

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4130645号
(P4130645)

(45) 発行日 平成20年8月6日 (2008.8.6)

(24) 登録日 平成20年5月30日 (2008.5.30)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/318 (2006.01)

C 2 3 C 16/30 (2006.01)

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

HO 1 L 21/318 C

C 2 3 C 16/30

C 2 3 C 16/455

請求項の数 17 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-153480 (P2004-153480)	(73) 特許権者	591035368
(22) 出願日	平成16年5月24日 (2004.5.24)		エア プロダクツ アンド ケミカルズ
(65) 公開番号	特開2004-349710 (P2004-349710A)		インコーポレイテッド
(43) 公開日	平成16年12月9日 (2004.12.9)		AIR PRODUCTS AND CH
審査請求日	平成16年5月24日 (2004.5.24)		EMICALS INCORPORATE
(31) 優先権主張番号	10/444217		D
(32) 優先日	平成15年5月23日 (2003.5.23)		アメリカ合衆国 ペンシルヴェニア アレ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ンタウン ハミルトン ブールヴァード
			7201
			7201 Hamilton Boule
			vard, Allentown, Pe
			nnsylvania 18195-15
			01, USA
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属酸窒化物膜被着方法及び金属酸窒化物膜形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸窒化 Z r 及び H f 膜からなる群より選ばれる金属酸窒化物の膜を形成するための被着方法であって、

A . (a) Z r 及び H f を含有する気体の形の前駆物質からなる群より選ばれる前駆物質を化学気相成長室へ供給し、そして

(b) 当該化学気相成長室への供給の前に酸素源及び窒素源と当該前駆物質との混合が起こらないように、当該成長室へ酸素源と窒素源を別に供給し、当該窒素源は N H ₃ 及び N ₂ H ₄ からなる群より選ぶこと、

により当該化学気相成長室中で反応混合物を作ること、及び

B . 得られた反応混合物を当該化学気相成長室内の高温に加熱した基材と接触させて金属酸窒化物の膜を被着すること、
を含む金属酸窒化物膜被着方法。

【請求項 2】

前記金属の前駆物質を約 1 0 T o r r (1 . 3 3 k P a) 以下の圧力の前記化学気相成長室へ気体の形で供給する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記基材を 3 0 0 ~ 7 0 0 の温度に加熱する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記金属の前駆物質が Z r 又は H f アミドである、請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

前記 Zr 又は Hf アミドを、 $Zr[N(CH_2CH_3)_2]_4$ 、 $Zr[N(CH_2CH_3)(CH_3)]_4$ 、 $Zr[N(CH_3)_2]_4$ 、 $Hf[N(CH_2CH_3)_2]_4$ 、 $Hf[N(CH_2CH_3)(CH_3)]_4$ 、及び $Hf[N(CH_3)_2]_4$ からなる群より選ぶ、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記酸素源が O_2 、 H_2O 、 O_3 又は H_2O_2 である、請求項 4 記載の方法。

【請求項 7】

酸窒化ケイ素 Zr 又は Hf 膜を形成するため、前記化学気相成長室へケイ素前駆物質を加える、請求項 5 記載の方法。

10

【請求項 8】

前記ケイ素前駆物質がケイ素アミドである、請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

前記ケイ素アミドが $(H)_xSi(NR^1R^2)_{4-x}$ の形のもの（式中の R^1 と R^2 は C_{1-8} アルキル基であり、 x は整数の 0、1、2 又は 3 である）である、請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

前記ケイ素アミドを、 $Si[N(CH_2CH_3)_2]_4$ 、 $Si[N(CH_2CH_3)(CH_3)]_4$ 、 $Si[N(CH_3)_2]_4$ 、 $HSi[N(CH_2CH_3)_2]_3$ 、 $HSi[N(CH_2CH_3)(CH_3)]_3$ 、 $HSi[N(CH_3)_2]_3$ 及び $H_2Si[NH(C_4H_9)]_2$ からなる群より選ぶ、請求項 9 記載の方法。

20

【請求項 11】

酸窒化 Zr 膜及び酸窒化 Hf 膜からなる群より選ばれる金属酸窒化物の膜を基材上に形成するための方法であって、

a. 気体の形の Zr 及び Hf アミド前駆物質からなる群より選ばれる前駆物質を化学気相成長室へ供給し、

b. 酸素とアンモニアを、当該化学気相成長室への供給の前に当該酸素及びアンモニアと当該前駆物質との混合が起こらないように、当該前駆物質とは別に当該化学気相成長室へ供給すること、及び

c. 当該化学気相成長室内で当該前駆物質、当該酸素及び当該アンモニアの供給により作られる反応混合物と、300 と 700 の間の温度に加熱した基材を接触させ、それにより当該金属酸窒化物の膜を被着すること、
を含む金属酸窒化物膜形成方法。

30

【請求項 12】

前記 Zr 又は Hf 前駆物質を、 $Zr[N(CH_2CH_3)_2]_4$ 、 $Zr[N(CH_2CH_3)(CH_3)]_4$ 、 $Zr[N(CH_3)_2]_4$ 、 $Hf[N(CH_2CH_3)_2]_4$ 、 $Hf[N(CH_2CH_3)(CH_3)]_4$ 、及び $Hf[N(CH_3)_2]_4$ からなる群より選ぶ、請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

酸窒化ケイ素 Zr 膜及び酸窒化ケイ素 Hf 膜からなる群より選ばれる金属酸窒化物の膜を形成するための被着方法であって、

40

(a) 気体の形をした Zr 含有前駆物質及び Hf 含有前駆物質からなる群より選ばれる前駆物質を化学気相成長室へ供給すること、

(b) 気体の形の Si 含有前駆物質を当該成長室へ別に供給するか、あるいは当該 Zr 又は Hf 含有前駆物質との混合物として供給すること、

(c) 当該 Zr 又は Hf 及び Si 含有前駆物質とは別に、酸素源及び窒素源を当該成長室へ供給し、当該窒素源は NH_3 及び N_2H_4 からなる群より選ぶこと、及び

(d) それにより得られる反応混合物に基材を接触させながら、当該反応室内において当該基材を 300 と 700 の間の温度に加熱し、当該基材上に酸窒化ケイ素 Zr 膜又は酸窒化ケイ素 Hf 膜を被着させること、
を含む金属酸窒化物膜形成のための被着方法。

50

【請求項 1 4】

前記 Z r 又は H f 及びケイ素含有前駆物質を 1 0 T o r r (1 . 3 3 k P a) 以下の化学気相成長室へ気体の形で供給する、請求項 1 3 記載の方法。

【請求項 1 5】

前記 Z r 又は H f 及びケイ素含有前駆物質が Z r アミド又は H f アミド及びケイ素アミドである、請求項 1 4 記載の方法。

【請求項 1 6】

前記アミドを、 $N(CH_2CH_3)_2$ 、 $N(CH_2CH_3)(CH_3)$ 、 $N(CH_3)_2$ 、及び $N(CH_2CH_3)_2$ からなる群より選ぶ、請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 7】

前記酸素源が O_2 であり、前記窒素源が NH_3 である、請求項 5 又は 1 6 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば誘電体ゲートのような誘電体用途で使用するのに適した酸窒化 Z r 及び H f 膜 (ZrO_xN_y 及び HfO_xN_y) と酸窒化ケイ素 Z r 及び H f 膜 ($Zr(Si)_zO_xN_y$ 及び $Hf(Si)_zO_xN_y$) を形成するための方法の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造産業では、集積回路、記憶装置及びフラットパネルディスプレイ装置用に適切な電子デバイスを製作するため半導体及び絶縁性又は誘電性基材上に金属、金属混合物及び金属化合物の混合物を薄い層、プラグ、ビア及びパターンでもって被着するのに適した材料及び被着技術が必要とされている。

【0003】

適当な電子材料基材上に金属、金属化合物及びそれらの混合物を被着するための様々な技術が知られており、それらには物理的な方法、すなわちスパッタリング、分子線エピタキシー、蒸着及びアブレーションや、合金化や、化学気相成長 (プラズマ、光又はレーザーに支援される) が含まれる。

【0004】

化学気相成長 (CVD) は、均一でコンフォーマルな被着を可能にする特性であること、及び高度に制御可能な条件下で材料のアレイを被着できることから、近年に至って広く利用されている。一般に、化学気相成長は制御された様式でもって高純度材料の被着速度を大きくすることができる。

【0005】

酸窒化ジルコニウム及びハフニウムのゲート誘電体と酸窒化ケイ素ジルコニウム及びハフニウムのゲート誘電体は、多数のプロセスにより、例えばスパッタ被着、プラズマ被着、及び電子線により作られている。これらのゲートは、通常の熱酸化ケイ素又はケイ素誘電体層よりも高い誘電率をもたらす、そしてそれらはより厚くすることができる。

【0006】

ジルコニウム及びハフニウムの金属膜、酸窒化ジルコニウム及びハフニウムと酸窒化ケイ素ジルコニウム及びハフニウム誘電体の作製を説明する従来技術の代表的な文献は、次のとおりである。

【0007】

米国特許第 6 5 0 3 5 6 1 号明細書には、配位子がアルキル、イミド、アミド、ハライド、ナイトレート、フッ素から選ばれる 2 種以上の金属配位子錯体前駆物質、例えばジルコニウム、ハフニウム、アルミニウム、ゲルマニウムなどの無溶媒混合物から、フラッシュ蒸発ゾーンへの直接の液の注入により基材上に複数の金属層を被着するための熱 CVD 法が開示されており、この無溶媒の混合物は複合金属化合物層を被着する前に酸素と混合される。

【0008】

10

20

30

40

50

米国特許第6291867号明細書には、プラズマ被着により酸窒化ケイ素ハフニウム及びジルコニウムゲート誘電体を作ることが開示されている。一つの方法は、基材上へのケイ化ジルコニウムのプラズマ成長、酸素と窒素を含む雰囲気中での、例えばNO中でのアニーリング、を含む。もう一つの方法では、ケイ化ケイ素層をNH₃又は窒素を含む非酸化性雰囲気中でアニーリングし、次いで酸化性雰囲気中でアニーリングする。CVD法は、ケイ化物層の形成について開示されている。

【0009】

Thermally Stable CVD HfO_xN_y Advanced Gate Dielectrics With Poly-Si Gate Electrode, 2002 IEEE O-7803-7463-X/02/\$17.00(C) 10
 の論文には、HfO_xN_y層の形成が開示されており、ここではN₂キャリアガス及びアンモニアと一緒にテトラキスジエチルアミノハフニウム前駆物質を急速熱CVDで被着し、続いて被着後のアニーリングを800~900で行っている。この方法では、HfO_xN_yを700~800の温度で成長させている。

【0010】

比較例では、O₂と同じ前駆物質を使って500でHfO₂を被着してから、被着後のアニーリングを行った。

【0011】

【特許文献1】米国特許第6503561号明細書

【特許文献2】米国特許第6291867号明細書 20

【非特許文献1】Thermally Stable CVD HfO_xN_y Advanced Gate Dielectrics With Poly-Si Gate Electrode, 2002 IEEE O-7803-7463-X/02/\$17.00(C)

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、例えば誘電体ゲートのような誘電体用途で使用するのに適した酸窒化Zr及びHf膜(ZrO_xN_y及びHfO_xN_y)と酸窒化ケイ素Zr及びHf膜(Zr(Si)_zO_xN_y及びHf(Si)_zO_xN_y)を形成するための方法の改良に関する。変数x、変数y、及び変数zは、0より大きい正の数である。この方法における特徴は、 30

(a) Zr又はHf含有前駆物質、酸素源及び窒素源を化学気相成長室へ、この化学気相成長室への導入前に当該Zr又はHf含有前駆物質を当該酸素源及び当該窒素源と混合することなく導入することにより、当該化学気相成長室において反応混合物を作ること、及び、

(b) 当該成長室中で基材を当該反応混合物と高温で、例えば300と700の間の温度で接触させて、それにより酸窒化Zr及びHf膜を被着すること、を含む。

【0013】

ここに記載される方法によりいくつかの利点を得られ、それらには、 40
 良質のZr/Hf酸窒化物膜及びZr/Hf-Si酸窒化物膜を形成できること、
 酸窒化物膜(あるいは単に「酸窒化膜」)中に有意量の窒素を取り込むことができること、

被着を行うのに化学気相成長法を利用できること、
 Zr/Hf酸窒化膜及びZr/Hf-Si酸窒化膜を被着する際に低温プロセスを使用して低いウエハ(基材)温度を保持できること、及び、

単一の処理工程で良質の膜を製造できること、
 が含まれる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明は、半導体装置で使用するための例えばシリコン等の基材上にZr/Hf酸窒化膜及びZr/Hf-Si酸窒化膜を被着するための改良方法に関する。Zr/Hf酸窒化膜を被着する方法では、ジルコニウム又はハフニウム前駆物質、窒素源及び酸素源から構成される反応混合物を化学気相成長室で作成し、Zr/Hf-Si酸窒化膜を作るのには、この反応混合物にケイ素源を追加する。

【0015】

この方法を実施するのには、少なくとも1種の配位子を含有している様々なジルコニウム及びハフニウム前駆物質を使用することができる。これらには、塩化ジルコニウムと塩化ハフニウム、ジルコニウム及びハフニウムアミド類が含まれる。ジルコニウム及びハフニウム前駆物質のためのこのほかの配位子には、C₁₋₁₈アルキルとアルコキシド、シロキサイド、ハライド、ハイドライド、イミド、アジド、ナイトレート、シクロペンタジエニル、及びカルボニルが含まれる。好ましくは、前駆物質は周囲条件において液体である。

10

【0016】

具体的なハライドの例には、四塩化ジルコニウム及び四塩化ハフニウムが含まれ、具体的なアミドには、ジメチルアミドZr[N(CH₃)₂]₄又はHf[N(CH₃)₂]₄、ジエチルアミドZr[N(CH₂CH₃)₂]₄又はHf[N(CH₂CH₃)₂]₄、エチルメチルアミドZr[N(CH₂CH₃)(CH₃)]₄又はHf[N(CH₂CH₃)(CH₃)]₄、あるいはブチルアミド、ジプロピルアミド、メチルプロピルアミド、エチルプロピルアミドからなる群より選ばれるものが含まれる。具体的なアルコキシドは、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、及びブトキシZr(OC₄H₉)₄又はHf(OC₄H₉)₄の群から選ばれる。

20

【0017】

Zr-Si及びHf-Si酸窒化物膜が所望される場合には、様々なSi前駆物質を使用することができる。好ましくは、Zr/Hf-Si酸窒化膜を作るためのSi前駆物質の配位子は、ジルコニウム及びハフニウム前駆物質として使用されるのと同じか又は類似している。ケイ素アミドの一つのタイプは、(H)_xSi(NR¹R²)_{4-x}の形のものであり、この式のR¹とR²はC₁₋₈アルキル基であり、xは整数の0、1、2又は3である。具体的な形態のケイ素アミドは、Si[N(CH₂CH₃)₂]₄、Si[N(CH₂CH₃)(CH₃)]₄、Si[N(CH₃)₂]₄、HSi[N(CH₂CH₃)₂]₃、HSi[N(CH₂CH₃)(CH₃)]₃、HSi[N(CH₃)₂]₃又はH₂Si[NH(C₄H₉)]₂からなる群より選ばれる。Zr-Si及びHf-Si酸窒化膜を作る際に使用するケイ素前駆物質のレベルは膜の設計者の自由であり、すなわち、Zr-Si及びHf-Si酸窒化膜を作る場合にはzは正である。

30

【0018】

ここで説明しているCVD法では、好ましい配位子の形態はアミドである。それは、低い基材温度、例えば400~500で、一般には10 Torr (1.33 kPa)以下で、シリコンウエハのような基材上に酸窒化ジルコニウム及び酸窒化ハフニウム膜や酸窒化ケイ素ジルコニウム又は酸窒化ケイ素ハフニウム膜を被着することができる。

【0019】

Zr/Hf酸窒化膜及びZr/Hf-Si酸窒化膜の形成では、通常の酸素及び窒素源を使用することができる。酸素源には、酸素、水、NO₂、NO、N₂O、オゾン、H₂O₂及び空気が含まれ、その一方、窒素源には、アミド、アンモニア、NO、空気、N₂O、NO₂、N₂H₂、N₂H₄などが含まれる。作業と制御を簡単にするためには、酸素及び窒素源としてそれぞれ酸素とアンモニアが好ましい。窒素/酸素源のNOは一般に、より高い処理温度を必要とする。

40

【0020】

化学気相成長によりシリコンウエハ等の基材上に良質のZr/Hf酸窒化膜及びZr/Hf-Si酸窒化膜をうまく被着するのに重要なのは、前駆物質を酸素源及び窒素源とは別に、すなわち事前に混合することなく、化学気相成長室へ供給することである。別々の供給管路を使用することで、反応室に入る前に前駆物質がプロトン性の窒素源、そして酸

50

素源と混合しないようにすることができる。CVDプロセスにおいては一般的であるとは言え、前駆物質が酸素源かあるいは窒素源と事前に混じり合うと、反応室に達する前に反応することになるのが分かった。これが起こると、被着は効果がなくなり、制御するのが困難になる。

【0021】

実施することにより得られる一つの利点は、酸化窒素膜中の窒素のレベルを一貫して高くするのが可能なことである。原子基準で、窒素レベル、すなわち式 ZrO_xN_y 又は HfO_xN_y 中の値(y)は1%の最小値から一般に5%以上までである。概して、yは10~30%の範囲であることができる。膜中のxの値は40~50の範囲であるが、反応混合物中の酸素レベルの制御によりこのほかの値としてもよい。

10

【実施例】

【0022】

以下の例は、本発明の種々の態様を説明しようとするものである。

【0023】

(例1)

この例では、 $Hf[N(CH_2CH_3)_2]_4$ 、 $Si[N(CH_3)_2]_4$ 、 O_2 、及び NH_3 を使用する、Hf、Si、酸素及び窒素含有膜の被着を説明する。

【0024】

重量比1:2の $Hf[N(CH_2CH_3)_2]_4$ と $Si[N(CH_3)_2]_4$ から構成される液体前駆物質混合物を、液体供給装置により加熱した気化器へ移送し、そして200 sccmの流量のHeスウィープガスを使用して、基材の上方に位置し上下動させることのできるインジェクタリングを通してCVD反応室へ供給した。最高で15 sccmまでの O_2 、最高で15 sccmまでの NH_3 、及び最高で300 sccmまでのHe希釈ガスから構成される酸化剤混合物を反応室に別に供給し、この酸化剤混合物の入口の箇所は、上下動できる拡散プレートにより前駆物質インジェクタリングから切り離れた。前駆物質と酸化剤を加熱した基材(300~700)のところで反応させて、RBSにより測定されたHf、Si、O、及びNを含有する膜を作った。反応室の圧力は圧力制御弁を使って1 Torr(0.133 kPa)に保持した。5~10 sccmの流量の O_2 と1.85 sccmの流量の NH_3 、及び0.1 ml/minの流量の前駆物質を使用して、図1のグラフに示した膜の組成を、図に示した推定ウェハ温度、すなわち410、430、及び450で実現した。

20

30

【0025】

図1のグラフの結果は、膜の窒素レベルが10原子%より多く最高で約28原子%までであることを示している。このグラフはまた、CVD室内で低いウェハ温度、例えば410~450の温度を保持するのが可能であることも示している。

【0026】

(例2)

この例では、 $Hf[N(CH_3)_2]_4$ 、 $Si[N(CH_3)_2]_4$ 、 O_2 、及び NH_3 を使用する、Hf、Si、酸素及び窒素含有膜の被着を説明する。

【0027】

重量比5:7の $Hf[N(CH_2CH_3)_2]_4$ と $Si[N(CH_3)_2]_4$ から構成される液体前駆物質混合物を、液体供給装置により加熱した気化器へ移送し、そして200 sccmの流量のHeスウィープガスを使用して、基材の上方に位置し上下動させることのできるインジェクタリングを通してCVD反応室へ供給した。最高で30 sccmまでの O_2 、最高で5 sccmまでの NH_3 、及び最高で200 sccmまでのHe希釈ガスから構成される酸化剤混合物を反応室に別に供給し、この酸化剤混合物の入口の箇所は、上下動できる拡散プレートにより前駆物質インジェクタリングから切り離れた。前駆物質と酸化剤を加熱した基材(300~700)のところで反応させて、RBSにより測定されたHf、Si、O、及びNを含有する膜を作った。反応室の圧力は圧力制御弁を使って1~1.5 Torr(0.133~0.200 kPa)に保持した。400と500の間

40

50

であると推定された基材温度において、 $15 \sim 30 \text{ sccm}$ の流量の O_2 と $1.85 \sim 5 \text{ sccm}$ の流量の NH_3 、及び $0.1 \sim 0.2 \text{ ml/min}$ の流量の前駆物質を使用して、合理的な被着速度と膜品質が得られた。

【0028】

(例3)

この例では、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2]_4$ 、 O_2 、及び NH_3 を使用する、 Hf 、酸素及び窒素含有膜の被着を説明する。

【0029】

$\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2]_4$ を液体供給装置により加熱した気化器へ移送し、そして 200 sccm の流量の He スweepガスを使用して、基材の上方に位置し上下動させることのできるインジェクタリングを通して CVD 反応室へ供給したことを除いて、例1の手順に従う。被着が起こり、酸窒化ハフニウム膜が製造される。

10

【0030】

(例4(比較例))

前駆物質の流れとアンモニアを含有する酸化剤の流れをシャワーヘッドを通して一緒に供給する標準的な CVD 法の手順によることを除いて、例1の手順に従う。

【0031】

この構成を試すと、一般に被着が起きないか、あるいは窒素が膜に取り込まれず又はわずかだけしか取り込まれない。束縛されるのを意図するものではないが、この結果は窒素源を反応させるのが困難なためであると推測することができる。

20

【0032】

(例5)

アンモニアと前駆物質を分離する、すなわち前駆物質の流れとアンモニアを含有する流れとをシャワーヘッドの交互の孔を通して供給する、特殊なシャワーヘッドを使用するのを除いて、例3の手順を繰り返す。例1～3におけるように膜が被着する。

【0033】

(例6)

ハフニウム前駆物質が塩化ハフニウムであることを除いて、例1の手順に従う。これらの前駆物質は条件にあったものではあるが、それらを使用するのは問題がないわけではない。これらの前駆物質は通常の条件下では固体であり、従って化学気相成長室への供給において問題を生じる。その上、これらの前駆物質をアンモニアとともに使用すると、反応室において塩化アンモニウムの粒子が生じ、それらは集積回路の生産にとって有害である。

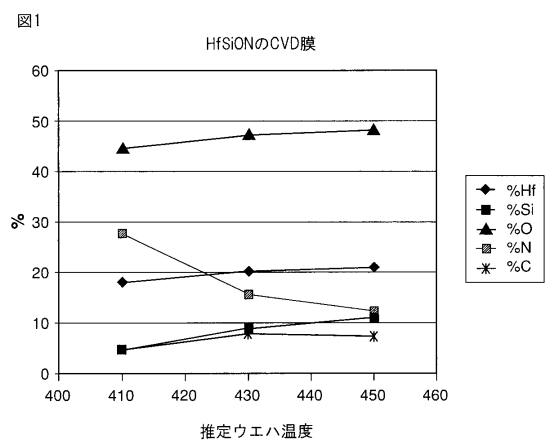
30

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】いろいろな温度での酸窒化ケイ素ハフニウム膜のパーセントで表した組成を示すグラフである。

【図 1】



フロントページの続き

- (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
- (74)代理人 100082898
弁理士 西山 雅也
- (72)発明者 ジョン ディー・ロフティン
アメリカ合衆国, カリフォルニア 92025, エスコンディド, イースト セブンス アベニュー
ナンバー 1 701
- (72)発明者 ロバート ダニエル クラーク
アメリカ合衆国, カリフォルニア 92078, サン マクロス, ポピー ロード 784
- (72)発明者 アーサー ケネス ホックパーグ
アメリカ合衆国, カリフォルニア 92075, ソラナ ビーチ, サンタ クエタ 1037

審査官 今井 淳一

- (56)参考文献 特開2003-124460(JP, A)
特表2005-534173(JP, A)
国際公開第02/079211(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01L | 21/318 |
| C23C | 16/30 |
| C23C | 16/455 |