管状フィラメントは、同じ加熱源および出力を用いたときにより高い温度まで加熱することができるためである。この利点は、管状フィラメントがスリムロッドと比べて放射熱の吸収のためのより大きい表面積を有することによる。加えて、管状フィラメント材料の構成部品間の接続が向上されていることにより、接続点での抵抗が低減され、初めに克服すべき全抵抗が低くなっている。したがって、従来のスリムロッドヘアピン構成と比較して、管状フィラメントヘアピン構成を流れる電流を誘起するのに必要な電圧が低い。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0009】

従来のスリムロッドの代わりに管状フィラメントを利用するCVD反応器のためのチャック・フィラメント間および架橋部・フィラメント間接続を確立するための改良されたシステムおよび方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

発明の概要

この発明は、化学気相蒸着(CVD)反応器における管状フィラメントのためのチャック・架橋部接続点を提供するためのシステムおよび方法に関する。この発明による管状フィラメントは、CVD反応器内に収容される1つ以上の管状フィラメントの適切な形状を指す「ヘアピン構成」を形成してもよく、この管状フィラメントの1つ以上の折り返しまたは湾曲した構造を含んでもよい。「ヘアピン」構成または構造の記載は、限定的であることを意図するものではなく、他の構成または構造を包含する。

30

【0011】

垂直管状フィラメントとグラファイトチャック支持体との間および管状フィラメントヘアピン構造の垂直構成部品と水平架橋構成部品との間の接続は、CVD反応器において電氣的接続を維持するためおよびポリシリコンなどの固形材料の堆積の成功のために重要である。これらの接続は、本明細書中においてチャック・フィラメント間接続点および架橋部・フィラメント間接続点またはそれぞれ単に「チャック」接続点および「架橋部」接続点と称される。理想的には、チャック・架橋部接続点は、管状フィラメントに安定性を与えて機械的不良を防止し、フィードスルーへの電氣的接続と、電流を通してCVD反応サイクル中に管状フィラメントを堆積温度まで加熱するのに十分な表面積とを維持する。

40

【0012】

この発明は、化学気相蒸着反応器システムを包含し、このシステムは、第1および第2の端部を有し電流が流れるように構成された少なくとも1つの管状フィラメントと、上記管状フィラメントの上記第1の端部に接続されたシードと、少なくとも上記シードに接続されたチャックとを含み、上記チャックは、上記チャックが上記管状フィラメントに電氣的に接続されるように、上記シードの溝に対応する突起を備えて形成されている。上記突起は、典型的には、上記チャックのおよそ中心に位置決めされている。上記シードは、上記管状フィラメントが上記チャック上に直接引上げられる場合は接続点の一部として用い

50

られなくともよいが、上記管状フィラメントがそうではなく上記シード上に引上げられる場合、上記シードは、上記管状フィラメントの形成後に上記チャックに取付けられる。上記シードは、典型的にはグラファイト製であるが、任意の他の適切な材料で作られていてもよい。上記少なくとも1つの管状フィラメントは、第1および第2の管状フィラメントを含んでもよく、各管状フィラメントは、それぞれのシードおよびチャックに接続されている。

【0013】

この発明は、化学気相蒸着反応器システムも包含し、このシステムは、第1および第2の端部を有し電流が流れるように構成され記第2の端部が少なくとも1つの電極に電氣的に接続された第1の管状フィラメントと、第1および第2の端部を有し電流が流れるように構成された第2の管状フィラメントと、上記第1および第2の管状フィラメントを接続するための架橋部とを含む。上記架橋部は、上記第1および第2の管状フィラメントの上記第1の端部同士を係合するための少なくとも1つの窪みを有してもよい。1つ以上の窪みは、上記管状フィラメント内のガスのための通気路を提供するための少なくとも1つの通気孔も含んでもよい。

10

【0014】

上記架橋部は、上記第1および第2の管状フィラメントの上記第1の端部の円周と完全に重なるようにさらに構成されていてもよい。たとえば、上記架橋部は、上記第1および第2の管状フィラメントの上記第1の端部の少なくとも一部と係合する少なくとも2つの溝を含んでもよい。これに代えて、上記架橋部は、上記第1および第2の管状フィラメントの上記第1の端部の円周と完全には重ならないように構成されていてもよい。典型的には、上記架橋部は、シリコン製であるが、任意の他の適切な材料で作られていてもよい。

20

【0015】

この発明はさらに、化学気相蒸着反応器システムを包含し、このシステムは、第1の端部を有し上記第1の端部が架橋部に接続された少なくとも1つの管状フィラメントと、上記少なくとも1つの管状フィラメントと機械的に係合するためのコンタクト部を有する上記架橋部とを含む。上記架橋部は、典型的にシリコン製であるが、任意の他の適切な材料で作られていてもよい。上記コンタクト部は、上記少なくとも1つの管状フィラメントの上記第1の端部と係合するための少なくとも1つの窪みを含んでもよい。上記少なくとも1つの窪みはさらに、少なくとも1つの通気孔を含んでもよい。上記コンタクト部は、上記第1の端部の円周と完全に重なるように構成されていてもよい。これに代えて、上記コンタクト部は、上記第1の端部の上記円周と完全には重ならないように構成されていてもよい。上記コンタクト部は、上記第1の端部の円周と係合する少なくとも1つまたは2つの溝も含んでもよい。

30

【0016】

この発明はさらに、化学気相蒸着反応器におけるチャック上に管状フィラメントを形成する方法を包含し、この方法は、上記チャックに取外し可能に接続されたシードを提供するステップと、上記チャックの少なくとも一部を溶融シリコンに挿入するステップと、管状フィラメントが上記チャック上に直接形成されるように上記チャックを上記溶融シリコンから引抜くステップとを含む。上記シードは、上記チャックに取外し可能に接続された再使用可能なシードであり得る。上記方法はさらに、上記管状フィラメントの長さを坩堝に入った溶融材料の量に基づいて調節するステップと、上記再使用可能なシードを上記チャックから取外すステップとを含み得る。たとえば、上記シードは、さらなる管状フィラメントを作る際に上記チャックから取外され、再使用され得る。これに代えて、化学気相蒸着反応器におけるチャック上に管状フィラメントを形成する方法は、上記チャックに接続されたシードを提供するステップと、上記チャックの少なくとも一部を溶融シリコンに挿入するステップと、管状フィラメントが上記シード上に形成されるように上記チャックを上記溶融シリコンから引抜くステップと、上記管状フィラメントを上記チャックに接続するステップとを含み得る。

40

【0017】

50

この発明のこれらのおよび他の局面および利点は、以下の好ましい実施例の詳細を図面と合わせて検討することによって、より容易に明らかとなるであろう。

【 0 0 1 8 】

図面の簡単な説明

この発明が属する技術の当業者が、この発明の方法および装置をどのように作成し使用するかを過度な実験なしに容易に理解するように、以下にこの発明の好ましい実施例を特定の図面を参照して詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】（先行技術）先行技術の C V D 反応器の斜視図であり、そのような反応器の基本構成部品を説明する図である。

10

【図 2】この発明で有用な C V D 反応器システムの断面図である。

【図 3】シードによってチャック上に引き上げられた管状フィラメントの概略図である。

【図 4】第 1 の好ましい実施例に従ったチャック - フィラメント間接続の斜視図である。

【図 5】第 2 の好ましい実施例に従ったチャック - フィラメント間接続の斜視図である。

【図 6】第 3 の好ましい実施例に従った平坦架橋部接続を有する管状フィラメント構成の斜視図である。

【図 7 A】図 6 の平坦架橋部接続の連結架橋部の断面上面図であり、連結架橋部の上面を通過して突出する通気孔が示されている。

【図 7 B】図 6 に示された平坦架橋部接続の連結架橋部の底面斜視図である。

20

【図 7 C】図 7 B の連結架橋部の概略底面図である。

【図 8】第 4 の好ましい実施例に従った矩形の架橋部接続を有する管状フィラメントの斜視図である。

【図 9 A】図 8 に示す矩形の架橋部接続の連結架橋部の上面斜視図である。

【図 9 B】図 9 A の連結架橋部の概略上面図である。

【図 1 0】単一の切欠がついた架橋部接続を有する管状フィラメント構成の斜視図であり、連結架橋部は、垂直管状フィラメントに挿入されて、この発明に従ったヘアピン構成を完成させている。

【図 1 1 A】図 1 0 に示す単一の切欠がついた架橋部接続の連結架橋部の断面側面図である。

30

【図 1 1 B】図 1 0 に示す単一の切欠がついた架橋部接続の連結架橋部の底面斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

発明の詳細な説明

以下にこの発明の好ましい実施例を添付の図面を参照して説明する。図中、同様の参照番号は同じまたは類似の要素を表す。

【 0 0 2 1 】

本明細書中の説明は、ポリシリコンの生成について述べるが、本明細書中に説明される手法、装置および方法は、ポリシリコンの生成のみに限定されず、C V D 反応器および管状フィラメントが利用され得る任意の材料に対して有用である。こういった材料は、たとえば、炭素繊維、炭素ナノ繊維、二酸化珪素、シリコンゲルマニウム、タングステン、炭化珪素、窒化珪素、酸窒化珪素、窒化チタン、およびさまざまな高誘電率 (high - k) 誘電体であってもよい。

40

【 0 0 2 2 】

図 2 は、この発明とともに用いることができる C V D 反応器システム 1 0 の断面図である。本明細書中に提供される図 2 は、本明細書中に引用により援用される米国特許第 6 , 2 8 4 , 3 1 2 号の図 2 に対応する。この発明が利用する C V D 反応器システム 1 0 は、米国特許第 6 , 2 8 4 , 3 1 2 号に記載されるものと類似しているが、本願に記載される管状フィラメントのためのチャック・架橋部接続点は、従来のチャック・架橋部接続部と

50

比較して有利であるので、以下により詳細に説明される。

【0023】

図2に示す反応器システム10は、好ましくはベースプレート23と、石英ベルジャー17と、チャンバカバー24と、ベルジャー17とチャンバカバー24との間に位置決めされた少なくとも1つのヒータ18とを含む。好ましくは、ガス流入口20と、ガス流出と、電極（図示せず）とがベースプレート23に組込まれている。覗き窓22は、任意選択的に含まれて、内部の目視検査を可能にしてもよい。図2のシステムは、従来のスリムロッド構成ではなく、管状フィラメント（ヘアピン）構造を固形材料の堆積のために用いる。この発明で有用なシステム10の管状フィラメント構造は好ましくは、垂直管状フィラメント1および3と水平連結架橋部2とを組み込んでいる。

10

【0024】

上述のように、管状フィラメントヘアピン構造における2つの主要な接続は、水平架橋部2と垂直管状フィラメント1および3との間の接続を指す架橋部-フィラメント間接続（または「架橋部接続」）と、垂直管状フィラメント1および3とチャック9との間の接続を指し、管状フィラメントを加熱するための電極への電氣的接続を容易にすることができるチャック-フィラメント間接続（または「チャック接続」）とである。

【0025】

システム10において利用される管状フィラメント構造は、従来のスリムロッド構成に代わるものである。この発明に従って、管状フィラメント1および3は、グラファイトシード5をフィラメント引き上げ機のシャフトに接続することによって形成される。たとえば、シード5の薄い円筒形部分が熔融シリコンで満たされた坩堝の中に浸され得る。一旦接触したならば、シード5を回転するようにゆっくりと引出すことができ、円筒形の管状フィラメント1が熔融物から引出される間に凝固しながら形成される。管状フィラメント1は、坩堝中の熔融シリコンの量を調節することによって所望の長さまで引き上げられる。図4および図5に示すように、一旦シード5上に管状フィラメント1が形成されたならば、シードを螺合嵌合もしくは直線嵌合または任意の他の手段を介してチャック9に取付けることができる。次にチャック9を、CVD反応器システム内の電極に取付ける。

20

【0026】

これに代えて、図3に示すように、管状フィラメント1を、螺合嵌合を用いてチャック9の底部に取外し可能に接続された再使用可能なシード5を用いて形成することができる。一方の端部でシード5に取付けた状態で、チャック9を熔融シリコンで満たされた坩堝の中に浸すことができる。一旦接触したならば、チャック9を回転するようにゆっくりと引抜く。円筒形管状フィラメント1は、形をなし、チャック9上にでき、熔融物から引出される間に凝固する。形成された管状フィラメントは、中空のコアを有する。管状フィラメント1は、坩堝中の熔融シリコンの量を調節することによって所望の長さまで引き上げられる。一旦管状フィラメント1がチャック9上に形成されれば、シード5を取外すことができ、チャック9をCVD反応器システム内の電極に直接取付けることができる。このプロセスを繰返すことによって、1対の管状フィラメント1および3を生成することができる。シード5は、グラファイト、炭化珪素、シリコンまたは別の適切な材料製でありうる。チャックは好ましくは、炭素、シリコンまたは別の適切な材料製である。

30

40

【0027】

管状フィラメント1は、図3に示されるようにチャック9上に直接引き上げられるため、CVD反応器における組立に必要な全部品の数が増減される。チャック-フィラメント間接続の初期抵抗も、2つの材料が機械的に接続される代わりにこのプロセス中に融合されるため低減される。このプロセスは、旧来のスリムロッドフィラメント構成でのように多数の部品のつなぎまたは機械的嵌め合わせがないため、接続抵抗をさらに一層低減するのに役立つ。

【0028】

旧来のスリムロッド構成においては、シリコンロッドのグラファイトチャックと係合する部分は、シリコン自体の抵抗率よりも非常に高い抵抗率を有する酸化物層（二酸化珪素

50

）を含有する。この二酸化珪素層は、抵抗性が高いため、接続抵抗が高くなることをもたらし。シリコン管状フィラメントが上述のようにグラファイトと融合すると、酸化物層がシリコンとグラファイトとの間に存在しなくなり、よってより低い接続抵抗が得られる。

【0029】

この発明は、垂直管状フィラメント1および3をそれぞれのチャック9に接続し、かつ管状フィラメント1および3を互いに連結架橋部2を介して接続する有益な方法を提供する。これらの接続は、所望のバルク材料がその上に堆積され生成される管状フィラメントヘアピン構成の基礎を形成する。この2つの接続の各々について順に述べる。

【0030】

1. チャック - フィラメント間接続

この発明に従ったチャック - フィラメント間接続は、垂直に位置合わせされた管状フィラメント1、3を機械的に支持し、管状フィラメントの抵抗加熱を提供するために電流を通すことができる電氣的コンタクト領域を提供することができる。図4を参照して、チャック9 - フィラメント1間接続の第1の好ましい実施例を述べる。管状フィラメント1は好ましくは、たとえば上述の引上げプロセスに従って、シード5と融合される。このシリコンのグラファイトとの融合は、この接続での酸化物層をなくし、ひいてはCVD反応サイクル中にヘアピン部の抵抗加熱を開始するのに必要な電圧を低減する。シード5を管状フィラメント1に取り付けることにより、管状フィラメント1自体の機械加工が少なく済む。チャック9は好ましくは、良好な安定性とこの発明のCVD反応サイクル中に電極への強固な電氣的接続とを提供するために管状フィラメント1と融合されるシード5内の、対応する溝または反転部と嵌め合わされるための突起29をチャック9のおよそ中心の範囲内に設けるために機械加工されている。これに代えて、図4のチャック - フィラメント間構成は、シード5の存在なしにフィラメント1がチャック9と直接融合されるように形成され得る。

【0031】

図5を参照して、チャック9 - フィラメント1間接続の第2の好ましい実施例を述べる。この実施例においても管状フィラメント1は、シード5と融合される。チャック9は好ましくは、良好な安定性とCVD反応サイクル中に電極への強固な電氣的接続とを提供するために管状フィラメント1と融合されたシード5内の、対応する反転部と嵌め合わされるための突起39をチャック9のおよそ中心の範囲内に設けるために機械加工されている。図5のチャック - フィラメント間構成は、シード5の存在なしにフィラメント1がチャック9と直接融合されるように形成され得る。図5に示されるように、チャック9は好ましくは、支持壁49を作成するためにも機械加工される。支持壁49は、安定性の増大のためにチャック9内にあるフィラメント1にしっかりとした嵌合を与えるが、ポリシリコンの堆積のための表面積がわずかに減る。この場合、減少してしまう堆積のための面積は、グラファイト表面積のみである。グラファイト上に堆積されたシリコンは典型的には、炭素が混入しているであろうため用いられないので、この場合、これは問題とならない。加えて、支持壁49は、CVD反応器システム内のフィラメント1の機械的安定性を増大させることを可能にする。

【0032】

2. 架橋部 - フィラメント間接続

この発明に従った架橋部 - フィラメント間接続は、垂直に位置合わせされた管状フィラメント1、3を機械的に支持し、管状フィラメントの抵抗加熱を提供するために電流を通すことができる電氣的コンタクト領域を提供することができる。シリコン連結架橋部2は、各垂直管状フィラメント1、3上に1つ以上の接点を有する。架橋部2は、管またはロッドであり得、これに限定されないが正方形、矩形および円筒形を含めてさまざまな形状に形成され得る。好ましくは、接点は、管状フィラメント1の最上部の方々に分散されていて、電極から架橋部2までの実質的に均一な電流路を形成する。

【0033】

架橋部の断面積は、管状フィラメントの断面積とほぼ等しいことが好ましい。管状フィ

10

20

30

40

50

ラメントは、旧来のロッドと比較して、表面積が大きいことにより熱損失が大きいため、管状フィラメントが適切な堆積温度に達するためにはより高い電流が必要である。したがって、架橋部の断面積が管状フィラメントのものよりも大幅に小さい場合、過熱を引起す恐れがあり、架橋部が熔融する可能性がある。架橋部の断面積が管状フィラメントのものよりも大幅に大きい場合、架橋部が管状フィラメントよりも冷たいままであるため、架橋部上に堆積はほとんどまたは全く起こらない可能性が高い。堆積は、ヘアピン部を十分に支持するために、架橋部の断面積と管状フィラメントの断面積とが実質的に一致するとき、架橋部および管状フィラメントにわたって最適に起こる。

【0034】

図6および図7Aから図7Cを参照して、平坦な架橋部接続を有するこの発明の第3の好ましい実施例を示す。図6に示す平坦な架橋部接続は好ましくは、平坦な連結架橋部2を含み、平坦な連結架橋部2の幅および長さは好ましくは、管状フィラメント1および3にある接点を覆うのに十分に大きい。図7Bおよび図7Cに示されるように、大きな円形の窪み15が連結架橋部2の底面に設けられていて、シリコン垂直フィラメント1および3の最上部のさまざまな厚みに対応する。円形の窪み15は、電気的接続のための大きな表面積と、CVD反応サイクル中にフィラメント1および3を通る電流および熱の分布の改良とを実現することができる。窪み15は、ここでは円形として示されているが、他の形状であってもよい。

【0035】

1つ以上の孔14が図7Aに示されるように好ましくは円形の窪み15のおよそ中央に位置決めされていて、反応サイクル中の処理ガスの導入前に空気がフィラメント管1および3から逃げるための通気路を形成している。言い換えれば、爆発または他の安全上の危険を引起すことがある処理ガスの導入前の空気を管状フィラメント1から取除くために、閉じ込められた空気をサイクルの初めに管状フィラメント1から取出すことができる。架橋部2が換気されることに加えて、チャック9も換気されて、空気が連続稼働の前に逃げるためおよび処理ガスが連続稼働の終わりに逃げるための通路を提供する。連続稼働の終わりに、架橋部2には一面に成長しているであろうが、チャック9は大幅に冷たいのでその上に堆積する量はさほどでない。反応器が連続運転の終わりに窒素でパージ/圧力スイングされるとき、チャック9を通じての換気は、処理ガスが逃げるための通路を提供するであろう。

【0036】

図8ならびに図9Aおよび図9Bを参照して、矩形の架橋部接続を有するこの発明の第4の好ましい実施例を示す。図8に示されるように、矩形の架橋部接続には、垂直管状フィラメント1および3と比較して直径が小さい、二重の切欠が付いた連結架橋部2が組み込まれており、連結架橋部2は、管状フィラメント1および3の最上部に乗っている。平坦な架橋部接続は、管状フィラメント1および3の開口部の円周全体を完全には覆わないため、用いる材料がより少ない。その結果、この実施例は、一層のコスト節減をもたらすことができる。溝または二重の切欠16は、垂直管状フィラメント1および3を流れる電流のための少なくとも2つの接点を提供する。この実施例の連結架橋部2は、フィラメント1および3の開口部を完全には覆わないため、連結架橋部2に必要な機械加工が少なく済み、通気孔は不要である。

【0037】

図10ならびに図11Aおよび図11Bを参照して、矩形の架橋部接続を有するこの発明の第5の好ましい実施例を示す。垂直管状フィラメント1および3と比較して直径が小さく、管状フィラメントの上部にある孔に挿入される、切欠の付いた連結架橋部2が設けられる。連結架橋部2は好ましくは、先細りになった端縁を有し、この端縁は、管状フィラメント1および3に穿孔され得る対応する孔に嵌め込まれる。この実施例は、接続点でフィラメント孔によって完全に囲まれているため、高いガス流下での安定性の増大を実現する。また、設計が単純なため機械加工を減らすことができ、用いる材料が減ることによりコスト節減を達成することができる。図11Aおよび図11Bに示されるように、少な

10

20

30

40

50

くとも１つの切欠１７が連結架橋部２の各端部に設けられている。切欠１７は、接続を形成するために垂直管状フィラメント１および３の側壁と係合する。代替的な実施例において、切欠の付いた連結架橋部２は、管状フィラメント１および３の上部の壁にある孔の中に代えて、管状フィラメント１および３の上部表面と係合する。

【００３８】

上述の実施例は必ずしも代替的なものではなく、同じ反応器内でともに用いてもよい。たとえば、図４に示されるチャック・フィラメント間接続である第１の好ましい実施例を、図７および図８Ａから図８Ｃに描かれた第３の好ましい実施例などの架橋部・フィラメント間接続とともに同じ反応器内で用いることができる。同様に、異なるチャック・フィラメント間接続と異なる架橋部・フィラメント間接続とを同じ反応器内でともに用いること

10

【００３９】

この発明は、好ましい実施例に関して説明されたが、その変更または変形が添付の特許請求の範囲によって規定されるこの発明の趣旨または範囲から逸脱することなく行なわれてもよいことを当業者は容易に理解するであろう。

【００４０】

引用による援用

本明細書中に引用されたすべての特許、公開特許出願および他の文献は、その全体が本明細書中に引用により明示的に援用される。

【図１】

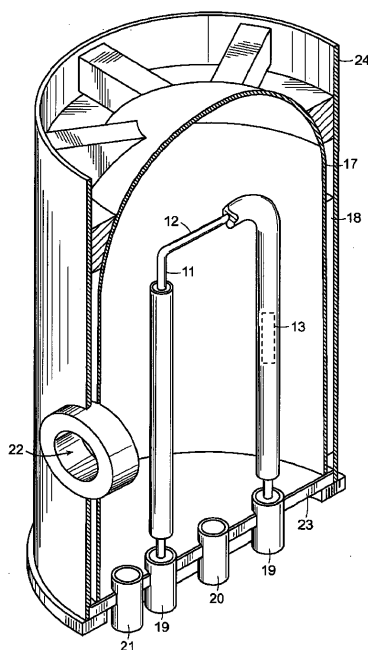


FIG. 1
(PRIOR ART)

【図２】

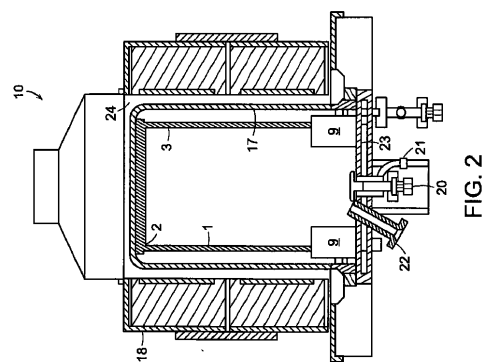


FIG. 2

【図３】

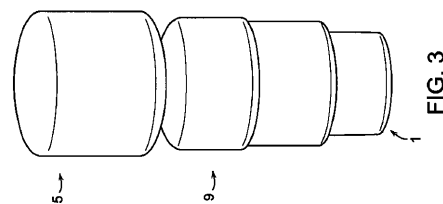


FIG. 3

【図 4】

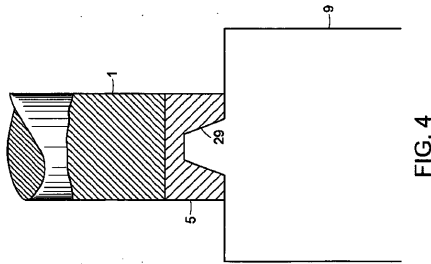


FIG. 4

【図 5】

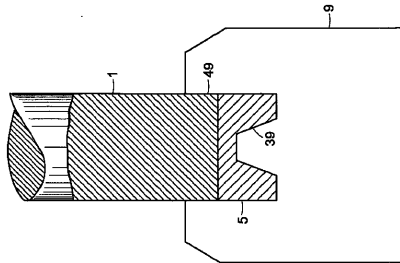


FIG. 5

【図 6】

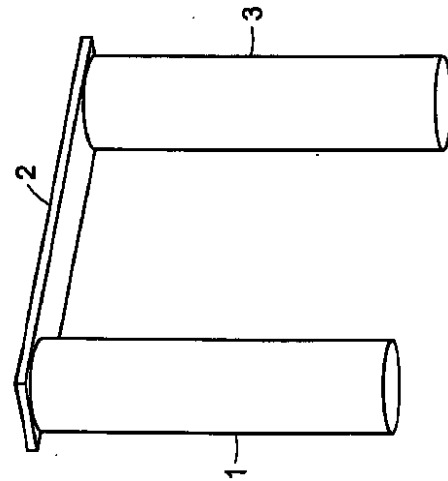


FIG. 6

【図 7 A】

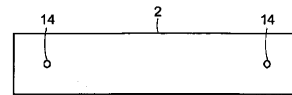


FIG. 7A

【図 7 B】

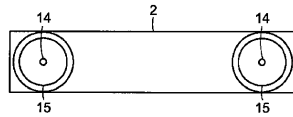


FIG. 7B

【図 7 C】

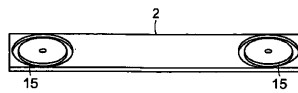


FIG. 7C

【図 8】

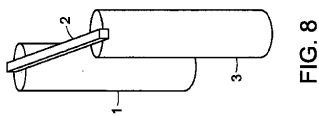


FIG. 8

【図 9 A】

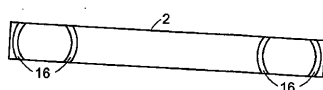


FIG. 9A

【図 9 B】

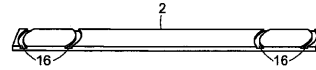


FIG. 9B

【図 10】

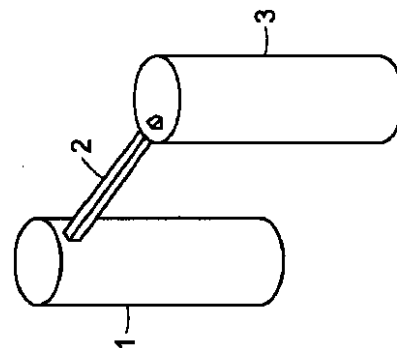


FIG. 10

【図 11 A】

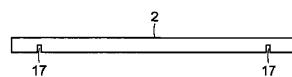


FIG. 11A

【☒ 1 1 B】

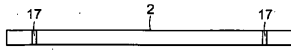


FIG. 11B

フロントページの続き

(72)発明者 シャルティエ, カール

アメリカ合衆国、03104 ニューハンプシャー州、マンチェスター、メーブルハースト・アベ
ニュー、152

(72)発明者 シュウェイエン, アンディー

アメリカ合衆国、59801 モンタナ州、ミズーラ、アーサー・アベニュー、1820

審査官 西山 義之

(56)参考文献 特開平02-006317(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B 33/00 - 33/193

C23C 16/00 - 16/56